



รายละเอียดคำขอของงบประมาณรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กลุ่มงานแผนงานและพัฒนาคุณภาพ
ตู้ ป.ณ. 2 ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
โทรศัพท์ : (074) 287071

เลขที่เอกสาร
ผง 1/2556
กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

หน้า

สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 คณะวิศวกรรมศาสตร์

- คำของบประมาณของคณะ/หน่วยงาน จำแนกตามแผนงาน-งาน-โครงการและ
หมวดรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.1) 1

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 (แบบ กผ.2) 3
- แบบแสดงข้อมูลพื้นฐานของงาน/โครงการ (แบบ ง.102) 7
- แบบสรุปคำของบประมาณหมวดเงินเดือนและค่าจ้างประจำปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.5) 13
- รายละเอียดคำของบประมาณรายการเงินประจำตำแหน่ง ปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.6) 14
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณค่าจ้างชั่วคราว ปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.7) 15
- แบบสรุปคำของบประมาณหมวดค่าตอบแทน วัสดุสิ้นเปลืองและวัสดุ ปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.8) 17
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภค ปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.9) 20
- สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการครุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.10) 21
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.11) 24
- สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 (แบบ กผ.12) 73
- คำชี้แจงรายละเอียดค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี ปีงบประมาณ 2557 (แบบ กผ.13) 74

ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ

- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 โครงการบริการ
วิชาการแก่ชุมชน (แบบ กผ. 17) 77
- รายละเอียดคำของบประมาณโครงการบริการวิชาการแก่ชุมชน 78

แผนงาน : ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย

ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี

- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 โครงการวิจัย (แบบ กผ.17) 96
- รายละเอียดคำของบประมาณโครงการวิจัย 98

วศ.1
คำของบประมาณของคณะ/หน่วยงาน
จำแนกตามแผนงาน-งาน/โครงการ และหมวดรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ 2557

แบบ กผ.1

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(หน่วย : บาท)

แผนงาน /ผลผลิต	งบดำเนินการ																			
	เงินเดือน อัตราเดิม	เงินประจำ ตำแหน่ง	ค่าจ้างประจำ อัตราเดิม	รวมเงินเดือน และค่าจ้าง ประจำ	ค่าจ้าง ชั่วคราว	ค่า ตอบแทน	ใช้สอย	วัสดุ	รวม	ค่าสาธารณูปโภค				อุดหนุน				รายจ่าย อื่น	รวม ดำเนินการ	
										ไฟฟ้า	ประปา	โทรศัพท์	อื่น ๆ	รวม	วิจัย	นักศึกษา	อื่น ๆ			รวม
1.แผนงาน : สร้างและ กระจายโอกาส ทางการศึกษา ให้ทั่วถึงและ เป็นธรรม																				
1.1 ผู้สำเร็จ การศึกษาด้าน วิทยาศาสตร์ฯ	69,071,600	18,676,800	6,495,900	94,244,300	513,300	3,204,700	1,100,000	5,376,700	104,439,000			250,000		250,000						104,689,000
1.2 ผลงานการ ให้บริการ วิชาการ																90,000	90,000			90,000
2.แผนงาน : ส่งเสริมและ สนับสนุนการ วิจัย																				
2.1 ผลงานวิจัย เพื่อถ่ายทอด เทคโนโลยี														5,773,300				5,773,300		5,773,300
รวมทั้งคณะ	69,071,600	18,676,800	6,495,900	94,244,300	513,300	3,204,700	1,100,000	5,376,700	104,439,000			250,000		250,000	5,773,300		90,000	5,863,300		110,552,300

จำแนกตามแผนงาน-งาน/โครงการ และหมวดรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(หน่วย : บาท)

แผนงาน/ผลผลิต	งบลงทุน					รวมทั้งสิ้น (ดำเนินการ+ลงทุน)
	ครุภัณฑ์	สิ่งก่อสร้าง 1 ปี	โครงการ ก่อสร้างใหม่	โครงการ ก่อสร้างผูกพัน	รวมงบลงทุน	
1.แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม						
1.1 ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	11,726,400	500,000	-	-	12,226,400	116,915,400
1.2 ผลงานการให้บริการวิชาการ						90,000
2.แผนงาน : ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย						
2.1 ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี						5,773,300
รวมทั้งคณะ/หน่วยงาน						122,778,700

สรุปค่าของงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

1. แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

1.1 ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	116,915,400 บาท	
1. เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	94,244,300 บาท	
1.1 เงินเดือน	87,748,400 บาท	
(1) อัตราเดิม 163 อัตรา		69,071,600 บาท
(2) เงินประจำตำแหน่ง		8,935,200 บาท
(3) เงินค่าตอบแทนรายเดือนสำหรับข้าราชการ		9,741,600 บาท
(เป็นงบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงินค่าตอบแทนนอกเหนือจากเงินเดือนของข้าราชการและลูกจ้างประจำของส่วนราชการ พ.ศ. 2547 เดิมตั้งอยู่ที่หมวดค่าตอบแทน ไร้สอยและวัสดุ)		
1.2 ค่าจ้างประจำ	6,495,900 บาท	
(1) อัตราเดิม 30 อัตรา		6,128,200 บาท
(2) เงินเพิ่มค่าจ้างประจำ		367,700 บาท
2. ค่าจ้างชั่วคราว	513,300 บาท	
ค่าจ้างผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ จำนวน 2 อัตรา		513,320 บาท
	(ขอปีัดเลขกลม 513,300 บาท)	
3. ค่าตอบแทน ไร้สอยและวัสดุ	9,681,400 บาท	
3.1 ค่าตอบแทน	3,204,700 บาท	
3.1.1 ค่าเช่าบ้าน		42,000 บาท
3.1.2 ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ		3,067,200 บาท
3.1.4 เงินตอบแทนพิเศษ		95,500 บาท
(งบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงินค่าตอบแทนพิเศษของข้าราชการและลูกจ้างประจำ ผู้ได้รับเงินเดือนหรือค่าจ้างถึงขั้นสูงสุดของอันดับหรือตำแหน่ง พ.ศ. 2550)		
3.2 ค่าไร้สอย	1,100,000 บาท	
3.2.1 ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก และค่าพาหนะ		303,575 บาท
3.2.2 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์		288,483 บาท
3.2.3 ค่าจ้างเหมาบริการ		507,942 บาท
3.3 ค่าวัสดุ	5,376,700 บาท	
3.3.3 วัสดุการศึกษา		5,376,700 บาท
4. ค่าสาธารณูปโภค	250,000 บาท	
4.1 ค่าโทรศัพท์		250,000 บาท

5. ค่าครุภัณฑ์ ที่ดินและสิ่งก่อสร้าง	12,226,400 บาท
5.1 ครุภัณฑ์	11,726,400 บาท
5.1.1 ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ	1,850,000 บาท
(1) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace) 1 ชุด	650,000 บาท
(2) เครื่องทดสอบแรงกดจุด (Point Load Test) 1 ชุด	400,000 บาท
(3) กล้องรังวัดพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด	500,000 บาท
(4) โหลดเซลล์ (Load-cell) 1 ชุด	300,000 บาท
5.1.2 ครุภัณฑ์สาขาความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมเคมี	800,000 บาท
(1) เครื่องสกัดสารแบบ Supercritical Fluid Extraction 1 ชุด	800,000 บาท
5.1.3 ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย	381,400 บาท
(1) เครื่องมัลติมีเดียโปรเจกเตอร์ 4 เครื่อง	23,900 บาท
	66,000 บาท
(2) ไมโครคอมพิวเตอร์ 5 ชุด	90,000 บาท
(3) เครื่องปรับอากาศขนาดไม่ต่ำกว่า 30,000 บีทียู 5 ชุด	201,500 บาท
5.1.4 ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี	8,695,000 บาท
(1) เครื่องยิวีสเปคโตรมิเตอร์ 1 ชุด	350,000 บาท
(2) ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนสายพานขนาดเล็กพร้อม sensors 10 ชุด	700,000 บาท
(3) เครื่องลับดอกกัด enmiil 1 ชุด	50,000 บาท
(4) ชุดฝึกอบรมเบรก A.B.S 1 ชุด	320,000 บาท
(5) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Rack Server) 1 เครื่อง	150,000 บาท
(6) เครื่องควบคุมเครือข่ายไร้สายสมรรถนะสูง 1 เครื่อง	300,000 บาท
(7) ชุดพัฒนาอุปกรณ์สามารถโปรแกรมได้ขั้นสูง 2 ตัว	200,000 บาท
(8) ชุดทดสอบสมบัติเชิงกลที่อุณหภูมิสูงสำหรับเครื่อง Instron machine 5582 1 ชุด	1,250,000 บาท
(9) เครื่องหาตำแหน่งขนาดเหล็กเสริมในโครงสร้าง 1 ชุด	400,000 บาท
(10) ชุดฝึกอบรมถุงลมนิรภัย 1 ชุด	370,000 บาท
(11) เครื่องมือสำหรับเจาะเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีต (Coring Test) 1 ชุด	500,000 บาท
(12) ตู้ดูดควัน 2 ชุด	300,000 บาท
(13) ชุดระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็ก 10 ตัว	150,000 บาท

(14) เครื่องแม่ข่ายสำหรับจัดการระบบบัญชีผู้ใช้บริการ 3 เครื่อง	249,000 บาท
(15) ชุดจำลองการเคลื่อนที่ของลิฟท์ 2 ชุด	200,000 บาท
(16) ชุดจำลองการทำงานของปั้มน้ำและถังเก็บน้ำ พร้อม sensors 2 ชุด	200,000 บาท
(17) เครื่องมือทดสอบสปริงลื่น 1 เครื่อง	120,000 บาท
(18) ชุดสาธิตการทำงานระบบคอมมอนเรล (Commonrail System) 1 เครื่อง	280,000 บาท
(19) ชุดมอเตอร์ขนาดเล็กพร้อมระบบ VSD 2 ชุด	200,000 บาท
(20) ชุดเครื่องวิเคราะห์หัวใจสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG) 1 เครื่อง	240,000 บาท
(21) เครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดไฟฟ้าระบบคอมมอนเรล 1 เครื่อง	240,000 บาท
(22) เครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger 1 ชุด	60,000 บาท
(23) เตาเผาอุณหภูมิ 1400 °C (Chamber Furnace) 1 ชุด	766,000 บาท
(24) แผงวงจรกระจายสัญญาณเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์ Main Switch 2 แผง	250,000 บาท

วิทยาเขตภูเก็ต

(1) ดิจิตอลออสซิลอสโคป 10 เครื่อง	650,000 บาท
-----------------------------------	-------------

สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์

(1) เครื่องสร้างสัญญาณเทียบสัญญาณชีพ (Patient Simulator) 1 ชุด	200,000 บาท
--	-------------

5.2 ที่ดิน สิ่งก่อสร้าง 1 ปี 500,000 บาท

(1) ซ่อมแซมรอยรั่วซึมหลังคาโครงเหล็กคานหน้าอาคารสตางค์ มงคลสุข	500,000 บาท
--	-------------

1.2 ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ 90,000 บาท

1. งบประมาณอุดหนุน 90,000 บาท

1.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีไป โอดีเซลจากน้ำมันทอดและน้ำมันปาล์มดิบ สู่ชุมชน(ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล)	40,000 บาท
1.2 การผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้สำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์ (ภาควิชาวิศวกรรมเคมี)	20,000 บาท
1.3 การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา)	30,000 บาท

2. แผนงาน : ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย

2.1 ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี 5,773,300 บาท

1. งบประมาณอุดหนุน 5,773,300 บาท

(1) เงินอุดหนุนทั่วไป 5,721,323 บาท

(ขอปีดเลขกลม 5,721,300 บาท)

1 ระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์เหนี่ยวนำในอุตสาหกรรม	
1.1 ระบบเก็บข้อมูลการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	440,000 บาท
1.2 โมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	440,000 บาท
1.3 เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเฉพาะกิจในอุตสาหกรรม	440,000 บาท
2 การประเมินวัฏจักรชีวิตทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานของการผลิตยางแผ่นรมควัน ในประเทศไทย	228,140 บาท

3	การประเมินประสิทธิภาพการผลิตมีเทนและกลุ่มประชากรจุลินทรีย์จากระบบหมักร่วมของหญ้ากับมูลสุกร	65,450 บาท
4	การวิเคราะห์อิทธิพลของอัตราความเครียดต่อความแข็งแรงของดินเหนียวอ่อนทะเล: กรณีศึกษาดินเหนียวปากพั้ง	200,000 บาท
5	การผลิตไบโอเอทานอลจากเปลือกสับประรดด้วยยีสต์ขุ่นมั้งและการผลิตเชื้อกระดาษจากของเสียในกระบวนการ	220,000 บาท
6	การศึกษาเสถียรภาพและการปรับปรุงเสถียรภาพของคลังคลองอุตะเกา จังหวัดสงขลา	469,328 บาท
7	การออกแบบและพัฒนากระบวนการควบคุมบรรยากาศและคัดขนาดผงโลหะสำหรับเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบใช้หลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมขนาดละเอียดและมีออกซิเจนเจือปนในปริมาณต่ำ	490,000 บาท
8	พลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มเพื่อชุมชน	263,060 บาท
9	การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน	275,765 บาท
10	การผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน	260,840 บาท
11	การผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง	263,060 บาท
12	การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่	220,000 บาท
13	ชุดกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมน้ำยางข้นด้วยคอลัมน์สเปรย์และปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก	470,000 บาท
14	การผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกใหม่	480,680 บาท
15	การสังเคราะห์และศึกษาลักษณะของฟิวเคลือบวัสดุผสมบนฟิวท่อเหล็กกล้าด้วยเทคนิคปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	495,000 บาท
(2) เงินอุดหนุนสำหรับโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ		52,000 บาท
และศูนย์วิจัย		
1	โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	38,000 บาท
2	โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	14,000 บาท

แบบแสดงข้อมูลพื้นฐานของ งาน/โครงการ

	รหัส	ชื่อ
กระทรวง		ศึกษาธิการ
หน่วยงาน		มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แผนงาน		สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

1. ข้อมูลทั่วไปของงาน/โครงการ

(หน่วย : ล้านบาท ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

รหัสบัญชีงาน/ โครงการ	ชื่องาน/โครงการ	ค่าของงบประมาณปี 2557
0102	ผลิตผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)	116.9154

สถานภาพของงาน/โครงการ

ประเภทของงาน/โครงการ



งานเดิม



งานใหม่



พัฒนา



โครงการเดิม



โครงการใหม่



ดำเนินการปกติ

หลักการและเหตุผล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา ตลอดจนดำเนินงานวิจัยและการให้บริการวิชาการแก่ชุมชน และได้ตระหนักที่จะต้องดำเนินการพัฒนาและขยายงานเพิ่มจำนวนรับนักศึกษา เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลด้านความต้องการกำลังคนและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยการขยายการศึกษาระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษาทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก การพัฒนางานวิจัย ขยายการให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชนในท้องถิ่น รักษาคุณภาพงานวิชาการของคณะฯ และการนำไปสู่ความเป็นศูนย์กลางทางวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมภาคใต้เพื่อรองรับโครงการพัฒนาภูมิภาคภาคใต้ นอกจากนี้คณะฯ ยังดำเนินการติดต่อกับต่างประเทศเพื่อความร่วมมือด้านการศึกษาและวิจัยเพื่อยกระดับของสถาบัน ไปสู่ความเป็นสถาบันระดับนานาชาติ

วัตถุประสงค์ของงาน/โครงการ

- เพื่อผลิตบัณฑิตทางวิศวกรรมศาสตร์ให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน ในปริมาณที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด
- ศึกษาค้นคว้าวิจัยทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อแสวงหาเทคโนโลยีที่ทันสมัยอันจะนำไปสู่การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ
- ให้บริการด้านวิศวกรรมศาสตร์แก่ชุมชนในท้องถิ่นภาคใต้

ตัวชี้วัด การบรรลุวัตถุประสงค์	1. ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
	1.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ		
	1.1.1 จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา	คน	890
	- ป.ตรี	คน	725
	- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	80
	- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	75
	- ป.เอก	คน	10
	1.1.2 จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าในแต่ละปี (นศ.ใหม่)	คน	1,167
	- ป.ตรี	คน	779
	- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	250
	- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	90
	- ป.เอก	คน	48
	1.1.3 จำนวนนศ.ที่คงอยู่ (จำนวน นศ.ทั้งหมด)	คน	4,020
	- ป.ตรี	คน	3,200
	- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	330
	- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	380
	- ป.เอก	คน	110
	1.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ		
	1.2.1 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่	ร้อยละ	105
	1.2.2 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกที่ได้รับการตีพิมพ์	ร้อยละ	185
	1.2.3 ร้อยละของนายจ้างมีความพึงพอใจต่อผลการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษาทุกระดับ	ร้อยละ	4.5
	1.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา		
	1.3.1 ร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษายกการศึกษาตามหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด		
	- ระดับปริญญาตรี	ร้อยละ	60
	- ระดับปริญญาโท	ร้อยละ	15
	- ระดับปริญญาเอก	ร้อยละ	10
	1.3.2 ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้งานทำ ศึกษาต่อ หรือประกอบอาชีพอิสระภายในระยะเวลา 1 ปี	ร้อยละ	85

2.ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ			
<u>2.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ</u>			
2.1.1 จำนวนโครงการ/กิจกรรมบริการวิชาการแก่สังคม	โครงการ		3
2.1.2 จำนวนผู้เข้ารับบริการ	คน		100
<u>2.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ</u>			
2.2.1 ร้อยละความพึงพอใจของผู้รับบริการ	ร้อยละ		80
<u>2.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา</u>			
2.3.1 ร้อยละของโครงการ/กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ		100
(ข้อ 2.1-2.3 นับเฉพาะ โครงการจาก งบประมาณแผ่นดิน)			
3.ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี			
<u>3.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ</u>			
3.1.1 จำนวนโครงการวิจัย			
1) จำนวนโครงการวิจัยใหม่	โครงการ		12
2) จำนวนโครงการวิจัยต่อเนื่อง	โครงการ		3
3.1.2 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จ	โครงการ		18
3.1.3 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่	ร้อยละ		45
<u>3.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ</u>			
3.2.1 งานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์	ร้อยละ		25
3.2.2 ผลงานวิชาการที่ได้รับการรับรองคุณภาพ	ร้อยละ		8
<u>3.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา</u>			
3.3.1 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด	ร้อยละ		50

2. เป้าหมายผลผลิตและแผนปฏิบัติงาน

2.1 เป้าหมายผลผลิต

ผลผลิต - คำนวณชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ	งบประมาณ	ประมาณการเป้าหมาย			
		ปี 2555 แผน/ผล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560
1. ผลผลิต: ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)							
1.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
1.1.1 จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา	คน	885/744	885	890	955	955	960
- ป.ตรี	คน	650/567	725	725	780	780	780
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	70/87	70	80	90	90	90
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	105/81	80	75	75	75	80
- ป.เอก	คน	5/9	10	10	10	10	10
1.1.2 จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าใน แต่ละปี (นศ.ใหม่)	คน	1,219/1,020	1,140	1,167	1,179	1,179	1,179
- ป.ตรี	คน	794/762	779	779	789	789	789
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	235/77	200	250	250	250	250
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	140/99	110	90	90	90	90
- ป.เอก	คน	41/14	51	48	50	50	50
1.1.3 จำนวนนศ.ที่คงอยู่ (จำนวน นศ.ทั้งหมด)	คน	4,308/3,589	4,000	4,020	4,120	4,150	4,150
- ป.ตรี	คน	3,438/3,102	3,200	3,200	3,300	3,300	3,300
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	388/273	330	330	350	350	350
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	392/301	380	380	380	380	380
- ป.เอก	คน	90/100	100	110	110	120	120
1.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
1.2.1 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโทที่ได้รับการ ตีพิมพ์หรือเผยแพร่	ร้อยละ	30/104.31	105	105	110	110	115.0
1.2.2 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาเอกที่ได้รับการตีพิมพ์	ร้อยละ	95/183.33	185	185	190	190	195
1.2.3 ร้อยละของนายจ้างมีความ พึงพอใจต่อผลการทำงานของ ผู้สำเร็จการศึกษาทุกระดับ	ร้อยละ	4.2/4.2	4.2	4.5	4.5	4.5	4.5

ผลผลิต - คำนวณชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ ปี 2555 แผน/ผล	งบประมาณ ปี 2556	ประมาณการเป้าหมาย			
				ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560
1.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
1.3.1 ร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษา จบการศึกษาตามหลักสูตรภายใน ระยะเวลาที่กำหนด							
- ระดับปริญญาตรี	ร้อยละ	60/42.6	60	60	65	65	65
- ระดับปริญญาโท	ร้อยละ	25/5.61	15	15	15	20	20
- ระดับปริญญาเอก	ร้อยละ	45/-	10	10	10	15	15
1.3.2 ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปริญญาตรีที่ได้งานทำ ศึกษาต่อ หรือประกอบอาชีพอิสระภายใน ระยะเวลา 1 ปี	ร้อยละ	85/82.14	85	85	85	90	90
2. ผลผลิต:ผลงานการให้บริการวิชาการ (คณะวิศวกรรมศาสตร์)							
2.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
2.1.1 จำนวนโครงการ/กิจกรรม บริการวิชาการแก่สังคม	โครงการ	1/1	2	3	3	3	3
2.1.2 จำนวนผู้เข้ารับบริการ	คน	40/26	60	100	100	100	100
2.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
2.2.1 ร้อยละความพึงพอใจของ ผู้รับบริการ	ร้อยละ	85/80	80	80	85	85	85
2.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
2.3.1 ร้อยละของโครงการ/ กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ	100/100	100	100	100	100	100
3. ผลผลิต:ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)							
3.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
3.1.1 จำนวนโครงการวิจัย							
1) จำนวนโครงการวิจัยใหม่	โครงการ	11/11	11	12	20	20	20
2) จำนวนโครงการวิจัยต่อเนื่อง	โครงการ	6/6	8	3	10	10	10
3.1.2 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้ว เสร็จ	โครงการ	10/18	18	18	20	20	20

ผลผลิต - คำนวณชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ ปี 2555 แผน/ผล	งบประมาณ ปี 2556	ประมาณการเป้าหมาย			
				ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560
3.1.3 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ ที่ได้รับการ ตีพิมพ์หรือเผยแพร่	ร้อยละ	30/44.77	45	45	50	50	55
3.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
3.2.1 งานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์	ร้อยละ	50/22.03	25	25	30	30	50
3.2.2 ผลงานวิชาการที่ได้รับการ รับรองคุณภาพ	ร้อยละ	8/7.49	8	8	10	10	10
3.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
3.3.1 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้ว เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด	ร้อยละ	70/-	50	50	70	70	80

จศ. 12

หมายเหตุ 1. * ผลผลิตปี 2555 ข้อ 1.1.1,1.2 ,3.1.3,3.2 และ 3.3.1 เป็นข้อมูล

จากรายงานประจำปีการประเมินคุณภาพภายนอกประจำปีการศึกษา 2554

แบบสรุปค่าของงบประมาณหมวดเงินเดือน และค่าจ้างประจำ
ปีงบประมาณ 2557

แบบ กผ.5

กระทรวงศึกษาธิการ

กรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลิต/โครงการ: ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

หน่วย: บาท

คณะ/หน่วยงาน	เงินเดือน ขรก.	เงิน ประจำ ตำแหน่ง	ส.พ.ป. ข้าราชการ	เงิน พ.ส.ร. (ข้าราชการ)	ตอบแทน รายเดือน ขรก.	ค่าครองชีพ ขรก. ระดับต้น	1)รวม	ค่าจ้าง ประจำ	เงินเพิ่ม ค่าจ้าง ประจำ	ส.ป.พ. ลูกจ้าง	ค่าตอบแทน ราย เดือนลจ.	ค่าครองชีพ ลจ.	เงิน พ.ส.ร. (ลูกจ้าง)	2)รวม	รวมทั้งสิ้น 1)+2)
วิศวกรรมศาสตร์	69,071,600	8,935,200			9,757,200		87,764,000	6,128,200	367,700					6,495,900	94,259,900

หมายเหตุ

- ใช้จ่ายจริงงบบุคลากร ประจำเดือน ธันวาคม 2555 (ที่วิทยาเขตส่งกองแผนงาน) X12 เดือน
โดยวิทยาเขตหาดใหญ่ ดูได้จากข้อมูลในเวปไซด์ของกองคลังที่ลิงค์ <http://www.finance.psu.ac.th/personnel%20report55-2.htm>
วิทยาเขตอื่นๆ ขอข้อมูลทำงานแผนของวิทยาเขต
- เงินเพิ่มค่าจ้างประจำ ให้ใช้ 6%ของค่าจ้างประจำ
(แนบรายละเอียดเงินประจำตำแหน่ง ตามฟอร์ม กผ.6 ที่แนบ)

ปีงบประมาณ 2557

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1) ลำดับ ที่	(2) ชื่อตำแหน่ง (เงินเดือน)	(3) อัตราเดิม			(4) อัตราใหม่			หมายเหตุ
		อัตรา เงินเดือน	จำนวน อัตรา	จำนวนเงิน ทั้งปี	อัตรา เงินเดือน	จำนวน อัตรา	จำนวนเงิน ทั้งปี	
	รวมทั้งสิ้น		93	8,935,200				
1	เงินประจำตำแหน่ง ประเภทบริหาร (บ.)		8	590,400				
	คณบดี	10,000	1	120,000				
	รองคณบดี	5,600	3	201,600				
	หัวหน้าภาควิชา	5,600	4	268,800				
2	ประเภทวิชาการ		78	8,050,800				
	ผศ.	5,600	25	1,680,000				
	รศ.	9,900	51	6,058,800				
	ศ.	13,000	2	312,000				
3	ประเภทวิชาชีพเฉพาะ(วช.)		7	294,000				
	ชำนาญการ(ช.)หรือเชี่ยวชาญเฉพาะ(ชช.)							
	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	นักวิชาการเงินและบัญชีชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	นักวิชาการพัสดุชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	นักวิชาการศึกษาชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	ช่างเครื่องยนต์ชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				
	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปชำนาญการพิเศษ	3,500	1	42,000				

แบบรายละเอียดค่าของงบประมาณค่าจ้างชั่วคราว ที่จ้างจากเงินงบประมาณแผ่นดิน
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

แบบ กผ.7 (1)

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ลำดับที่	ประเภท-ตำแหน่ง	ค่าขอปีงบประมาณที่ขอตั้ง (2557)				คุณสมบัติของลูกจ้าง	ค่าชี้แจง/เหตุผล
		อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	ระยะเวลาจ้าง (เดือน)	จำนวนเงิน		
	รวมทั้งสิ้น		2		513,320	(ขอปีดเลขกลม 513,300 บาท)	
1	ผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ Prof. Branislav A. Borovac	33,950	1	12	407,400	วุฒิปริญญาเอก Faculty of Technical Sciences University of NoviSAD ประเทศเซอร์เบีย	- ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล 1. เป็นการพัฒนานักศึกษาในการเพิ่มทักษะการฟัง ภาษาอังกฤษ เนื่องจาก Prof. Branislav A. Borovac มีความ เชี่ยวชาญด้านแมคคาทรอนิกส์ จึงมอบหมายให้สอนรายวิชา 217-451 แนะนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ซึ่งนักศึกษาจะได้มีทักษะ ในการฟังภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมในการ ออกไปสู่ตลาดแรงงาน 2. เป็นที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท

ลำดับที่	ประเภท-ตำแหน่ง	ค่าขอปีงบประมาณที่ขอตั้ง (2557)				คุณสมบัติของลูกจ้าง	คำชี้แจง/เหตุผล
		อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	ระยะเวลาจ้าง (เดือน)	จำนวนเงิน		
2	Dr. J.G Bapat	26,480	1	4	105,920	Cement & Concrete	3. เป็นความร่วมมือระหว่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กับ University of NoviSAD ประเทศเซอร์เบีย 4. มอบหมายให้เป็นอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตร นานาชาติ วิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ ระดับปริญญาตรี 5. ในปีงบประมาณ 2555 ได้เชิญมาสอนในวิชา 217-451 แล้ว - ประจำภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ด้วย Dr. J.G Bapat เป็นผู้มีความรู้ความสามารถด้าน คอนกรีตและปูนซีเมนต์ 1.เพื่อช่วยสอนวิชา 238-532 วิชาวัสดุก่อสร้าง 2.เพื่อเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี - โท - เอก 3.เป็นการพัฒนานักศึกษาในการเพิ่มทักษะด้านภาษาอังกฤษ

หมายเหตุ

- ก. อัตราค่าจ้างผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษฯ ให้ใช้บัญชีกำหนดอัตราค่าจ้างตามประกาศทบวงมหาวิทยาลัย เรื่อง การจ้างผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษฯ ลงวันที่ 8 มกราคม 2542
- ข. อัตราค่าจ้างอาจารย์ชาวต่างประเทศและผู้เชี่ยวชาญ ให้ใช้บัญชีโครงสร้างอัตราค่าจ้าง ตามหนังสือ กระทรวงการคลัง ที่ กค 0428/ว40 ลงวันที่ 27 เมษายน 2554

แบบรายละเอียดค่าของงบประมาณหมวดค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ
ปีงบประมาณ 2557

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลิตภัณฑ์/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2555		งบประมาณ	ค่าของงบประมาณ	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่าย เหลือในปี	ปี 2556	ปี 2557	
รวมทั้งสิ้น	7,994,708.00		8,067,800	9,681,400	
ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ	7,994,708.00		8,067,800	9,681,400	คณะฯ ได้บริหารจัดการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตโดยใช้เงินรายได้สมทบ
1. ค่าตอบแทน	2,252,376.21		3,098,000	3,204,700	ในปีงบประมาณ 2555 เป็นเงิน 18.71 ล้านบาท เพิ่มจากปี 2554 ร้อยละ 2.65
1.1 ค่าเช่าบ้าน	31,500.00		42,000	42,000	- เป็นค่าเช่าบ้านของข้าราชการระดับ 7 จำนวน 1 อัตรา x 12 เดือน x 3,500 บาท
1.2 ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ	2,129,058.21		2,556,000	3,067,200	1. เป็นค่าตรวจกระดาษคำตอบระดับปริญญาตรี = 100 วิชา x 66 คน x 5 บาท x 2 ครั้ง = 66,000 บาท และระดับปริญญาโท-เอก = 60 วิชา x 25 คน x 9 บาท x 2 ครั้ง = 27,000 บาท รวมทั้งสิ้น 93,000 บาท
					2. เป็นเงินสมนาคุณอาจารย์จำนวน 46 คน x 2,500 บาท x 8 เดือน = 900,000 บาท
					3. เป็นค่าสอนของอาจารย์ประจำและอาจารย์พิเศษที่มีชั่วโมงสอนเกินเกณฑ์
					ระดับปริญญาตรี = 4,000 ชั่วโมง x 400 บาท = 1,600,000 บาทและ
					ระดับปริญญาโท-เอก = 500 ชั่วโมง x 540 บาท = 270,000 บาท
					รวมทั้งสิ้น 1,870,000 บาท
					4. กรรมการตรวจการจ้างและควบคุมงานที่ดินฯ 1 ปี
					ราชการซ่อมแซมรอยรั่วซึมหลังคาโครงเหล็กด้านหน้าอาคารสตางค์ มงคลสุข

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2555		งบประมาณปี 2556	ค่าของงบประมาณปี 2557	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่ายเหลือในปี			
1.3 เงินตอบแทนพิเศษ	91,818		500,000	95,500	ค่าควบคุมงาน 45 วัน คิด 60% = 27 วัน x ผู้ควบคุมงาน 2 คน ๆ ละ 200 บาท = 10,800 บาท รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 11,850 บาท (ขอปิดเลขกลมเป็น 11,900 บาท) 5. เป็นค่าล่วงเวลาของอาจารย์ ครู ข้าราชการ และลูกจ้างในช่วงที่มีงานเร่งด่วน รวม 172,300 บาท - เพื่อเป็นงบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงินค่าตอบแทนพิเศษของข้าราชการและลูกจ้างประจำ ผู้ได้รับเงินเดือนหรือค่าจ้างถึงขั้นสูงสุดของอันดับหรือตำแหน่ง พ.ศ. 2544
2. ค่าใช้สอย	1,574,180.04		489,200	1,100,000	
2.1 ค่าเบี่ยงเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก และค่าพาหนะ	538,141.64		135,000	303,575	-เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางของข้าราชการและลูกจ้างเพื่อประชุม สัมมนา ฝึกอบรม สอบคัดเลือกและศึกษาต่อ หรือนักศึกษาออกทัศนศึกษาโรงงาน โรงจักร เหมือนแร่ และติดต่อราชการอื่น และเนื่องจากคณะฯ เป็นสถาบันที่ตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาค จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดให้บุคลากรของคณะฯ ได้เดินทางเพื่อเข้ารับการศึกษา ฝึกอบรม ประชุม สัมมนาทางวิชาการต่าง ๆ เพื่อติดตามความก้าวหน้าทางวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ส่วนกลาง เฉลี่ยสำหรับข้าราชการและลูกจ้าง คนละ 1 ครั้ง
2.2 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	256,947.13		128,300	288,483	1. ค่าซ่อมแซมยานพาหนะ รถบัสปรับอากาศ 2 คัน รถไมโครบัส (รถตู้) 4 คัน รถสเตชันแวกอน 2 คัน รถบรรทุกเล็ก 1 คัน รถจักรยานยนต์ 3 คัน 2. ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมครุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานของภาควิชาต่างๆ 3. เป็นค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมสิ่งก่อสร้าง และระบบไฟฟ้าภายใน ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้อยู่ในสภาพดีดั้งเดิม
2.3 ค่าจ้างเหมาบริการและอื่นๆ	779,091.27		225,900	507,942	เป็นค่าจ้างเหมาบริการประเภทต่าง ๆ ได้แก่

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2555		งบประมาณปี 2556	ค่าของงบประมาณปี 2557	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่ายเหลือในปี			
<p>3. ค่าวัสดุ</p> <p>3.3 วัสดุการศึกษา</p>	<p>4,168,151.75</p>	<p>4,480,600</p>	<p>4,480,600</p>	<p>5,376,700</p>	<p>ก. ค่าจ้างเหมาทำความสะอาด ทดแทนงานเดิมที่ลูกจ้างประจำทำอยู่ และเกษียณอายุฯ ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาคารภาควิชาวิศวกรรม (ไฟฟ้า เครื่องกล โยธา อุตสาหกรรม เคมี เหมืองแร่ฯ และคอมพิวเตอร์) - อาคารโรงหล่อ อาคารบรรยายกลาง อาคารศูนย์วิจัยวิศวกรรมศาสตร์ประยุกต์ สิรินคร - อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น 1 และ ชั้น 2 <p>รวมพื้นที่ทั้งสิ้น 23,217.31 ตร.ม. (เฉพาะพื้นที่เดิม)</p> <p>ข. ค่าจ้างเหมาพนักงานเดินหนังสือ</p> <p>ตามนโยบายลดอัตราลูกจ้างประจำโดยใช้วิธีการขยายการจ้างเหมาในการเดินหนังสือ ทดแทนอัตราลูกจ้างประจำที่เกษียณอายุฯ ตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา</p> <p>ค. ค่าจ้างเหมาบริการอื่น ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นค่าจ้างในการเย็บเล่ม เข้าปกหนังสือ ตำราประกอบการสอน - ค่าล้างฟิล์ม ภาพถ่าย และสไลด์ประกอบการสอน - ค่าขนส่ง ค่าธรรมเนียม และเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ <p>- เป็นค่าวัสดุฝึกและค่าใช้จ่ายโครงการนักศึกษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระดับปริญญาตรี 12 สาขาวิชา จำนวนนักศึกษา 3,200 คน 2) ระดับปริญญาโท 13 สาขาวิชา จำนวนนักศึกษา 330 คนและ 3) ระดับปริญญาเอก 9 สาขาวิชา จำนวนนักศึกษา 110 คน

วศ. 20
แบบรายละเอียดค่าของงบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภค
ปีงบประมาณ 2557

แบบ กผ.9

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)			(3)			(4)	(5)			(6)
ประเภท	รายจ่ายจริงปีงบประมาณ 2555 (ณ 30 กันยายน 2555)			งบประมาณปี 2556			หนี้ค้างชำระ สะสมถึงปี งบประมาณ ที่ผ่านมา	งบประมาณปี 2557			คำชี้แจง
	เงิน งบประมาณ	เงินนอก งบประมาณ	รวมเงิน	เงิน งบประมาณ	เงินนอก งบประมาณ	รวมเงิน		เงิน งบประมาณ	เงินนอก งบประมาณ	รวมเงิน	
รวมทั้งสิ้น	*	348,352.07	348,352.07	250,000	140,000	390,000		250,000	350,000	600,000	
- ค่าโทรศัพท์	*	348,352.07	348,352.07	250,000	140,000	390,000		250,000	350,000	600,000	- เพื่อเป็นค่าโทรศัพท์ที่คณะฯ ติดต่อกับราชการ ทั้งส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น หรือบริเวณ จังหวัดใกล้เคียง

หมายเหตุ * มหาวิทยาลัยให้เบิกจ่ายจากเงินรายได้

สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการครุภัณฑ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

(วิทยาเขตหาดใหญ่)

ลำดับ ความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
	ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ		1,850,000			
1	เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace) 1 ชุด	650,000	650,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.24,27
2	เครื่องทดสอบแรงกดจุด (Point Load Test) 1 ชุด	400,000	400,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.25,28
3	กล้องรังวัดพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด	500,000	500,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.25,29
4	โหลดเซลล์ (Load-cell) 1 ชุด	300,000	300,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.26,30
	ครุภัณฑ์สาขาความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมเคมี		800,000			
1	เครื่องสกัดสารแบบ Supercritical Fluid Extraction 1 ชุด		800,000	ภ.เคมี	เพื่อการพัฒนา	วศ.32
	ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย		381,400			
1	เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ 4 เครื่อง		89,900	สนล.	ทดแทน	วศ.33,37
2	ไมโครคอมพิวเตอร์ 5 ชุด	18,000	90,000	สนล.	ทดแทน	วศ.34,39
3	เครื่องปรับอากาศขนาดไม่ต่ำกว่า 30,000 บีทียู 5 ชุด	40,300	201,500	สนล.	ทดแทน	วศ.35,40
	ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์		7,845,000			
1	เครื่องยูวีสเปคโตรมิเตอร์ 1 ชุด	350,000	350,000	ภ.เคมี	ทดแทน	วศ.42
2	ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนสายพานขนาดเล็กพร้อม sensors 10 ชุด	70,000	700,000	ภ.ไฟฟ้า	เพื่อการพัฒนา	วศ.43
3	เครื่องลับดอกกัด enmiil 1 ชุด	25,000	50,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.43
4	ชุดฝึกระบบเบรก A.B.S 1 ชุด	320,000	320,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.44
5	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Rack Server) 1 เครื่อง	150,000	150,000	ภ.คอมพิวเตอร์	ทดแทน	วศ.45

ลำดับ ความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
6	เครื่องควบคุมเครือข่ายไร้สายสมรรถนะสูง 1 เครื่อง	300,000	300,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.49
7	ชุดพัฒนาอุปกรณ์สามารถโปรแกรมได้ขั้น สูง 2 ตัว	100,000	200,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.51
8	ชุดทดสอบสมบัติเชิงกลที่อุณหภูมิสูง สำหรับเครื่อง Instron machine 5582 1 ชุด	1,250,000	1,250,000	ภ.อุตสาหกรรม	เพื่อการพัฒนา	วศ.52
9	เครื่องหาตำแหน่งขนาดเหล็กเสริมใน โครงสร้าง 1 ชุด	400,000	400,000	ภ.โยธา	เพื่อการพัฒนา	วศ.55
10	ชุดฝึกอบรมคุณสมภพ 1 ชุด	370,000	370,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.55
11	เครื่องมือสำหรับเจาะเก็บตัวอย่างแท่ง คอนกรีต (Coring Test) 1 ชุด	500,000	500,000	ภ.โยธา	เพื่อการพัฒนา	วศ.56
12	ตู้คูคควัน 2 ชุด	150,000	300,000	ภ.เคมี	เพื่อการพัฒนา	วศ.57
13	ชุดระบบมองกล้องฝังตัวขนาดเล็กมาก 10 ตัว	15,000	150,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.57
14	เครื่องมือสำหรับจัดการระบบบัญชี ผู้ใช้บริการ 3 เครื่อง	83,000	249,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.58
15	ชุดจำลองการเคลื่อนที่ของลิฟท์ 2 ชุด	100,000	200,000	ภ.ไฟฟ้า	เพื่อการพัฒนา	วศ.59
16	ชุดจำลองการทำงานของปั๊มน้ำและถังเก็บ น้ำ พร้อม sensors 2 ชุด	100,000	200,000	ภ.ไฟฟ้า	เพื่อการพัฒนา	วศ.59
17	เครื่องมือทดสอบสปริงลีน 1 เครื่อง	120,000	120,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.59
18	ชุดบริหารจัดการงานระบบคอมมอนเรล (Commonrail System) 1 เครื่อง	280,000	280,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.60
19	ชุดมอเตอร์ขนาดเล็กพร้อมระบบ VSD 2 ชุด	100,000	200,000	ภ.ไฟฟ้า	เพื่อการพัฒนา	วศ.61
20	ชุดเครื่องวิเคราะห์หัวใจสัญญาณไฟฟ้าของ กล้ามเนื้อ (EMG) 1 เครื่อง	240,000	240,000	ภ.อุตสาหกรรม	เพื่อการพัฒนา	วศ.61
21	เครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดไฟฟ้าระบบ คอมมอนเรล 1 เครื่อง	240,000	240,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.64
22	เครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger 1 ชุด	60,000	60,000	ภ.เครื่องกล	เพื่อการพัฒนา	วศ.68
23	เตาเผาอุณหภูมิ 1400 °C (Chamber Furnace) 1 ชุด	766,000	766,000	ภ.เคมี	เพื่อการพัฒนา	วศ.69

ลำดับ ความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
24	แผงวงจรกระจายสัญญาณเครือข่ายสำหรับ อุปกรณ์ Main Switch 2 แผง วิทยาเขตภูเก็ต ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับ ปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์	125,000	250,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.70
1	ดิจิทัล ออสซิลโลสโคป 10 เครื่อง สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับ ปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์	65,000	650,000	ภ.คอมพิวเตอร์	เพื่อการพัฒนา	วศ.71
1	เครื่องสร้างสัญญาณเทียมสัญญาณชีพ (Patient Simulator) 1 ชุด	200,000	200,000	สำนักงานเลขานุการ	เพื่อการพัฒนา	วศ.72
	รวม		11,726,400			

รายละเอียดค่าของงบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง
ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

1) ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยบัณฑิตศึกษาและบริการวิชาการ

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

1	2	3	4	5	6		7		
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		ค่าจ้าง/เหตุผล	
						ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
1	<p>ค่าครุภัณฑ์</p> <p>เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace)</p> <p>เป็นชุดเตาเผาอุณหภูมิสูง ใช้เตรียมตัวอย่างชิ้นงานเซรามิกส์, โลหะ การปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคของโลหะ (Heat Treatment) สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาได้ สามารถใช้กับอุณหภูมิสูงสุด 1400° C มีโปรแกรมการควบคุมอุณหภูมิ เป็นระดับตามระยะเวลาที่ต้องการ ตั้งเวลาทำงาน เปิด-ปิดได้</p>	1 ชุด	650,000	<p>1,850,000</p> <p>650,000</p>	2 ชุด	-	2 ชุด	<p>ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ MNE 43 999 2 1-1 1 45</p> <p>มีอยู่ทั้งหมด 2 ชุด เสียใช้ไม่ได้ 2 ชุด</p> <p>เพื่อทดแทนเตาเผาอุณหภูมิ ซึ่งเป็นครุภัณฑ์ปี 2540 ตัวที่เสีย เนื่องจากใช้งานมานาน ผนังเตาเสื่อมสภาพ</p> <p>มีความจำเป็นในการเรียนการสอน และ โครงงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี และการวิจัย</p> <p>ระดับปริญญาโท-เอก</p> <p>วิชา 235-330 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์</p> <p>วิชา 237-202 ปฏิบัติการวิศวกรรมวัสดุ 2</p> <p>วิชา 237-371 โครงงานวิศวกรรมวัสดุ</p> <p>วิชา 238-790-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท</p> <p>วิชา 238-990-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาเอก</p> <p>จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 120 คน, นักศึกษาปริญญาโท-เอก 45 คน</p>	

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
2	<p>เครื่องทดสอบแรงกดจุด (Point Load Test)</p> <p>เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบหาค่าความแข็งของวัสดุประเภทหิน สามารถใช้ทดสอบทั้งในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบกำลัง Strength ของหินได้ทั้งในภาคสนาม และห้องทดลอง ทดสอบกับขนาดของก้อนตัวอย่างหินกว้างได้ถึง 102 มม. เป็นระบบปั๊มไฮดรอลิกเป็นแบบ Manual มีสเกลวัดระยะอ่านละเอียด 1 มม. มีโครงเหล็กยึดจับตัวอย่างเป็นเนื้อโลหะเดียวกัน มีกรอบโลหะกันเศษวัสดุกระเด็นออกมา</p>	1 ชุด	400,000	400,000	1 ชุด	-	1 ชุด	<p>ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ MNE 58 999 1 1-1 2 43</p> <p>ใช้ในงานทดสอบทดสอบสมบัติเชิงกลตัวอย่างของหิน สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาโท-เอก และใช้สำหรับการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี โท และเอก ในงานวิจัย เพื่อความเป็นเลิศ เครื่องมือชนิดนี้ใช้ในการเรียนการสอน รายวิชาต่อไปนี้</p> <p>วิชา 235-211 แร่และหิน วิชา 235-200 หลักการธรณีวิศวกรรม วิชา 235-402 ธรณีเทคนิค วิชา 235-403 กลศาสตร์ของหินที่ใช้ในการออกแบบเหมืองแร่ วิชา 235-371 โครงการวิศวกรรมเหมืองแร่ วิชา 238-890-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโทและเอก วิชา 238-990-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาเอก จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 50 คน นักศึกษาปริญญาโท-เอก 35 คน</p>
3	<p>กล้องรังวัดพร้อมอุปกรณ์</p> <p>ชุดเครื่องมือวัดประกอบด้วยกล้องรังวัด ชนิด total station มีระบบ mirrorless/prismless มีความแม่นยำในการวัดมุมถึงระดับน้อยกว่า</p>	1 ชุด	500,000	500,000	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	<p>ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ MNE 6/2540</p> <p>เดิมมี 2 ชุด ใช้การได้ดีสภาพปกติ 1 ชุดเสีย 1 ชุด เพื่อทดแทนเครื่องชำรุดตัวอย่าง ซึ่งเป็นครุภัณฑ์ปี 2540 ใช้งานมานานมากกว่า 10 ปี</p>

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้การไม่ได้	
	3 ฟิลิปดา พร้อมเป้าสะท้อน 2 เป้า ขาดตั้งกล้อง 1 ชุด พร้อมชุดฐาน prism 1 ชุด มี 2 หน้าจอ แบตเตอรี่ใช้งานได้นานถึง 15 ชั่วโมง วัดระยะสูงสุด มากกว่า 3000 เมตร มีหน่วยความจำแยก พร้อมวิทยากรฝึกอบรมการใช้ อุปกรณ์ รับประกันอย่างน้อย 1 ปี					สภาพทรุดโทรมมาก ใช้การไม่ได้ ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี โครงการนักศึกษา และการวิจัยระดับปริญญาโท วิชา 235-201 การทำเหมืองบนดิน วิชา 235-301 การสำรวจในงานเหมืองแร่ วิชา 235-400 การวางแผนและออกแบบเหมืองแร่ วิชา 235-600 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 120 คน, นักศึกษาปริญญาโท-เอก 45 คน		
4	โหลดเซลล์ (Load Cell) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าของแรง ในช่วงหนึ่งแสนนิวตัน (H100 ks) สามารถใช้วัดได้ทั้งแบบแรงกดและแรงดึง มีเครื่องแสดงค่าแรงเป็นตัวเลข และประกอบเข้ากับเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ได้	1 ชุด	300,000	300,000	1 ชุด	-	1 ชุด	ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ MNE 58 999 1 1- 1 4 42 ใช้ในงานทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาโท-เอก และใช้สำหรับการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี การเรียนการสอนที่ต้องใช้ เครื่องมือชนิดนี้ได้แก่ วิชา 237-201 ปฏิบัติการวิศวกรรมวัสดุ 1 วิชา 237-301 ปฏิบัติการวิศวกรรมวัสดุ 2 วิชา 237-221 พฤติกรรมเชิงกลของวัสดุ วิชา 237-371 โครงการวิศวกรรมวัสดุ วิชา 238-890-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท วิชา 238-990-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาเอก จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 50 คน นักศึกษาปริญญาโท-เอก 35 คน

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาเพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

1. ชื่อครุภัณฑ์ เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace) 1 ชุด วงเงิน 650,000.-บาท

2. ประโยชน์การใช้งาน

เพื่อใช้วัดค่าของแรงในการทดสอบวัสดุ

3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือ

สอดคล้องกับแผนการพัฒนาคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)

การเรียนการสอนและเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความเป็นเลิศด้านการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในการวิจัยด้านวิศวกรรม
วัสดุ และเหมืองแร่ (กลุ่มวิจัย เซรามิกส์ วัสดุเซกิล โลหะและโลหะผง สถานีวิจัยวิศวกรรมวัสดุ)

4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ. ในหน่วยงานใดบ้าง -

5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2556	2557	2558	2559	2560
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร Proceeding	1	1	1	1	1
วิทยานิพนธ์	-	1	1	1	1
บริการวิชาการ	-	10	10	10	-

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้ -

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้น	หมายเหตุ
-	-	-	-	-

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุด โครงการ	หมายเหตุ
-	-	-	-	-

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาเพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

1. ชื่อครุภัณฑ์ เครื่องทดสอบแรงกดจุด (Point Load Test) 1 ชุด วงเงิน 400,000.-บาท

2. ประโยชน์การใช้งาน

เพื่อใช้วัดค่าของแรงดึงทางอ้อมและแปลงค่าเป็นกำลังอัด

(Transmitted Electron Microscope, TEM)

3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือ

สอดคล้องกับแผนการพัฒนาของคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)

เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความเป็นเลิศด้านการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในการวิจัยด้านวิศวกรรมเหมืองแร่และภัยพิบัติ
ธรรมชาติ (หน่วยธรณีเทคนิคและนวัตกรรมวัสดุ)

4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ. ในหน่วยงานใดบ้าง ไม่มี

5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2556	2557	2558	2559	2560
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	-	1	1	1	1
Proceeding	-	2	2	2	2
โครงการงาน/วิทยานิพนธ์	-	2	2	2	2
บริการวิชาการ	-	1	2	2	2

วศ.28

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้น	หมายเหตุ
1. การวิเคราะห์ภัยพิบัติดินถล่มที่ อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช	มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์	10,000	2554	ปิดโครงการ
2. จีโอพอลิเมอร์ มอดาร์ที่ทำจากอิฐดินเผา	มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์	10,000	2554-2555	เริ่มโครงการ 1 ต.ค 2554

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

ไม่มี

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาเพื่อการศึกษา บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

1. ชื่อครุภัณฑ์ ก่อสร้างวัดพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด วงเงิน 500,000.-บาท
2. ประโยชน์การใช้งาน
 เพื่อใช้วัดมุมและระยะทางในการทำรังวัด
3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือสอดคล้องกับแผนการพัฒนาของคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)
 เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านการเรียนการสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และบริการวิชาการด้านการทำแผนผัง และแผนที่ในการทำเหมืองหินและเหมืองแร่
4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ.ในหน่วยงานใดบ้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2556	2557	2558	2559	2560
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	-	-	-	-	-
Proceeding	-	-	-	-	-
วิทยานิพนธ์	2	2	2	2	2
บริการวิชาการ	5	5	5	5	5

วศ.29

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว ไม่มี

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด	หมายเหตุ
เทคนิคการระเบิดที่ลดแรงสั่นสะเทือน	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	1,000,000	ต.ค.55-ก.ย.57	-

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาเพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

1. ชื่อครุภัณฑ์ โหลดเซลล์ (Load Cell) วงเงิน 300,000.-บาท

2. ประโยชน์การใช้งาน

เพื่อใช้วัดค่าของแรงในการทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ

เป็นต้น

3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือ

สอดคล้องกับแผนการพัฒนาคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)

เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความเป็นเลิศด้านการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในการวิจัยด้านวิศวกรรมวัสดุ (กลุ่มวิจัย โลหะและโลหะผง สถาบันวิจัยวิศวกรรมวัสดุ)

4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ. ในหน่วยงานใดบ้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2556	2557	2558	2559	2560
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	1	1	1	1	1
Proceeding	1	1	1	1	1
วิทยานิพนธ์	-	1	1	1	1
บริการวิชาการ	-	-	-	-	-

วศ.30

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้น	หมายเหตุ
1. การศึกษาสมบัติการคืบโลหะกึ่งของแข็งที่ผลิตโดยวิธี GISS	มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ	2,332,640.00	2554-2556	เริ่มโครงการ 1 ต.ค 2554
2. การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีการอะตอมไมเซชัน โดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง เพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว	งบประมาณแผ่นดิน	1,000,000.00	2554-2555	เริ่มโครงการ 1 ต.ค 2554

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุด โครงการ	หมายเหตุ
1. การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุม บรรยากาศ และคัดขนาดผงโลหะ สำหรับ เครื่องอะตอมไมเซอร์แบบใช้หลักการ หมุนเหวี่ยง เพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะ บีดกรีไรต์สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ขนาดละเอียด และมีออกซิเจนเจือปนใน ปริมาณต่ำ	งบประมาณ แผ่นดิน	990,000.00	2557-2558	เริ่มโครงการ 1 ต.ค 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

2) ครุภัณฑ์สาขาความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมเคมี

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
1	<p>ค่าครุภัณฑ์</p> <p>เครื่องสกัดสารแบบ Supercritical Fluid Extraction</p> <p>1. เป็นเครื่องสกัดสาร โดยใช้หลักการของ Supercritical Fluid Extraction (SFE) และใช้คาร์บอน ไดออกไซด์เหลวเป็นตัวทำละลาย</p> <p>2. ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติโดยต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ และมีอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเครื่องมือ เช่น สายต่อ ข้อต่อ และ อุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็นครบชุด</p> <p>3. ใช้กับปั้มความดันสูง</p> <p>4. ขนาดไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร</p> <p>5. มีอุปกรณ์ป้องกันความดันย้อนกลับ</p> <p>6. มี Cyclone Separator</p>	1 ชุด	800,000	800,000	1 ชุด			<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ไม่มีมาก่อน</p> <p>ความจำเป็น เนื่องจากในกิจกรรมการเรียนการสอนและวิจัย มีการศึกษาด้านการสกัดสารสำคัญจากสารธรรมชาติกันมากขึ้น เช่น สารแต่งกลิ่นและรส น้ำมันหอมระเหย คาเฟอีน(caffeine) วิตามิน เป็นต้น</p> <p>การสกัดแบบพื้นฐาน (soxhlet extraction) ซึ่งใช้ตัวทำละลาย (solvent) ไม่เหมาะสม และสกัดได้ชิ้นส่วนการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบซูเปอร์คริติคอลลฟลูอิด จะมีคุณสมบัติในการซึมผ่านของแข็ง ได้เหมือนแก๊ส และสามารถละลายสารได้เหมือนของเหลว จึงใช้เป็นสารสกัดได้อย่างดี</p> <p>ใช้กับโครงการนักศึกษา 230-444,230-445 จำนวน 60 คน และวิทยานิพนธ์ จำนวนนักศึกษา 30 คน</p>

รายละเอียดค่าของงบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง
ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

2) ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
	ค่าครุภัณฑ์			381,400				
1	เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์	4 เครื่อง		89,900	30 เครื่อง	24 เครื่อง	6 เครื่อง	
	1. เป็นเครื่องฉายภาพวิดีโอ และคอมพิวเตอร์ชนิด 1 เลนส์	1	23,900	23,900	ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ EN.S 06 999 5(1) 6-2 1 50,			
	2. สามารถรับสัญญาณภาพวิดีโอได้ทั้งระบบ PAL,NTSC	เครื่อง			EN.S 06 999 5(1) 6-3 1 50 และ EN.S 06 999 5(1) 6-5 1 50			
	ปรับเลือกเองอัตโนมัติ	3	22,000	66,000	ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ EN.S 06 999 2 2-2 5 49,EN.S 06 999 5(1) 6-2 1 50,			
	3. ให้ความละเอียดของสัญญาณภาพคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า XGA	เครื่อง			EN.S 06 999 5(1) 6-3 1 50 และ EN.S 06 999 5(1) 6-5 1 50			
	4. ฉายภาพได้ 300 นิ้ว				ทดแทนของเก่าที่กำลังจะเสื่อมสภาพ จัดซื้อมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2549-2550			
	5. ควบคุมการทำงานของเครื่องได้จากรีโมทคอนโทรลชนิด ไร้สาย				- ตามแผนการจัดหาครุภัณฑ์ระยะกลาง ปีงบประมาณ 2556 ได้ตั้งงบประมาณไว้จำนวน 5 เครื่อง แต่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณให้			
	6. แสดงผลการปรับแต่งภาพบนจอภาพ (On Screen Display) ด้วยภาษาไทย หรือภาษาอื่น สามารถปรับความเพี้ยนของภาพได้ไม่ต่ำกว่า 15 องศา				- ปีงบประมาณ 2556 ขอดังเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากเป็นห้องที่มีผู้เรียนจำนวนมาก			
	7. ระบบย่อขยายภาพ (Digital Zoom) ระบบ Digital ด้วยรีโมทควบคุมไร้สาย				- ใช้ในด้านการเรียนการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ในระดับปริญญาตรี โท และปริญญาเอก ใช้กับห้องเรียน R200,S102,S104,และ S201 เป็นการนำสื่อประสมต่างๆ มาใช้สอนให้นักศึกษารู้และมีพัฒนาการที่ใช้เวลาน้อยลงแต่มีผลสูงขึ้นรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง			
	8. มีระบบการปรับความเหลื่อมของจุดภาพ โดยอัตโนมัติ (Auto pixel Alignment)				- ใช้ในการสอนวิชาที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้วยการแสดงผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อฉายออกจอขนาดใหญ่			

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
	<p>10. รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี</p> <p>คุณสมบัติทางเทคนิค</p> <p>ระบบฉายภาพ ระบบ 3 LCD Panel 1 เลนส์ (ระดับ XGA 2500 Ansilumen)</p> <p>ลักษณะของ LCD Panel ขนาด LCD Panel ชนิด Poly-Silicon ขนาดไม่น้อยกว่า 0.6 นิ้ว</p> <p>ลักษณะย่อขยายภาพ ระบบ Digital Zoom ไม่น้อยกว่า 4 เท่า</p> <p>ความสว่างของภาพ ไม่น้อยกว่า 3100 ANSI Lumen</p> <p>การรับสัญญาณ Video in : Composite Video, Phono Type (RCA) 75 โอห์ม S-Video Input A : Analog RGB D-Sub 15 Pin (Female)</p> <p>น้ำหนักของเครื่อง เบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายที่ สะดวกรวดเร็ว</p>				<p>โดยการติดตั้งในห้องบรรยายรวมที่นักศึกษาตั้งแต่ 60 คน ขึ้นไป</p> <p>- ใช้ในห้องเรียนระบบ Virtual Classroom ที่คณะฯ กำหนดให้เป็นวิธีการสอนนักศึกษา ของคณะฯ</p> <p>- ห้องเรียนที่ติดตั้งเครื่องมัลติมีเดียโปรเจกเตอร์ประจำ ทั้งหมด 23 ห้อง ห้องประชุม 4 ห้อง</p>			
2	<p>ไมโครคอมพิวเตอร์</p> <p>- CPU ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.5 GHz</p> <p>- RAM ไม่นต่ำกว่า 1 GB</p> <p>- Hard Disk ไม่นต่ำกว่า 80 Gb</p>	5 ชุด	18,000	90,000	23 ชุด	18 ชุด	5 ชุด	<p>ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ EN.S 13 999 2 1-1 4 47, EN.S 13 022 2 2-1 2 49, EN.S 13 022 2 2-3 2 49, EN.S 13 022 2 1-1 10 49 และ EN.S 13 022 2 2-1 14 49</p> <p>- ทดแทนของเก่าที่กำลังจะเสื่อมสภาพจากการใช้งาน ซึ่งจัดซื้อเมื่อปี พ.ศ. 2549 จำนวน 5 ชุด</p>

