



การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสรรณะของเครื่องยนต์

ศุภชัย หลักคำ
พิเชษฐ์ บุญญาลัย

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสรรณะของเครื่องยนต์

ศุภชัย หลักคำ
พิเชษฐ์ บุญญาลัย

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษา
สมรรถนะของเครื่องยนต์
ผู้วิจัย : นายศุภชัย หลักคำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
นายพิเชษฐ์ บุญญาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
พ.ศ. : 2557

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมลพิษจากยานพาหนะเป็นอีกหนึ่งสาเหตุหลักของปัญหาสิ่งแวดล้อม เสียงรบกวนที่เกิดจากยานยนต์อีกหนึ่งองค์ประกอบของมลภาวะทางเสียง ดังนั้นการออกแบบที่หลากหลายเพื่อลดระดับเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ไปพร้อมกันเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัดทำโครงการได้เล็งเห็นความสำคัญ และได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ความดันไอเสียที่ก่อให้เกิดเสียงรบกวนจากท่อพักไอเสีย โดยทำการตรวจวัดค่าสถานะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm ซึ่งเป็นรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ และ 4,000 rpm ซึ่งเป็นรอบที่มีแรงบิดสูงสุด เพื่อนำไปกำหนดค่าความดันในการจำลองการไหลไอเสียภายในหม้อพักไอเสียทั้ง 3 แบบ คือแบบไส้ตรง, ไส้ย้อน และไส้เยื้อง อีกทั้งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความดัน และความเร็ว ของการไหลไอเสียด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks จากนั้นได้ทำการศึกษาแนวโน้มในการลดเสียงรบกวนจากค่าความดันแตกต่างที่เกิดขึ้นภายในหม้อพักไอเสีย และทำการขึ้นรูปหม้อพักไอเสียตามขนาดที่ออกแบบไว้ ก่อนทำการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนตามมาตรฐาน กรมการขนส่งทางบก

จากผลการดำเนินงานพบว่า ท่อไอเสียที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลมากจะช่วยลดระดับความดันเสียงได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm นอกจากนี้ การเพิ่มระยะทางการไหลจะช่วยลดระดับความดันเสียงได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm อย่างไรก็ตามผลการทดสอบดังกล่าวได้ถูกตรวจวัดจากสถานะการใช้งานที่มีอุปกรณ์บำบัดไอเสียติดตั้งอยู่ด้วย

Title : A study of muffler's factor to reduce noise and conserve engine performance

Researcher : Mr. Supachai Lakkam, Faculty of Engineering, RMUTP

Mr. Pichest Boonyalai, Faculty of Engineering, RMUTP

Year : 2014

ABSTRACT

Nowadays, the majority of environment problem is pollution of vehicle including the noise of engine combustion. For this reason, this thesis aims to compare and study the parameters which affect noise reduction on exhaust pipe. Not only reduce the noise pollution, but also maintain the efficiency of the engine. These two substances must be considered.

Therefore, the researcher emphasized to study the parameters on 3 types of muffler with an equal volume: direct, reverse and offset type of mufflers. Initiated by data collection, the pressure and the velocity in muffler at the speed of engine at 1000 RPM (slow-running engine mode) and 4000 RPM (maximum running engine mode) were investigated. The data were applied into the program that called "SolidWorks" in order to study parameters. In this step, the relation between the pressure and velocity of exhaust were represented. In addition, the muffler models were selected to manufacture and test by the standard of The Department of Land Transport.

As a result, there are two major parameters of the muffler. Firstly, the metamorphism of the exhaust gas flow direction pleasurable causes the lower noise at the speed of engine at 1000 RPM. Besides, an increase of the flow gas distance can diminish noise at the speed of engine at 4000 RPM as well. However this muffler models were tested under the working mode of catalytic device that is standard equipment for automotive vehicles.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2557 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่มีความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

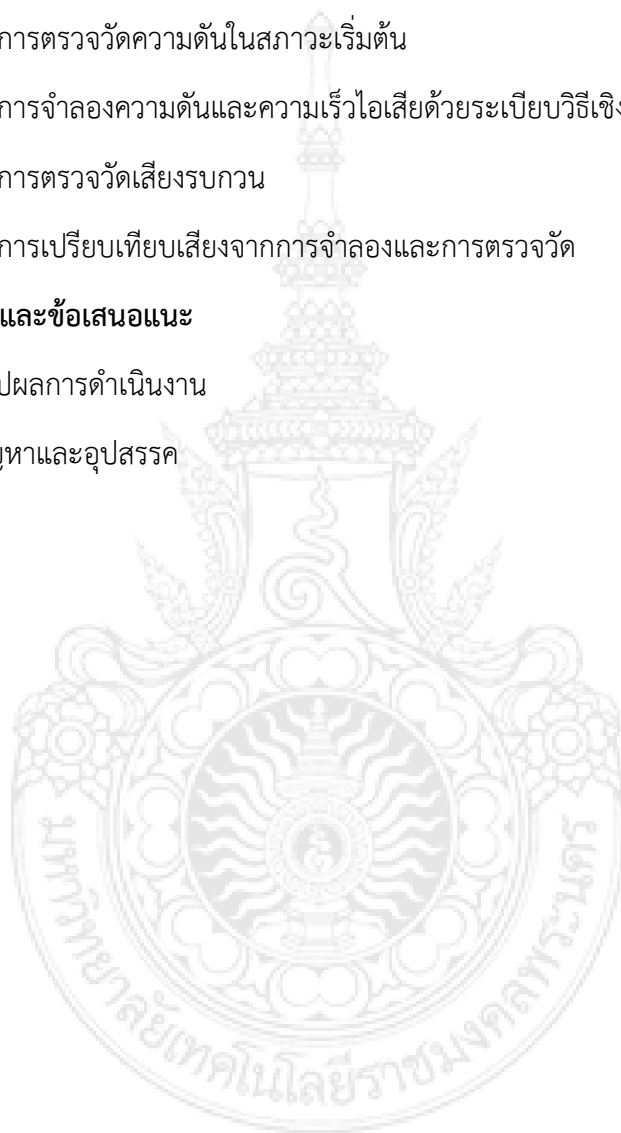
คณะผู้วิจัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย	2
1.4 การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศ/(Information) ที่เกี่ยวข้อง	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การไหลในท่อ	7
2.2 การสั่นสะเทือนเชิงกล	7
2.3 เสียง	7
2.4 ส่วนประกอบของระบบท่อไอเสียรถยนต์	13
2.5 ขั้นตอนการตรวจวัดระดับเสียง	137
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 สมมติฐานการดำเนินงาน	20
3.2 การตรวจวัดความดัน	20
3.3 การจำลองท่อพักไอเสียด้วยโปรแกรม SolidWorks	21

3.4	ขั้นตอนการขึ้นรูปหม้อพักไอเสีย	30
3.5	การตรวจวัดระดับเสียงรบกวน	31
3.6	รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ	32
บทที่ 4	ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล	34
4.1	ผลการตรวจวัดความดันในสภาวะเริ่มต้น	34
4.2	ผลการจำลองความดันและความเร็วไอเสียด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลข	34
4.3	ผลการตรวจวัดเสียงรบกวน	42
4.4	ผลการเปรียบเทียบเสียงจากการจำลองและการตรวจวัด	46
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1	สรุปผลการดำเนินงาน	48
5.2	ปัญหาและอุปสรรค	49
	บรรณานุกรม	50
	ภาคผนวก	52
	ประวัติผู้วิจัย	56



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	รายละเอียดรถยนต์	33
4.1	ค่าความดันและความเร็วของไอเสียเริ่มต้น	34
4.2	ความดันไอเสียของหม้อพักที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm	36
4.3	ความดันไอเสียของหม้อพักที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm	38
4.4	ความเร็วและเรย์โนลด์์นัมเบอร์สูงสุดของไอเสียภายในหม้อพักไอเสียที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm	40
4.5	ความเร็วและเรย์โนลด์์นัมเบอร์สูงสุดของไอเสียภายในหม้อพักไอเสียที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm	42
4.6	เสียงที่ได้จากการตรวจวัด	46
4.7	ผลการเปรียบเทียบเสียงจากการจำลองและการตรวจวัด	47
5.1	การเปรียบเทียบระยะทางกับทิศทางการไหลของไอเสีย	48
5.2	การเปรียบเทียบระหว่างระยะทาง และทิศทางการไหลของไอเสีย	49



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 หม้อพักไอเสียแบบไส้ตรง	2
1.2 หม้อพักไอเสียแบบไส้เอียง	3
2.1 แหล่งเสียงแบบจุด	9
2.2 เส้นโค้งการถ่วงน้ำหนักความถี่	9
2.3 ส่วนประกอบของหู	11
2.4 ช่วงความถี่และระดับความเข้มเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ได้	11
2.5 การเปรียบเทียบระหว่างความดันของเสียงและระดับเสียง	12
2.6 ส่วนประกอบของระบบท่อไอเสียรถยนต์	13
2.7 ท่อร่วมไอเสีย	13
2.8 ท่ออ่อน	14
2.9 เครื่องพอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา 3 ทาง สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในปัจจุบัน	15
2.10 ไอเสียก่อนเข้า CAT มีแก๊สพิษ 3 ชนิด และออกจาก CAT ถูกแปรสภาพให้ไม่เป็นพิษ	15
2.11 การแปรสภาพไอเสียด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนอะตอมของแก๊ส 3 ชนิด	16
2.12 หม้อพักไอเสียปลาย	17
2.13 ตำแหน่งการตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียง	17
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.2 ระบบระบายไอเสีย	20
3.3 การกำหนดจุดวัดความดัน	20
3.4 เครื่องมือวัดความดัน	21
3.5 หม้อพักไอเสียแบบที่ 1	21
3.6 หม้อพักไอเสียแบบที่ 2	22
3.7 หม้อพักไอเสียแบบที่ 3	22
3.8 การเพิ่มหมวดการจำลอง	23
3.9 การกำหนดค่าเริ่มต้น	23
3.10 การกำหนดชื่อการจำลอง	24
3.11 การกำหนดหน่วยในการจำลอง	24
3.12 การกำหนดรูปแบบการไหล	25
3.13 การกำหนดชนิดของไหล	25

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 การกำหนดพื้นที่การไหล	26
3.15 การกำหนดจุดเริ่มต้นการไหล	26
3.16 การกำหนดทางออกของไหล	27
3.17 การกำหนดจุดวัด	27
3.18 การเลือกหัวข้อการวัด	28
3.19 การเริ่มการจำลอง	28
3.20 การเริ่มการจำลอง(ต่อ)	29
3.21 การอ่านผลการจำลอง	29
3.22 การเลือกหัวข้อค่าการวัด	30
3.23 การสร้างหม้อพักไอเสีย	30
3.24 เครื่องวัดระดับเสียง	31
3.25 ตำแหน่งเครื่องตรวจวัดเสียงสำหรับรถยนต์	32
4.1 ผลการจำลองความดันที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm	36
4.2 ผลการจำลองความดันที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm	38
4.3 ผลการจำลองความเร็วที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm	39
4.4 ผลการจำลองความเร็วที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm	41
4.5 ระดับความดันเสียงรบกวนพื้นฐานและ ความถี่	42
4.6 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm	43
4.7 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm	43
4.8 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm	44
4.9 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm	44
4.10 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 3 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm	45
4.11 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 3 ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากในประเทศไทย รถยนต์ที่ผลิตจากประเทศไทยในปี 2553 ทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออกขยายตัวสูง ทำให้ยอดจำหน่ายรวมสูงถึง 1.7 ล้านคัน (ทีมงานวิจัยภาวะเศรษฐกิจและพยากรณ์, 2554) ซึ่งดูจากยอดการจำหน่าย ประเทศไทยถือเป็นฐานผลิตรถยนต์ใหญ่ที่สุดในอาเซียน ขณะเดียวกัน ประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้และการวิจัยเทคโนโลยีพื้นฐาน ซึ่งถือว่าเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศ ให้นำไปสู่ความมั่นคงและความแข็งแกร่งในตลาดการแข่งขันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในภูมิภาคอาเซียน ซึ่งท่อพักไอเสียก็เป็นอีกชิ้นส่วนหนึ่งที่มีการผลิตในนิคมอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศอย่างมาก แต่กลับพบว่าไม่มีองค์ความรู้ในการออกแบบและผลิตที่เป็นของคนไทย เนื่องจากองค์ความรู้ดังกล่าวได้ถูกปิดกั้นและเป็นลิขสิทธิ์การออกแบบของชาวต่างชาติ จึงเป็นข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมขนาดกลางซึ่งเป็นของคนไทย และไม่สามารถก้าวไปสู่การแข่งขันในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้

จากปัญหาข้างต้นจึงทำให้คณะผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว และร่วมมือกับสถาบันยานยนต์ ซึ่งเป็นองค์กรกลางอิสระที่คร่ำหวอดในวงการอุตสาหกรรมยานยนต์ และจัดทำโครงการวิจัยเชิงองค์ความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวถ่ายทอดไปสู่อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ที่มุ่งเน้นไปยังการบูรณาการองค์ความรู้กับผู้ประกอบการภายในประเทศ เพื่อสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้ประเทศไทยนำไปสู่ฐานการผลิตรถยนต์อันดับหนึ่งในอาเซียนและพร้อมขยายขึ้นไปบนเวทีโลกต่อไป ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ประเทศไทยจะได้รับ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดเสียงรบกวน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรักษาสมรรถนะเครื่องยนต์
- 1.2.3 เพื่อสร้างแนวทางในการออกแบบหม้อพักไอเสียรถยนต์
- 1.2.4 เพื่อสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความรู้ความสามารถให้กับประเทศ

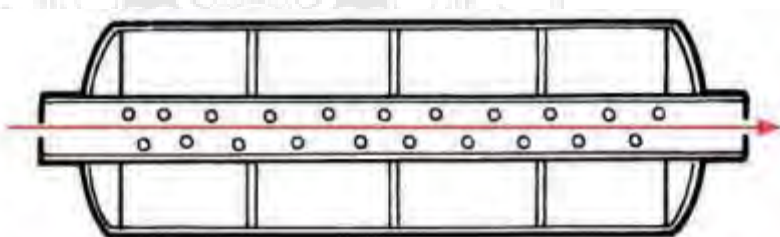
1.3 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย

1.3.1 ท่อพักไอเสีย

หม้อพักไอเสียซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่ใกล้กับปลายท่อไอเสียมีประโยชน์อย่างมาก โดยหม้อพักไอเสียนี้มีหน้าที่ลดอุณหภูมิไอเสีย, ลดแรงดันและควบคุมการขยายตัวของไอเสีย โดยไอเสียที่ออกมาจากการสันดาปเครื่องยนต์นั้นสูงประมาณ 3 ถึง 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (43 ถึง 71 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) อุณหภูมิสูงประมาณ 600 ถึง 800 องศาเซลเซียส (1,412 ถึง 1,472 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งแรงดันที่สูงและความร้อนนี้มีผลทำให้ไอเสียเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วและเกิดเสียงรบกวน ดังนั้นหม้อพักไอเสียจึงถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหานี้ โดยทั่วไปหม้อพักไอเสียจะควบคุมการขยายตัวของไอเสียให้เป็นไปแบบช้าๆ และจะช่วยลดอุณหภูมิไอเสียก่อนระบายออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ดังนั้นการออกแบบหม้อพักไอเสียจึงต้องคำนึงถึงแรงดันย้อนกลับซึ่งจะบั่นทอนกำลังหรือสมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อทำการเร่งเครื่องยนต์จนเกิดไอเสียที่มีแรงดันขนาดมาก ก็จะทำให้แรงดันย้อนกลับเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปหม้อพักไอเสียที่มอยู่ใ้ช้อยู่ในท้องตลาดมีอยู่ 2 แบบ คือ 1.แบบไส้ตรง 2.แบบไส้ย่อน

- แบบไส้ตรง

หม้อพักไอเสียแบบไส้ตรงนี้จะมีลักษณะเป็นท่อระบายไอเสียทั้งหน้าและหลังเป็นชิ้นเดียวกัน โดยภายในจะถูกเจาะรูขนาดเล็กรอบท่อ และมีเปลือกหุ้มท่อไอเสียที่มีเนื้อที่ภายในทำเป็นช่องว่างเพื่อไล่วัสดุกันความร้อนและดูดซับเสียงรบกวน ดังรูปที่ 1.1 หม้อพักไอเสียแบบนี้จะลดเกิดแรงดันย้อนกลับได้แต่จะมีเสียงดังมากกว่าหม้อพักไอเสียชนิดแรก

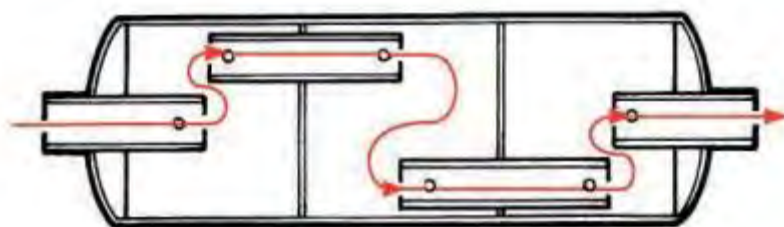


รูปที่ 1.1 หม้อพักไอเสียแบบไส้ตรง

- แบบไส้เยื้อง

หม้อพักไอเสียแบบไส้เยื้องจะถูกแยกออกเป็น 2 หรือ 3 ส่วน ดังรูปที่ 1.2 โดยส่วนต่างๆจะถูกบรรจุอยู่ภายในเปลือกหุ้มท่อไอเสีย ซึ่งท่อแบบนี้จะลดเสียงรบกวนและอุณหภูมิได้ดี (แบบ

รถที่มาจากโรงงาน) อย่างไรก็ตามกลับพบว่าหม้อพักแบบดังกล่าวจะทำให้เกิดแรงดันย้อนกลับสูงหรือไอเสียออกไม่สะดวก



รูปที่ 1.2 หม้อพักไอเสียแบบไส้เยื้อง

1.3.2 การทดสอบ

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหม้อพักไอเสียแบบที่ถูกติดตั้งมาจากโรงงานประกอบรถยนต์พบว่าท่อและหม้อพักไอเสียแบบดังกล่าวนี้จะลดเสียงรบกวนและอุณหภูมิได้ดี แต่มีข้อเสียในการใช้งานเนื่องจากเกิดแรงดันย้อนกลับสูงหรือไอเสียออกไม่สะดวก ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้สมรรถนะของเครื่องยนต์ได้อย่างเต็มที่และไม่ตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะทำการติดตั้งและดัดแปลงหม้อพักไอเสียเพื่อให้ตอบสนองความต้องการด้านสมรรถนะจากอู่บริการโดยทั่วไป ที่มีได้คำนึงถึงหลักการทางวิศวกรรมและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมเท่าที่ควร จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษและมลภาวะทางเสียง ซึ่งจากเป็นผลมาจากการขาดแคลนองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมของผู้ประกอบการระดับกลาง

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้คณะผู้วิจัยตระหนักถึงการสร้างองค์ความรู้ดังกล่าวเพื่อบูรณาการปัจจัยทั้งหมดและนำไปสู่การออกแบบหม้อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวน ในขณะที่สามารถตอบสนองความต้องการด้านสมรรถนะการขับขี่ของผู้บริโภคได้ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมในการออกแบบหม้อพักไอเสียที่มีลักษณะโดดเด่นทางกายภาพในหลากหลายรูปแบบด้วยวิธีการจำลองเชิงตัวเลข (Finite Element Analysis) สำหรับการวิเคราะห์การไหลของไอเสียภายในหม้อพัก และทำการสร้างเพื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผลการทดสอบดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์จากปัจจัยต่างๆที่ได้ออกแบบไว้ในหม้อพักแต่ละชนิดได้อย่างเด่นชัด ภายใต้กระบวนการทดสอบของประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง เกณฑ์ของระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องกำเนิดพลังงานของรถ ซึ่งเป็นเกณฑ์การตรวจวัดระดับมลภาวะทางเสียง

1.4 การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศ/(Information) ที่เกี่ยวข้อง

จากผลการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการศึกษาและวิจัยเพื่อการควบคุมของเสียงรบกวนมีดังต่อไปนี้

โดยทั่วไปการศึกษาในห้องปฏิบัติการและคำนวณเชิงตัวเลขนำมาใช้อย่างแพร่หลาย การทำนายผลการปฏิบัติงานทางเสียงด้วยหม้อพักไอเสียแบบ Single-inlet/Double-outlet (Wu C.J et al., 2008) เพื่อหาการสูญเสียการแพร่ผ่านของเสียง (TL) โดยใช้กิริยา Meshing เป็นแนวทางการศึกษาและทฤษฎีคลื่นระนาบซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า TL และทำการวิเคราะห์เชิงตัวเลขในกรณีต่างๆ ของอัตราส่วนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางและผลการคำนวณของ TL เพื่อทำการเปรียบเทียบผลในระดับโหมดขั้นสูง โดยใช้กิริยา Meshing และเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นสำหรับการตรวจสอบความถูกต้อง