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
3	<p>- มี SOUND SYSTEM</p> <p>- มี LAN CARD</p> <p>- จอ LCD 17"</p> <p>เครื่องปรับอากาศขนาดไม่ต่ำกว่า 30,000 บีทียู</p> <p>เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน (Split Type) มีขีดความสามารถทำความเย็นได้เต็มประสิทธิภาพ ไม่ต่ำกว่า 30,000 บีทียู/ชั่วโมง และให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 115 พร้อมค่าติดตั้ง</p>	5 ชุด	40,300	201,500	<p>A403 และ R200</p> <p>33 ชุด</p> <p>ครุภัณฑ์ทดแทน (ห้องเรียน A303) รหัสครุภัณฑ์ 27-22/13/38 และ 27-22/14/38</p>	22 ชุด	11 ชุด	<p>เนื่องจากเป็นเครื่องกลางซึ่งคณาจารย์ใช้สำหรับการเรียนการสอนเป็นประจำ</p> <p>- ใช้สำหรับการสอบโครงงานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี</p> <p>- เกิดปัญหาบ่อยทำให้กระทบการเรียนการสอน เพราะเป็นเครื่องที่ใช้ร่วมกันหลายคน</p> <p>- เฉลี่ยใช้สำหรับการสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 2/2554 คิดเป็น 165 ชม./สัปดาห์และนักศึกษาระดับปริญญาโท 33 ชม./สัปดาห์</p> <p>ใช้ทดแทนของเก่าที่ใช้ประจำห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง ซึ่งมีการติดตั้งพ.ศ. 2538 โดยห้องดังกล่าวใช้ในการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานต่างๆ ของนักศึกษาทุกชั้นปี ปัจจุบันสภาพเครื่องตัวคอยล์ร้อนตัวถังผุ เกิดจากการกัดกร่อนของสนิม มีเสียงดังจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ตัวฟิลล์ระบายความร้อนผุกร่อนเนื่องจากมีอายุการใช้งานยาวนาน ระบายความร้อนได้ไม่ดี ทำให้ประสิทธิภาพความเย็นได้ไม่เต็มที่ ห้องเรียนร้อนอบอ้าว ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนและสิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก</p> <p>ครุภัณฑ์ทดแทน (ห้องเรียน R200)</p> <p>ใช้ทดแทนของเก่าที่ใช้ประจำห้องเรียนอาคารปฏิบัติการเรียนรวม ซึ่งมีการติดตั้งเมื่อปี พ.ศ.2536 มีอายุการใช้งานมายาวนาน 19 ปี สภาพทั่วไปตัวถังผุเกิดจากสนิม แผงระบายความร้อนและท่อสารทำความเย็นผุกร่อน ต้องทำการซ่อมแซมบ่อย คอมเพรสเซอร์เป็นชนิดลูกสูบมีเสียงดังและใช้พลังงานไฟฟ้าสิ้นเปลืองเป็นอย่างมาก</p>

วศ. 36

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้การได้	ใช้การไม่ได้		
					1.เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 2 ชุด ห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง A 303 2.เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 3 ชุด ห้องเรียนอาคารปฏิบัติการเรียนรวม R 200			

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) S201
- ขนาดความจุ S201=150คน
- อัตราการใช้ห้อง 46 ชั่วโมง/สัปดาห์ (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง
 - 1 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง ประเภททดแทน
ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2550 (EN.S 06 999 5(1) 6-5 1 50)
- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ~~หน้า~~หน้าชื่อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)
 - 1 ที่นั่ง จำนวน S201=150 ตัว
 - 2 เครื่องขยายเสียง ขนาด 300 วัตต์
 - 3 กระดานดำหรือไวท์บอร์ด
 - 4 จอรับภาพ ขนาด 80 นิ้ว
 - 5 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
 - 6 Visual Presentation
 - 7 โต๊ะอาจารย์
 - 8 ระบบปรับอากาศ (พัดลม/ เครื่องปรับอากาศ)
 - 9 เครื่องคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์
 - 10 เครื่องบันทึกเสียง
 - 11 ระบบ LAN
 - 12 อื่น ๆ

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) R200,S102,S104
- ขนาดความจุ R200=90 คน,S102=80 คน,S104=80คน
- อัตราการใช้ห้อง 46 ชั่วโมง/สัปดาห์ (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง
 - 1 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ จำนวน 3 เครื่อง ประเภททดแทน
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2549 (EN.S 06 999 2 2-2 5 49)
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2550 (EN.S 06 999 5(1) 6-2 1 50)
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2550 (EN.S 06 999 5(1) 6-4 1 50)

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ~~หน้า~~หน้าชื่อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)
 - 1 ที่นั่ง จำนวน R200=90 ตัว,S102=80ตัว,S104=80 ตัว
 - 2 เครื่องขยายเสียง ขนาด 300 วัตต์
 - 3 กระดานดำหรือไวท์บอร์ด
 - 4 จอรับภาพ ขนาด 80 นิ้ว
 - 5 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
 - 6 Visual Presentation
 - 7 โต๊ะอาจารย์
 - 8 ระบบปรับอากาศ (พัดลม/ เครื่องปรับอากาศ)
 - 9 เครื่องคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์
 - 10 เครื่องบันทึกเสียง
 - 11 ระบบ LAN
 - 12 อื่น ๆ

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) ห้องบรรยายกลาง A300,A301,A302,A303,A305
- ขนาดความจุ A300 = 80 คน, A301 = 60 คน, A302 = 80 คน, A303 = 60 คน และ A305 = 60 คน
- อัตราการใช้ห้อง 46 ชั่วโมง/สัปดาห์ (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

2. ไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ชุด ประเภททดแทน

ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2547 (EN.S 13 999 2 1-1 4 47)

ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2548 (EN.S 13 022 2 4-1 13 48)

ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2548 (EN.S 13 022 2 4-4 13 48)

ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2548 (EN.S 13 022 2 4-2 13 48)

ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2548 (EN.S 13 022 2 4-3 13 48)

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด / หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)

/

1 ที่นั่ง จำนวน A200 = 80 ตัว, A201 = 50 ตัว, A202 =
และ A205 = 50 ตัว

/

2 เครื่องขยาย 300 วัตต์

/

3 กระดานดำหรือไวท์บอร์ด

/

4 จอรับภาพ ขนาด 80 นิ้ว

/

5 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

/

6 Visual Presentation

/

7 โต๊ะอาจารย์

/

8 ระบบปรับอากาศ (พัดลม/เครื่องปรับอากาศ)

/

9 เครื่องคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียโปรเจกเตอร์

/

10 เครื่องบันทึกเสียง

/

11 ระบบ LAN

12 อื่น ๆ

คำขอของงบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) A303
- ขนาดความจุ 50 คน
- อัตราการใช้ห้อง (ชั่วโมง/สัปดาห์) 32 (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง
 - 1 เครื่องปรับอากาศ ขนาดไม่ต่ำกว่า 30,000 BTU จำนวน 2 ชุด ประเภท (ใหม่/ทดแทน)
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2538 (รหัส 27-22/13/38)
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2538 (รหัส 27-22/14/38)
- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ~~หน้า~~หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)
 - 1 / ที่นั่ง จำนวน 80 ตัว
 - 2 / เครื่องขยายเสียง ขนาด 30 วัตต์
 - 3 / กระดานดำหรือไวท์บอร์ด
 - 4 / จอรับภาพ ขนาด 200 นิ้ว
 - 5 / เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
 - 6 / Visual Presentation
 - 7 / โต๊ะอาจารย์
 - 8 / ระบบปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศ)
 - 9 / เครื่องคอมพิวเตอร์และ Data Projector
 - 10 / เครื่องบันทึกเสียง
 - 11 / ระบบ LAN
 - 12 / อื่น ๆ มัลติมีเดียโปรเจ็คเตอร์

คำขอขงบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) R200

- ขนาดความจุ 90 คน
- อัตราการใช้ห้อง (ชั่วโมง/สัปดาห์) 24 (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง
 - 2 เครื่องปรับอากาศ ขนาดไม่ต่ำกว่า 30,000 BTU จำนวน 3 ชุด ประเภท (ใหม่/ทดแทน)
 - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2536 (ไม่มีรหัสครุภัณฑ์)
 - ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ~~หน้า~~ชื่อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)
 - 1 ที่นั่ง จำนวน 330 ตัว
 - 2 เครื่องขยายเสียง ขนาด 300 วัตต์
 - 3 กระดานดำหรือไวท์บอร์ด
 - 4 จอรับภาพ ขนาด ใช้ผนังห้อง
 - 5 เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
 - 6 Visual Presentation
 - 7 โต๊ะอาจารย์
 - 8 ระบบปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศ)
 - 9 เครื่องคอมพิวเตอร์และ Data Projector
 - 10 เครื่องบันทึกเสียง
 - 11 ระบบ LAN
 - 12 อื่น ๆ มัลติมีเดียโปรเจ็คเตอร์

ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

(1) ลำดับ ความ สำคัญ	(2) หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	(3) จำนวน หน่วย	(4) ราคา ต่อหน่วย	(5) รวมเงิน	(6)		(7) คำชี้แจง/เหตุผล
					ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้	
1	ค่าครุภัณฑ์ เครื่องยูวีสเปกโตรมิเตอร์ 1. เป็นเครื่องวัดคลื่นแสงเหนือม่วง (Ultraviolet Ray) และแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible Light) 2. มีแหล่งกำเนิดแสงมี 2 แบบ คือ Deuterium และ Tungsten 3. ส่วนตรวจวัดเป็นdiode array ซึ่งมีจำนวน ไดโอด ไม่น้อยกว่า 1024 element 4. สามารถวิเคราะห์ Quantitative measurement และ Spectrum scan 5.ควบคุมการทำงานของเครื่องและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์	1 ชุด	350,000	7,845,000	1 ชุด	-	-
				350,000			
ครุภัณฑ์ทดแทน รหัสครุภัณฑ์ ChE 47 650 9 5-1 4 43 มี 1 ชุด ซื้อเมื่อปี 2543 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์มีอายุการใช้งานมาก และโปรแกรมที่ใช้มีปัญหาบ่อย การอัปเดตเครื่องคอมพิวเตอร์และ ซอร์ฟแวร์ก็มีราคาแพง การจัดหาใหม่เพิ่มเติม โดยใช้เครื่องมือรุ่นใหม่ๆ จะช่วยเพิ่มทักษะในการใช้เครื่องมือแก่นักศึกษา ใช้กับโครงการงานนักศึกษา 230-444, 230-445 จำนวน 60 คน และวิทยานิพนธ์ จำนวนนักศึกษา 30 คน							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้การไม่ได้		
2	<p>ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนสายพานขนาดเล็กพร้อม</p> <p>-เป็นระบบจำลองการขับเคลื่อนสายพานขนาดเล็กยาว < 0.40 ม.</p> <p>-ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงหรือกระแสสลับ</p> <p>-มี sensors ติดตั้งมาด้วยอย่างน้อย 3 จุด</p>	10 ชุด	70,000	700,000	19 ชุด	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>เป็นครุภัณฑ์ใหม่เพื่อการพัฒนาที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อใช้คู่กับ PLC ในระบบอัตโนมัติ ใช้เพื่อการสอน นศ. ชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ จำนวน 100 คน และสอน นศ. ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อรองรับรายวิชาใหม่ทางด้านระบบอัตโนมัติ และสามารถให้บริการฝึกอบรมให้กับบุคคลทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยขณะนี้ภาควิชาฯ มีความร่วมมือกับ บ. Siemens ซึ่งเป็นผู้นำตลาดและผู้นำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติของโลก โดยบริษัทได้บริจาคอุปกรณ์ PLC hardware และ software มาให้กับภาควิชาฯแล้วเป็นจำนวน 10 ชุด แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ และใช้ประโยชน์ได้น้อย หากได้รับชุดทดลอง (process) ตามที่ต้องการจัดซื้อนี้มาประกอบก็จะทำให้การเรียนการสอนเรื่องเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก</p>
3	<p>เครื่องลับดอกกัด endmill</p> <p>ขนาดดอกเอ็นมิล ประมาณ 3-25 mm.</p> <p>มุม 6, 20, 30 องศา</p> <p>กำลังไฟฟ้า AC 110/ AC220 V, 50/60Hz</p> <p>มอเตอร์ 200W</p>	1 ชุด	50,000	50,000	1 ชุด	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ประจำห้องปฏิบัติการทางช่าง</p> <p>ไม่เคยมีมาก่อน</p> <p>ใช้ในการเรียนการสอน</p> <p>วิชา 216-407 โครงการงาน 1 นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและ</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
4	<p>ความเร็วรอบมอเตอร์ 5,000 RPM น้ำหนัก 17 Kgs.</p> <p>ชุดฝึกอบรมเบรก A.B.S</p> <ol style="list-style-type: none"> เป็นชุดฝึกจำลองการทำงานของระบบเบรก ABS สามารถจำลองการลื่นล้อได้ มีเซนเซอร์และจุดวัดสัญญาณความเร็วล้อ ทั้งสี่ล้อ มีวงจรจำลองความเร็วล้อพร้อมจอแสดงผลแบบดิจิทัล มีเรื่อไมล์แสดงความเร็วรถ และแสดงสภาวะการทำงาน of ระบบเบรก ABS มีเกจ์แสดงความดันน้ำมันเบรกทั้ง 4 ล้อ ติดตั้งระบบเบรกจริง มีชุดคิส์เบรกแสดงการทำงานของระบบเบรก ABS 	1 ชุด	320,000	320,000	1 ชุด	-	-	<p>ภาคการศึกษาละ 80-90 คน</p> <p>วิชา 216-408 โครงการ 2 นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและ</p> <p>ภาคการศึกษาละ 80-90 คน</p> <p>วิชา 216-314 Mechanical Design 1 ภาคการศึกษาละ 70-90 คน</p> <p>วิชา 216-304 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 ภาคการศึกษาละ 30-40 คน</p> <p>ใช้ถึงชิ้นงานทดสอบ Lab Torsion, Tension ในห้อง Materials Testing</p> <p>217-405 โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 1 ภาคการศึกษาละ 30-40 คน</p> <p>217-406 โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 2 ภาคการศึกษาละ 30-40 คน</p> <p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี หลักสูตรปรับปรุง 2553 รายวิชาปฏิบัติการ</p> <p>215-201 เทคโนโลยียานยนต์ 1</p> <p>215-202 เทคโนโลยียานยนต์ 2</p> <p>การศึกษาละ 100 คน</p> <p>และเปิดสอนรายวิชา 215-202 ในภาคการศึกษาที่ 2 จำนวนนักศึกษภาคการศึกษาละ 100 คน</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้งานได้	ใช้การไม่ได้	
5	<p>9. มีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ สกรีนไดอะแกรมการทำงานพร้อมจุดวัด</p> <p>10. มีรีเลย์ควบคุมการทำงานของระบบเบรก</p> <p>11. มีพอร์ตสำหรับต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ปัญหาของระบบเบรก</p> <p>12. แหล่งจ่ายไฟ DC Power Supply</p> <p>13. ชุดตู้มีขนาด 1500 x 1200 mm. (WxH) หน้าโต๊ะขนาด 1500 x 600 mm. ด้านล่างเป็นตู้สไลด์ไม้ปาติเกิ้ลพร้อมกุญแจล็อก</p> <p>14. มีเอกสารประกอบการทดลอง</p> <p>เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Rack Server)</p> <p>- มี CPU Socket สำหรับตระกูล Intel 5600 Series แบบ Quad Core หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 socket พร้อมเสนอ CPU ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.4 GHz จำนวน 1 หน่วย และสามารถขยายเพิ่มเติมได้ในอนาคตไม่น้อยกว่า 2 หน่วย</p> <p>- สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาด 19" มีความสูงไม่มากกว่า 1U</p>	1 เครื่อง	150,000	150,000	2 เครื่อง	2 เครื่อง	-	<p>ครุภัณฑ์ทดแทน ทดแทนของเก่า รหัสครุภัณฑ์ CoE 13 999 1 2-1 6 47 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายสำหรับให้บริการนักศึกษาและรหัสครุภัณฑ์ CoE 13 999 1 2-5 6 47 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องให้บริการดาวน์โหลดไฟล์ผ่านระบบ ftp ของภาควิชาฯ และเป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา 240-209 (Introduction to Control Systems) 241-301 (Computer Engineering Laboratory III), 241-302 (Computer Engineering Laboratory IV)</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	โดยต้องมีอุปกรณ์ Rail Kit พร้อม Cable Management Arm ติดตั้งมาพร้อมเครื่องแม่ข่าย - มีหน่วยความจำแบบ DDR-3 Registered หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 16 GB และสามารถขยายได้ถึง 192 GB เป็นอย่างน้อย - มี Storage แบบ front-accessible, hot-swappable จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Bay ที่รองรับการทำ RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50 and 60 ได้ พร้อม Battery Backup ติดตั้งพร้อม Storage แบบ SATA หรือดีกว่า ขนาด ความจุไม่น้อยกว่า 2TB ที่ 7,200 RPM จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย - มี Optical Drive แบบ 24x CD -R/RW DVD±R /RW read/write optical drive หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย - มี Network Interface ขนาดไม่น้อยกว่า 1Gbps จำนวน 2 connections				จำนวนนักศึกษา 120 คน	241-401 (Computer Engineering Project I) และ 241-402 (computer engineering project II)	จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 120 คน และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอก และงานวิจัย	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<ul style="list-style-type: none"> - รองรับการเชื่อมต่อกับ keyboard, VGA, mouse และ USB ผ่านทางพอร์ต console (Dongle) ได้จากทางด้านหน้า (Front Panel) โดยเป็นยี่ห้อเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและให้มาพร้อมกับการเสนอราคาครั้งนี้ - มีพอร์ต USB อย่างน้อย 2 พอร์ต, Serial อย่างน้อย 1 พอร์ต และ VGA อย่างน้อย 1 พอร์ต - มี slot สำหรับ PCIe แบบ low profile half -length x 8 อย่างต่ำ 1 slots และมี slot สำหรับ full-height half-length x16 อย่างต่ำ 1 slots - มี Out-of-Band Management Interface แบบ 10/100BaseT อย่างน้อย 1 พอร์ต โดยสามารถใช้งานได้เต็มความสามารถโดยไม่ต้องซื้อ License เพิ่ม - มีแหล่งจ่ายไฟที่เป็นแบบ Fully Redundant และ hot-plugable ขนาดไม่น้อยกว่า 650 Watts จำนวน รวมไม่น้อยกว่า 2 หน่วย - มีพัดลมสำหรับระบายความร้อนของเครื่อง แบบ Front-to-back airflow 							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้ดูแลระบบสามารถเข้ามาบริหารและจัดการผ่านทาง IPMI2.0, HTTP, HTTPS, CLI และ XML ได้เป็นอย่างดี - ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการ <u>Rack Server</u> โดยใช้ Remote KVM, Virtual Media (Floppy, USB Flash, CD/DVD, File) และ ปิด/เปิด เครื่องได้ผ่านระบบ Network - สามารถเพิ่มความสามารถพิเศษภายหลัง ในกรณีที่มีการทำงานแบบ Virtualization เมื่อทำงานร่วมกันกับ VMware โดยติดตั้ง Virtual Interface Card ที่ช่วยลดภาระของ CPU ในการจัดการกับ Network Interface บน Vmware ได้ - รองรับมาตรฐาน VN-Link technology , I/O Virtualization ได้เป็นอย่างดี - มีการรับประกันชนิด 24x7 open call to Call center และ 8 x5xNBD hardware on -site service ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี - สามารถเพิ่มความสามารถพิเศษภายหลัง โดยเพิ่ม Network Interface ที่ความเร็วระดับ 10 Gbps ที่ใช้เทคโนโลยี Fiber Channel over Ethernet ได้ 							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
6	<p>- รองรับการใช้งาน UCS Manager โดยการซื้ออุปกรณ์เพิ่มในอนาคต เพื่อควบคุมบริหารเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจากศูนย์กลาง ทั้ง Blade Server และ Rack Server โดยที่ไม่จำเป็นต้องซื้อ license เพิ่มเติม</p> <p>เครื่องควบคุมเครือข่ายไร้สายสมรรถนะสูง</p> <p>- อุปกรณ์ต้องเป็น Appliance ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ Wireless Access Point โดยเฉพาะ</p> <p>- มีพอร์ต Gigabit Ethernet 1000 Base-T อย่างน้อย 2 พอร์ต</p> <p>- สามารถควบคุม Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 12 เครื่อง</p> <p>- สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.11a, 802.11b, IEEE 802.11g และ IEEE 802.11n</p> <p>- สามารถรองรับการทำ VLAN ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ IEEE 802.1D</p> <p>- สามารถเชื่อมต่อกับ Access Point ได้ตาม Lightweight Access Point Protocol (LWAPP)</p> <p>- มีระบบรักษาความปลอดภัยตามมาตรฐาน Wired Equivalent Privacy (WEP), Wi-Fi Protected Access (WPA) และ Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2)</p>	1 เครื่อง	300,000	300,000	1 เครื่อง	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา 240-209 (Introduction to Control Systems) 241-301 (Computer Engineering Laboratory III), 241-302 (Computer Engineering Laboratory IV) จำนวนนักศึกษา 120 คน, 241-401 (Computer Engineering Project I) และ 241-402 (computer engineering project II) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 120 คน และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอก และงานวิจัย</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถเข้ารหัสข้อมูลได้ตามมาตรฐาน WEP, TKIP และ AES - สามารถทำการตรวจสอบผู้ใช้งานตามมาตรฐาน IEEE802.1x ดังต่อไปนี้ LAEP, PEAP, EAP-FAST, EAP-TLS, EAP-TTLS - สามารถทำการตรวจสอบผู้ใช้งานผ่านทาง Web-based ได้ - สามารถเปลี่ยน Channel ของ Access point ได้ตามสภาพแวดล้อม (Dynamic Channel Assignment) - มีระบบตรวจจับการกวนของสัญญาณและสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ (Interference Detection & Avoidance) - สามารถตรวจหาจุดที่ไม่มีสัญญาณและแก้ไขได้โดยอัตโนมัติ (Coverage hole detection & correction) - สามารถตรวจวัดและควบคุมระดับความแรงในการส่งสัญญาณ ของอุปกรณ์ Access Point แต่ละตัวได้ - สามารถกระจายผู้ใช้งานไปยัง Access Point ที่อยู่โดยรอบได้ โดยอัตโนมัติ (Client Load Balancing) - สามารถทำการ Roaming ทั้งในลักษณะ Layer 2 และ Layer 3 ได้ - สามารถทำการตรวจจับ และป้องกัน Access Point แปลกปลอมได้ (Rogue Detection and Containment) - มีระบบตรวจสอบและป้องกันการโจมตีบนเครือข่ายไร้สาย (Wireless Intrusion Prevention) - สามารถป้องกันการโจมตี Management Frame ได้ด้วย 							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
7	<p>Management Frame Protection (MFP)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถควบคุม Quality of Service (QoS) ได้แบบ Bandwidth contract, traffic shaping, RF Utilization เป็นอย่างน้อย - สามารถทำ Access Control List ตาม IP Address, Protocol Type, Port และค่า DSCP ได้ - สามารถตรวจสอบผู้ใช้งานร่วมกับระบบ Radius Server หรือ LDAP Server ภายนอกได้ - สามารถทำงานร่วมกับ Radius Server เพื่อกำหนด Policy ของ VLAN, QoS และ ACL ที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละผู้ใช้งาน หรือกลุ่มผู้ใช้งานได้ (Role-Based Policy) - สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน HTTP, HTTPS, Telnet, SSH และ Console Port ได้ - รองรับการทำงานของ IPv6 อย่างสมบูรณ์ - สามารถบริหารผ่านโปรโตคอล SNMP V1, V2c และ V3 - อุปกรณ์ต้องผ่านมาตรฐานความปลอดภัย FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย <p>ชุดพัฒนาอุปกรณ์สามารถโปรแกรมได้ขั้นสูง</p> <p>- มีอุปกรณ์สามารถโปรแกรมได้ ชนิด เอฟพีจีเอ</p>	2 ตัว	100,000	200,000	10 ตัว	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทางด้านฮาร์ดแวร์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
8	<p>-หน่วยประมวลผลฝังอยู่ใน -มีช่องต่อเชื่อมสัญญาณออกภายนอกเช่น USB, serial</p> <p>ชุดทดสอบสมบัติเชิงกลที่อุณหภูมิสูงสำหรับเครื่อง Instron machine 5582</p> <p>ประกอบด้วย</p> <p>1. อุปกรณ์ตู้ควบคุมอุณหภูมิในการทดสอบพร้อมอุปกรณ์</p> <p>1 3119-506 Environmental Chamber supplied complete with digital temperature controller, observation window, removable wedges, and RS232 interface with cable. Temperature range: Ambient to +350 degC. Internal height:</p>	1	1,250,000	1,250,000	1 ชุด	-	-	<p>คอมพิวเตอร์ และระบบสมองกลฝังตัวที่กำลังขนาดตัวในประเทศ มีเนื้อหาวิชาเรียนทั้งของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ biomed.</p> <p>241-210 (Microprocessor & Assembly Language) จำนวนนักศึกษา 120 คน</p> <p>241-204 (Computer Hardware Laboratory) จำนวนนักศึกษา 120 คน</p> <p>241-307 (Computer Architecture & Organization) จำนวนนักศึกษา 120 คน</p> <p>241-301 (ComputerEngineering Laboratory I) จำนวนนักศึกษา 120 คน</p> <p>241-401,402 (Project I,II) จำนวนนักศึกษา 20 คน</p> <p>241-440 (Computer system design), 241-441 (Logic Circuits Design), 241-443 (Embedded Systems Design) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 40 คน และให้บริการภาควิชาการแพทย์ด้วย</p> <p>นอกจากนี้ยังใช้เป็นครุภัณฑ์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอกได้อีกด้วย</p> <p>ครุภัณฑ์พัฒนา</p> <p>เนื่องด้วยภาควิชาฯ มีเครื่อง Instron machine 5582 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการทำงานสูง ใช้ทั้งในการเรียน</p> <p>ทำงานได้หลากหลายและครอบคลุมการประยุกต์ใช้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบวัสดุที่อุณหภูมิสูง เช่น การทดสอบการคืบ การคลายความเค้น จะช่วยให้สามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมได้กว้างขวางมากขึ้น</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	560 mm (22.0 in), Internal width: 240 mm (9.4 in), Depth: 230 mm (9.0 in) External height: 710 mm (27.9 in), External width: 350 mm (13.7 in), External depth: 590 mm (23.2 in) 1 3119-506A2 Door hinge on left side when viewed 1 3119-506B2 Voltage:200-240 V AC single phase,50/60 Hz. Fitted with blue IEC60309, 16 amp power plug. 1 3119-506D1 English language manuals 1 3119-230 Roller Carriage Brackets for use with 3119 - Chambers. 1 3119-230A1 Chamber Roller Bracket For use with 3119-506 Chambers. 1 3119-230C4 Support Leg - Floor Frames without base extension For use with 558X, floor model systems base extension. Leg height adjustable: 300 to 600 mm. 2. อุปกรณ์วัดแรงดึงแรงกด (load cell 5 KN) 1 2525-805 Static Load Cell: 5 kN (500 kg, 1000 lb) - Of Tension/Compression Type O female fitting (12 mm connection with 6 mm diameter clevis pin).				ปัจจุบันใช้ในรายวิชา 226-301 Advanced manufacturing technology ภาคการศึกษาที่ 1 225-471 Industrial Engineering Project I ภาคการศึกษาที่ 1 226-471 Manufacturing Engineering Project I ภาคการศึกษาที่ 1 225-472 Industrial Engineering Project II ภาคการศึกษาที่ 2 226-472 Manufacturing Engineering Project II ภาคการศึกษาที่ 2 รวมถึงในงานสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ และ คุษฎีนิพนธ์ ของนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอก โดยใช้งานตลอดปี			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<p>3. อุปกรณ์วัดแรงดัดแบบ 3 จุด ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 350 °C</p> <p>1 2810-400 Flexure Fixture, 3-Point Bend, Capacity: 5 kN (1000 lb, 500 kg). ASTM D790 Maximum Span: 194 mm (7.64 in). Minimum Span (4 mm anvil): 4 mm (0.16 in)</p> <p>Minimum Span (10 mm anvil):10 mm (0.39 in)</p> <p>Temperature Range: -100 °C to +350 °C</p> <p>Upper fitting: Type Om (12 mm connection with 6 mm clevis pin). Lower: Type Dm (1.25 in connection with 1/2 in clevis pin). Upper Anvil: 10 mm diameter. Lower anvil</p> <p>supplied, select either 2810-400A1 or 2810-400A2.</p> <p>1 2810-400A1 Lower Support Anvils, diameter: 10 mm. 10 mm minimum span. 1 2810-403 Deflectometer for 2810-400. Requires suitable extensometer (2630-107 or 2630-110). Limits the lower support anvil span to a minimum of 23 mm (0.9") plus the anvil diameter.</p> <p>4. Strain gage extensometer ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 350 °C</p> <p>1 3119-302 Upper Pullrod, Type Dm to Df (1.25 in</p>							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
9	<p>connection with 1/2 in clevis pin). Capacity: 100 kN (10,000 kgf, 22,500 lbf). Effective length: 304 mm (12 in). Diameter: 60 mm (2.4 in) Chamber filler plug not used. Checknut included. 1 3119-311 Lower Pullrod, Type Dm (1.25 in connection with 1/2 in clevis pin) to Pneumatic Connection. Capacity: 10 kN (1,000 kgf, 2,250 lbf) Effective length: 160 mm (6.3 in). Diameter: 31.7 mm (1.25 in) Chamber convection shield, and checknut included.</p> <p>เครื่องหาตำแหน่งขนาดเหล็กเสริมในโครงสร้าง</p> <p>เครื่องมือสำหรับตรวจสอบหาตำแหน่งเหล็กเสริมภายในคอนกรีต และสามารถตรวจสอบขนาดของเหล็กเสริมภายในคอนกรีต จอแสดงผล LCD บันทึกผลการทดสอบได้ 1,000 ค่า และสามารถโอนถ่ายผลการทดสอบไปยังคอมพิวเตอร์ได้</p>	1 ชุด	400,000	400,000	1 ชุด	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา ใช้งานในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโครงสร้าง ใช้สอนในวิชา 221-382 โดยมีนักศึกษาประมาณ 60 คน/ภาคการศึกษา ใช้ในวิชาโครงงานและในวิชาวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา</p>
10	<p>ชุดฝึกอบรมคุณมนิรักษ</p> <p>1. เป็นชุดสาริตเพื่อให้เห็นการทำงานของคุณมนิรักษ</p>	1 ชุด	370,000	370,000	1 ชุด	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี หลักสูตรปรับปรุง. 2553 รายวิชาปฏิบัติการ</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
11	<p>2. มีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ สกรีนไดอะแกรมการทำงานพร้อมจุดวัด</p> <p>3. มีเรือนไมล์แสดงการทำงานของ AIR BAG และ BELT</p> <p>4. แสดงการทำงานของถุงลมนิรภัยได้จริงที่ตำแหน่ง AIR BAG โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงานของถุงลมนิรภัยกับสายสวิตช์ควบคุมยาว 5 เมตร</p> <p>5. ติดตั้งพวงมาลัยพร้อมถุงลมนิรภัยบรรจุภายใน</p> <p>6. ถุงลมนิรภัยเมื่อปล่อยลมแล้วสามารถพับเก็บได้ด้วยมือ</p> <p>7. มีสวิตช์จำลองการทำงานของ SEAT BELT</p> <p>8. ชุดสาธิตมีขนาด 1200X711X200MM. (WXHXD) หน้าโต๊ะขนาด 1500X600 mm.ด้านล่างเป็นตู้สไลด์ไม้ปา</p> <p>8. มีคู่มือการใช้งาน</p> <p>เครื่องมือสำหรับเจาะเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีต (Coring Test)</p> <p>เป็นเครื่องมือซึ่งสามารถเจาะชิ้นส่วนคอนกรีตได้หลายขนาด</p>	1	500,000	500,000	<p>215-201 เทคโนโลยียานยนต์ 1</p> <p>215-202 เทคโนโลยียานยนต์ 2</p> <p>โดยในปีการศึกษา 2554 ภาควิชาฯ ได้เปิดสอนรายวิชา 215-201 ในภาคการศึกษาที่ 1 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน และเปิดสอนรายวิชา 215-202 ในภาคการศึกษาที่ 2 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน</p>	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ใช้สำหรับการเรียนการสอนวิชา 220-311 Reinforced Concrete Design 1</p> <p>หัวข้อพิเศษทางวิศวกรรมโยธาโครงสร้างและการซ่อมแซมคอนกรีต ประมาณ</p>		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
12	<p>และควมลึกที่ระยะต่าง ๆ กัน โดยแบ่งตัวอย่างจากการเจาะเก็บ จะถูกนำมาทดสอบหากำลังอัดในห้องปฏิบัติการในภายหลัง</p> <p>ผู้ดูแลวัน</p> <p>1. ขนาด 1 x 1.5 เมตร</p> <p>2. สามารถดูควมหรือไอของสารได้ดี</p> <p>3. ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์</p>	2 ชุด	150,000	300,000	6 ชุด	2 ชุด	-	<p>สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โท และ เอก จำนวน 60 คนต่อปี ใช้ในโครงการนักศึกษาชั้นปีที่ 4 และวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา (โท และ เอก) ซึ่งมีความถี่ในการใช้ประมาณ 3 ครั้งต่อสัปดาห์</p> <p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา เดิมมี 2 ชุด จัดซื้อเมื่อปี 2538 มอเตอร์สำหรับขับเคลื่อน โบเวอร์ ชาร์จ ต้องจัดหาใหม่ มาซ่อม ขณะนี้ไม่มีเพียงพอกับการใช้งาน อนึ่ง อุปกรณ์ดังกล่าวมีอยู่เพียงชุดเดียว ในขณะที่นักศึกษากระจายไปทำงานในโซนอื่นของภาควิชาฯ การจัดซื้อเพิ่มเติมนี้ เพื่อไปติดตั้งในจุดที่จำเป็น ซึ่งยังไม่มี ใช้กับโครงการนักศึกษา 230-444,230-445 นักศึกษา จำนวน 60 คน และวิทยานิพนธ์ จำนวน 30 คน</p>
13	<p>ชุดระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็กมาก</p> <p>-มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex-A8 ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 720 MHz</p> <p>-มีหน่วยความจำชนิด RAM 512 MB</p> <p>-มีช่องต่อเชื่อมต่อสัญญาณออกภายนอกเช่น USB, ethernet</p> <p>-สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายได้แบบไร้สาย 802.11g และ Bluetooth</p> <p>-มีจอ touch screen ขนาด 4.3 นิ้ว</p> <p>-มีขนาดของบอร์ดประมวลผลไม่เกิน 6x2x4.5 ซม.</p>	10 ตัว	15,000	150,000	20 ตัว	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทางด้านฮาร์ดแวร์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และระบบสมองกลฝังตัวที่กำลังขยายตัวในประเทศ มีเนื้อหาวิชาเรียนทั้งของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 242- 309 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการเชื่อมต่อ จำนวน นักศึกษา 120 คน 242-307 สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์และระบบ จำนวนนักศึกษา 120 คน 242-401,402 (Project I,II) จำนวนนักศึกษา 20 คน 242-340 การออกแบบวงจรรวมขนาดใหญ่มาก จำนวนนักศึกษา 20 คน</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
ใช้การได้	ใช้การไม่ได้							
14	<p>- มีหน่วยความจำแบบ SD การ์ดขนาด 8 GB</p> <p>เครื่องแม่ข่ายสำหรับจัดการระบบบัญชีผู้ใช้บริการ</p> <p>- มีหน่วยประมวลผลกลางที่มีความสามารถไม่ต่ำกว่า Quad-Core Intel Core i7 2.0 GHz with 6MB on-chip shared L3 cache</p> <p>- มีหน่วยความจำชนิด 1333 MHz DDR3 หรือดีกว่าอย่างน้อย 8 GB</p> <p>- มีหน่วยเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive ขนาดความจุอย่างน้อย 256 GB จำนวนอย่างน้อย 2 หน่วย</p> <p>- มีหน่วยควบคุมการแสดงผลที่มีความสามารถไม่ต่ำกว่า Intel HD Graphics 3000 with 384MB of DDR3 shared with main memory</p> <p>- มีช่องต่อสัญญาณภาพแบบ Thunderbolt และ HDMI พร้อมสายแปลงสัญญาณภาพเพื่อเชื่อมต่อกับจอภาพแบบ DVI และ VGA</p> <p>- มีช่องเชื่อมต่อแบบ FireWire 800 จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง</p> <p>ช่องเชื่อมต่อ USB 2.0 อย่างน้อย 4 ช่อง</p> <p>- มีช่องเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ 10/100/1000BASE-T อย่างน้อย 1 ช่อง</p> <p>- สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi แบบ 802.11a/b/g/n ได้</p>	3 เครื่อง	83,000	249,000	242-341 การออกแบบระบบฝังตัว จำนวนนักศึกษา 20 คน 242-440 ระบบปฏิบัติการเวลาจริง จำนวนนักศึกษา 20 คน นอกจากนี้ยังใช้เป็นครุภัณฑ์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอกได้อีกด้วย	3 เครื่อง ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา	- - เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา 240-209 (Introduction to Control Systems) 241-301 (Computer Engineering Laboratory III), 241-302 (Computer Engineering Laboratory IV) จำนวนนักศึกษา 120 คน, 241-401 (Computer Engineering Project I) และ 241-402 (computer engineering project II) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 120 คน และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอกและงานวิจัย	

(1) ลำดับ ความ สำคัญ	(2) หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	(3) จำนวน หน่วย	(4) ราคา ต่อหน่วย	(5) รวมเงิน	(6)			(7) คำชี้แจง/เหตุผล
					ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		
						ใช้ได้	ใช้การไม่ได้	
15	<p>- สามารถเชื่อมต่อ Bluetooth 4.0 หรือดีกว่าได้</p> <p>- มีระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องแม่ข่ายที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง</p> <p>- รับประกันอย่างน้อย 3 ปี</p> <p>ชุดจำลองการเคลื่อนที่ของลิฟท์</p>	2	100,000	200,000	2 ชุด	-	-	
16	<p>-เป็นระบบจำลองการขับเคลื่อนของลิฟต์ขนาดไม่น้อยกว่า 3 ชั้น ที่มีความสูง < 0.60 ม.</p> <p>- ขับด้วยมอเตอร์กระแสตรงหรือกระแสสลับ</p> <p>- มี sensors และสวิตช์ปุ่มกดทุกชั้นที่ทำงานได้เหมือนจริง</p> <p>ชุดจำลองการทำงานของปั๊มน้ำและถังเก็บน้ำ พร้อม sensors</p> <p>- มีถังเก็บน้ำขนาดประมาณ 2 ลิตร ที่มีสเกลวัดระดับน้ำ พร้อม sensor วัดระดับน้ำชนิด analog/digital</p> <p>- มีปั๊มน้ำขนาดเล็กที่ใช้อมอเตอร์กระแสตรงหรือกระแสสลับ พร้อมวงจรขับที่สามารถเชื่อมต่อกับ PLC ได้</p>	2	100,000	200,000	2 ชุด	-	-	
17	เครื่องมือทดสอบสปริงลิน	1	120,000	120,000	1 เครื่อง	-	-	

ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา
เป็นครุภัณฑ์ใหม่เพื่อการพัฒนาที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อใช้คู่กับระบบ PLC ในการสอนสอน นศ. ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อรองรับรายวิชาใหม่ทางด้านระบบอัตโนมัติ และรองรับการทำโครงการของ นศ. ที่มีแนวโน้มที่ นศ. จะเลือกทำโครงการทางด้านนี้มากขึ้น เป็นอย่างมาก และสามารถใช้อุปกรณ์ฝึกอบรมให้กับบุคคลทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม

ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา
เป็นครุภัณฑ์ใหม่เพื่อการพัฒนาที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อใช้คู่กับระบบ PLC ในการสอนสอน นศ. ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อรองรับรายวิชาใหม่ทางด้านระบบอัตโนมัติ และรองรับการทำโครงการของ นศ. ที่มีแนวโน้มที่ นศ. จะเลือกทำโครงการทางด้านนี้มากขึ้น เป็นอย่างมาก และสามารถใช้อุปกรณ์ฝึกอบรมให้กับบุคคลทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้การไม่ได้	
18	<p>ชุดบริหารจัดการทำงานระบบคอมมอนเรล (Common rail System)</p> <p>1. ความโตสปริงสูงสุดที่ทดสอบได้ 80 mm</p> <p>2. ความยาวสปริงสูงสุดที่ทดสอบได้ 210 mm</p> <p>3. แรงกดสปริงสูงสุด 120 kg</p> <p>4. ความละเอียด 1 kg</p> <p>5. มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด</p> <p>6. บริษัทฯ รับประกันสินค้า 1 ปี</p>	<p>เครื่อง</p> <p>1</p> <p>เครื่อง</p>	<p>280,000</p>	<p>280,000</p>	<p>1 เครื่อง</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>วิชา 215-314 Mechanical Design 1 ภาคการศึกษาละ 70-90 คน</p> <p>217-405 โครงการวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 1 ภาคการศึกษาละ 30-40 คน</p> <p>217-406 โครงการวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 2 ภาคการศึกษาละ 30-40 คน</p> <p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี หลักสูตรปรับปรุง 2553 รายวิชาปฏิบัติการ</p> <p>215-201 เทคโนโลยียานยนต์ 1</p> <p>215-202 เทคโนโลยียานยนต์ 2</p> <p>โดยในปีการศึกษา 2554 ภาควิชาฯ ได้เปิดสอนรายวิชา 215-201 ในภาคการศึกษาที่ 1 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้การไม่ได้		
19	<p>5. มีชุดเครื่องมือไม่แสดงผลรอบความเร็วในการทำงานของระบบคอมมอนเรล</p> <p>6. มีเกอวิตแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบแรงดันต่ำ</p> <p>7. มีเกอวิตแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบแรงดันสูงของปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบคอมมอนเรล</p> <p>ชุดมอเตอร์ขนาดเล็กพร้อมระบบ VSD</p> <p>-เป็นชุด ac drive ที่ใช้ มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดเล็ก</p> <p>-มีระบบขับ VSD ที่สามารถเชื่อมต่อสั่งงานผ่าน PLC ได้ ผ่านทาง interface มาตรฐาน</p> <p>-มีอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็ว</p>	2 ชุด	100,000	200,000	2 ชุด	-	-	<p>และเปิดสอนรายวิชา 215-202 ในภาคการศึกษาที่ 2 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน</p> <p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>เป็นครุภัณฑ์ใหม่เพื่อการพัฒนาที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อใช้คู่กับระบบ PLC ในการสอนสอน นศ. ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อรองรับรายวิชาใหม่ทางด้านระบบอัตโนมัติ และรองรับการทำโครงการของ นศ. ที่มีแนวโน้มที่ นศ. จะเลือกทำโครงการทางด้านนี้มากขึ้น เป็นอย่างมาก และสามารถใช้อุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมให้กับบุคคลทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม</p>
20	<p>ชุดเครื่องวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG)</p> <p>รายละเอียด</p> <p>1. เป็นเครื่อง ฝึกกำลังกล้ามเนื้อประสาทรับรู้ น้ำหนักเบา พกพาสะดวก</p> <p>ได้ 2 ช่องสัญญาณ สำหรับ Stand-alone mode และ</p> <p>วิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหรือสัญญาณอนาล็อกอื่นๆ ได้ 4 ช่องสัญญาณ สำหรับ PC mode</p>	1 เครื่อง	240,000	240,000	1 เครื่อง	-	-	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		ค่าชี้แจง/เหตุผล
	<p>3. Hardware filter ทุกช่องมี Low pass filter 500 Hz</p> <p>4. ช่องสัญญาณ EMG มี Baseline noise ไม่เกิน 1 ไมโครโวลท์ RMS, มี base gain ไม่น้อยกว่า 500</p> <p>5. หน้าจอเครื่องเป็นหน้าจอสี TFT แสดง mode การใช้งาน ,Threshold Scale, สถานะแบตเตอรี่และสถานะการเชื่อมต่อ</p> <p>6. ตัวเครื่องมีลำโพงและช่องสำหรับต่อหูฟัง</p> <p>7. สามารถแสดงผล (Feedback) ได้ทั้งแบบภาพและเสียง</p> <p>8. สามารถแสดงกราฟได้ทั้งแบบกราฟแท่งและกราฟเส้น</p> <p>9. มีแบบแผนการฝึกให้เลือก 3 แบบดังนี้ Continuous , Work /Rest และ Template (Angle/Inclinometer) อุปกรณ์วัดแรง หรือแรงกด (Force, Pressure) หรือ Foot switch เป็นต้น</p> <p>11. ใช้พลังงานแบตเตอรี่ สามารถใช้งานติดต่อกันได้ประมาณ 8 ชั่วโมง พร้อมมีที่ประจุแบตเตอรี่</p> <p>12. ตัวเครื่องสามารถบันทึกสัญญาณเข้าฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ผ่านเทคโนโลยี Bluetooth ในระยะทางประมาณ 20 เมตร โดยแสดงผลเป็นแบบ Real time</p>				<p>ของร่างกายมนุษย์ และศึกษาท่าทางการทำงานการออกแรงของกล้ามเนื้อที่ถูกต้องเพื่อลดการบาดเจ็บรวมถึงความเมื่อยล้าจากการทำงาน แต่การเรียนการสอน และงานวิจัยทางด้านกายศาสตร์</p> <p>ของภาควิชา ยังขาดเครื่องมือที่ช่วยชี้วัดถึงค่าการออกแรง และค่าความเมื่อยล้า ดังนั้น จากเครื่องมือ</p> <p>ดังกล่าวจะสามารถชี้วัด ค่าการออกแรงของกล้ามเนื้อ และค่าความเมื่อยล้า จากสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เครื่องมือดังกล่าว จึงมีความจำเป็นในงานวิจัยทางกายศาสตร์</p> <p>โดยเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานทั้งใน ภาควิชาอุตสาหกรรมเช่น</p> <p>อุตสาหกรรมอาหารทะเล อุตสาหกรรมไม้ยางพารา ที่เป็นอุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ภาคใต้ องค์กรอื่นๆ</p>			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้ได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<p>13. มีโปรแกรมวิเคราะห์ (Myoresearch) ทำงานบนระบบ Window</p> <p>13.1 สามารถเลือกซ็อกเก็ตน้ำเนื้อที่จะทำการวัดสัญญาณได้ จากแผนภูมิโครงสร้างจากตัวโปรแกรมโดยตรง</p> <p>13.2 สามารถทำ Overlay channels ได้</p> <p>13.3 สามารถเลือกทำ signal processing ได้ขณะทำการทดสอบ</p> <p>13.4 เลือกการทำ Signal processing ได้ ตั้งแต่ Rectification, Smoothing, Amplitude, Normalization และ Filtering สามารถเปรียบเทียบผลโดยเลือก</p> <p>13.5 มี Protocol ให้เลือกใช้ อาทิ สำหรับ Standard EMG Analysis, Frequency Fatigue, Spectrum Curve และ Averaged Activation Patterns ฯลฯ</p> <p>13.6 มีรูปแบบการรายงานผลให้เลือกใช้ และสามารถสร้างแบบแผนการรายงานผลเองได้</p> <p>13.7 สามารถบันทึกภาพขณะทำการทดสอบ และเก็บข้อมูลได้</p> <p>13.8 สามารถถ่ายเป็น ASCII file ได้</p> <p>13.9 สามารถ Import / Export ข้อมูลได้</p>							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้การได้	ใช้การไม่ได้		
21	<p>เครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดไฟฟ้าระบบมอลเรล</p> <p>1. เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ชนิด 4 สูบ 4 จังหวะ ควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์แบบคอมมอนเรล</p> <p>2. ความจุกระบอกสูบ ขนาด 2,494 ซีซี พร้อมระบบประจุอากาศด้วยเทอร์โบชาร์จ และอุปกรณ์ระบายความร้อนอากาศอินเตอร์คูลเลอร์ (TOYOTA : 2 KD-FTV)</p> <p>3. มีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์แบบคอมมอนเรลครบชุด</p> <p>4. มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พร้อมอุปกรณ์ป้องกันความร้อนจากแผงหม้อน้ำ</p> <p>5. เป็นเครื่องยนต์เก่า ที่ไม่เคยปรับปรุงสภาพมาก่อน (ฝาสูบ เสื้อสูบไม่แตกร้า)</p> <p>6. มีท่อไอเสีย หม้อพักไอเสีย และอุปกรณ์ระบบไอเสียติดตั้งอย่างเรียบร้อยพร้อมใช้งาน</p> <p>7. มีชุดเกียร์ พร้อมน้ำมันหล่อลื่น ติดตั้งอยู่กับเครื่องยนต์สามารถเข้าเกียร์ได้ทุกตำแหน่ง</p> <p>8. สภาพเครื่องยนต์ภายนอกสะอาด ฟันสีทนความร้อนติดตั้งอยู่บนแท่นเรียบร้อย แข็งแรง</p>	1 เครื่อง	240,000	240,000	1 เครื่อง	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี หลักสูตรปรับปรุง. 2553 รายวิชาปฏิบัติการ</p> <p>215-201 เทคโนโลยียานยนต์ 1</p> <p>215-202 เทคโนโลยียานยนต์ 2</p> <p>โดยในปีการศึกษา 2554 ภาควิชาฯ ได้เปิดสอนรายวิชา 215-201 ในภาคการศึกษาที่ 1 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน</p> <p>และเปิดสอนรายวิชา 215-202 ในภาคการศึกษาที่ 2 จำนวนนักศึกษาภาคการศึกษาละ 100 คน</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<p>9. อุปกรณ์ของเครื่องยนต์ครบ สามารถติดเครื่องยนต์ได้ ด้วยวิธีปกติ</p> <p>10. มีแผงหน้าปัดติดตั้งอุปกรณ์เกอวัดต่างๆ ของ เครื่องยนต์ เรียบร้อย สามารถใช้งานได้สะดวก</p> <p>11.ระบบไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องยนต์ เป็นระบบไฟฟ้า DC</p> <p>12 โวลต์ พร้อมแบตเตอรี่ ขนาดไม่น้อยกว่า 70 Ah จำนวน 1 ลูก</p> <p>12. มีระบบประจุไฟฟ้าเป็นแบบอัลเตอร์เนเตอร์ ที่มีไอซี เรกกูเรเตอร์ในตัว</p> <p>13. มีสวิตช์กุญแจสำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ พร้อมระบบ สตาร์ท สภาพใช้งานได้ดี จำนวน 1 ชุด</p> <p>14. มีรีเลย์ สำหรับชุดหัวเผาของเครื่องยนต์ จำนวน 1 ชุด (สำหรับเครื่องยนต์ที่มีหัวเผา)</p> <p>15. มีอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณการทำงานเครื่องยนต์ แบบสัญญาณไฟกระพริบ จำนวน 1 จุด</p> <p>16. มีการเดินวงจรระบบไฟฟ้าพร้อมเก็บรายละเอียด สายไฟอย่างเรียบร้อยสวยงาม</p> <p>17. มีพอร์ตสำหรับวิเคราะห์สภาพการทำงานของ เครื่องยนต์ตามแบบมาตรฐานของรถยนต์ (OBD) สามารถต่อร่วมกับเครื่องวิเคราะห์สภาพเครื่องยนต์ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ</p>							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้การไม่ได้	
	<p>18. มีชุดแผงวิเคราะห์ และจำลองสถานการณ์เครื่องยนต์ สำหรับใช้กับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าทั่วไป เพื่อวิเคราะห์ สัญญาณต่างๆ ของเครื่องยนต์ ซึ่งตัวแผงยึดทำจาก วัสดุเบกาไลต์เคลือบผิวทั้งสองด้านด้วยเมลามีน ผิวเรียบ ไม่สะท้อนแสง ทนความร้อนและการกัดกร่อน เป็น ฉนวนทางไฟฟ้าภายในชุดแผงวิเคราะห์ ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - สวิตซ์ตัดต่อวงจร สำหรับจำลองสถานการณ์ <p>ข้อบกพร่องของเครื่องยนต์ตามจำนวนขั้วที่จำเป็น พร้อม สัญลักษณ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 20 สถานการณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขั้วสำหรับวิเคราะห์ตรวจสอบสัญญาณทางไฟฟ้า พร้อมแผนผังวงจรสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ โดยจัดทำด้วย วิธีการสกรีนในหัววงจรและขั้วตรวจสอบตรงกัน และขั้ว วิเคราะห์ตรวจสอบมีขนาด 4 มิลลิเมตร สามารถใช้กับ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้ - มีชุดอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ การทำงานของ เซนเซอร์วัดสัญญาณตามสภาวะการทำงานของ เครื่องยนต์ ไม่น้อยกว่า 3 จุด 							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
	<p>- มีหลอดไฟแสดงการทำงานและแสดงผลการวิเคราะห์ของกล่อง ECU แบบสัญญาณไฟกระพริบ จำนวน 1 หลอด</p> <p>19. ระบบประจุอากาศ ติดตั้งท่อทางเดินอากาศเรียบร้อย พร้อมไส้กรองอากาศใหม่</p> <p>20. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ติดตั้งท่อทางเดินน้ำมัน เรียบร้อย พร้อมถังน้ำมัน ขนาด 20 ลิตร และมีชุดกรอง น้ำมันเชื้อเพลิง ชนิดถอดเปลี่ยนไส้กรองได้ พร้อมไส้กรองใหม่</p> <p>21. ระบบหล่อลื่น พร้อมไส้กรองน้ำมันเครื่องใหม่</p> <p>22. มีหม้อน้ำ หม้อพักน้ำ ติดตั้งอย่างเรียบร้อย พร้อมเติมน้ำยากันสนิมหม้อน้ำ</p> <p>23. ลูกยางแทนเครื่องที่ใช้งานได้ดี พร้อมติดตั้งเรียบร้อย</p> <p>24. แทนเครื่องสำหรับติดตั้งเครื่องยนต์ ทำจากเหล็ก แข็งแรง พร้อมทำสีเรียบร้อย มีสื่อน้ำมัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก และมีอุปกรณ์ล็อกล้อ</p> <p>25. อุปกรณ์มาตรฐานของเครื่องยนต์ต้องเป็นยี่ห้อ รุ่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง</p>							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
22	<p>26. เป็นครุภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ ชุดฝึกที่ผลิตต้องมาจากผู้ผลิตที่ได้มาตรฐานการผลิต ระดับ มอก. หรือ ISO 9001:2008</p> <p>27. มี Wiring Diagram ตรงกับรุ่นเครื่องยนต์ จำนวน 1 ชุด</p> <p>28. มีคู่มือใบงาน พร้อมซีดีใบงานประกอบชุดฝึก เครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 ชุด</p> <p>29. การสาธิตแนะนำวิธีการใช้งานจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้ถูกต้อง</p> <p>30. มีผ้าคลุมทำจากผ้าร่มอย่างดี พร้อมพิมพ์ชื่อชุดฝึกฯ จำนวน 1 ผืน</p> <p>31. มีการรับประกันคุณภาพสินค้า จากตัวแทนจำหน่าย ที่ได้รับมาตรฐานหลังการขายระดับ ISO 9001:2008 หรือดีกว่า จำนวน 1 ปี</p> <p>เครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger</p> <p>1. รับอินพุต 8 ช่อง</p> <p>2. สามารถบันทึกข้อมูลค่าที่วัด ได้ทั้งแบบ Analog และ Digital</p>	1 เครื่อง	60,000	60,000	1 เครื่อง	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>ใช้ในวิชาโครงงานนักศึกษาาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและ สาขาเมคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อใช้สร้าง</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้ ใช้การไม่ได้		คำชี้แจง/เหตุผล
23	<p>3. ใช้ได้กับเซนเซอร์หลายแบบ เช่น Thermocouple, Pt100, Voltage, Current</p> <p>4. อ่านข้อมูลได้จาก PC ในแบบตัวเลขหรือนำมา Plot Trend Graph ได้</p> <p>เตาเผาอุณหภูมิ 1,400 °C (Chamber Furnace)</p> <p>1. เป็นเตาเผาที่ให้อุณหภูมิสูง 1,400 °C</p> <p>2. ขนาดของช่องเผาไม่น้อยกว่า 220*220*310 มม.(กว้าง*ยาว*ลึก)</p> <p>3. มีช่องระบายควันที่เกิดจากการเผาตัวอย่าง</p> <p>4. ประตูเป็นแบบเปิดจากด้านล่างขึ้นข้างบนเพื่อป้องกันความร้อน</p> <p>5. โครงสร้างภายในและภายนอกทำด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี</p> <p>6. รับประกันคุณภาพ 1 ปีโดยบริษัทที่เป็นตัวแทนจำหน่าย</p> <p>7. ใช้กับไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 50 ไซเคิล</p> <p>8. ตั้งค่าอุณหภูมิเป็นแบบ Step ได้</p>	1 ชุด	766,000	766,000	1 ชุด	-	-	<p>ชิ้นงานต้นแบบและ โมลที่ออกแบบไว้ (จำนวนนักศึกษา 100 คน)และใช้สนับสนุนงานวิจัยที่มีการออกแบบชิ้นงาน รายวิชา</p> <p>216-407 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 ภาควิชาการศึกษาระ 80-90 คน</p> <p>216-408 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 ภาควิชาการศึกษาระ 80-90 คน</p> <p>217-405 โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 1 ภาควิชาการศึกษาระ 30-40 คน</p> <p>217-406 โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 2 ภาควิชาการศึกษาระ 30-40 คน</p> <p>215-692 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ปีละ 5-6 คน</p> <p>ครุภัณฑ์พัฒนา</p> <p>ซื้อทดแทนของเก่าที่ชำรุด มีอุณหภูมิต่ำ (<1000°C)และไม่สามารถตั้งค่าอุณหภูมิเป็นแบบ Step ได้</p> <p>เตาเผาอุณหภูมิ 1,400 °C เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการรายวิชาต่างๆได้แก่ วิชาโครงการ 230-444, 230-445 จำนวน 60 คน และรายวิชาวิทยานิพนธ์ 230-800, 230-900 จำนวน 30 คน และงานวิจัยต่างๆ</p>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
					ใช้ได้	ใช้ไม่ได้		
24	<p>แผงวงจรกระจายสัญญาณเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์ Main Switch</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีพอร์ต 10/100/1000 BASETx จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต - โดยมีความเร็วในการเชื่อมต่อของ Slot ไม่น้อยกว่า 24 Gbps - สามารถทำงานแบบ Port Trunking แบบ Port Aggregation Protocol (PAgP) และ Link Aggregation Control Protocol (LACP) เพื่อเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลได้ - เป็นอุปกรณ์ที่เป็นลักษณะโมดูล (Module) สำหรับติดตั้งในอุปกรณ์ Main Switch - สามารถทำงานร่วมกับ Main Switch ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ได้ 	2 แผง	125,000	250,000	2 แผง	-	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา</p> <p>เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา 240-209 (Introduction to Control Systems) 241-301 (Computer Engineering Laboratory III), 241-302 (Computer Engineering Laboratory IV) จำนวนนักศึกษา 120 คน, 241-401 (Computer Engineering Project I) และ 241-402 (computer engineering project II)</p> <p>จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 120 คน และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอก และงานวิจัย</p>

ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาเขตภูเก็ต

1	2	3	4	5	6		7	
ลำดับ ที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		ค่าจ้าง/เหตุผล
						ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
1	ค่าครุภัณฑ์ ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป - สามารถวัดสัญญาณได้ไม่ต่ำกว่า 100 MHz - มีช่องรับสัญญาณเข้าไม่ต่ำกว่า 2 ช่อง - มีค่า Sample Rate ไม่ต่ำกว่า 1 GS/s - มีอุปกรณ์เสริมสำหรับใช้ในการวัดสัญญาณ	10 เครื่อง	65,000	650,000	10 เครื่อง	-	-	
				650,000				
					ครุภัณฑ์พัฒนา เพื่อนำเทคโนโลยี ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป มาพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักศึกษา เครื่องมือในห้องปฏิบัติการยังต้องมีการจัดซื้อเพื่อให้สามารถสนับสนุน การเรียนในรายวิชาต่างๆครุภัณฑ์ชิ้นนี้นำมาใช้ในสนับสนุนการสอน รายวิชา 240-401และ 240-402 (Computer Engineering Project I,II) 240-302 (Computer Engineering Laboratory IV) ห้อง 1402A.1302A, 1407 และห้องเรียนอาคาร 6			

รายละเอียดค่าของประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง
ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับ ความ สำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการ ทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
1	<p>ค่าครุภัณฑ์ เครื่องสร้างสัญญาณเทียมสัญญาณชีพ (Patient Simulator)</p> <p>วัดกระแสรั่วไหลได้ตามมาตรฐานของIEC 601 หรือตามมาตรฐานของ AAMI ในช่วง 0 ถึง 8000 μA วัดความเป็นฉนวนได้ในช่วง 0.5 ถึง 400 mΩ สามารถวัดกระแสรั่วไหลของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจของแต่ละสาย lead ได้</p>	1 ชุด	200,000	<p>200,000 200,000</p>	4 ชุด	1 ชุด	-	<p>ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา เดิมมีอยู่แล้ว จำนวน 1 ชุด เนื่องจากไม่เพียงพอกับการใช้งาน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและทำโครงการ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ จำนวน 30 คน เพื่อให้ นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงสัญญาณชีพ มีลักษณะและคุณสมบัติเป็นอย่างไร โดยไม่จำเป็นต้องจัดซื้อเครื่องมือแพทย์ เพื่อทำการวัดสัญญาณจากคนจริงๆ ซึ่งประหยัดและสะดวกกว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - สร้างสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ได้ทั้งแบบปกติและผิดปกติ และปรับอัตราการเต้นได้ - จำลองสัญญาณหายใจ ก็สามารถปรับอัตราการหายใจได้ - จำลองสัญญาณความดันเลือด - จำลองอุณหภูมิ

สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ลำดับ ความสำคัญ	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)	หน้า
1	ซ่อมแซมรอยรั่วซึมหลังคาลูกโดมด้านหน้าอาคาร สตางค์มิ่งมงคลสุข	500,000	วศ.74
	รวม	500,000	

คำชี้แจงรายละเอียดคำขอค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี ปีงบประมาณ 2557

1. ชื่อรายการ ช่อมแซมรอยรั่วซึมหลังคาโครงเหล็กด้านหน้าอาคารสตางค์ มงคลสุข
2. แผนงาน สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม
3. ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. สถานที่ดำเนินการ หลังคาลูกโดมที่จอตลอดจรรย์ยานยนต์ ด้านหน้าอาคารสตางค์ มงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์
5. เหตุผลความจำเป็น
เนื่องจากหลังคาลูกโดมที่จอตลอดจรรย์ยานยนต์ ได้ก่อสร้างมาพร้อมกับอาคารสตางค์ มงคลสุข ก็คือ ประมาณ 44 ปี หลังคามีรอยแตกร้าวและมีน้ำรั่วซึม เหล็กเสริมเป็นสนิมไปทั่วทุกบริเวณ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องซ่อมแซมและบำรุงรักษาให้ดีขึ้น เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของอาคารให้ยาวนานยิ่งขึ้น
6. งบประมาณทั้งสิ้น 500,000.- บาท (ห้าแสนบาทถ้วน)
7. พื้นที่/ปริมาณ หลังคาลูกโดมที่จอตลอดจรรย์ยานยนต์ ด้านหน้าอาคารสตางค์ มงคลสุขของคณะวิศวกรรมศาสตร์ 300 ตร.ม.
8. ลักษณะการก่อสร้าง ปรับปรุง ขนาด และประมาณราคา

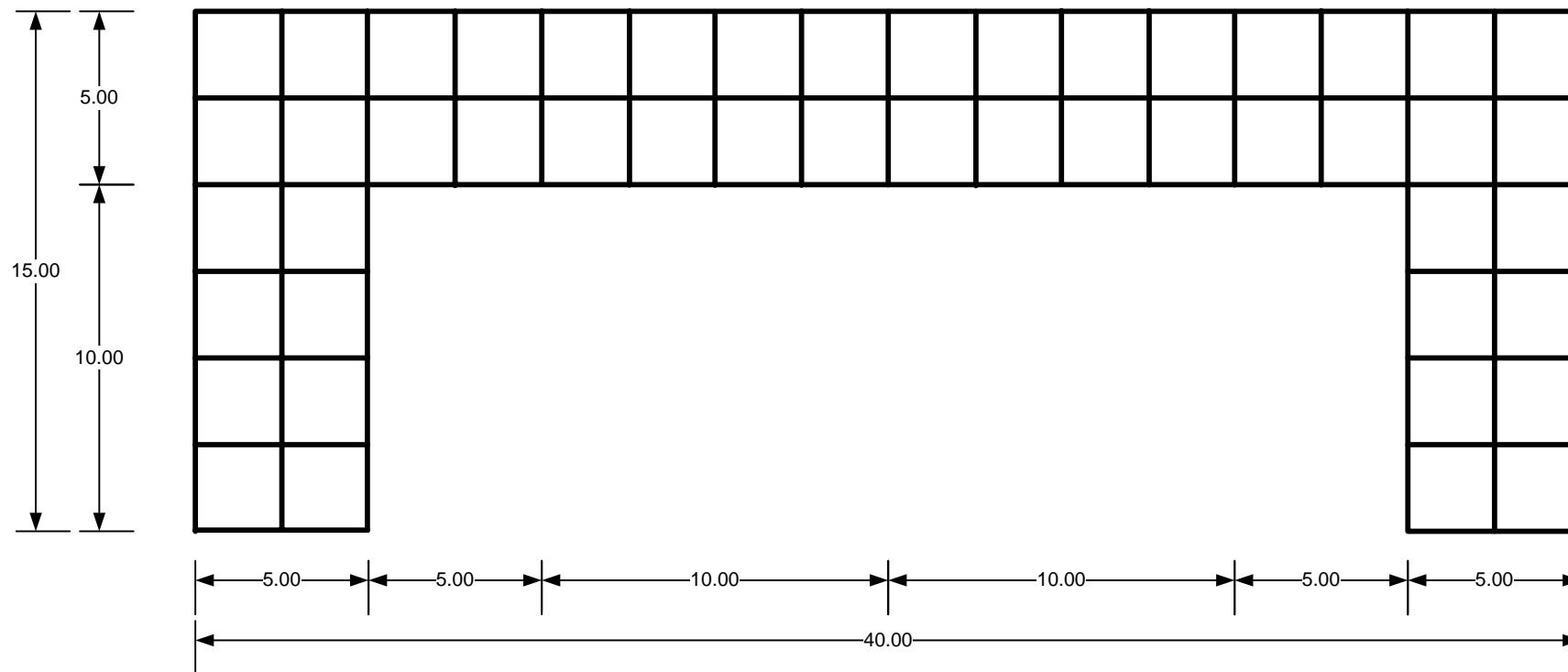
กิจกรรม/ดำเนินงาน	ขนาด/ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ค่าแรง/หน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1. ทำระบบกันรั่วซึมด้านบนของหลังคาลูกโดม	300 ตร.ม.	500	350	255,000
2. ขัดล้างและทำความสะอาดด้านบนและด้านล่างของหลังคาลูกโดม	600 ตร.ม.	-	50	30,000
3. สกัดซ่อมเหล็กเสริมที่เป็นสนิมพร้อมจุกโป๊ว	เหมารวม			50,000
4. ทาสีทั้งด้านบนและด้านล่างของหลังคาลูกโดม	600 ตร.ม.	65	25	54,000
รวม				389,000
FACTOR F = 1.2720				494,808
ขอตั้งงบประมาณ				500,000

9. แผนดำเนินการ

- | | |
|--------------------|---|
| 1. ออกแบบเขียนแบบ | สิงหาคม 2556 |
| 2. ประกวดราคา | กันยายน 2556 |
| 3. เซ็นสัญญา | ตุลาคม 2556 |
| 4. ปรับปรุงซ่อมแซม | 45 วัน พฤศจิกายน 2556-ธันวาคม 2556 |
| 5. แผนการจ่ายเงิน | จ่าย 1 งวด เมื่องานเสร็จเรียบร้อยตามรูปแบบและรายการที่กำหนด |

วิธีการซ่อมแซมรอยร้าวซึมหลังคาโครงสร้างเหล็กด้านหน้าอาคารสตางค์มงคลสุข

1. ล้างทำความสะอาดพื้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างของลูกโดมให้สะอาด
2. ขุดลอกสีที่โป่งพองและลอกลอนออกให้หมด
3. ทาน้ำยากันร้าวซึมด้านบนของหลังคาชั้นตอนและวิธีการซ่อมให้เป็นไปตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิตและจะต้องรับประกันผลงานอย่างน้อย 2 ปี
4. อุดโป๊และทาสีรองพื้นรองพื้นปูนเก่า 1 ครั้งและทาสีจริงทับหน้าอย่างน้อย 2 ครั้งทั้งด้านบนและด้านล่างของลูกโดม
สีที่ใช้ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ ทีโอเอ, ไอซีไอ, โจดันหรือเทียบเท่าเบอร์สีตรงเลือกภายหลัง
5. ส่วนที่เหล็กเสริมเป็นสนิมให้ขัดทำความสะอาดแล้วเขาระ่องเป็นรูปตัววีลึก 2 ซม.แล้วอุดแนวด้วยวัสดุที่มีการยึดหยุ่นตัวได้สูงก่อนทาสีทับหน้า
6. รวมพื้นที่ในแนวราบทั้งหมด 300 ตารางเมตร



แปลนพื้นหลังดาลูกโดม | 1 : 200

สรุปค่าของงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557
โครงการบริการวิชาการแก่ชุมชน

คณะวิศวกรรมศาสตร์	90,000 บาท
1. การถ่ายทอดเทคโนโลยีไบโอดีเซลจากน้ำมันทอดและน้ำมันปาล์มดิบสู่ชุมชน (ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล)	40,000 บาท
2. การผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้สำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์ (ภาควิชาวิศวกรรมเคมี)	20,000 บาท
3. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา)	30,000 บาท

1.ชื่อโครงการ : การถ่ายทอดเทคโนโลยีไบโอดีเซลจากน้ำมันทอดและน้ำมันปาล์มดิบสู่ชุมชน

2. ระบุความสอดคล้องตามประกาศมหาวิทยาลัยและยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

2.1 ระบุยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัย

เป็นมหาวิทยาลัยเน้นวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถสนับสนุนการผลิตบัณฑิตอย่างมีคุณภาพ และนำไปสู่การพัฒนาและแก้ปัญหาชุมชน ท้องถิ่น ประเทศและภูมิภาค

2.2 ระบุความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์คณะ/หน่วยงาน

สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างคณะกับภาคอุตสาหกรรม/ชุมชนพร้อมส่งเสริมให้บุคลากรเพิ่มพูนประสบการณ์โดยการปฏิบัติงานจริงในอุตสาหกรรม

3. พื้นที่/ชุมชนเป้าหมาย

3.1 ความต้องการของชุมชน (จะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สะท้อนถึงความต้องการของชุมชน)

ชุมชนใน จ.สงขลา

3.2 ระบุจำนวนผู้รับบริการ

กลุ่มผู้ผลิตไบโอดีเซล จำนวน 20 คน

4. ระยะเวลา/สถานที่ดำเนินการ(โปรดระบุวัน/เดือน/ปี)

เมษายน 2557

5. ผู้รับผิดชอบโครงการ

5.1 คณะทำงาน/หน่วยงาน รศ.กำพล ประทีปชัยกูร ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5.2 หน่วยงานร่วม(ภายใน/ภายนอก)

คลินิกเทคโนโลยี

5.3 วิทยากร รศ.กำพล ประทีปชัยกูร และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. หลักการและเหตุผล :

จากความผันผวนของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลก ประกอบกับประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าปิโตรเลียมหลายแสนล้านบาท ทำให้มีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันดีเซลน้ำมันที่เป็นต้นทุนในอุตสาหกรรมหลาย ๆ ชนิด รวมทั้งการใช้งานของชาวบ้านทั่วไป ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์นับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ชุมชนสามารถผลิตขึ้นมาใช้เอง หรือจำหน่ายภายในชุมชน และจะเป็นการลดการพึ่งพาการนำเข้า ลดต้นทุนในการประกอบอาชีพ และเป็นการสร้างรายได้ชุมชน ยกกระดับความเป็นอยู่ของชุมชนให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามการที่ชุมชนจะทำการผลิตไบโอดีเซลขึ้นมาใช้เอง หรือจำหน่ายภายใน

ชุมชน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตที่ถูกต้องจาก นักวิชาการที่มีความรู้ในด้านนี้ ที่จะสามารถแนะนำให้ความรู้ที่ถูกต้อง เพื่อว่าผลผลิตที่ได้จะมี คุณภาพ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้ดำเนินการการวิจัยเรื่องไบโอดีเซลมานาน มีนักวิชาการที่มี ความรู้ความเข้าใจ และมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการผลิตไบโอดีเซลให้กับชุมชนมาก่อน ทั้งการ ผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันทอดหรือจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนทางภาคใต้ ซึ่งมี วัตถุดิบหลักที่สำคัญ 2 ชนิด คือ น้ำมันทอด (จากสถานประกอบการที่มีน้ำมันประเภทนี้ซึ่งมีอยู่ หลายแห่ง) และน้ำมันปาล์มดิบ โดยเฉพาะน้ำมันปาล์มดิบแบบหีบรวม ซึ่งได้จากโรงงานหีบน้ำมัน ปาล์มขนาดเล็ก และราคาไม่สูงมาก อีกทั้งในอนาคตมีแนวโน้มว่าชุมชนหลาย ๆ แห่งจะรวมกลุ่มกัน จัดตั้งโรงหีบน้ำมันปาล์มดิบหีบรวมขึ้นมาเอง ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนการจัดตั้งไม่สูงมากนัก และน้ำมัน ที่ได้สามารถนำไปจำหน่ายให้โรงงาน หรือนำมาใช้เพื่อผลิตไบโอดีเซลด้วย ดังนั้น ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล จึงได้จัดทำโครงการบริการวิชาการเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2557 ในการดำเนินการจัดกิจกรรมดังกล่าว

7. วัตถุประสงค์ :

1. ให้ชุมชนมีเทคโนโลยีด้านการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันทอดและน้ำมันปาล์มดิบ หีบรวมชนิดกรดสูงที่ถูกต้องสามารถนำไปใช้งานได้
2. ชุมชนสามารถผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้เองหรือจำหน่ายภายในชุมชน เพื่อเพิ่มรายได้ แก่ชุมชน
3. ลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ (แม้ว่าจะไม่มากนัก) ลดก๊าซเรือนกระจก อันเนื่องมาจากการใช้น้ำมันปิโตรเลียม

8. ความสอดคล้องกับพันธกิจหลักของมหาวิทยาลัย

(สามารถระบุได้มากกว่า 1 ข้อ และจะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เมื่อดำเนินโครงการแล้วเสร็จ)

มีการบูรณาการกับการเรียนการสอน(โปรดระบุรายละเอียด)

.....-

มีการบูรณาการกับการวิจัย (โปรดระบุรายละเอียด)

เป็นการนำเอางานวิจัยที่ได้ดำเนินการไปเผยแพร่ให้กับชุมชนเพื่อให้ใช้งานได้จริง

มีการบูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม(โปรดระบุรายละเอียด)

.....-

9. วิธีดำเนินการ (ระบุกระบวนการที่ชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่การวางแผนการดำเนินงานและการประเมินผล)

9.1 กิจกรรมและวิธีดำเนินงาน ประกอบด้วย

การเตรียมการ

- 1) ติดต่อชุมชนที่สนใจ เพื่อรวบรวมรายชื่อผู้ที่ต้องการเข้ารับการอบรม
- 2) กำหนดการจัดการฝึกอบรม
- 3) จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่จะใช้ในการฝึกอบรม
- 4) จัดเตรียมเอกสารการบรรยาย
- 5) จัดเตรียมสถานที่

การดำเนินการ ระยะเวลาในการอบรม 3 วัน

วันที่ 1 จะมีกำหนดการ ดังนี้

09.00 – 12.00 น. ภาคบรรยาย (ใช้ทั้ง power point และ เอกสารประกอบ)

โดย วิทยากร คือ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- 1) ความรู้ทั่วไปของไบโอดีเซล
- 2) กระบวนการผลิตไบโอดีเซล
- 3) วิธีการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของวัตถุดิบ

13.00 – 16.30 น. ภาคปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

โดย วิทยากร คือ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- 1) การตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบ
- 2) การเตรียมสารเคมี
- 3) การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันทอด ในระดับห้องปฏิบัติการ
- 4) การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันทอดด้วยชุดผลิตไบโอดีเซลชุมชนขนาด 100 ลิตร
- 5) การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยชุดผลิตไบโอดีเซลขนาด 100 ลิตร

วันที่ 2 และ วันที่ 3 ของการอบรมจะมีกำหนดการเหมือนกัน ดังนี้

09.00 – 16.30 น. ฝึกการผลิตไบโอดีเซลจากระบบผลิตแบบชุมชน ตั้งแต่ต้น

จนได้ผลผลิตที่สมบูรณ์

โดย วิทยากร คือ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ชุมชนจะได้ลงมือภาคปฏิบัติในเบื้องต้น โดยจะได้ฝึกการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบตามที่บรรยายไว้ ซึ่งจะใช้เวลา 1 บ่ายในห้องปฏิบัติการ และในวันรุ่งขึ้นจะให้ชุมชนได้ฝึกการผลิตไบโอดีเซลจากระบบผลิตแบบชุมชน ตั้งแต่ต้นจนได้ผลผลิตที่

สมบูรณ์ ซึ่งจะต้องใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง และ 2 บ่าย (ประมาณ 12 ชั่วโมง) ในวันที่ 2 และ วันที่ 3 ของการอบรม รวมระยะเวลาในการอบรมทั้งสิ้น 3 วัน)

การติดตามประเมินผล

จะติดตามผลหลังฝึกอบรมเสร็จ 3 เดือน

9.2 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปีงบประมาณ 2557								
	ไตรมาสที่ 2			ไตรมาสที่ 3			ไตรมาสที่ 4		
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
1. การติดต่อกลุ่มเป้าหมาย									
2. การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์และเอกสารที่ต้องใช้ในการอบรม จัดเตรียมเอกสาร									
3. อบรมเชิงปฏิบัติการ									
4. ติดตามประเมินผล									
5. รายงานสรุปโครงการ									

10.เป็นโครงการต่อเนื่อง (ระบุนรายละเอียดผลการดำเนินงาน)

.....-

11. งบประมาณ

11.1 รายรับ

11.1.1 งบประมาณจากมหาวิทยาลัย

11.1.2 งบจากการเก็บค่าลงทะเบียน(ถ้ามี)

11.1.3 งบประมาณสนับสนุนจากแหล่งอื่น(ถ้ามี)

11.2 รายจ่าย (แจกแจงรายละเอียด)

งบประมาณขอรับการสนับสนุน จำนวน 40,000 บาท (สี่หมื่นบาทถ้วน) ขออภัยทุกรายการ โดยมีรายการดังต่อไปนี้ :

ค่าตอบแทนวิทยากร

- ภาคบรรยาย 2 คน x 600 บาท x 6 ชั่วโมง 7,200 บาท
- ภาคปฏิบัติ 3 คน x 600 บาท x 6 ชั่วโมง 10,800 บาท
- ค่าปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่ 3 คน x 2 วัน x 200 บาท 1,200 บาท

ค่าอาหารกลางวัน จำนวน 30 คน x 80 บาท x 2 วัน	4,800 บาท
ค่าอาหารว่าง จำนวน 30 คน x 25 บาท x 2 มื้อ x 2 วัน	3,000 บาท
ค่าสาธารณูปโภค /ห้องปฏิบัติการ/ ห้องประชุม	3,000 บาท
ค่าวัสดุฝึกอบรม	7,500 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	1,500 บาท
ค่าติดตามประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล	1,000 บาท
รวม	40,000 บาท

12. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (เชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพ)

12.1 ผลผลิต(output)

ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตไบโอดีเซล

12.2 ผลลัพธ์(outcome)

ชุมชนที่รับการอบรมสามารถทำการผลิตไบโอดีเซลด้วยตนเองได้

12.3 ผลกระทบ(impact)

ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจสามารถที่จะดำเนินการผลิตพลังงานเพื่อใช้เองหรือจำหน่าย เป็นการเพิ่มรายได้/ ลดค่าใช้จ่าย

ผลผลิต/ผลลัพธ์ของโครงการ	ค่าเป้าหมาย (หน่วยนับ)	ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ
1. จำนวนผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี (คน)	20	แบบใบสมัคร
2. ผู้รับการถ่ายทอดฯ มีความพึงพอใจ (ร้อยละ)	80	แบบประเมินผลฯ
3. ผู้รับการถ่ายทอดฯ มีการนำไปใช้ประโยชน์ (ร้อยละ)	20	

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทางเศรษฐกิจ โปรคอธบาย ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น ลดการพึ่งพาด้านพลังงานลง

13. แนวทางการพัฒนาโครงการไปสู่การพึ่งพาตนเอง

.....-

1. ชื่อโครงการ “การผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติสำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์”

2. ระบุความสอดคล้องตามประกาศมหาวิทยาลัยและยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

2.1 ระบุยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัย

เป็นมหาวิทยาลัยเน้นวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ที่ สามารถสนับสนุนการผลิตบัณฑิตอย่างมีคุณภาพ และนำไปสู่การพัฒนาและแก้ปัญหาชุมชน ท้องถิ่น ประเทศและภูมิภาค

2.2 ระบุความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์คณะ/หน่วยงาน

สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างคณะกับภาคอุตสาหกรรม/ชุมชนพร้อมส่งเสริมให้บุคลากรเพิ่มพูนประสบการณ์โดยการปฏิบัติงานจริงในอุตสาหกรรม

ความสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ของคณะ/มหาวิทยาลัย

โครงการฝึกอบรมนี้เป็นลักษณะของโครงการบริการวิชาการ ที่สามารถถ่ายทอดวิทยาการและความรู้สู่ชุมชน จึงมีความสอดคล้องกับพันธกิจของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นการสร้างเสริมบทบาทในการเป็นศูนย์กลางทางวิชาการในภูมิภาคให้กับชุมชน

3. พื้นที่/ชุมชนเป้าหมาย

3.1 ความต้องการของชุมชน (จะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สะท้อนถึงความต้องการของชุมชน)

.....ชุมชนภาคใต้ตอนล่าง.....

3.2 ระบุจำนวนผู้รับบริการ

ชุมชนภาคใต้ตอนล่างจำนวน 40 คน

4. ระยะเวลา/สถานที่ดำเนินการ(โปรดระบุวัน/เดือน/ปี)

จำนวน 1 วัน เดือน พฤษภาคม 2557

5. ผู้รับผิดชอบโครงการ

5.1 คณะทำงาน/หน่วยงาน

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5.2 หน่วยงานร่วม(ภายใน/ภายนอก)

..... -.....

5.3 วิทยาการ

คณาจารย์และบุคลากรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. หลักการและเหตุผล

ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศไทยประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม ซึ่งเกษตรกรมักประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของแมลงและโรคพืช ซึ่งพบว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของโรคพืชเกิดมาจากเชื้อรา เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่สำคัญได้แก่ สกุล *Fusarium* เป็นสาเหตุให้เกิดโรคเหี่ยวในผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และพืชไร่หลายชนิด เช่น กาแฟ มะเขือเทศ และพริก และสกุล *Alternaria* ทำให้เกิดโรคใบจุดและใบไหม้ในพืชทั่วไป โดยเฉพาะในพืชผัก เช่น คะน้า ถั่ว ผักกาด และกะหล่ำต่างๆ โดยเชื้อรามักจะเข้าทำลายที่ปลายกิ่งก้าน ช่อดอก และผลแก่ของพืชบางชนิด เกิดแผลสีน้ำตาลหรือดำ อาจเป็นจุดเล็กๆ หรือขยายใหญ่เต็มผลผลิต ทำให้เกิดความเสียหายต่อเกษตรกรเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ปัญหาการระบาดของโรคแล้ว แมลงศัตรูพืชก็ยังเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่เข้าทำลายผลผลิตของเกษตรแมลงที่สำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาคือ ค้างค่อมผัก (Flea beetle) ซึ่งจะชอบทำลายผักในตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี คะน้า ผักกาดหัว กะหล่ำดอก ผักกาดเขียวปลี กะหล่ำปลม และผักกาดเขียวหวานตุ้ง ซึ่งค้างค่อมผักจะเข้าทำลายพืชผักในช่วงปลายฤดูหนาวหรือในช่วงแรกของการปลูกผัก ซึ่งลักษณะการเข้าทำลายของค้างค่อมผักจะทำลายส่วนต่างๆ ของพืชผักโดยเฉพาะตัวอ่อนที่ฝักออกจากไขใหม่ๆ จะกัดกินรากผัก ทำให้พืชมีอาการเหี่ยวเฉาจนถึงขั้นตายได้ ส่วนตัวเต็มวัยจะทำลายพืชผักให้เกิดความเสียหายโดยการกัดกินผิวด้านล่างของใบจนทำให้ใบมีลักษณะเป็นรูพรุน สร้างความเสียหายในระยะผักกำลังเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตลดลง จำหน่ายได้ราคาต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรในปัจจุบันได้มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคพืชกันอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามมา ได้แก่ ความเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การทำลายระบบนิเวศ การชักนำให้เกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ และการที่เชื้อดื้อยามากยิ่งขึ้น อีกทั้งสารเคมีมีราคาที่สูง เกษตรกรจึงต้องแบกรับภาระหนักสำหรับต้นทุนในการผลิต ดังนั้นการป้องกันและยับยั้งการแพร่ระบาดของแมลงและโรคพืชโดยการใช้สารอินทรีย์ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องศึกษา เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต ลดการใช้สารเคมี และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค ด้วยเหตุดังกล่าวเหล่านี้ จึงนำไปสู่การคิดค้นวิธีการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้สำหรับแก้ปัญหาโรคพืช และป้องกันอันตรายจากสารเคมี อีกทั้งยังช่วยในเรื่องการลดต้นทุนในการผลิต โดยใช้สารที่มีชื่อว่า “น้ำส้มควันไม้” เพื่อใช้งานด้านเกษตรอินทรีย์

น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar or Pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ (Airless condition) โดยได้จากควันที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ (Pyrolysis) เมื่อผ่านความเย็นจะรวมตัวกันเป็นของเหลว (Liquor) สีน้ำตาลอ่อนปนแดงหรือเรียกว่า น้ำส้มควันไม้ มีสภาพเป็นกรดที่ pH 3-4 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้จากอดีตถึงปัจจุบันมีมากมายหลายสาขา เช่น ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ (Sterilizing agent) เป็นสารดับกลิ่น (Deodorizer) ในด้านการเกษตรเริ่มมีการใช้มากขึ้นเพื่อเป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นสารเร่งการ

เจริญเติบโต และใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ มากกว่า 200 ชนิด ได้แก่ กรดอะซิติก (Acetic acid) ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) เมทานอล (Methanol) เอซิล เอ็น วาเลอเรต (Ethyl-n-valerlate) และน้ำมันทาร์ (Tar) เป็นสารประกอบที่สำคัญในน้ำส้มควันไม้มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น กรดอะซิติก สารประกอบฟีนอล ฟอรัลดีไฮด์ เอซิล เอ็น วาเลอเรต เมทานอล น้ำมันทาร์ การผลิตน้ำส้มควันไม้ในประเทศไทยเริ่มเป็นที่รู้จัก และนำไปใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง จึงได้มีกลุ่มชุมชน และศูนย์เรียนรู้ต่างๆ ทำการผลิตน้ำส้มควันไม้ใช้เอง ซึ่งมีข้อเสียคือ ได้น้ำส้มควันไม้ที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันดินจึงต้องตั้งทิ้งไว้ 3 เดือน ก่อนนำไปใช้งาน นักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ.หาดใหญ่ จึงได้ทำการวิจัย เพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง โดยแยกน้ำมันดินออกจากน้ำส้มควันไม้ให้ใช้งานได้ทันที เพื่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การปลูกพืชที่พบเจอกับปัญหาเรื่องการระบาดของแมลง โรคพืช และการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายอันส่งผลถึงการเก็บรักษาพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวด้วยนั้น ทำให้นักวิจัยนี้สนใจในการนำสารธรรมชาติที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมชนิดน้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติ เช่น ไคโตซาน น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยับยั้งการระบาดของแมลงและโรคพืชในผลผลิต และช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นภาควิชาวิศวกรรมเคมีจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการแก้ปัญหาการใช้สารเคมีจากการเพาะปลูก ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสารเคมี เพื่อถ่ายทอดเทคนิคการผลิตน้ำส้มควันไม้ใช้เองที่มีคุณภาพสูง และใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติสำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาโรคพืช อันตรายจากสารเคมี และลดต้นทุนในการผลิต ทำให้สามารถดำเนินการผลิตได้ปลอดภัย และสร้างรายได้แก่ชุมชนอย่างยั่งยืน

7. วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อให้ความรู้แก่ชุมชนและเกษตรกรถึงการผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติ สำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อให้ชุมชนสามารถผลิตและใช้สารธรรมชาติเพื่อการลดการใช้ยาฆ่าแมลง ลดค่าใช้จ่าย เพิ่มผลิตทางการเกษตร และการยืดอายุของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

8. ความสอดคล้องกับพันธกิจหลักของมหาวิทยาลัย

(สามารถระบุได้มากกว่า 1 ข้อ และจะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เมื่อดำเนินโครงการแล้วเสร็จ)

มีการบูรณาการกับการเรียนการสอน(โปรดระบุรายละเอียด)

.....-

มีการบูรณาการกับการวิจัย(โปรดระบุรายละเอียด)

เป็นการนำเอางานวิจัยที่ได้ดำเนินการ ไปเผยแพร่ให้กับชุมชนเพื่อให้ใช้งานได้จริง

มีการบูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม(โปรดระบุรายละเอียด)

.....-

9. วิธีการดำเนินงาน (ระบุกระบวนการที่ชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่การวางแผนการดำเนินงานและการประเมินผล)

9.1 ใช้รูปแบบของการฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์และข้อดีของการใช้สารธรรมชาติแทนการใช้สารเคมีของยาม่าแมลง อันส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคผลิตภัณฑ์จากการเกษตร

9.2. ฝึกปฏิบัติการผลิตน้ำส้มควันไม้ การเตรียมสารผสมของสารธรรมชาติ และการใช้สารผสมสำหรับการเพาะปลูกและการยืดอายุของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว

9.3 สถานที่ดำเนินงาน คือ ห้องประชุมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

9.4 แนวทางการประเมินผลโครงการ แบบสอบถาม เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรม

10. เป็นโครงการต่อเนื่อง (ระบุรายละเอียดผลการดำเนินงาน)

..... -

11. งบประมาณ

11.1 รายรับ

11.1.1 งบประมาณจากมหาวิทยาลัย

11.1.2 งบจากการเก็บค่าลงทะเบียน(ถ้ามี)

11.1.3 งบประมาณสนับสนุนจากแหล่งอื่น(ถ้ามี)

11.2 รายจ่าย (แจกแจงรายละเอียด)

หมวดค่าตอบแทนและค่าดำเนินการ

ประเภทค่าตอบแทน

- ค่าตอบแทนวิทยากร 1 คน (600 บ. x 6 ชม. x 1 วัน x 1 คน)	3,600	บาท
- ค่าตอบแทนวิทยากร 1 คน (300 บ. x 6 ชม. x 1 วัน x 1 คน)	1,800	บาท

ประเภทค่าวัสดุและค่าใช้จ่าย

- ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม (25 บ. x 30 คน x 2 มื้อ x 1 วัน)	1,500	บาท
- ค่าอาหารกลางวัน (80 บ. x 30 คน x 1 มื้อ x 1 วัน)	2,400	บาท
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ และยานพาหนะ	8,900	บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	3,800	บาท
รวมทั้งสิ้น	22,000	บาท

(ขอตัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

12. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (เชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพ)

12.1 ผลผลิต(output)

ชุมชนเกษตรกรได้มีความรู้ในการผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติสำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์เพื่อให้สามารถลดการใช้ยาฆ่าแมลง ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

12.2 ผลลัพธ์(outcome)

ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติสำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์เพื่อให้สามารถลดการใช้ยาฆ่าแมลง ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรสู่ชุมชน

12.3 ผลกระทบ(impact)

ชุมชนได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารธรรมชาติสำหรับงานด้านเกษตรอินทรีย์เพื่อให้สามารถลดการใช้ยาฆ่าแมลง ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมากขึ้น

13. แนวทางการพัฒนาโครงการไปสู่การพึ่งพาตนเอง

.....-

1. ชื่อโครงการ “การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน”

2. ระบุความสอดคล้องตามประกาศมหาวิทยาลัยและยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

2.1 ระบุยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัย

ประเด็นยุทธศาสตร์ :บริการวิชาการที่เปิดกว้าง ออกสู่ชุมชน และมีการเข้าถึงได้อย่างหลากหลายสร้างศักยภาพการบริการวิชาการที่เปิดกว้าง เพื่อยกระดับความเข้มแข็งของชุมชนและพัฒนาระบบการเผยแพร่วิชาการออกสู่ชุมชนอย่างทั่วถึงและ/หรือการเข้าถึงแหล่งความรู้ได้อย่างหลากหลาย

2.2 ระบุความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์คณะ/หน่วยงาน

การถ่ายทอดผลงานวิจัย/ วิชาการ/ เทคโนโลยีเพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชน

ความสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ของคณะ/มหาวิทยาลัย

โครงการที่จัดขึ้นเป็นลักษณะโครงการที่เน้นการให้บริการวิชาการโดยนำเอาความรู้ทางวิชาการการวิจัยมา ถ่ายทอดสู่ชุมชนเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นแก่ชุมชนทั้งในส่วนของสภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของชุมชน ทำให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ตามศักยภาพของตน จึงถือได้ว่ามีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในประเด็นการบริการวิชาการเพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชน

3. พื้นที่/ชุมชนเป้าหมาย

3.1 ความต้องการของชุมชน (จะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สะท้อนถึงความต้องการของชุมชน)

เพื่อให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชนและสังคมของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และชุมชนอื่นๆ ตามความสนใจในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

3.2 ระบุจำนวนผู้รับบริการ

ประชาชนในชุมชนพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง จำนวน 50 คน

4. ระยะเวลา/สถานที่ดำเนินการ(โปรดระบุวัน/เดือน/ปี)

ระยะเวลา 2 วัน ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2557

5. ผู้รับผิดชอบโครงการ

5.1 คณะทำงาน/หน่วยงาน

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5.2 หน่วยงานร่วม(ภายใน/ภายนอก)

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย

5.3 วิทยากร

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ,เจ้าหน้าที่ส่วนงานสุขาภิบาลและสาธารณสุข องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

6. หลักการและเหตุผล

ขยะหรือมูลฝอย คือ สิ่งของหรือวัสดุเหลือใช้ที่เราไม่ต้องการ ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัสดุ ถึงพลาสติก ภาชนะที่ใช้อาหาร แก้ว มูลสัตว์ ชากสัตว์ รวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษ หรืออันตรายจากชุมชนหรือคร้วเรือน

ขยะมูลฝอย สามารถแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของขยะได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. **ขยะย่อยสลาย (Compostable waste)** หรือ มูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น แต่จะไม่รวมถึงชากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยที่ขยะย่อยสลายนี้เป็นขยะที่พบมากที่สุด คือ พบมากถึง 64% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

2. **ขยะรีไซเคิล (Recyclable waste)** หรือ มูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ เศษพลาสติก ก่อถ่วงเครื่องดื่มแบบ UHT กระจกเครื่องดื่ม เศษโลหะ อะลูมิเนียม ยางรถยนต์ เป็นต้น สำหรับขยะรีไซเคิลนี้เป็นขยะที่พบมากเป็นอันดับที่สองในกองขยะ กล่าวคือ พบประมาณ 30% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

3. **ขยะอันตราย (Hazardous waste)** หรือ มูลฝอยอันตราย คือ ขยะที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ซึ่งได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกรมมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช กระจกสเปร์ยบรรจุสีหรือสารเคมี เป็นต้น ขยะอันตรายนี้เป็นขยะที่มักจะพบได้น้อยที่สุด กล่าวคือ พบประมาณเพียง 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

4. ขยะทั่วไป (General waste) หรือ มูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจากขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติกเบ็ดเตล็ดอาหาร โฟมเบ็ดเตล็ดอาหาร พอลียูรีเทนอาหาร เป็นต้น สำหรับขยะทั่วไปนี้เป็นขยะที่มีปริมาณใกล้เคียงกับขยะอันตราย กล่าวคือ จะพบประมาณ 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

ขยะมูลฝอยก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์หลายประการดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรค เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับขยะมูลฝอยมีโอกาสที่จะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้นได้ เพราะขยะมูลฝอยมีทั้งความชื้นและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ขยะพวกอินทรีย์สารที่ทิ้งค้างไว้ จะเกิดการเน่าเปื่อยกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน

นอกจากนั้นพวกขยะที่ปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ จะเป็นที่อยู่อาศัยของหนู โดยหนูจะเข้ามาทำรังขยายพันธุ์ เพราะมีทั้งอาหารและที่หลบซ่อน ดังนั้นขยะที่ขาดการเก็บรวบรวม และการกำจัด จึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรค แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมายังคน

2. เป็นบ่อเกิดของโรค เนื่องจากการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ดี หรือปล่อยปละละเลยทำให้มีขยะมูลฝอยเหลือทิ้งค้างไว้ในชุมชน จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ดับอักเสบ เชื้อไทฟอยด์ เชื้อโรคเฮดส์ ฯลฯ เป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมายังคน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น

3. ก่อให้เกิดความรำคาญ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ได้ไม่หมดก็จะเกิดเป็นกลิ่นรบกวนกระจายอยู่ทั่วไปในชุมชน นอกจากนั้นฝุ่นละอองที่เกิดจากการเก็บรวบรวมการขนถ่าย และการกำจัดขยะก็ยังคงเป็นเหตุรำคาญที่มักจะได้รับเสียงร้องเรียนจากประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ อีกทั้งจุดจาดตาน้ำขยะแฉะ

4. ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ขยะมูลฝอยเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษของดิน และมลพิษของอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวม หรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี ปล่อยทิ้งค้างไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อมีฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรก เชื้อโรค สารพิษจากขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำเกิดเน่าเสียได้ และนอกจากนี้ขยะมูลฝอยยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของขยะมูลฝอย ถ้าขยะมีซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาก ก็จะส่งผลกระทบต่อปริมาณ โลหะหนักพวกปรอท แคดเมียม ตะกั่ว

ในดินมาก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศน์ในดิน และสารอินทรีย์ในขยะ มูลฝอยเมื่อมีการย่อยสลาย จะทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในดิน และเมื่อฝนตกมาชะกองขยะมูลฝอยจะ ทำให้น้ำเสียจากกองขยะมูลฝอยไหลปนเปื้อนดินบริเวณรอบ ๆ ทำให้เกิดมลพิษของดินได้ การปนเปื้อนของดิน ยังเกิดจากการนำมูลฝอยไปฝังกลบ หรือการชักยอกนำไปทิ้งทำให้ของเสียอันตรายปนเปื้อนในดิน ถ้ามีการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควันมีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย ส่วนมลพิษทางอากาศจากขยะมูลฝอยนั้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากมลสารที่มีอยู่ในขยะและพวกแก๊สหรือไอรระเหย ที่สำคัญก็คือ กลิ่นเหม็นที่เกิดจากการเน่าเปื่อย และสลายตัวของอินทรีย์สารเป็นส่วนใหญ่

5. ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพ ขยะมูลฝอยที่ทิ้งและรวบรวมโดยขาดประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะมูลฝอยพวกของเสียอันตราย ถ้าขาดการจัดการที่เหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้ง่าย เช่น โรคทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะ หรือได้รับสารพิษที่มากับของเสียอันตราย

6. เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ขยะมูลฝอยปริมาณมาก ๆ ย่อมต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลกระทบต่อสุขภาพจากขยะมูลฝอยไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดินปนเปื้อนเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ

7. ทำให้ขาดความสวยงาม การเก็บขนและกำจัดที่ดีจะช่วยให้ชุมชนเกิดความสวยงาม มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยอันสะท้อนถึงความเจริญและวัฒนธรรมของชุมชน ฉะนั้นหากเก็บขนไม่ดี ไม่หมด กำจัดไม่ดี ย่อมก่อให้เกิดความไม่น่าดู ขาดความสวยงาม บ้านเมืองสกปรก และความไม่เป็นระเบียบ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

ในปัจจุบันปัญหาขยะในชุมชน ได้ทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร และพฤติกรรมกรบริโภคที่เปลี่ยนไปจากเดิมในการแก้ไขปัญหาว่าทางท้องถิ่นได้มีการดำเนินการจัดการขยะเพิ่มขึ้นแล้วก็ตาม แต่ปริมาณขยะที่ต้องกำจัดไม่ได้ลดลงแต่อย่างใดและยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในขณะที่การก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแห่งใหม่ ก็เป็นไปได้ยากยิ่ง แนวทางในการลดและคัดแยกขยะกลับมาใช้ประโยชน์ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการลดปัญหาดังกล่าว โดยมีปัจจัยแห่งความสำเร็จ คือความร่วมมือของคนในชุมชน ซึ่งเป็นผู้สร้างขยะ จะเป็นผู้ช่วยกันแก้ปัญหาขยะการนำเสนอแนวทางในการลดและคัดแยกขยะกลับมาใช้ประโยชน์อย่างง่าย ที่ทุกคนสามารถนำไปทำได้ ทั้งการแยกขยะ รีไซเคิล การทำปุ๋ยหมัก การทำน้ำหมักจุลินทรีย์ เมื่อทุกคนร่วมมือกันปริมาณขยะก็จะลดลง ซึ่งจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนดีขึ้น

7. วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อณรงค์สร้างจิตสำนึก ความเข้าใจการลดปริมาณขยะ การคัดแยกขยะจากครัวเรือน จากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ก่อนนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี

2. เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรร่วมกับท้องถิ่น

3. เพื่อลดปริมาณขยะจากชุมชน โรงเรียน สถานประกอบการต่างๆ โดยให้ประชาชนรู้จักคัดแยกขยะจากครัวเรือน การสร้างคุณค่าขยะเพื่อนำมาใช้ใหม่เพื่อรีไซเคิล และการนำเศษอาหารมาหมักมาใช้ประโยชน์ในการหมักปุ๋ยและผลิตน้ำหมักชีวภาพ สุดท้ายนำขยะที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ให้เทศบาลนำไปฝังกลบอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

8. ความสอดคล้องกับพันธกิจหลักของมหาวิทยาลัย (สามารถระบุได้มากกว่าข้อ และจะต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เมื่อดำเนินโครงการแล้วเสร็จ)

มีการบูรณาการกับการเรียนการสอน

ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ในรายวิชา 224-331 การจัดการขยะมูลฝอย เป็นรายวิชาที่เน้นให้ผู้เรียนเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการมูลฝอยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และหลักการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม และรายวิชา 224-431 การนำของเสียมาใช้ประโยชน์ เป็นรายวิชาที่เน้นให้ผู้เรียนนำหลักการ ทางด้านวิศวกรรม และชีวเคมีเกี่ยวกับ การนำขยะมาใช้ประโยชน์ การหมักขยะเพื่อทำเป็นปุ๋ย ตลอดจนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ของการนำขยะมาใช้ประโยชน์

มีการบูรณาการกับการวิจัย (โปรดระบุรายละเอียด)

เป็นการนำผลงานวิจัยของนักศึกษาและคณาจารย์ในกลุ่มวิจัยของภาควิชาฯ ไปเผยแพร่ให้กับชุมชนเพื่อให้เกิดประโยชน์กับชุมชนอย่างแท้จริง

มีการบูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม(โปรดระบุรายละเอียด)

.....-

9. วิธีการดำเนินงาน (ระบุกระบวนการที่ชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่การวางแผนการดำเนินงานและการประเมินผล)

1. บูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานรับผิดชอบด้านการจัดการขยะในพื้นที่ เช่น เจ้าหน้าที่ส่วนงานสุขภาพและสาธารณสุข องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
2. ใช้รูปแบบของการจัดอบรมให้ความรู้สำหรับ ผู้นำท้องถิ่น ผู้นำชุมชน และประชาชน ในชุมชนนั้นๆ
3. ดำเนินกิจกรรมโดยการลงมือปฏิบัติ
 - การคัดแยกขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ ในครัวเรือน
 - วิธีการทำปุ๋ยหมักชีวภาพในครัวเรือน
4. สถานที่ดำเนินงาน เนื่องจากโครงการดังกล่าวเป็นลักษณะ โครงการที่เน้นสร้างความรู้เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงการปฏิบัติงาน โครงการจึงต้องลงพื้นที่ยังองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนกลุ่มเป้าหมาย
5. จัดทำแบบสอบถามประเมินโครงการการ

ขั้นตอน / กิจกรรม	ระยะเวลาการดำเนินการ								
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
1. วางแผนการดำเนินงาน	←→								
2. ประสานงาน		←→							
3. จัดเตรียมเอกสารเผยแพร่		←→							
4. ดำเนินการตามโครงการ					←→				
5. ประเมินผล สรุปผลการดำเนินการและเสนอต่อคณะฯและมหาวิทยาลัยฯ						←→			

10.เป็นโครงการต่อเนื่อง (ระบุรายละเอียดผลการดำเนินงาน)

.....

11. งบประมาณ

11.1 รายรับ

11.1.1 งบประมาณจากมหาวิทยาลัย

11.2 รายจ่าย (แจกแจงรายละเอียด)

- หมวดค่าตอบแทนและค่าดำเนินการ

ประเภทค่าตอบแทน

- ค่าตอบแทนวิทยากร 2 คน (600 บ./ชม. x 6 ชม x 2 วัน x 2 คน) 14,400 บาท

ประเภทค่าวัสดุและค่าใช้จ่าย

- ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม สำหรับวิทยากร เจ้าหน้าที่และผู้ร่วมโครงการ
(25 บ. x 50 คน x 2 มื้อ x 2 วัน) 5,000 บาท

- ค่าอาหารกลางวันสำหรับวิทยากร เจ้าหน้าที่และผู้ร่วมโครงการ
(80 บ. x 50 คน x 1 มื้อ x 2 วัน) 8,000 บาท

- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ และยานพาหนะ 15,000 บาท

- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 2,600 บาท

รวมทั้งสิ้น **45,000** บาท

(สี่หมื่นห้าพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ขอถือเฉลี่ยจ่ายทุกรายการและจำนวนคน

12. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (เชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพ)

12.1 ผลผลิต(output)

- ประชาชนมีความเข้าใจ และมีจิตสำนึกถึงปัญหาการจัดการขยะ และวิธีลดปริมาณขยะ
อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เรียนรู้การทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์

- ประชาชนมีส่วนร่วมในการลดการสร้างขยะมูลฝอย ร่วมกันคัดแยกขยะมูลฝอย และ
ร่วมกันในการกำจัดขยะ มูลฝอยกับองค์กร

ปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบในการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน

- จำนวนปริมาณขยะในพื้นที่ลดลง

12.2 ผลลัพธ์(outcome)

- บ้านเรือน บริเวณชุมชน และที่สาธารณะ มีความสะอาด และมีทัศนียภาพที่สวยงาม
- สามารถนำน้ำหมักและปุ๋ยชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนสามารถช่วยลดค่าใช้จ่าย ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มสร้างรายได้และช่วยลดต้นทุนในการทำเกษตรกรรมซึ่งถือเป็นอาชีพหลักของคน ในท้องถิ่น

12.3 ผลกระทบ(impact)

- ช่วยแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นลง โดยสามารถนำงบประมาณไปใช้ในการพัฒนาด้านอื่นๆ ของท้องถิ่นนั้นๆ ได้
- ทำให้สภาพแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนดีขึ้น

13. แนวทางการพัฒนาโครงการไปสู่การพึ่งพาตนเอง

ความรู้ที่ถ่ายทอดให้ จะช่วยให้ชุมชนสามารถจัดการขยะที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพางค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

สรุปคำขอของงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

โครงการวิจัย

แผนงาน : สร้างและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้ทั่วถึงและเป็นธรรม

ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

5,773,300 บาท

โครงการวิจัย

5,721,323 บาท

(ขอปีคเลขกลม 5,721,300 บาท)

1. ระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์เหนี่ยวนำในอุตสาหกรรม
 - 1.1 ระบบเก็บข้อมูลการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 440,000 บาท
 - 1.2 โมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 440,000 บาท
 - 1.3 เครื่องข่ายเซนเซอร์ไร้สายเฉพาะกิจในอุตสาหกรรม 440,000 บาท
2. การประเมินวัฏจักรชีวิตทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานของการผลิตยางแผ่นรมควันในประเทศไทย 228,140 บาท
3. การประเมินประสิทธิภาพการผลิตมีเทนและกลุ่มประชากรจุลินทรีย์จากระบบหมักร่วมของหญ้ากับมูลสุกร 65,450 บาท
4. การวิเคราะห์อิทธิพลของอัตราความเครียดต่อความแข็งแรงของดินเหนียวอ่อนทะเล:กรณีศึกษาดินเหนียวปากพั้ง 200,000 บาท
5. การผลิตไบโอเอทานอลจากเปลือกสับปะรดด้วยยีสต์ขนมปังและการผลิตเชื้อกระดาษจากของเสียในกระบวนการ 220,000 บาท
6. การศึกษาเสถียรภาพและการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งคลองอู่ตะเภาจังหวัดสงขลา 469,328 บาท
7. การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมบรรยากาศและคัดขนาดผงโลหะสำหรับเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบใช้หลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมขนาดละเอียดและมีออกซิเจนเจือปนในปริมาณต่ำ 490,000 บาท

8. พลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มเพื่อชุมชน	263,060 บาท
9. การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ ท่อผสมแบบหมุนวน	275,765 บาท
10. การผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบ หมุนวน	260,840 บาท
11. การผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบ ต่อเนื่อง	263,060 บาท
12. การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อนำกลับ มาใช้ใหม่	220,000 บาท
13. ชุดกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นด้วยคอลัมน์สเปรย์และ ปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก	470,000 บาท
14. การผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกใหม่	480,680 บาท
15. การสังเคราะห์และศึกษาลักษณะของผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวท่อเหล็กกล้า จากระบบหมักร่วมของหญ้ากับมูลสุกร	495,000 บาท
โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	52,000 บาท
1. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ	38,000 บาท
2. โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ	14,000 บาท

1. ชื่อแผนงานวิจัย 1. ระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์เหนี่ยวนำในอุตสาหกรรม
(Industrial Induction Motor Condition Monitoring System)

ชื่อโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย

- โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ระบบเก็บข้อมูลการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ
Data Acquisition System for Induction Motors

- โครงการวิจัยย่อยที่ 2 โมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ
An Embedded Module for Early Estimation of Faults of Induction Motors

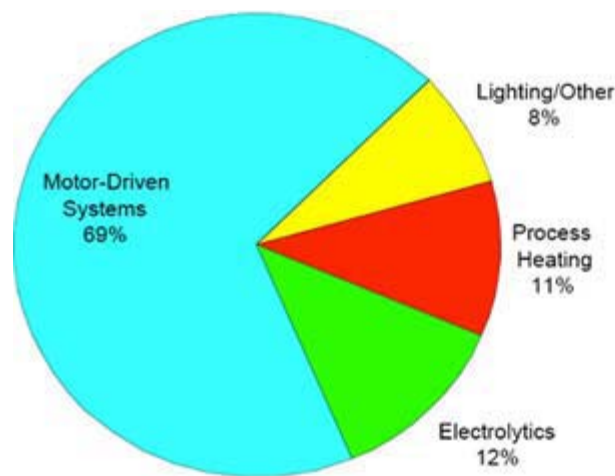
- โครงการวิจัยย่อยที่ 3 เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเฉพาะกิจในอุตสาหกรรม
Industrial Wireless Ad Hoc Sensor Networks

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

อุตสาหกรรมยางพาราและการผลิตที่ใช้ยางพาราเป็นวัตถุดิบ อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง และอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล ล้วนเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้หลักให้จังหวัดสงขลาและจังหวัดอื่นในภาคใต้ อุตสาหกรรมเหล่านี้ล้วนมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังหลักที่สำคัญในเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม หากมอเตอร์เหล่านี้เกิดเสียหายขึ้น และทำให้การผลิตของโรงงานต้องหยุดชะงักลง ย่อมก่อให้เกิดความเสียหายในแง่เศรษฐศาสตร์มากมาย นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียจากมอเตอร์เหล่านี้มีสัดส่วนเกือบร้อยละ 70 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงานดังรูปที่ 1 และดังบทความ “การลดต้นทุนด้วยการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์” ของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ในยุทธศาสตร์การสร้างและพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมให้เติบโตและยั่งยืน หากมอเตอร์เหล่านี้มีอายุการใช้งานนาน มีประสิทธิภาพการทำงานไม่เต็มกำลัง หรือมีความผิดปกติ ก็ยิ่งทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลถึงต้นทุนการผลิตมูลค่ามหาศาล การดูแลมอเตอร์เหล่านี้จึงต้องการนายช่างเข้าไปตรวจสอบแต่ละเครื่องอย่างสม่ำเสมอตามสภาพการใช้งานของเครื่อง บางครั้งการเข้าถึงมอเตอร์เพื่อทำการตรวจสอบของนายช่างอาจมีความยากลำบากและต้องเสี่ยงอันตราย บางครั้งนายช่างอาจไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน และเครื่องจักรหลักนั้นต้องใช้ในการผลิตตลอดเวลา สาเหตุเหล่านี้ ทำให้โอกาสที่มอเตอร์จะเกิดการเสียหายก่อนที่โรงงานจะป้องกันด้วยการบำรุงรักษาซึ่งมีมากขึ้น

ทีมนักวิจัยของข้อเสนอโครงการนี้ได้เข้าสำรวจโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา โรงงานนี้เป็นของบริษัทเซมเพอร์เฟล็กซ์ เอเชีย จำกัด บริษัทนี้ร่วมทุนกับบริษัท เซมเพอร์ริท แห่งสาธารณรัฐออสเตรเลีย ดำเนินการผลิตสายไฮดรอลิกแรงดันสูงสำหรับเครื่องจักรชนิดต่างๆ อุตสาหกรรมการก่อสร้าง และเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างสาธารณูปโภค เซมเพอร์เฟล็กซ์ เอเชีย จำกัดเป็นบริษัทแรก

ในประเทศไทย ที่มีความพร้อมด้วยเทคโนโลยีขั้นนำในการผลิตสายไฮดรอลิกแรงดันสูง กระบวนการผลิตอาศัยเทคโนโลยีที่รุดหน้าและเครื่องมือทันสมัย



Source: DOE presentation, March 1999:
Introduction to Motor Systems Management

University City Science Center
ITEM Division

รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

[ที่มา <http://www.thailandindustry.com/guru/>]

จากการสำรวจ พบว่าโรงงานประสบปัญหาเรื่องขมมอเตอร์อย่างมาก ถ้าสุดเครื่องจักรหลักขนาดใหญ่เครื่องหนึ่งซึ่งมีมอเตอร์ขนาด 160 kW เกิดความเสียหาย ทำให้ต้องหยุดการผลิตลงชั่วระยะเวลาหนึ่ง ทางบริษัทพยายามแก้ปัญหาในการผลิตโดยการส่งวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตที่ต้องใช้เครื่องจักรนั้นไปจ้างโรงงานอื่นผลิตให้ ในขณะที่รอการเปลี่ยนอะไหล่ของมอเตอร์ในส่วนที่เสียหาย ซึ่งต้องส่งไปซ่อมส่วนนั้นถึงกรุงเทพ เหตุการณ์ลักษณะนี้ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมากต่อโรงงาน

การดูแลรักษาเครื่องจักรโดยเฉพาะในส่วนของมอเตอร์นั้น โรงงานมีนายช่างที่ดำเนินการในเรื่องนี้ได้ระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากโรงงานขาดเครื่องมือที่สามารถวัดสภาพมอเตอร์ได้ โรงงานจึงต้องจ้างบริษัทผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกให้ทำการตรวจวัดสภาพมอเตอร์ให้กับบริษัทเป็นระยะๆ ข้อมูลที่บริษัทจากภายนอกมาวัดให้ก็คือ อุณหภูมิและการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ โดยคนของบริษัทจากภายนอกจะใช้เครื่องมือที่นำมาไปวัดการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ตามจุดต่างๆ ที่สำคัญๆ เช่น ที่ตลับลูกปืน เป็นต้น และทำการวัดอุณหภูมิของมอเตอร์ที่จุดสำคัญโดยใช้กล้องอินฟราเรด เมื่อวิศวกรของโรงงานได้รับข้อมูลนี้แล้ว ก็จะสามารถประเมินถึงสุขภาพของมอเตอร์ขณะนั้นได้ว่าเป็นอย่างไร จากการบอกเล่าของวิศวกรในโรงงานทำให้ทีมนักวิจัยของเราทราบว่าการจ้างบริษัทภายนอกมาทำการวัดจะเกิดค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท ในแต่ละครั้ง

ปัจจุบันมีเครื่องมือวัดที่นำเข้าจากต่างประเทศที่สามารถใช้ในการวัดสภาพของมอเตอร์ได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 ราคาต่อหน่วยของเครื่องมือที่นำเข้านี้อยู่ในช่วง 150,000 – 1,250,000 บาท ราคานี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องมือวัด การนำไปใช้งานแสดงได้ดังรูปที่ 3 คือ นายช่างจะต้องนำ

เครื่องมือนี้ไปวัดการทำงานที่ตัวมอเตอร์และที่ตู้ควบคุม ข้อจำกัดสำคัญที่เกิดขึ้นคือ ในกรณีที่มีมอเตอร์เป็นจำนวนมาก การทำงานนี้จะต้องใช้แรงงานอย่างมาก และในกรณีเริ่มเกิดความผิดปกติของมอเตอร์ในช่วงที่ไม่ได้อยู่ในช่วงกำหนดการวัด ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้



รูปที่ 2 ตัวอย่างเครื่องมือวัดสภาพมอเตอร์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ



รูปที่ 3 แสดงการใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้ามอเตอร์ในโรงงาน

จากประเด็นความสำคัญและที่มาของปัญหาดังตัวอย่างในโรงงานของบริษัทเซมเพอร์เฟกซ์ เอเชีย จำกัด รวมถึงราคาที่สูงของเครื่องมือวัด และข้อจำกัดของเครื่องมือวัดที่ไม่สามารถใช้ตรวจวัดแบบออนไลน์กับมอเตอร์จำนวนมากในโรงงานได้ ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องมีการวิจัยและพัฒนาสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวัดสภาพมอเตอร์เพื่อสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

นอกเหนือจากประเด็นเรื่องของคุณภาพของมอเตอร์แล้ว ยังมีประเด็นเรื่องของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานของมอเตอร์ด้วย จากการสอบถามวิศวกรประจำโรงงานของบริษัทเซมเพอร์เฟกซ์ เอเชีย จำกัด พบว่ามากกว่า 30 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปของโรงงานมาจากมอเตอร์ (คิดจากขนาดของมอเตอร์เฉพาะตัวใหญ่ 2 ตัว ในโรงงาน ยังไม่รวมมอเตอร์ตัวอื่นๆ ที่จำเป็นต่อสายงานการผลิต เช่น มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แอร์ มอเตอร์ปั้มน้ำ ปั้ลม มอเตอร์ในสายพานลำเลียง เป็นต้น) กล่าวคือ โรงงานที่มีมอเตอร์ขนาดใหญ่และยังมีจำนวนมากเท่าไร การวางแผนการใช้งานของมอเตอร์ให้มีประสิทธิภาพก็ยิ่งมีความสำคัญมาก ดังนั้นข้อมูลการใช้พลังงานของมอเตอร์จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่โรงงานสามารถใช้ในการวางแผนเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

3. วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

- 3.1 สร้างระบบเฝ้าติดตามสภาพอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนของมอเตอร์แบบอัตโนมัติและทดลองใช้ในโรงงานจริง
- 3.2 สร้างระบบเฝ้าติดตามการใช้พลังงานของมอเตอร์แบบอัตโนมัติและทดลองใช้ในโรงงาน
- 3.3 สร้างองค์ความรู้ในการทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ
- 3.4 สร้างระบบสื่อสารแบบไร้สายระหว่างเซนเซอร์ที่ติดตั้งที่มอเตอร์กับคอมพิวเตอร์ประมวลผลในห้องซ่อมบำรุงและทดลองใช้ในโรงงานจริง

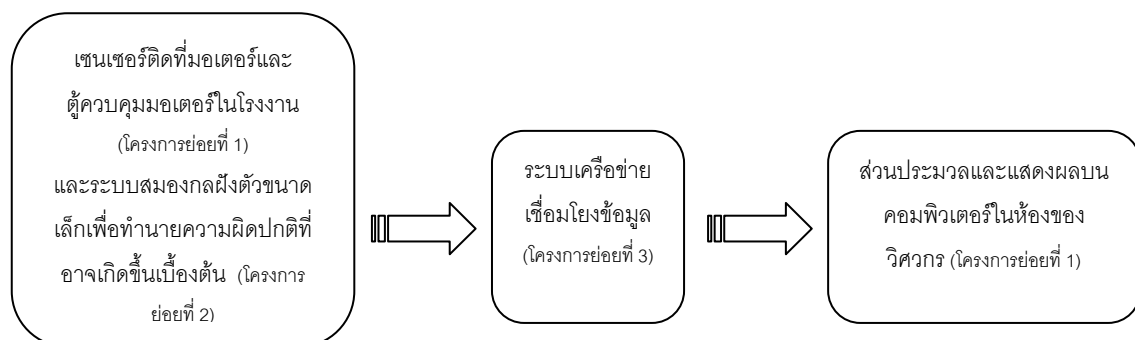
4. ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

จากความสำคัญและที่ของปัญหาวิจัยที่ระบุในหัวข้อที่ 2 ข้อเสนอโครงการนี้จึงได้วางวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ดังแสดงในหัวข้อที่ 3 และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัยนี้ที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวคือการสร้างระบบตรวจวัดมอเตอร์ไฟฟ้าแบบออนไลน์ โดยที่นายช่างไม่จำเป็นต้องเข้าไปตรวจวัดเองเป็นระยะๆ แผนงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย โดยความสัมพันธ์ระหว่างโครงการย่อยทั้งสามโครงการภายใต้แผนงานวิจัยนี้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