อีกทั้งการอธิบายด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขจากการจำลองเพื่อวิเคราะห์ทิศทางการเป็นไปได้สำหรับการออกแบบรูปร่างหม้อพักไอเสีย (Barbieri R and Barbieri N, 2006) โดยมีเป้าหมายคือการหาขนาดที่เหมาะสมในเชิงอะคูสติกกับการสูญเสียการส่งผ่าน (TL) ถูกขยายศึกษาในช่วงความถี่ที่น่าสนใจ อีกทั้งปรับปรุงด้วยสี่ตัวแปรที่ใช้สำหรับการประเมินผลค่า TL และแก้ไขด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข (FEM) และเงื่อนไขขอบเขต และใช้เอลิเมนต์รูปสามเหลี่ยมเพื่อควบคุมและข้อผิดพลาดจากการคำนวณ อีกทั้งคำลพิษและปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพที่ได้รับการแก้ไข จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปสู่วิธีการสร้างแบบจำลองไม่เชิงเส้นเพื่อทำการทดลองกับหม้อพักแบบไส้ตรงที่มีการเจาะรูขนาดเล็กเพื่อหาขนาดรูที่เหมาะสมในการแพร่ผ่านของอนุภาคและลดเสียงรบกวน

การวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมจากทฤษฎีของการถ่ายโอนการวิเคราะห์เมทริกมิติเดียว (Panigrahi S N and Munjal M L, 2007) ที่มีความยืดหยุ่นทั่วไปและง่ายขยายไปสู่การใช้สามมิติเพื่อการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตของท่อพักไอเสียชนิดที่แตกต่างกันและศึกษาการรวมกันของปฏิกริยาการแพร่ผ่านองค์ประกอบรูปทรงและการดูดซึมของเสียงในหม้อพักไอเสีย ดังนั้นอัลกอริทึมนี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับการถ่ายโอนเมทริกที่มีการตั้งค่าโปรแกรมให้ใช้หม้อพักไอเสียในการวิเคราะห์ระบบไอเสียของรถยนต์ทั้งหมด

นอกจากนี้ ความห่างระหว่างท่อไอเสียและหม้อพักไอเสียถูกศึกษาด้วยวิธีการทดลองและจำลองเชิงตัวเลขภายใต้เงื่อนไขของการกำหนดการเร่งด้วยวิธีเปิดลิ้นคันเร่งปีกผีเสื้อ (Yasuda T et al., 2010) เพื่อเร่งเครื่องยนต์ระหว่าง 1,000-6,000 rpm ภายในเวลา 30 วินาที และทำนายลักษณะการไหลภายในท่อไอเสียโดยการคำนวณพลศาสตร์หนึ่งมิติ อีกทั้งทำการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการด้านเสียงตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS D 1616) พบว่าผลของการจำลองที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และประหยัดต้นทุนการทดสอบได้กว่า 90% ของเวลาการดำเนินเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐาน

วิธีการดังกล่าวจึงได้ถูกนำเสนอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการออกแบบและตอบสนองความต้องการอุตสาหกรรม

สำหรับการศึกษาเสียงในช่วงความถี่ต่ำจากเครื่องยนต์ถูกเสนอเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการลดเสียงรบกวน ซึ่งทำการศึกษาทางทฤษฎีและทดลองในเชิงความถี่และโดเมนเวลา (Yasuda T et al., 2013) พบว่ารอยต่อของหม้อพักไอเสียส่งผลต่อประสิทธิภาพการลดทอนของเสียง ดังนั้นจึงใช้หลักการนี้มาเสนอการเจือจางเสียงความถี่ต่ำและความถี่กลางในเวลาเดียวกัน สมการความถี่ของโครงสร้างนี้มีความคล้ายคลึงกับเสียงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการประเมินผลการปฏิบัติงานการลดทอนเสียง และนำไปสู่การออกแบบย้อนรอยที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของหม้อพักไอเสีย

นอกจากนี้ยังพบการบูรณาการระหว่างฝั่งขาเข้าและออกของไอเสีย (Munjal M L, 1997) เพื่อการทำนายของการสูญเสียของการส่งผ่านโดยรวม (TL) หรือสูญเสียการแทรกสำหรับการขยายของคลื่นในระนาบ ค่าเหล่านี้จะถูกตรวจสอบในรูปแบบ 3-D ของการไหลโดยใช้ค่าเฉลี่ย TL จากขาเข้า/ขาออก ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนระหว่างท่อทางเข้าและทางออกที่มีค่ามากหรือน้อยจะส่งผลต่อการออกแบบขนาดปลายท่อไอเสียด้วย

ในทำนองเดียวกัน การวิเคราะห์โดเมนเชิงความถี่ถูกนำเสนอสำหรับกระบวนการไหลย้อนกลับ (Munjal M L et al., 1998) ด้วยสมการพื้นฐานการสมมูลโมเมนต์และไอเซนโทรปิก เพื่อนำไปสู่เมทริกการถ่ายโอนและนำมาใช้ในการคาดการณ์ของระดับเสียงรบกวน และจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับกรวัดแบบเคลื่อนที่ผ่านสถานีวัดเสียง

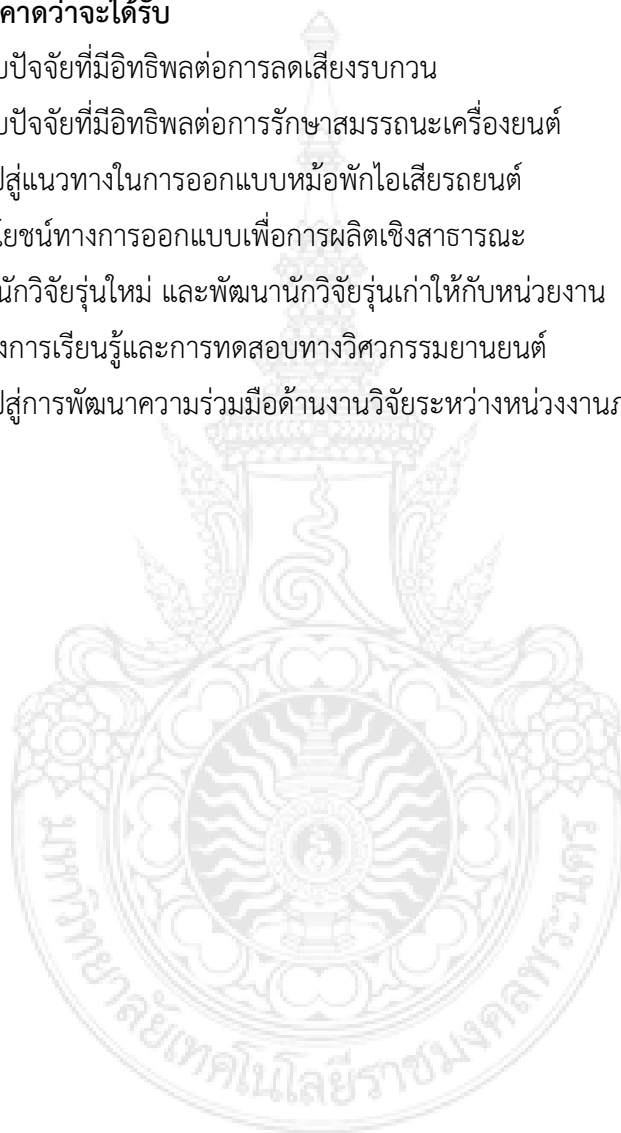
ในขณะที่การศึกษาการแพร่ผ่านของเสียงผ่านการสร้างแบบจำลองที่มีรูพรุนที่มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Antebas A G et al., 2013) โดยคำนึงถึงการผลิตและการย่อยสลายการไหลของอนุภาคเข้ามาภายในวัสดุดูดซับ ถูกนำไปใช้สมการคลื่นสำหรับการแพร่ผ่านที่มีคุณสมบัติตัวแปร (ห้องด้านนอกด้วยวัสดุดูดซับ) และขนาดกลางที่เป็นเนื้อเดียวกัน (ตอนกลาง) สำหรับกรณีของ (Dissipative muffler) ลักษณะสมบัติของวัสดุดูดซับจะดำเนินการโดยวิธีการที่ซับซ้อนเทียบเท่าความหนาแน่นและความเร็วของเสียง เพื่อรองรับความแปรผันเชิงพื้นที่จากคุณสมบัติเหล่านี้ ฟังก์ชันการประสานขึ้นอยู่กับความหนาแน่นการบรรจุของวัสดุดูดซับ ระหว่างห้องด้านนอกและทางเดินกลาง ซึ่งอาศัยความต้านทานของอะคูสติกของท่อกลางพรุนที่เกี่ยวข้องกับความดันอะคูสติกที่กระโดดผ่านและความเร็วปกติผ่านช่องปรุที่มีความต้านทานของอะคูสติก ผ่านท่อเจาะกลางรวมถึงอิทธิพลของวัสดุดูดซับ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของความต้านทานจะถูกนำมาศึกษารายละเอียดเพื่อประเมินอิทธิพลของคุณสมบัติที่แตกต่างและรูปร่างท่อเจาะรวมถึงความพรุนที่เชื่อมโยงต่อประสิทธิภาพการลดทอนเสียงของท่อพักไอเสีย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาหม้อพักไอเสียของรถบรรทุกขนาดเล็กขนาดไม่ต่ำกว่าตัน 1
- 1.5.2 ออกแบบหม้อพักไอเสียที่มีลักษณะโดดเด่นทางกายภาพเพื่อการทดสอบไม่ต่ำ 3 รูปแบบ
- 1.5.3 การทดสอบในสภาวะการเคลื่อนที่อ้างอิงตามประกาศกรมการขนส่งทางบก, (2527)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดเสียงรบกวน
- 1.6.2 ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรักษาสมรรถนะเครื่องยนต์
- 1.6.3 นำไปสู่แนวทางในการออกแบบหม้อพักไอเสียรถยนต์
- 1.6.4 ประโยชน์ทางการออกแบบเพื่อการผลิตเชิงสาธารณะ
- 1.6.5 ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ และพัฒนานักวิจัยรุ่นเก่าให้กับหน่วยงาน
- 1.6.6 แหล่งการเรียนรู้และการทดสอบทางวิศวกรรมยานยนต์
- 1.6.7 นำไปสู่การพัฒนาความร่วมมือด้านงานวิจัยระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การไหลในท่อ

เมื่อมีของไหลที่บีบอัดไม่ได้ไหลอยู่ภายในท่อ ซึ่งมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดแต่ละบริเวณเปลี่ยนแปลงไป อัตราเร็วของการไหล ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือแต่ละส่วนของของไหลจะต้องมีความเร่ง หรือความหน่วง แล้วแต่กรณี ของไหลที่อยู่รอบ ๆ ออกแรงกระทำให้เกิดความเร่งนี้ นั่นหมายความว่า ความดันจะต้องมีค่าต่างกันที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน เพราะถ้าความดันเท่ากันหมดทุกที่ แรงสุทธิที่กระทำกับทุก ๆ ส่วนของของไหลจะเป็นศูนย์ ทำให้ไม่เกิดความเร่ง หรืออัตราเร็วจะคงที่ที่ทุกจุดซึ่งขัดแย้งกับข้างต้น เมื่อของไหลส่วนหนึ่งมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น คือไหลเร็วขึ้น จะมีการเคลื่อนที่มาจากบริเวณที่มีความดันมากกว่า มายังบริเวณที่มีความดันน้อยกว่า เพื่อที่จะทำให้มีแรงสุทธิขนาดหนึ่งในการเร่ง สรุปได้ว่าเมื่อพื้นที่หน้าตัดของ (Flow tube) มีการเปลี่ยนแปลง ความดันจะต้องมีค่าเปลี่ยนไปด้วยถึงแม้ว่าทั้งสองบริเวณจะอยู่ที่ระดับสูงเดียวกัน ถ้าทั้งสองบริเวณมีระดับความสูงที่ต่างกันก็จะยิ่งช่วยเพิ่มความแตกต่างระหว่างความดันที่สองบริเวณในการคำนวณจะต้องการสูญเสียความดันหลักจะคำนึงถึงลักษณะของการไหลด้วย

2.2 การสั่นสะเทือนเชิงกล

การสั่นสะเทือนเชิงกลการเคลื่อนที่แบบกลับไปมาของชิ้นส่วนในเครื่องจักรกลใดๆ แลกการเคลื่อนที่นั้น มีลักษณะเป็นคาบในช่วงเวลาที่แน่นอนช่วงเวลาหนึ่ง โดยทั่วไปจะแบ่งการสั่นสะเทือนเชิงกลออกเป็น 2 กรณี คือ การสั่นสะเทือนแบบเสรี (Free vibration) และสั่นสะเทือนแบบบังคับ (Forced vibration) การสั่นสะเทือนแบบบังคับจะเกิดขึ้นในขณะที่ระบบเคลื่อนที่กลับไปมาโดยมีแรงภายนอกมากระทำกับระบบแล้วทำให้ระบบเกิดการเคลื่อนที่แบบกลับไปมา ตามลักษณะของแรงที่กระทำนั้น

2.3 เสียง

เสียงเป็นคลื่นกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุสั่นสะเทือน ก็จะทำให้เกิดการอัดตัว และขยายตัวของคลื่นเสียง และถูกส่งผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ ไปยังหู แต่เสียงสามารถเดินทางผ่านสสารในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็งก็ได้ แต่ไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้

2.3.1 ความดันของเสียง (Sound pressure)

เสียงคือแรงที่เกิดจากคลื่นเสียงกระทำบนพื้นที่รับเสียงหนึ่งหน่วย โดยหน่วยความดันเสียง SI Unit คือ N/m^2 เมื่อความดันของเสียงเพิ่มขึ้น จะทำให้เสียงที่มนุษย์ได้ยินมากขึ้นแต่เนื่องจากความดันเสียงของมนุษย์ได้ยินอยู่นั้น อยู่ในช่วง 20 μPa ถึง 200 μPa ที่ความถี่ 1000 Hz ซึ่งมีช่วงที่กว้างมาก ดังนั้นจึงมีการใช้ค่า ระดับความดันของเสียง (Sound Pressure Level : SPL) มาใช้ในการวัดความดังของเสียง โดยระดับความดันของเสียงเป็นอัตราส่วนใน Logarithmic Scale ของความดันเสียง (Sound pressure) ใดๆ กับค่าความดันเสียงอ้างอิง (Reference sound pressure) ค่าอัตราส่วนใน Logarithmic scale นี้แสดงให้เห็นถึงความดังของเสียงหรือระดับเสียง (Sound level) Desibels (dB) เป็นหน่วยที่ไม่มีหน่วย (Dimensionless Unit) ที่ใช้ในการวัดค่าของความดังของเสียง หรือระดับความดังของเสียง (Sound Pressure Unit : SPL หรือ L_p) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ (พิชัย ปมาณิกบุตร, 2552)

$$SPL \text{ or } L_p = 10 \log \left(\frac{P^2}{P_0} \right) \quad (2.1)$$

หรือ

$$SPL \text{ or } L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (2.2)$$

โดย SPL หรือ

L_p = ระดับความดังของเสียง Sound Level (dB)

P = ค่าความดันเสียง (Pa)

P_0 = ความดันเสียงอ้างอิง มีค่าเท่ากับ 20 μPa

2.3.2 แหล่งเสียงแบบจุด (บ. เมเซอร์โทนิคส์ จก., 2554)

ถ้าขนาดของแหล่งเสียงรบกวนมีขนาดเล็ก เทียบกับระยะทางจากแหล่งเสียง กับผู้ฟังเสียง จะเรียกแหล่งเสียงประเภทนี้ว่า แหล่งเสียงแบบจุด (Point source) ตัวอย่างเช่น พัดลม และ ปล่องไฟ พลังงานเสียงจะกระจายออกเป็นทรงกลม ซึ่งระดับเสียงจะมีค่าเดียวกันในทุกจุดที่มีระยะทางเดียวกันจากแหล่งเสียง และระดับเสียงลดลง 6 dB เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นสองเท่า สำหรับแหล่งเสียงแบบจุด ที่แหล่งอยู่ใกล้กับพื้น และมีระดับกำลังเสียงเป็น LW ระดับความดังเสียง L_p ที่ระยะทาง r เมตร จากแหล่งเสียงสามารถคำนวณได้จากสมการ



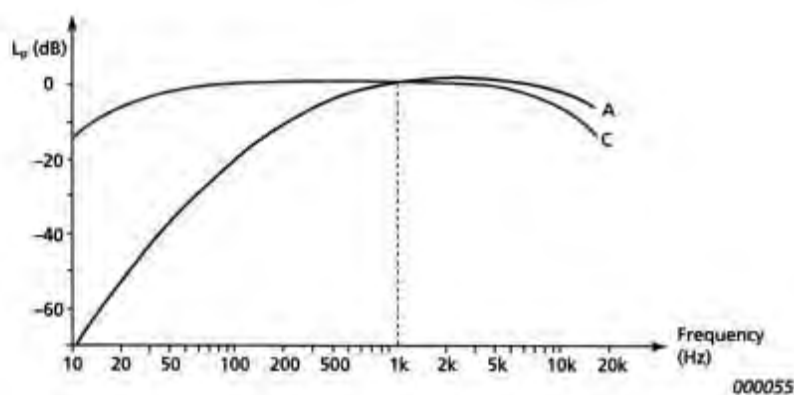
รูปที่ 2.1 แหล่งเสียงแบบจุด

$$L_p = L_w - 20 \log_{10}(r) - 8 \text{dB} \quad (2.3)$$

ซึ่งความดันเสียงอ้างอิง (Reference sound pressure) ค่าความดันเสียงต่ำสุดที่หูมนุษย์วัยหนุ่มสาวจะเริ่มได้ยินเสียง หรือที่เรียกว่าธรณีประตูของการได้ยินเสียง (Threshold of hearing) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $20 \mu\text{Pa}$ (หรือเท่ากับ 2×10^{-5}) ที่ความถี่ 1,000 Hz

2.3.3 การถ่วงน้ำหนักความถี่ (บ. เมเซอร์โทนิคส์ จก., 2554)

ธรรมชาติการได้ยินเสียงของเราจะไม่ไวต่อความถี่ต่ำมากๆ และความถี่สูงมากๆ ดังนั้นเพื่อให้การวัดเสียงโดยโดยเครื่องมือวัดสามารถวัดได้สอดคล้อง และเป็นตัวแทนของการได้ยินของมนุษย์จึงต้องพิจารณาตัวถ่วงน้ำหนัก (Weighting filters) ร่วมในการวัดเสียง การถ่วงน้ำหนักความถี่ ที่ใช้เป็นตัวแทนใกล้เคียงกับการตอบสนองของหูมนุษย์ที่สุด ก็คือการถ่วงน้ำหนักแบบ A "A-weighting" โดยผลการวัดออกมาในหน่วยของ dBA



รูปที่ 2.2 เส้นโค้งการถ่วงน้ำหนักความถี่

การแปลง ระดับความดังของเสียง dB ให้เป็น dBA ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$W_A = 10\text{Log} \left[\frac{1.562339f^4}{(f^2 + 107.65265^2)(f^2 + 737.86223^2)} \right] + 10\text{Log} \left[\frac{2.242881 \times 10^{16} f^4}{(f^2 + 20.598997^2)(f^2 + 12,194.22^2)^2} \right]$$

(2.4)

โดย W_A = น้ำหนักที่จะนำมาใช้ (dB)
 f = ความถี่ (Hz)

หมายเหตุ นำน้ำหนัก W_A ที่ได้จากการคำนวณ มาบวกกับค่าความดังของเสียงที่เป็น dB จะได้ค่าความดังของเสียงที่เป็น dBA

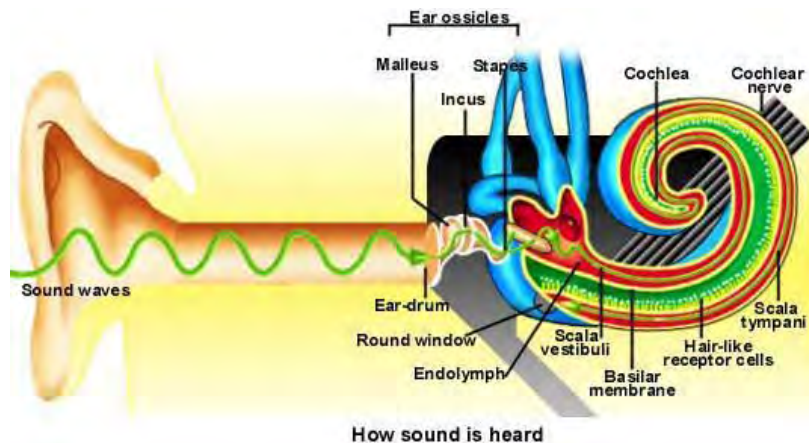
2.3.4 การได้ยินเสียง (Perception of sound)

เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ดังนั้นถ้าวัตถุสั่นด้วยพลังงานมาก แอมพลิจูดของการสั่นก็จะมาก ถ้าพลังงานที่ใช้ในการสั่นมีค่าน้อย แอมพลิจูดของการสั่นก็จะน้อย การสั่นของแหล่งกำเนิดจะถ่ายโอนพลังงานของการสั่นผ่านตัวกลางมายังผู้ฟัง

ในการได้ยินเสียงครั้งหนึ่งๆ จะมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ ต้นกำเนิดเสียงตัวกลางและประสาทรับเสียงของผู้ฟัง ในการได้ยินเสียงครั้งหนึ่งๆ ความรู้สึกในการได้ยินเสียงของมนุษย์โดยทั่วไปแยกออกเป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

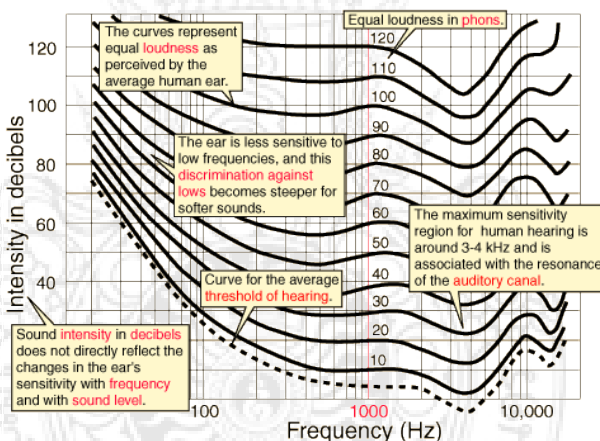
1. ความรู้สึกดัง - ค่อยของเสียง ขึ้นอยู่กับ แอมพลิจูดและความเข้มเสียง
2. ความรู้สึกทึบ - แหวมของเสียง ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง
3. ความไพเราะของเสียง ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียง

เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ผ่านอากาศมาถึงหูเรากลั่นเสียงทำให้ลำอากาศในหูสั่นก็ จะทำให้เยื่อแก้วหู (ซึ่งมีความไวมาก) สั่น การสั่นเพียงเล็กน้อยของเยื่อแก้วหูก็ส่งผลต่อไปยังประสาทรับรู้ในการได้ยินของคนเรา ซึ่งแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหู และการได้ยินของมนุษย์ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของหู

ขอบเขตความสามารถได้ยินเสียงของมนุษย์ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มเสียง (0-120 db)



รูปที่ 2.4 ช่วงความถี่และระดับความเข้มเสียงที่หูคนปกติสามารถรับรู้ได้

2.3.5 เสียงรบกวน

โดยทั่วไปแล้วเสียงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมและชุมชนมักมีผลกระทบรบกวนกิจกรรมในชีวิตประจำวันทั้งในโรงเรียน ที่ทำงาน และที่บ้าน หรือแม้กระทั่งในเวลาพักผ่อน เสียงที่ดังเกินไปจะก่อให้เกิดความเครียดขัดจังหวะการสนทนาและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตที่ดีด้วยเสียงเหล่านี้จึงถือได้ว่าเป็นเสียงรบกวนที่ไม่พึงประสงค์ เสียงรบกวนจึงนับได้ว่าเป็นมลภาวะประเภทหนึ่งและเป็นอันตรายต่อสุขภาพรวมถึงการได้ยินด้วย ซึ่งแท้ที่จริงแล้วถือได้ว่าเป็นมลภาวะทางเสียงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมและมีผลต่อการรับฟังทางประสาทของเราได้มากที่สุด

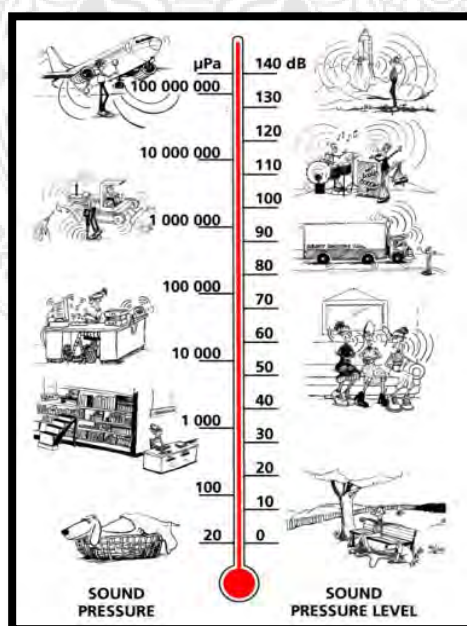
ระดับเสียงพื้นฐาน (Background noise level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมเดิมขณะไม่มีเสียงรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียง (L90)

ระดับเสียงขณะมีการรบกวน (Specific noise level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดหรือคำนวณจากแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน

ระดับเสียงรบกวน หมายถึง ระดับความต่างเสียงขณะมีการรบกวน กับระดับเสียงพื้นฐาน เสียงกระแทก หมายถึง เสียงที่มีระดับสูง ซึ่งเกิดขึ้นทันทีทันใด และสิ้นสุดภายในเวลาน้อยกว่า 1s ย่านความดันเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินจะอยู่ในช่วงระหว่าง $20\mu\text{Pa}$ ถึง 100 Pa ซึ่งน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับความดันสถิตหรือความดันบรรยากาศที่ 10^5 Pa

ที่ความดันเสียง $20\mu\text{Pa}$ คือ ระดับต่ำสุดของการได้ยิน (Threshold of hearing) ซึ่งค่านี้ได้จากค่าเฉลี่ยของความสามารถของการได้ยินของมนุษย์ และที่ความดันเสียงประมาณ 100 Pa เป็นเสียงที่ดังมากที่ทำให้เกิดความเจ็บปวด จึงเรียกว่า ระดับของความเจ็บปวด (Threshold of pain)

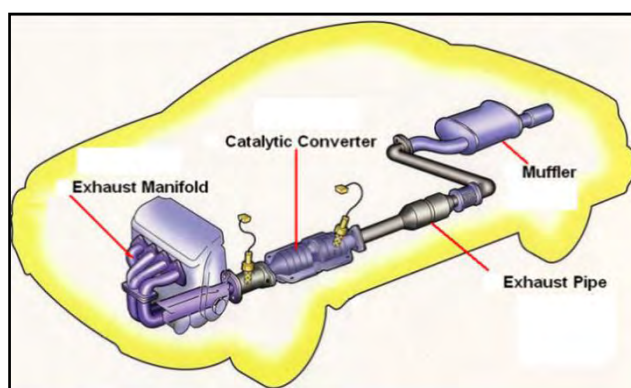
จากอัตราส่วนค่าความดันเสียงทั้ง 2 ระดับมีค่ามากกว่าล้านเท่า การนำสเกลความดันเสียงในลักษณะเชิงเส้นไปใช้ในการวัดความดันเสียง จึงเป็นสเกลที่กว้างมากและไม่สะดวกในการใช้ และจากการที่หูตอบสนองความดันเสียงในเชิงลอการิทึม (Logarithmic) มากกว่าที่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นจึงเหมาะสมกว่าที่จะแสดงค่าตัวแปรทางเสียง ในลักษณะอัตราส่วนลอการิทึมของค่าที่ถูกอ้างอิง อัตราส่วน ลอการิทึมมีหน่วยเป็น เดซิเบล (decibel, dB) ประโยชน์ของการใช้ค่า dB จะเห็นชัดเจนขึ้นใน รูปที่ 2.4 ซึ่งสเกลเชิงเส้นที่มีสเกลกว้างมากได้ถูกแปรเป็นสเกลที่เริ่มจาก 0 dB (ที่ระดับต่ำสุดของการได้ยิน $20\mu\text{Pa}$) ถึง 130 dB (ที่ระดับของสภาวะความเจ็บปวด 100 Pa)



รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบระหว่างความดันของเสียงและระดับเสียง

2.4 ส่วนประกอบของระบบท่อไอเสียรถยนต์

ท่อไอเสียรถยนต์มีหน้าที่หลัก คือใช้สำหรับระบายไอเสียออกจากเครื่องยนต์ไว้สำหรับลดเสียงระเบิดในเครื่องยนต์ให้น้อยลง และไว้เพื่อกรองมลพิษให้ออกมาสู่อากาศให้น้อยลง



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของระบบท่อไอเสียรถยนต์

2.4.1 ท่อร่วมไอเสีย

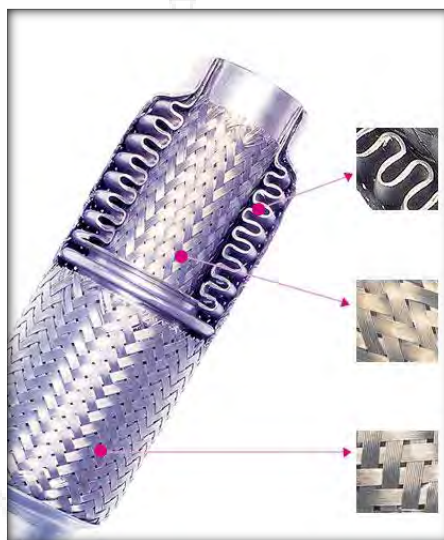
การระบายไอเสียออกจากเครื่องยนต์จะใช้การขยายตัวของก๊าซแรงดันสูง และความร้อนเคลื่อนตัวหาอากาศภายนอกที่เย็น และมีแรงดันต่ำกว่า ร่วมกับการเคลื่อนตัวขึ้นของลูกสูบผ่านวาล์วไอเสีย และพอร์ตไอเสียบนฝาสูบออกนอกเครื่องยนต์ โดยระบบระบายไอเสียภายนอกเครื่องยนต์ที่ต่ออยู่กับฝาสูบยาวต่อเนื่องไปถึงปลายท่อด้านท้ายนี้เอง ที่เกี่ยวข้องกับท่อร่วมไอเสีย และได้รับความสนใจในการเพิ่มกำลังเครื่องยนต์เพราะสะดวกไม่ต้องยุ่งกับชิ้นส่วนอื่นของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.7 ท่อร่วมไอเสีย

2.4.2 ท่ออ่อน

เป็นท่อพิเศษที่สามารถขยับตัวได้เล็กน้อย ติดตั้งในช่วงท่อเดี่ยวหลังท่อรวมไอเสียใกล้กับเครื่องยนต์ ทำหน้าที่ให้ท่อไอเสียสามารถขยับตัวได้เกือบอิสระจากการขยับตัวของเครื่องยนต์ (โดยเฉพาะแบบขับเคลื่อนล้อหน้า) ป้องกันการแตกร้าวของท่อไอเสีย ป้องกันนอตต่างๆ คลายหรือถอน



รูปที่ 2.8 ท่ออ่อน

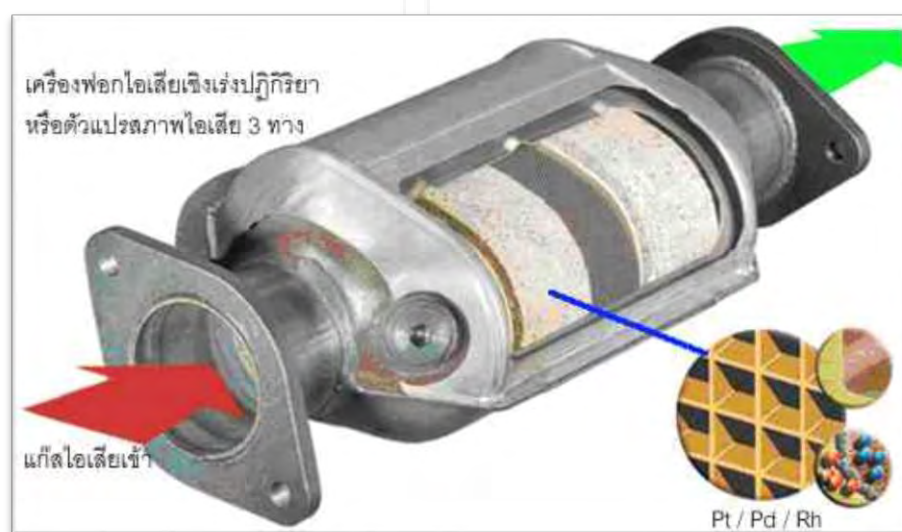
2.4.3 เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาทางเคมีที่นำมาใช้กับเครื่องฟอกไอเสียปกติสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติ แต่อัตราการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาตินั้นช้ามากหากต้องการให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น จำเป็นที่จะต้องใช้สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ซึ่งสารเร่งปฏิกิริยาจะใช้สารจำพวกโลหะ ในกลุ่ม โลหะมีตระกูล (Noble metals) ซึ่งเป็นสารโลหะที่มีค่าเฉลี่ยในการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น แพลทินัม แพลเลเดียม โรเดียม สารโลหะสามตัวนี้เป็นสารหลักในการใช้เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา สารแต่ละตัวมีเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแตกต่างกัน โรเดียม ใช้สำหรับเร่งปฏิกิริยารีดักชัน ของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ส่วนแพลทินัมกับแพลเลเดียม ใช้สำหรับเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

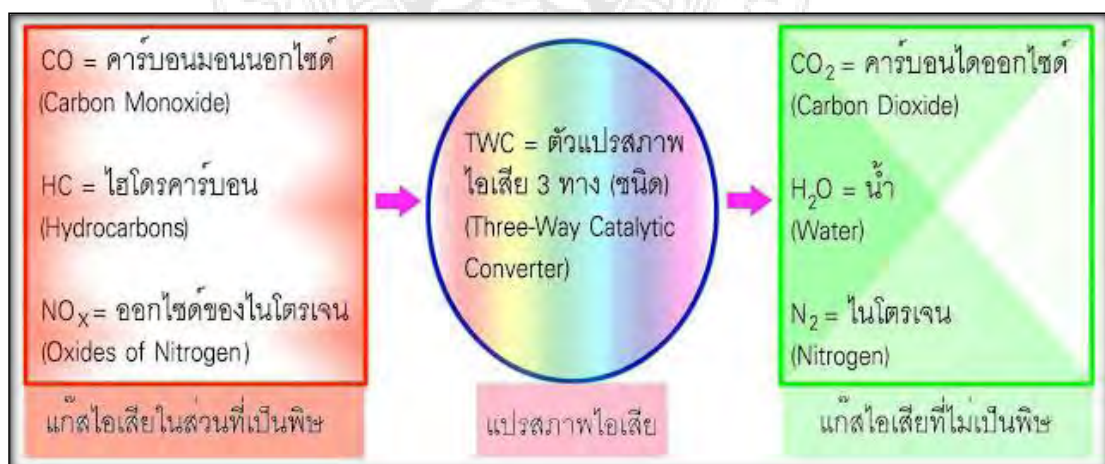
การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในเครื่องฟอกไอเสียฯ แบบ 3 ทาง มีสองหลักการสำคัญคือ รีดักชันและออกซิเดชัน ซึ่งแต่ละปฏิกิริยาต้องใช้สารโลหะต่างชนิดกัน จึงจำเป็นต้องแบ่งพื้นที่การเกิดออกจากกัน และต้องจัดกระบวนการเกิดให้สอดคล้องกันตามขั้นตอน

1. Oxidation catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน) เพื่อลดแก๊สพิษ HC และ CO
2. Reduction catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยารีดักชัน) เพื่อลดแก๊สพิษ NOX
3. Three-way catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ทาง) เพื่อลดแก๊สพิษ HC, CO และ NOX

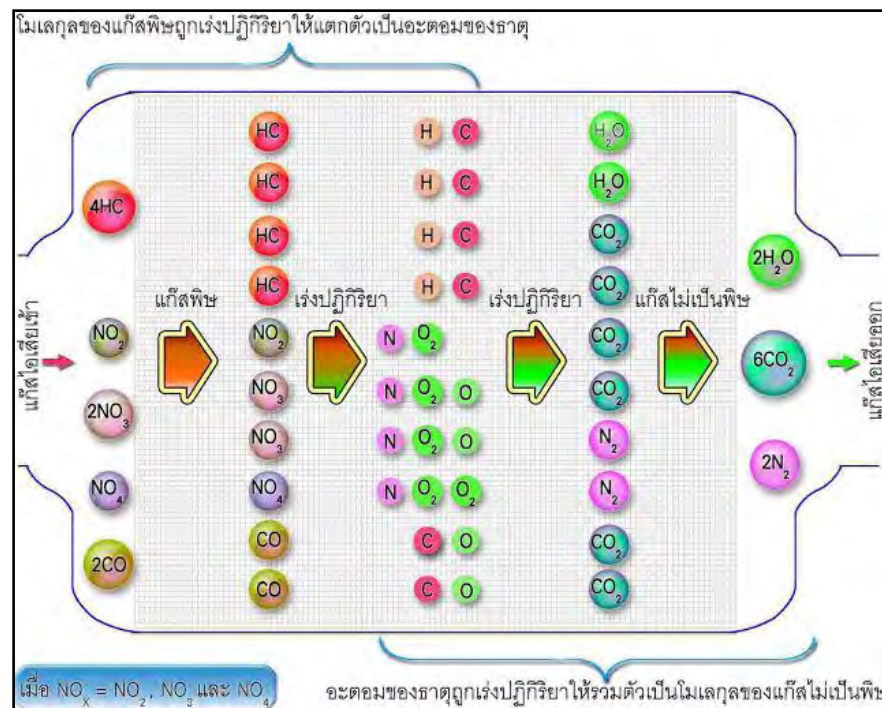
ปัจจุบันเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นชนิด Three-Way catalyst หรือ 3 WC หรือTWC คือเป็นเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา 3 ทาง (Three-way catalytic converter)



รูปที่ 2.9 เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา 3 ทาง สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในปัจจุบัน



รูปที่ 2.10 ไอเสียก่อนเข้า CAT มีแก๊สพิษ 3 ชนิด และออกจาก CAT ถูกแปรสภาพให้ไม่เป็นพิษ



รูปที่ 2.11 การแปรสภาพไอเสียด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนอะตอมของแก๊ส 3 ชนิด

เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา 3 ทาง ติดตั้งอยู่ระหว่างท่อร่วมไอเสียและหม้อพักไอเสีย ถูกทำมาจากเซรามิก (Ceramic) รูปร่างคล้ายกับรังผึ้ง (Honeycomb) เคลือบเป็นชั้นบางๆ ด้วยสาร PGM (Platinum Group Metal) เช่นทองคำขาวหรือ Pt (Platinum) แพลเลเดียมหรือ Pd (Palladium) และโรเดียมหรือ Rh (Rhodium) ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือผสมกัน 2 ชนิด เช่น Pt กับ Rh เมื่อแก๊สไอเสียมีอุณหภูมิสูง 300°C ถึง 400°C ธาตุที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ให้เกิดปฏิกิริยาแตกตัวของอนุมูลเดิมของไอเสีย จึงเกิดการรวมตัวใหม่เป็นแก๊สที่ไม่มีพิษ ดังแสดงในรูป (จากการทำงานดังกล่าวจึงไม่ควรเรียก TWC ว่าตัวกรองไอเสีย ซึ่งผิดหลักการเพราะไม่ได้กรองไอเสีย แต่เป็นการเร่งให้มีการจัดเรียงโมเลกุลใหม่)

2.4.4 หม้อพักไอเสียกลางและหม้อพักไอเสียปลาย

หม้อพักไอเสียกลางและปลายมีหลักการทำงานอยู่ 3 แบบคือ แบบดูดซับเสียง (Absorption) แบบจำกัดเสียง (Restriction) และแบบสะท้อนเสียง (Reflection) แต่ไม่ได้มีหม้อพักไอเสียทุกแบบจะมีคุณสมบัติทั้งหมด



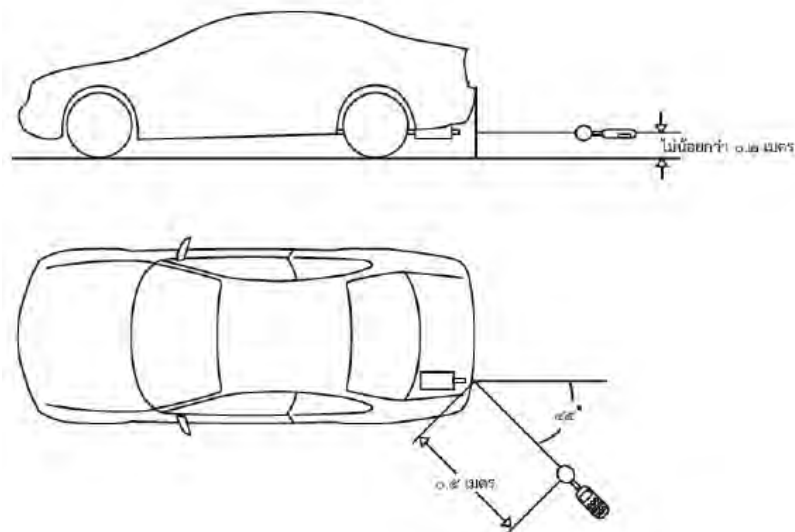
รูปที่ 2.12 หม้อพักไอเสียปลาย

2.5 ขั้นตอนการตรวจวัดระดับเสียง

2.5.1 ทำการวัดระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมในขณะนั้นก่อนระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมที่วัดได้ ต้องไม่เกิน 100 เดซิเบล

2.5.2 ให้จอดรถยนต์ในตำแหน่งเกียร์ว่าง และเดินเครื่องจนกระทั่งถึงอุณหภูมิใช้งานปกติหรือไม่ต่ำกว่า 5 นาที

2.5.3 กรณีที่ปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมขอบสุดของตัวถังรถยนต์ ให้ตั้งไมโครโฟนอยู่ห่างจากริมขอบสุดของตัวถังรถยนต์ด้านปลายทางออกของท่อไอเสียรถยนต์เป็นระยะทาง 0.5 เมตร โดยให้แกนของไมโครโฟนขนานกับพื้นทำมุม 45 องศากับปลายท่อไอเสีย ดังรูป 2.13