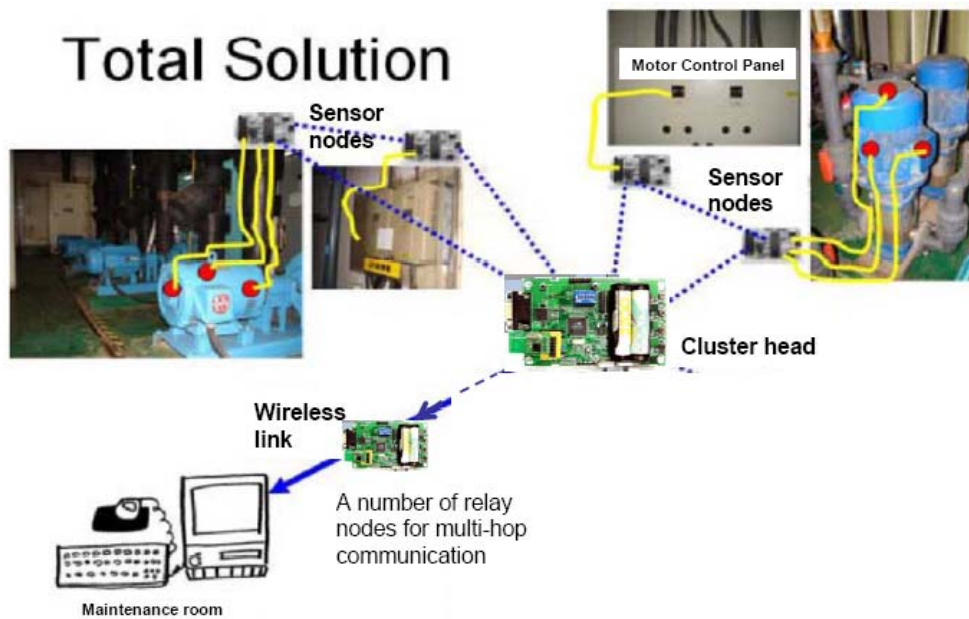
โครงการย่อยที่ 1 จะเน้นที่การนำเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ไปติดที่ตัวมอเตอร์และควบคุมมอเตอร์ เพื่อตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ และการใช้พลังงาน จากนั้นนำข้อมูลพลังงานที่ได้ไปคำนวณและแสดงผล ทั้งเรื่องพลังงานและสภาพมอเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabView และเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อคาดการณ์ระยะยาวที่คอมพิวเตอร์ในห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแลคอมพิวเตอร์

โครงการย่อยที่ 2 จะเน้นการพัฒนาาระบบมองกล้องตัวสำหรับตรวจจับความผิดพลาดด้วยการทำนายจากอาการเบื้องต้น ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแลระบบคอมพิวเตอร์เช่นกัน

โครงการย่อยที่ 3 เป็นส่วนที่จะทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลจากมอเตอร์ต้นทางของโครงการย่อยที่ 1 และ 2 ไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแลมอเตอร์ด้วยระบบสื่อสารไร้สาย ซึ่งมีระยะห่างประมาณ 200-300 เมตร ตัวอย่างรูปแบบของระบบนี้ได้แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 แผนผังความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัยระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์อุตสาหกรรม



รูปที่ 5 ความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัยระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์อุตสาหกรรม

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงาน ที่ใช้ประโยชน์จากผลการวิจัย

5.1 ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับติดตามสภาพของมอเตอร์เหนี่ยวนำ และการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหายรุนแรง และเพื่อการวางแผนใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบ

5.2 ได้องค์ความรู้สำหรับเผยแพร่วารสาร 2 ด้าน คือ

- การตรวจจับและทำนายสภาพความผิดปกติของมอเตอร์
- เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่มีเสถียรภาพในสภาพแวดล้อมโรงงานที่มีการรบกวนคลื่น

จากเครื่องจักรต่างๆ

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการย่อยทั้ง 3 โครงการทำการศึกษาและพัฒนาระบบตามขอบเขตที่วางไว้ไปพร้อม ๆ กัน โดยมีแผนการบริหารดังนี้

- ปีที่ 1 เป็นการศึกษา รวบรวมข้อมูล เพื่อพัฒนาฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และอัลกอริทึมที่เหมาะสม
- ปีที่ 2 เป็นพัฒนาต้นแบบและทดลองรวมระบบในระดับห้องปฏิบัติการในครึ่งปีแรก จากนั้นพัฒนาระบบต้นแบบภาคสนาม และทดลองรวมระบบในระดับภาคสนามที่โรงงานอุตสาหกรรมจริง

แผนการดำเนินการแสดงในรอบ 6 เดือน ดังตารางที่ 3 ทั้งนี้แผนโดยรายละเอียดมีบรรยายในแต่ละโครงการย่อย

ตารางที่ 3 แผนการดำเนินการวิจัยรอบ 6 เดือน

กิจกรรม	ปีที่ 1		ปีที่ 2	
	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง
1) ทบทวนวรรณกรรม และรวบรวมข้อมูล	■			
2) พัฒนาและทดสอบฮาร์ดแวร์	■■■■■			
3) ทำการทดลองเก็บข้อมูล ในห้องปฏิบัติการ	■■■■■			
4) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้		■■■■■		
5) สรุปผลและจัดทำรายงานความก้าวหน้าปีที่ 1		■		
6) พัฒนาระบบตามองค์ความรู้ที่ได้ของแต่ละโครงการย่อย			■■■■■	
7) รวบรวมจาก 3 โครงการย่อยและทดสอบระดับห้องปฏิบัติการ			■■■■■	
8) ปรับปรุงและพัฒนาระบบต้นแบบระดับภาคสนาม				■■■■■
9) รวบรวมจาก 3 โครงการย่อยและทดสอบระดับภาคสนามในโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้ความร่วมมือ				■■■■■
10) สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์				■■■■■

การบริหารความเสี่ยง

- วิธีการบริหารงานวิจัยในภาพรวม คือ จัดให้มีการประชุมกลุ่มทำงานทั้งสามโครงการย่อยทุกเดือน
- แผนงานวิจัยเพื่อลดความเสี่ยงที่จะทำให้การวิจัยไม่บรรลุวัตถุประสงค์ คือ มีการดำเนินงานวิจัยในส่วนต่างๆ ของทั้งสองโครงการย่อยนำร่องแล้วในปัจจุบัน โดยจัดงานเหล่านี้ให้เป็นหัวข้อ โครงการและวิทยานิพนธ์นักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและโทของทีมวิจัยในปัจจุบัน ทำให้นักวิจัยสามารถรับทราบปัญหาต่างๆที่ไม่คาดคิดได้ล่วงหน้าก่อนที่จะเริ่มโครงการที่น่าเสนอนี้จริง

7. ระยะเวลา และสถานที่ทำการวิจัย

ระยะเวลารวม 2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555-กันยายน 2557

สถานที่: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
และ โรงงานอุตสาหกรรมที่ให้ความร่วมมือ

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	งบประมาณ (บาท)					
	ปีที่ 1 พ.ศ. 2556		ปีที่ 2 พ.ศ.2557		รวม	
	ขอตั้ง	ได้แล้ว	ขอตั้ง	ได้แล้ว	ขอตั้ง	ได้แล้ว
1. งบบุคลากร						
1.1 ค่าจ้างชั่วคราว						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	156,000	156,000	156,000	-	312,000	156,000
โครงการวิจัยที่ 2	156,000	156,000	156,000	-	312,000	156,000
โครงการวิจัยที่ 3	174,000	174,000	174,000	-	348,000	174,000
2. งบดำเนินงาน						
2.1 ค่าปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	96,000	96,000	96,000	-	192,000	96,000
โครงการวิจัยที่ 2	96,000	96,000	96,000	-	192,000	96,000
โครงการวิจัยที่ 3	48,000	48,000	48,000	-	96,000	48,000
2.2 ค่าใช้สอย						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	38,000	38,000	35,000	-	73,000	38,000
โครงการวิจัยที่ 2	24,000	24,000	25,000	-	49,000	24,000
โครงการวิจัยที่ 3	15,000	15,000	35,000	-	50,000	15,000
2.3 ค่าวัสดุ						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	10,000	10,000	43,000	-	53,000	10,000
โครงการวิจัยที่ 2	54,000	54,000	93,000	-	147,000	54,000
โครงการวิจัยที่ 3	91,636	91,636	113,000	-	204,636	91,636
2.4 ค่าสาธารณูปโภค						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	38,000	38,000	40,000	-	78,000	38,000
โครงการวิจัยที่ 2	38,000	38,000	40,000	-	78,000	38,000
โครงการวิจัยที่ 3	34,864	34,864	40,000	-	74,864	34,864
3. งบลงทุน						
3.1 ค่าครุภัณฑ์						
แผนงานวิจัย	-	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยที่ 1	80,000	80,000	70,000	-	150,000	80,000
โครงการวิจัยที่ 2	50,000	50,000	30,000	-	80,000	50,000
โครงการวิจัยที่ 3	20,000	20,000	30,000	-	50,000	20,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	1,219,500	1,219,500	1,320,000	-	2,539,500	1,219,500

1. ชื่อโครงการวิจัย

1.1 ระบบเก็บข้อมูลการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

(Data Acquisition System for Electric Motors)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โดยทั่วไปการผลิตสินค้าประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ประการคือ (1) วัตถุดิบ (2) แรงงาน และ (3) เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ผู้ผลิตจำเป็นต้องบริหารจัดการปัจจัยทั้งสามประการให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ผู้ผลิตต้องรักษาคุณภาพสินค้าให้ได้มาตรฐานและสามารถส่งมอบสินค้าได้ทันเวลาตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการด้วย การผลิตเพื่อให้ได้ทั้งคุณภาพและปริมาณนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องจักรที่มีคุณภาพสามารถทำงานเต็มพิกัดได้เป็นเวลานาน ดังนั้นเพื่อให้อายุการทำงานของเครื่องจักรยาวนานและเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มกำลังตามความต้องการของผู้ใช้ จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างเหมาะสมเข้ามาช่วย

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (1) ความเสียหายของเครื่องจักรที่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งาน ในกรณีนี้การวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) แบบตามเวลา (Time based maintenance) สามารถใช้ได้ผลดี และ (2) ความเสียหายของเครื่องจักรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งาน ซึ่งในกรณีนี้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบตามเวลาไม่สามารถช่วยได้ นอกจากนี้การบำรุงรักษาแบบตามเวลายังก่อให้เกิดการบำรุงรักษาที่มากเกินไปจนความจำเป็นทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและยังเสี่ยงต่อความเสียหายเพิ่มเติมได้อีกด้วยเนื่องจากความผิดพลาดในการทำงานที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาการบำรุงรักษาจากแบบตามเวลามาเป็นการบำรุงรักษาตามเงื่อนไข (Condition based maintenance) ซึ่งกลยุทธ์การบำรุงรักษาแบบนี้จะกระทำเมื่อมีสัญญาณบ่งชี้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสภาพเงื่อนไขการใช้งานของเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ เพื่อคาดการณ์การเสื่อมสภาพและกำหนดการแก้ไขป้องกันไว้ล่วงหน้าตามสภาพเงื่อนไขที่แท้จริงของเครื่องจักรนั้นๆ ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นการบำรุงรักษาแบบตามเงื่อนไขจึงไม่มีช่วงเวลาของการบำรุงรักษาที่แน่นอนอย่างเช่นพัฒนาการบำรุงรักษาจากแบบตามเวลา ประสิทธิภาพของกลยุทธ์การบำรุงรักษาแบบนี้จึงต้องพึ่งเทคโนโลยีของการตรวจวัดตลอดจนการวินิจฉัยสภาพของเครื่องจักรเป็นอย่างมาก การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาแบบตามเงื่อนไขอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับตามความสำคัญของเครื่องจักรในระบบการผลิต ระดับที่ 1 เป็นระดับที่มีความสามารถสูงสุดและมีการลงทุนติดตั้งระบบสูงสุด ดังนั้นจึงเหมาะกับเครื่องจักรที่มีความสำคัญมากถึงมากที่สุดในการบวนการผลิตซึ่งขาดเสียไม่ได้ ไม่มีเครื่องจักรอื่นที่จะทำหน้าที่ทดแทนได้ และหากเกิดความเสียหายอย่างรุนแรงขึ้นอาจเกิดอันตรายกับบุคคลหรืออุปกรณ์รอบข้างได้ การตรวจวัดพารามิเตอร์และวินิจฉัยสภาพของเครื่องจักรจะต้องกระทำอย่างเข้มงวดโดยการติดตั้งตัวตรวจวัด (Sensor) อย่างถาวรกับตัวเครื่องจักรเพื่อให้ระบบวินิจฉัยสภาพของเครื่องจักรได้รับข้อมูลของสภาพเครื่องจักรได้ตลอดเวลา การบำรุงรักษาตามเงื่อนไขระดับที่ 3 เป็นระดับที่ไม่ยุ่งยากและลงทุนน้อยที่สุด เหมาะกับ

เครื่องจักรที่มีระดับความสำคัญต่ำในระบบการผลิต หากมีความเสียหายขึ้นก็มีเครื่องสำรองที่ทำหน้าที่เดียวกันได้ การตรวจวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องจักรจะกระทำอย่างสม่ำเสมอไม่จำเป็นต้องตรวจวัดตลอดเวลาอย่างเช่นในระดับที่ 1 การตรวจวัดจึงนิยมใช้เครื่องวัดแบบมือถือ (Handheld) ส่วนการบำรุงรักษาตามเงื่อนไขในระดับที่ 2 เป็นระดับที่อยู่กลางๆ ระหว่างความสามารถในการวินิจฉัยสภาพของเครื่องจักรและการลงทุน เหมาะกับเครื่องจักรที่มีความสำคัญกับระบบการผลิตแต่มีเครื่องสำรองที่สามารถทำหน้าที่เดียวกันได้ และหากเกิดความเสียหายรุนแรงอาจเป็นเกิดอันตรายกับบุคคลหรืออุปกรณ์รอบข้างได้

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นงานที่มีรายละเอียดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเครื่องจักรและระดับของการบำรุงรักษา ซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงการอัดจารบีให้เบร้งไปจนกระทั่งการ Overhaul เครื่องจักรทั้งระบบ ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นกำลังหลักส่วนใหญ่ของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความซับซ้อน การวินิจฉัยสภาพการทำงานก่อนการ Breakdown เพื่อทำนายสภาพความสมบูรณ์ปัจจุบันของมอเตอร์ไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญและเครื่องมือที่ซับซ้อนซึ่งในปัจจุบันนี้ยังมีราคาค่อนข้างสูง แม้แต่เครื่องวัดแบบมือถือก็มีราคาอยู่ในระดับหลักแสนบาทขึ้นไป รูปที่ 1 แสดงเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวัดและวินิจฉัยสภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบมือถือผลิตโดยบริษัทจากต่างประเทศ

นอกจากประเด็นเรื่องการบำรุงรักษาเครื่องจักรแล้ว การประหยัดพลังงานก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจ การวางแผนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต้องการข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรตลอดจนพฤติกรรมการใช้งานเครื่องจักร ดังนั้นหากทางโรงงานสามารถวางระบบตัวตรวจวัดปริมาณทางไฟฟ้าก็จะทำให้สามารถเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและความต้องการกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรแต่ละเครื่องได้ โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากและ/หรือมีชั่วโมงการทำงานมากก็จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงพอสรุปประเด็นของปัญหาได้ดังนี้

1. ระบบตรวจวัดสภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในปัจจุบันยังมีราคาแพงมากทำให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องลงทุนสูงมาก จึงไม่สามารถตรวจวัดข้อมูลการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงว่าจ้างบริษัทภายนอกให้ทำการตรวจวัดซึ่งมักจะเป็นแบบตามระยะเวลา ดังนั้นกลยุทธ์การบำรุงรักษาจึงกลายเป็นการบำรุงรักษาแบบตามเวลาไปโดยปริยาย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถตรวจพบสาเหตุความเสียหายของเครื่องจักรได้ล่วงหน้าหรือตรวจพบเมื่อความเสียหายเกิดขึ้นอย่างชัดเจนและส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตแล้ว
2. หากสามารถพัฒนาระบบการตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรแบบออนไลน์ซึ่งจะต้องติดตั้งตัวตรวจวัดต่างๆ อย่างถาวรกับตัวเครื่องจักร ก็จะทำให้ทางโรงงานสามารถเก็บข้อมูลสภาพการทำงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าและพฤติกรรมการใช้งานเครื่องจักรได้ตลอดเวลา ซึ่งจะมีประโยชน์ไม่เพียงแต่การบำรุงรักษาเท่านั้นแต่ยังสามารถประยุกต์ระบบตัวตรวจวัดที่ติดตั้งไว้ในงานด้านการประหยัดพลังงานได้อีกด้วย



รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องมือแบบพกพาในการวินิจฉัยปัญหาของมอเตอร์ไฟฟ้า ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลสภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า รวมทั้งการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและความต้องการกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้า

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลสภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนานี้ประกอบด้วยการตรวจวัดตัวแปรหลักดังนี้

- แรงดันไฟฟ้าสาย (Line voltage)
- กระแสไฟฟ้าสาย (Line current)
- ความสั่นสะเทือน (Vibration)
- อุณหภูมิของตัวถังมอเตอร์ (Case temperature)

ระบบจะใช้ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการตรวจวัดตัวแปรเหล่านี้มาประมวลผลเพื่อนำเสนอสภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าป้อนเข้ามอเตอร์ ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ตัวประกอบกำลัง ระดับแรงดันไฟฟ้าและปริมาณกระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ ความสมดุลของแรงดันและกระแสไฟฟ้า ระดับความสั่นสะเทือนของตัวมอเตอร์และระบบเกียร์ ระดับอุณหภูมิของตัวถังมอเตอร์ เป็นต้น ปริมาณต่างๆ เหล่านี้แสดงถึงสภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้านอกจากจะแสดงให้ผู้ปฏิบัติงานทราบในลักษณะเวลาจริง (Real time) แล้ว ยังได้จัดเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้องได้ใช้ประโยชน์ในภายหลังอีกด้วย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบข้อมูลการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเวลาจริงซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการบำรุงรักษาและ/หรือการประหยัดพลังงานได้

- ศักยภาพของงานวิจัยนี้คือ ในอนาคตผู้วิจัยสามารถพัฒนาโครงการวิจัยต่อยอดจากโครงการนี้ได้โดยใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในโครงการนี้เพื่อเก็บข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณพื้นฐานต่างๆ ดังที่กล่าวไว้

ในข้อที่ 6 แล้วนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าในแบบอัตโนมัติหรืออาจจะนำไปพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการบำรุงรักษาและ/หรือการประหยัดพลังงาน

- กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับประโยชน์จากโครงการวิจัยนี้ นอกจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังของเครื่องจักรแล้ว กลุ่มผู้ใช้งานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าในลักษณะอื่นๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสีย เครื่องทำความเย็น เป็นต้น กลุ่มผู้ใช้งานในลักษณะนี้ได้แก่ โรงพยาบาล โรงแรม ศูนย์ประชุม อาคารสูบน้ำ เป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้

-

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) Literature review

สำรวจเอกสารงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษารายละเอียดวิธีการตรวจวัดปริมาณต่างๆ ดังที่กล่าวไว้ในข้อที่ 6 ตลอดจนฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องและเทคนิคของการคำนวณ

2) Performance analyses

a. เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดของวิธีการตรวจวัดแบบต่างๆ ที่เลือกจากการศึกษาในขั้นตอนการสำรวจเอกสาร

b. เปรียบเทียบเทคนิคการคำนวณแบบต่างๆ ที่ได้จากการการศึกษาในขั้นตอนการสำรวจเอกสาร โดยจะเน้นในเรื่องความแม่นยำในการคำนวณ และข้อจำกัดในการใช้งาน

3) Design and implement sensor prototypes

a. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับเซ็นเซอร์โหนด โดยเลือกจากรูปแบบของวิธีการตรวจวัดที่เหมาะสมจากการศึกษาในขั้นตอน Performance analyses

b. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นกับโหลดทางไฟฟ้าจริง โดยจะทดสอบกับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฟฟ้ากำลังของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4) Design and implement calculation technique

พัฒนาเทคนิคการคำนวณให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ต้นแบบเพื่อนำเสนอปริมาณต่างๆ ที่กล่าวไว้ในข้อที่ 6 ให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน

5) Integrate with other subprojects and test

a. แผนงานวิจัยในโครงการย่อยนี้เข้ากับโครงการย่อยอื่นๆ

b. ทดสอบระบบโดยรวมกับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไฟฟ้ากำลังของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

c. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

6) Field test

นำระบบทั้งหมดไปติดตั้งและทดสอบกับมอเตอร์จริงในโรงงาน

7) Report writing

สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงาน

6.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- โรงงานของบริษัทเซมเพอร์เฟกซ์ เอเชีย จำกัด

110/2 ถนนกาญจนวนิช ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90230

โทรศัพท์ 0-7447-1231-5 โทรสาร 0-7447-1230

7. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนนี้โดยละเอียด)
ระยะเวลารวม 2 ปี โดยมีแผนงานแต่ละปีดังนี้

ตารางที่ 2 แผนการดำเนินการวิจัยปีที่ 1

1 st year activity	Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Literature review	■	■	■									
2. Performance analyses – Measurement and calculation techniques comparison			■	■	■							
3. Design and implement sensor prototype					■	■	■					
4. Design and implement calculation technique						■	■	■				
5. Lab test									■	■		
6. Report writing											■	■

ปีที่ 2 เป็นการปรับปรุงระบบที่ได้ดำเนินการในปีแรก หลังจากได้ทดสอบในห้องปฏิบัติการจากโครงการในปีที่ 1 เพื่อรวมกันเป็นระบบเฝ้าติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์เหนี่ยวนำในอุตสาหกรรมด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ทดสอบในห้องปฏิบัติการ และทดสอบภาคสนามในโรงงานที่ให้ความอนุเคราะห์

ตารางที่ 3 แผนการดำเนินการวิจัยปีที่ 2

2 nd year activity	Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Improve and implement calculation techniques	■	■	■	■								
2. Lab prototype test			■	■	■							
3. Integrate with other sub-projects and test at PSU						■	■	■				
4. Test and Performance analyses by using real measurement at a factory								■	■	■	■	
5. Report writing											■	■

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าจ้างชั่วคราว		
1) นักศึกษาปริญญาโทจำนวน 2 คน เงินเดือน 8,340 บาท x 12 เดือน	78,000	78,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ		
2.1.1 ค่าปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ		
1) ผศ. อนุวัตร ประเสริฐสิทธิ์ 200 บาท x 20 วัน x 12 เดือน	24,000	24,000
2) ผศ. ดร. กุศุมลย์ เฉลิมยานนท์ 200 บาท x 20 วัน x 12 เดือน	24,000	24,000
2.1.2 ค่าใช้สอย		
1) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	10,000	-
2) ค่าสร้างชุดทดลอง	-	-
3) ค่าเดินทางอาจารย์	-	10,000
4) ค่าเดินทางนักศึกษา	10,000	-
5) ค่าทำรายงานฉบับสมบูรณ์	-	5,000
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสำนักงาน	-	5,000
2) วัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำต้นแบบ	38,000	-
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น		
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการ ด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	20,000	20,000
3. งบลงทุน		
3.1 ค่าครุภัณฑ์ - คอมพิวเตอร์ขนาดพกพา 1 เครื่อง (เครื่องละ 20,000 บาท) สำหรับนักวิจัยประจำโครงการใช้ประกอบการ ทดลองเก็บข้อมูลได้	20,000	-
3.2 การ์ด LabView สำหรับรับข้อมูลจำนวน 2 การ์ด	50,000	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	274,000	166,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ		440,000

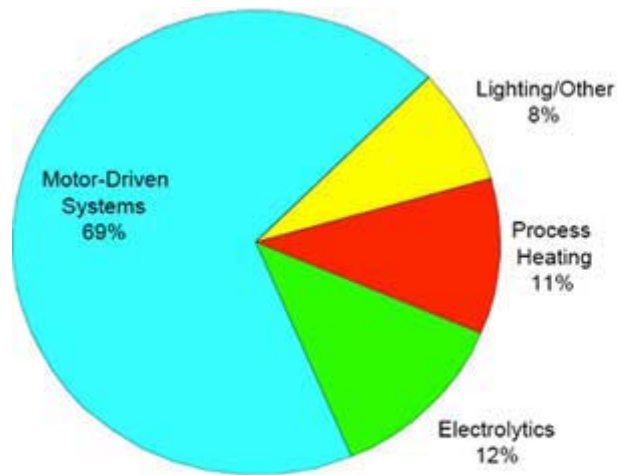
1. ชื่อโครงการวิจัย 1.2 โมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

(An Embedded Module for Early Estimation of Faults of Induction Motors)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังหลักที่สำคัญในเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม หากมอเตอร์เหล่านี้เกิดเสียหายขึ้น และทำให้การผลิตของโรงงานต้องหยุดชะงักลง ย่อมก่อให้เกิดความเสียหายในแง่เศรษฐศาสตร์มากมาย นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียจากมอเตอร์เหล่านี้มีสัดส่วนเกือบร้อยละ 70 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงาน ดังรูปที่ 1 [1] หากมอเตอร์เหล่านี้มีอายุการใช้งานนาน มีประสิทธิภาพการทำงานไม่เต็มกำลัง หรือมีความผิดปกติ ก็ยังทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลถึงต้นทุนการผลิตมูลค่ามหาศาล การดูแลมอเตอร์เหล่านี้จึงต้องการนายช่างเข้าไปตรวจสอบแต่ละเครื่องอย่างสม่ำเสมอตามสภาพการใช้งานของเครื่อง บางครั้งการเข้าถึงมอเตอร์เพื่อทำการตรวจสอบของนายช่างอาจมีความยากลำบากและต้องเสี่ยงอันตราย บางครั้งนายช่างอาจไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน และเครื่องจักรหลักนั้นต้องใช้ในการผลิตตลอดเวลา สาเหตุเหล่านี้ ทำให้โอกาสที่มอเตอร์จะเกิดการเสียหายก่อนที่โรงงานจะป้องกันด้วยการบำรุงรักษายังมีมากขึ้น ดังนั้นระบบเฟิร์มแวร์อัตโนมัติเพื่อตรวจจับและทำนายความบกพร่อง (Faults) ล่วงหน้าของมอเตอร์จึงมีความจำเป็นมาก

ปัจจุบันมีระบบ MCSA (Motor Current Signature Analysis) [2] ที่สามารถวิเคราะห์ความบกพร่องของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ แต่ระบบต้องติดตั้งเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมราคาแพง (ราคามากกว่า 1 ล้านบาท) และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อวิเคราะห์สภาพของมอเตอร์ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) ที่ต้องมีฐานข้อมูลจำนวนมากมาพิจารณา นั่นแสดงว่าระบบนี้ไม่เหมาะนำไปติดตั้งที่ตัวมอเตอร์ขณะทำงาน เนื่องจากระบบใหญ่ต้องการพื้นที่สะอาดและใหญ่พอที่จะรักษาคอมพิวเตอร์และเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมออกจากมอเตอร์ที่ต้องการทำงานในพื้นที่ที่มีฝุ่นและร้อน อีกประการคือระบบดังกล่าวมีราคาแพงอาจจะแพงเกินราคามอเตอร์ และไม่เหมาะกับการติดตั้งทั้งโรงงาน



Source: DOE presentation, March 1999:
Introduction to Motor Systems Management

University City Science Center
ITEM Division

รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงพยาบาลอุทสาหกรรม [1]

[ที่มา <http://www.thailandindustry.com/guru/>]

โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะทดแทนระบบ MCSA ดังกล่าวด้วยโมดูลสมองกลฝังตัวขนาดเล็กที่สามารถวิเคราะห์และทำนายความบกพร่องเบื้องต้นได้ เพื่อเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานทราบปัญหาและดำเนินการขั้นต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ได้ถูกส่งผ่านเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแลคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ได้

วศ.112

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 สร้างองค์ความรู้ในการทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

3.2 พัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิเคราะห์เพื่อทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 พัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวิเคราะห์เพื่อทำนายความบกพร่องล่วงหน้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ โดยนำสัญญาณจากเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ เช่น กระแส อุณหภูมิ และการสั่นสะเทือน มาประมวลผลด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล และนำผลที่ได้ส่งผ่านเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแล

4.2 ระบบสามารถทำนายความบกพร่องในภาพรวมมีความถูกต้องเกิน 80 % แต่ไม่เจาะจงว่าเป็นความบกพร่องอะไรและเนื่องจากสาเหตุใด

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 โมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับการตรวจจับและทำนายสภาพความผิดปกติของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

5.2 ได้อรรถความรู้สำหรับเผยแพร่วารสารด้านการตรวจจับและทำนายสภาพความผิดปกติของมอเตอร์

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

-ขั้นตอนที่ 1 สืบค้นข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับความบกพร่องของมอเตอร์ เนื่องจากข้อมูลทางสถิติมีความสัมพันธ์กับความบกพร่องของมอเตอร์ กล่าวคือสภาพของมอเตอร์ที่สังเกตเห็นเช่น อุณหภูมิที่ร้อนผิดปกติ เสียงที่ดังผิดปกติไป การสั่นสะเทือนของตัวมอเตอร์ และสัญญาณทางไฟฟ้า (แรงดัน และกระแส) ที่ตรวจวัดได้ สามารถบ่งบอกถึงความบกพร่องของมอเตอร์ได้ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้การตัดสินใจความบกพร่องได้เร็วขึ้น

-ขั้นตอนที่ 2 ทำการพัฒนาและทดสอบแผงวงจรเซนเซอร์วัด อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือนแรงดันและกระแส เพื่อนำข้อมูลจากเซนเซอร์หลายชนิดมาวิเคราะห์หาความบกพร่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมีจุดเด่นที่ใช้ข้อมูลจากหลายเซนเซอร์ที่กล่าวมาข้างต้นมาประมวลรวมกัน

-ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน และรูปคลื่นกระแส กับพฤติกรรมความบกพร่องของมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อสรุปหารูปร่างของสัญญาณและพฤติกรรมที่แสดงถึงความผิดปกติของมอเตอร์

-ขั้นตอนที่ 4 ทำการวิเคราะห์หาอัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์ในเชิงเปรียบเทียบ เพื่อให้ได้วิธีที่สามารถทำนายความบกพร่องได้แม่นยำ รวดเร็ว และเหมาะสมสำหรับการพัฒนาโมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องของมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

-ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาและทดสอบต้นแบบโมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องของมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ในระดับห้องปฏิบัติการ

-ขั้นตอนที่ 6 การพัฒนาและทดสอบต้นแบบโมดูลสมองกลฝังตัวสำหรับทำนายความบกพร่องของมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ในระดับภาคสนาม

-ขั้นตอนที่ 7 ทดสอบรวมกันกับทุกโครงการย่อยทั้งระบบ

-ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

6.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และโรงงานที่อนุเคราะห์ให้ความร่วมมือ

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลารวม 2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555-กันยายน 2557

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าจ้างชั่วคราว		
1) นักศึกษาปริญญาโทจำนวน 2 คนเงินเดือน 6,500 บาท x 12 เดือน	78,000	78,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ		
2.1.1 ค่าปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ		
1) ผศ.ดร. ณีฎฐา จินดาเพ็ชร 200 บาท x 20 วัน x 12 เดือน	24,000	24,000
2) ดร. วุทธิ วิชกูร 200 บาท x 20 วัน x 12 เดือน	24,000	24,000
2.1.2 ค่าใช้สอย	-	-
1) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	20,000	-
2) ค่าเดินทางอาจารย์	-	-
3) ค่าเดินทางนักศึกษา	-	-
4) ค่าทำรายงานฉบับสมบูรณ์	-	5,000
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสำนักงาน	2,000	3,000
2) วัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำต้นแบบ	50,000	38,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น		
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้าน สื่อสารและโทรคมนาคม	20,000	20,000
3. งบลงทุน		
3.1 ชุดดิจิทัลออสซิลโลสโคป	30,000	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	248,000	192,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ		440,000

1. ชื่อโครงการวิจัย

1.3 เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเฉพาะกิจในอุตสาหกรรม

(Industrial Wireless Ad Hoc Sensor Networks)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสื่อสารได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ชีวิตของผู้คนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตและการสื่อสารไร้สาย ในอนาคตมีการคาดการณ์ว่า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดจะมีอุปกรณ์สื่อสารไร้สายฝังตัวอยู่ทำให้สามารถส่งข้อมูลติดต่อกันได้ตลอดเวลาและก่อให้เกิดเป็นเครือข่ายสื่อสารการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ชนิดของข้อมูลที่สื่อสารกันนั้นจะเป็นอะไรก็ได้ขึ้นอยู่กับประเภทของงานประยุกต์ ข้อมูลที่สื่อสารกันในเครือข่ายอาจได้มาจากการตรวจวัดของเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ดังนั้นเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายจึงเกี่ยวข้องกับการตรวจวัดของเซนเซอร์ที่กระจายอยู่ในตำแหน่งต่างๆ เซนเซอร์ในเครือข่ายอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ในเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายจะเรียกเซนเซอร์เหล่านี้ว่า เซนเซอร์โหนด และจัดเป็นองค์ประกอบหลักของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย แต่ละเซนเซอร์โหนดมีส่วนประกอบหลักคือเซนเซอร์ หน่วยประมวลผล และอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ดังนั้นเมื่อมองในภาพกว้างจะพบว่าเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายจะเชื่อมโยงกลุ่มของเซนเซอร์โหนดด้วยเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายเพื่อสื่อสารข้อมูลจากเซนเซอร์หลากหลายชนิดในระบบเครือข่ายไปยังหน่วยประมวลผลกลางหรือศูนย์ควบคุม ส่วนข้อมูลที่ผ่านมาประมวลแล้วนั้นจะถูกนำไปใช้เพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งตามประเภทของงานประยุกต์ ข้อเสนอโครงการนี้เน้นการนำเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายนี้ไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสนอโครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยที่มีอีกสองโครงการย่อยที่จะดำเนินการวิจัยและพัฒนาระบบติดตามตรวจสอบสภาพมอเตอร์เหนี่ยวนำ โดยภาพรวมแล้วผลผลิตของข้อเสนอโครงการนี้เป็นส่วนของระบบเครือข่ายสื่อสารไร้สายที่จะเชื่อมโยงข้อมูลหลากหลายชนิดที่ได้จากการตรวจสอบสภาพมอเตอร์ในสายการผลิตไปยังปลายทางที่เป็นคอมพิวเตอร์ที่จะรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่มีการวิเคราะห์เบื้องต้นแล้วจากอีกสองโครงการย่อยในข้อเสนอแผนงานวิจัยเพื่อให้กับวิศวกร โรงงานนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ (รายละเอียดทั้งหมดอยู่ในแบบเสนอแผนงานวิจัย)

จากที่มาดังกล่าวข้อเสนอโครงการนี้จึงเน้นที่การออกแบบและสร้างระบบเครือข่ายสื่อสารไร้สายที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลสภาพมอเตอร์ของเครื่องจักรในโรงงานไปยังปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ชนิดแรกคือ กลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญมาก เช่น ข้อมูลสิ่งผิดปกติของมอเตอร์ ข้อมูลชนิดนี้ต้องถูกส่งไปยังปลายทางให้เร็วที่สุดและไม่สูญหาย ข้อมูลชนิดที่สองคือกลุ่มข้อมูลสภาพมอเตอร์ปกติที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพิ่มเติมที่ปลายทางเพื่อพยากรณ์สภาพของมอเตอร์ ข้อมูลชนิดนี้เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยกว่าชนิดแรก ระบบเครือข่ายไร้สายต้องสามารถรองรับปริมาณข้อมูลที่ต้องการส่งได้อย่างเพียงพอและรวดเร็วตามความสำคัญของข้อมูล

ปัญหาที่สำคัญในการนำเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีประเด็นที่สำคัญ คือเรื่องการออกแบบระบบสื่อสารให้เหมาะกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมในโรงงาน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบเครือข่ายสื่อสารไร้สายเฉพาะกิจที่มีจำหน่ายในปัจจุบันดังตัวอย่างข้อมูลสินค้าอุปกรณ์นี้จากบริษัท RS Components แสดงในตารางที่ 1 ไม่ได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้ได้กับโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ จึงทำให้ขาดความยืดหยุ่นและอาจไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้งานจริงที่มีลักษณะเฉพาะตัว ตัวอย่างเช่น การทำงานของเครื่องจักรในโรงงานที่มีการก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากลายเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนต่อการสื่อสารไร้สาย และสภาพสิ่งแวดล้อมของโรงงานที่จะเป็นสิ่งที่ขัดขวางการแพร่กระจายคลื่นสัญญาณไร้สาย เช่น ตำแหน่งการวางและขนาดของเครื่องจักร หรือการเคลื่อนย้ายต่างๆของสิ่งของและคนทำงานในสายการผลิตที่เกิดขึ้น

จากประเด็นปัญหาที่กล่าวไปแล้ว โครงการนี้จึงต้องวิจัยและพัฒนาระบบที่สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมโรงงานทั้งในแง่ที่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนและสิ่งกีดขวางต่อการสื่อสารไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการพัฒนาในระบบในสองแง่มุมคือความน่าเชื่อถือของการสื่อสารไร้สาย และเวลาหน่วงระหว่างกลุ่มข้อมูล ความน่าเชื่อถือของระบบในที่นี้หมายถึง ความสามารถที่จะส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และข้อมูลสำคัญไม่สูญหาย กล่าวคือระบบการสื่อสารไร้สายต้องมีโปรโตคอล (ระเบียบวิธีการสื่อสารในเครือข่าย) ที่สามารถจัดการระบบสื่อสารให้เกิดความน่าเชื่อถือในระดับที่จำเป็นที่กำหนดโดยผู้ใช้งานได้ ยิ่งกว่านั้นความหน่วงหรือความล่าช้าระหว่างกลุ่มข้อมูลมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องนำข้อมูลนั้นไปประมวลผลต่อแบบออนไลน์ เช่น การนำค่าแรงดันและกระแสของมอเตอร์ ไปใช้ในการคำนวณหาพลังงานสะสมที่มอเตอร์ใช้ไปที่คอมพิวเตอร์ปลายทาง หากระบบสามารถส่งข้อมูลได้ครบถ้วนแต่บางกลุ่มข้อมูลมาถึงปลายทางสายเกินไปก็ไม่ใช่ประโยชน์ การออกแบบโปรโตคอลสื่อสารต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย

ที่มาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวเป็นมุมมองในแง่การประยุกต์ใช้งาน วิธีการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจะเชื่อมโยงกับการวิจัยพื้นฐานทางด้านระบบสื่อสารซึ่งเป็นงานวิทยานิพนธ์บัณฑิตศึกษา ทั้งระดับปริญญาโทและเอก แนวคิดของหัวข้อวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอกคือ การนำหลักการพื้นฐานของความหลากหลายของการส่งสัญญาณทางปริภูมิ เวลา และความถี่ (Wireless Transmission Diversity in Space, Time and Frequency) มาพัฒนาโปรโตคอลสื่อสารให้ระบบสามารถสื่อสารข้อมูลตามปริมาณที่จำเป็นได้อย่างน่าเชื่อถือและทันเวลาในการประมวลผลที่ปลายทาง ระเบียบวิธีวิจัยในระดับปริญญาเอกจะเป็นการใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการจำลองเป็นหลัก เพื่อให้ได้องค์ความรู้คือโปรโตคอลหรือขั้นตอนวิธีแบบใหม่ที่จะใช้ส่งข้อมูลที่มีความสำคัญที่ต่างกันผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนและมีสิ่งกีดขวางที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สำหรับงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทจะเป็นการศึกษาและแก้ปัญหที่เกิดจากการนำอุปกรณ์ไปใช้งานจริง เน้นที่การสร้างระบบที่ต้องทำทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จากนั้นต้องนำระบบไปทำการทดสอบในภาคสนาม การวิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ และแก้ปัญหของระบบเครือข่ายโดยเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ทางทฤษฎีที่ได้จากการสังเคราะห์ในงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ในแง่ของการวิจัยพื้นฐาน การนำหลักการความหลากหลาย

(Diversity) มาออกแบบการใช้หลายๆช่องสัญญาณและพัฒนาโพรโทคอลสำหรับระบบเครือข่ายเช่นเซอร์ไรส์สายแบบส่งต่อกันเป็นทอดๆในสภาพแวดล้อมโรงงาน เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ ส่งข้อมูลได้ทันเวลาตามความสำคัญ ยังเป็นประเด็นวิจัยที่ยังไม่มีการศึกษา

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายสื่อสารไรส์สายเฉพาะกิจ ที่สามารถส่งและรับข้อมูลเช่นเซอร์ไรส์ที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ไปยังห้องซ่อมบำรุงตามความต้องการของนายช่างที่ดูแลมอเตอร์ได้ โดยระบบมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับที่มาของปัญหา

1) พัฒนาโพรโทคอลใหม่สำหรับเครือข่ายเช่นเซอร์ไรส์สายบนหลักการของความหลากหลายของการส่งสัญญาณ (Transmission Diversity) ที่คำนึงถึงประสิทธิภาพของสมรรถนะต่อไปนี้ ความน่าเชื่อถือของการส่งข้อมูล เวลาคงระหว่างกลุ่มข้อมูล และความสำคัญของข้อมูล

2) พัฒนาระบบเครือข่ายไรส์สายเฉพาะกิจทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ตามองค์ความรู้ที่ได้จากวัตถุประสงค์ข้อ 1 พร้อมทั้งทดสอบการใช้งานจริง

3) นำระบบสื่อสารที่สร้างไปรวมกับงานของโครงการย่อยอีกสองโครงการและนำระบบไปทดสอบจริงในโรงงาน

4. ขอบเขตของการวิจัย

1) วิจัยและพัฒนาขั้นตอนวิธีการสื่อสารแบบใหม่ โดยใช้หลายช่องสัญญาณตามมาตรฐานของ IEEE 802.15.4

2) ระบบเครือข่ายสื่อสารไรส์สายเฉพาะกิจที่พัฒนานี้จะครอบคลุมทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลสภาพและการใช้พลังงานของมอเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องของนายช่างที่อยู่ห่างออกไปจากพื้นที่ในส่วนของโรงงาน โดยจะใช้เทคนิคการสื่อสารแบบส่งต่อเป็นทอดๆ (Multi-hop)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ประโยชน์โดยตรงของผลงานวิจัยนี้คือ การสื่อสารข้อมูลเช่นเซอร์ไรส์สภาพการทำงานของมอเตอร์ด้วยระบบเครือข่ายไรส์สายถึงห้องทำงานของวิศวกรผู้ดูแลมอเตอร์

5.2 ศักยภาพของผลงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการนำเครือข่ายเช่นเซอร์ไรส์สายนี้ไปพัฒนาต่อเป็นเครือข่ายเช่นเซอร์ไรส์และแอมพลิฟายเออร์ไรส์สายเพื่อใช้ในการเฝ้าติดตามและควบคุมการทำงาน (เช่น ความเร็ว และ ตำแหน่ง) ของเครื่องจักรกลต่างๆในกระบวนการผลิตของโรงงานให้เป็นแบบอัตโนมัติได้ด้วย

5.3 ผลิตบัพณคดีศึกษาระดับ ป. โทและเอก

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.1 ขั้นตอนวิธีการทำการวิจัย

- 1) Literature review ควบคู่ไปกับการทำวิจัยในขั้นตอนอื่นๆ
สำรวจเอกสารงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาองค์ความรู้ของโพรโทคอลที่มีความหลากหลายของช่องสัญญาณ
ศึกษาพื้นฐานความรู้เรื่อง Transmission Diversity
ศึกษามาตรฐาน IEEE 802.15.4 และ Zigbee เพื่อเป็นความรู้ในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบ
- 2) Performance analyses of multi-hop over IEEE 802.15.4 networks by simulation ในประเด็นต่อไปนี้ เพื่อให้ให้นักวิจัยมีองค์ความรู้อย่างแท้จริงในการออกแบบระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายให้สามารถใช้งานสำหรับตรวจสอบสุขภาพของมอเตอร์ได้
 - a. Reliability issue
 - b. Jitter delay issue
 - c. Data transmission priority
- 3) Protocol design and Performance analysis by simulation ออกแบบขั้นตอนวิธีการสื่อสารที่ใช้หลายช่องสัญญาณบน Multi-hop IEEE 802.15.4 networks เพื่อพัฒนาในประเด็นวิจัยเรื่อง Reliability, Jitter และ Priority และศึกษาด้วยการจำลอง
- 4) Design and implement sensor node prototypes
- 5) Design and implement wireless sensor network prototypes
- 6) Install sensor network testbed
ติดตั้งและทดสอบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในอาณาบริเวณ Machine Lab ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 7) Performance analysis by using real measurement
วิเคราะห์สมรรถนะ Reliability และ Jitter ของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเฉพาะกิจด้วยวิธีการวัดจริง
- 8) สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงาน

6.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์
- โรงงานของบริษัทเซมเพอร์เฟกซ์ เอเชีย จำกัด (ในปีที่ 2)

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี (ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555-กันยายน 2557)

8. งบประมาณของโครงการวิจัย

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าจ้างชั่วคราว		
1) นักศึกษาปริญญาเอกจำนวน 1 คน เงินเดือน 8,000 บาท x 12 เดือน	48,000	48,000
2) นักศึกษาปริญญาโทจำนวน 1 คน เงินเดือน 6,500 บาท x 12 เดือน	39,000	39,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุและวัสดุ		
2.1.1 ค่าปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ		
1) ผศ.ดร.วิกรม ชีรภาพจรเดช 200 บาท x 20 วัน x 12 เดือน	24,000	24,000
2.1.2 ค่าวัสดุ		
1) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	20,000	-
2) ค่าเดินทางอาจารย์	-	-
3) ค่าเดินทางนักศึกษา	10,000	-
4) ค่าทำรายงานฉบับสมบูรณ์	-	5000
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสำนักงาน	5,000	-
2) วัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำต้นแบบ	108,000	-
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น		
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	20,000	20,000
3. งบลงทุน		
3.1 ค่าครุภัณฑ์ คอมพิวเตอร์ สำหรับเป็น Server	30,000	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	304,000	136,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ		440,000

1. ชื่อโครงการวิจัย 2. การประเมินวัฏจักรชีวิตทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานของการผลิตยางแผ่นรมควันในประเทศไทย
(Energy and Environment Life Cycle Assessment of Ribbed Smoked Rubber Sheet Production)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แนวโน้มการผลิตและการใช้ยางธรรมชาติของโลกเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งประเทศที่ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดสามอันดับแรกของโลกได้แก่ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย โดยประเทศไทยเป็นประเทศที่ปลูก ผลิต และส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 ได้ส่งออกยางธรรมชาติจำนวน 2.68 ล้านตัน แยกเป็นประเภทได้ดังนี้ ยางแผ่นรมควัน จำนวน 694,510 ตัน ยางแท่ง 950,574 ตัน น้ำยางข้น 595,550 ตัน ยางผสม 417,499 ตัน และอื่น ๆ อีกจำนวน 68,060 ตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ยางแผ่นรมควันถือว่าเป็นยางประเภทหนึ่งที่มีการส่งออกสูง โดยแหล่งผลิตยางแผ่นรมควันที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในภาคใต้ และปัจจุบันกำลังขยายการผลิตไปสู่ภาคอื่น ๆ ของประเทศด้วย

ยางแผ่นรมควันถูกส่งต่อไปยังกระบวนการอุตสาหกรรมยางเพื่อเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น โดยการแปรรูปให้เป็นรูปผลิตภัณฑ์ เช่น การผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งในทุก ๆ กระบวนการผลิตยางพารา หรือกระบวนการการนำยางพารามาแปรรูปเป็นอุตสาหกรรมนั้นได้มีการใช้พลังงาน และก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์หลายประการ ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศโลก การร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติ ภัยพิบัติมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น มลพิษสิ่งแวดล้อมขยายขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงอยู่ และการมีคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์

ปัจจุบันยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้ถูกส่งออกไปหลาย ๆ ประเทศ เพื่อผลิตเป็นยางรถยนต์ เช่น จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส เป็นต้น ประเทศเหล่านี้ซื้อยางไปในราคาที่ถูกและแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ขายได้ในราคาที่สูง สร้างผลกำไรเป็นอย่างมาก ประเทศเหล่านี้ไม่ได้มีส่วนรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกระทบจากการผลิตยางแผ่นรมควัน เช่น มลภาวะอากาศ และน้ำ เป็นต้น แนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาชดเชยสิ่งแวดล้อมที่ถูกระทบก็คือการกำหนดราคายางแผ่นรมควันที่รวมการประเมินผลกระทบนี้ในรูปแบบของตัวเงินเข้าไปด้วยซึ่งเป็นประเด็นที่ควรศึกษา

นอกจากนี้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาสีสิ่งแวดล้อมที่ถูกระทบ จึงควรศึกษาถึงลักษณะของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้น ตลอดจนแสวงหาแนวทางในการป้องกันเพื่อแก้ปัญหาลักษณะต่อสิ่งแวดล้อม เครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม คือ การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบ โดยมีข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์รองรับ ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจหรือหาสาเหตุของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างครบถ้วน

ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาล้างแวล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ในอนาคต

ความหมายของ LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ซ้ำ/การรีไซเคิล และการจัดการซากของผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า พิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึง ของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและการประเมินโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของชุมชน เพื่อที่จะหาวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งตามมาตรฐาน ISO 14040 นั้น การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย LCA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการแปลผลการศึกษา โดยขั้นตอนการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นขั้นตอนการคำนวณที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับตัวเลขทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงกับปัญหาล้างแวล้อมที่เกิดขึ้นในหลายระดับ ได้แก่ ระดับโลก ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น หรือระดับประเทศ ดังนั้น จึงมีหลายประเทศได้พัฒนาวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับประเทศตนเอง เช่น วิธี CML Baseline 2002 พัฒนาโดยประเทศเนเธอร์แลนด์ วิธี LUCAS พัฒนาโดยประเทศแคนาดา วิธี LIME พัฒนาโดยประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น โดยความแตกต่างของวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ละวิธีนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และลักษณะปัญหาของประเทศนั้นๆ เป็นหลัก (Toffoletto et al, 2007)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาและพัฒนา กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ ตั้งแต่เริ่มต้นตลอดไปจนถึง การสิ้นสุด นั่นคือการทำลาย โดยจะใช้ LCA ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และด้านการจัดการพลังงาน ในกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งคาดว่าผลในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จะช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันในเรื่องของการลดต้นทุนในการผลิตลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อโลกในปัจจุบัน ได้้นโยบายการกำหนดราคาที่จะชดเชยสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากการผลิตยางแผ่นรมควันและในการจัดทำ LCA ในครั้งนี้ ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ศึกษาและจัดทำไปประยุกต์ใช้กับระเบียบว่าด้วยยานยนต์หมดอายุ (Directive on End-of-Life Vehicles: ELV) โดยเมื่อวันที่ 18 กันยายน 2543 สหภาพยุโรปได้ออกระเบียบเรื่องยานยนต์ที่หมดอายุ (End-of-Life Vehicles) หรือเรียกว่า ELV ระเบียบนี้ได้วางมาตรการเพื่อลดของเสียจากยานยนต์ โดยบังคับให้มีการบำบัดซากยานยนต์อย่างถูกวิธี และนำชิ้นส่วนวัสดุกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ตามสัดส่วนที่กำหนด และเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมในทุกธุรกิจในวัฏจักรชีวิตของยานยนต์ สาเหตุที่เลือกยางแผ่นรมควันเนื่องจากกระบวนการผลิตและขนส่ง ก่อให้เกิดมลภาวะสูงกว่าการใช้ยางแท่งมาก ทั้งมลภาวะทางอากาศจากการเผาไหม้ฟืนสด ไอเสียจากยานพาหนะ และน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นดิบ ซึ่งจากการศึกษามลภาวะจากการผลิตยางแผ่นรมควันพบว่าการใช้ไม้ฟืนในการเผาไหม้ช่วงต้นทางการผลิตเพื่อให้ได้

พลังงานความร้อนก่อให้เกิดมลภาวะอากาศอย่างสูง และมีอนุภาคเขม่า และสาร polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในปริมาณที่สูง (Furuuchi et al, 2006; Choosong et al, 2007; Tekasakul et al, 2008; Chomaneet et al, 2009; Choosong et al, 2009) นอกจากนี้ยังเกิดมลภาวะทางน้ำอีกด้วย (Tekasakul and Tekasakul, 2006)

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันในประเทศไทยเปรียบเทียบกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในประเทศที่นำเข้าเพื่อผลิตยางรถยนต์

3.2 เพื่อศึกษาอัตราการใช้พลังงานในแต่ละกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

3.3 สามารถนำข้อมูลไปประกอบนโยบายกำหนดราคายางแผ่นรมควันในอนาคต และประยุกต์ใช้กับระเบียบว่าด้วยยานยนต์หมดอายุ

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ศึกษาวัฏจักรชีวิตของการผลิตยางแผ่นรมควันจากการปลูกยางจนไปถึงการแปรรูปเป็นยางรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1

4.2 วัตถุประสงค์ปริมาณน้ำยางสด และยางแผ่นดิบ

4.3 พลังงานที่ใช้ทุกขั้นตอน

4.4 มลภาวะทางอากาศ เช่น ก๊าซ particulate matters รวมทั้งองค์ประกอบเคมี เช่น polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) และน้ำเสียที่เกิดขึ้น

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 สามารถทราบถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตยางแผ่นรมควัน

5.2 นำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำบัญชีรายในกระบวนการทำ LCA มาวิเคราะห์ค่าพลังงานในแต่ละกระบวนการ เพื่อลดอัตราการใช้พลังงานได้

5.3 สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตยางพารา และต้นทุนในการผลิตยางรถยนต์

5.4 สามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรของยางพาราในประเทศได้

5.5 สามารถนำข้อมูลที่ได้ทำงานวิจัยไปประยุกต์ในระเบียบว่าด้วยยานยนต์ที่หมดอายุ (EVL) ได้

5.6 ได้แนวทางการกำหนดนโยบายราคายางแผ่นรมควันที่ชัดเจนซึ่งสิ่งแวดล้อมที่ถูกลดผลกระทบจากการผลิต

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับเรื่องของยาพารา ตั้งแต่กระบวนการ เพาะปลูกยางพารา กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นรมควัน กระบวนการ โรงงานผลิตยางรถยนต์ กระบวนการแยกส่วนรถยนต์ กระบวนการกำจัดยางรถยนต์ เป็นต้น โดยใช้หลักการทางสถิติเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

6.2 ตั้งสมมุติฐาน และ กำหนดเป้าหมาย

6.3 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในจังหวัดต่าง ของภาคใต้ เบื้องต้นประกอบไปด้วย จังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช ตรัง และสุราษฎร์ธานี โดยข้อมูลที่ทำการเก็บเน้นที่กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ดังนี้

- การผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งโดยเกษตรกร
- การขนส่งยางแผ่นผึ่งแห้งจากเกษตรกรสู่พ่อค้าคนกลาง
- การขนส่งยางแผ่นผึ่งแห้งจากพ่อค้าคนกลางสู่โรงงานผลิตยางแผ่นรมควัน
- การขนส่งยางแผ่นรมควันจากโรงงานไปขายที่ตลาดกลาง
- การขนน้ำยางสดจากเกษตรกรสู่สหกรณ์โรงรมยางหรือโรงงานผลิตยางแผ่นหรือจุ่มรับน้ำ

ยาง

- การขนส่งยางแผ่นรมควันจากสหกรณ์ไปขายที่ตลาดกลาง
- การขนส่งยาง ไปสู่ท่าเรือเพื่อส่งออก
- กระบวนการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.4 จัดทำบัญชีรายการ Input และ Output ในแต่ละกระบวนการ ที่ได้ทำการกำหนดขอบเขตการศึกษา ทั้งในด้านปริมาณวัตถุดิบ ด้านพลังงาน และ มลพิษที่ปล่อยออกมาทั้งหมดในแต่ละกระบวนการ

6.5 ประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม และค่าพลังงานที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ ตลอดจนวิถีชีวิตของการผลิตยางแผ่นรมควันในประเทศไทย และเปรียบเทียบกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในประเทศที่นำเข้าเพื่อผลิตยางรถยนต์ (รวมทั้งประเทศไทย)

6.6 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งเสนอข้อเสนอแนะ

6.7 เผยแพร่ผลงานวิจัย

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555- กันยายน 2557

8. รายละเอียดค่าของงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
- ค่าจ้างนศ. ป.เอก (1 คน x 9,700 บาท x 12 เดือน)	116,400
- ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ธุรการชั่วคราว (1 คน x 3,000 บาท x 12 เดือน)	36,000
2. งบดำเนินงาน	
ค่าตอบแทน วัสดุและวัสดุ	
(1) ค่าใช้สอย	
- ค่าเดินทางเก็บตัวอย่าง (5 จว x 1 ครั้ง x 3 คน x 2 วัน)	10,000
- ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ (5 จว x 1 ครั้ง x 3 คน x 2 วัน)	10,000
- ค่าน้ำมันยานพาหนะ (5 จว x 1 ครั้ง x 3 คน x 2 วัน)	5,000
- ค่าใช้สอยอื่น ๆ เช่น ค่าของที่ระลึกแก่ผู้ให้ความอนุเคราะห์ ค่าโทรศัพท์ ไปรษณีย์ เป็นต้น	15,000
(2) ค่าวัสดุ	
- วัสดุสำนักงาน	5,000
- วัสดุหนังสือ วารสารและตำรา	-
- วัสดุคอมพิวเตอร์	5,000
- วัสดุอื่น ๆ	5,000
ค่าสาธารณูปโภค (10%)	
- ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา	20,740
3. งบลงทุน	
- โปรแกรม SimaPro for LCA study	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอแต่ละปี	228,140

หมายเหตุ ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 3. การประเมินประสิทธิภาพการผลิตมีเทนและกลุ่มประชากรจุลินทรีย์
จากระบบหมักร่วมของหญ้ากับมูลสุกร (Evaluation in Anaerobic
Co-digestion of Grass and Pig Manure on Methane Production
Efficiency and Microbial Community)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

The environmental awareness has become an important policy in all countries around the world. Thai communities have increasingly placed an importance on environmental issues among the first priority in local development. The energy and environmental crisis has evolved in recent years because we consume great amount of non renewable resources with the lack of good and long term management planning. There is a ever growing amount of organic waste and wastewater produced annually. This has alarmed all parties to concern about the use of renewable energy sources. At the present time so much data showed that the anaerobic process is a good option to treat both industrial wastewaters and solid organic waste including livestock manure and any degradable wastes. Moreover the application of anaerobic digestion technology is growing worldwide because of its economic and environmental benefits. Absolutely, the principles of anaerobic digesters are biological destruction of a portion of the volatile solids. The main products are biogas that consists mostly of methane and carbon dioxide, and organic soil amendment substance rich in plant nutrients.

In Thailand, agricultural residues from both the agricultural and agro-industry are usually used as waste materials in the anaerobic digestion system. This can be used as the raw materials for biogas production as environmentally friendly renewable energy. The amount of agricultural residues is about 61 million tons a year. The most abundant residues are rice husk, oil palm residue and rubber wood residue. Biogas resources are from industrial wastewater and livestock manure, which have potential of 7,800 and 13,000 TJ/year, respectively (2011). Especially in pig farm that has changed to the big operations which produce so much waste. Causing environmental problems in communities around the forms are not only pig manure but also other organic wastes in the farm. Farm location uses large area of land for pig housing, water, wastewater reservoirs. Many kinds of plants are growing in such large space, particularly the para grass (buffalo grass or panicum grass). Co-digestion of pig manure to other organics from outside is deemed not possible due to the disease control rule in standard farms. Thus, the cultivation of para grass in farm can be used as substrate for the co-digestion.

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. To evaluate the methane production potential of anaerobic co-digestion of pig manure with para grass
2. To evaluate a two-stage thermophilic-mesophilic ASBR system (temperature phased anaerobic digestion system) for treating and enhancing the efficiency of co-digestion in anaerobic digestion.
3. To characterize microbial communities in an anaerobic digestion of co-digestion in the lab scale reactor.

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

The biochemical potential (BMP) will be conducted in the serum bottles at different inoculums to substrate ratios (ISRs) of 1, 2, 3, and 4. Each ISRs ratio are varied the ratios of grass and pig manure; 100: 0; 75:25; 50:50; 25:75; and 0:100. Then it is used as co-substrate with pig manure in anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) in two-stage configurations with two different temperature combinations: thermophilic (55 °C) - mesophilic (35°C). Methane production efficiency is evaluated from ASBR. Samples for microbiological analyses will be taken from the reactor at steady state condition to analyze for microbial community by using DGGE.

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง สำหรับการจัดการของเสียในระดับอุตสาหกรรมฟาร์มเลี้ยงสุกร ของการหมักร่วมกับมูลสุกรเพื่อให้ได้ C/N ratio ที่เหมาะสมต่อการผลิตมีเทน และการทราบกลุ่มประชากรจุลินทรีย์ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาระบบ เพื่อผลิตมีเทนได้สูงขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งสามารถใช้สำหรับการต่อยอดและและพัฒนาเพื่อสรรสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อเป็นพลังงานทดแทนในอนาคต

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. Preparation of substrates

- Pig manure (PM) in solid form will be collected in the finishing barn from pig farm where located of Pattalung Province, Thailand, Then dry at 60 °C and storage at 4 °C. It will be diluted with water before use in the experiment.
- Para Grass (PG) will be harvested from pig farm, dry at 60 °C and storage at 4 °C. The samples are chopped to maximum length less than 6 mm before using in an experiment.