รูปที่ 2.13 ตำแหน่งการตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียง

2.5.4 เร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับสามในสี่ของความเร็วยรอบสูงสุดจนกระทั่งเครื่องยนต์ทำงานด้วยความเร็วรอบคงที่แล้วปล่อยให้เครื่องยนต์กลับไปมีความเร็วรอบเดินเบาโดยอ่านค่าความเร็วยรอบจากเครื่องวัดความเร็วยรอบเครื่องยนต์

2.5.5 ให้ตรวจวัดระดับเสียง 2 ครั้ง และให้ถือเอาค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นระดับเสียงของเครื่องยนต์

2.5.6 ถ้าค่าระดับเสียงจากการตรวจวัด 2 ครั้ง แตกต่างกันเกินกว่า 2 เดซิเบลเอให้ตรวจวัดระดับเสียงโดยเริ่มต้นใหม่

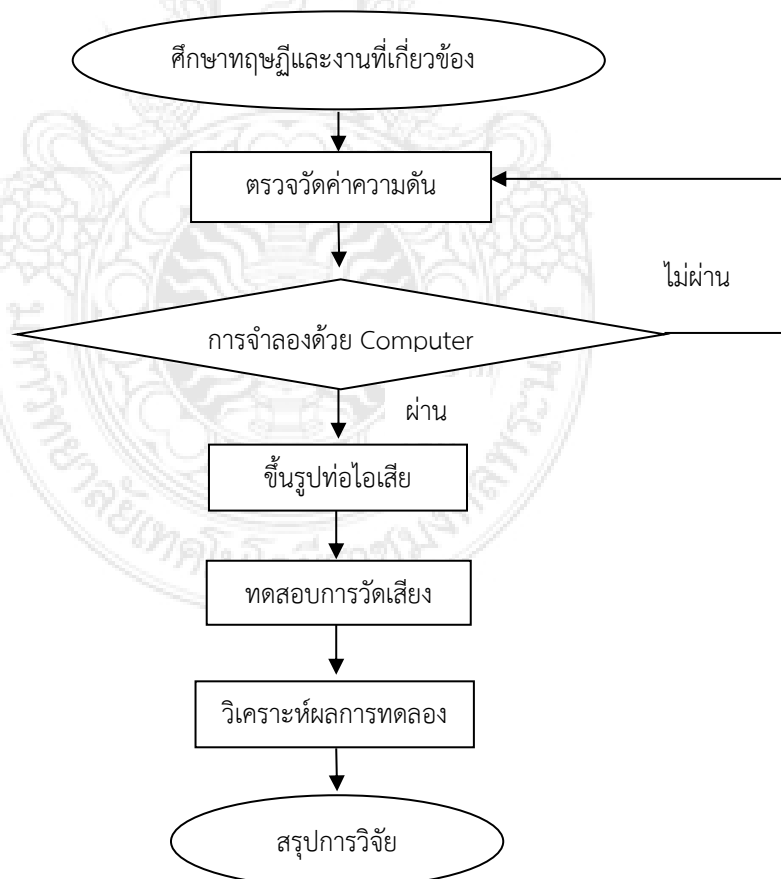


บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงได้มีการศึกษาข้อมูลต่างๆ และทำการวิเคราะห์ชิ้นงานก่อนทำการสร้างและทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

- 1) ตั้งสมมติฐานการดำเนินงาน
- 2) ตรวจสอบวัดค่าความดันและความเร็วไอเสีย
- 3) กำหนดขอบเขตและเงื่อนไขการจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks
- 4) ออกแบบและสร้างชุดทดสอบท่อไอเสีย
- 5) ทดสอบและตรวจวัดระดับเสียงรบกวนของท่อไอเสีย
- 6) วิเคราะห์ผลที่ได้และจัดทำรายงาน

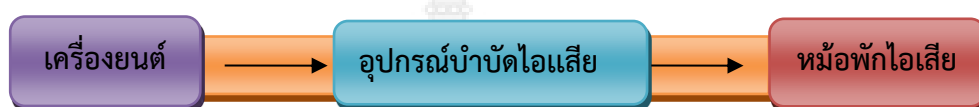
จากขั้นตอนการดำเนินงานที่กล่าวมาข้างต้นสามารถอธิบายเป็นผังการไหลได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 สมมุติฐานการดำเนินงาน

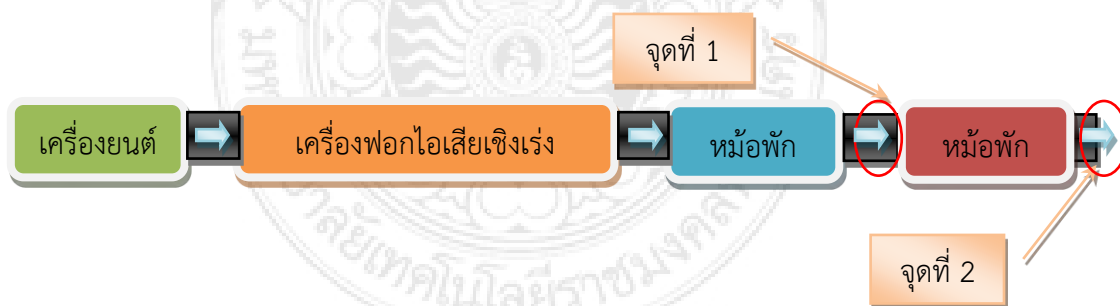
จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบว่า เครื่องยนต์จะระบายไอเสียผ่านอุปกรณ์บำบัดไอเสีย เป็นซึ่งมีหน้าที่ลดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และส่งไอเสียไปยังหม้อพักไอเสียที่ทำหน้าที่ลดเสียงรบกวน ดังนั้นจึงทำการตรวจวัดค่าความดันไอเสียที่หม้อพักไอเสียเพื่อศึกษาและออกแบบหม้อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวน และเพื่อให้การทดลองอยู่ในสภาวะใกล้เคียงการใช้งานจริง จึงทำการตรวจวัดค่าต่างๆจากการทดลองตามระบบระบายไอเสียดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ระบบระบายไอเสีย

3.2 การตรวจวัดความดัน

สำหรับการตรวจวัดค่าความดันเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดค่าสภาวะ และขอบเขตของการจำลองนั้น ได้เลือกทดสอบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1 ซึ่งมีความซับซ้อนทางกายภาพน้อยที่สุด โดยมีสภาวะการทดสอบตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ คือ ความเร็วรอบ 1,000 rpm และ ความเร็วรอบ 4,000 rpm โดยกำหนดจุดที่ทำการตรวจวัดความดันดังรูปที่ 3.3 ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.3 การกำหนดจุดวัดความดัน

เนื่องจากภายในหม้อพักท่อไอเสียมีอุณหภูมิสูง จึงเลือกใช้เครื่องมือวัดความดันแบบ Pitot tube ดังรูปที่ 3.4



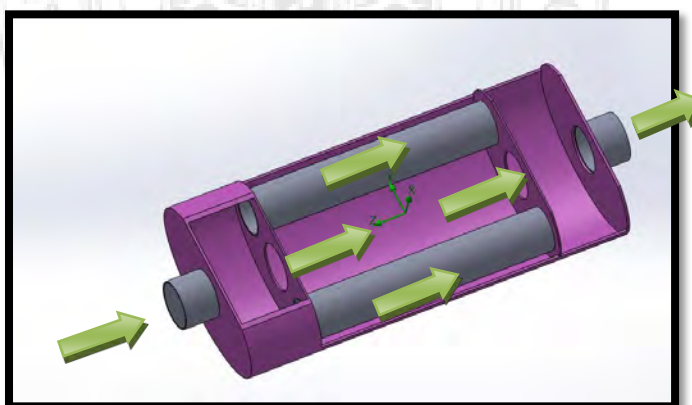
รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดความดัน

3.3 การจำลองท่อพักไอเสียด้วยโปรแกรม SolidWorks

การสร้างแบบจำลองท่อไอเสียด้วยโปรแกรม SolidWorks เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการดำเนินงาน อีกทั้งนำไปสู่การวิเคราะห์อัตราการไหลและความดันภายในท่อของแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ดังรูป 3.5 ถึง 3.7

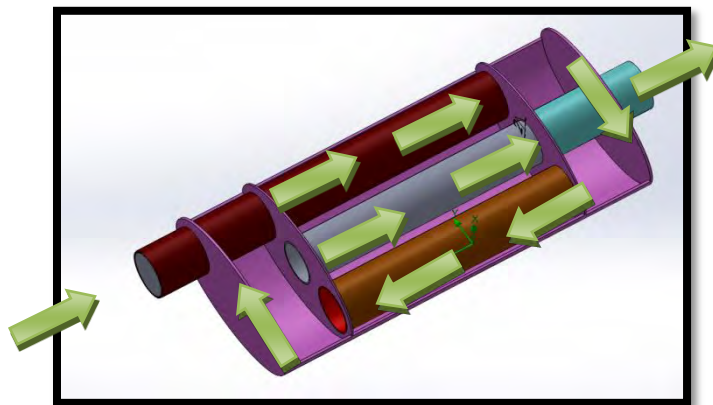
3.3.1 แบบจำลองท่อไอเสีย

ประเภท ท่อไส้ตรง เป็นท่อไอเสียที่ระบายไอเสียได้ดีที่สุดเนื่องจาก เป็นท่อที่ไม่มีความผกผันทางการไหลของไอเสีย ดังรูปที่ 3.5



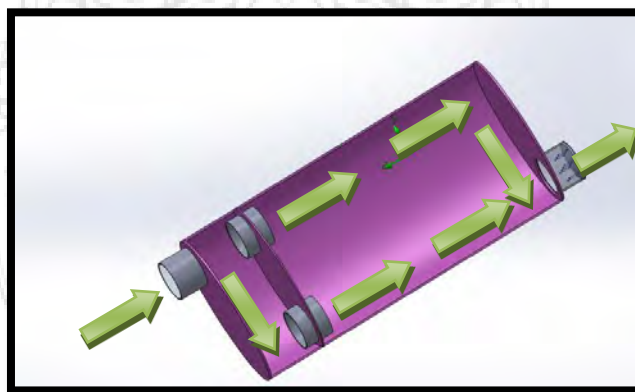
รูปที่ 3.5 หม้อพักไอเสียแบบที่ 1

ประเภท ท่อไส้ยอน เป็นท่อไอเสียที่มีการไหลของไอเสียเป็นระบบ ระเบียบ มีการควบคุมทิศทางการไหลของไอเสีย ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หม้อพักไอเสียแบบที่ 2

ประเภท ท่อไส้เยื้อง เป็นท่อที่ปล่อยให้ไอเสีย ไหลแบบไร้ทิศทาง ทำให้เกิดการไหลแบบ ผกผัน ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 หม้อพักไอเสียแบบที่ 3

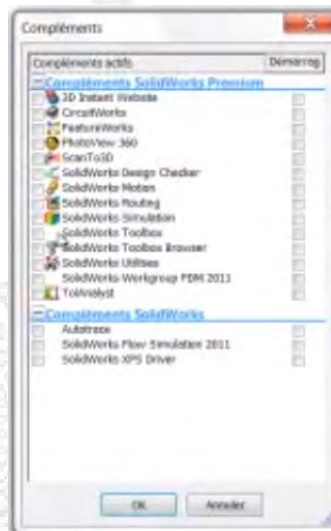
3.3.2 ขั้นตอนการจำลองการไหล ในโปรแกรม SolidWorks (Flow simulation)

3.3.2.1 กำหนดค่าเริ่มต้น

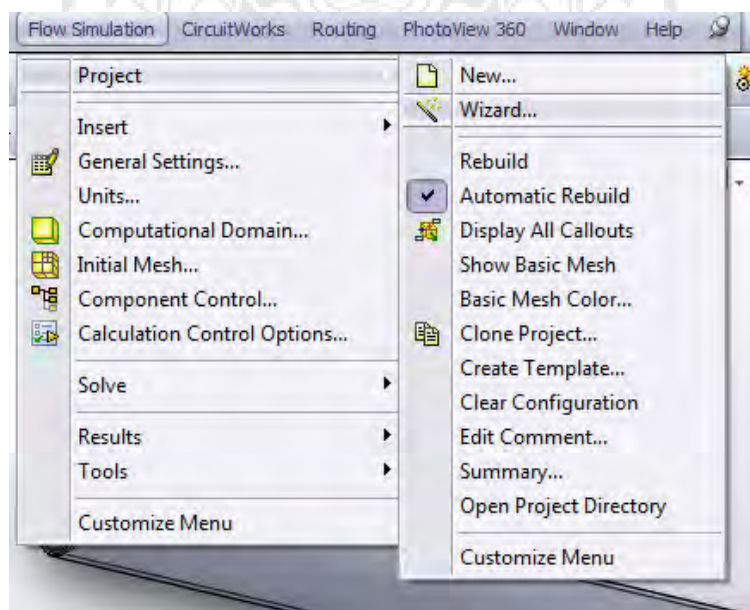
1. คลิกขวาที่ Menu bar>Customize>SolidWorks Flow simulation (ดังรูปที่

3.8)

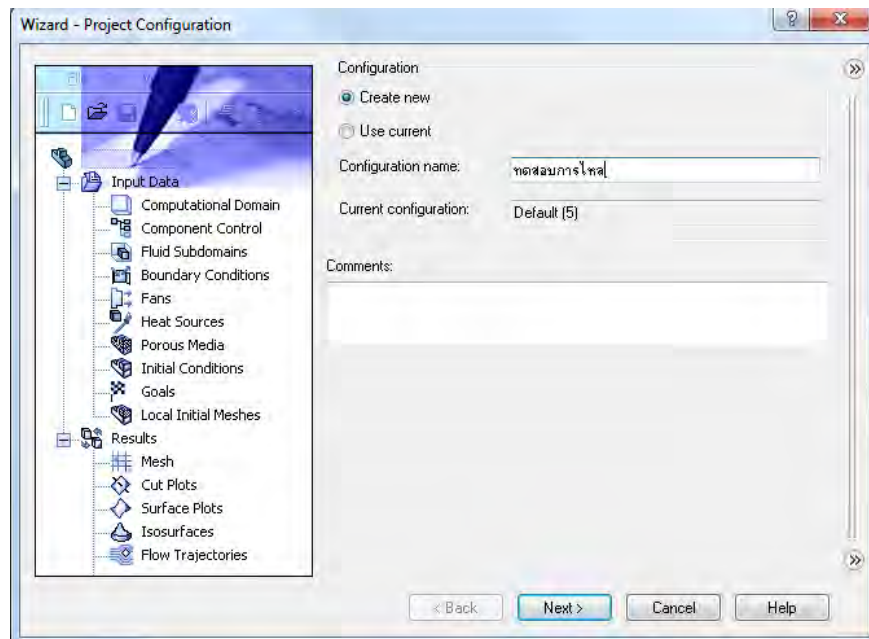
2. คลิกที่ Flow simulation>Project>Wizard (ดังรูปที่3.9)
3. กำหนดชื่อการทดสอบ (ดังรูปที่3.10)
4. กำหนดหน่วยที่ใช้ในการจำลอง (ดังรูปที่3.11)
5. กำหนดรูปแบบการไหล (ดังรูปที่3.12)
 - Internal : การไหลภายในชิ้นงาน
 - External : การไหลภายนอกชิ้นงาน
6. กำหนด ของไหล ในการจำลอง (ดังรูปที่3.13)



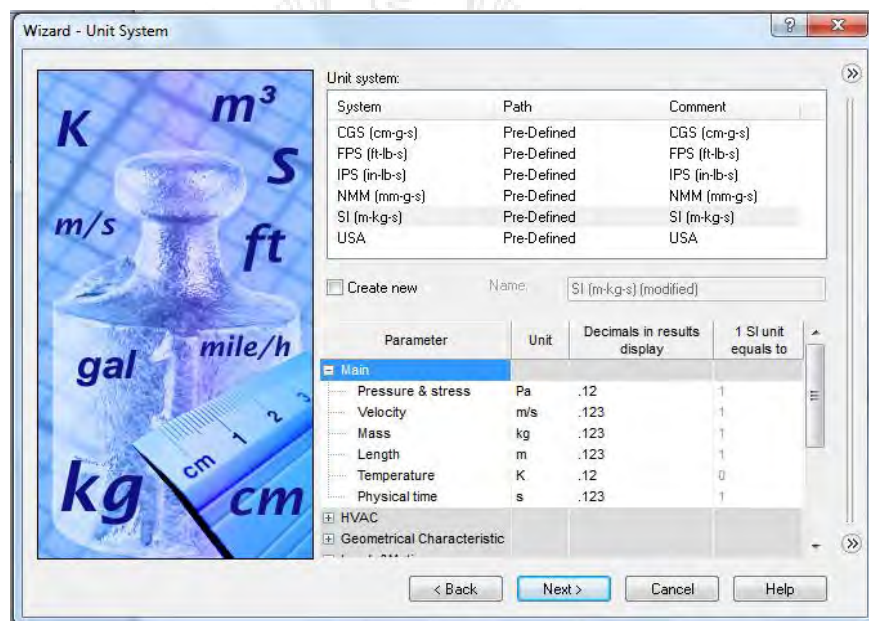
รูปที่ 3.8 การเพิ่มหมวดการจำลอง



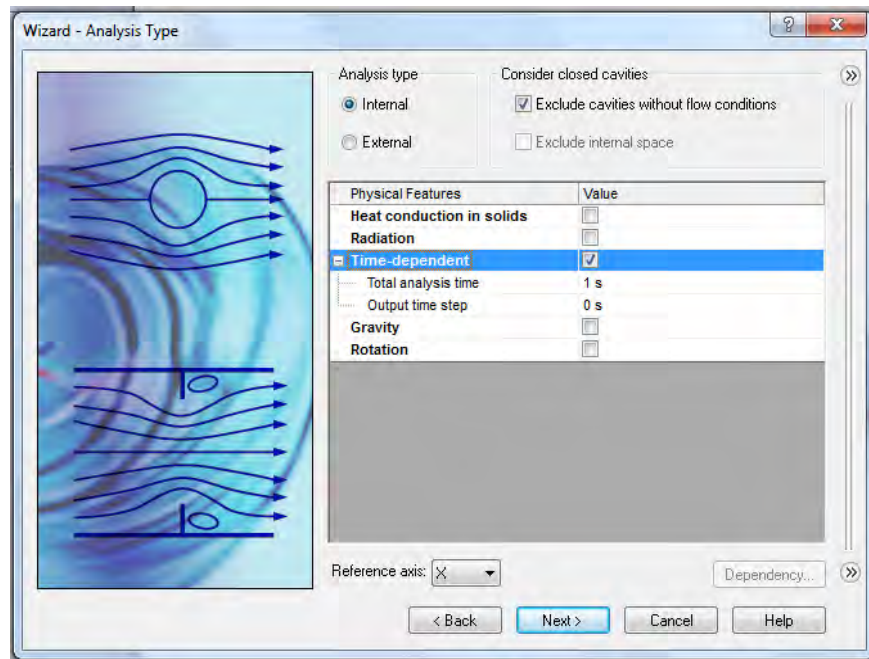
รูปที่ 3.9 การกำหนดค่าเริ่มต้น



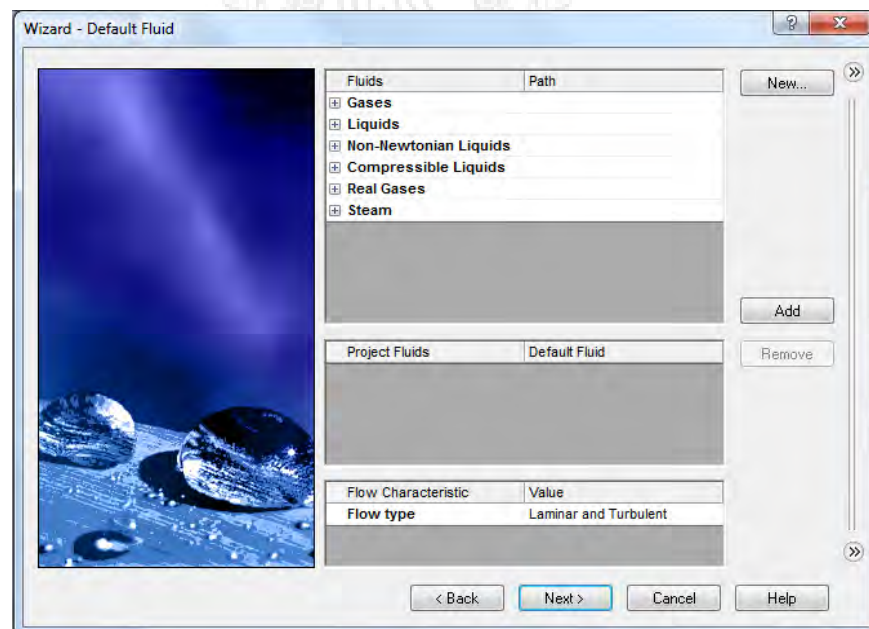
รูปที่ 3.10 การกำหนดชื่อการจำลอง



รูปที่ 3.11 การกำหนดหน่วยในการจำลอง



รูปที่ 3.12 การกำหนดรูปแบบการไหล



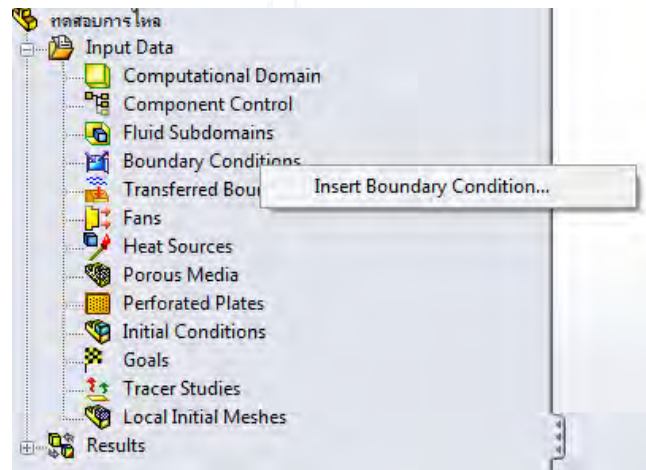
รูปที่ 3.13 การกำหนดชนิดของไหล

3.3.2.2 กำหนดพื้นที่การไหล

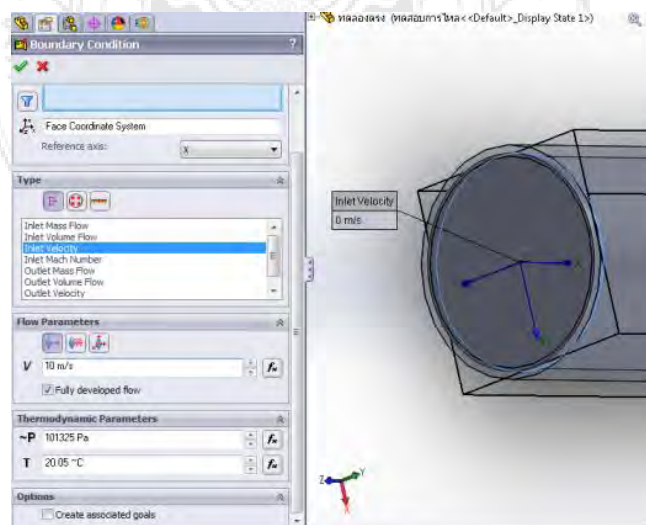
1. คลิกที่ Flow simulation>Tools>Create lids กำหนดทางเข้าออก (ดังรูปที่ 3.14)

2. คลิกขวาที่ Boundary Condition>Insert Boundary Condition กำหนดจุดเริ่มต้นการไหล

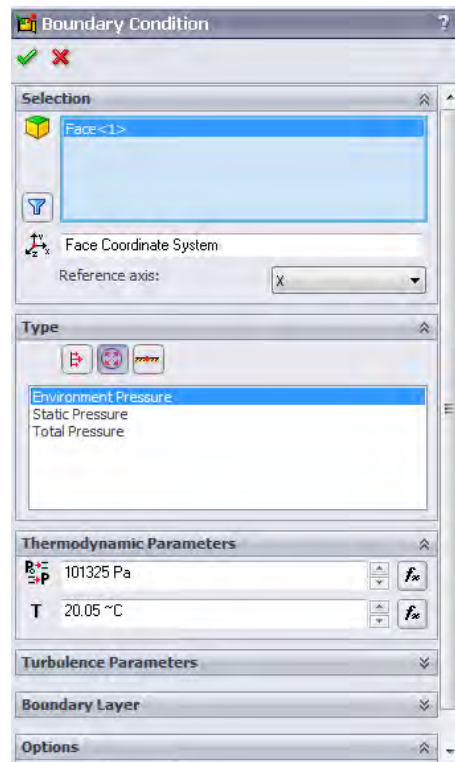
- กำหนด,ความเร็วในการไหล,ความดันของไหล,อุณหภูมิการไหล (ดังรูปที่3.15)
- คลิกขวาที่ Boundary condition>Insert boundary condition อีกครั้งกำหนดทางออก (ดังรูปที่ 3.16)



รูปที่ 3.14 การกำหนดพื้นที่การไหล



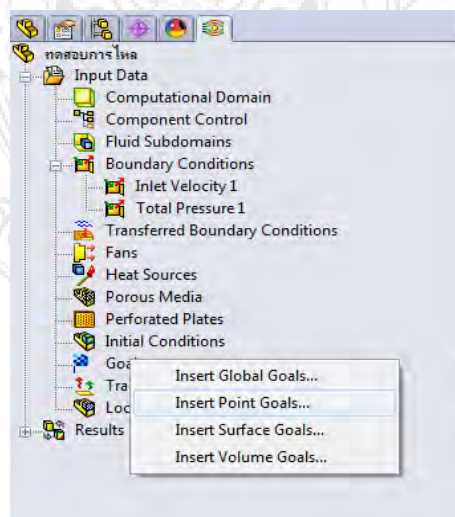
รูปที่ 3.15 การกำหนดจุดเริ่มต้นการไหล



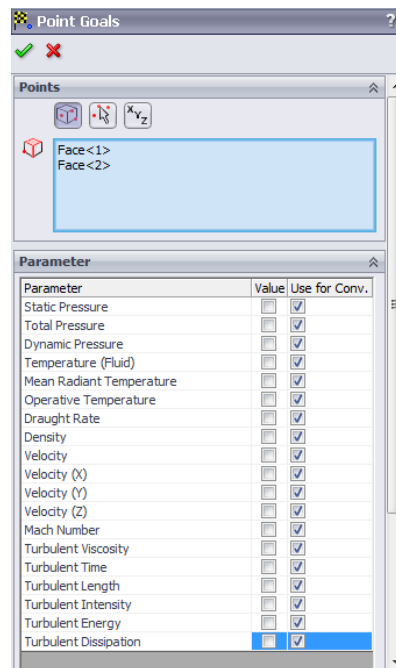
รูปที่ 3.16 การกำหนดทางออกของไหล

3.3.1.3 กำหนดจุดที่ต้องการวัดค่าความดัน

1. คลิกขวาที่ Goals>Insert Point Goals (ดังรูปที่3.17)
2. เลือกหัวข้อการวัด (ดังรูปที่3.18)



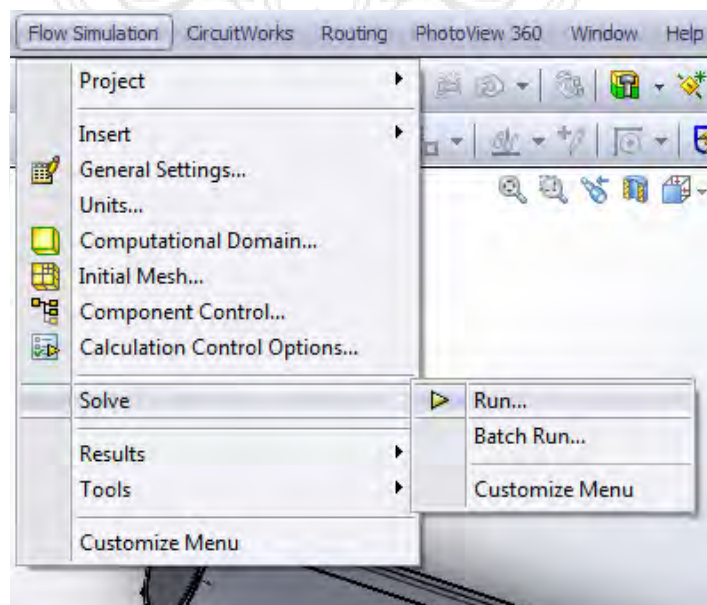
รูปที่ 3.17 การกำหนดจุดวัด



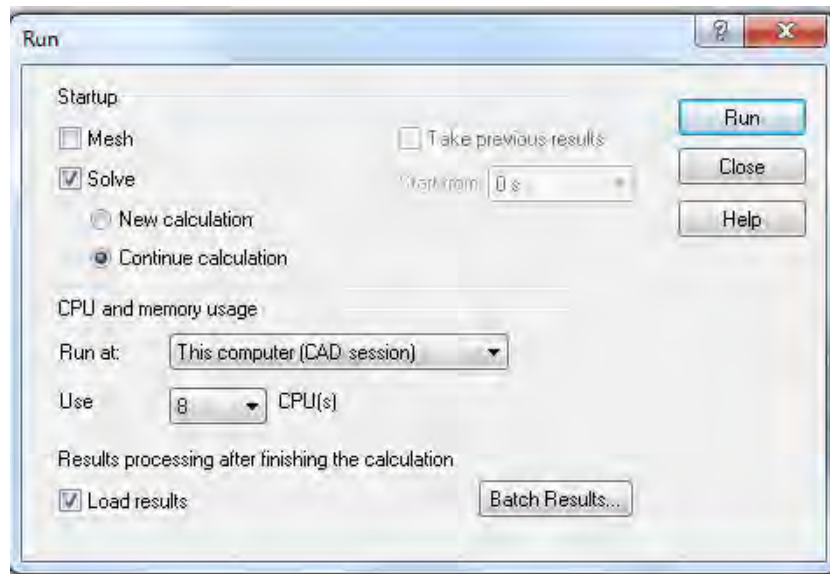
รูปที่ 3.18 การเลือกหัวข้อการวัด

3.3.1.4 เริ่มการจำลอง

1. คลิกที่ Flow simulation>Solve>Run (ดังรูปที่3.19)



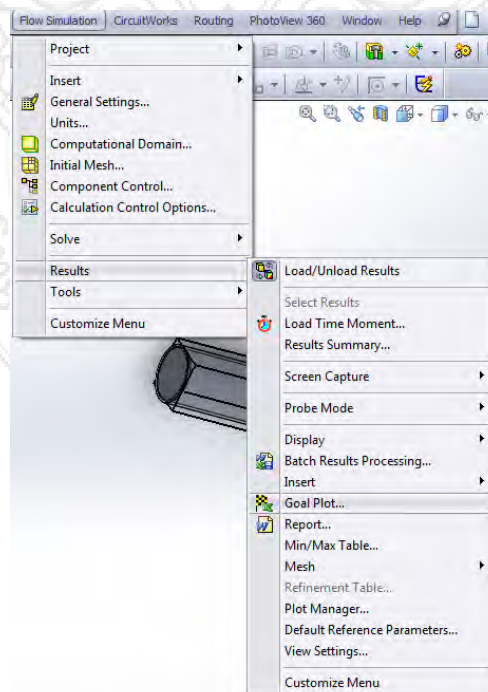
รูปที่ 3.19 การเริ่มการจำลอง



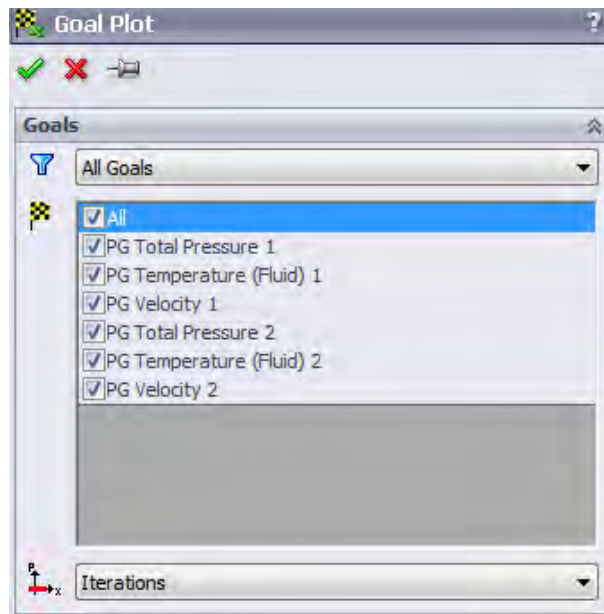
รูปที่ 3.20 การเริ่มการจำลอง(ต่อ)

3.3.1.5 ตรวจสอบค่าการจำลอง

1. คลิกที่ Flow simulation>Results>Goal plot (ดังรูปที่3.21)
2. เลือกค่าที่ต้องการ (ดังรูปที่3.22)



รูปที่ 3.21 การอ่านผลการจำลอง

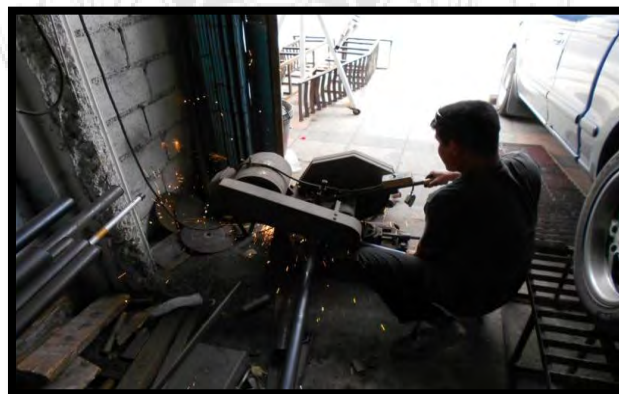


รูปที่ 3.22 การเลือกหัวข้อค่าการวัด

3.4 ขั้นตอนการขึ้นรูปหม้อพักไอเสีย

จากการสรุบบแบบและจำลองค่าความดันไอเสีย ภายในโปรแกรม SolidWorks จึงทำการสร้างหม้อพักท่อไอเสีย

- ทำการเลือกท่อเหล็กให้ได้ขนาดตามแบบ แล้วตัดให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การสร้างหม้อพักท่อไอเสีย

- ทำการตัดแผ่นเหล็กแล้วนำมาตัดเป็นวงรี เพื่อทำเป็นหม้อพักของท่อไอเสีย
- ทำการเชื่อมประกอบส่วนต่างๆให้เป็นหม้อพักไอเสีย
- ทำการพ่นสีเคลือบกันสนิม

3.5 การตรวจวัดระดับเสียงรบกวน

จากการเตรียมการทดสอบดังกล่าวนำไปสู่การทดสอบเพื่อวัดเสียงรบกวนที่ออกจากปลายท่อไอเสีย ด้วยเครื่องวัดระดับเสียงและบันทึกผล โดยมีสภาวะการทดสอบแบ่งตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2 กรณี คือ

1. ความเร็วรอบ 1,000 rpm
2. ความเร็วรอบ 4,000 rpm

3.5.1 เตรียมชุดทดสอบ

3.5.1.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อนำมาทดสอบ

อุปกรณ์วัดเสียงจัดว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับใช้ในการทดสอบ ต้องให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร ในรัศมี 1 เมตร ตามแนวระนาบรอบไมโครโฟนจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งอื่นที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนขวางอยู่ไมโครโฟนห่างจากท่อ 0.5 เมตรและทำมุม 45 องศา

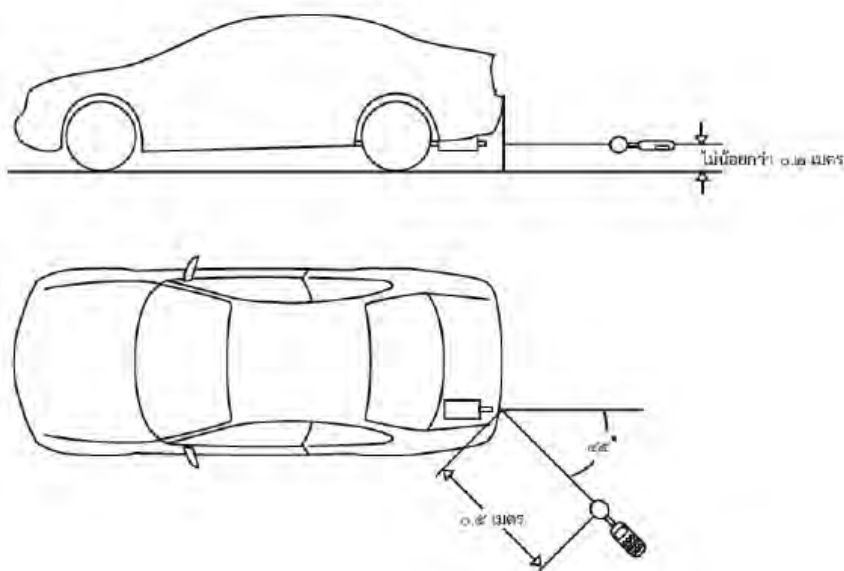
เครื่องวัดระดับเสียง เป็นเครื่องมือในการวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 ถึง 140 เดซิเบล โดยทั่วไปผู้ผลิตจะผลิตเครื่องวัดเสียงที่สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่ายถ่วงน้ำหนัก (Weighting networks) คือ A ,B และ C ข่ายที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายตอบสนองต่อเสียงคล้ายคลึงกับหูคนมากที่สุด หน่วยวัดของเสียงที่วัดด้วยข่าย A คือ เดซิเบลเอ (dBA) ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.24 เครื่องวัดระดับเสียง

3.5.1.2 ขั้นตอนการตรวจวัดระดับเสียง

- ทำการวัดระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมในขณะนั้นก่อนระดับเสียงของสภาพแวดล้อมและลมที่วัดได้ ต้องไม่เกิน 90 เดซิเบล
- ให้จอดรถยนต์ในตำแหน่งเกียร์ว่าง และเดินเครื่องจนกระทั่งถึงอุณหภูมิใช้งานปกติ หรือไม่น้อยกว่า 5 นาที
- กรณีที่ปลายท่อไอเสียยื่นไม่พ้นริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ ให้ตั้งไมโครโฟนอยู่ห่างจากริมนอกสุดของตัวถังรถยนต์ด้านปลายทางออกของท่อไอเสียรถยนต์เป็นระยะทาง 0.5 เมตร โดยให้แกนของไมโครโฟนขนานกับพื้นทำมุม 45 องศา กับปลายท่อไอเสีย



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งเครื่องตรวจวัดเสียงสำหรับรถยนต์

3.6 รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบได้ใช้ รถยนต์ Mitsubishi space wagon ขนาดเครื่องยนต์ 2,400 cc และรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดรถยนต์

รายละเอียด			
เครื่องยนต์	4 จังหวะ 16 วาล์ว	ความจุกระบอกสูบ	2,378 ซีซี
แรงม้าสูงสุด	165 PS/ 6,000 รอบ ต่อนาที	แรงบิดสูงสุด	217 นิวตันเมตร / 4,000 รอบต่อนาที
เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิง แก๊สโซฮอล์ E20	เกียร์	4 เกียร์อัตโนมัติ (+/- shift)
ยาง	215/55R17	ล้อ	ล้อแม็ก 17"
ไฟหน้า	มัลติรีเฟลคเตอร์ HID	ระบบปรับไฟหน้า	ปรับระดับอัตโนมัติเปิด+ ปิดอัตโนมัติ
ไฟตัดหมอก	หน้า	ระบบกันขโมย	กุญแจรีโมทสัญญาณ+ กันขโมย
ระบบควบคุม ความเร็วคงที่	มี	ระบบปรับน้ำฝน	ปรับอัตโนมัติตาม ความเร็วรถ
เบาะนั่ง	หนังสีดำ 7 ที่นั่ง	ระบบปรับอากาศ	อัตโนมัติ
เบรก	หน้า/หลัง	ABS	ABS+EBD+BA
ถุงลมนิรภัย	คนขับ+คนนั่งหน้า	อื่นๆ	ปลดกท้อไอเสีย,หัวเกียร์ อลูมิเนียม
น้ำหนัก	1,710 กิโลกรัม	ขนาด	4,775*1,835*1,655 มิลลิเมตร
รัศมีวงเลี้ยว	5.5 เมตร	ฐานล้อ	2,830 มิลลิเมตร

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการดำเนินโครงการนี้ภายหลังจากการออกแบบและการสร้างหม้อพักไอเสีย จะต้องมีการทดลองหาท่อที่มีความสามารถลดเสียงเพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการลดเสียงของหม้อพักไอเสีย กลุ่มผู้จัดทำได้ทำการสรุปผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบตามขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการตรวจวัดความดันในสถานะเริ่มต้น

สำหรับการตรวจวัดค่าความดันเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดค่าสถานะ และขอบเขตของการจำลองนั้น ได้เลือกทดสอบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1 ซึ่งมีความซับซ้อนทางกายภาพน้อยที่สุด โดยมีสถานะการทดสอบตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ คือ ความเร็วรอบ 1,000 rpm และ ความเร็วรอบ 4,000 rpm ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความดันและความเร็วของไอเสียเริ่มต้น

รอบเครื่องยนต์							
ทางเข้า				ทางออก			
1,000 rpm		4,000 rpm		1,000 rpm		4,000 rpm	
ความดัน (kPa)	ความเร็ว (m/s)	ความดัน (kPa)	ความเร็ว (m/s)	ความดัน (kPa)	ความเร็ว (m/s)	ความดัน (kPa)	ความเร็ว (m/s)
101.34100	4.700	101.40500	13.200	101.32800	4.980	101.34800	13.780