1. Preparation of inoculum and test for methanogenic activity by specific methanogenic activity assay (SMA Assay)

1. Inoculums will be taken from an anaerobic digester of a concentrated rubber concentration located in Songkhla Province, Thailand.

2. Within 24 hours, SMA assay will be conducted according to (Ho and Sung, 2010) Methanogenic activities (SMA test) are measured at temperature 35 ± 1 °C using 120 ml serum glass bottles containing acetic acid as a substrate. Each serum bottle contains 10 gVS/L of inoculum, 4.5 ml of nutrient solution, 3 ml of alkalinity solution (NaHCO_3 10%v/v), and 0.75 ml of 1 M acetic acid. pH is adjusted to 7 by NaOH, the final volume is adjusted to 60 ml using deionized water. Head space is then purged with N_2 gas for 2 minutes.
- 3. Test for biogas production potential of different substrate mixture ratios and inoculum to substrate ratios using Biochemical Methane Production Potential Assay (BMP Assay)**

Methane production potential of the organic substrate will be determined using the BMP test. The test is carried out as triplicate batch experiments. BMP test will be carried out in 120 ml serum bottles with 60 ml of working volume. This experiment employs 2 variables, inoculum to substrate ratio and para grass to manure ratio. Performance of the methane production will be evaluated by using a factorial experiment design with three replicates. There are 4 ISRs (10:10, 10:5, 10:3.33, and 10:2.5 gVS/L:gVS/L) and 5 mixture ratios (100: 0; 75:25; 50:50; 25:75; and 0:100) by dry weight based on volatile solid value of para grass and pig manure. Each serum bottle is supplemented with 1% (v/v) of nutrient and trace element solution together with 50 g/L NaHCO_3 at 10% v/v. Finally, the serum bottle is made up to working volume with deionised water and head space is flushed with nitrogen gas for 2 minutes to ensure anaerobic conditions in the headspace of the batches. It is then sealed immediately using rubber septum and aluminum caps. The serum bottles are placed in an incubator that maintained at a temperature 35 ± 1 °C and during the experiment the batches are mixed automatically at 150-200 rpm. In each BMP trial, three blanks with only water and inoculums are administered.

The biogas production will be monitored daily during the experiment. Gas tight fitted with a No. 23 needle in to septum, allows the gas pressure in the serum bottle to displace the gas plunger and the volume of biogas is recorded. The biogas's composition from the BMP assay serum bottle will be analyzed by using GC-8A gas chromatography (Shimadzu). It is equipped with a thermal conductivity detector (TCD), packed column, with helium gas. pH is measured in the reactors and samples for volatile fatty acids (VFA) are taken.

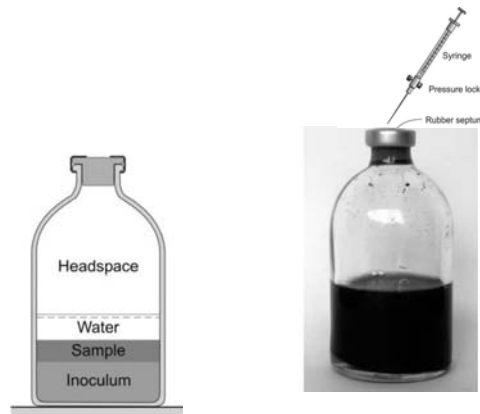


Figure 4 Illustration of reactor and gas sampling (I. Angelidaki and A. J. Guwy, 2009)

Equipment for the BMP test

- 120 ml serum glass bottles with a thick rubber septum are used as reactors. The exact volume of each bottle is determined by weighing the water contained in the bottle.
- 10 ml glass syringe with a No. 23 needle and a pressure lock for measure the biogas
- An incubator at 35 ± 1 °C for the incubation.
- Inoculum from the mesophilic of biogas plant from rubber concentration
- The organics waste; para grass is used in the experiment
- N₂ gas
- Shaker for mix the serum bottle at 150-200 rpm
- Deionised water
- NaHCO₃ (10% v/v) 50 g/L for add alkalinity
- Gas chromatograph and methane standard
- Nutrient and trace element solution. The composition of the solution are shown in table 12

4. Continuous operation of the temperature phased anaerobic digestion (TPAD) system to identify the optimal hydraulic retention time and organic loading rate

High potential ratio is chosen from BMP's result of the first part. Then it is used as co-substrate with pig manure in anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) in two-stage configurations with two different temperature combinations: thermophilic (55 °C) - mesophilic (35°C). The ASBR reactor is made from glass bottles. Each anaerobic system has a total volume of 6 L, the first- and second-stage reactors (R1 and R2) volume ratio is 1:3. First stage reactor has a volume of 1.5 L which maintains the temperature at 55 °C and second stage reactor has a volume of 4.5 L which maintains temperature at 35 °C. The temperature of each reactor is controlled at the desired level using outer wall of the digester is coiled with an electrical heating tape and covered with an insulating material. A thermostat is connected to a temperature sensor. The thermophilic digester is fed with co-substrate of organic material and pig manure

from a feeding tank, and the mesophilic digester is fed with the effluent from the thermophilic digester. The reactor is run by mixing and feeding with 24-hr cycles. Each cycle consisted of 30 min fill, 22 h 40 min reaction, 30 min settlement, 10 min draw and 10 min idle. Operating parameter is HRTs of 28, 20 days and 12 days. And each HRT has different of OLR 2, 4, 6 gVS/L/d. Both HRT and OLR are calculated from volumes of first and second stage reactors combined.

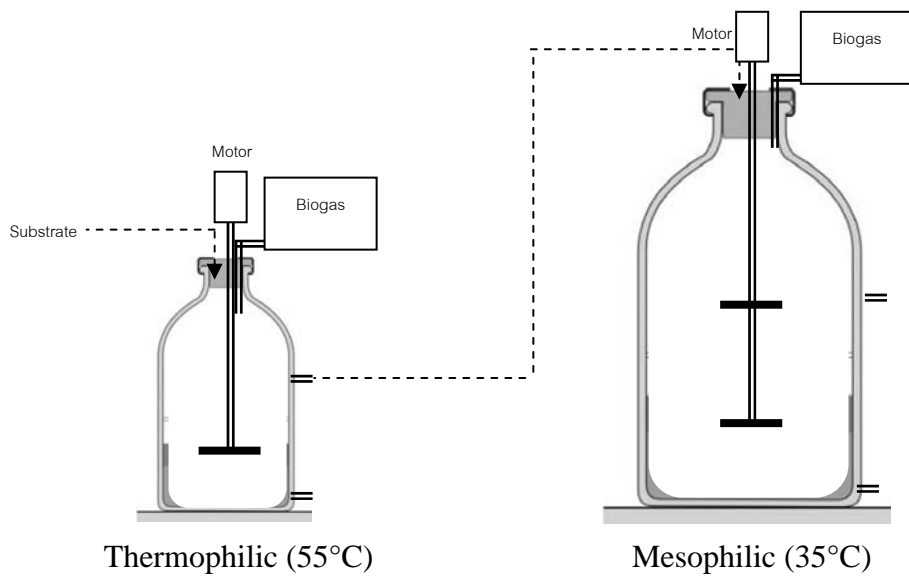


Figure 5 Schematic diagrams of the temperature co-phase anaerobic digestion system

5. Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE)

Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) is a molecular fingerprinting method. It is based on electrophoresis of PCR amplified rRNA gene in polyacrylamide gels. Which used to separates DNA products that generated from polymerase chain reaction (PCR). The polymerase chain reaction of environmental DNA can generate templates of differing DNA sequence that represent many of the dominant microbial organisms. Although, PCR products have the same length (bp), but DGGE can separate PCR products based on sequence differences that results in differential denaturing characteristics of the DNA. PCR products migrate through a polyacrylamide gel and it will begin to denature at which

time migration slows dramatically. Differing sequences of DNA (from different bacteria) will denature at different denaturant concentrations resulting in a pattern of bands. By the theoretically, each band represent a different bacterial population that present in the community. The quality of the DGGE is determined by the quality of the PCR products. Therefore this technology has been used widely in environmental microbiology to study diversity and populations. (Talbot et al., 2008)

5.1 Equipments

- Plate sandwich materials
- Spacers, plate clamps, pouring stand, foam gasket, well comb and spacing card
- 8% Polyacrylamide: (40: 1, acrylamide: bisacrylamide)
- Deionized Formamide
- Urea
- 0.5 xTAE (20 mM Tris-acetate, pH 7.4, 10 mM sodium acetate, 0.5 mM Na-EDTA)
- Glycerol
- 10% Ammonium Persulfate Solution (APS, 0.1 g in 1 ml of nanopure water. Make fresh when required or aliquot 0.5 ml into 1.5 ml microcentrifuge tubes and freeze until needed)
- TEMED (N,N,N',N' -tetramethylenediamine)
- Nanopure water
- Gradient wheel
- GelStar nucleic acid stain
- DCODE electrophoresis apparatus

5.2 Method

Samples for microbiological analyses will be taken from the reactor at steady state condition. The sludge samples from each stage of ASBR operation in Lab-scale (HRT 30, 20, and 10 day which different of OLR 2, 4, 6 gVS/l/d, sample will be take at the start up and finish of each OLR) for microbial community structure by using DGGE.

5.2.1 DNA extraction

About 0.25 g of fermented sludge is weighed into DNA extraction matrix tubes (2 parallels each). Total genomic DNA is extracted from samples collected from the reactor using the Ultraclean Soil DNA Kit (Mo Bio Laboratory Inc., USA) (Prasertsan et al., 2009), (Malin and Illmer, 2008). All extraction steps are carried out according to the manufacturer's protocol. The volume of supernatant lost is quantified and considered in the final calculation of the original DNA concentration in the sludge. DNA is eluted in 100 µl of elution buffer; reserve aliquots are stored at -20 °C and working

stocks at 8 °C. For measuring the DNA concentrations, Quant-iT™ PicoGreen® dsDNA reagent (Invitrogen) is used (Malin and Illmer, 2008).

5.2.2 Polymerase chain reaction (PCR) and denaturant gradient gel electrophoresis (DGGE)

Microbial population will be assessed by DGGE based on the 16S rRNA. The DGGE analysis of the PCR products (approximately 400 ng) is performed by electrophoresis at a constant temperature of 60 °C for 16 h at 100 V through a 8% polyacrylamide gel containing with gradient of denaturant (100% denaturant contains 7 M urea and 40% (v/v) formamide deionized) ranging from 30 to 70% in 0.5 TAE buffer (Prasertsan et al., 2009). Following electrophoresis, the gel is stained with ethidium bromide solution for 20 min, rinsed for 20 min in deionized water and photographed under UV transillumination. (Hwang et al., 2010)

6. Analytical methods

6.1 Substrate and Inoculums

Substrates (para grass and manure) and inoculums are analyzed for TS and VS. Substrates are evaporated under 105 °C for at least 1 h in an oven until dry and have constant weight, which is recorded as the TS. The TVS is obtained by ashing the TS to constant weight at 550 °C for 1 h in a furnace (APHA et al., 1999).

Beside that the pig manure and para-grass will be analyzed for moisture, carbon, nitrogen, phosphorus and potassium as described in the Standard Methods (APHA et al., 1999).

6.2 Biogas production and composition analysis

The biogas composition is measured by gas chromatography (Hewlett Packard GC 6850) equipped with thermal conductivity detectors (TCD). Methane and carbon dioxide are analyzed by GC-TCD fitted with 1.0 m stainless steel column packed with Porapak T (60/80 mesh). Helium gas is analyzed by GC-TCD fitted with a 1.5m stainless steel column SS350A packed with a molecular sieve (80/100 mesh). Helium is used as a carrier gas at a flow rate of 30 ml min⁻¹ (Prasertsan et al., 2009).

$$\text{Total specific methane yield} = \frac{\text{cumulative of methane (ml)}}{\text{g VS}_{\text{added}}}$$

6.3 Wastewater characteristics

Volatile fatty acids (VFAs) are analyzed by gas chromatography (Hewlett Packard, HP 6850) equipped with a flame ionization detector (FID). The detector temperature is 300 °C. Chemical oxygen demand (COD), pH, suspended solid (SS), total Kjeldahl nitrogen (TKN) are determined in accordance

with the procedures described in the Standard Methods (APHA et al.,1999). Available alkalinity and VFA are determined by direct titration method.

The efficiency of acidification, which has been quantified using the percentage of the initial substrate concentration converted to TVFA (total VFA). Therefore, the hydrolysis - acidification stage is sub-divided into two steps. Firstly, hydrolysis yield is defined as solubilization of organic matter, which can be expressed as the quotient between the effluent COD in filtered sample (soluble output COD, COD_s) and influent COD in total sample (COD_t) after dilution with the added distilled water according to the HRT. It is calculated according to the following equation

$$\text{Hydrolysis yield} = \frac{S_s}{S_t} \cdot 100$$

Where: S_s is the soluble output COD

S_t is the initial total substrate concentration (calculated by means of the quotient: (COD_t g substrate)/ (volume related to the corresponding HRT) where COD_t is the COD concentration of solid substrate

Secondly, the acidification yield is calculated via soluble COD through the following equation which representing the amount of solubilized matter converted to VFAs:

$$\text{Acidification yield} = \frac{S_{\text{TVFA}}}{S_s} \cdot 100$$

Where: S_{TVFA} is the concentration of TVFA, expressed as mg COD/L using the theoretical COD equivalents for each VFA.

6.4 Statistical analysis

Mean and the standard deviation values reported are calculated from data at stable condition of each operating condition. The data are analyzed using the data analysis toolbox in software Excel 2003 (Microsoft).

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

18 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555-มีนาคม 2557

8.รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร	
- นักศึกษาปริญญาเอกทำวิจัยในโครงการที่เสนอขอทุน ๗ เพื่อวิทยานิพนธ์ (4,000 บาท ระยะเวลา 6 เดือน)	24,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ	2,000
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ	5,000
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	2,000
3) ค่าใช้จ่ายในการสัมมนาและฝึกอบรม	2,500
4) ค่าจัดทำรายงาน	2,500
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น	
1) วัสดุสำนักงาน	1,000
2) วัสดุเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	3,000
3) วัสดุโฆษณาและเผยแพร่ เป็นค่าเดินทาง สำหรับการนำเสนอ และทำโปสเตอร์	4,000
4) ค่าถ่ายเอกสารและสืบค้นข้อมูล	1,000
5) ค่าวัสดุเก็บตัวอย่างแก๊สและน้ำเสีย เช่น หลอด,ถุงเก็บ ตัวอย่างแก๊ส	2,500
6) ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ เช่น กระดาษกรอง หลอด vial เป็นต้น และเครื่องแก้ว	10,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น	
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่า ไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	5,950
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	65,450

หมายเหตุ ขอดั้วเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ

1.ชื่อโครงการวิจัย 4. การวิเคราะห์อิทธิพลของอัตราความเครียดต่อความแข็งแรงของดินเหนียวอ่อน
ทะเล: กรณีศึกษาดินเหนียวปากพนัง
(The influence analysis of strain rate on yield strength of soft marine clay: case
study of Pakpanang Clay)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สภาพธรณีวิทยาพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช พบว่าประกอบด้วยตะกอนดินเหนียวชายทะเล (Marine Deposits) ที่เกิดจากการผุร่อนของหินแกรนิตยุคจูแรสสิก-ครีเทเชียส (สุทธีศักดิ์และคณะ 2550) และเป็นชั้นตะกอนดินเหนียวที่เกิดจากการพัดพามาสะสมตัวโดยน้ำทะเลพบบริเวณที่เป็นป่าชายเลน และป่าพรุที่มีน้ำท่วมถึง หรือเรียกว่า ดินเหนียวอ่อนปากพนัง (Pakphanang soft clay) (ศิษฐพรและคณะ 2551) ซึ่งมีความหนาโดยประมาณ 15 – 20 เมตร จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม เพื่อนำไปจำแนกชนิดของดินตาม unified soil classification system (USCS) พบว่าดินเหนียวปากพนังมีลักษณะเป็น High plasticity clay (CH) (อักรเดช 2552) ดังนั้นดินเหนียวปากพนังมีพื้นที่ผิวจำเพาะ ความเป็นพลาสติกและอัตราส่วนช่องว่างสูง ทำให้ความแข็งแรงของดินต่ำและมีการทรุดตัวสูง ดินประเภทนี้จะมีแรงระหว่างอนุภาคที่สูง ส่งผลให้มีกำลังต้านทานแรงเฉือน (Shear strength) สูง แต่เมื่อถูกรบกวนจะสูญเสียความต้านทานแรงเฉือนอย่างมาก ดังนั้นทำให้มีงานวิจัยมากมายที่ทำการศึกษาพฤติกรรมของดินเหนียวปากพนัง เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ในบริเวณ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากพฤติกรรมการเคลื่อนตัว (Deformation) ของวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การเคลื่อนตัวแบบยืดหยุ่น (Elastic) แบบพลาสติก (Plastic) และแบบหนืด (Viscous) ซึ่งการเคลื่อนตัวแบบหนืดจะเป็นการเคลื่อนตัวที่แปรผันตามเวลา คือเมื่อวัสดุได้รับหน่วยแรง วัสดุจะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งหมดโดยทันทีใดหลังจากกระทำหน่วยแรง แต่การเคลื่อนตัวของวัสดุจะดำเนินไปอย่างช้าๆ เป็นผลเนื่องจากคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุเรียกว่าความหนืด โดยดินเหนียวเป็นวัสดุตามธรรมชาติที่มีพฤติกรรมการเคลื่อนตัวจะแปรผันไปตามเวลา ดังจะพบได้จากพฤติกรรมความคืบ (Creep) และการคลายตัวของความเครียด (Stress relaxation) (วีระ 2549) ซึ่งเป็นผลจากคุณสมบัติด้านความหนืดของดินเหนียว (Viscous property) ดังนั้นคุณสมบัติด้านความหนืดของดินเหนียว (Viscous property) จะพิจารณาออกมาด้วยค่าของสัมประสิทธิ์ความหนืดของดินเหนียว ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีความเกี่ยวเนื่องในด้านการทรุดตัวของดินและด้านพลศาสตร์ของดิน (Dynamic properties)

จากการวิจัยในอดีตพบว่า อัตราความเครียดส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของดินเหนียวที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งพฤติกรรมนี้ถูกค้นพบโดย Taylor (1943) และ Casagrande และ Wilson (1951) นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนอัตราการเคลื่อนตัวหรือผลกระทบจากอัตราความเครียด (Strain rate) ที่มีผลต่อพฤติกรรมการรับแรง เช่น Vaid และ Campanella, (1977) ได้ทำการทดสอบดินเหนียวแฮนนี่ (Haney clay) ซึ่งเป็นดินเหนียวตกตะกอนที่ค่อนข้างไวตัว (Sensitive) สูง โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดที่เปลี่ยนแปลงไปตาม

ระดับอัตราความเครียดเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า การปรับเปลี่ยนอัตราความเครียดจะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมรับแรง เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด (Peak deviator stress) ที่ทำการ Normalized ด้วยหน่วยแรงประสิทธิผลของการอัดตัวคายน้ำ จะมีค่ามากที่สุดที่ระดับอัตราความเครียดที่สูงสุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในประเด็นการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของดินเหนียวปากพั้งโดยการทดสอบแรงอัดสามแกน (Triaxial compression test) โดยการแปรผันค่าอัตราความเครียดตามแนวแกน (Axial strain rate) ที่อัตราต่างๆ แล้วทำการวิเคราะห์ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พิจารณาผลกระทบของอัตราความเครียด เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและประเมินโครงสร้างในบริเวณ อำเภอปากพั้ง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 3.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมแบบขึ้นกับอัตราของความเค้นและความเครียดของดินเหนียวปากพั้ง
- 3.2 เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของดินเหนียวปากพั้ง จากการทดสอบแรงอัดสามแกน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พิจารณาผลกระทบของอัตราความเครียดในการประมวลผล
- 3.3 เพื่อเป็นการพัฒนาความรู้ในการใช้ทฤษฎีไฮเปอร์พลาสติกในการประยุกต์ใช้ในการจำลองพฤติกรรมของดิน

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 4.1 ตัวอย่างดินที่นำมาเป็นตัวแทนดินเหนียวในงานวิจัยนี้ เป็นตัวอย่างดินแบบไม่รบกวน ซึ่งถูกเก็บมาจาก อำเภอปากพั้ง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- 4.2 ทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม ทางกายภาพและเคมี ของดินเหนียวปากพั้ง
- 4.3 การทดสอบแรงอัดแบบสามแกน จะทำการทดสอบทั้งแบบระบายน้ำและแบบไม่ระบายน้ำ โดยทำการอัดตัวคายน้ำเท่ากันทั้งสามแกน (isotropic consolidation) โดยใช้แรงดันเซลล์ประมาณ 2 เท่าของหน่วยแรงกดอัดสูงสุดในอดีต (maximum past pressure) แล้วทำการลดแรงดันเซลล์เพื่อให้ได้ค่าการอัดแน่นเกินตัว (over consolidation ratio, OCR) เท่ากับ 1 2 และ 4 แล้วทำการทดสอบแรงเฉือนด้วยอัตราความเครียดคงที่ (Constant strain rate) ที่ระดับต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร สูง 7.0 เซนติเมตร
- 4.4 การประมวลผลการทดสอบ จะทำการประมวลผลโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พิจารณาผลกระทบของอัตราความเครียด เพื่ออธิบายพฤติกรรมแบบที่ขึ้นกับอัตราความเครียดตามแกนของดินเหนียว

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของดินเหนียวโดยประมาณ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอธิบายพฤติกรรมแบบขึ้นกับอัตราความเครียดและนำไปใช้ในงานด้านพลศาสตร์ของดินได้

5.2 เป็นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ถึงพฤติกรรมแบบขึ้นกับอัตราความเครียดของดินเหนียว รวมถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด

5.3 เป็นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ที่มีผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงความเครียด

5.4 นำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบทางวิศวกรรมหรืองานวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

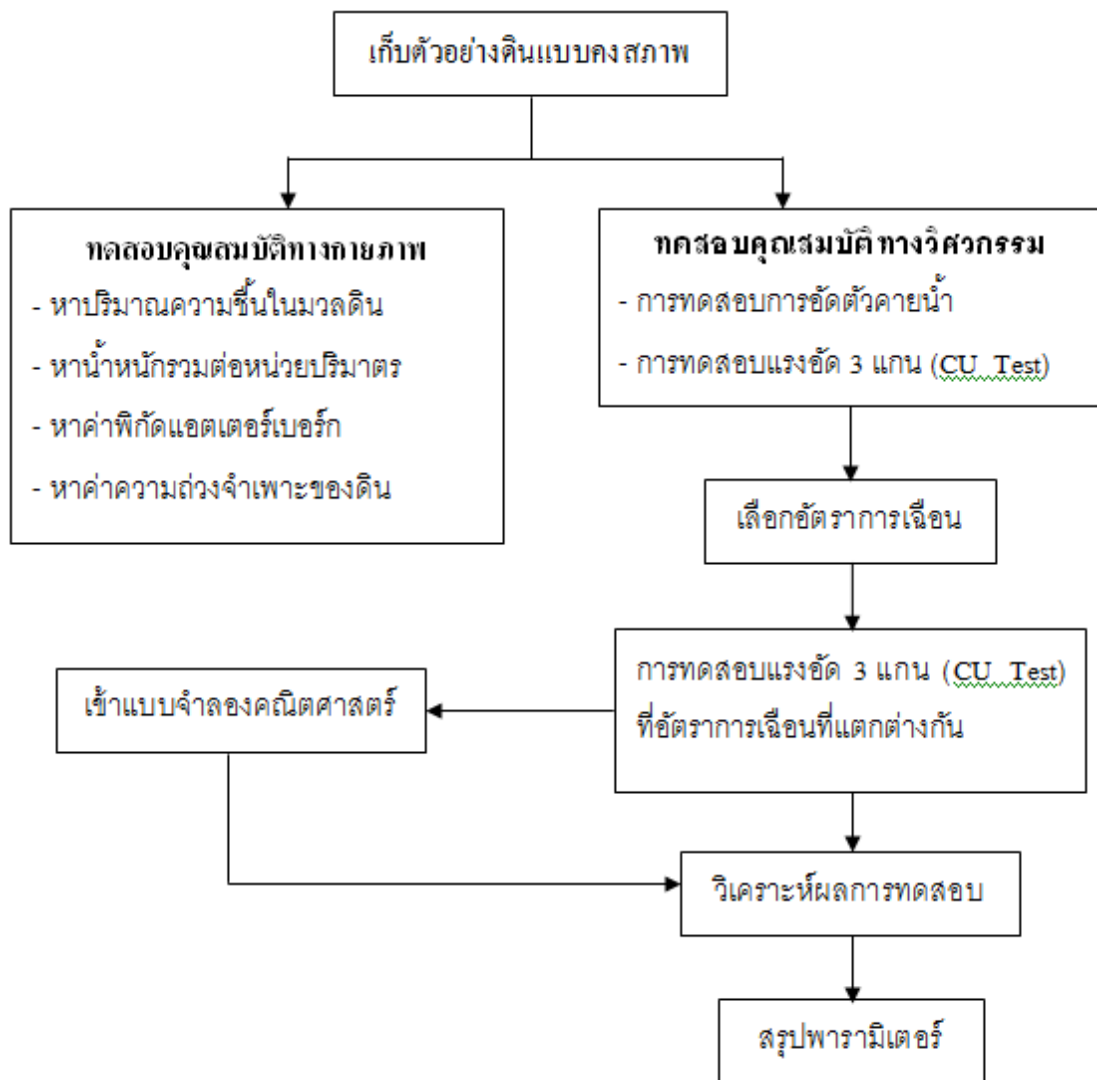
5.5 สามารถผลิตบทความทางวิชาการในระดับประเทศหรือนานาชาติได้ไม่น้อยกว่า 2 ฉบับ หรือสามารถเข้าร่วมงานประชุมทางวิชาการในระดับประเทศหรือนานาชาติได้ไม่น้อยกว่า 2 ฉบับ

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมความหนืด (Viscosity) ของดินเหนียวปากพนังซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอนคือ การเก็บตัวอย่างดิน ทดสอบคุณสมบัติดัชนีและคุณสมบัติวิศวกรรมของดินในห้องปฏิบัติการ นำผลที่ได้มาเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของดินเหนียวปากพนัง รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการทดสอบ และการสรุปผลการทดสอบ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในภาพรวมได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.1

6.1 การทดสอบหาสมบัติทางกายภาพ (Index Properties)

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนจากหลุมเจาะ บริเวณอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการทดสอบสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวปากพนังใช้วิธีการทดสอบดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.1 แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 6.1 แสดงการทดสอบหาสมบัติทางกายภาพ (Index Properties)

คุณสมบัติ	วิธีการทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง
1.หาค่าน้ำหนักรวมต่อหน่วยปริมาตรของดินเหนียวคงสภาพ	การทดลองหาน้ำหนักรวมต่อหน่วยปริมาตร	ASTM D 3282
2.หาค่าพิกัดเหลว ค่าพิกัดพลาสติก และค่าดัชนีพลาสติก	การทดลองพิกัดแอสเตอร์เบอร์ก	ASTM D 4318
3.หาค่าความชื้นในธรรมชาติของดิน	การทดลองหาความชื้น	ASTM D 2216
4.หาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน	การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน	ASTM D 854

6.2 การทดสอบคุณสมบัติวิศวกรรม (Engineering Properties)

การทดสอบคุณสมบัติวิศวกรรมของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนจากหลุมเจาะ โรงเรียนบ้านปากคลอง ตำบลคลองน้อย อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการทดสอบคุณสมบัติวิศวกรรมของดินเหนียวปากพนังใช้วิธีการทดสอบและมาตรฐานดังต่อไปนี้

6.2.1 การทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบหนึ่งมิติ (One - Dimensional Consolidation Test)

การทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบหนึ่งมิติ (One - Dimensional Consolidation Test) จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2435 – 96 เพื่อหาค่าแรงดันที่กดทับสูงสุดในอดีต (Maximum past pressure , σ'_{vm}) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติด้านวิศวกรรมในรูปแบบของอัตราส่วนอัดแน่นเกินตัว โดยนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงในการอัดตัวคายน้ำในกระบวนการทดสอบแรงอัด และแรงเฉือนสามแกนต่อไป

การทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบหนึ่งมิติ จะเป็นการหาค่าความสามารถในการระบายน้ำได้ของดินเหนียว ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการอัดตัวคายน้ำ และเพื่อหาค่าอัตราความเครียดอ้างอิง โดยออกมาในรูปความเครียดตามแนวแกนเฉลี่ย (Average axial strain rate , $\dot{\epsilon}_{ave}$) ซึ่งค่าดังกล่าวจะใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับอัตราความเครียดน้อยสุด ในการทดสอบแบบไม่ระบายน้ำและในแบบจำลอง โดยค่าอัตราความเครียดตามแนวแกนเฉลี่ยสามารถหาได้จากการเฉลี่ยค่าความเครียดตามแนวแกนที่เกิดขึ้นด้วยเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดขบวนการอัดตัวคายน้ำขั้นต้น (Primary Consolidation)

งานวิจัยนี้จะนำผลที่ได้จากการทดสอบอัดตัวคายน้ำของดินเหนียว ซึ่งได้จากการเฉลี่ยตามแนวแกนที่เกิดขึ้นด้วยเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดขบวนการอัดตัวคายน้ำขั้นต้น ในแต่ละช่วงการกดทับด้วยหน่วยน้ำหนัก พบว่าอัตราความเครียดตามแนวแกนเฉลี่ยขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยแรงกดทับ ซึ่งความสัมพันธ์ของอัตราความเครียดตามแนวแกนเฉลี่ยกับหน่วยแรงประสิทธิผลกดทับ จะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเลือกความเครียดในการทดสอบแรงอัดสามแกนต่อไป

6.2.2 การทดสอบแรงอัดสามแกน (Triaxial Compression Test)

ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2850 และ D 4767 - 02 เพื่อหาค่าคงตัวของกำลังของดินทั้งแบบความเค้นรวมและความเค้นประสิทธิผล (Total and Effective) ซึ่งการปรับเปลี่ยนอัตราความเครียดในช่วงการทดสอบแรงเฉือน จะส่งผลกระทบต่อเกิดการเกิดแรงดันน้ำส่วนเกิน (Excess pore water pressure) ในการทดสอบแบบไม่ระบายน้ำ และการทดสอบแรงอัดสามแกนในครั้งนี้ใช้วิธีแบบอัดตัวอย่างด้วยความดันและกระทำแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Consolidated undrained triaxial test , CU – Test)

6.3 การเลือกอัตราความเครียด

อัตราความเครียดในการทดสอบแรงเฉือนจะมีผลต่อการเกิดแรงดันน้ำส่วนเกิน ซึ่งในงานศึกษามีสองแนวทางในการกำหนดอัตราความเครียดขั้นต่ำ คือ พิจารณาจากอัตราความเครียดที่กำหนดในมาตรฐานการทดสอบแรงอัดสามแกนแบบไม่ระบายน้ำหรือพิจารณาจากอัตราความเครียดตามแนวแกนเฉลี่ยจากการทดสอบอัดตัวคายน้ำแบบ 1 มิติ ซึ่งค่าอัตราความเครียดตามแนวแกนขั้นต่ำจะนำมาใช้ทดสอบแรงอัดสามแกนและผลทดสอบที่ได้จะนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในแบบจำลองต่อไป

6.4 การวิเคราะห์ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความหนักของดินด้วยแบบจำลอง

หลังจากทำการทดสอบแรงอัดสามแกน โดยการปรับเปลี่ยนอัตราความเครียดเสร็จสิ้น จะทำการวิเคราะห์และประมวลผลทดสอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะจำลองผลการทดสอบแรงอัดสามแกน

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556 – กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโททำวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ (1 คน x 12 เดือน x 6,500 บาท/เดือน)	39,000	39,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุและวัสดุ		
2.1.1 ค่าใช้สอย เช่น		
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ	5,000	
1.1) เดินทางไป-กลับ อ. ปากพอง จ. นครศรีธรรมราช เพื่อกำหนดและควบคุมการเก็บตัวอย่างดิน ให้ เป็นไปตามหลักวิชาการและ ค่าที่พัก อ. ปากพอง จ. นครศรีธรรมราช จำนวน 2 คืน โดยมีผู้เดินทาง 3 คน		
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์		
2.1) ปรับปรุงอุปกรณ์เตรียมตัวอย่างและวัดปริมาตร ตัวอย่างดินทดสอบ	7,000	
2.2) ปรับปรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์เพิ่มแรงดันคงที่ ของชุดทดลอง	14,600	
2.3) ขยายขนาดฐานรองตัวอย่างด้านบนและด้านล่าง ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว	4,400	

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1	งวดที่ 2

	(6 เดือนแรก)	(6 เดือนหลัง)
2.4)ปรับปรุงฐานรองตัวอย่างทั้งด้านบนและด้านล่าง ให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าโมดูลัสของดิน	4,000	
3) ค่าจ้างเหมาเก็บตัวอย่างดินที่ อ. ปากพั้ง จ. นครศรีธรรมราช	40,000	
4) ค่าใช้จ่ายในการร่วมสัมมนา/ประชุมวิชาการ	10,000	
5) ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดิน		
5.1) XRD (จำนวน 25 ตัวอย่าง/300 บาท)	5,000	
5.2) XRF (จำนวน 25 ตัวอย่าง/300 บาท)	5,000	
6) ค่าจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	2,500	
7) ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการของ มหาวิทยาลัย/คณะ	14,850	5,150
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสิ้นเปลืองสำหรับการทดลอง เช่น เมมเบรน, อะครีลิก	2,500	
2) วัสดุเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	2,000	
3. งบลงทุน (ครุภัณฑ์)		
3.1 อุปกรณ์วัดปริมาตรอัตโนมัติและควบคุมแรงดัน		
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	155,850	44,150
รวมงบประมาณที่เสนอขอประจำปี	200,000	

1. ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) 5. การผลิตไบโอเอทานอลจากเปลือกสับประรดด้วยยีสต์ขนมปังและการผลิตเชื้อกระดาษจากของเสียในกระบวนการ
(Production of bio-ethanol using baker's yeast and production of pulp from the residue in the ethanol production process)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม แหล่งพลังงานทดแทนที่สามารถช่วยแก้ปัญหาวิกฤตการณ์ด้านน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างเหมาะสมที่สุดควรมาจากผลผลิตและของเหลือใช้ทางการเกษตร (ชีวมวล) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สามารถปลูกใหม่ได้ไม่มีวันหมด เอทานอล เป็นพลังงานสะอาดที่สามารถใช้ทดแทน ใช้ผสม หรือใช้เป็นสารเติมเพิ่มค่าออกเทน (Ethyl Tertiary Butyl Ether: ETBE) ให้น้ำมันเบนซินได้เป็นอย่างดี แม้แต่การผลิตไบโอดีเซลก็ควรใช้เอทานอลเป็นสารตั้งต้น แอลกอฮอล์แทนเมทานอลเพื่อเป็นพลังงานหมุนเวียนได้อย่างแท้จริง

เอทานอลสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบชีวมวลที่มีองค์ประกอบหลักประเภทน้ำตาล แป้ง และ/หรือ เซลลูโลส แต่วัตถุดิบที่มีปริมาณมากและยังมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อยคือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบประเภทเซลลูโลสที่มีอุปสรรคสำคัญในการผลิต คือใช้เทคโนโลยีที่ยุ่งยาก ต้องใช้สารเคมีและสภาวะในการทำปฏิกิริยาที่สูง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง ส่งผลให้ต้นทุนรวมของการผลิตสูง จึงยังไม่สามารถพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์ได้ การผลิตไบโอเอทานอลมี 3 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกคือ การปรับสภาพวัตถุดิบเพื่อขจัดองค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่เซลลูโลสออก เช่น ลิกนิน และเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของวัตถุดิบให้พร้อมสำหรับการย่อย โดยทั่วไปจะใช้สารละลายด่างหรือเอนไซม์ ร่วมกับการให้ความร้อน [1-2] ขั้นตอนที่สองคือ การย่อยเซลลูโลสหรือแป้งไปเป็นน้ำตาล โดยทั่วไปจะใช้สารละลายกรดหรือเอนไซม์ร่วมกับการให้ความร้อน [2-4] ขั้นตอนที่สามคือ การหมักน้ำตาลเพื่อเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ โดยทั่วไปจะใช้ยีสต์บริสุทธิ์ประเภท *Saccharomyces cerevisiae* [5-6] ซึ่งปัญหาสำคัญสำหรับงานวิจัยในปัจจุบันคือ การหาวิธีการปรับสภาพและย่อยวัตถุดิบให้เป็นน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางในการผลิตเอทานอลแบบต้นทุนการผลิตต่ำ ด้วยการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอย่างคุ้มค่าและไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการ โดยพัฒนาการผลิตเอทานอลจากเปลือกสับประรด ซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ราคาถูกหรือแทบจะไม่มีราคา (สามารถช่วยลดปริมาณขยะสดที่ต้องบำบัดของชุมชน) และเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณมาก สังเกตได้จากข้อมูลผลผลิตสับประรดกระป๋อง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 มีปริมาณถึง 40.2 พันตัน [7] และสังเกตได้จากร้านค้าผลไม้ภายในชุมชน มีสับประรดขายตลอดทั้งปี (จ.สงขลา) แต่ปัจจุบันยังมีการนำเปลือกสับประรดมาใช้ประโยชน์น้อยที่เห็นได้ชัดคือเพียงการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้เปลือกสับประรดยังมีองค์ประกอบสำคัญของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตสสูง [8] เพียงพอสำหรับเป็นอาหารเบื้องต้นในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จะช่วยในการผลิตไบโอเอทานอลได้ การศึกษาขั้นตอนการปรับสภาพและการย่อยจะใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ คือแบคทีเรียที่ขึ้นบนเปลือกสับประรด และราที่ขึ้นขนมปังจากเศษขนมปังหมดอายุ เปรียบเทียบกับการย่อยด้วยเอนไซม์ และการย่อยด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ

แล้วทำการหมักด้วยยีสต์ขนมปัง ซึ่งเป็นการศึกษาด้วยการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ในประเทศ ดำเนินการผลิตอย่างง่าย ลดการใช้พลังงาน และจะศึกษาพัฒนาการนำผลผลิตเหลือทิ้งหลังการหมักมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตกระดาษ ทำให้ไม่มีของเสียในกระบวนการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทั้งเปลือกสับประรดและของเสียเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตเบเกอรี่ และเป็นเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดสู่ชุมชนได้ง่าย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 3.1 เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอเอทานอลจากเปลือกสับประรด
- 3.2 เพื่อศึกษาการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลผลิตเหลือทิ้งหลังการหมักด้วยการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นกระดาษอย่างง่าย
- 3.3 เพื่อวิเคราะห์วิธีการและต้นทุนการผลิตที่เหมาะสมกับชุมชนและความเป็นไปได้ในการขยายผลสู่เชิงพาณิชย์

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 4.1 ใช้เปลือกสับประรดเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล
- 4.2 ศึกษาและเปรียบเทียบการผลิตเอทานอลโดยการปรับสภาพและย่อยเปลือกสับประรดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ
 - 4.2.1 การย่อยด้วยจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติบนเปลือกสับประรด (การนำเปลือก)
 - 4.2.2 การย่อยด้วยจุลินทรีย์บนขนมปังหมักอายุแล้ว 1-7 วัน
 - 4.2.3 การย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α -Amylase) และกลูโคอะไมเลส (Glucoamylase or Amyloglucosidase)
 - 4.2.4 การย่อยด้วยการต้มโดยให้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ
- 4.3 ศึกษาการหมักเอทานอลด้วยยีสต์ขนมปัง (Baker's Yeast) ชนิดผงสำหรับทำขนมปังหวาน
- 4.4 ศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการผลิตเอทานอลในขั้นตอนการย่อยและหมัก เช่น เวลาและอุณหภูมิในการย่อย ปริมาณยีสต์และเอนไซม์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระยะเวลา และอุณหภูมิในการหมัก
- 4.5 ออกแบบและสร้างถังหมัก ขนาด 5 ลิตร เพื่อเป็นต้นแบบที่เหมาะสมกับการผลิตในระดับชุมชน และเป็นแนวทางสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
- 4.6 ศึกษาการผลิตกระดาษจากผลผลิตของแข็งเหลือทิ้งหลังขั้นตอนการหมัก

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 สามารถผลิตนักศึกษาระดับปริญญาเอกได้ 1 คน หรือ ปริญญาโท 2 คน
- 5.2 สามารถเผยแพร่ผลงานในการประชุมวิชาการและวารสารระดับนานาชาติ

- 5.3 ได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเอทานอลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยกระบวนการซึ่งใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอย่างคุ้มค่า
- 5.4 สามารถสร้างมูลค่าให้ของเสียเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลด้วยการผลิตเป็นกระดาษ
- 5.5 ได้ค้นนวัตกรรมทางด้านการผลิตเอทานอลซึ่งประยุกต์มาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น
- 5.6 เป็นประโยชน์ต่อชุมชน การค้า อุตสาหกรรม และสร้างที่ยั่งยืนทางด้านพลังงานทดแทน

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบขั้นตอนการย่อยที่แตกต่างกัน 4 แบบ เพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตทั้งสำหรับชุมชนและเชิงพาณิชย์ โดยจะทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นด้วยการผลิตแบบกะในชุดขวดหมัก (Air locked flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร และหลังจากได้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมแล้วจะทำการสร้างชุดถังย่อยและหมักขนาด 5 ลิตร และทดลองใช้ชุดถังที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งปรับปรุงให้สามารถดำเนินการผลิตได้ดี

การเตรียมวัตถุดิบจะทำการบดเปลือกสับประรดให้มีขนาดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ก่อนการศึกษาในขั้นตอนการปรับสภาพและย่อยด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ

- (1) นำเปลือกสับประรดมาย่อยทางชีวภาพด้วยการเร่งให้เกิดแบคทีเรียธรรมชาติบนเปลือกสับประรด
- (2) นำเปลือกสับประรดมาย่อยทางชีวภาพด้วยแบคทีเรียบนเปลือกสับประรดร่วมกับราที่เกิดบนขนมปัง
- (3) นำเปลือกสับประรดมาย่อยด้วยเอนไซม์ α -Amylase และ Gluco-Amylase
- (4) นำเปลือกสับประรดมาย่อยด้วยการต้มพร้อมให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

หลังจากนั้นนำผลผลิตที่ได้จากการย่อยด้วยสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ (1) – (4) มาทำการหมักด้วยยีสต์ขนมปัง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการศึกษาดังนี้

กิจกรรมที่ 1 จัดหาวัตถุดิบและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบเปลือกสับประรด (เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน น้ำตาลรีดิซซ์ และน้ำตาลทั้งหมด)

กิจกรรมที่ 2 การปรับสภาพและย่อยเปลือกสับประรดด้วยวิธีที่ (1) การใช้จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองบนเปลือกสับประรดโดยธรรมชาติ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

นำเปลือกสับประรดมาหั่นและบดให้มีขนาดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ผสมน้ำสะอาด ใส่ในถุงดำ ริดอากาศออกแล้วปิดปากถุง เก็บถุงไว้ในถังปิดฝา และวางถังไว้ในที่มืดและชื้นเพื่อเร่งการเกิดแบคทีเรีย ภายใต้อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิเฉลี่ยทุกฤดูกาลของจังหวัดสงขลาอยู่ในช่วง 26 – 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่แบคทีเรียสามารถทำงานได้ดี) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 84 – 92 (เป็นช่วงความชื้นที่ได้เคยทำการศึกษาวัดตลอดทั้งปี ณ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี) โดยปัจจัยสำคัญที่ทำการศึกษา คือ การเตรียม

- วัตถุดิบ 100 – 160 กรัมต่อลิตร (เปลือกสับประคบค่อน้ำสะอาด) ระยะเวลาในการเกิดแบคทีเรียและเกิดการย่อยทางชีวภาพ 3 - 14 วัน แล้วนำผลผลิตในแต่ละวันไปทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หรือน้ำตาลกลูโคส (Reducing Sugar) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar) ด้วยเครื่อง UV Visible Spectrophotometer (UV)
- กิจกรรมที่ 3 การปรับสภาพและย่อยเปลือกสับประคบด้วยวิธีที่ (2) การใช้จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองบนเปลือกสับประคบร่วมกับจุลินทรีย์ที่เกิดบนขนมปังหมดอายุ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้
 นำเปลือกสับประคบและขนมปังหมดอายุ (หมดอายุแล้วไม่เกิน 1 สัปดาห์) มาหั่นและบดรวมกัน ผสมน้ำสะอาด ใส่ในถุงดำ รีดอากาศออกแล้วปิดปากถุง เก็บถุงไว้ในถังปิดฝา และวางถังไว้ในที่มืดและชื้น เพื่อเร่งการเกิดแบคทีเรีย ภายใต้อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิเฉลี่ยทุกฤดูกาลของจังหวัดสงขลาอยู่ในช่วง 26 – 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่แบคทีเรียสามารถทำงานได้ดี) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 84 – 92 โดยปัจจัยสำคัญที่ทำการศึกษา คือ การเตรียมวัตถุดิบ 100 – 160 กรัมต่อลิตร (เปลือกสับประคบค่อน้ำสะอาด) อายุของขนมปัง หมดอายุแล้ว 1 – 7 วัน ปริมาณขนมปังต่อเปลือกสับประคบที่อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 ต่อ 3 ถึง 1 ต่อ 9 และระยะเวลาในการย่อย 3 – 14 วัน แล้วนำผลผลิตในแต่ละวันไปทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หรือน้ำตาลกลูโคส (Reducing Sugar) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar) ด้วยเครื่อง UV
- กิจกรรมที่ 4 การปรับสภาพและย่อยเปลือกสับประคบด้วยวิธีที่ (3) การใช้เอนไซม์ โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้
- 4.1 การปรับสภาพและย่อยแป้งในวัตถุดิบให้มีโมเลกุลเล็กลง (Liquefaction) โดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส
 ปัจจัยที่ศึกษาในขั้นตอนนี้คือ การเตรียมวัตถุดิบ 100 – 160 กรัมต่อลิตร (เปลือกสับประคบค่อน้ำสะอาด) อุณหภูมิ 70 – 100 องศาเซลเซียส ปริมาณเอนไซม์ 100 – 240 U ต่อกรัมเปลือกสับประคบ ระยะเวลา 1 – 4 ชั่วโมง ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็น 5.5 – 7.0
 - 4.2 การย่อยแป้งต่อจากขั้นตอน 4.1 ให้กลายเป็นน้ำตาล โดยใช้เอนไซม์กลูโคอะไมเลส
 ปัจจัยที่ศึกษาในขั้นตอนนี้คือ อุณหภูมิ 40 – 70 องศาเซลเซียส ปริมาณเอนไซม์ 40 – 120 U ต่อกรัมเปลือกสับประคบ และเวลาในการย่อย 4 – 8 ชั่วโมง ที่ pH เป็น 3.5 – 5.5 แล้วนำผลผลิตที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (Glucose content) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar) ด้วยเครื่อง UV
- กิจกรรมที่ 5 การปรับสภาพและย่อยด้วยการต้มโดยการให้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ
 ปัจจัยสำคัญที่ศึกษา คือ การเตรียมวัตถุดิบ 100 – 160 กรัมต่อลิตร (เปลือกสับประคบค่อน้ำสะอาด) ระดับการให้ความร้อน 100 – 900 วัตต์ และระยะเวลา 5 – 20 นาที

- แล้วนำผลผลิตที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (Glucose content) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar) ด้วยเครื่อง UV
- กิจกรรมที่ 6 การหมักเอทานอลด้วยยีสต์ขนมปัง มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้
นำผลผลิตหลังการย่อยด้วยสภาวะที่เหมาะสมจากกิจกรรมที่ 2 – 5 มาหมักในขวด 250 ml Air-locked flask โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เติมน้ำยีสต์ และเติมก๊าซไนโตรเจน (Anaerobic process) เพื่อไล่ออกซิเจนออกจากขวดหมัก
ปัจจัยสำคัญที่ศึกษา คือระยะเวลาในการหมัก 2 – 8 วัน ร้อยละโดยน้ำหนักของยีสต์ต่อเปลือกสับประมาณ 2 – 8 ค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 4.5 – 6.5 ภายใต้อุณหภูมิห้อง 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำผลผลิตที่ได้ไปกรองแยกเอาผลผลิตส่วนของเหลว แล้วนำไปเหวี่ยงแยก เพื่อนำของเหลวใสไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสด้วยเครื่อง UV Visible Spectrophotometer และปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC)
- กิจกรรมที่ 7 สร้างถังหมักขนาด 5 ลิตร สำหรับวิธีการผลิตที่เหมาะสม ทดลองใช้ชุดอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและปรับปรุงให้สามารถดำเนินการได้ดี และนำผลผลิตหลังหมักมาทดลองเพิ่มความบริสุทธิ์ด้วยการกลั่นจนได้ผลผลิตเอทานอลมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95
- กิจกรรมที่ 8 ศึกษาการทำกระดาษอย่างง่ายจากกากผลผลิตส่วนของแข็งหลังการหมัก
การผลิตกระดาษมีขั้นตอนหลักอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การผลิตเยื่อ การเตรียมน้ำเยื่อ และการทำแผ่น ผู้วิจัยสนใจนำส่วนของแข็งหลังการหมักเอทานอลจากเปลือกสับประมาณเป็นวัตถุดิบ ซึ่งการใช้ผลผลิตเหลือทิ้งนี้จะลดขั้นตอนการผลิตเยื่อได้หนึ่งขั้นตอน และเข้าสู่ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อได้เลย โดยขั้นตอนการศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้ [53]
- 8.1 นำส่วนของแข็งหลังการหมักมาอบแห้งจนมีความชื้นประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เก็บในโถสุญญากาศความชื้นเป็นอุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวิเคราะห์หาร้อยละของผลผลิตเส้นใย ปริมาณเซลลูโลส (ดัดแปลงวิธีจาก Van Soest and Wine, 1976) และปริมาณลิกนินที่หลงเหลือ (ทดสอบค่า Kappa number โดยดัดแปลงวิธีจาก Anonymous, 1999)
 - 8.2 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยให้เหมาะกับการทำแผ่นกระดาษ ทำได้โดยการผสมสารเติมแต่งต่างๆเพื่อให้ได้กระดาษที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ซึ่งสารเติมแต่งพื้นฐานที่จะทำการศึกษาได้แก่ สารกันซึม เป็นสารเติมเพื่อลดการซึมผ่านของน้ำหรือของเหลว และป้องกันการทำให้เส้นใยหลุดจากกระดาษได้ง่ายเมื่อได้รับแรงกดพิมพ์ โดยสารกันซึมที่จะนำมาใช้คือ ยางสนธรรมชาติหรือชันสน (Gum Rosin) และต้องเติมสารส้ม (Aluminum sulfate: Alum) ไปพร้อมกัน เพื่อช่วยให้การทำงานของชันสนดียิ่งขึ้น ซึ่งสารส้มจะช่วยลดความเป็นกรดและเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของชันสนได้ ทำการศึกษาโดย

นำผลผลิตเยื่อที่ได้จากกิจกรรมที่ 8.1 มาคำนวณหาปริมาณเยื่อที่ต้องการใช้ทั้งหมด (กำหนดให้กระดาษที่ต้องการผลิตมีเส้นใย 100 กรัมต่อตารางเมตร) โดยนำเยื่อมาละลายน้ำ 500 มิลลิลิตร ต่อกระดาษ 1 แผ่น และปรับความเป็นกรด-ด่างให้มีค่าประมาณ 6 – 7 ทำการปั่นกระจายเยื่อด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้เป็นเวลา 2 นาที แล้วเติมยางสนและสารส้ม ทำการศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของเยื่อต่อสารส้มต่ออย่างสนเป็น 3:1.4:0.5 ถึง 3:1.4:2.0 ทำการกวนผสมน้ำเยื่อแล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นบนอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น โดยอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาการทำแผ่นกระดาษเป็น ตะแกรงไนลอนหรือตะแกรงมุ้งลวด ซึ่งจะเป็นตะแกรงลอยน้ำ เมื่อเทเยื่อลงไปเยื่อจะลอยน้ำอยู่บนตะแกรง ทำการเกลี่ยเยื่อให้สม่ำเสมอ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ทำการสังเกตหาระยะเวลาแห้งจนมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10) เมื่อแห้งก็ค่อยๆลอกกระดาษออกจากตะแกรง แล้วนำกระดาษที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ

8.3 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นกระดาษที่ผลิตได้จากกิจกรรมที่ 8.2 ดังนี้

- ความแข็งแรงของกระดาษ (Tensile Strength)
- น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (Basis Weight)
- ความหนาของกระดาษ (Thickness)
- ค่าการดูดซึมน้ำของกระดาษ (Cobb value)

และประเมินคุณภาพกระดาษที่ผลิตได้ว่าจะสามารถนำไปพัฒนาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์กระดาษประเภทใด

กิจกรรมที่ 9 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ของการผลิตแต่ละวิธี ทำการประเมินต้นทุนการผลิต เปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้งการผลิตเอทานอลและการผลิตกระดาษจากกระบวนการผลิตทั้ง 4 แบบ เพื่อเลือกกระบวนการผลิตเอทานอลจากเปลือกสับประรดที่เหมาะสมกับชุมชนและคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่สุด

7.ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลา 2 ปี ค.ศ. 56 – ค.ศ. 58 โดยมีแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัยแสดงดังตารางข้างล่าง

กิจกรรม	ปีงบประมาณ 2557 – 2558																			
	ต.ค.- ธ.ค. 56	ม.ค.-ธ.ค. 57						ม.ค.-ก.ย.58												
กิจกรรมที่ 1																				
กิจกรรมที่ 2																				
กิจกรรมที่ 3																				
กิจกรรมที่ 4																				
กิจกรรมที่ 5																				
กิจกรรมที่ 6																				
กิจกรรมที่ 7																				
กิจกรรมที่ 8																				
กิจกรรมที่ 9																				
วิเคราะห์และประมวลผลการ ทดลอง เขียนบทความ นำเสนอ ผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการและ ส่งต้นฉบับบทความเพื่อตีพิมพ์ใน วารสารทางวิชาการ																				
จัดทำรายงานความก้าวหน้าทุก 6 เดือน และรายงานฉบับสมบูรณ์																				

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยบัณฑิตศึกษา (ป.เอก 1 คน หรือ ป.โท 2 คน) เดือนละ 7,000 บาท	42,000	42,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ		
2.1.1 ค่าตอบแทน (ค่าล่วงเวลา ไม่เกิน 5% ของงบประมาณ)	5,000	5,000

2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น		
1) ค่าทดสอบวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบและผลผลิต	20,000	20,000
2) ค่าเดินทางไปเอาวัตถุดิบ	-	3,000
3) ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมประชุมวิชาการ	-	-
4) ค่าจ้างเหมาบริการติดตั้งระบบอุปกรณ์ทดลอง	-	-
5) ค่าใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิเคราะห์ของ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี (3% ของงบประมาณ)	-	6,000
6) ค่าจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	-	-
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสำนักงาน	1,000	-
2) วัสดุสารเคมี เช่น เอนไซม์ ยีสต์ กรด ต่าง	26,000	22,000
3) วัสดุเครื่องแก้ว เช่น ขวดหมัก หลอดทดลอง	2,000	-
4) วัสดุอุปกรณ์ประกอบการทดลอง เช่น มีด เขียง ผ้ากรอง ถุงมือ ถุงคำ กะละมัง กระดาษกรอง ถัง	4,000	2,000
5) ชุดอุปกรณ์เพื่อการหมักผลิตเอทานอลและกลั่น (จ้างเหมาบริการสั่งทำ)	-	-
2.2 ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการของ มหาวิทยาลัยและคณะ (10%)	20,000	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	120,000	100,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอประจำปี	220,000	

หมายเหตุ : ขอถ้วนเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 6. การศึกษาเสถียรภาพและการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งคลองอุตะเถา
จังหวัดสงขลา (Study of Stability and Stabilization of U – Tapao Riverbank:
Songkhla Province)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ลุ่มน้ำอุตะเถา เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จัดได้ว่าเป็นลุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดในจังหวัดสงขลา มีพื้นที่ประมาณ 2,584 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 7 อำเภอ 35 ตำบล 252 หมู่บ้าน 7 เทศบาล มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 130 กิโลเมตร ลุ่มน้ำอุตะเถาได้รับน้ำจากสันปันน้ำที่สำคัญสามแหล่งคือ เทือกเขา น้ำค้าง เทือกเขาแก้ว และ เทือกเขาย่อย ๆ ในเขต อำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ อำเภอนาหม่อม และ อำเภอจะนะ ซึ่งมีปริมาณน้ำ ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา เฉลี่ยรายปีประมาณ 837 ล้านลูกบาศก์เมตร (ชาคริตและเทพกิตต์, 2549)

คลองอุตะเถาในพื้นที่ศึกษาเป็นเส้นทางระบายน้ำสายหลักในลุ่มน้ำหาดใหญ่ มีความสูงของตลิ่งประมาณ 6 – 11 เมตร (จากท้องคลองถึงขอบบนของตลิ่ง) กว้างประมาณ 43 – 63 เมตร (จากขอบตลิ่งทั้งสองฝั่ง) คลองแห่งนี้ประสบปัญหาการพิบัติของตลิ่ง เนื่องจากตลิ่งส่วนมากมีความชันสูงถึง 90° ดังรูปที่ 1 รวมทั้งปัญหาการกัดเซาะเนื่องจากอัตราการไหลของน้ำสูงในช่วงฤดูฝน ซึ่งนำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการระบายน้ำอันเป็นสาเหตุหลักของการเกิดน้ำท่วม รวมไปถึงการสูญเสียที่ดินและสวนยางรวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้คนที่พักอาศัยแนวแม่น้ำ

จากการศึกษาเสถียรภาพของตลิ่งคลองอุตะเถาที่ผ่านมา สุรดีและธนิต (2553) พบว่าตลิ่งคลองอุตะเถาเป็นตลิ่งที่ประกอบไปด้วยดินทรายเม็ดละเอียดปนตะกอนทรายและดินเหนียวที่มีความเป็นพลาสติกต่ำ ซึ่งง่ายต่อการถูกกัดเซาะในกรณีที่มีความเร็วการไหลของน้ำสูง ดังนั้น จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถูกกัดเซาะของดิน โดยการทดสอบในสนาม เพื่อวิเคราะห์การกัดเซาะและเสถียรภาพของตลิ่ง ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งเพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้งานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป



รูปที่ 1 แนวตลิ่งคลองอุตะเถาที่เกิดการพังทลาย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 3.1 เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อเสถียรภาพของตลิ่งคลองอุตะเถา
- 3.2 เพื่อวิเคราะห์การกัดเซาะและเสถียรภาพของตลิ่งคลองอุตะเถา
- 3.3 เพื่อปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งโดยการทำแปลงสาธิต พร้อมทั้งตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการปรับปรุงเสถียรภาพที่เลือกใช้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะตลิ่งคลองอุตะเถาบริเวณอำเภอหาดใหญ่ที่ได้รับการอนุรักษ์ให้ทำการศึกษา

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การเผยแพร่ผลงานในวารสาร ไม่น้อยกว่า 3 บทความ

1. Erosional parameters of U – Tapao riverbank
2. Characteristics of U – Tapao riverbank and their effects on stability
3. Performance of stabilized riverbank : U – Tapao riverbank, Songkhla province

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

กรมชลประทาน การประปาส่วนภูมิภาค อบต. บ้านพรุ เทศบาลนครหาดใหญ่

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

โครงการศึกษาเสถียรภาพและการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่ง ภูมิศึกษคลองอุตะเถา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 14 และมีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 กิจกรรมดังต่อไปนี้

6.1 กิจกรรมที่ 1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและออกสำรวจพื้นที่

รวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย พร้อมทั้งสรุปข้อมูลที่ได้ นำมาใช้ประกอบการทำวิจัย ทั้งนี้เพื่อกำหนดตำแหน่งพื้นที่ทำการวิจัย โดยข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่กล่าวถึงประกอบไปด้วย

1) ข้อมูลรูปตัดของตลิ่งในพื้นที่ศึกษาในอดีต

รูปตัดของตลิ่งแต่ละตำแหน่งในอดีตเปรียบเทียบกับรูปตัดของตลิ่งในปัจจุบัน มีประโยชน์ในการเข้าใจถึงลักษณะการพิบัติที่เป็นไปได้ของตลิ่งและความรุนแรงของการถดถอยของตลิ่ง (Streambank retreat) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ในการประเมินอัตราการกัดเซาะของตลิ่งในอนาคต

2) ข้อมูลทางอุทกวิทยา

ข้อมูลทางอุทกวิทยาประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำ อัตราการไหลของน้ำ และระดับความสูงน้ำ โดยใช้ข้อมูลจากสำนักชลประทานที่ 16 กรมชลประทาน

3) ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมทั้งในอดีตและปัจจุบัน

6.2 กิจกรรมที่ 2 งานภาคสนาม การทดสอบในห้องปฏิบัติการ การสร้างเครื่องมือทดสอบและทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถูกกัดเซาะของดิน

งานภาคสนามประกอบไปด้วยการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บตัวอย่างดินในสนามทั้งแบบคงสภาพและไม่คงสภาพเพื่อนำไปทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆในห้องปฏิบัติการ โดยตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างเป็นบริเวณของตลิ่งที่ได้ทำการกำหนดไว้ กล่าวคือ พิจารณาเลือกตลิ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้น โดยการประเมินจากลักษณะของตลิ่ง ร่องรอยการพิบัติในอดีต และตำแหน่งของตลิ่งตามลำน้ำ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถูกกัดเซาะของดินในสนามเพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกวิธีการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งต่อไป พร้อมทั้งทดสอบค่าพารามิเตอร์ทั้งสองสำหรับตลิ่งตำแหน่งอื่นๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยในอนาคต ซึ่งทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การเก็บตัวอย่างดินแบบคงสภาพและไม่คงสภาพ

การเก็บตัวอย่างดินทั้งสองแบบสำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่ง ทำการเก็บทุกๆ ความลึก 50 เซนติเมตรไปจนถึงตำแหน่งเหนือระดับน้ำ ซึ่งต้องทำการเก็บในช่วงที่มีระดับน้ำต่ำสุด (Low – flow season) เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินมากที่สุด

2) สร้างเครื่องมือทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถูกกัดเซาะของดิน

เครื่องมือดังกล่าวเป็นเครื่องมือทดสอบในสนามชื่อว่า Submerged jet device ดังแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 9.2.2.4 ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการทดสอบในสนามแต่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เครื่องมือดังกล่าวได้รับการบรรจุในมาตรฐานของ ASTM (D5852-95) ใช้สำหรับทดสอบค่าความต้านทานหน่วยแรงเฉือนวิกฤตของดิน (Critical shear stress) และสัมประสิทธิ์การถูกกัดเซาะ (Erodibility coefficient) ซึ่งทั้งสองเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการวิเคราะห์การกัดเซาะเนื่องจากการไหลของน้ำ

3) การทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถูกกัดเซาะของดิน

ทำการทดสอบ Jet test ตลอดความลึกของตลิ่งประมาณ 30 – 50 เซนติเมตรจนถึงจุดที่อยู่เหนือระดับน้ำ หรือทุกๆชั้นดินที่แตกต่างกัน และทดสอบตลอดความยาวในแนวตลิ่งประมาณ 10 – 20 เมตร ทุกระยะ 2 – 3 เมตร ซึ่งทำการทดสอบ 3 – 5 ตำแหน่งในบริเวณพื้นที่ศึกษา

4) การทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบดินในห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วย การทดสอบหาค่ากำลังเฉือนของดิน ด้วยวิธีการเฉือนโดยตรง (Direct shear test) แบบ multi – stage type, consolidated drained test (ASTM D 3080) (สุทธิศักดิ์ และคณะ 2550) และการทดสอบหาค่าคุณสมบัติดัชนีของดินเช่น atterberg limits, (ASTM D 4318), sieve Analysis, (ASTM D 421), specific gravity, (ASTM D 854 – 02), standard hydrometer analysis, (ASTM D422 – 63) รวมถึงการทดสอบหาค่าการซึมผ่านของน้ำเพื่อการวิเคราะห์การไหลซึมของน้ำลงสู่ชั้นดิน อีกทั้งทำการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆที่มีผลกระทบต่อค่าความต้านทานหน่วยแรงเฉือนวิกฤตของดินดังแสดงในการทบทวนวรรณกรรม

6.3 กิจกรรมที่ 3 วิเคราะห์และออกแบบการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่ง และติดตามประสิทธิภาพของตลิ่งที่ปรับปรุงแล้ว

เมื่อทำการเก็บข้อมูลและทดสอบภาคสนามแล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบวิธีการปรับปรุงเสถียรภาพ อีกทั้งทำการติดตามประสิทธิภาพของตลิ่งที่ปรับปรุงแล้ว ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่ง

จากตารางที่ 1 ได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงวิธีการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งถ้าพิจารณาวิธีการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งในประเทศไทยพบว่า วิธีที่ใช้เป็นลักษณะของ Hard armoring ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงมาก ดังนั้น ในการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งคลองอุตะภายในครั้งนี้จะทำการหาวิธีที่เหมาะสมทั้งทางด้านเสถียรภาพของตลิ่งและความคุ้มค่าในด้านค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างจริง โดยจะทำการเลือกวิธีที่เหมาะสม 3 วิธี โดยดัดแปลงแนวทางของ Iowa Department of Natural Resources, 2006 ดังแสดงไว้ในหัวข้อ 9.3.1 โดยการทำการเปลี่ยนแปลงสาธิตเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีกับตลิ่งที่ไม่ได้มีการปรับปรุง การปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่งทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ Back Hoe ประกอบกับแรงงานคนตามที่ออกแบบไว้ โดยดำเนินการก่อสร้างช่วงเวลาที่มึระดับน้ำในตลิ่งต่ำสุดหรือสะดวกในการทำงาน โดยในเบื้องต้นจะดำเนินการก่อสร้างแปลงสาธิตเป็นความยาวตามแนวตลิ่งไม่น้อยกว่า 5 เมตร หรือตามความเหมาะสมของพื้นที่

2) การวิเคราะห์และออกแบบการปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่ง

การกัดเซาะตลิ่งเนื่องจากกรไหลของน้ำสำหรับใช้ในการออกแบบวิธีปรับปรุงเสถียรภาพทำได้โดยใช้โปรแกรม BSTEM v 5.2 (Bank Stability and Toe Erosion Model) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะของดินที่ได้มาจากการทดสอบในสนาม โดยใช้เครื่อง submerged jet device และใช้ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาจากข้อมูลย้อนหลังไม่น้อยกว่า 10 ปี

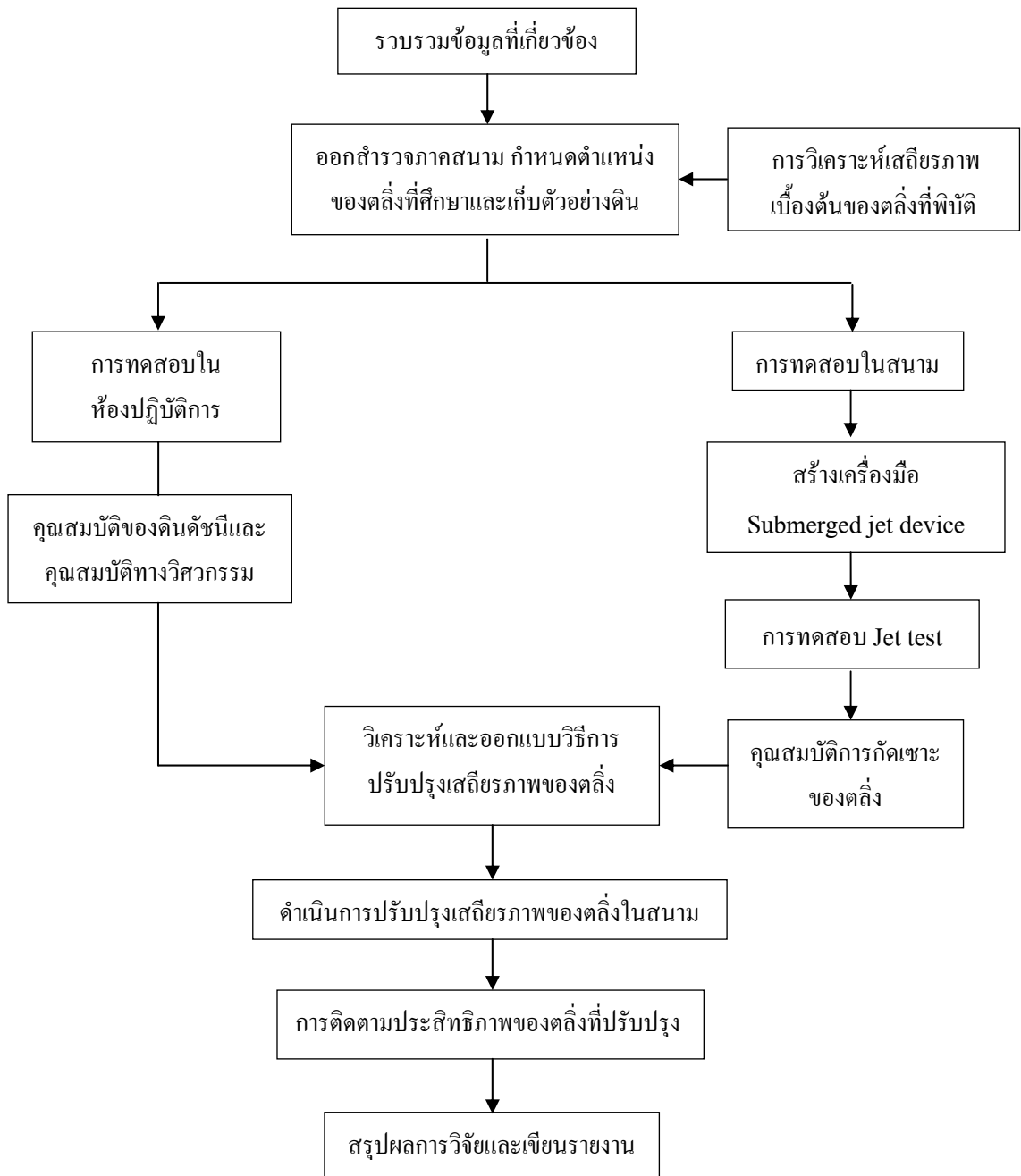
จากนั้นดำเนินการการวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งตามแนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพที่เลือกใช้ โดยใช้โปรแกรม SLOPE/W โดยจำลองสถานการณ์ที่อาจมีผลต่อเสถียรภาพของตลิ่ง เช่น กรณีที่ระดับน้ำลดลงทันทีทันใด (Rapid drawdown) และอื่นๆ ลักษณะของตลิ่งที่ได้รับการตรวจสอบว่ามีเสถียรภาพ จะถูกนำไปใช้และตรวจสอบประสิทธิภาพจริงในสนามต่อไป

3) ติดตามการถูกกัดเซาะและการพิบัติของตลิ่ง

การติดตามการถูกกัดเซาะและการพิบัติของตลิ่ง จะกระทำให้ครอบคลุมตั้งแต่เหตุการณ์ที่มีระดับน้ำต่ำถึงเหตุการณ์ที่มีระดับน้ำสูง รวมเวลา 1 ปี การติดตามการถูกกัดเซาะประกอบด้วยทำการติดตั้ง erosion pins ที่ผิวตลิ่งที่กำหนด ทั้งตลิ่งที่ทำการปรับปรุงและตลิ่งที่ไม่ได้รับการปรับปรุง โดยตำแหน่งที่ติดตั้งเป็นตำแหน่งเดียวกันกับการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของดินดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในส่วนของการติดตามการพิบัติของตลิ่ง ทำการติดตั้งเครื่องมือหลายชนิดได้แก่ rain gauge, pressure transducer และ/หรือ tensiometers เพื่อวัดค่าปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำในคลอง และค่าแรงดันน้ำในดิน ตามลำดับ โดยที่ tensiometers จะติดตั้งทุกๆ ความลึก 0.70 – 1 เมตร ซึ่งผลที่ได้นำไปวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแบบ Real time ทั้งตลิ่งที่ทำการปรับปรุงและตลิ่งที่ไม่ได้รับการปรับปรุง ทั้งนี้ ยังทำการวัดรูปตัดของตลิ่งทุกๆ เดือนและหลังจากผ่านเหตุการณ์ที่มีระดับสูงหรือหลังจากที่ตลิ่งเกิดการพิบัติ ตลิ่งที่มีการกัดเซาะน้อยที่สุดและไม่พิบัติจะถือว่าเป็นตลิ่งที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเหมาะแก่การนำไปเลือกใช้ในการปรับปรุงตลิ่งของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

6.4 กิจกรรมที่ 4 สรุปผลงานวิจัย และเขียนรายงาน

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกิจกรรมที่ 1 เก็บข้อมูลและทดสอบภาคสนาม รวมทั้งทำข้อที่ 1 ปรับปรุงเสถียรภาพ และทำการวิเคราะห์ทั้งการกัดเซาะและเสถียรภาพของตลิ่งแล้ว ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ทั้งหมดจะทำการรวบรวมแล้วสรุปให้อยู่ในรูปแบบของรายงานต่อไป



รูปที่ 14 แผนภูมิขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี (ตุลาคม 2556-กันยายน 2557)

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายละเอียด	จำนวนเงิน (บาท)	
	งวดที่ 1 (หกเดือนแรก)	งวดที่ 2 (หกเดือนหลัง)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าจ้างนักศึกษาระดับปริญญาเอก (1 คน x 12 เดือน x 8,000 บาท/เดือน)	48,000	48,000
1.2 ค่าจ้างผู้เชี่ยวชาญสำหรับปฏิบัติงานในสนาม จุดที่ 3 (1 คน x 6 เดือน x 4430 บาท/เดือน)		26,580
2. งบดำเนินการ		
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุ และ วัสดุ		
2.1.1 ค่าตอบแทน		
1 ค่าตอบแทน (ค่าอาหาร ค่าทำงานนอกเวลา เหนารวม)	12,000	12,000
2.1.2 ค่าใช้สอย		
1 ค่าใช้จ่ายในการออกสนาม (รวบรวมข้อมูล+เก็บตัวอย่างดิน+ติดตามการกัดเซาะ)	25,000	25,000
2 ค่าจ้างเครื่องจักรปรับปรุงเสถียรภาพของตลิ่ง		100,000
3 ค่าจ้างสร้าง Submerged Jet Device	55,000	
4 ค่าปรับปรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์ Auger และ Direct Shear	30,000	
5 ค่าเดินทางเสนอผลงาน		20,000
6 ค่าจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์		
2.1.3 ค่าวัสดุ		
1 ค่าอุปกรณ์สำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงของตลิ่ง		20,000
2 ค่าวัสดุสำหรับปรับปรุงเสถียรภาพ เช่น Geotextile		2,500
3 วัสดุหนังสือ ตำรา และค่าถ่ายเอกสาร	2,500	
4 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์		
3 ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหาร มหาวิทยาลัยและคณะ	21,329	21,329
รวม	193,829.00	275,409.00
รวมงบประมาณที่เสนอขอ		469,238.00

1. ชื่อโครงการวิจัย 7. การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมบรรยากาศและคัดขนาดผงโลหะสำหรับเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบใช้หลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมขนาดละเอียดและมีออกซิเจนเจือปนในปริมาณต่ำ (Design and Development of Atmospheric Control and Powder Classification System for Centrifugal Atomizer for Production of Lead-Free Solder Powder with Fine Spherical Shape and Low Oxygen Content)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าของไทยกำลังตื่นตัวในการนำผงโลหะบัดกรีสูตรใหม่ที่ปราศจากสารตะกั่วมาใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทยหลายประเทศตระหนักถึงอันตรายของโลหะตะกั่ว เช่น สหภาพยุโรปหรือ EU (European Union) ได้ออกกฎหมายเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อม 2 ข้อคือ WEEE (Waste from Electrical and Electronics Equipment) และ RoHS (Restriction on Hazardous Substances) เป็นต้น [1] ซึ่งส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญเป็นลำดับต้นๆของไทย โดยในปี พ.ศ. 2550 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 26,534 ล้านดอลลาร์สหรัฐ แยกเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบ มูลค่า 17,299.49 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.37 ของมูลค่าสินค้าทั้งหมด และมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 20.75 ต่อปี [2] เพื่อเป็นการรักษาตลาดสินค้าของผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ไว้ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดดังกล่าว ดังนั้นโลหะบัดกรีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนจากโลหะบัดกรีที่มีส่วนผสมของโลหะดีบุกและตะกั่ว (Tin-Lead Solder) มาใช้โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วทดแทน โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ โลหะบัดกรีที่มีส่วนผสมของโลหะดีบุกเงิน และทองแดง (Sn-Ag-Cu) ตัวอย่างเช่น Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305), Sn-4.0Ag-0.5Cu (SAC405) เป็นต้น โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายรูปแบบ เช่น ในลักษณะของโลหะบัดกรีแท่ง (Solder bar) คริมโลหะบัดกรี (Solder paste) ลวดบัดกรี (Solder wire) และลูกบอลโลหะบัดกรี (Solder ball) สำหรับคริมโลหะบัดกรีนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาค่อนข้างสูง คริมโลหะบัดกรีเป็นส่วนผสมของผงโลหะบัดกรีที่มีขนาดละเอียดมาก (-45 ไมครอน) และสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นฟลักซ์ (Flux) ดังนั้นผงโลหะบัดกรีขนาดละเอียด มีลักษณะเป็นทรงกลม และมีออกซิเจนในผงโลหะอยู่ในปริมาณที่ต่ำจึงเป็นที่ต้องการของตลาดอยู่สูง ผงโลหะบัดกรีสามารถผลิตได้จากการนำเอาโลหะบัดกรีชนิดแท่งไปแปรรูปให้เป็นผงด้วยกระบวนการผลิตผงโลหะ ซึ่งจากงานวิจัยก่อนหน้าปีงบประมาณ 2554-2555 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องผลิตผงโลหะโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง (Centrifugal atomization) สำหรับผลิต

ผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิดนี้ และได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนสามารถผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วได้ขนาดตามความต้องการที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ ผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วขนาดละเอียดกว่า 45 ไมครอน (Type 3) และมีผลผลิต (Production yield) ในอัตราสูงที่ 75 % ของการผลิตทั้งหมด ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วด้วยเทคนิคอื่นๆ เช่น เทคนิคการผลิตโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกเป็นต้น แต่ผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ผลิตได้นั้นยังไม่สามารถที่จะผลิตให้มีรูปร่างเป็นเม็ดกลมได้ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมปริมาณของออกซิเจนในระหว่างกระบวนการผลิตได้ ทำให้ผงโลหะที่ผลิตได้มีปริมาณออกซิเจนสูง จึงไม่สามารถนำผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ผลิตได้ไปใช้งานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เนื่องจาก ผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ต้องมีความบริสุทธิ์สูง มีปริมาณออกซิเจนต่ำ และมีรูปร่างเป็นเม็ดกลม ซึ่งวิธีการที่ทำให้ผงโลหะมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมนั้นทำได้โดยการผลิตภายใต้บรรยากาศก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอาร์กอนหรือ ก๊าซไนโตรเจน เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนไปปกคลุมที่ผิวของน้ำโลหะในระหว่างการแตกตัวและฟอร์มตัวเป็นเม็ดกลม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญที่ควรที่จะพัฒนาโครงการวิจัยนี้ต่อไปเพื่อที่จะสามารถนำผงโลหะที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้ไปใช้งานได้ ในอุตสาหกรรม

จากการศึกษาสืบค้นข้อมูลพบว่า การผลิตผงโลหะด้วยการอะตอมไมเซชันให้ได้ผงโลหะที่มีลักษณะเป็นเม็ดทรงกลมและมีปริมาณออกซิเจนในผงโลหะต่ำ จะต้องทำการสูบอากาศออกจากถังอะตอมไมเซชัน เพื่อลดปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศภายในถังอะตอมไมเซชันเสียก่อน จากนั้นจึงปรับบรรยากาศภายในถังอะตอมไมเซชัน โดยการปล่อยก๊าซอาร์กอนหรือไนโตรเจนเข้าไปแทนที่ภายในถังอะตอมไมเซชัน การปรับบรรยากาศภายในอะตอมไมเซชันให้มีออกซิเจนเหลืออยู่ในปริมาณน้อย (< 500 ppm) จำเป็นมีระบบการสูบอากาศออกและการควบคุมก๊าซ (Vacuum and gas regulation system) ระบบตรวจวัดปริมาณออกซิเจนปริมาณน้อยภายในถังอะตอมไมเซชัน (ppm-level oxygen sensor) เพื่อตรวจวัดและควบคุมปริมาณของออกซิเจนในระหว่างการอะตอมไมเซชันให้อยู่ในระดับที่ต้องการ และจะต้องมีระบบการคัดขนาดอนุภาคของผงโลหะ (Powder classification system) เพื่อคัดขนาดผงโลหะที่ผลิตได้ภายหลังภายใต้บรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นโจทย์และที่มาของโครงการวิจัยฉบับนี้ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาต่อยอดจากโครงการวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว ซึ่งได้รับการสนับสนุนการวิจัยในปีงบประมาณ 2554-2555 ซึ่งผลการวิจัยที่ผ่านมาสามารถออกแบบและสร้างเครื่องอะตอมไมเซชันได้ประสบผลสำเร็จ เครื่องอะตอมไมเซชันสามารถผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิด SAC305 ที่มีความละเอียดกว่า 45 ไมครอน และมีผลผลิต (Production yield) สูงกว่า 75 % อย่างไรก็ตามเครื่องอะตอมไมเซชันต้นแบบนี้ยังมีข้อจำกัดคือ ยังไม่สามารถผลิตผงโลหะที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมและผงโลหะยังมีปริมาณออกซิเจนเจือปนอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่ตลาดต้องการ (< 100 ppm) ในโครงการวิจัยที่เสนองบประมาณครั้งนี้จะสามารถช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมา

ได้ องค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยจะช่วยพัฒนาความเข้มแข็งด้านอุตสาหกรรมการผลิตผงโลหะของประเทศ ทำให้สามารถผลิตผงโลหะใช้ได้เองภายในประเทศ ช่วยลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตผงโลหะของตนเอง

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมบรรยากาศและระบบคัดขนาดผงโลหะของเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง เพื่อให้สามารถผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดทรงกลม ขนาดละเอียด และมีออกซิเจนเจือปนในปริมาณต่ำ มีสมบัติตรงตามผลิตภัณฑ์ผงโลหะที่ประยุกต์ใช้ในการผลิตครีมีโลหะบัดกรี
- 3.2 เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของออกซิเจนภายในถังอะตอมไมเซอร์ ที่มีผลต่อขนาด รูปร่าง และผลผลิต (Production yield) ของผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ผลิตได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 4.1 ออกแบบและพัฒนาระบบปรับบรรยากาศภายในถังของเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง ให้มีปริมาณออกซิเจนภายในถังต่ำกว่า 500 ppm ขณะทำการผลิตผงโลหะ
- 4.2 ออกแบบและพัฒนาระบบการคัดขนาดผงโลหะของเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง สามารถทำงานได้ต่อเนื่องขณะทำการอะตอมไมเซอร์ภายใต้บรรยากาศควบคุมที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ สามารถคัดขนาดผงโลหะที่มีขนาดเล็กกว่า 45 ไมครอน
- 4.3 ศึกษาอิทธิพลของปริมาณออกซิเจนภายในถังอะตอมไมเซอร์ที่มีผลต่อขนาด รูปร่าง และปริมาณออกซิเจนที่เจือปนในผงโลหะที่ผลิตได้ และผลผลิต (Production yield)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ได้ระบบควบคุมบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและระบบคัดขนาดผงโลหะ สำหรับเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง ทำให้เครื่องสามารถผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ขนาดละเอียด และมีปริมาณออกซิเจนเจือปนต่ำ ผงโลหะที่ผลิตได้มีสมบัติตรงตามผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตครีมีโลหะบัดกรี
- 5.2 ได้องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและระบบคัดขนาดผงโลหะสำหรับเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง สามารถนำองค์ความรู้นี้ไปถ่ายทอดให้กับอุตสาหกรรมที่มีความสนใจ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ เช่น บริษัท ทองพัน อินจิเนียริง จำกัด จ. สงขลา และบริษัท ไทยชาร์โก้ จำกัด จ. ภูเก็ต
- 5.3 ได้ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ และระดับนานาชาติ
- 5.4 ได้อนุสิทธิบัตรเครื่องผลิตผงโลหะจากงานวิจัยนี้

5.5 ได้ผลิตนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา (นักศึกษาระดับปริญญาโท 1 คน)

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

รายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ทบทวนวรรณกรรม

วิธีการ ศึกษาค้นคว้า และทบทวนทฤษฎี งานวิจัย และสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง ต่อยอดจากงานวิจัยในอดีต

กิจกรรมที่ 2 ออกแบบระบบควบคุมบรรยากาศภายในถังอะตอมไมเซชัน และระบบคัดขนาดผงโลหะ

วิธีการ ออกแบบและเขียนแบบระบบควบคุมบรรยากาศภายในถังอะตอมไมเซชัน และระบบคัดขนาดผงโลหะ จัดทำข้อกำหนด (Specification) ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ระบบปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump system) เครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (Oxygen analyzer) เครื่องคัดขนาดแบบแอร์ไซโคลน (Air cyclone classifier) เป็นต้น

กิจกรรมที่ 3 จัดซื้อจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ

วิธีการ จัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) เครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (Oxygen analyzer) จัดสร้างเครื่องคัดขนาดแบบแอร์ไซโคลน (Air cyclone classifier)

กิจกรรมที่ 4 ติดตั้งระบบควบคุมบรรยากาศ และระบบคัดขนาดผงโลหะเข้ากับเครื่องอะตอมไมเซชัน

วิธีการ ติดตั้งระบบปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) เครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (Oxygen analyzer) และเครื่องคัดขนาดแบบแอร์ไซโคลน (Air cyclone classifier) เข้ากับเครื่องอะตอมไมเซชัน

กิจกรรมที่ 5 ทดลองผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วภายใต้บรรยากาศควบคุม

วิธีการ ทำการทดลองผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณออกซิเจนภายในถังอะตอมไมเซชัน ที่มีผลต่อสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้ ได้แก่

- ขนาดเฉลี่ยและลักษณะการกระจายขนาดของผงโลหะ

- ลักษณะรูปทรงของผงโลหะ
- ปริมาณออกซิเจนที่เจือปนในผงโลหะที่ผลิตได้
- ผลผลิต (Production yield)

กิจกรรมที่ 6 ตรวจสอบสมบัติผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ผลิตได้

วิธีการ ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของผงโลหะที่ผลิตได้ ได้แก่ ขนาดเฉลี่ยของผงโลหะ ลักษณะการกระจายตัวของขนาดอนุภาคผงโลหะ รูปทรงของผงโลหะ และตรวจสอบสมบัติทางเคมีของผงโลหะที่ผลิตได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่เจือปนในผงโลหะที่ผลิตได้

กิจกรรมที่ 7 วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและสรุปผล

วิธีการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนภายในถังอะตอมไมเซอร์กับสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลจากการศึกษาครั้งนี้กับผลการศึกษาของงานวิจัยที่ผ่านมา และสรุปผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 8 เขียนรายงานความก้าวหน้า และรายงานฉบับสมบูรณ์

วิธีการ เขียนรายงานความก้าวหน้า และรายงานฉบับสมบูรณ์

กิจกรรมที่ 9 เผยแพร่ผลงานวิจัย และนำเทคโนโลยีถ่ายทอดสู่ภาคอุตสาหกรรม

วิธีการ เขียนบทความทางวิชาการเพื่อนำเสนอในที่ประชุมวิชาการและตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ พร้อมทั้งนำผลงานถ่ายทอดสู่ภาคอุตสาหกรรม เช่น บริษัท ทองพันธ์เอ็นจิเนียริง จำกัด และ บริษัท ไทยชาร์โก้ จำกัด เป็นต้น

สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย คือ 24 เดือน (ตุลาคม 2556 – กันยายน 2558)

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร (ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยวุฒิปริญญาตรี 1 คน เดือนละ 8,340 บาท เป็นเวลา 18 เดือน)	150,120
2. งบดำเนินการ	592,380
2.1 ค่าตอบแทนใช้สอย	
- ค่าจ้างทำและติดตั้งถังเก็บผงโลหะ	10,000
- ค่าจ้างทำและติดตั้งเครื่องคัดขนาดอนุภาคผงโลหะ	30,000
- ค่าจ้างทำระบบท่อสุญญากาศ ติดตั้งปั๊มสุญญากาศ และค่าซ่อมแซม	60,000
- ค่าจ้างติดตั้งระบบวัดออกซิเจน	10,000
- ค่าวิเคราะห์สมบัติของผงโลหะ (PSD, Oxygen content, SEM)	50,000
- ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปร่วมประชุมอบรม และนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ (นักวิจัย 10,000 บาท)	10,000
- ค่าจัดทำรายงาน	3,000
2.1 ค่าวัสดุและอุปกรณ์	
- ค่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำถังเก็บผงโลหะ	10,000
- ค่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำเครื่องคัดขนาดอนุภาคผงโลหะ	30,000
- ค่าวัสดุท่อสุญญากาศ ข้อต่อ และอุปกรณ์ปั๊มสุญญากาศ	90,000
- ค่าวัสดุ โลหะบัดกรี ไร้สารตะกั่วชนิดแห้ง	110,000
- ค่าสารเคมีต่าง ๆ และวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการทดลอง เช่น ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซอาร์กอน ฯลฯ	76,500
2.3 ค่าสาธารณูปโภค	
- ค่าการบริหารจัดการของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์	99,000
- ค่าโทรศัพท์ โทรสาร ค่าไปรษณีย์โทรเลข ค่าวัสดุสำนักงาน	3,880
3. ครุภัณฑ์	
- ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) จำนวน 1 ชุด	150,000
- เครื่องวัดออกซิเจนปริมาณต่ำ (ppm-level oxygen analyzer) จำนวน 1 ชุด	97,500
รวมงบประมาณที่ขอ (เก้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)	990,000

**ขออัญเชิญงบประมาณทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 8. พลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มเพื่อชุมชน

(Alternative Energy from Palm Oil for the Community)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากความพยายามในการวิจัยค้นคว้าหาเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใหม่ ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ เพื่อที่จะใช้ในการทดแทนน้ำมันดีเซลในระยะยาว ปัจจุบันเหล่านี้จึงเป็นที่มาของน้ำมันดีเซลจากไตรกลีเซอไรด์ที่ได้มาจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันจาก ไช้สัตว์ ไตรกลีเซอไรด์นั้นสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติบางอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้โดยตรง ซึ่งอาจส่งผลต่อเครื่องยนต์ดีเซลในระยะยาวจึงต้องเปลี่ยนโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์โดยใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไบโอดีเซล ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ได้สรุปไว้ว่าการใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีข้อดีคือ ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์สูงและเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้กรด แต่น้ำมันที่ใช้ควรมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก หากน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระสูงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์น้อยลง และเกิดปฏิกิริยา สaponification ทำให้เกิดสบู่มากขึ้นด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมมาใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นน้ำมันที่ได้จากการหีบเส้นใยและเมล็ดในปาล์มรวมกัน น้ำมันชนิดนี้จะมีค่ากรดไขมันอิสระประมาณ 8-12% โดยน้ำหนัก จึงต้องนำน้ำมันปาล์มดิบไปทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันเพื่อลดกรดไขมันอิสระก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน

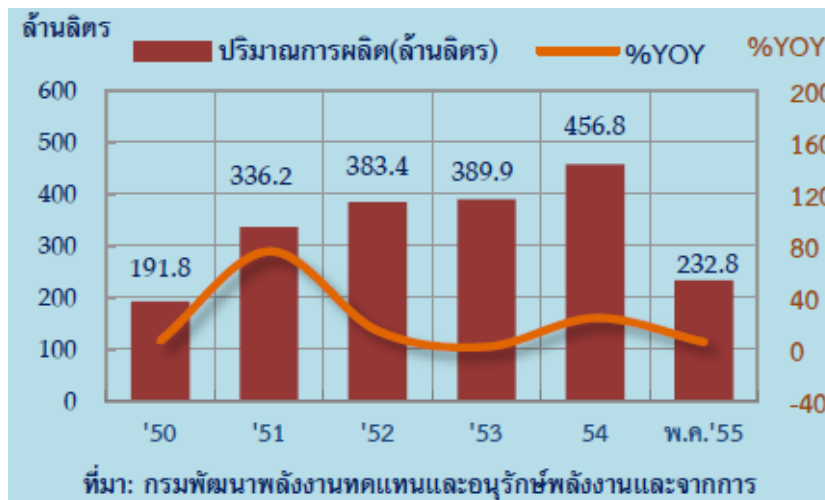
ความสำคัญของชุดโครงการวิจัยนี้คือ การวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ของกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยการใช้ท่อผสม (static mixer) ทั้งระบบหมุนวนและระบบต่อเนื่องในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม โดยท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับท่อผสมด้วยถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา ชุดโครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยเอทานอลทั้ง 3 โครงการย่อย ซึ่งโดยปกติการผลิตไบโอดีเซลโดยส่วนใหญ่จะใช้เมทานอล เพราะเมทานอลมีราคาถูกกว่า แต่ราคาของเมทานอลจะขึ้นอยู่กับราคาของปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศได้อย่างเพียงพอจนสามารถส่งออกได้

การวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ของกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยการใช้ท่อผสม (static mixer) ทั้งระบบหมุนวนและระบบต่อเนื่อง มีดังนี้ โครงการย่อยที่ 1 และ 2 ใช้ท่อผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันและปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ตามลำดับ ซึ่งโดยทั่วไปการผลิตไบโอดีเซลจะใช้กระบวนการแบบกะด้วยถังกวนผสม ซึ่งมีข้อด้อยหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับ

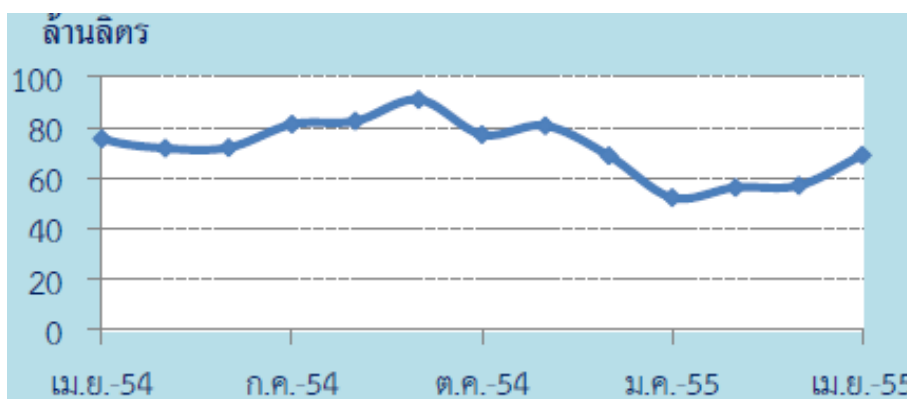
กระบวนการแบบหมุนวนโดยใช้ท่อผสม วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ใช้ท่อผสม (static mixer) เพื่อเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกระบวนการลดกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยระบบหมุนวน ซึ่งท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการผสมด้วยถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา โครงการย่อยที่ 3 ใช้ท่อผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันแบบต่อเนื่อง ซึ่งโดยทั่วไปการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่องจะใช้ถังปฏิกรณ์ CSTR (continuous stirred tank reactor) ซึ่งมีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบต่อเนื่องโดยใช้ท่อผสม วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ใช้ท่อผสม (static mixer) เร่งปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันของกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบต่อเนื่องด้วย ซึ่งท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการผสมด้วยถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา

ทั้ง 3 โครงการย่อยภายใต้แผนงานวิจัยนี้ได้ใช้เอทานอลในกระบวนการลดกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบและการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์ม ซึ่งงานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะใช้เมทานอล เพราะเมทานอลทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และมีราคาถูกกว่า แต่ราคาของเมทานอลจะขึ้นอยู่กับราคาของปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศได้อย่างเพียงพอจนสามารถส่งออกได้ ตามรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ระบุว่า การผลิตเอทานอลยังเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยในเดือนพฤษภาคม 2555 มีความต้องการใช้เอทานอลภายในประเทศไทยประมาณ 1.3 ล้านลิตร/วัน แต่มีปริมาณการผลิตเอทานอลประมาณ 1.9 ล้านลิตร/วัน และมีแนวโน้มว่ากำลังการผลิตจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามนโยบายของรัฐบาลด้านพลังงานและด้านการประกันราคาพืชที่นำมาทำเอทานอลได้ ทำให้กำลังการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อยลง เนื่องจากข้อจำกัดของการผสมเอทานอลกับเบนซินเพื่อใช้เป็นแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E85 ดังนั้นการนำเอทานอลมาใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลน่าจะเป็นทางออกทางหนึ่ง และเพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอทานอลที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย ผลิตได้ประมาณวันละ 1.9 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 จากเดือนก่อน โดยมีกำลังการผลิตรวมอยู่ที่ร้อยละ 65.5 ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่งผลให้มีปริมาณการผลิตเอทานอลสะสม 232.8 ล้านลิตร ทั้งนี้ การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และน้ำอ้อย มีสัดส่วนร้อยละ 84.1 ร้อยละ 10.3 และร้อยละ 5.6 ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.1 และสำหรับปริมาณการสำรองเอทานอลของไทยในเดือนเมษายน 2555 มีปริมาณ 69.1 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจาก เดือนก่อนร้อยละ

21 เนื่องจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อย ประกอบกับการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศลดลงมาก จากปริมาณการสำรองของเอทานอลต่างประเทศที่ยังมีมาก



ภาพที่ 5.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการสำรองเอทานอลของประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน

6.2 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

6.3 เพื่อทดสอบระบบลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน ที่สามารถลดกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมให้มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

6.4 เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน

6.5 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

6.6 เพื่อทดสอบคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยจะต้องมีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่ามาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์

6.7 เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง

6.8 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล และอัตราการไหลของน้ำมันปาล์ม

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

10.3.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยที่ 1 คือ การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดที่บรวมน้ำมันด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยหลักการจะนำน้ำมันปาล์มดิบทำปฏิกิริยากับเอทานอลและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยากรด โดยใช้ท่อผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาโดยป้อนสารผสมวนผ่านท่อผสมและถึงปฏิกรณ์ด้วยปั๊มสารเคมีเป้าหมายของโครงการวิจัยคือ ต้องการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบให้มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ด้วยปฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชัน โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

10.3.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยที่ 2 คือ การผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยหลักการจะนำน้ำมันปาล์มทำปฏิกิริยากับเอทานอลและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเบส โดยใช้ท่อผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาและป้อนสารผสมวนผ่านท่อผสมและถึงปฏิกรณ์ด้วยปั๊มสารเคมี เป้าหมายของโครงการวิจัยคือต้องการผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มให้มีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่ามาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

10.3.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยที่ 3 คือ การผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง โดยหลักการจะนำน้ำมันปาล์มทำปฏิกิริยากับเอทานอลและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเบส โดยใช้ท่อผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาและป้อนสารผสมวนผ่านท่อผสมและถึงปฏิกรณ์ด้วยปั๊มสารเคมี เป้าหมายของโครงการวิจัยคือ ต้องการผลิตเอธิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มให้มีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่า

มาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล ความยาวท่อผสม และอัตราการไหลของน้ำมันปาล์ม

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 คาดว่าสถานะที่เหมาะสมของทั้ง 3 โครงการย่อย จะได้รับการเผยแพร่ในวารสาร

5.2 คาดว่าชุมชน ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถนำไปใช้ได้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการบริหารแผนงานวิจัยในส่วนโครงการย่อยแต่ละโครงการ หัวหน้าโครงการจะเป็นผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการเองเพื่อให้การบริหารงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผู้อำนวยการแผนจะเป็นผู้ประสานงานในการปฏิบัติงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงกันในแต่ละโครงการย่อย และเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจะจัดให้มีการประชุมกลุ่มนักวิจัยในโครงการย่อยทุกๆ 2 เดือน หรือ 3 เดือน เพื่อติดตามงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการปฏิบัติงาน รวมทั้งช่วยกันแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน และมีการรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรทุก 6 เดือน สำหรับรายละเอียดขั้นตอนดำเนินการในแต่ละโครงการ ดังปรากฏในแบบเสนอโครงการวิจัยแต่ละโครงการ

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2556 - กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร	
อัตราค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท (เดือนละ 6500×12 บาท)	78,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำกรนอกเวลา ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ (ไม่เกิน 5% ของงบประมาณโครงการ) $4 \times 50 \times 11 = 2,200 + 7 \times 60 \times 20 = 8,400$	10,600

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมมนาทางวิชาการ หรือเพื่อเสนอผลงานวิจัยสนับสนุน (ค่าเดินทาง เบี้ยเลี้ยง ที่พัก)	10,000
2) ค่าจ้างเหมาบริการ เช่น ค่าสร้างชุดทดสอบ ค่าเขียนแบบ	10,000
3) ค่าทดสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน เอสเทอร์	20,000
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น	
1) วัสดุเพื่อจัดสร้างระบบ เช่น เหล็ก สแตนเลส ท่อ ฮีตเตอร์ สายยาง สายไฟ มอเตอร์ เป็นต้น	20,000
2) สารเคมี เช่น เอทานอล เบส เป็นต้น	20,000
3) น้ำมันปาล์ม	30,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น	
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	1,000
3. งบลงทุน	
3.1 ค่าครุภัณฑ์ (ไม่สูงกว่าร้อยละ 25 ของงบประมาณทั้งโครงการ) 1) ปุ่มสารเคมีปรับอัตราการไหลได้ 1 เครื่อง	40,000
4. ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัย และคณะ/หน่วยงาน (โครงการละ 10%)	23,460
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	263,060

1. ชื่อโครงการวิจัย

9. การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน (Reduction of Free Fatty Acid in Mixed Crude Palm Oil Using Static Mixer Reactor in Circulation Process)

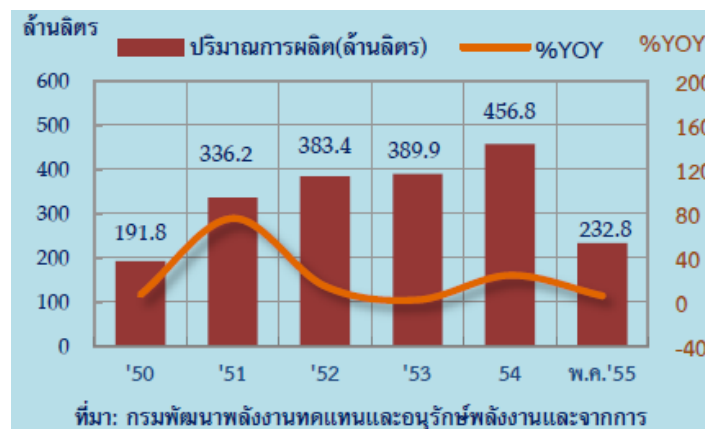
2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากความพยายามในการวิจัยค้นคว้าหาเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใหม่ ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ เพื่อที่จะใช้ในการทดแทนน้ำมันดีเซลในระยะยาว ปัจจุบันเหล่านี้จึงเป็นที่มาของน้ำมันดีเซลจากไตรกลีเซอไรด์ที่ได้มาจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันจาก ไบโอดีเซล ไตรกลีเซอไรด์นั้นสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติบางอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้โดยตรง ซึ่งอาจส่งผลต่อเครื่องยนต์ดีเซลในระยะยาวจึงต้องเปลี่ยนโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์โดยใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไบโอดีเซล ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ได้สรุปไว้ว่าการใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีข้อดีคือ ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์สูงและเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้กรด แต่น้ำมันที่ใช้ควรมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก หากน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระสูงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์น้อยลง และเกิดปฏิกิริยา สaponification ทำให้เกิดสบู่มากขึ้นด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เพื่อนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน

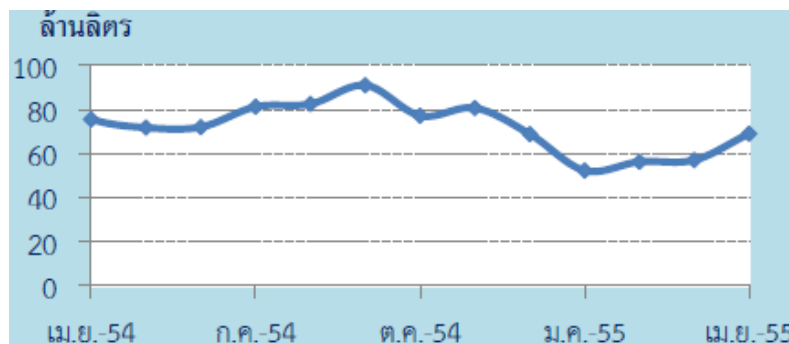
โดยทั่วไปการผลิตไบโอดีเซลจะใช้กระบวนการแบบกะด้วยถังกวนผสม ซึ่งมีข้อดีอยู่หลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบหมุนวน โดยใช้ท่อผสม วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือ ใช้ท่อผสม (static mixer) เพื่อเร่งปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันของกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยระบบหมุนวน ซึ่งท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์ม โดยใช้เอทานอล ซึ่งงานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะใช้เมทานอล เพราะเมทานอลทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และมีราคาถูกกว่า แต่ราคาของเมทานอลจะขึ้นอยู่กับราคาของปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศได้อย่างเพียงพอจนสามารถส่งออกได้ ตามรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ระบุว่าการผลิตเอทานอลยังเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยในเดือน พฤษภาคม 2555 มีความต้องการใช้เอทานอลภายในประเทศไทยประมาณ 1.3 ล้านลิตร/วัน แต่มีปริมาณการผลิตเอทานอลประมาณ 1.9 ล้านลิตร/วัน และมีแนวโน้มว่ากำลังการผลิตจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตาม

นโยบายของรัฐบาลด้านพลังงานและด้านการประกันราคาพืชที่นำมาทำเอทานอลได้ ทำให้กำลังการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อยลง เนื่องจากข้อจำกัดของการผสมเอทานอลกับเบนซินเพื่อใช้เป็นแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E85 ดังนั้นการนำเอทานอลมาใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลน่าจะเป็นทางออกทางหนึ่ง และเพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอทานอลที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย ผลิตได้ประมาณวันละ 1.9 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 จากเดือนก่อน โดยมีกำลังการผลิตรวมอยู่ที่ร้อยละ 65.5 ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่งผลให้มีปริมาณการผลิตเอทานอลสะสม 232.8 ล้านลิตร ทั้งนี้ การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และน้ำอ้อย มีสัดส่วนร้อยละ 84.1 ร้อยละ 10.3 และร้อยละ 5.6 ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.1 และสำหรับปริมาณการสำรองเอทานอลของไทยในเดือนเมษายน 2555 มีปริมาณ 69.1 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจาก เดือนก่อนร้อยละ 21 เนื่องจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อย ประกอบกับการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศลดลงมาก จากปริมาณการสำรองของเอทานอลต่างประเทศที่ยังมีมาก



ภาพที่ 5.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการสำรองเอทานอลของประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)

สรุปจากที่ได้กล่าวมา ที่มาของปัญหาในการวิจัยมี 2 ประเด็นหลัก คือ

1. ต้องการพัฒนาระบบการผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์ม โดยใช้ท่อผสม (static mixer) แทนการใช้ใบกวน และสถานะที่เหมาะสมที่ได้จะเป็นข้อมูลเพื่อรองรับกระบวนการลดกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระสูงของโครงการย่อยที่ 1 ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่กระบวนการผลิตไบโอดีเซลน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระสูงในระดับชุมชนได้

2. การใช้เอทานอลในการทำปฏิกิริยากับน้ำมันปาล์มของปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งเอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศ และเหลือเพียงพองจนสามารถส่งออกได้ แทนการใช้เมทานอล ซึ่งจะทำให้ประเทศสามารถสร้างสมดุลและมั่นคงของพลังงานภายในประเทศ และจะช่วยพัฒนาประเทศไปสู่การพึ่งพาตนเองในด้านพลังงานได้มากยิ่งขึ้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน

6.2 เพื่อทดสอบหาสถานะที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยากรด ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

6.3 เพื่อทดสอบระบบลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน ที่สามารถลดกรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวมให้มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 ออกแบบและสร้างระบบผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน

7.2 ทดสอบหาสถานะที่เหมาะสมระบบผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะต้องมีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่ามาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์

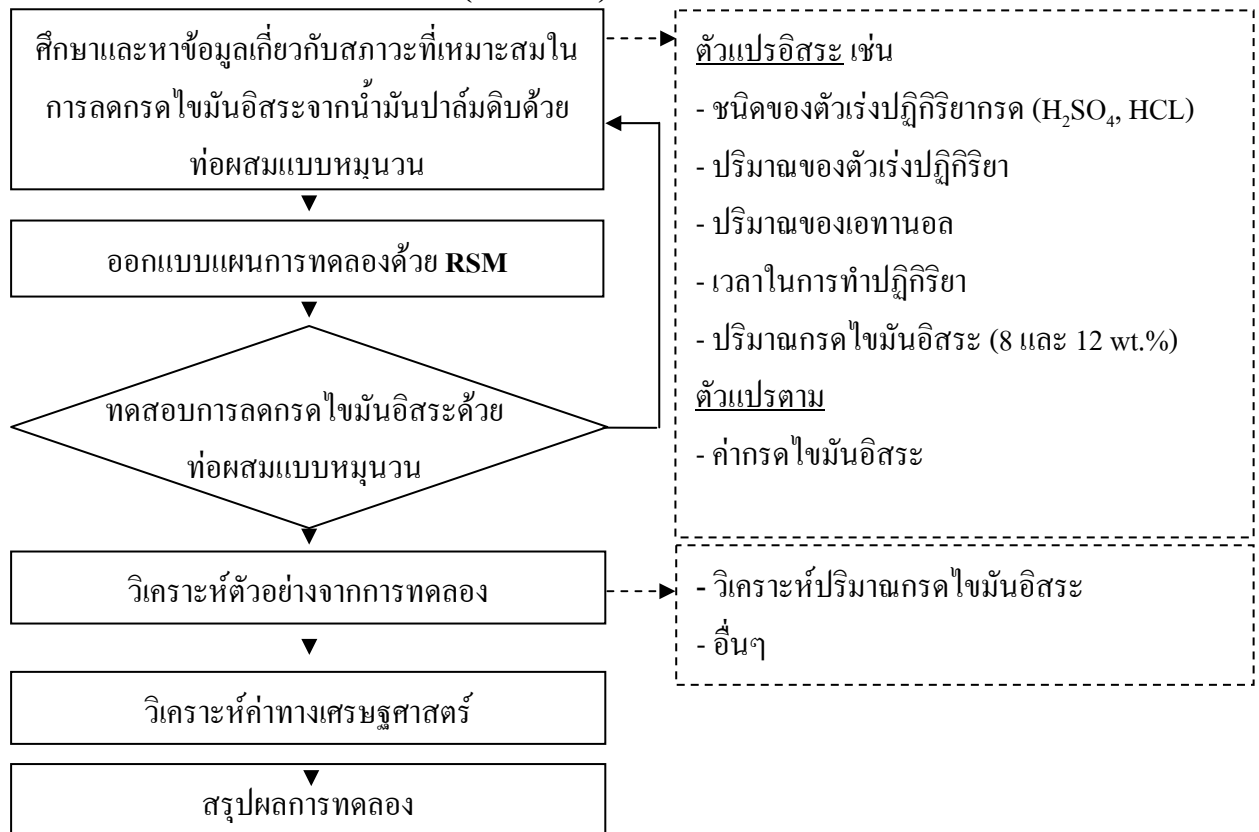
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

12.1 คาดว่าจะได้รับการเผยแพร่ผลงานในวารสารระดับนานาชาติ

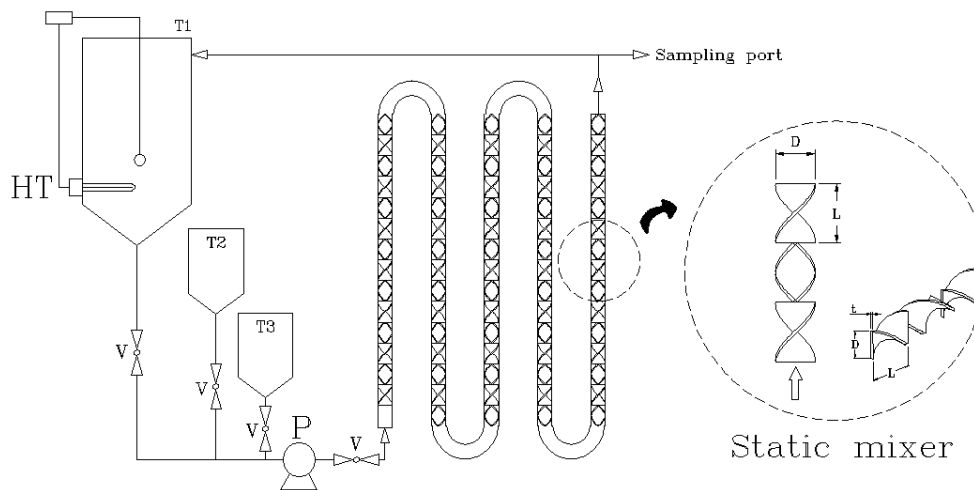
12.2 คาดว่าชุมชน ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปใช้ได้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

14.1 วิธีดำเนินการวิจัย (ภาพที่ 14.1)



ภาพที่ 14.1 แผนผังแสดงวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 14.2 ร่างแบบเขียนชุดทดสอบกระบวนการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน (L: length of element, D: diameter of element and t: thickness of element, T1: MCPO tank, T2: ethanol tank, T3: acid tank, P: pump, HT: heater, V: valve and TC: temperature control)

7.ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2556 - กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
อัตราค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท (เดือนละ 6,500×12 บาท)	78,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำกรนอกเวลา ค่าตอบแทน ผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ (ไม่เกิน 5% ของงบประมาณโครงการ) $2 \times 50 \times 10 = 1,000 + 7 \times 60 \times 20 = 8,400$	9,400
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมมนาทางวิชาการ หรือเพื่อเสนอผลงานวิจัยสนับสนุน (ค่าเดินทาง เบี้ยเลี้ยง ที่พัก)	10,000
2) ค่าจ้างเหมาบริการ เช่น ค่าสร้างชุดทดสอบ ค่าเขียนแบบ	30,000
3) ค่าทดสอบวิเคราะห์น้ำมัน	10,000
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น	
1) วัสดุเพื่อจัดสร้างระบบ เช่น เหล็ก สแตนเลส ท่อ ฮีตเตอร์ สายยาง สายไฟ มอเตอร์ เป็นต้น	20,000
2) สารเคมี เช่น เอทานอล กรด เป็นต้น	20,000
3) น้ำมันปาล์มดิบ	30,000
4) สารเคมีวิเคราะห์ TLC เช่น ไอโซโพรพานอล เฮกเซน กรดฟอร์มิก เบนซีน ไดเอทิลอีเทอร์ ฟีนอลฟทาลินอินดิเคเตอร์ เป็นต้น	5,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น	
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	1,000
3. งบลงทุน	
3.1 ค่าครุภัณฑ์ (ไม่สูงกว่าร้อยละ 25 ของงบประมาณทั้งโครงการ)	
1) ปุ่มสารเคมีปรับอัตราการไหลได้ 1 เครื่อง	40,000
4. ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัยและคณะ/ หน่วยงาน (โครงการละ 10%)	22,365
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	275,765

หมายเหตุ : ขอถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 10. การผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน
(Ethyl Ester Production from Crude Palm Oil Using Static Mixer Reactor in
Circulation Process)

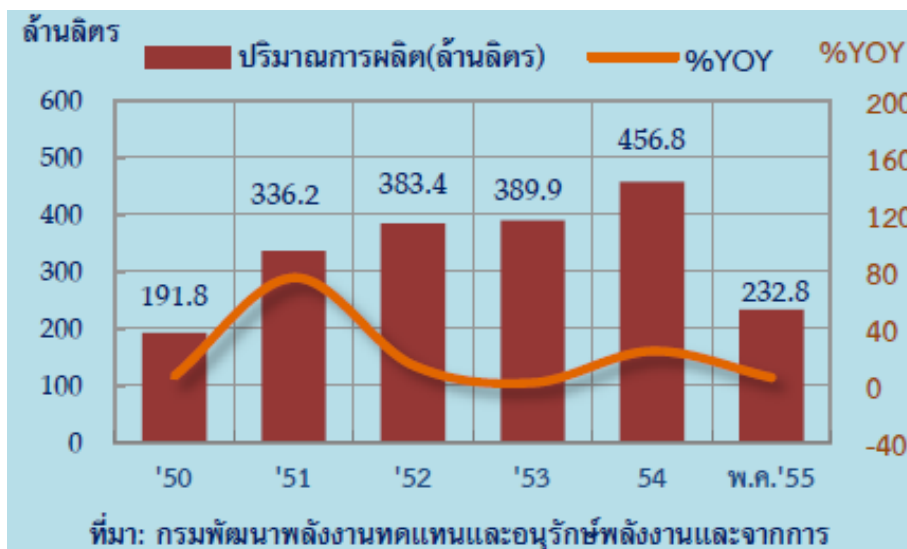
2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากความพยายามในการวิจัยค้นคว้าหาเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใหม่ ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ เพื่อที่จะใช้ในการทดแทนน้ำมันดีเซลในระยะยาว ปัจจุบันเหล่านี้นี้จึงเป็นที่มาของน้ำมันดีเซลจากไตรกลีเซอไรด์ที่ได้มาจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันจาก ไชสัตว์ ไตรกลีเซอไรด์นั้นสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติบางอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้โดยตรง ซึ่งอาจส่งผลต่อเครื่องยนต์ดีเซลในระยะยาวจึงต้องเปลี่ยนโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์โดยใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไบโอดีเซล ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ได้สรุปไว้ว่าการใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีข้อดีคือ ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์สูงและเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้กรด แต่น้ำมันที่ใช้ควรมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก หากน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระสูงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์น้อยลง และเกิดปฏิกิริยา สaponification ทำให้เกิดสบู่มากขึ้นด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมมาใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นน้ำมันที่ได้จากการหีบเส้นใยและเมล็ดในปาล์มรวมกัน น้ำมันชนิดนี้จะมีค่ากรดไขมันอิสระประมาณ 8-12% โดยน้ำหนัก จึงต้องนำน้ำมันปาล์มดิบไปทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันเพื่อลดกรดไขมันอิสระก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน

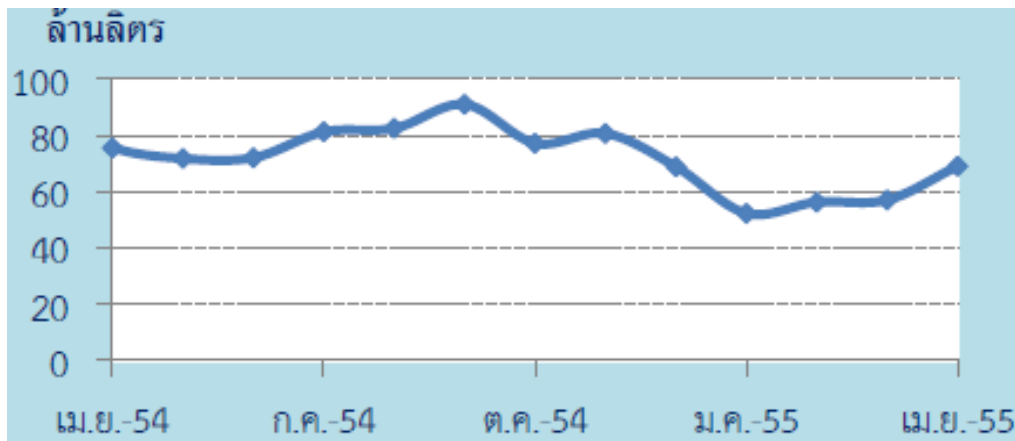
โดยทั่วไปการผลิตไบโอดีเซลจะใช้กระบวนการแบบกะด้วยถังกวนผสม ซึ่งมีข้อดีอยู่หลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบหมุนวน โดยใช้ท่อผสม วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ใช้ท่อผสม (static mixer) เพื่อเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันของกระบวนการลดกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยระบบหมุนวน ซึ่งท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับกรผสมด้วยถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการลดกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้เอทานอล ซึ่งงานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะใช้เมทานอล เพราะเมทานอลทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และมีราคาถูกกว่า แต่ราคาของเมทานอลจะขึ้นอยู่กับราคาของปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศได้อย่างเพียงพอจนสามารถส่งออกได้ ตามรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ระบุว่าการผลิตเอทานอลยังเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ โดย

ในเดือนพฤษภาคม 2555 มีความต้องการใช้เอทานอลภายในประเทศไทยประมาณ 1.3 ล้านลิตร/วัน แต่มีปริมาณการผลิตเอทานอลประมาณ 1.9 ล้านลิตร/วัน และมีแนวโน้มว่ากำลังการผลิตจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามนโยบายของรัฐบาลด้านพลังงานและด้านการประกันราคาพืชที่นำมาทำเอทานอลได้ ทำให้กำลังการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อยลง เนื่องจากข้อจำกัดของการผสมเอทานอลกับเบนซินเพื่อใช้เป็นแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E85 ดังนั้นการนำเอทานอลมาใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลน่าจะเป็นทางออกทางหนึ่ง และเพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอทานอลที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย ผลิตได้ประมาณวันละ 1.9 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 จากเดือนก่อน โดยมีกำลังการผลิตรวมอยู่ที่ร้อยละ 65.5 ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่งผลให้มีปริมาณการผลิตเอทานอลสะสม 232.8 ล้านลิตร ทั้งนี้ การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และน้ำอ้อย มีสัดส่วนร้อยละ 84.1 ร้อยละ 10.3 และร้อยละ 5.6 ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.1 และสำหรับปริมาณการสำรองเอทานอลของไทยในเดือนเมษายน 2555 มีปริมาณ 69.1 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจาก เดือนก่อนร้อยละ 21 เนื่องจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อย ประกอบกับการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศลดลงมาก จากปริมาณการสำรองของเอทานอลต่างประเทศที่ยังมีมาก



ภาพที่ 5.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการส่งออกเอทานอลของประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)

สรุปจากที่ได้กล่าวมา ที่มาของปัญหาในการวิจัยมี 2 ประเด็นหลัก คือ

1. ต้องการพัฒนาระบบการผลิตกรดไขมันอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อต่อยอดไปสู่กระบวนการผลิตไบโอดีเซลน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระสูงในระดับชุมชน โดยนำเสนอที่ผสมแบบสลับแทนการใช้ใบกวน

2. การใช้เอทานอลในการทำปฏิกิริยากับน้ำมันปาล์ม ซึ่งเอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศ และเหลือเพียงพจนสามารถส่งออกไปได้ แทนการใช้เมทานอล ซึ่งจะทำให้ประเทศสามารถสร้างสมดุลและมั่นคงของพลังงานภายในประเทศ และจะช่วยพัฒนาประเทศไปสู่การพึ่งพาตนเองในด้านพลังงานได้มากยิ่งขึ้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ที่ผสมแบบหมุนวน

6.2 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์ที่ผสมแบบต่อเนื่อง โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล และเวลาในการทำปฏิกิริยา

6.3 เพื่อทดสอบคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยจะต้องมีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่ามาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 ออกแบบและสร้างระบบผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ที่ผสมแบบหมุนวน

7.2 ทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมระบบผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน โดยไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะต้องมีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน และใกล้เคียงหรือเทียบเท่ามาตรฐานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์

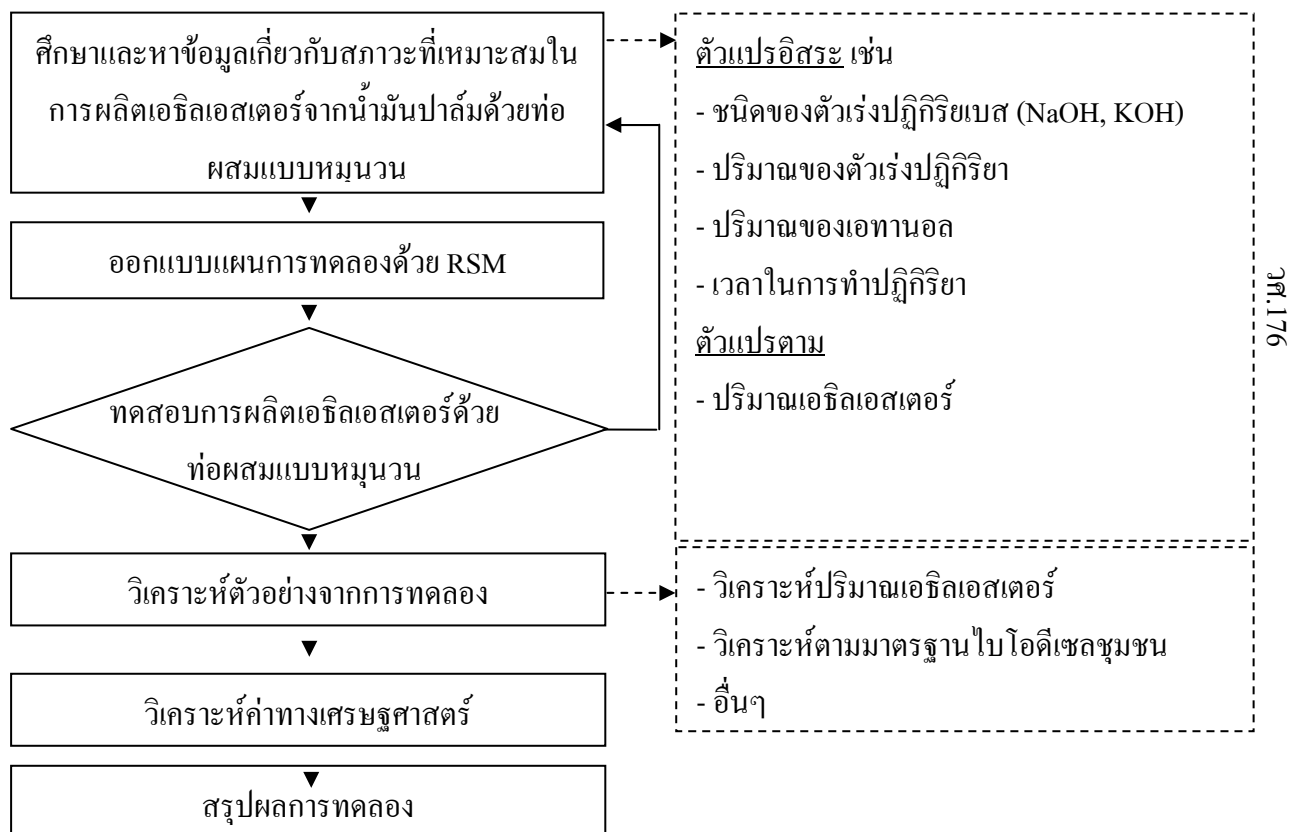
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 คาดว่าจะได้รับการเผยแพร่ผลงานในวารสารระดับนานาชาติ

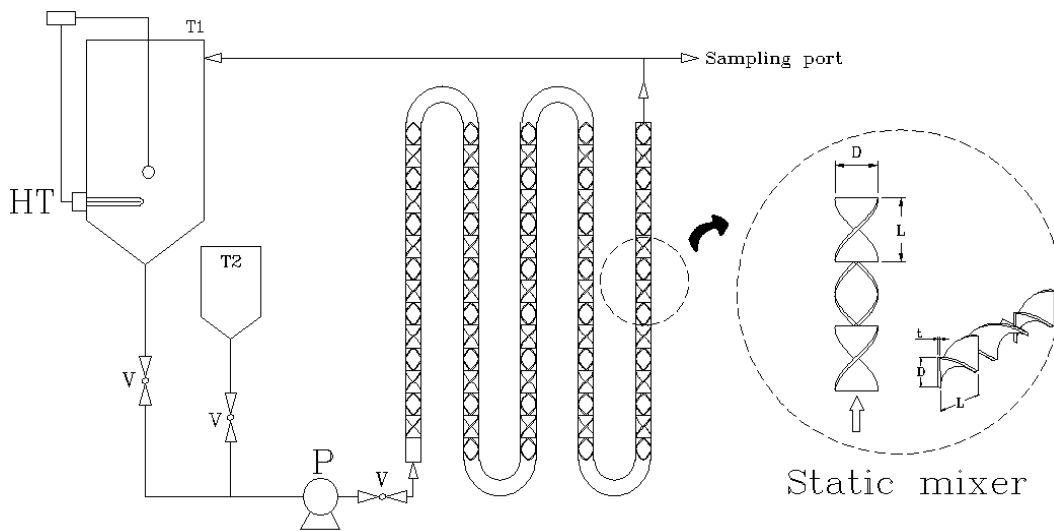
5.2 คาดว่าชุมชน ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถนำไปใช้ได้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

7. ระยะเวลา 14.1 วิธีดำเนินการวิจัย (ภาพที่ 14.1)



ภาพที่ 14.1 แผนผังแสดงวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 14.2 ร่างแบบเขียนชุดทดสอบกระบวนการผลิตเอซิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบหมุนวน (L: length of element, D: diameter of element and t: thickness of element, T1: CPO tank, T2: ethanol mixed with base catalyst tank, P: pump, HT: heater, V: valve and TC: temperature control)

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2556 - กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
อัตราค่าจ้างนักศึกษาศรีอยุธยาโท (ไม่เกินเดือนละ 6,500×12 บาท)	78,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าตอบแทน ผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ (ไม่เกิน 5% ของงบประมาณโครงการ) $4 \times 50 \times 10 = 2,000 + 7 \times 60 \times 20 = 8,400$	10,400
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ เช่น ค่าซ่อมเครื่อง thin layer chromatography, TLC ค่าซ่อมเครื่อง Karl Fischer Titrator ค่าซ่อมเครื่อง Cloud Point & Pour Point Apparatus	40,000
2) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมมนาทางวิชาการ หรือเพื่อเสนอผลงานวิจัยสนับสนุน (ค่าเดินทาง เบี้ยเลี้ยง ที่พัก)	10,000
3) ค่าจ้างเหมาบริการ เช่น ค่าสร้างชุดทดสอบ ค่าเขียนแบบ	15,000

รายการ	จำนวนเงิน
4) ค่าทดสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน เอสเทอร์	20,000
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น	
1) วัสดุเพื่อจัดสร้างระบบ เช่น เหล็ก สแตนเลส ท่อ สวิตเตอร์ สายยาง สายไฟ มอเตอร์ เป็นต้น	20,000
2) สารเคมี เช่น เอทานอล เบส เป็นต้น	20,000
3) น้ำมันปาล์ม	20,000
4) สารเคมีวิเคราะห์ TLC เช่น ไอโซโพรพานอล เฮกเซน กรดฟอร์มิก เบนซีน ไดเอทิลอีเทอร์ ฟีนอล์ฟทาลินอินดิเคเตอร์ เป็นต้น	5,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น	
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	1,000
4. ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัยและคณะ/ หน่วยงาน (โครงการละ 10%)	21,440
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	260,840

หมายเหตุ : ขอล้างเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 11. การผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง
(Ethyl Ester Production from Crude Palm Oil Using Continuous Static Mixer
Reactor)

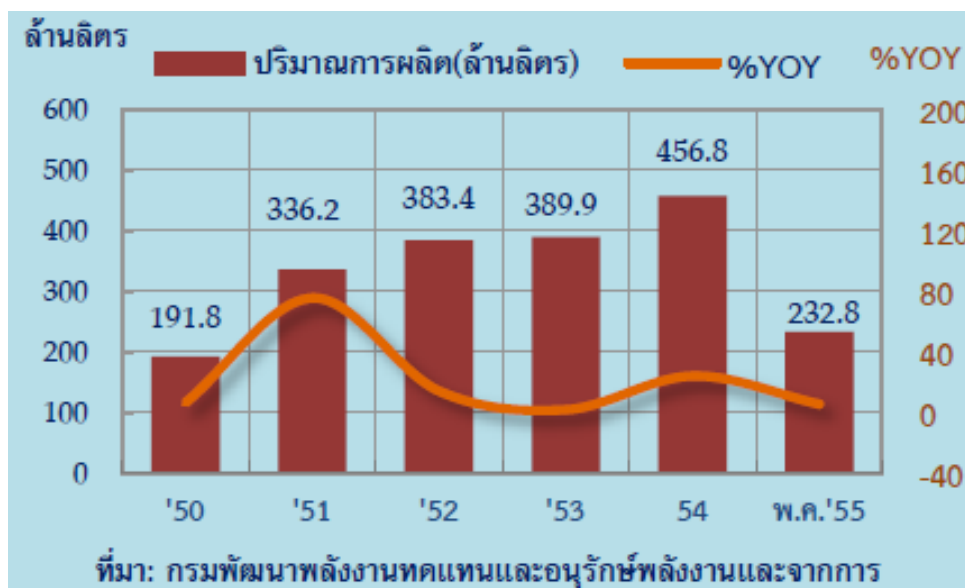
2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากความพยายามในการวิจัยค้นคว้าหาเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกใหม่ ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ เพื่อที่จะใช้ในการทดแทนน้ำมันดีเซลในระยะยาว ปัจจุบันเหล่านี้นี้จึงเป็นที่มาของน้ำมันดีเซลจากไตรกลีเซอไรด์ที่ได้มาจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันจาก ไซสตีวี ไตรกลีเซอไรด์นั้นสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลได้ แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติบางอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้โดยตรง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์ดีเซลในระยะยาวจึงต้องเปลี่ยนโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์โดยใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไบโอดีเซล ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน ได้สรุปไว้ว่าการใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีข้อดีคือ ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์สูงและเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้กรด แต่น้ำมันที่ใช้ควรมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก หากน้ำมันมีค่ากรดไขมันอิสระสูงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์น้อยลง และเกิดปฏิกิริยา สaponifiเคชันทำให้เกิดสบู่มากขึ้นด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เพื่อนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน

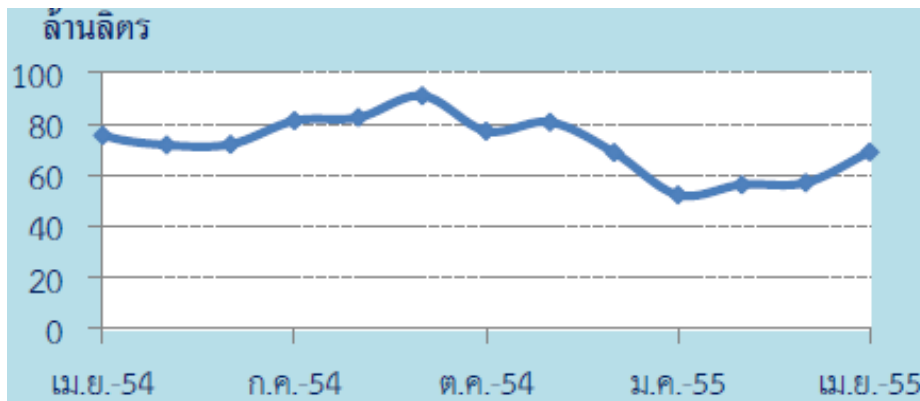
โดยทั่วไปการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่องจะใช้ถังปฏิกรณ์ CSTR (continuous stirred tank reactor) ซึ่งมีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบต่อเนื่อง โดยใช้ท่อผสม วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ใช้ท่อผสม (static mixer) เร่งปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันของกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มแบบต่อเนื่องด้วย ซึ่งท่อผสมประกอบด้วยท่อ (pipe) และไส้ท่อ (element) ไส้ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ จะอยู่ภายในท่อที่มีของเหลวไหลผ่าน เพื่อทำให้เกิดการผสม ข้อดีของท่อผสมเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผสมด้วยถังกวนคือ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเพราะมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ใช้เวลาในการผสมน้อยกว่า และสะดวกในการบำรุงรักษา

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มแบบต่อเนื่องโดยใช้เอทานอล ซึ่งงานวิจัยโดยส่วนใหญ่จะใช้เมทานอล เพราะเมทานอลทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และมีราคาถูกกว่า แต่ราคาของเมทานอลจะขึ้นอยู่กับราคาของปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศได้อย่างเพียงพอจนสามารถส่งออกได้ ตามรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ระบุว่าการผลิตเอทานอลยังเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยในเดือนพฤษภาคม 2555 มีความต้องการใช้เอทานอลภายในประเทศไทยประมาณ 1.3 ล้านลิตร/วัน แต่มีปริมาณการผลิตเอทานอลประมาณ 1.9 ล้านลิตร/วัน และมีแนวโน้มว่ากำลังการผลิตจะสูงขึ้นเรื่อยๆ

ตามนโยบายของรัฐบาลด้านพลังงานและด้านการประกันราคาพืชที่นำมาทำเอทานอลได้ ทำให้กำลังการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อยลง เนื่องจากข้อจำกัดของการผสมเอทานอลกับเบนซินเพื่อใช้เป็นแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E85 ดังนั้นการนำเอทานอลมาใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลน่าจะเป็นทางออกทางหนึ่ง และเพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอทานอลที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ราคาเอทานอลของประเทศไทย พฤษภาคม 2555 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย ผลิตได้ประมาณวันละ 1.9 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 จากเดือนก่อน โดยมีกำลังการผลิตรวมอยู่ที่ร้อยละ 65.5 ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่งผลให้มีปริมาณการผลิตเอทานอลสะสม 232.8 ล้านลิตร ทั้งนี้ การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และน้ำอ้อย มีสัดส่วนร้อยละ 84.1 ร้อยละ 10.3 และร้อยละ 5.6 ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.1 และสำหรับปริมาณการสำรองเอทานอลของไทยในเดือนเมษายน 2555 มีปริมาณ 69.1 ล้านลิตร เพิ่มขึ้นจาก เดือนก่อนร้อยละ 21 เนื่องจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้องการภายในประเทศน้อย ประกอบกับการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศลดลงมาก จากปริมาณการสำรองของเอทานอลต่างประเทศที่ยังมีมาก



ภาพที่ 5.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการส่งออกเอทานอลของประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555)

สรุปจากที่ได้กล่าวมา ที่มาของปัญหาในการวิจัยมี 2 ประเด็นหลัก คือ

1. ต้องการพัฒนาระบบการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มแบบต่อเนื่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ CSTR แต่โครงการนี้จะใช้ท่อผสม (static mixer) แทนใบกวน และเพื่อต้องการศึกษาความเป็นไปได้เมื่อใช้ท่อผสมแบบต่อเนื่องผลิตเอทิลเอสเทอร์

2. การใช้เอทานอลในการทำปฏิกิริยากับน้ำมันปาล์มของปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน ซึ่งเอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบทางการเกษตรที่เพาะปลูกภายในประเทศ และเหลือเพียงพองานสามารถส่งออกได้ แทนการใช้เมทานอล ซึ่งจะทำให้ประเทศสามารถสร้างสมดุลและมั่นคงของพลังงานภายในประเทศ และจะช่วยพัฒนาประเทศไปสู่การพึ่งพาตนเองในด้านพลังงานได้มากยิ่งขึ้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง

6.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง โดยมีการแปรค่าตัวแปรอิสระคือ ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ปริมาณของเอทานอล ความยาวท่อผสม และอัตราการไหลของน้ำมันปาล์ม

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 ออกแบบและสร้างระบบผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง

7.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมระบบผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มชนิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง

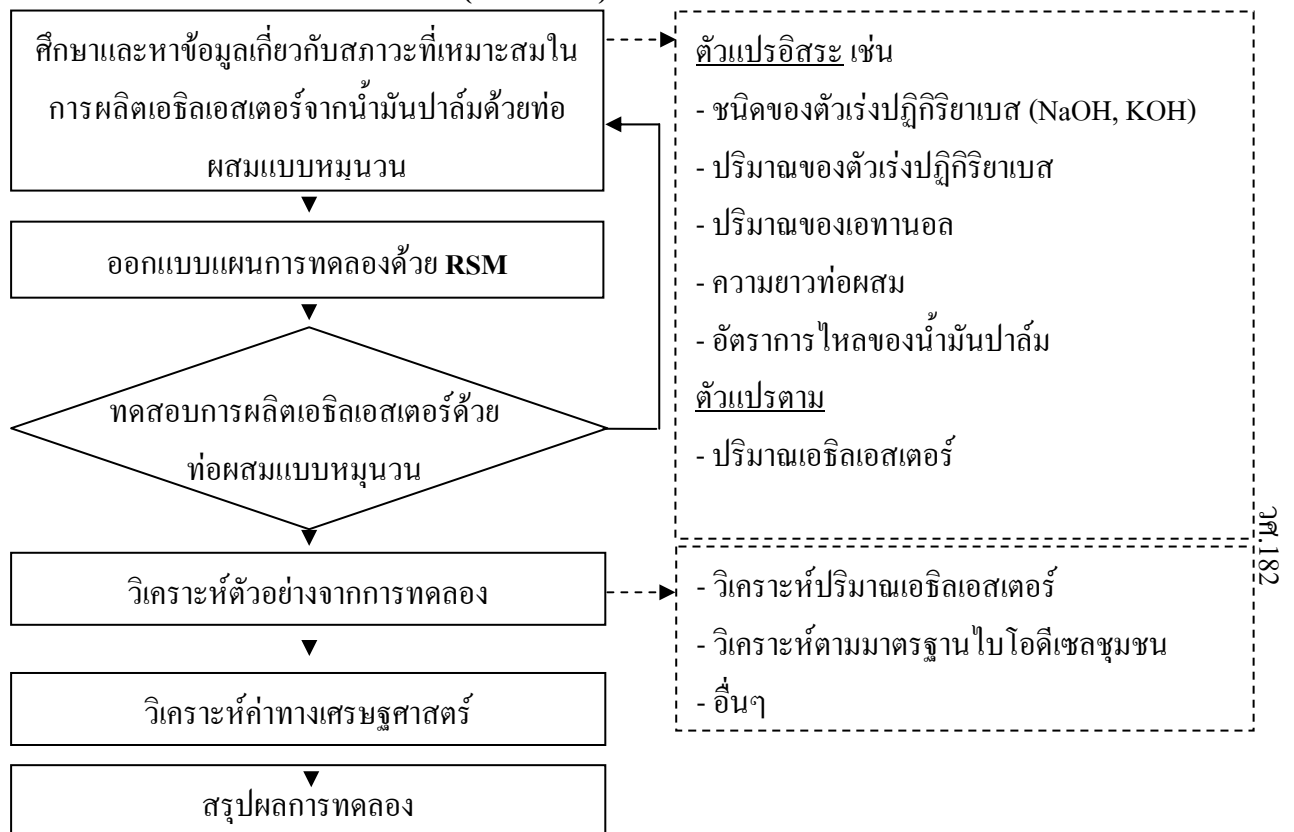
5.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

12.1 คาดว่าจะได้รับการเผยแพร่ผลงานในวารสารระดับนานาชาติ

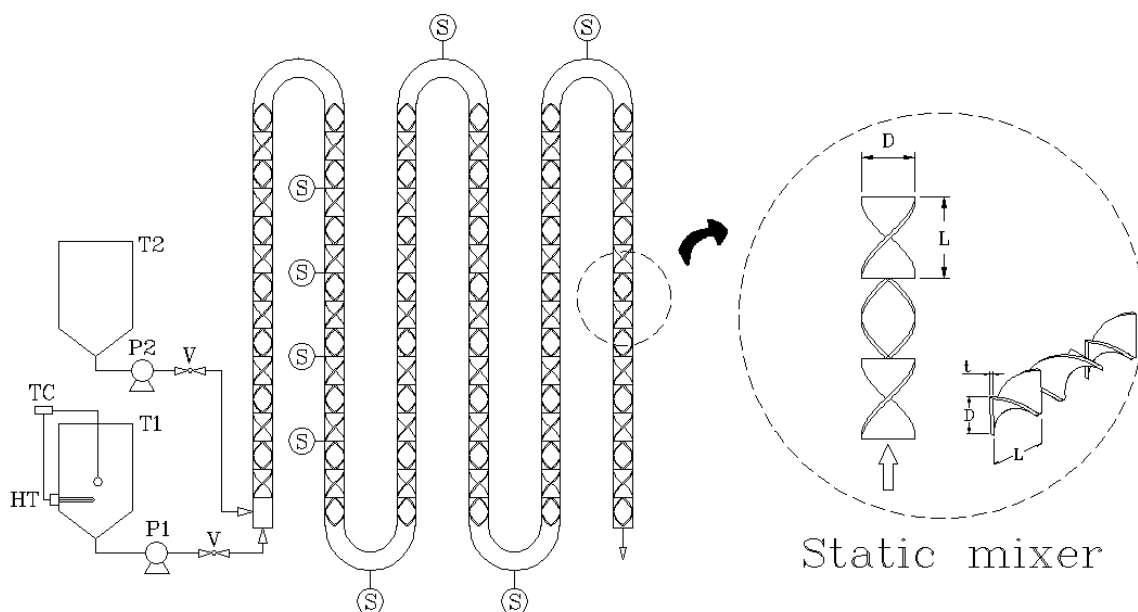
12.2 คาดว่าชุมชน ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถนำไปใช้ได้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

14.1 วิธีดำเนินการวิจัย (ภาพที่ 14.1)



ภาพที่ 14.1 แผนผังแสดงวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 14.2 ร่างแบบเขียนชุดทดสอบกระบวนการผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มด้วยเครื่องปฏิกรณ์ท่อผสมแบบต่อเนื่อง (L: length of element, D: diameter of element and t: thickness of element, T1: CPO tank, T2: ethanol mixed with base catalyst tank, P: pump, HT: heater, V: valve S: sampling port, and TC: temperature control)

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2556 - กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
อัตราค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท (ไม่เกินเดือนละ 6,500×12 บาท)	78,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าตอบแทน ผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ (ไม่เกิน 5% ของงบประมาณโครงการ) $4 \times 50 \times 11 = 2,200 + 7 \times 60 \times 20 = 8,400$	10,600
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมมนาทางวิชาการ หรือเพื่อเสนอผลงานวิจัยสนับสนุน (ค่าเดินทาง เบี้ยเลี้ยง ที่พัก)	10,000
2) ค่าจ้างเหมาบริการ เช่น ค่าสร้างชุดทดสอบ ค่าเขียนแบบ	10,000

รายการ	จำนวนเงิน
3) ค่าทดสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน เอสเทอร์	20,000
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น	
1) วัสดุเพื่อจัดสร้างระบบ เช่น เหล็ก สแตนเลส ท่อ ฮีตเตอร์ สายยาง สายไฟ มอเตอร์ เป็นต้น	20,000
2) สารเคมี เช่น เอทานอล เบส เป็นต้น	20,000
3) น้ำมันปาล์ม	30,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค เช่น	
ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	1,000
3. งบลงทุน	
3.1 ค่าครุภัณฑ์ (ไม่สูงกว่าร้อยละ 25 ของงบประมาณทั้งโครงการ)	40,000
1) ปัมสารเคมีปรับอัตราการไหลได้ 1 เครื่อง	
4. ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัยและ คณะ/หน่วยงาน (โครงการละ 10%)	23,460
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	263,060

หมายเหตุ : ขอถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

- 1.ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) 12.การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่
(Treatment of Palm oil mill effluent for water reclamation)

2.ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย นิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีกระบวนการสกัดอยู่ 2 รูปแบบคือแบบมาตรฐาน (หีบน้ำมันแยก) และแบบหีบน้ำมันผสม โดยมีขั้นตอนหลักๆคือ 1.การนึ่งทะลายปาล์มด้วยไอน้ำ (Sterilization) 2.การแยกผลปาล์ม (Stripping) 3.การสกัดน้ำมันปาล์ม (Oil extraction) 4.การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ ในทุกขั้นตอนจะมีการใช้น้ำทั้งในรูปของไอน้ำ และน้ำร้อน ทำให้เกิดของเสีย (น้ำเสีย) เป็นปริมาณมาก (<http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/oilpalm.html>) ประมาณ 0.56 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลปาล์มสด โดยโรงงานส่วนใหญ่มักใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Stabilizing pond (ไม่มีอากาศ มีอากาศ → บ่อผึ่ง) หรือใช้ระบบแบบ Aerated lagoon กับ Stabilizing pond ซึ่งเป็นระบบเปิด ใช้พื้นที่มากในการก่อสร้าง และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วยังมีการปนเปื้อนของสีและสารอินทรีย์ เช่น แคลโรทีน ลิกนิน แทนนิน เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับโรงงานส่วนใหญ่ ทำให้ไม่สามารถที่จะปล่อยทิ้งสู่สาธารณะหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เพราะสีและสารอินทรีย์จะไปขัดขวางการส่องผ่านของแสงทำให้พืชน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และทำให้เกิดการเน่าเสียที่ท้องน้ำ โรงงานจึงนิยมนำไปรดสวนปาล์ม ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการบำบัดโดยดิน (Land treatment) แต่ยังไม่ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพและลักษณะสมบัติของน้ำผ่านการบำบัดด้วยวิธีดังกล่าวรวมถึงความเป็นไปได้ในการนำกลับมาปรับปรุงคุณภาพหรือการใช้งานในด้านต่างๆ หรือปล่อยให้ระเหยเองตามธรรมชาติ แต่ในฤดูฝนทางภาคใต้มีปริมาณน้ำฝนมากและตกยาวนาน ทำให้น้ำบางส่วนไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมเนื่องจากรดสวนปาล์มไม่ทันหรือไม่มีพื้นที่รองรับชะลอน้ำสำหรับบางโรงงาน ทำให้จำเป็นต้องหาแนวทางที่จะแยกสีและสารอินทรีย์ออกให้สามารถทิ้งน้ำได้ และค่าต้องไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนด ซึ่งแนวโน้มการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานประเภทนี้เริ่มมีความเป็นไปได้เมื่อมีการเสนอตัวกฎหมายที่ว่าด้วยการควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ และสีในน้ำทิ้งไม่เกิน 150 ADMI (http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html). ก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งหมดนี้เป็นจุดผลักดันให้เกิดการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยมีหลายวิธี เช่น การทำโคแอกกูเลชันโดยสารเคมี (Chemical Coagulation) การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) และเทคโนโลยีเมมเบรน (Membrane Technology) โดยเทคโนโลยีเมมเบรนนั้นมีความสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Ahmad et al, 2003) (Ahmad et al, 2006) เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเมมเบรนในระดับนาโนและรีเวอร์สออสโมซิส (Nanofiltration and Reverse osmosis) เป็นวิธีที่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม บริษัท ตรีงน้ำมันปาล์ม จำกัด มีการติดตั้งอยู่เดิม เป็นเทคโนโลยีที่มีราคาสูง หากติดตั้งเพื่อแยกสีและสารอินทรีย์ออกให้สามารถทิ้งน้ำได้แม้เฉพาะส่วนเกินในฤดูฝนก็อาจจะไม่

คุ้มค่าต่อการลงทุน จึงควรแยกเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิต น้ำในกระบวนการผลิตของโรงงานแทน กล่าวคือลดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในฤดูฝนและหิมะในฤดูหนาว น้ำกลับมาใช้ในโรงงานได้ เป็นการลด Gray water อีกทางหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเมมเบรนมักมีปัญหาในเรื่องของการอุดตัน ทำให้ต้องทำความสะอาด และเปลี่ยนเมมเบรนบ่อย ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง โดยปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ หากมีการบำบัดขั้นต้นที่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วยการบำบัดโดยดิน (Land Treatment) ซึ่งเป็นสิ่งที่ทางโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มส่วนใหญ่ได้ดำเนินการอยู่ก่อนแล้ว โดยการนำไปรดสวนปาล์ม และประเมินประสิทธิภาพพร้อมทั้งตรวจสอบลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยดิน และการทำโคแอกกูเลชันร่วมด้วยในบางกรณี ทั้งสองกระบวนการดังกล่าวจะถูกพิจารณานำมาใช้เป็นการบำบัดขั้นต้นของกระบวนการ MF/NF เพื่อจุดมุ่งหมายในการลดสีและสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มก่อนเข้าสู่กระบวนการเมมเบรน ส่งผลให้ลดการอุดตัน จึงสามารถยืดอายุการใช้งานที่นานขึ้น และแยกสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในด้าน concentrate เพื่อพิจารณาจากลักษณะสมบัติก่อนตัดสินใจเสนอแนวทางในการนำสารอินทรีย์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปาภายในโรงงาน อีกทั้งยังพิจารณาประโยชน์จากการเพิ่มมูลค่าสารอินทรีย์ที่ทำการแยกจากน้ำทิ้ง และการพิจารณาการปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดออกสู่ภายนอกได้เมื่อมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งในอนาคต รวมถึงการลด gray water footprint ซึ่งจะเป็นการลด water footprint โดยรวมสอดคล้องกับมาตรการการจัดการน้ำในอนาคต

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 ศึกษาการลดสีและสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ด้วยการบำบัดโดยดิน (Land Treatment) การ โคแอกกูเลชัน (Coagulation) และเทคโนโลยีเมมเบรน (Membrane Technology) เพื่อการนำน้ำกลับมาใช้ในโรงงาน

3.2 ศึกษาสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่แยกได้ด้วยกระบวนการเมมเบรน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ศึกษาลักษณะสมบัติน้ำทิ้งบ่อสุดท้ายของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของ บริษัท ตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด

4.2 ศึกษาประสิทธิภาพการลดสีและสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ด้วยการบำบัดโดยดิน (Land Treatment) การ โคแอกกูเลชัน (Coagulation) และเทคโนโลยีเมมเบรน (Membrane Technology) เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Scale) โดยพิจารณาการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่ระบบเมมเบรนเป็นการบำบัดเบื้องต้นของกระบวนการเมมเบรน

4.3 ศึกษาการบำบัดโดยดิน ใช้ดินภายในแปลงสวนปาล์มของบริษัท ตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด

4.4 ศึกษาเทคโนโลยีเมมเบรน ประเภทไมโครฟิลเตรชัน (MF) และนาโนฟิลเตรชัน (NF) เพื่อลดสี และสารอินทรีย์ในน้ำ

4.5 ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม มาใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน

4.6 ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และบริษัทตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

5.2 ของเสีย (สารอินทรีย์) ที่ศึกษามีประโยชน์ เพิ่มมูลค่าได้

5.3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่โรงงานมีอยู่เดิม (เทคโนโลยีเมมเบรน) โดยยืดอายุการใช้งานและลดต้นทุนในการเดินระบบ

5.4 ลดต้นทุนจากการไม่ต้องติดตั้งเครื่อง BOD on-line จากการลดน้ำทิ้งได้ต่ำกว่าอัตราที่กฎหมายกำหนดสอดคล้องต่อการจัดทำระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

5.5 ลด Gray water footprint

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.1 ทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสาร ความรู้ หรืองานวิจัย เกี่ยวกับกระบวนการตกตะกอน (Coagulation) การบำบัดโดยดิน (Land Treatment) เทคโนโลยีเมมเบรน (Membrane Technology) และการนำสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์ ข้อมูลที่จำเป็นจากทางโรงงานและวิธีการปฏิบัติที่ได้เคยทดลองมาก่อนหน้านี้แล้ว

6.2 วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาสำหรับใช้ภายในโรงงาน และน้ำทิ้งผ่านการบำบัด โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังนี้ สี พีเอช (pH) ความขุ่น (Turbidity) บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) สารอินทรีย์รวม (TOC) ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งละลายน้ำ (TDS) UV-254 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปแทสเซียม (K), Fluorescent emission-excitation matrix (FEEM), FT-IR

6.3 กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

เพื่อเลือกชนิดของสารสร้างตะกอนและปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม

1) ตกตะกอนด้วยสารส้ม (Aluminium Sulfate)

- ปรับค่าพีเอชน้ำทิ้งให้มีค่าเท่ากับ 7

- ปิเปตสารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 100 g/L ปริมาณ 1,2,3,4,5 mL

- ตวงน้ำทิ้งใส่ในบีกเกอร์ 6 บีกเกอร์ ปริมาณ 1,000 mL ใส่สารละลายสารส้มลงในบีกเกอร์

โดยไม่ต้องใส่บีกเกอร์แรก

- ทดสอบด้วยเครื่อง Jar test โดยกวนเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที และกวนช้า 40 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที ตามลำดับ

- ทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง

- เก็บน้ำส่วนบนมาวิเคราะห์ดังข้อที่ 14.2

2) ตกตะกอนด้วยสารละลายโพลิอะลูมินัมคลอไรด์ (PACl)

ทดลองเช่นเดียวกับการตกตะกอนด้วยสารส้มในข้อ 1)

3) วิเคราะห์คุณภาพน้ำของการใช้สารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิดดังข้อที่ 2 และค่า Alkalinity

4) เปรียบเทียบคุณภาพน้ำของการใช้สารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิดและเลือกความเข้มข้นที่ดีที่สุดในการตกตะกอนที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

5) พิจารณาคุณภาพน้ำ ถึงความเหมาะสมในการนำกลับมาใช้ใหม่ นำไปใช้สำหรับเป็นน้ำดิบผลิตน้ำประปา การใช้สำหรับรดสวนป่า ล้ม โดยพิจารณาจากตัวแปรที่ได้วิเคราะห์ไปแล้ว และกรณีการปล่อยทิ้งค่าต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

6.4 การบำบัดโดยดิน (Land Treatment)

1) เก็บตัวอย่างดินบริเวณโรงงาน โดยใช้กระบอกเจาะเก็บดิน (Core Sampling) นำดินที่เจาะเก็บมาใส่คอลัมน์

2) ปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านและไม่ผ่านการโคแอกกูเลชัน ให้ไหลผ่านดิน โดยวิธี Slow rate ไหลในแนวตั้งจากบนลงล่าง

3) ใช้ Hydraulic Loading Rate ช่วง 1-8 cm/week (พิจารณาจากค่าคงที่การซึมผ่านของดิน)

4) เก็บน้ำที่ไหลผ่านคอลัมน์ มาวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังข้อ 14.2 และเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยผ่านและไม่ผ่านการโคแอกกูเลชัน

5) พิจารณาคุณภาพน้ำ ถึงความเหมาะสมในการเข้าสู่เทคโนโลยีเมมเบรน การนำกลับมาใช้ใหม่ การนำไปใช้สำหรับเป็นน้ำดิบผลิตน้ำประปาโดยค่าที่ได้วิเคราะห์ไปแล้วและ TOC, TON, Silt Density Index (SDI) และกรณีการปล่อยทิ้งค่าต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

6.5 ไมโครฟิลเตรชัน (Microfiltration, MF)

1) ล้างทำความสะอาดเมมเบรนด้วย Deionized Water สารละลายด่างและสารละลายกรด

2) เดินระบบด้วยน้ำกลั่น เพื่อหาความดันที่เหมาะสม

- เดินระบบ ควบคุมความดันในช่วง 0.1 – 1 bar และเก็บน้ำที่ผ่านการกรองไว้ในบีกเกอร์ที่วางบนเครื่องชั่ง

- บันทึกน้ำหนักรุ่นน้ำที่เวลาต่างๆ

- นำน้ำที่เวลาต่างๆมาคำนวณหาค่าฟลักซ์ เพื่อเลือกค่าความดัน

3) เติกระบบด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยดิน

- เติกระบบแบบปิดตาย (Dead – End filtration) ควบคุมความดัน
- เก็บน้ำที่ผ่านการกรอง และบันทึกน้ำหนักน้ำที่เวลาต่างๆ คำนวณค่าฟลักซ์
- นำน้ำที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังข้อ 14.2 และวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (TOC), Silt Density Index (SDI) และ อินทรีย์ไนโตรเจน (TON)
- นำเมมเบรนที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM, นำผลสารที่ติดบนผิวเมมเบรนไปวิเคราะห์ XRD และ XRF
- พิจารณาคุณภาพน้ำ ถึงความเหมาะสมในการนำกลับมาใช้ใหม่ และกรณีการปล่อยทิ้ง ค่าต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

6.6 นาโนฟิลเตรชัน (Nanofiltration, NF)

1) ล้างทำความสะอาดเมมเบรนด้วย Deionized Water สารละลายด่างและสารละลายกรด

2) เติกระบบด้วยน้ำกลั่น เพื่อหาความดันที่เหมาะสม

- เติกระบบ ควบคุมความดันในช่วง 2-15 bar และเก็บน้ำที่ผ่านการกรองไว้ในบีกเกอร์ที่วางบนเครื่องชั่ง

- บันทึกน้ำหนักน้ำที่เวลาต่างๆ

- นำน้ำที่เวลาต่างๆมาคำนวณค่าฟลักซ์ เพื่อเลือกค่าความดัน

3) เติกระบบด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดย NF

- เติกระบบแบบไหลขวาง (Cross - Flow filtration) ควบคุมความดัน
- เก็บน้ำที่ผ่านการกรอง และบันทึกน้ำหนักน้ำที่เวลาต่างๆ คำนวณค่าฟลักซ์
- นำน้ำที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังข้อ 14.2 รวมทั้ง TOC
- พิจารณาคุณภาพน้ำ ถึงความเหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งน้ำดิบผลิตน้ำประปา และนำกลับมาใช้ใหม่ จะต้องมีการตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาหรือน้ำเพื่อการใช้ในระบบหม้อต้มน้ำในอุตสาหกรรม

- นำเมมเบรนที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM, นำผลสารที่ติดบนผิวเมมเบรนไปวิเคราะห์ XRD และ XRF

6.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบำบัดขั้นต้นถึงความเหมาะสมที่จะบำบัดต่อด้วยเมมเบรนเพื่อลดการอุดตันที่จะเกิดขึ้น

6.8 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหลังผ่านการปรับปรุงคุณภาพ พร้อมทั้งต้นทุนของวิธีการดังกล่าวแต่ละวิธีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้จริง

6.9 ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารที่ได้จากส่วน concentrate ของกระบวนการเมมเบรนเพื่อกำหนดแนวทางในการนำกลับมาใช้ประโยชน์

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556-กันยายน 2557

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. หมวดค่าจ้าง		
- ค่าจ้างนักศึกษาทำวิจัย (ปริญญาโท) ระยะเวลา 1 ปี อัตราจ้างเดือนละ 6,500 บาท	39,000	39,000
2. หมวดค่าใช้จ่าย		
- ค่าจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์		5,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ SEM ตัวอย่างละ 800 บาท		9,600
- ค่าส่งวิเคราะห์ FT-IR ตัวอย่างละ 770 บาท		11,550
- ค่าส่งวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช		10,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ TOC ตัวอย่างละ 400 บาท		2,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ TON ตัวอย่างละ 900 บาท		4,500
- ค่าส่งวิเคราะห์ FEEM		4,350
- ค่าส่งวิเคราะห์ XRD ตัวอย่างละ 1,000 บาท		5,000
- ค่าเจาะเก็บดิน	5,000	
- ค่าเดินทางหาดใหญ่ – ครงประมาณ 150 กม.	15,000	
3. ค่าวัสดุสำนักงาน	8,000	
- สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ BOD, COD, SS		
- เครื่องแก้ว	10,000	
- ระบบสำหรับทดลองการบำบัด โดยดิน (Column, Pump Feed)	4,000	
- เมมเบรน	18,000	
4. ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์	10,000 20,000	
รวมงบประมาณที่เสนอขอในแต่ละงวด	129,000	91,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอประจำปี	220,000	

1. ชื่อโครงการวิจัย 13. ชุดกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นด้วยคอลัมน์สเปรย์และ
ปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก

(NH₃ treatment unit in concentrated rubber latex industry by spray column
and photoreactor)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แอมโมเนีย (NH₃) ถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารเคมีหลักในกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นซึ่งมีอยู่มากในภาคใต้ของประเทศไทย โดยในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางชั้นมีการเติมสารละลายแอมโมเนียในทุกขั้นตอนของการผลิต เพื่อรักษาสภาพและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางสดและน้ำยางชั้น จึงส่งผลให้มีแอมโมเนียเป็นส่วนผสมทุกกระแสดของเหลวในกระบวนการ และเกิดการระเหยของแอมโมเนียสู่บรรยากาศทำให้เกิดอากาศเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้น อันส่งผลเสียต่อพนักงานภายในโรงงานและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

ดังนั้นประเด็นปัญหาของความต้องการในการดำเนินโครงการวิจัย คือ การจัดการกับสารแอมโมเนียที่อยู่ในกระแสดของไหลของกระบวนการผลิตและอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางชั้น ซึ่งประเด็นปัญหาประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. ปัญหาการปนเปื้อนของแอมโมเนียในน้ำยางskim (skim latex) หรือหางน้ำยาง เมื่อน้ำยางสดผ่านขั้นตอนการเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก (centrifuge) เพื่อให้ได้ผลผลิตหลัก คือ น้ำยางชั้น จะทำให้ได้ผลผลิตพลอยได้ในเวลาเดียวกัน คือ หางน้ำยาง ที่ยังคงมีเนื้อยางอยู่ 4% และมีแอมโมเนียติดมาในหางน้ำยางซึ่งยังมีที่ความเข้มข้นสูง ในการนำเอาเนื้อยางออกจากหางน้ำยางจะต้องมีการเติมกรดซัลฟูริก (H₂SO₄) เพื่อให้เกิดการจับตัวของเนื้อยาง ซึ่งการที่มีแอมโมเนียละลายปนอยู่ในหางน้ำยางจะทำให้ต้องใช้กรดซัลฟูริกในปริมาณสูง อันส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองกรดและทำให้เกิดการตกค้างของกรดในน้ำซีรัม (serum) ซึ่งเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านการแยกเอาเนื้อยางออกแล้ว อันจะส่งผลทำให้เกิดเป็นแก๊สไข่เน่า (hydrogen sulfide, H₂S) จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนบริเวณใกล้เคียง หรือเกิดการปนเปื้อนของแก๊สไข่เน่าที่ความเข้มข้นสูงในแก๊สชีวภาพที่ได้จากการหมักน้ำเสีย (anaerobic treatment) จากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น ที่เป็นผลให้โรงงานผลิตน้ำยางชั้นยังไม่เห็นผลผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ

ปัจจุบันทางโรงงานผลิตน้ำยางชั้นได้มีการติดตั้งระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเพื่อการแก้ปัญหาดังที่กล่าวด้วยเทคนิคต่างๆ กัน เช่น การไหลผ่านรางซึ่งอาจออกแบบด้วยระบบแบบรางเปิดหรือรางปิด ซึ่งมีข้อดี ข้อเสีย และให้ประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ทางโรงงานผลิตน้ำยางชั้นมีความต้องการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง ในขณะที่เดียวกันจากกระบวนการเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของแอมโมเนียที่ระเหยจากหางน้ำยางสู่กระแสดอากาศทั้งภายในและภายนอกโรงงาน ที่จะส่งผลกระทบต่อการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

โครงการวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคโนโลยี โดยการใช้ระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางด้วยการไหลผ่านคอลัมน์ที่มีระบบการไหลสวนทาง (counter current) ของกระแสดของเหลวหางน้ำยางและกระแสด

อากาศที่อุณหภูมิห้อง (room temperature) ด้วยการออกแบบระบบการสัมผัสที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารของแอมโมเนียจากทางน้ำเข้าสู่กระแสน้ำอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ และการออกแบบระบบที่ง่ายต่อการถอดล้างและทำความสะอาดระบบอันเกิดจากข้อจำกัดในการเกาะติดของเนื้อเยื่อภายในระบบ ซึ่งทำให้ได้ทางน้ำที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ต่ำ (<0.10%) และได้อากาศที่ปนเปื้อนด้วยแอมโมเนียที่สามารถส่งต่อไปยังระบบการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียต่อไป

2. ปัญหาการปนเปื้อนของแอมโมเนียในกระแสน้ำอากาศเสีย จากการใช้แอมโมเนียในปริมาณมาก และมีความเข้มข้นสูงในกระบวนการผลิตน้ำยางข้น จึงทำให้มีการระเหยของแอมโมเนียจากขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิต เช่น จากขั้นตอนการเตรียมสารละลายแอมโมเนีย การเตรียมน้ำยางสด จากเครื่องเหวี่ยงแยกน้ำยางข้นทั้งขณะที่ทำงานและขณะถอดล้าง และจากขั้นตอนการกำจัดแอมโมเนียจากทางน้ำยาง ซึ่งปัจจุบันแอมโมเนียที่ระเหยออกมาจากกระบวนการผลิตถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรง หรืออาจมีระบบการบำบัดแอมโมเนียที่มีการใช้น้ำในการดูดซึม แต่ระบบนี้ยังคงมีปัญหา คือ ต้องใช้น้ำในปริมาณมาก เนื่องจากแอมโมเนียจะเกิดการอิมตัวในน้ำที่ระดับหนึ่ง และหากโรงงานไม่ได้เปลี่ยนน้ำใหม่ก็จะเป็นการปล่อยแอมโมเนียสู่บรรยากาศโดยไม่ได้ผ่านการบำบัด ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในบริเวณที่ทำงานของพนักงานภายในโรงงานและบริเวณภายนอกโรงงาน

วิธีการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียที่มีการศึกษาและใช้งานกันในปัจจุบัน ได้แก่ การเผาทำลาย (incineration) การแยกด้วยเมมเบรน (membrane separation) การควบแน่น (condensation) การดูดซับ (adsorption) และการดูดซึม (absorption) ซึ่งวิธีการเหล่านี้เหมาะสำหรับการบำบัดอากาศเสียที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ (สตีดา, 2004) และบางเทคโนโลยีไม่ได้เป็นการทำลายสารมลพิษแต่เป็นเพียงการถ่ายโอนมวลจากอากาศเสียไปยังตัวกลางอื่น นอกจากนี้ยังเสียค่าใช้จ่ายสูงในการบำบัดมลพิษอีกด้วย จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาของโรงงานผลิตน้ำยางข้น

แนวทางการศึกษาวิจัยสำหรับการแก้ปัญหา คือ การกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการดำเนินการที่ไม่ยุ่งยาก และมีค่าใช้จ่ายต่ำ เพื่อให้เกิดการนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้นได้จริง คือ ระบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก (photocatalytic reactor) ที่ได้ผ่านการศึกษาที่ประสบความสำเร็จแล้วในระดับห้องปฏิบัติการ และมีความต้องการในการพัฒนาสู่การชุดทดลองต้นแบบ (pilot scale) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการนี้ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของแอมโมเนียให้เปลี่ยนเป็นแก๊สไนโตรเจนที่ไม่มีอันตราย ด้วยการใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน มีการดำเนินการที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ สามารถกำจัดแอมโมเนียที่มีความเข้มข้นต่ำถึงปานกลางได้ โดยสามารถใช้งานได้ในระบบอย่างต่อเนื่องด้วยการเกิดปฏิกิริยาและการฟื้นฟูสภาพตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง UV

โดยสรุป โครงการวิจัยนี้จึงสนใจในการนำเทคโนโลยีที่ได้ผ่านการศึกษาวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการและประสบการณ์ของนักวิจัยในการจัดการกับแอมโมเนียที่อยู่ในทางน้ำยางและอากาศเสียของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ด้วยการออกแบบระบบและศึกษาทดลองในระดับต้นแบบสำหรับการใช้งานในสภาพจริงของโรงงาน โดยทำการออกแบบระบบแบบต่อเนื่องที่เชื่อมต่อกันของ 2 หน่วย คือ หน่วยกำจัด

แอมโมเนียออกจากทางน้ำยาง (หน่วยที่ 1) ด้วยคอลัมน์สเปรย์ (spray column) แบบไหลสวนทางกับกระแส อากาศและหน่วยกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียด้วยระบบโฟโตแคตะไลติกส์ (หน่วยที่ 2) สำหรับรองรับ อากาศเสียที่ปนเปื้อนแอมโมเนียที่ไหลออกมาจากหน่วยที่ 1 ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้มีเป้าหมายให้สามารถลดความ เข้มข้นของแอมโมเนียในทางน้ำยางเหลือต่ำกว่า 0.10% และมีแอมโมเนียในอากาศเสียที่ต่ำกว่า 100 ppmv ก่อนปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม โดยจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตน้ำยางข้นและลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจาก โรงงานผลิตน้ำยางข้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการใช้งานจริงในโรงงาน อุตสาหกรรมต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อออกแบบ สร้างเครื่องมือ และทดลองระบบกำจัดแอมโมเนียในทางน้ำยางและในอากาศ เสียด้วยชุดทดลองขนาดต้นแบบที่มีการดำเนินการแบบต่อเนื่องสำหรับการติดตั้งใน โรงงานอุตสาหกรรมผลิต น้ำยางข้น
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากทางน้ำยางและอากาศเสียของระบบ โดยการ ออกแบบการทดลองและหาภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการ
3. เพื่อการเสนอแนวทางในการออกแบบระบบกำจัดแอมโมเนียในระดับอุตสาหกรรมและการ ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการต่อยอดสู่การนำไปใช้งานจริงใน โรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ใช้โฟโตแคตะไลสต์ชนิด TiO_2 ที่เตรียมขึ้นโดยเทคนิคการเคลือบผง TiO_2 บนตัวกลาง หลอดแก้วสำหรับการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียด้วยปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติกออกซิเดชัน
2. ทำการออกแบบและสร้างชุดคอลัมน์สเปรย์และปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติกออกซิเดชันสำหรับ การกำจัดแอมโมเนียจากทางน้ำยางและอากาศเสียด้วยระบบแบบต่อเนื่องขนาดชุดทดลองต้นแบบ
3. ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียและหาภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการของชุด ทดลองต้นแบบ
4. ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการต่อยอดสู่การนำไปใช้งานจริงใน โรงงาน อุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และเผยแพร่ผลวิจัยในรูปแบบบทความทางวิชาการในวารสารวิชาการ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้
2. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์เพื่อร่วมในการลดปัญหามลภาวะโลกร้อน คือ
 - โรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น โรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการใช้แอมโมเนีย และฟาร์ม เลี้ยงสัตว์ที่เป็นแหล่งเกิดของแก๊สแอมโมเนีย
 - หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบเรื่องการบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม

3. Output ของงานวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ คือ ระบบพร้อมใช้สำหรับการกำจัดแอมโมเนียในทางน้ำยางและระบบการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียที่ไม่ทำให้เกิดของเสียใหม่แบบต่อเนื่องสำหรับการนำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น ตัวชี้วัดของ Output คือ ได้ระบบที่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและสามารถฟื้นฟูสภาพตัวเร่งปฏิกิริยาได้ด้วยแสงที่ให้ประสิทธิภาพของระบบมากกว่า 90%

4. Outcome ของงานวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ คือ เกิดประโยชน์ในแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตและปัญหาสิ่งแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ คือ สามารถลดค่าใช้จ่ายของการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและส่งผลกระทบต่อลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียและการทำความสะอาดแอสชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

5. องค์ความรู้ใหม่ที่ได้รับจากโครงการวิจัย คือ องค์ความรู้ในเรื่องการกำจัดแอมโมเนียในทางน้ำยางด้วยกระบวนการที่เหมาะสม องค์ความรู้ในเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) ด้วยวิธีการที่มีราคาถูก มีประสิทธิภาพสูง และสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องในระบบบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสีย

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

งานวิจัยนี้แบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 3 กิจกรรมหลัก คือ

กิจกรรมที่ 1 ผลิตแคตะลิสต์ชนิด TiO₂ เคลือบบนหลอดแก้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมตัวกลางหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร ตัดหลอดแก้วเป็นรูปทรงกระบอกให้มีความยาว 2 เซนติเมตร

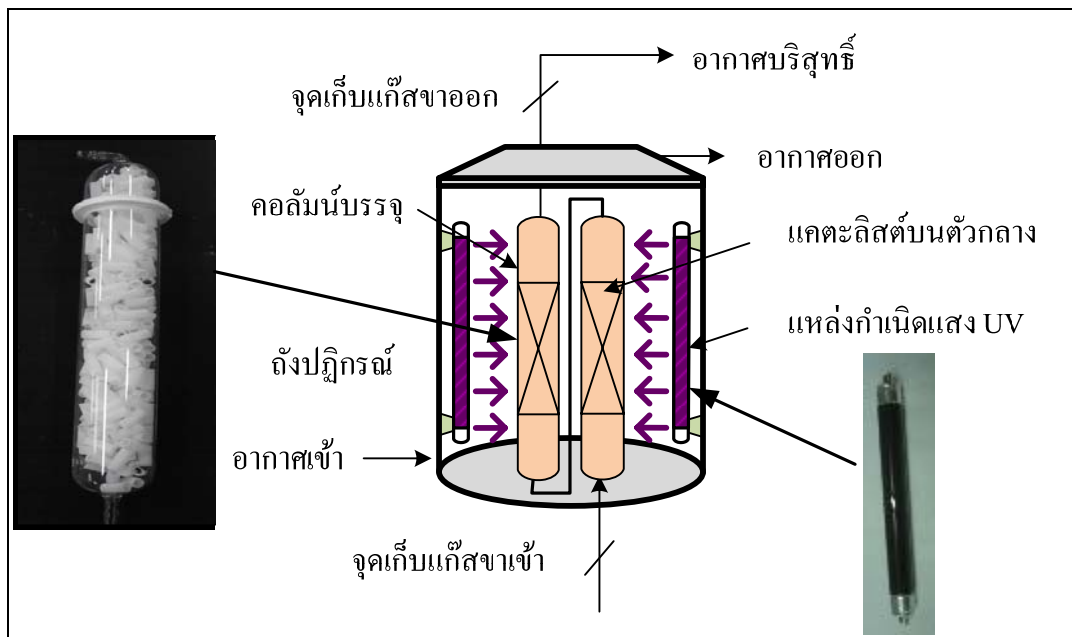
2. เตรียมผงไทเทเนียมไดออกไซด์ชนิด Degussa P25 และตัวเชื่อมประสานระหว่างหลอดแก้วกับผงไทเทเนียมไดออกไซด์ชนิดกาว

3. ทำการเคลือบผงไทเทเนียมไดออกไซด์บนหลอดแก้วโดยจุ่มหลอดแก้วในตัวเชื่อมประสานให้มีการเคลือบผิวหลอดบางๆ จากนั้นนำผงไทเทเนียมไดออกไซด์เคลือบหลอดแก้วเมื่อตัวเชื่อมประสานแห้งจึงสามารถนำแคตะลิสต์ที่ได้ไปใช้งาน

กิจกรรมที่ 2 การหาขนาดคอลัมน์โฟโตแคตะไลติกที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกชุดต้นแบบ

ระบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกที่ผ่านการศึกษาในชุดทดลองขนาดห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 1 โดยระบบประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนของปฏิกรณ์ที่ทำจากหลอดแก้ว แคตะลิสต์ที่เคลือบบนหลอดแก้ว และส่วนของหลอดไฟ UV ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอลัมน์โฟโตแคตะไลติกมีความสำคัญต่อระบบบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสีย ในการขยายสเกล (up scale) ของปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกจากชุดทดลองสู่การออกแบบในระดับอุตสาหกรรม จึงต้องมีการทดลองหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคอลัมน์บรรจุแคตะลิสต์ที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณแคตะลิสต์ที่มากเกินไปในคอลัมน์ที่มีขนาดใหญ่อาจเกิดการบดบังแสงจากหลอด UV

ทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดลดลง ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาค้นหาขนาดคอลัมน์ที่เหมาะสมด้วยการสร้างชุดทดลองที่ปรับเปลี่ยนขนาดของคอลัมน์ได้ที่ 5-20 เซนติเมตร



รูปที่ 1 ชุดทดลองต้นแบบการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสียด้วยระบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก

การออกแบบการทดลองทำได้โดยทำการศึกษาที่ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์ต่างกันที่มีความสูงเดียวกันและปรับอัตราการไหลของอากาศเสียให้มีค่าการออกแบบของความเร็ว (velocity) ของกระแสอากาศในคอลัมน์ให้เท่ากันกัน เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของการออกแบบการทดลองดังตารางที่ 1 โดยมีจำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 4 ชุด

ตารางที่ 1 การออกแบบคอลัมน์ทดลองกำจัดแอมโมเนียในอากาศโดยใช้โฟโตแคตะไลติกออกซิเดชัน

ชุดการทดลองที่	ความสูงคอลัมน์ (cm)	อัตราการไหลของอากาศ (l/min)	เส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์ (cm)	ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนีย (% Eff)
1	30	1	5	Response
2	30	4	10	
3	30	9	15	
4	30	16	20	

ตัวแปรตามหรือ Response ของการทดลองการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสีย คือ ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสีย (%eff) ด้วยปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศที่ทางเข้าและที่ทางออกของปฏิกรณ์ตามสมการที่ (8)

$$\% \text{ eff.} = \frac{\text{NH}_3 \text{ inlet conc.} - \text{NH}_3 \text{ outlet conc.}}{\text{NH}_3 \text{ inlet conc.}} \times 100 \quad (8)$$

กิจกรรมที่ 3 ออกแบบและสร้างชุดต้นแบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกออกซิเดชันของการทดลองกำจัดแอมโมเนียในอากาศเสีย

ชุดทดลองต้นแบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนของปฏิกรณ์ ส่วนของแคตะลิสต์ที่เคลือบบนตัวกลาง และส่วนของหลอดไฟ UV ติดตั้งภายนอกกรอบๆ คอลัมน์ คอลัมน์มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้จากการทดลองในกิจกรรมที่ 2 คอลัมน์มีการออกแบบให้มีหน้าแปลน (flange) ที่สามารถถอดประกอบได้เพื่อการเติมตัวกลางที่เคลือบด้วยแคตะลิสต์ในปฏิกรณ์ ความสูงของคอลัมน์ 1 เมตร ขนาดของหลอดไฟ 1 เมตร โดยทำการป้อนอากาศเสียเข้าที่ส่วนล่างของปฏิกรณ์และปล่อยอากาศที่ผ่านการบำบัดด้วยโฟโตแคตะไลติกออกซิเดชันออกที่ส่วนบนของปฏิกรณ์

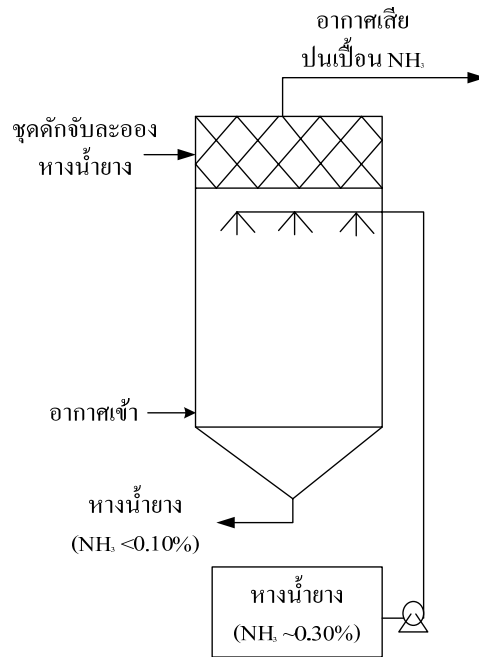
การออกแบบการทดลองสำหรับศึกษาการออกแบบระบบที่เหมาะสมของชุดทดลองต้นแบบ มีตัวแปรที่ทำการศึกษาทั้งหมด 3 ตัวแปร และมีช่วงการดำเนินการ คือ จำนวนหลอด UV 4-8 หลอด (X1) จำนวนคอลัมน์ 1-4 คอลัมน์ (X2) (ต่อแบบอนุกรม) และอัตราการไหลของอากาศเสีย 1.5-6 m³/h (X3) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของการออกแบบการทดลองดังตารางที่ 2 โดยมีจำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 3 ชุดตามจำนวนตัวแปรที่ทำการศึกษา ในการทดลองแต่ละชุดจะปรับเปลี่ยนค่าตัวแปร 1 ตัวแปรและค่าตัวแปรที่เหลือจะควบคุมให้คงที่ ทำให้มีจำนวนการทดลองรวมทั้งหมด 10 การทดลอง