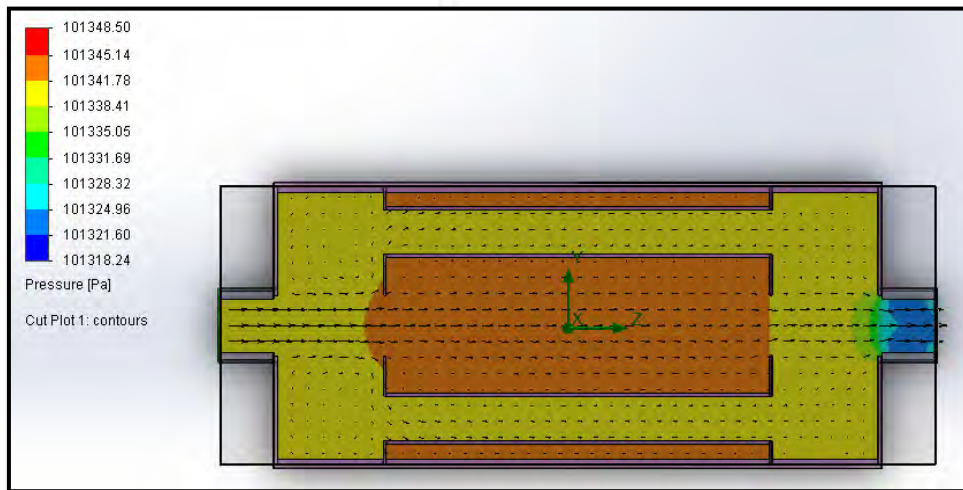
4.2 ผลการจำลองความดันและความเร็วไอเสียด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลข

จากขั้นตอนการดำเนินโครงการนี้จะนำไปสู่ผลการจำลองท่อไอเสียทั้ง 3 แบบ ภายใต้สถานะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm และ 4,000 rpm โดยใช้ท่อไอเสียที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน

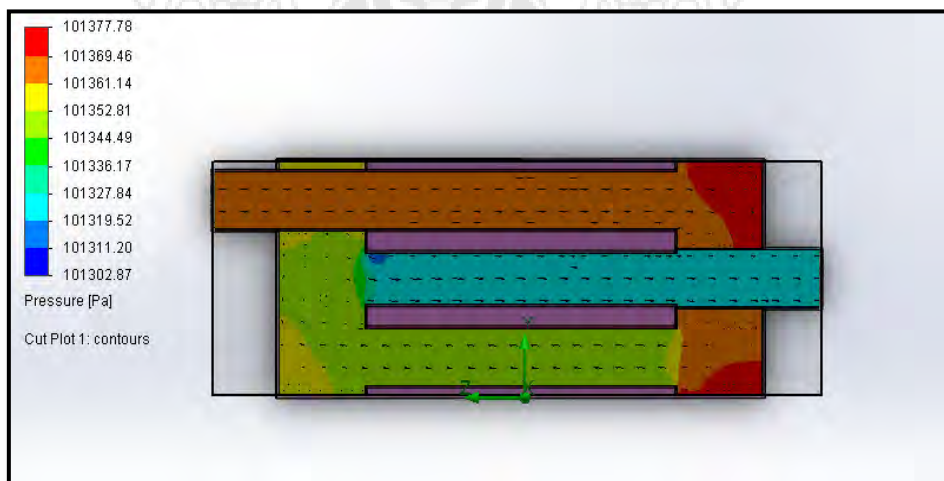
4.2.1 ผลการจำลองความดัน

4.2.1.1 ผลการจำลองความดันภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm

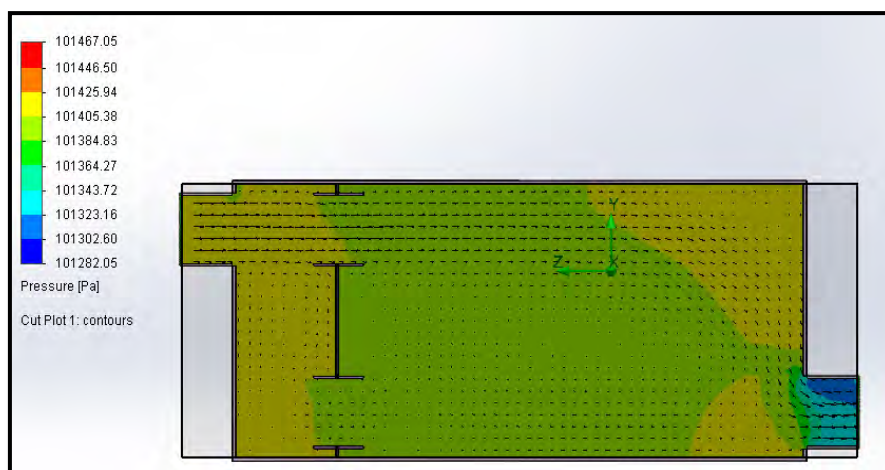
จากการออกแบบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1,2 และ 3 ไอเสียที่ไหลผ่าน ณ ตำแหน่งที่ 1 ถูกกำหนดค่าความดันคงที่ภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm มีค่าเท่ากับ 101.34100 kPa และทำการวัดความดันของไอเสียที่ไหลผ่านตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 4.1



(ก) หม้อพักไอเสียแบบที่ 1 (ท่อไส้ตรง)



(ข) หม้อพักไอเสียแบบที่ 2 (ท่อไส้ย้อน)



(ค) หม้อพักไอเสียแบบที่ 3 (ท่อใส่เอียง)

รูปที่ 4.1 ผลการจำลองความดันที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm

จากผลการจำลองการไหลของไอเสียในหม้อพักไอเสียแบบที่ 1, 2 และ 3 พบว่าระดับความแตกต่างระหว่างความดัน ณ ตำแหน่งปลายท่อไอเสีย (Position 2) และความดันบรรยากาศ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดระดับเสียงรบกวนภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm โดยสามารถนำมาคำนวณเป็นระดับเสียงรบกวนโดยอาศัยสมการที่ 2.2 ดังตารางที่ 4.2

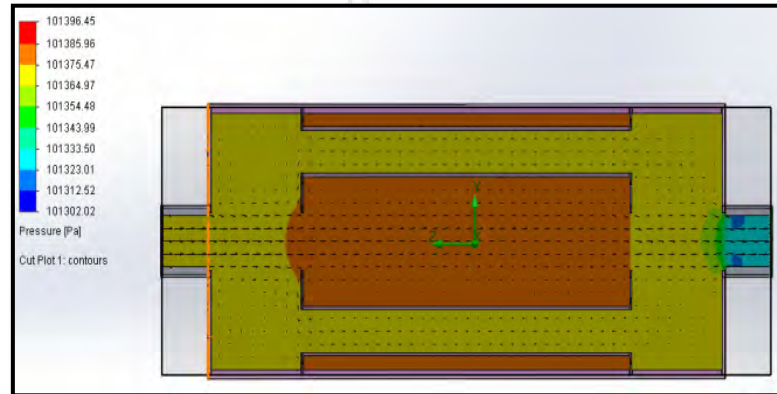
ตารางที่ 4.2 ความดันไอเสียของหม้อพักที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm

Model	Position 2			
	Maximum Pressure (kPa)	Minimum Pressure (kPa)	ΔP^* (kPa)	Sound Pressure Level (dB)
1	101.33138	101.33126	0.00638	110.07
2	101.32735	101.32731	0.00235	101.40
3	101.32756	101.32749	0.00250	102.14

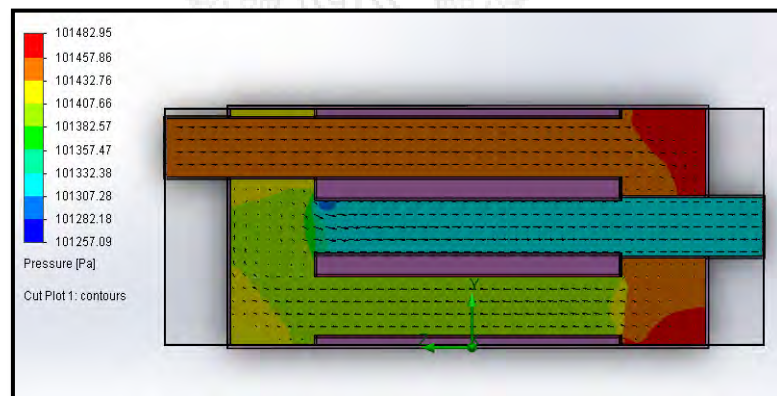
หมายเหตุ: $\Delta P^* = P_{\max@2} - P_{\text{atm}}$

4.2.1.2 ผลการจำลองความดันภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm

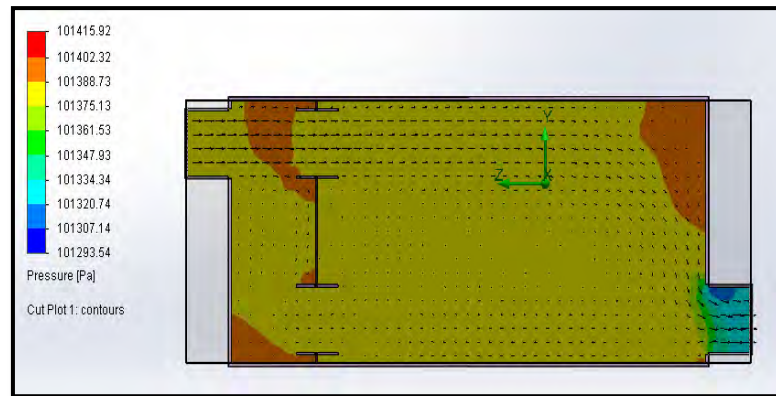
จากการออกแบบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1, 2 และ 3 ไอเสียที่ไหลผ่าน ณ ตำแหน่งที่ 1 ถูกกำหนดค่าความดันคงที่ภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 มีค่าเท่ากับ 101.40520 kPa ทำการวัดความดันของไอเสียที่ไหลผ่านตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 4.3



(ก) หม้อพักไอเสียแบบที่ 1 (ท่อไส้ตรง)



(ข) หม้อพักไอเสียแบบที่ 2 (ท่อไส้ย่อน)



(ค) หม้อพักไอเสียแบบที่ 3 (ท่อใส่เอียง)

รูปที่ 4.2 ผลการจำลองความดันที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm

จากผลการจำลองการไหลของไอเสียในหม้อพักไอเสียแบบที่ 1, 2 และ 3 พบว่าระดับความแตกต่างระหว่างความดันภายในที่ปลายหม้อพักไอเสีย (ตำแหน่งที่ 2) และความดันบรรยากาศ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดระดับเสียงรบกวนภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm โดยสามารถนำมาคำนวณเป็นระดับเสียงรบกวนซึ่งอาศัยสมการที่ 2.4 และสมการที่ 2.5 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความดันไอเสียของหม้อพักที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm

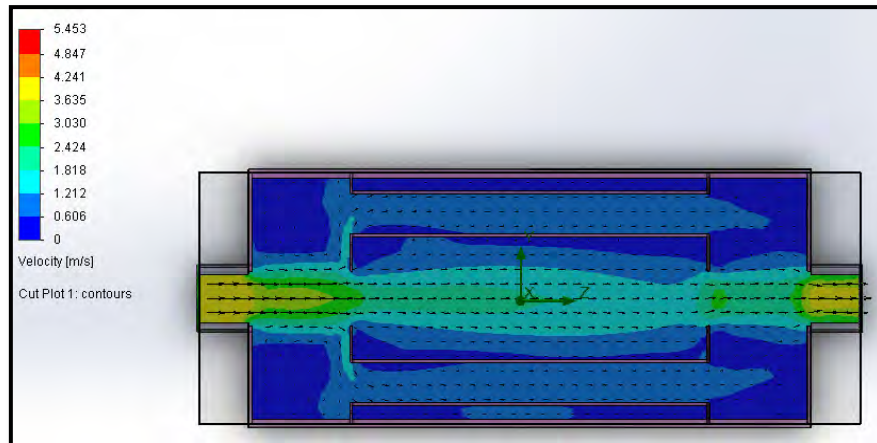
Model	Position 2			
	Maximum Pressure (kPa)	Minimum Pressure (kPa)	ΔP^* (kPa)	Sound Pressure Level (dB)
1	101.36030	101.35958	0.03530	124.93
2	101.33726	101.33722	0.01220	115.70
3	101.35057	101.35021	0.02550	122.11

หมายเหตุ: $\Delta P^* = P_{\max@2} - P_{\text{atm}}$

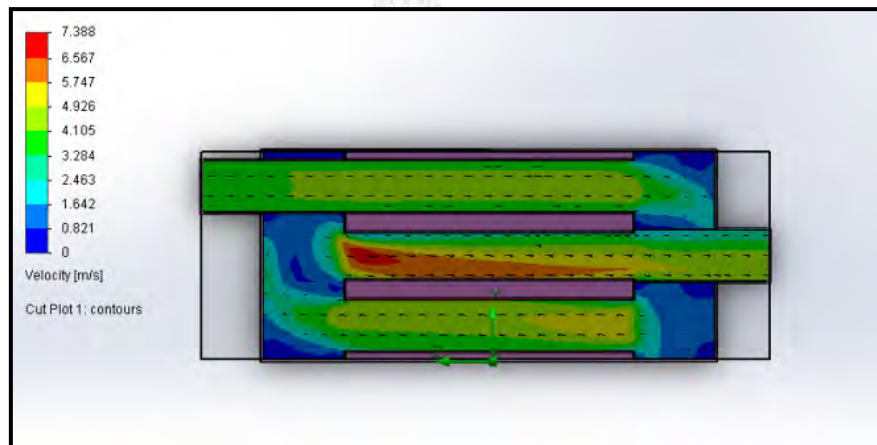
4.2.2 ผลการจำลองความเร็ว

4.2.2.1 ผลการจำลองความเร็วภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm

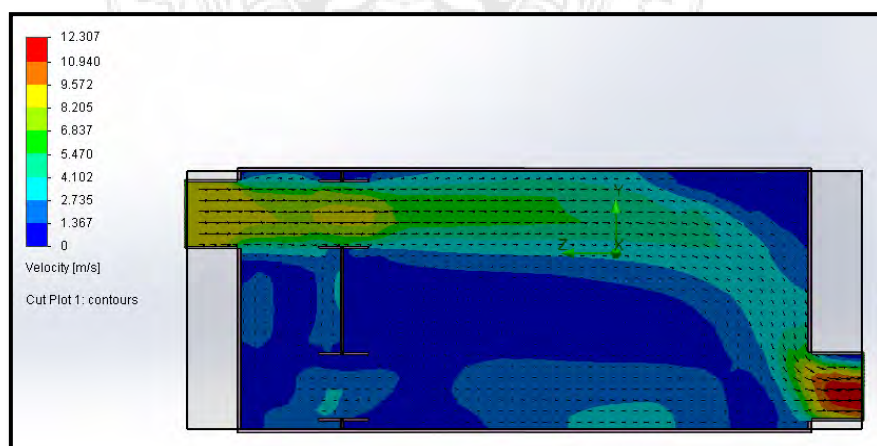
จากการออกแบบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1 และ 2 ไอเสียที่ไหลผ่าน ณ ตำแหน่งที่ 1 ถูกกำหนดค่าความเร็วคงที่ภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm ทำการวัดความเร็วของไอเสียที่ไหลผ่านตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 4.3



(ก) หม้อพักไอเสียแบบที่ 1 (ท่อไส้ตรง)



(ข) หม้อพักไอเสียแบบที่ 2 (ท่อไส้ย้อย)



(ค) หม้อพักไอเสียแบบที่ 3 (ท่อไส้เอียง)

รูปที่ 4.3 ผลการจำลองความเร็วที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm

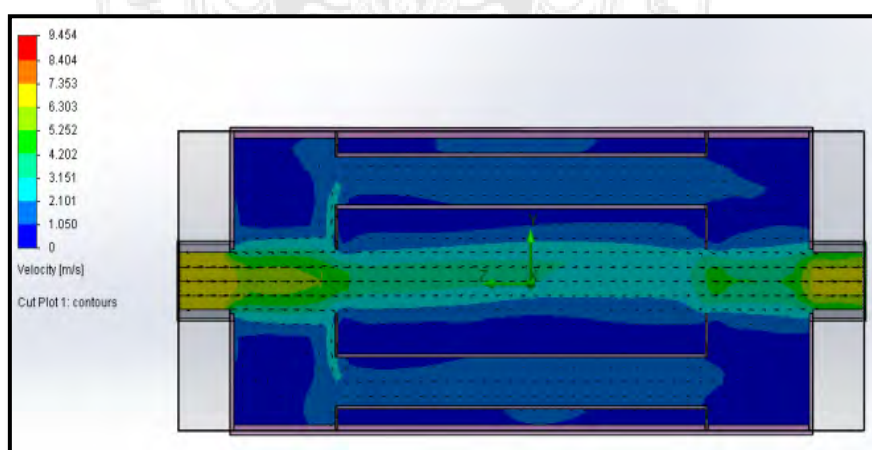
จากผลการจำลองการไหลของไอเสียในหม้อพักไอเสียแบบที่ 1 และ 2 พบว่าระดับความแตกต่างระหว่างความเร็วไอเสียภายในหม้อพักไอเสียระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 เพื่อนำมาเปรียบเทียบ และใช้เป็นตัวชี้วัดความสามารถการระบายไอเสียของหม้อพักภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm และพบว่าความเร็ว ณ ตำแหน่งที่ 2 แตกต่างจากตำแหน่งที่ 1 และ ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความเร็วและเรย์โนลด์นัมเบอร์สูงสุดของไอเสียภายในหม้อพักไอเสียที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm

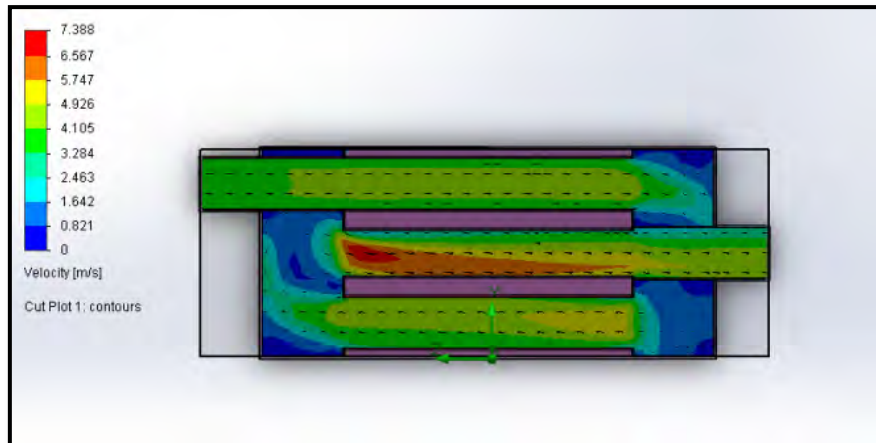
Model	Exhaust velocity		Reynolds number (-)
	Position 1 (m/s)	Position 2 (m/s)	
1	4.874	5.356	14,160
2	4.964	4.707	28,320
3	4.782	6.546	26,746

4.2.2.1 ผลการจำลองความเร็วภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm

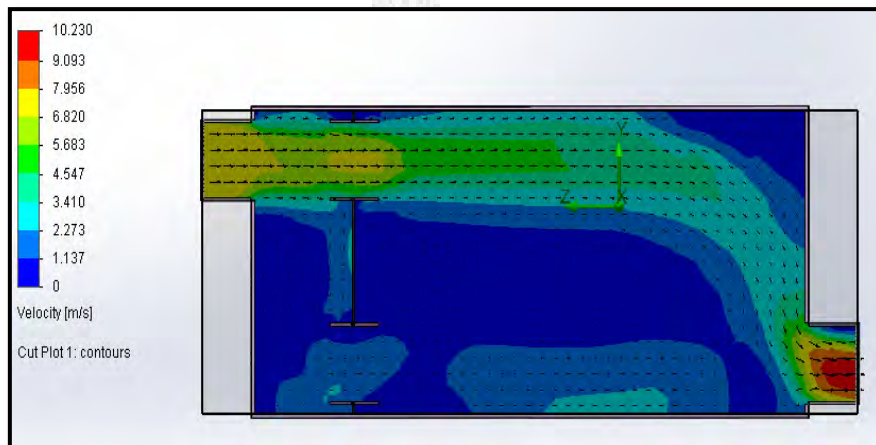
จากการออกแบบหม้อพักไอเสียแบบที่ 1, และ 2 ไอเสียที่ไหลผ่าน ณ ตำแหน่งที่ 1 ถูกกำหนดค่าความเร็วคงที่ภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm ทำการวัดความเร็วของไอเสียที่ไหลผ่านตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 4.4



(ก) หม้อพักไอเสียแบบที่ 1 (ท่อไส้ตรง)



(ข) หม้อพักไอเสียแบบที่ 2 (ท่อไส้ย่น)



(ค) หม้อพักไอเสียแบบที่ 3 (ท่อไส้เอียง)

รูปที่ 4.4 ผลการจำลองความเร็วที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 4,000 rpm

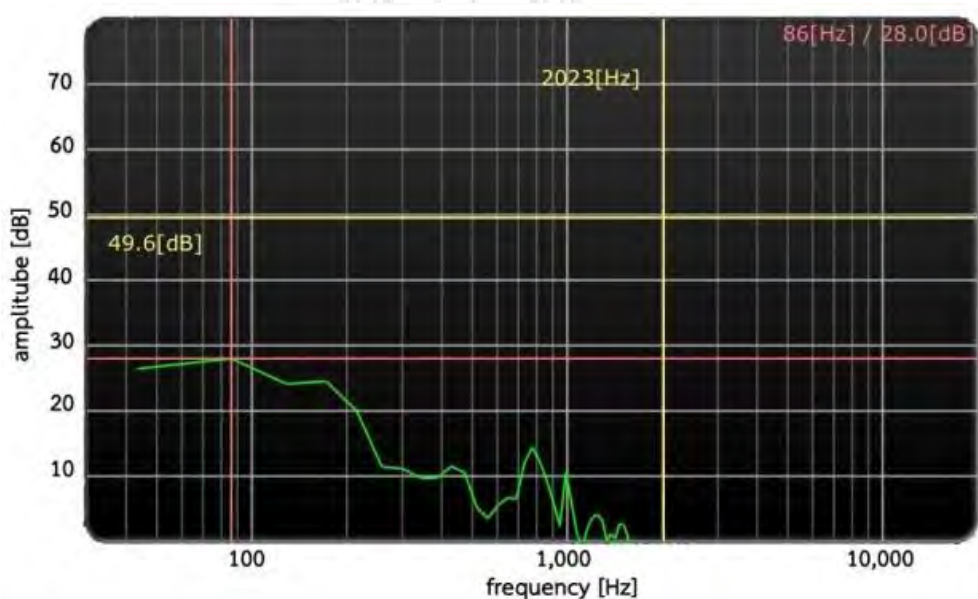
จากผลการจำลองการไหลของไอเสียในหม้อพักไอเสียแบบที่ 1 และ 2 พบว่าระดับความแตกต่างของความเร็วไอเสียภายในหม้อพักไอเสียระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 เพื่อนำมาเปรียบเทียบและใช้เป็นตัวชี้วัดความสามารถการระบายไอเสียของหม้อพักภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,000 rpm และพบว่าความเร็ว ณ ตำแหน่งที่ 2 แตกต่างจากตำแหน่งที่ 1 และ ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์สูงสุด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความเร็วและเรย์โนลด์นัมเบอร์สูงสุดของไอเสียภายในหม้อพักไอเสียที่สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm

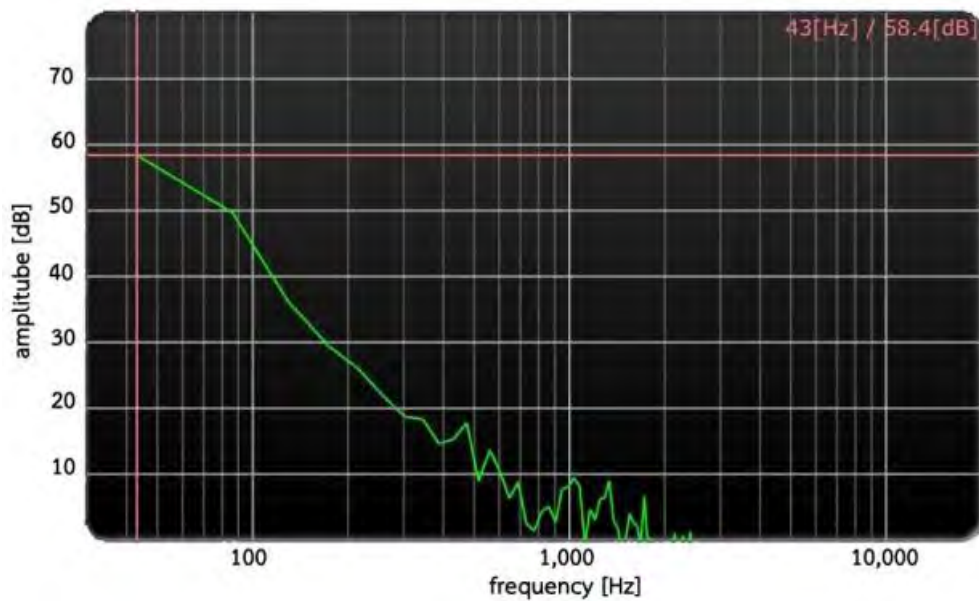
Model	Exhaust velocity position 1 (m/s)	Exhaust velocity Position 2 (m/s)	Maximum Reynolds Number (-)
1	13.543	15.058	20,453
2	13.786	13.121	28,713
3	13.295	14.288	22,026

4.3 ผลการตรวจวัดเสียงรบกวน

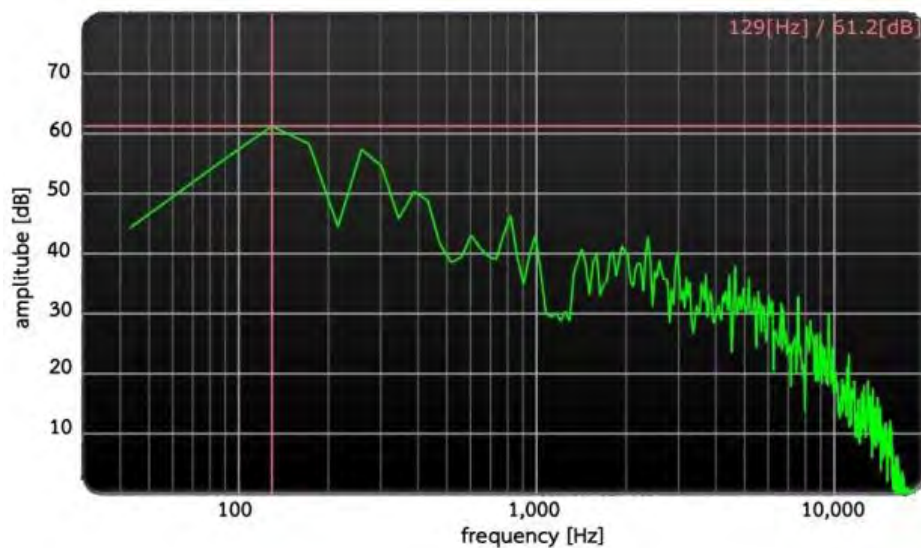
การวัดตรวจเสียงรบกวนของหม้อพักไอเสียทั้ง แบบได้ทำการตรวจวัดระดับความดัน 3 เสียงรบกวนพื้นฐาน รวมถึงความถี่ ก่อนทำการตรวจวัดเสียงรบกวนของหม้อพักไอเสียแต่ละแบบ ซึ่งผลการตรวจวัด สามารถเฉลี่ยได้ 28 dB @ 86 Hz ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ระดับความดันเสียงรบกวนพื้นฐานและ ความถี่



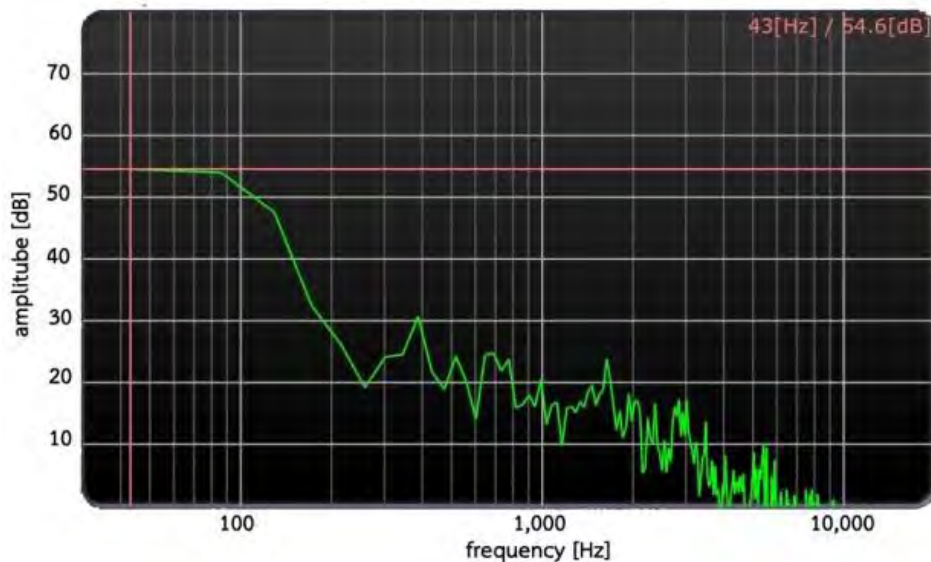
รูปที่ 4.6 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm



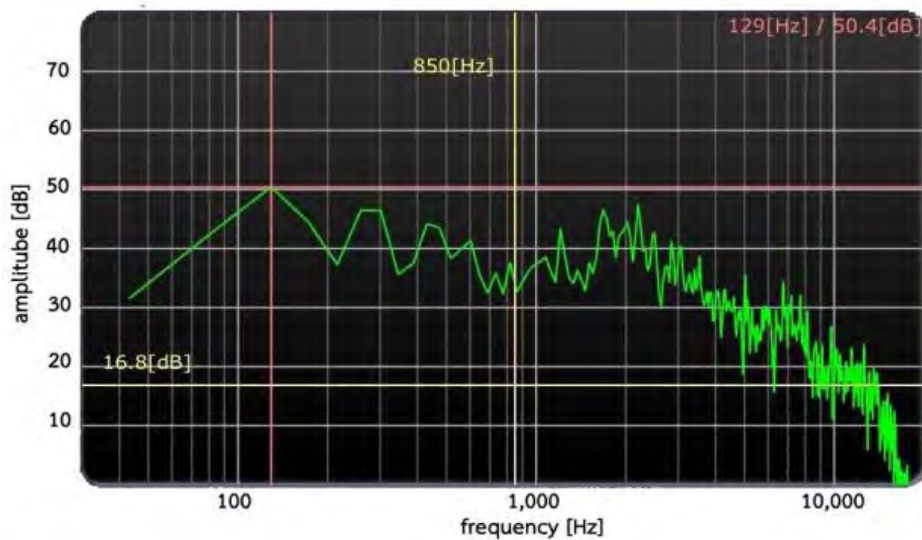
รูปที่ 4.7 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm

จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นว่าท่อไอเสียแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะไส้ท่อเป็นแบบตรงได้ปล่อยระดับความดันเสียงออกมามากที่สุดและมีพฤติกรรมการไหลของไอเสียค่อนข้างราบเรียบโดยในสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm มีระดับความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 58.4 dB ณ ความถี่ 43 Hz ซึ่งมีระดับความดันเสียงต่ำกว่าและความถี่ต่ำกว่าสภาวะรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm ซึ่งมีระดับ

ความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 61.2 dB ณ ความถี่เสียง 129 Hz เนื่องจากปริมาณการคายไอเสียและความถี่การจุดระเบิดที่แตกต่างกัน



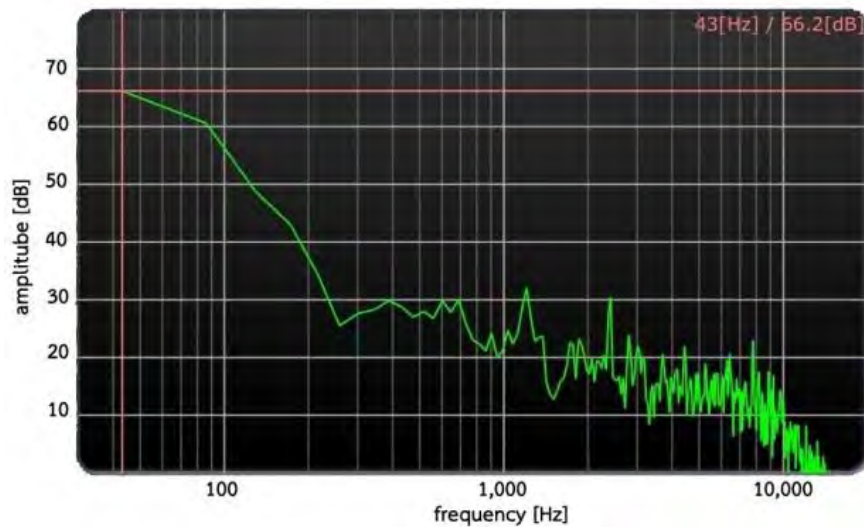
รูปที่ 4.8 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm



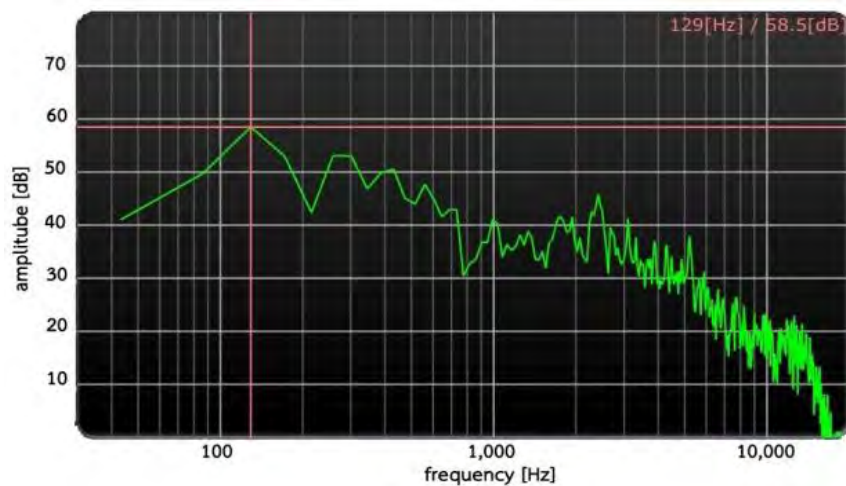
รูปที่ 4.9 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm

จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 สะท้อนให้เห็นว่าท่อไอเสียแบบที่ 2 ซึ่งมีลักษณะไส้ท่อเป็นแบบไส้ย้อนส่งผลให้เกิดการชะลอการไหลของไอเสีย และทำให้ความดันไอเสียภายในท่อลดลงก่อนออกสู่บรรยากาศ ดังนั้นระดับความดันเสียงจึงต่ำกว่าของท่อไอเสียแบบที่ 1 โดยในสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm มีระดับความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 54.6 dB ณ ความถี่ 43 Hz ซึ่งและสภาวะ

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm มีระดับความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 50.4 dB ณ ความถี่เสียง 129 Hz เนื่องจากปริมาณการคายไอเสียและความถี่การจุดระเบิดที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าระดับความดันเสียงที่รอบ 1,000 rpm สูงกว่ารอบ 4,000 ซึ่งแตกต่างจากผลการตรวจวัดของท่อแบบที่ 1 โดยอาจเป็นผลมาจากพฤติกรรมการไหลที่ปั่นป่วนที่เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.10 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 3 ที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm



รูปที่ 4.11 ระดับความดันเสียง และ ความถี่ของท่อไอเสียแบบที่ 3 ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm

จากรูปที่ 4.10 และ 4.11 ชี้ให้เห็นว่าท่อไอเสียแบบที่ 3 ซึ่งมีลักษณะไส้ท่อเป็นแบบเยื้อง ส่งผลต่อการผกผันและชะลอการไหลของไอเสียภายในท่อน้อยกว่าท่อแบบที่ 2 โดยสถานะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm มีระดับความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 56.2 dB ณ ความถี่ 43 Hz และสถานะ

รอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm ซึ่งมีระดับความดันเสียงสูงสุดอยู่ที่ 58.5 dB ณ ความถี่เสียง 129 Hz ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวมีแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และมีแนวโน้มใกล้เคียงกับท่อแบบที่ 1

จากผลการทดสอบตรวจวัดเสียงรบกวนของปลายท่อไอเสียแบบที่ 1, 2 และ 3 โดยตั้งเครื่องวัดห่างจากปลายท่อ 0.5 เมตร และทำมุม 45 องศา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการจำลองและใช้เป็นตัวชี้วัดเสียงที่ออกมาจากปลายท่อไอเสียภายใต้สภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 และ 4,000rpm และพบว่าเสียงที่ออกมาของท่อแบบที่ 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างกันซึ่งท่อแบบที่ 1 ซึ่งเป็นท่อไส้ตรง จะปล่อยระดับความดันเสียงสูงสุด โดยมีอัตราการระบายไอเสียค่อนข้างสูง และลดความดันไอเสียได้น้อย ในทางกลับกันพบว่าท่อแบบที่ 2 ซึ่งเป็นท่อไส้ย่น ปล่อยระดับความดันเสียงน้อยที่สุด โดยมีอัตราการระบายไอเสียได้น้อย และลดความดันไอเสียได้ค่อนข้างมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เสียงที่ได้จากการตรวจวัด

Model	1,000 rpm			4,000 rpm		
	Sound Pressure Level (dBA)	Frequency (Hz)	Volume Flow Rate (m ³ /s)	Sound Pressure Level (dBA)	Frequency (Hz)	Volume Flow Rate (m ³ /s)
1	73.09	43	273.812	85.41	129	782.878
2	61.48	43	212.344	74.61	129	676.148
3	65.40	43	251.460	82.71	129	737.616

4.4 ผลการเปรียบเทียบเสียงจากการจำลองและการตรวจวัด

เนื่องจากผลที่ได้จากการจำลองนั้นเป็นระดับความดันเสียงที่ยังไม่ผ่านการถ่วงน้ำหนักแบบ A "A-weighting" ณ ตำแหน่งปลายท่อไอเสีย (Position 2) ดังนั้นเพื่อการเปรียบเทียบผลการจำลองกับการตรวจวัดเสียง จึงต้องทำการถ่วงน้ำหนักแบบ A โดยอาศัยสมการที่ 2.2 และใช้ค่าความถี่ที่ได้จากการตรวจวัดเสียงในหัวข้อที่ 4.3 ซึ่งค่าความถี่เสียงที่ตรวจวัดได้นี้อยู่ในช่วงความถี่เดียวกันกับงานวิจัยอื่น[9] ที่ได้ทำการศึกษา มา นอกจากนี้ การลดทอนระดับความดันเสียงที่เกิดจากการแพร่ผ่านของเสียงด้วยระยะทาง 0.5 เมตร ซึ่งเป็นระยะเดียวกันกับที่ใช้เครื่องวัดระดับความดันเสียงห่างจากปลายท่อ ถูกนำมาคำนวณด้วยสมการที่ 2.3 และถูกนำมาทำการเปรียบเทียบระดับความดันเสียง

ผลจากการจำลองมีค่าระดับความดันเสียงมากกว่าการตรวจวัดเสมอ โดยในสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm อยู่ระหว่าง 5.29 ถึง 11.07% และสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm อยู่ระหว่าง 27.78 ถึง 33.91% ซึ่งผลดังกล่าวอาจเกิดจากการสูญเสีย

ความเร็ว และความดันของไอเสียในขณะไหลวนในหม้อพักไอเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการไหลแบบปั่นป่วน

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบเสียงจากการจำลองและการตรวจวัด

Engine revolution 1, 000rpm				
Model	SPL @ Position 2 (dB)*	SPL @ Position 0.5 m (dBA)**	SPL @ Position 0.5 m (dBA)***	Different value (%)
1	110.07	76.96	73.09	5.29
2	101.40	68.29	61.48	11.07
3	102.14	69.03	65.40	5.55
Engine revolution 4, 000rpm				
1	124.93	109.14	85.41	27.78
2	115.70	99.91	74.61	33.91
3	122.11	106.32	82.71	28.54

หมายเหตุ * ค่าที่ได้จากการจำลอง ณ ตำแหน่งปลายท่อ (Simulation)

** ค่าที่ได้จากการจำลอง ณ ตำแหน่งเครื่องวัดเสียงระยะ 0.5 m (Simulation)

*** ค่าที่ได้จากการตรวจวัด ณ ตำแหน่งเครื่องวัดเสียงระยะ 0.5 m (Experiment)

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลศึกษา การทดสอบ การจำลอง ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงระดับผลสำเร็จของการดำเนินงาน ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงาน ได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดระดับความดันเสียงอยู่ในตำแหน่งสูงจากพื้น 1.2 เมตร ห่างจากปลายหม้อพักไอเสีย 0.5 เมตรและทำมุม 45 องศา อีกทั้งจัดทำแผงกันเสียงเพื่อลดเสียงสะท้อนและตรวจวัดค่าให้มีความแม่นยำมากที่สุด อย่างไรก็ตามเนื่องจากสถานที่ที่ใช้ในการตรวจวัดนั้น มีผู้คนพลุกพล่าน จึงได้ทำการตรวจวัดในเวลากลางคืนเพื่อให้ระดับความดันเสียงสิ่งแวดล้อมคงที่ เพื่อให้การเก็บค่าระดับความดันเสียงมีความแม่นยำมากขึ้น

จากวัตถุประสงค์ของโครงการการออกแบบท่อไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวน และสร้างชุดทดสอบท่อไอเสีย โดยมุ่งเน้นไปที่การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเสียงรบกวน สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบท่อไอเสียที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลมากจะช่วยลดระดับความดันเสียงได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm (รอบเดินเบา) โดยเปรียบเทียบจากท่อไอเสียตรงและไอเสียเอียง ซึ่งท่อไอเสียเอียงมีระยะทางการไหล และการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลมากกว่าท่อไอเสียตรง ร้อยละ 4 และ 10 ตามลำดับ สามารถลดระดับความดันเสียงรบกวนได้สูงสุดร้อยละ 11.75 ในขณะที่สภาวะรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm (รอบแรงบิดสูงสุด) สามารถลดระดับความดันเสียงรบกวนได้เพียงร้อยละ 2.65 จึงสะท้อนให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลสามารถช่วยลดระดับความดันเสียงรบกวนได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์ต่ำ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบระยะทางกับทิศทางการไหลของไอเสีย