ตารางที่ 2 การออกแบบการทดลองการกำจัดแอมโมเนียในอากาศด้วยโฟโตแคตะไลติกออกซิเดชัน

ชุดการทดลอง	ลำดับที่	จำนวนหลอด UV (หลอด)	จำนวนคอลัมน์ (คอลัมน์)	อัตราการไหลอากาศเสีย (m ³ /h)	สถานะที่เหมาะสม
1	1	2	3	3	จำนวนหลอด X1
	2	3	3	3	
	3	4	3	3	
	4	6	3	3	
2	5	X1	1	3	จำนวนคอลัมน์ X2
	6	X1	2	3	
	7	X1	4	3	
3	8	X1	X2	1.5	อัตราการไหลอากาศเสีย X3
	9	X1	X2	4.5	
	10	X1	X2	6	

กิจกรรมที่ 4 การออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์กำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยาง

เทคโนโลยีการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในงานวิจัยนี้ใช้ระบบคอลัมน์สเปรย์ (spray column) ที่มีการไหลสวนทางกันของกระแสฟอยของเหลวหางน้ำยางและกระแสอากาศที่อุณหภูมิห้อง (room temperature) ทำให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารของแก๊สแอมโมเนียจากหางน้ำยางสู่กระแสอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการถอดล้างและทำความสะอาดเนื้ออย่างตัก้าง กำหนดให้คอลัมน์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เมตร ความสูง 1.5 เมตร ดังแสดงภาพประกอบของการออกแบบระบบในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบระบบสำหรับการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางด้วยคอลัมน์แบบสเปรย์

การออกแบบการทดลองสำหรับศึกษาระบบการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางด้วยคอลัมน์แบบสเปรย์ที่เหมาะสม มีตัวแปรที่ทำการศึกษทั้งหมด 2 ตัวแปร และมีช่วงการดำเนินการ คือ อัตราการไหลของเหลว 5-20 l/min (X1) และอัตราการไหลอากาศ 1.5-6 m³/h (X2) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของการออกแบบการทดลองดังตารางที่ 3 โดยมีจำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 2 ชุด ตามจำนวนตัวแปรที่ทำการศึกษา ทำให้มีจำนวนการทดลองรวมทั้งหมด 7 การทดลอง

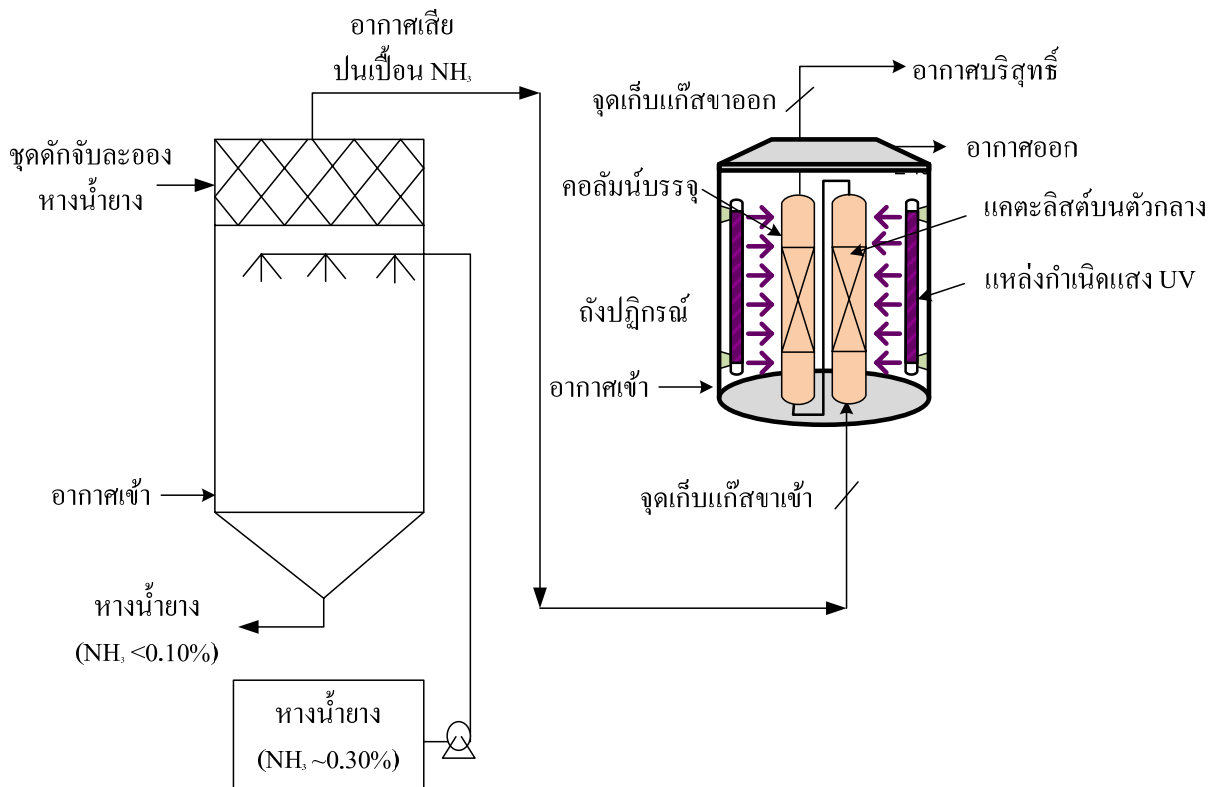
ตารางที่ 3 การออกแบบการทดลองการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางด้วยคอลัมน์แบบสเปรย์

ชุดการทดลอง	ลำดับที่	อัตราการไหลของเหลว (l/min)	อัตราการไหลอากาศ (m ³ /h)	สถานะที่เหมาะสม
1	1	5	3	อัตราการไหลของเหลว X1
	2	10	3	
	3	15	3	
	4	20	3	

2	5	X1	1.5	จำนวนคอลัมน์ X2
	6	X1	4.5	
	7	X1	6	

กิจกรรมที่ 5 การทดลองระบบทำงานร่วมขนาดต้นแบบการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางและในอากาศเสีย

ทำการกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางด้วยระบบคอลัมน์สเปรย์ที่มีการไหลสวนทางของ กระแสสเปรย์ของเหลวหางน้ำยางและกระแสอากาศที่อุณหภูมิห้อง ด้วยภาวะที่เหมาะสมจากกิจกรรมที่ 4 จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในหางน้ำยางลดลง ($< 0.1\%$) อากาศที่ไหลออกจากส่วนบนของระบบคอลัมน์สเปรย์ ซึ่งปนเปื้อนแอมโมเนียจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดแก๊สแอมโมเนียด้วยชุดอุปกรณ์โฟโตแคตะไลติกออกซิเดชันขนาดต้นแบบที่ได้ผ่านการศึกษาค้นคว้าที่เหมาะสมในกิจกรรมที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางและอากาศเสียสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น

จากการทดลองระบบทำงานร่วมขนาดต้นแบบการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางและในอากาศเสียสามารถหาประสิทธิภาพของระบบที่ทำงานอย่างต่อเนื่องในการกำจัดแก๊สแอมโมเนียที่ทางเข้าและทางออกของชุดต้นแบบเพื่อทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ผ่านการบำบัดเมื่อถูกกำจัดออกจากหางน้ำยางและคำนวณหาประสิทธิภาพ (%Eff)

กิจกรรมที่ 6 ประเมินค่าใช้จ่ายและศึกษาแนวทางการออกแบบระบบบำบัดแอมโมเนียสำหรับการประยุกต์ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น

ทำการประเมินค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดแอมโมเนียในทางน้ำยางและในอากาศเสียทั้งต้นทุนเบื้องต้น (initial cost) และ ต้นทุนดำเนินงาน (operating cost) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพกับวิธีการที่ใช้รางไล่แอมโมเนียและใช้น้ำเป็นสารดูดซึมในหอดูดซึมซึ่งมีการใช้งานในการบำบัดแอมโมเนียในอากาศเสียในโรงงานผลิตน้ำยางข้นในปัจจุบัน

Initial cost ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์กำจัดแอมโมเนียออกจากทางน้ำยางและชุดค้นแบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติกออกซิเดชัน ค่าผลิตแคตะลิสต์

Operating cost ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าของการเปิดหลอด UV

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี (ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556 – กันยายน 2557)

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง
1. งบบุคลากร		
ค่าจ้างนักศึกษา ป.โท 1 คน อัตรา 6,500 บาทต่อเดือน เป็นเวลา 12 เดือน	39,000	39,000
2. งบดำเนินการ		
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุ และวัสดุ		
2.1.1 ค่าตอบแทน ค่าอาหารทำกรนอกเวลา 60 วัน/คน (อัตรา 100 บาท/วัน/คน) จำนวน 3 คน	9,000	9,000
2.1.2 ค่าใช้สอย		
1) ค่าจ้างเหมาจัดสร้างชุดปฏิกรณ์	50,000	-
2) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เพื่อสืบค้นข้อมูล ร่วมประชุมอบรม และเพื่อนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ		
- สำหรับหัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย	-	10,000
- สำหรับนักศึกษา	-	10,000
3) ซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยและเครื่องมือวิเคราะห์ เช่น ปีมเก็บตัวอย่างแก๊ส ปีมของเหลว ระบบไฟฟ้า	12,000	12,000
4) ค่าจัดทำรายงานวิจัยที่สมบูรณ์	-	5,000
5) ค่าสาธารณูปโภค	12,000	12,000

รายการ	จำนวนเงิน	
	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง
2.1.3 ค่าวัสดุ		
1) ค่าสารเคมีสำหรับการทดลองและการวิเคราะห์ ผงไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO ₂ , Degussa P25) เอทานอล กรดไฮโดร คลอริก (HCl) โพลีเอทิลีนไกลคอล (PEG) แอมโมเนีย (25%, commercial grade) กรดบอริก เมทิลีนบลู เมททิลเรด	24,500	24,500
2) ค่าวัสดุในการสร้างชุดอุปกรณ์		
2.1 ชุดอุปกรณ์โฟโตแคตะไลติกขนาดห้องปฏิบัติการ		
- ถังปฏิกรณ์สร้างจากสแตนเลส 1 ตัว ตัวละ 5,500 บาท	7,500	-
- คอลัมน์แก้ว 5 คอลัมน์ คอลัมน์ละ 1,000 บาท	6,000	-
- หลอดไฟยูวี 10 หลอด หลอดละ 750 บาท	7,500	-
2.2 ชุดต้นแบบปฏิกรณ์โฟโตแคตะไลติก	60,000	-
2.3 ชุดอุปกรณ์กำจัดแอมโมเนียออกจากน้ำยาง	-	60,000
3) ค่าวัสดุ/เครื่องแก้ว (อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างแก๊ส)		
3.1 ตัวกลางหลอดแก้ว 5 หลอด/คอลัมน์ หลอดละ 100 บาท ใช้ทั้งหมด 40 คอลัมน์	20,000	-
3.2 อิมพิงเจอร์อุปกรณ์ในการเก็บแก๊ส 8 ตัว ตัวละ 1,500 บาท	12,000	-
3.3 ปุ่มเก็บตัวอย่างแก๊ส 2 ตัว ตัวละ 12,000 บาท	24,000	-
4) ค่าวัสดุสำนักงาน	2,500	2,500
3. งบลงทุน ค่าครุภัณฑ์	-	-
รวม	286,000	184,000
รวมทั้งหมด	470,000	

1. ชื่อโครงการวิจัย 14. การผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกใหม่

(Biogas production from microalgae for new alternative energy)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบัน เป็นปัญหาที่ทุกประเทศในโลกต่างประสบกันในขณะที่ ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย เนื่องจากความต้องการการใช้พลังงานทางด้านอุปโภคและบริโภคที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรในโลก อีกทั้งวิถีการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่เดียวกันแหล่งพลังงานตามธรรมชาติก็มีปริมาณที่จำกัดและลดลงไปทุกๆ วัน ซึ่งเป็นสวนทางกับความต้องการในการใช้พลังงาน จากการศึกษาประเทศไทยมีความต้องการพลังงานสูง จึงส่งผลให้ต้องมีการพึ่งพาการนำเข้าของพลังงานจากต่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันดิบ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณของประเทศเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทางเลือกอย่างอื่น เพื่อนำมาใช้ทดแทนพลังงานน้ำมันที่กำลังจะหมดไป

สำหรับประเทศไทยนั้นเป็นประเทศเกษตรกรรม เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์พืชต่างๆ อีกทั้งประชากรส่วนใหญ่ก็ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้นพลังงานทดแทนในรูป พลังงานชีวมวล จึงเป็นพลังงานทดแทนที่น่าสนใจและมีความเหมาะสมกับประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง

สาหร่ายขนาดเล็ก (microalgal) บางชนิด เช่น *Scenedesmus sp.*, *Chlorella sp.*, *Dunaliella sp.*, *Neochloris oleoabundans* และ *Spirulina maxima* สามารถสร้างไขมันปริมาณมากภายในเซลล์เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม และสาหร่ายขนาดเล็กมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่มีประสิทธิภาพสูง ให้มวลชีวภาพมากและเร็ว โดยมีการรายงานว่าอัตราผลผลิตของชีวมวลต่อพื้นที่ของสาหร่ายขนาดเล็กบางชนิดมีค่าสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น เช่น ถั่วเหลือง ทานตะวัน หรือกระทั่งปาล์มน้ำมันเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังให้ปริมาณไขมันสูงอีกด้วย (Miao and Wu (2006) ; Singh and Dhar (2011) and Singh and Gu (2011)) นอกจากนี้องค์ประกอบไขมันระหว่างของพืชน้ำมันกับของสาหร่ายไม่มีความแตกต่างกันมากนักจึงทำให้มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล (biodiesel) ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งได้ ทำให้ปัจจุบันมีงานวิจัยเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต น้ำมันไบโอดีเซลกันอย่างแพร่หลาย ข้อดีอีกประการหนึ่งของการผลิตพลังงานทดแทนจากสาหร่ายขนาดเล็ก คือ สามารถใช้น้ำทิ้งจากระบบหมักย่อยแบบไร้อากาศจากฟาร์มปศุสัตว์หรือโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีสารอาหาร เช่น ไนโตรเจนปนเปื้อนอยู่สูง เป็นตัวกลางในการเพาะเลี้ยงได้ซึ่งจะเป็นการบำบัดสารอาหารในน้ำเสียได้โดยไม่สิ้นเปลืองพลังงานอีกด้วย (Chen *et al.*, 2012) นอกจากนั้นสาหร่ายเหล่านี้ไม่ใช่พืชอาหาร (food crop) ดังนั้นจึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาการแย่งพื้นที่เพาะปลูกระหว่างพืชอาหารและพืชพลังงาน (energy crop) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ก่อให้เกิดความวิตกไปทั่วโลกว่าจะเกิดการขาดแคลนอาหารได้ในอนาคต (Wu *et al.*, 2012)

นอกจากนั้นสาหร่ายขนาดเล็กไม่เพียงผลิตพลังงานทดแทนในรูปน้ำมันไบโอดีเซลเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ กันได้อีกหลากหลาย เช่น ไบโอดีทานอล (bioethanol), ไบโอไฮโดรเจน (biohydrogen) หรือแม้กระทั่งก๊าซชีวภาพ (biogas) ทั้งนี้เนื่องจากไขมันที่อยู่ในเซลล์สาหร่ายนอกจากจะสามารถนำไปผลิตไบโอดีเซลเพื่อเป็นพลังงานทดแทนแล้วยังเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการหมักย่อยแบบไร้อากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย Sialve *et al.* (2009) สรุปว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กซึ่งมีองค์ประกอบเป็นไขมันไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการทำให้เกิดสมดุลพลังงานของทั้งระบบได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในปัจจุบันยังขาดแคลนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักย่อยร่วมสาหร่ายขนาดเล็กอยู่เป็นอย่างมาก (Gonzalez-Fernandez *et al.*, 2011)

ถึงแม้ว่าสาหร่ายขนาดเล็กจะมีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตพลังงาน แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานยังคงมีอุปสรรคหลายประการในการผลิตในเชิงธุรกิจ เช่น ค่าใช้จ่ายและพลังงานที่ใช้ในการผลิต เก็บเกี่ยว และการลดความชื้นของชีวมวล (Singh and Dhar, 2011) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะมีการพัฒนาดังปฏิกรณ์และกระบวนการเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อหาวิธีการในการลดอุปสรรคดังกล่าว นอกจากนี้จะศึกษาถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก ทั้งในแง่ของการออกแบบถึงปฏิกรณ์ การเริ่มต้นและเดินระบบที่เหมาะสม รวมถึงการวิเคราะห์และติดตามจุลินทรีย์ในระบบหมักย่อยแบบไร้อากาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนรอบด้านและสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปเผยแพร่เพื่อให้เป็นประโยชน์ทั้งในการวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต หรือนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ค่าการออกแบบถึงปฏิกรณ์ และสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงและเก็บเกี่ยวสาหร่ายขนาดเล็ก ด้วยถึงปฏิกรณ์แบบ Microporous Membrane Photo Reactor (MMPR)
2. เพื่อศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักย่อยสาหร่ายขนาดเล็กในสภาวะไร้อากาศ เพื่อเป็นพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับประเทศไทย
3. เพื่อศึกษาประชากรจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตเอมไซน์ไลเปส และกลุ่มเมทาโนเจนในถึงปฏิกรณ์ ให้เข้าใจชนิดและกลไกการทำงานของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในระบบ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาการผลิตสาหร่ายขนาดเล็กโดยใช้ถึงปฏิกรณ์แบบ MMPR และศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายชนิดนี้ด้วยถึงปฏิกรณ์แบบ CSTR โดยทำการศึกษาระดับห้องปฏิบัติการที่ห้องปฏิบัติการวิจัยก๊าซชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

องค์ความรู้ใหม่ในการผลิตสาหร่ายขนาดเล็ก รวมถึงการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายเหล่านั้น เพื่อให้เป็นเป็นพลังงานทางเลือกอีกรูปแบบหนึ่งสำหรับประเทศไทย

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับแผนขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อให้การดำเนินงานของโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลและสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน รวม 2 ขั้นตอนหลักและ 18 ขั้นตอนย่อย สามารถสรุปรายละเอียดการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กด้วยถังปฏิกรณ์แบบ MMPR

1.1 ออกแบบและจัดสร้างถังปฏิกรณ์ชนิด MMPR

สำหรับข้อดีของถังปฏิกรณ์นี้มีดังต่อไปนี้ คือ สำหรับการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อซึ่งเป็นดั้งเดิมนั้น จะต้องใช้น้ำจำนวนมากในกระบวนการ นอกจากนั้นยังมีการเจริญเติบโตแบบแวนดอย จึงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายออกจากบ่อ แต่ถังปฏิกรณ์แบบ MMPR จะใช้น้ำน้อยกว่ามาก เพราะสามารถหมุนเวียนน้ำไปใช้ได้ นอกจากนั้นการทำให้สาหร่ายจับตัวเป็นเมือกชีวภาพ ยังทำให้ง่ายในการเก็บเกี่ยวและยังเสียค่าใช้จ่ายในการลดความเข้มข้นลงเนื่องจากสาหร่ายที่ผลิตและเกาะเป็นเมือกชีวภาพอยู่บนแผ่นเมมเบรนจะมีความเข้มข้นกว่าสาหร่ายที่เจริญเติบโตแบบแวนดอยอยู่ในบ่อผลิตแบบเดิมนั่นเอง ข้อดีอีกประการหนึ่งคือถังปฏิกรณ์แบบนี้จะใช้พื้นที่น้อยกว่าเป็นอย่างมากจึงทำให้สามารถลดเงินลงทุนในการซื้อที่ดินได้ นอกไปจากนั้นระบบชนิดนี้ยังสามารถลดการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมต่อระบบได้อีกด้วย (Chisti, 2007) เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบปิดจึงทำให้สามารถกำจัดออกซิเจนส่วนเกินซึ่งเกิดจากการหายใจของสาหร่ายเองออกจากระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย และยังสามารถควบคุมอุณหภูมิถึงปฏิกริยาเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าบ่อเปิดอีกด้วย

1.2 ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตของสาหร่าย และองค์ประกอบของสาหร่ายที่ผลิตได้

ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตของสาหร่าย และองค์ประกอบของสาหร่ายที่ผลิตได้ ทั้งนี้จะทำการทดลองทั้งแบบการป้อนกึ่งต่อเนื่อง (semi continuous feeding) และแบบที่มีการป้อนสารอาหารแบบต่อเนื่อง (continuous feeding) เพื่อศึกษาลักษณะการป้อนสารอาหารที่มีผลต่อการตอบสนอง (performance) ของระบบฯ และการเจริญเติบโตของสาหร่ายในระบบ รวมถึงการศึกษาประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายออกจากถังปฏิกรณ์เหล่านี้ นอกจากนั้นจะศึกษาอายุการใช้งานของแผ่นเมมเบรนที่ใช้งานกระทั่งหมดสภาพอีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้สาหร่ายสกุล *Chlorella* เป็นตัวแทนสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ชนิด MMPR ในการเพาะเลี้ยงต่อไป โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 การเลี้ยงสาหร่ายเพื่อปรับสภาพ

▪ เตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงสาหร่ายโดยใช้ อาหารสูตร Zarrouk ดังตารางที่ 1 เพื่อใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายเพื่อปรับสภาพสาหร่ายและคุณการเจริญเติบโตของสาหร่าย ซึ่งทำการเก็บผลทุกวันจนถึงช่วง Stationary phase เพื่อหาช่วงการเจริญเติบโตของสาหร่าย

▪ ทำการเลี้ยงสาหร่ายที่อุณหภูมิห้อง โดยแต่ละวันสาหร่ายจะได้รับแสงสังเคราะห์ ความเข้มแสงเท่ากับ 3000 ลักซ์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และอีก 12 ชั่วโมงไม่ได้รับแสง

▪ ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ในช่วง 7

▪ ติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศโดยอากาศที่เข้าไปผ่านตัวกรอง 0.5 vvm

▪ กวนสาหร่ายด้วยเครื่องกวนชนิดใช้แม่เหล็ก ที่ความเร็วรอบ 350 rpm

▪ วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (Lim และคณะ 2010) นำไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่า absorbance และ จำนวนเซลล์ต่อมิลลิเมตรเพื่อหาช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่อยู่ในช่วง exponential phase ตารางที่ 1 อาหารสูตร Zarrouk

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น (กรัมต่อลิตร)
NaHCO ₃	16.8
K ₂ HPO ₄	0.03
NaNO ₃	0.15
NaCl	1.0
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.01
K ₂ SO ₄	1.0
CaCl ₂ · H ₂ O	0.04
EDTA	0.08
A-5 solution*	1 ml/l
B-6 solution**	1 ml/l
pH	8-10

* A-5 solution ประกอบด้วย H_3BO_3 2.85 กรัม, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 1.81 กรัม, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.22 กรัม, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.08 กรัม, MoO_3 0.015 กรัม ละลายสารทั้งหมดด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันใน Volumetric flask (ที่มีน้ำกลั่นอยู่เล็กน้อย) แล้วปรับปริมาตรให้ได้ครบ 1 ลิตร

** A-6 solution ประกอบด้วย NH_4VO_3 230.0 ไมโครกรัม, $K_2Cr_2(SO_4)_4 \cdot 24 H_2O$ 960.0 ไมโครกรัม, $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 478.5 ไมโครกรัม, $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ 179.4 ไมโครกรัม, $Ti_2(SO_4)_3$ 400.0 ไมโครกรัม และ $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 439.8 ไมโครกรัม ผสมให้เข้ากันใน Volumetric flask (ที่มีน้ำกลั่นอยู่เล็กน้อย) แล้วปรับปริมาตรให้ได้ครบ 1 ลิตร

1.2.2 นำสาหร่ายที่ได้รับการปรับสภาพในขั้นตอนที่ 1.2.1 ที่อยู่ในช่วง exponential phase แล้วการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในถังปฏิกรณ์ชนิด MMPR ซึ่งสาหร่ายจะเจริญเติบโตอยู่บนผิวหน้าที่เกลียดน้ำ (hydrophobic surface) ของเมมเบรนในขณะที่เดียวกันสารอาหารสูตร Zarrouk จะถูกปล่อยผ่านชั้นสาหร่ายด้วยปรากฏการณ์คาพิลลารีเพื่อเป็นการป้อนสารอาหารให้กับสาหร่ายนั่นเอง สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะมีการปรับรูปแบบการป้อนสารอาหารสู่ระบบทั้งในลักษณะกึ่งต่อเนื่องและต่อเนื่องเพื่อศึกษารูปแบบการป้อนสารอาหารที่เหมาะสมให้กับระบบชนิดนี้ รวมถึงปัญหาอุปสรรคอันอาจจะเกิดขึ้นต่อระบบฯ โดยจะนำข้อมูลการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ได้ในหัวข้อ 1.2.1 มาใช้ในการคำนวณเพื่อหา flow rate ที่เหมาะสมในการป้อนสารอาหารให้กับถังปฏิกรณ์

1.2.3 วิเคราะห์การเจริญเติบโตโดยการเก็บผลทุกๆ 5 วัน จนถึงช่วง stationary phase ซึ่งค่า O.D. ที่ได้จากการวัดมีความเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 % เพื่อหาปริมาณน้ำหนักแห้งของสาหร่าย, ปริมาณและชนิดของน้ำมันในสาหร่ายและค่าต่างๆของน้ำทิ้งหลังการเลี้ยงสาหร่าย

1.2.4 นำสาหร่ายที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 1.7 มาหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและคาร์บอนจากเซลล์สาหร่ายและในน้ำที่เลี้ยงสาหร่ายที่มาจากกรวัดค่า OD

1.2.5 วิเคราะห์การเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยใช้สมการ Monod's Equation เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนในชีวมวล

$$\mu = \mu_{\max} \left(\frac{N}{K_N + N} \right) \quad (1)$$

โดย μ = อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (g biomass/g biomass/day)

μ_{\max} = อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (g biomass/g biomass/day)

N = ไนโตรเจนในชีวมวล (mgN/g biomass)

K_N = half saturation constant (mgN/g biomass)

ซึ่งสามารถคำนวณหาค่า μ ได้จากสมการ (2) และ (3)

$$\frac{dx}{dt} = \mu X \quad (2)$$

และ
$$\mu_1 = \frac{\ln\left(\frac{X_1+1}{X_1}\right)}{(t_1+1)-t_1} \quad (3)$$

โดย X_i = มวลของชีวมวล (g biomass) ณ เวลา t_i

t_i = เวลา (day)

1.2.6 วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันในสาหร่าย

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันโดยใช้วิธีซอกเล็ท (Soxhlet extraction) เป็นการสกัดสารสำคัญออกจากตัวอย่างการทดลอง โดยใช้ตัวทำละลายสารอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ เมทานอล หรือ เฮกเซน ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดน้ำมันจากวัตถุดิบต่างๆ โดยการสกัดโดยใช้ซอกเล็ท ใช้ตัวทำละลายหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลายๆ ครั้ง โดยรายละเอียดและขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

- นำสาหร่ายแห้งมาบดและนำมาชั่งน้ำหนักสาหร่ายด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- ห่อด้วยกระดาษกรองให้มิดชิด และนำไปใส่หลอดกระดาษ
- นำหลอดกระดาษ ใส่ลงในชุดเครื่องสกัดน้ำมันแล้วต่อด้วยขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตรเติมตัวทำละลาย (เมทานอล) ลงไปในขวดก้นกลม
- ต่อ Condenser เข้ากับเครื่อง Soxhlet ให้ความร้อนในอัตราเร็วของการควบแน่น 3 หยด/วินาที ทำการสกัด 6-8 ชั่วโมง หรือจุดจนกระทั่งน้ำมันถูกชะจากหลอดกระดาษ ลงในขวดก้นกลมหมดแล้วโดยสังเกตจากสารละลายที่ไหลออกจากหลอดกระดาษ
- แยกขวดก้นกลมออกมาจากนั้นนำสารละลายผสมไปเทลงในกรวยแยก เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้สารผสมเข้าดี แล้วเติมเฮกเซน 50 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้ของเหลวผสมกันมากที่สุด
- ตั้งทิ้งไว้ให้สารแยกออกจากกัน เก็บสารละลายชั้นบนซึ่งจะมีน้ำมันละลายอยู่ในชั้นของเฮกเซนไว้ในหลอดที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

- หลังจากกระเหยเฮกเซนออกให้หมด จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำมัน (\%)} = \frac{(B-A) \times 100}{C}$$

A = น้ำหนักขวดก้นกลมเปล่า (กรัม)

B = น้ำหนักขวดก้นกลมเปล่า + น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ (กรัม)

C = น้ำหนักสาหร่าย (กรัม)

1.2.7 วิเคราะห์หาชนิดน้ำมันในสาหร่าย

ทำการวิเคราะห์หาชนิดของน้ำมันจากสาหร่ายที่ใช้เครื่อง GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry) ในการวิเคราะห์หาชนิดของน้ำมัน

1.2.8 วิเคราะห์องค์ประกอบของสาหร่ายทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของสาหร่ายก่อนและหลังการสกัดน้ำมัน ตามพารามิเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของสาหร่าย

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
Moisture	Weender analysis
Volatiles	Direct Titration Method
Ashes	Weender analysis
Carbon (C)	CHONS analyzer
Hydrogen (H)	CHONS analyzer
Nitrogen (N)	CHONS analyzer
Sulfur (S)	CHONS analyzer
Oxygen (O)	CHONS analyzer
Higher heating value,	bomb calories meter
Protein	Kjeldahl Method
Carbohydrates	Phenol Sulfuric
Phosphorus	Colorimetric method

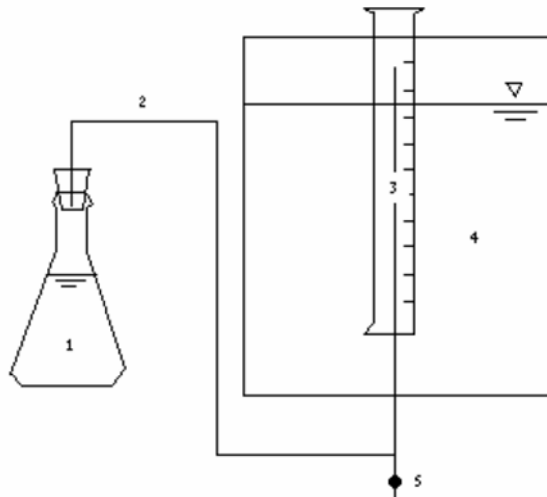
ที่มา : Chinnasamy *et al.* (2010)

1.2.9 ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ในการวิจัยครั้งนี้ กับงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งใช้ถึงปฏิกรณ์ ในการเลี้ยงแตกต่างกัน พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งในแง่ประสิทธิภาพการผลิต การเก็บเกี่ยว และการลดความชื้นของสาหร่าย นอกจากนี้จะทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การเพาะเลี้ยงสาหร่ายด้วยถึงปฏิกรณ์แบบ MMPR

2. การผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก

2.1 ศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก โดยจะทำการศึกษาศักยภาพในการเกิดก๊าซชีวภาพของสาหร่าย 3 ชนิดคือ *Scenedesmus sp.*, *Chlorella sp.* และ *Dunaliella sp.* โดยวิธี BMP (Biochemical Methane Potential) และคัดเลือกสาหร่ายขนาดเล็กที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ สูงสุดไปทำการวิจัยในหัวข้อที่ 2.2 ต่อไป ซึ่งกระบวนการทดลองมีรายละเอียดดังนี้ จะทำการทดลองใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. และทำการปรับสัดส่วนของเชื้อตั้งต้นและวัสดุตั้งต้น (Inoculum to Substrate Ratio, ISR) ของสาหร่ายทั้ง 3 ชนิด เพื่อเป็นตัวแปรในการทดลองจำนวน 3 ค่า หลังจากนั้นทำการปรับสภาวะการเดินระบบให้เหมาะสมที่สุดโดยการเติมสารอาหารหลัก สารอาหารรอง และ สารละลายต่าง ขึ้นตอนต่อไปคือนำไปใส่ในชุดเขย่าซึ่งต่อเชื่อมกับอุปกรณ์วัดก๊าซมีเทน โดยชุดเขย่าจะ ทำงานที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที การวัดปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการหมักย่อยอาศัย หลักการแทนที่น้ำ โดยอุปกรณ์วัดก๊าซจะบรรจุน้ำด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ปรับสีด้วย ฟีนอล์ฟทาลีน เพื่อสังเกตประสิทธิภาพของน้ำด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อความเข้มข้น ของน้ำด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์เริ่มลดลงสีของฟีนอล์ฟทาลีนก็จะจางลง ปริมาณก๊าซมีเทนทั้งหมดจะถูก เก็บสะสมไว้ในกระบอกตวงปริมาตรไม่เกิน 500 มิลลิลิตร สามารถอ่านค่าก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้จาก สเกลของกระบอกตวง โดยทำการบันทึกค่าปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามระยะเวลาที่กำหนด จนกระทั่งไม่พบปริมาณของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น แสดงว่าของเสียถูกหมักย่อยสมบูรณ์ โดยทำการทดลอง ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 35 ± 2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นคำนวณหาศักยภาพในการผลิต ก๊าซมีเทนของสาหร่ายชนิดนี้ดังสมการ

$$\text{BMP} = \text{ปริมาตรของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมด (มล.)} / \text{น้ำหนักของ VS ที่ป้อนเข้าไป (กรัม)}$$



รูปที่ 4 แสดงการต่ออุปกรณ์เพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยวิธี BMP

2.2 ศึกษาอัตราการระบรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR) ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กโดยระบบ CSTR ในระดับห้องปฏิบัติการ

โดยจะทำการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กด้วยถังปฏิกรณ์แบบ CSTR โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากถังปฏิกรณ์ CSTR จำนวน 3 ชนิดคือ ถังปฏิกรณ์เมโสฟิลิกแบบขั้นตอนเดียว (Single-stage mesophilic CSTR), ถังปฏิกรณ์เทอร์โมฟิลิกแบบขั้นตอนเดียว (Single-stage thermophilic CSTR) ถังปฏิกรณ์สองขั้นตอนแบบ Temperature Phase Anaerobic Digestion (TPAD) ซึ่งถังปฏิกรณ์ชนิดนี้จะประกอบไปด้วยถังแรกที่เกิดระบบในสภาวะเทอร์โมฟิลิกและถังผลิตมีเทนเกิดระบบที่สภาวะเมโสฟิลิก เนื่องจากสาหร่ายที่ใช้ในงานวิจัยมีองค์ประกอบเป็นน้ำมันอยู่เป็นจำนวนมากและน้ำมันเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ค่อนข้างยากดังนั้นการใช้ถังที่เกิดระบบในสภาวะเทอร์โมฟิลิกเป็นขั้นตอนแรก จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอน hydrolysis ได้เป็นอย่างดีโดยจะเริ่มเดินระบบที่ OLR 1.5, 1.9 และ 2.5 กก.VS/ล.-วัน หลังจากนั้นจะติดตามเก็บข้อมูลคุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการหมักย่อยของถังปฏิกรณ์แต่ละถัง และปริมาณและองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นจะมีการสรุปผลการศึกษา อัตราการระบรทุกสารอินทรีย์ที่เหมาะสม ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ต่อพื้นที่ต่อไป สำหรับความถี่ในการเก็บตัวอย่างจากแต่ละถังเป็นดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง และพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ของเสียเข้า ถังปฏิกรณ์	ของเสียใน ถังปฏิกรณ์	ของเสียออกจาก ถังปฏิกรณ์	ความถี่ ต่อสัปดาห์	วิธีวิเคราะห์/เครื่องมือ
pH	✓		✓	ทุกวัน	pH meter
VFA	✓		✓	2	APHA, 2005
TS	✓		✓	1	APHA, AWWA, WPCF, 1992
VS	✓		✓	1	APHA, AWWA, WPCF, 1992
TSS	✓	✓	✓	1	APHA, AWWA, WPCF, 1992
VSS	✓	✓	✓	1	APHA, AWWA, WPCF, 1992
NH ₃ -N	✓		✓	1	APHA, AWWA, WPCF, 1992
TP	✓		✓	2 สัปดาห์ต่อ ครั้ง	APHA, AWWA, WPCF, 1992
Alkalinity	✓		✓	2	APHA, AWWA, WPCF, 1992
องค์ประกอบก๊าซ ชีวภาพ				1	GC
ปริมาณก๊าซ ชีวภาพ				ทุกวัน	Gas meter

2.3 ศึกษาประชากรจุลินทรีย์ในระบบ

การศึกษาประชากรจุลินทรีย์ในระบบ เป็นการทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของชนิดของจุลินทรีย์ขณะเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเดินระบบ และเพื่อทราบชนิดของจุลินทรีย์ในระบบ ทั้งนี้ผลที่ได้ อาจจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตามเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพได้ และเนื่องจากสาหร่ายที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้จะมียังมีองค์ประกอบของน้ำมันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาประชากรจุลินทรีย์ครั้งนี้จะเน้นหนักไปในการติดตามจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ไลเปส (lipase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายไขมันเป็นหลัก โดยจะมีวิธีการศึกษาดังนี้

2.3.1 เลือกใช้ชนิดของไพรเมอร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตเอนไซม์ไลเปสซึ่งมีหน้าที่ย่อยน้ำมันในกระบวนการไฮโดรไลซิสและจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนซึ่งมีหน้าที่ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ รวมทั้งทำการสกัดดีเอ็นเอของเชื้อจุลินทรีย์รวมจากระบบ ซึ่งการเก็บตัวอย่างเชื้อตะกอนของเสีย นั้น จะทำการพิจารณาจากระยะเวลาในการเดินระบบและความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลทางวิชาการหรือรายงานการวิจัยที่มีมาก่อน

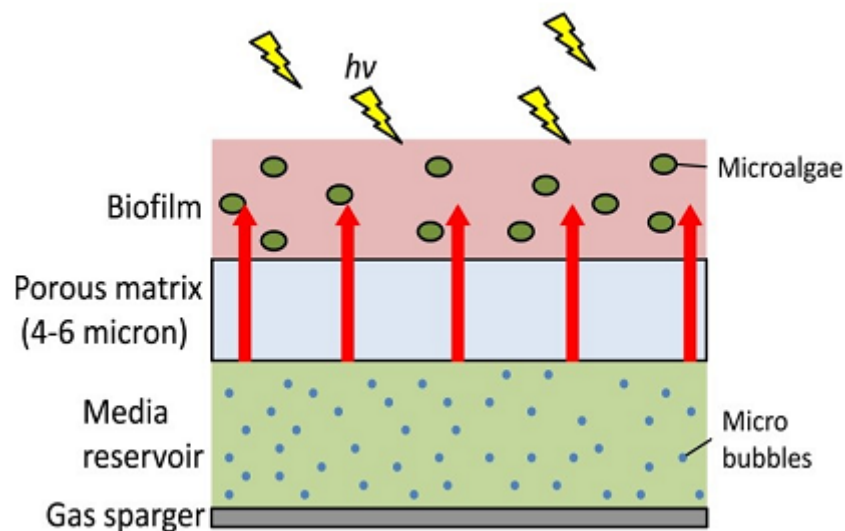
2.3.2 ผลที่ได้รับจากข้อ 2.3.1 นำมาทำการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) จากนั้นจึงนำไปทำการศึกษาต่อด้วยเทคนิค DGGE หรืออาจเลือกใช้เทคนิคอื่นที่มีความเหมาะสมเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ในระบบ

2.3.3 ศึกษาชนิดของจุลินทรีย์โดยนำแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการศึกษาในข้อที่ 2.3.2 มาทำการศึกษาต่อโดยการส่งตรวจลำดับเบส และวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมทางด้านอนุชีววิทยา

2.4 ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก

3. อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ

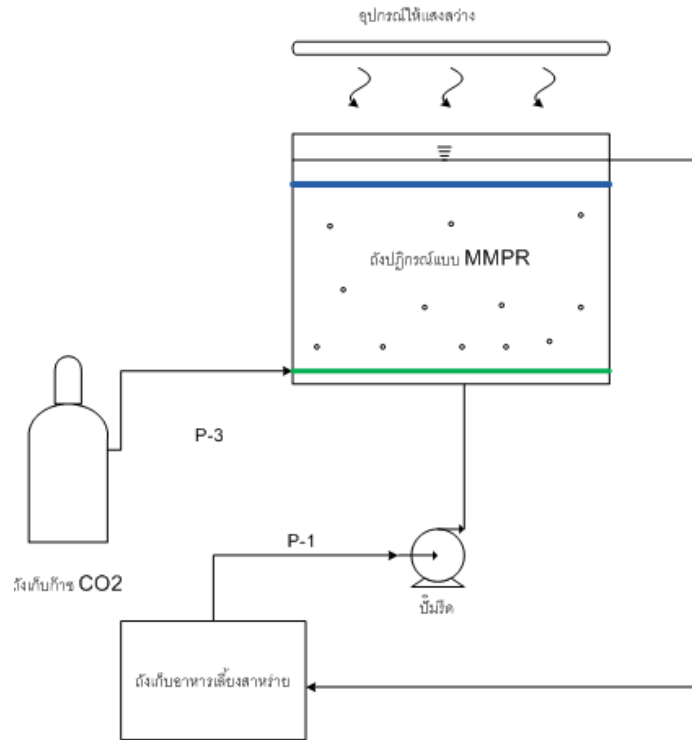
เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการเพาะเลี้ยง และเก็บเกี่ยวสาหร่ายคือ ถังปฏิกรณ์ที่เรียกว่า MMPR ซึ่งระบบนี้จะต่างจากการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อ หรือควานเวียน ซึ่งสาหร่ายจะแขวนลอยอยู่ในน้ำทำให้ยากต่อการจัดการและการเก็บเกี่ยว ระบบชนิดนี้จะทำให้สาหร่ายจับตัวกันเป็นเมือกชีวภาพ เกาะอยู่บนตัวกลางทำให้มีความหนาแน่นของสาหร่ายสูง ต้องการพื้นที่น้อยในการติดตั้งระบบ นอกจากนี้ยังสามารถเก็บเกี่ยวสาหร่ายได้ง่ายกว่าระบบแบบแขวนลอยอีกด้วย สำหรับหลักการทำงานของถังปฏิกรณ์ชนิดนี้จะมีการแยกชั้นสาหร่ายออกจากสารอาหารซึ่งมีระบบสมดุลคาร์บอนอยู่ในขณะที่การแยกก๊าซออกซิเจน (degassing) และกระบวนการเก็บเกี่ยวจะดำเนินการในถังเดียวกันนี้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะการทำงานของถังปฏิกรณ์แบบ MMPR

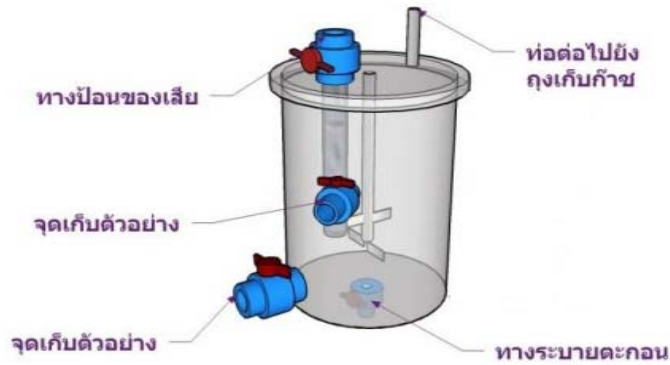
สำหรับกระบวนการทำงานของระบบแบบนี้ ตัวกลางซึ่งมีองค์ประกอบคาร์บอนและสารอาหารต่างๆ จะถูกป้อนสู่ชั้นเมือกชีวภาพของสาหร่ายซึ่งเกาะอยู่บนแผ่นเมมเบรน โดยอาศัยปั๊มรีดจากนั้นจะเกิดการสังเคราะห์แสงที่ชั้นสาหร่ายและเกิดก๊าซออกซิเจน ซึ่งจะเคลื่อนที่จากชั้นเมือกชีวภาพขึ้นสู่ด้านบนของถังและถูกกำจัดออกไปในที่สุด

สำหรับถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นถังที่ทำจากวัสดุโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง 20 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร โดยจะมีปั๊มรีดส่งสารอาหารจากถังเก็บสารอาหารป้อนให้กับถังปฏิกรณ์ทางด้านล่าง ส่วนตัวกลางที่ใช้จะเป็นแผ่นเมมเบรนชนิด Polytetrafluoroethylene (PTFE) และที่ด้านล่างของถังปฏิกรณ์จะมี Gas sparger เพื่อป้อน CO₂ เข้าสู่ระบบ และด้านบนจะมีอุปกรณ์ให้แสงสว่างกับสาหร่ายดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 7 แสดงองค์ประกอบถังปฏิกรณ์แบบ MMPP ที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก คือ ระบบ CSTR (Continuously Stirred Tank Reactor) เป็นถังปฏิกรณ์แบบไม่ใช้อากาศที่มีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์แบบ แวนดลอย โดยจะมีเครื่องกวนหรืออุปกรณ์การกวน เพื่อให้แบคทีเรียและน้ำเสียที่ทำการป้อนสู่ระบบมีการผสมกันอย่างทั่วถึง เพื่อไม่ให้เกิดการไหลลัดวงจรหรือมีบริเวณที่ไม่ได้รับสารอินทรีย์ ถังปฏิกรณ์แบบ กวนผสมแบบไม่ใช้อากาศแบบนี้ถือว่าเป็นถังปฏิกรณ์แบบอุดมคติ (Ideal Reactor) ถังปฏิกรณ์แบบ กวนผสมแบบไม่ใช้อากาศ จะมีระยะเวลาเก็บกักของแข็ง (Solid Retention Time) เท่ากับ ระยะเวลา เก็บกักน้ำเสีย (Hydraulic Retention Time) เหมาะสมสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง (High Concentration) น้ำเสียที่มีสารแวนดลอยสูง หรือแม้กระทั่งน้ำเสียที่มีสารพิษเจือปนอยู่ (Toxic wastewater) ทั้งนี้เนื่องจากถังกวนผสม มีการกวนอยู่ตลอดเวลาหรือมีการกวนผสมกันอย่างทั่วถึงทั้งถัง ไม่ ก่อให้เกิดผลเสียต่อจุลินทรีย์เหมือนกับระบบอื่นๆได้ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบ CSTR เป็นถังปฏิกรณ์หลักที่ใช้ในการศึกษาวิจัย



รูปที่ 7 แสดงองค์ประกอบถังปฏิกิริยาแบบ CSTR ที่ใช้ในการวิจัย

โดยถังปฏิกิริยาแบบ CSTR ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นถังผลิตจากวัสดุใสจำนวน 3 ถัง โดยแต่ละถังจะมีปริมาตรประสิทธิภาพ 2 ลิตร มีลักษณะเป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง และความลึก 15 ซม. และจะมีการติดตั้งท่อน้ำเข้าและออก ท่อก๊าซชีวภาพ รวมถึงท่อระบายตะกอนออก สำหรับการกวน จะใช้ใบกวนร่วมกับมอเตอร์เป็นตัวกวนเพื่อเพิ่มโอกาสในการสัมผัสกันระหว่างจุลินทรีย์ในระบบและสารเหล่านั้นเองโดยจะควบคุมความเร็วรอบในการกวนที่ 100 rpm สำหรับถังปฏิกิริยาที่เดินระบบแบบ mesophilic จะควบคุมอุณหภูมิที่ 35 ± 2 องศาเซลเซียส ส่วนถังที่เดินระบบแบบ thermophilic จะควบคุมอุณหภูมิที่ 55 ± 2 องศาเซลเซียส โดยควบคุมอุณหภูมิด้วย hot plate stirrer with temperature control สำหรับลักษณะถังปฏิกิริยาดังแสดงในรูปที่ 7

ในส่วนของอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาของโครงการฯ ได้แก่

1. เครื่องมือสำหรับวัดค่าความดูดกลืนคลื่นแสง (Optical Density: OD) โดยใช้

Spectrophotometer

2. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
3. ขวดรูปหมฟู่ปริมาตรบรรจุ 0.25 ลิตร
4. เครื่องวัดพีเอช เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดพีเอชของการทดลองซึ่งทำการวัดพีเอชของการทดลองทุกวัน เพื่อติดตามการทำงานของถังหมัก
5. Gas chromatography เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดองค์ประกอบก๊าซ ซึ่งทำให้ทราบถึงสัดส่วนของก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
6. มิเตอร์วัดก๊าซ สำหรับวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ทำให้ทราบถึงปริมาณก๊าซชีวภาพต่อหน่วยวัตถุดิบ
7. ชุดกวนแบบควบคุมอุณหภูมิได้
8. ชุดวิเคราะห์ไนโตรเจน ประกอบด้วยเครื่องย่อยและเครื่องกลั่น สำหรับการวิเคราะห์ TKN และ NH_3
9. ตู้อบ (Oven) สำหรับการทดสอบ TCOD, FCOD, TS, SS
10. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace) สำหรับการทดสอบ VS, VSS

11. เครื่องซั่ง 2 ตำแหน่ง สำหรับการเตรียมสารเคมี
12. เครื่องซั่ง 4 และ 5 ตำแหน่ง สำหรับการเตรียมสารเคมี และสำหรับการทดสอบ TS , VS , SS , VSS
13. Spectrophotometer สำหรับการวิเคราะห์ทดสอบ TP
14. Hot plate stirrer
15. เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (PCR)
16. เครื่อง DCodeTM Universal Mutation Detection System
17. เครื่อง Gel Documentation
18. เครื่อง Electrophoresis
19. เครื่อง Water bath and Circulator
20. เครื่อง Shaking Incubator
21. เครื่อง Centrifuge แบบควบคุมอุณหภูมิ
22. เครื่อง Spin down
23. ตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ
24. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
25. เครื่อง Hot plate
26. ตู้ถ่ายเชื้อ (Biosafety Cabinet)
27. เครื่องตัดแถบดีเอ็นเอ
28. เครื่อง Vortex
29. ปีมรีดสำหรับป้อมสารอาหารเพื่อเลี้ยงสาหร่ายในถังปฏิกรณ์

7.ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลา 2 ปี (ต่อเนื่อง) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556-กันยายน 2558

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

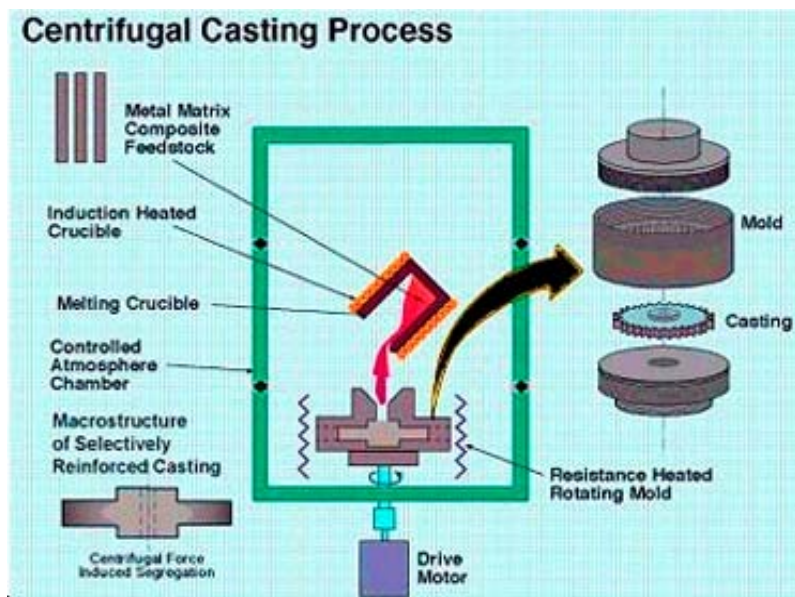
รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท (7,140 x 12)	85,680
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน	-
2.1.2 ค่าใช้สอย	
- ค่าใช้จ่ายเพื่อการติดต่อทางโทรศัพท์หรือไปรษณีย์	2,000
2.1.2 ค่าวัสดุ เช่น	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	3,000
- ค่าสารเคมี	100,000
- ค่าวัสดุทดแทน เช่น เครื่องแก้ว, เข็มฉีดยา GC, ก๊าซที่ใช้สำหรับเครื่อง GC และถุงเก็บก๊าซ เป็นต้น/ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทดสอบและเครื่องมือวัด	45,000
2.1.3 ค่าจ้างเหมาสร้างอุปกรณ์	
ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	
- ถังปฏิกรณ์ MMBR พร้อมเมมเบรน ชุดควบคุม และปั๊ม	100,000
หมวนเวียนสารอาหาร จำนวน 2 ชุด	
- ถังปฏิกรณ์ CSTR พร้อมชุดควบคุม และชุดควบคุมความร้อน จำนวน 4 ชุด	100,000
2.1.4 ค่าบริหารจัดการของคณะและมหาวิทยาลัย	45,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	480,680

หมายเหตุ : ขอถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 15. การสังเคราะห์และศึกษาลักษณะของผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวท่อเหล็กกล้า ด้วยเทคนิคปฏิกิริยาแก้วหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Synthesis and Characterization of Composite Coating on Steel Pipe by Self-Propagating High-Temperature Synthesis Assisted Centrifugal Technique)

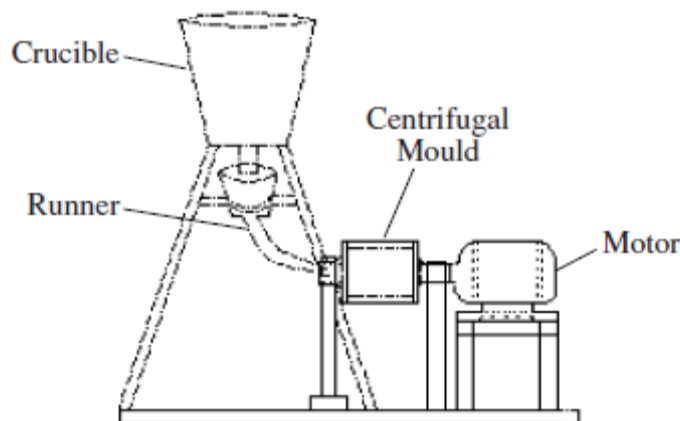
2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการขุดเจาะน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติมีความแพร่หลายมากขึ้น และการเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นท่อในการนำส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเหล่านั้นจะต้องเลือกวัสดุที่มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนที่ดีทั้งจากสารเคมีและแรงเชิงกล เดิมมีการอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือออกซิไดซ์ในการป้องกันการกัดกร่อนของท่อจากภายนอก [1] และพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ จนถึงป้องกันการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้นจากภายในของท่อ โดยการเคลือบวัสดุจำพวก โลหะผสม เซรามิกส์ และวัสดุผสมบางชนิด ซึ่งวัสดุจำพวกนี้มีอุณหภูมิการหลอมเหลวที่สูงมาก จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีราคาแพง เพื่อให้สามารถเคลือบผิวภายในท่อด้วยวัสดุเหล่านี้ได้ เช่น เครื่องมือในการพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบพลาสมา (Plasma spraying) และการพ่นเคลือบประเภทที่ใช้เชื้อเพลิง-ออกซิเจนความเร็วสูง (High velocity oxy-fuel spraying) เป็นต้น เพื่อให้การผลิตท่อสำหรับงานทางด้านนี้มีต้นทุนการผลิตที่น้อยลง จึงทำให้เกิดการคิดค้นเพื่อจะพัฒนาเทคโนโลยีการเคลือบผิวภายในท่อมากขึ้น เช่น การหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง (Centrifugal casting) และการสังเคราะห์วัสดุผสมด้วยเทคนิคปฏิกิริยาแก้วหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่อาศัยการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยงตามลำดับ โดยการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยงเป็นเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน โลหะที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง [2]

การหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยงเป็นเทคนิคที่แบบหล่อจะถูกหมุนไปพร้อมๆ กับการเทน้ำโลหะ ซึ่งผิวนอก (OD) ด้านบน และด้านล่างชิ้นงานจะเป็นไปตามแบบและขนาดที่ต้องการ บริเวณส่วนกลางจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (ID) ซึ่งจะแปรผันตามความเร็วรอบการหมุนแบบ และน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใส่ลงในแบบ โดยไม่จำเป็นต้องมีการวางไส้แบบ ตัวแบบจะต้องไม่มีส่วนเว้าหรือส่วนเกินที่จะขวางการดึงชิ้นงานออกจากหล่อแบบหล่อ แต่การหล่อวัสดุจำพวกโลหะผสม จะต้องใช้ความร้อนที่สูงมาก ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น สำหรับสังเคราะห์วัสดุผสมด้วยเทคนิคปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่อาศัยการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง ถือเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามาจากกระบวนการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง โดยอาศัยการสังเคราะห์โลหะผสมจากเทคนิคปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS) แทนการหลอมแบบดั้งเดิม และขึ้นรูปเป็นผิวท่อด้วยการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง ดังเช่นในงานวิจัยของ Gowtam และคณะ [3] ซึ่งมีลักษณะของกระบวนการดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การสังเคราะห์วัสดุผสมด้วยเทคนิคปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่อาศัยการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง [3]

โดยกระบวนการนี้จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ SHS ซึ่งอยู่ในสภาวะหลอมเหลว บรรจุเข้าสู่แม่พิมพ์ที่กำลังหมุนอยู่ ทำให้ลดต้นทุนและเวลาในการผลิตลงไปได้มาก แต่ยังไม่ดีที่สุดต่อมาจึงมี

การคิดค้นเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีนี้กันอย่างกว้าง จึงเกิดการรวมเข้ากันของเทคนิคปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS) และการหล่อแบบอาศัยแรงเหวี่ยง (Centrifugal casting) เป็นเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS-Centrifugation) ซึ่งจะมีการสังเคราะห์วัสดุผสมในท่อด้วยกระบวนการ SHS ไปพร้อมกับการหมุนของท่อตั้งในงานวิจัยของ Meng และคณะ [4] ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยลดทั้งเวลาและต้นทุนในการผลิต และสามารถผลิตผิวเคลือบที่มีประสิทธิภาพสูงได้

จากข้อ ได้เปรียบของเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS-Centrifugation) จึงเกิดเป็นงานวิจัยในโครงการนี้ เพื่อพัฒนาให้เทคนิคดังกล่าวสามารถผลิตผิวเคลือบที่มีประสิทธิภาพในด้านการนำไปใช้งาน และประหยัดต้นทุนในการผลิต

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1 เพื่อสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวภายในของท่อเหล็กกล้าด้วยเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS-Centrifugation)
- 2 เพื่อศึกษาลักษณะของผิวเคลือบวัสดุผสมที่สังเคราะห์ได้
- 3 เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบวัสดุผสมที่สังเคราะห์ได้
- 4 เพื่อให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์แก่ภาคอุตสาหกรรม

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษากระบวนการสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวภายในของท่อเหล็กกล้าด้วยเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง โดยศึกษาผลกระทบของตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ และกระบวนการเคลือบวัสดุผสมบนผิวภายในของท่อเหล็กกล้าโดยตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ คือเวลาในการบดผสมสารตั้งต้น สัดส่วนของสารตั้งต้น และค่าความเร็วในการหมุนเหวี่ยง เป็นต้น และการตรวจสอบลักษณะเฉพาะ เช่น โครงสร้างจุลภาค (Microstructure) และองค์ประกอบทางเคมี (Phases) รวมถึงการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล เช่น ความหยาบของผิวเคลือบ (Surface roughness) ความแข็ง (Hardness) และความแข็งแรงในการยึดเกาะของผิวเคลือบ (Adhesion strength)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบถึงกระบวนการทำงานของเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิบัติการก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS-Centrifugation)

5.2 ทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลการสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุผสม

5.3 นำความรู้พื้นฐานที่ได้จากงานวิจัยถ่ายทอดให้แก่ภาคอุตสาหกรรมที่มีความสนใจ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

5.4 นำความรู้พื้นฐานที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ทั้งในรูปแบบของวารสารวิชาการและนำเสนอในที่ประชุมวิชาการทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

การดำเนินงานวิจัยจะอยู่ที่ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โดยจะแบ่งการดำเนินงานวิจัยเป็น 4 กิจกรรมหลัก คือ

กิจกรรมที่ 1: การทดลองเบื้องต้น

- ทดลองสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุในเบื้องต้น โดยพิจารณาในระบบสารตั้งต้นที่สังเคราะห์ได้