การเปรียบเทียบท่อไอเสียตรงและไอเสียเอียง							
ระยะทางการไหลของไอเสีย ภายในหม้อพัก (mm)			การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของ ไอเสียภายในหม้อพัก (degree)			ความแตกต่างระดับความดันเสียง (%)	
ท่อไอเสีย ตรง	ท่อไอเสีย เอียง	แตกต่าง (%)	ท่อไอเสียตรง	ท่อไอเสียเอียง	แตกต่าง (%)	รอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm	รอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm
460	478	4	180	198	10	11.75	2.65

นอกจากนี้ ระยะทางการไหลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อระดับความดันเสียงรบกวน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบท่อไอเสียที่มีการเพิ่มระยะทางการไหลจะช่วยลดระดับความดันเสียงได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์ 4,000 rpm (รอบแรงบิดสูงสุด) โดยเปรียบเทียบจากท่อไอเสียเอียงและส่าย ซึ่งท่อส่ายมีระยะทางการไหล และการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลมากกว่าท่อไอเสียเอียง ร้อยละ 191 และ 172 ตามลำดับ สามารถลดระดับความดันเสียงรบกวนได้สูงสุดร้อยละ 10.85 ในขณะที่สภาวะรอบเครื่องยนต์ 1,000 rpm (รอบเดินเบา) สามารถลดระดับความดันเสียงรบกวนได้เพียงร้อยละ 6.37 จึงสะท้อนให้เห็นว่าการเพิ่มระยะทางการไหลสามารถช่วยลดระดับความดันเสียงรบกวนได้ดีในสภาวะรอบเครื่องยนต์สูง ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระหว่างระยะทาง และทิศทางการไหลของไอเสีย

ระยะทางการไหลของไอเสีย ภายในหม้อพัก (mm)			การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหล ของไอเสียภายในหม้อพัก (degree)			ความแตกต่างระดับความดัน เสียง (%)	
ท่อ ไอ เสีย เอียง	ท่อไอ ส่าย	แตกต่าง (%)	ท่อไอ เอียง	ท่อไอ ส่าย	แตกต่าง (%)	รอบ เครื่องยนต์ 1,000 rpm	รอบ เครื่องยนต์ 4,000 rpm
478	1380	191	198	540	172	6.37	10.85

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีความไวต่อการรับเสียงมากจึงต้องจัดหาสถานที่เงียบๆในการวัด

5.2.2 การจำลองด้วย Simulation จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณแบบจำลอง

5.2.3 ควรคำนึงถึงสถานที่ในการทดสอบ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองนั้นมีความไวต่อการรับเสียงมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของค่าที่ได้จากการทดสอบ

บรรณานุกรม

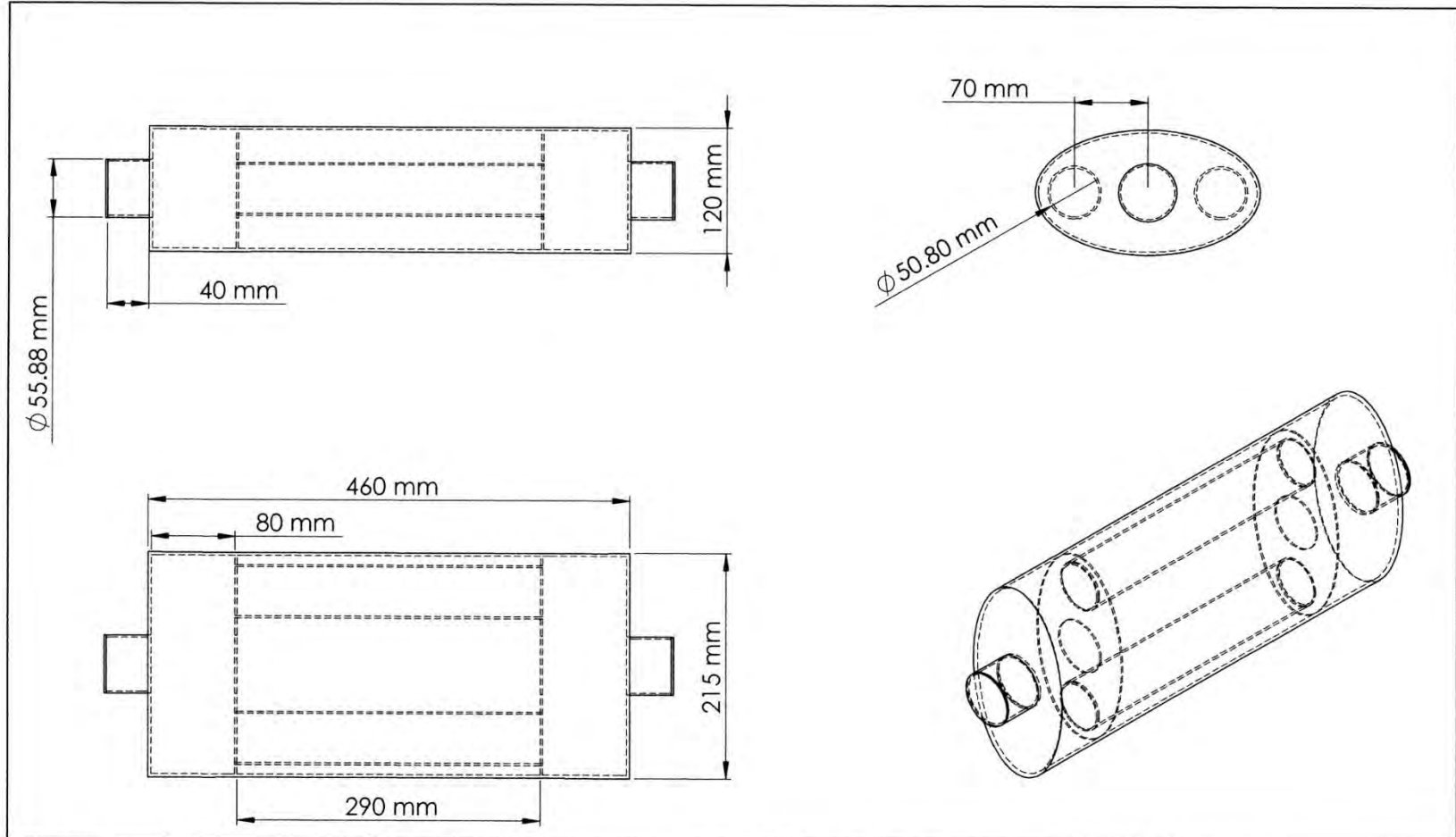
- กรมการขนส่งทางบก .(2527). ประกาศกรมการขนส่งทางบก ฉบับที่ 78/2527 เรื่อง เกณฑ์ของระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องกำเนิดพลังงานของรถ. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม พ.ศ.2553, จาก <http://www.sri.cmu.ac.th/~environment/phpnuke/html/images/l.2302pdf>.
- ทีมงานวิจัยภาวะเศรษฐกิจและพยากรณ์ ฝ่ายวิจัยความเสี่ยงธุรกิจ กลุ่มบริหารความเสี่ยง สายงานบริหารความเสี่ยง บมจธนาคารกรุงไทย.. (2554) สารวิจัยธุรกิจ ปีที่ 14 ฉบับที่ 22 มีนาคม 2554
- บริษัท เมเซอร์โทนิคส์ จำกัด (2545) มลภาวะทางเสียงในสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร:
- Antebas, A.G., Denia, F.D., Pedrosa A.M., and Fuenmayor, F.J., (2013). A finite element approach for the acoustic modeling of perforated dissipative mufflers with non-homogeneous properties. *Mathematical and Computer Modeling*, Vol. 57 (7-8), Pages 1970-1978.
- Barbieri, R., and Barbieri, N. (2006). Finite element acoustic simulation based shape optimization of a muffler. *Applied Acoustics*, Vol. 67 (4), Pages 346-357.
- Munjal, M.L., (1997). Plane wave analysis of side inlet/outlet chamber mufflers with mean flow. *Applied Acoustics*, Vol. 52 (2), Pages 165-175.
- Munjal, M.L., Behera, B.K., and Thawani, P.T., (1998). Transfer Matrix Model for the Reverse-flow, three-duct, Open End Perforated Element Muffler. *Applied Acoustics*, Vol. 54 (3), Pages 229-238.
- Panigrahi, S.N., and Munjal, M.L. (2007). A generalized scheme for analysis of multifarious commercially used mufflers. *Applied Acoustics*, Vol. 68 (6), Pages 660-681.
- Toyoshima, Y., Nagai, T., and Hosoya, N. (2001). Exhaust system for engine on passenger car. *Engine Technology*, vol. 3 (2), Pages 90-95.
- Wu, C.J., Wang, X.J., and Tang, H.B. (2008). Transmission loss prediction on a single-inlet/double-outlet cylindrical expansion-chamber muffler by using the modal meshing approach. *Applied Acoustics*, Vol. 69 (2), Pages 173-178.

- Yasuda, T., Wu C., Nakagawa, N., and Nagamura, K., (2010). Predictions and experimental studies of the tail pipe noise of an automotive muffler using a one dimensional CFD model. *Applied Acoustics*, Vol. 71 (8), Pages 701-707.
- Yasuda, T., Wu, C., Nakagawa, N., and Nagamura, K., (2013). Studies on an automobile muffler with the acoustic characteristic of low-pass filter and Helmholtz resonator. *Applied Acoustics*, Vol. 74 (1), Pages 49-57

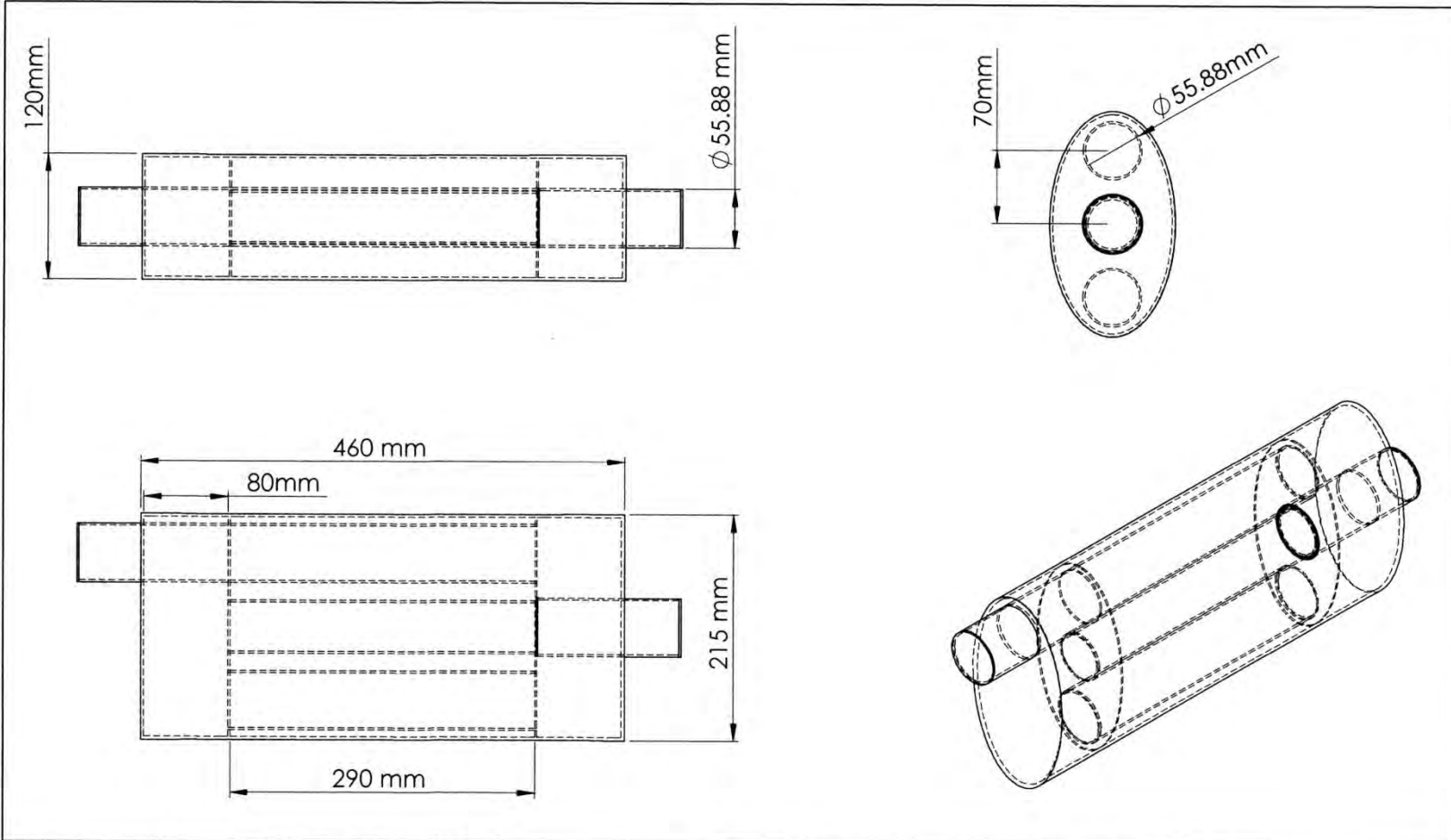


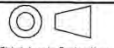
ภาคผนวก
ภาพแบบหม้อพักไอเสีย

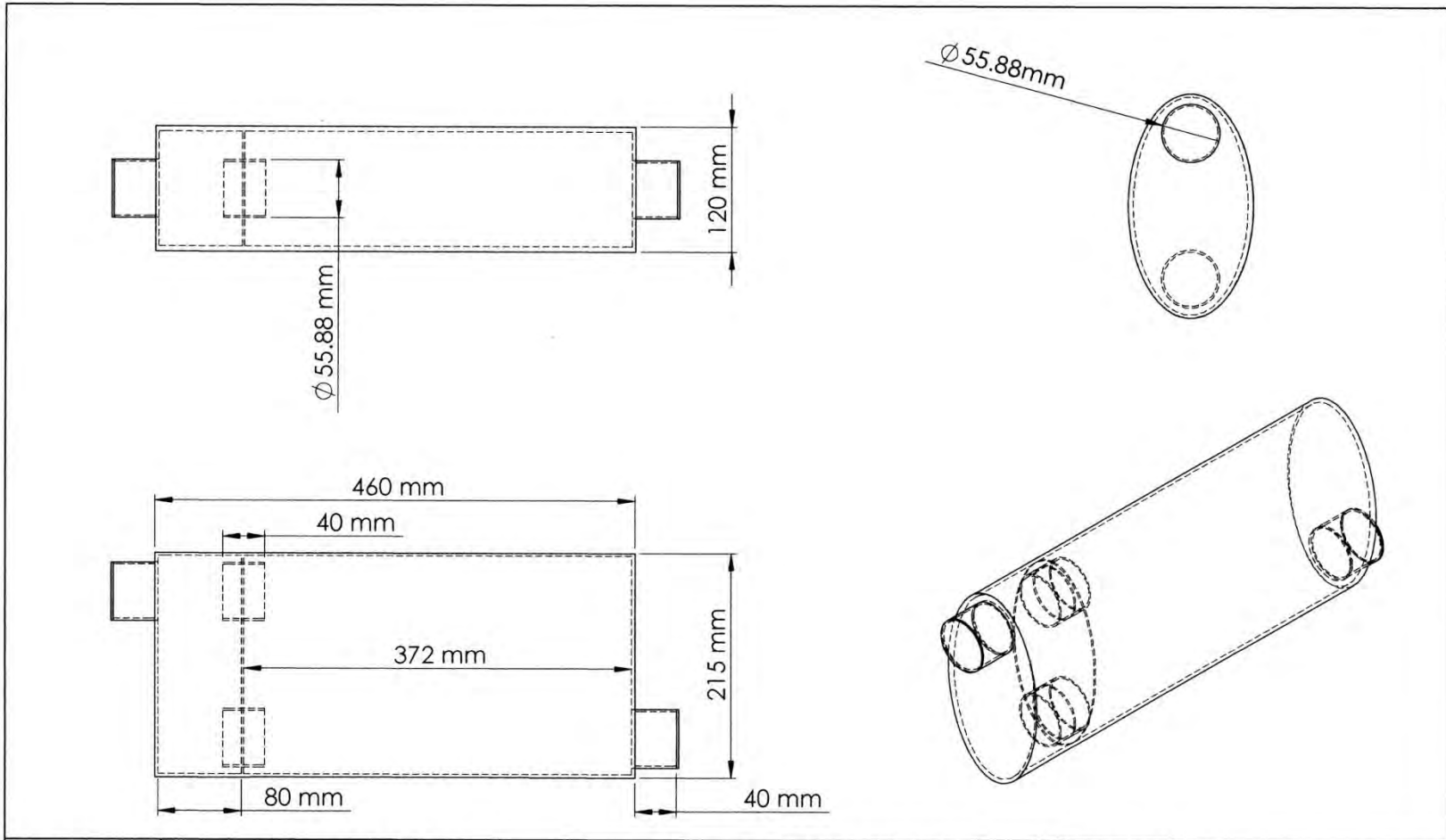




DESIGNER	REWAT	KANLAI TRAK	5 Mar 2012	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
DRAW	REWAT	KANLAI TRAK	5 Mar 2012			
APPROVED	REWAT	KANLAI TRAK	5 Mar 2012	TITLE : A Study of Design to Reduce Exhaust Noies	ASSEMBLY : Model exhaust 1	SCALE : 1:5
DIMENSION : mm	NAME	DATE				SHEET : 1 OF 1



DESIGNER	REWAT KANLAITRAK	5 Mar 2012	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON			
DRAW	REWAT KANLAITRAK	5 Mar 2012				
APPROVED	REWAT KANLAITRAK	5 Mar 2012	TITLE : A Study of Design to Reduce Exhaust Noies	ASSEMBLY : Model exhaust 2	 Third Angle Projection	SCALE : 1:5
DIMENSION : mm	NAME	DATE				SHEET : 1 OF 1



DESIGNER	REWAT	KANLAITRAK	5 Mar 2012	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING			
DRAW	REWAT	KANLAITRAK	5 Mar 2012	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON			
APPROVED	REWAT	KANLAITRAK	5 Mar 2012	TITLE : A Study of Design to Reduce Exhaust Noies	ASSEMBLY : Model exhaust 3		SCALE : 1:5
DIMENSION : mm	NAME		DATE				SHEET : 1 OF 1

ประวัติผู้วิจัย



หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล(ภาษาไทย) นายศุภชัย หลีกคำ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Lakkam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 01788 03 1
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นอย่างปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ ระดับ - (พนักงานมหาวิทยาลัย)
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 กรุงเทพฯ พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: supachai.l@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	M.Sc.	Automotive Engineering	The SirindhornInternational Thai-German Graduate School of Engineering (TGGS) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2552	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับสอง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ระบุสาขาวิชาการ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - เทคนิคการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computation and Simulation Techniques)
 - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน)Energy Technology and Management(
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการวิจัย : -
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ดังตารางที่แสดงถัดไป

ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1. ผลกระทบและประสิทธิภาพผ้าเบรกเชิงเสียงรบกวน และสัมประสิทธิ์ความเสียหาย	พ.ศ.2552	Industry Subcontracting Exhibition of Thailand 2009	บริษัท คอมแพ็ค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (1994)	นักวิจัย
2. Investigation of Brake Noise Parameters Using Single Dynamometer	Apr.2009	The 5 th International Conference on Automotive Engineering ICAE-5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	นักวิจัย/ ผู้นำเสนอ
3. Econo Power Car	Jun.2010	The 2 nd RMUTP International Conference : Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย/ ผู้นำเสนอ
4. Analysis of Clutch Materials behaviour : Comparison between Coefficient of Friction Testing and Full Size Testing	Jun.2012	World Academe of Science, Engineering and Technology 66, 2012	EXEDY Friction Material Co. LTD	ผู้ช่วยวิจัย
5. Study and Trend of Development for Electric Railway and Related Industries in Thailand) Phase 2)		รอเผยแพร่	Industrial Technology Assistance Program	ผู้ร่วมวิจัย
6. โครงการศึกษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลขนาดเล็ก 1 สูบ เพื่อจัดทำร่างกฎกระทรวงเฉพาะด้านประสิทธิภาพพลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550	พ.ศ.2555	RMUTP Research Journal, Vol.6, No.2,	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ผู้ร่วมวิจัย
7. Design and Development of Bus structure for single and double deck		รอเผยแพร่	กรมขนส่งทางบก	ผู้ช่วยวิจัย
8. เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียหาย	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่2ฉบับที่ 22	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
9. การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มทร.พระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

10. การศึกษาโครงสร้างกันแรง กระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการ ดูดซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มข.	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
11. การศึกษาลักษณะทางกายภาพ จานเบรกที่ส่งผลกระทบต่อ ความสามารถการเบรก	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
12. Study of heat transfer on front- and back-vented brake discs	2013	Songklanakarin J. Sci. Technol. 35(6)	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -



ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายพิเชษฐ์ บุญญาลัย
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Pichest Boonyalai
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1005 01696 87 7
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นอยู่ปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ ระดับ -
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อกรุงเทพฯ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: tiew_pichest@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาตรี	อส.บ.	เทคโนโลยีเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550	ไทย
ปริญญาโท	วศ.ม.	การจัดการอุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2554	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ระบุสาขาวิชาการ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Economics)
 - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน)Energy Technology and Management(
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : -
 - 7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : -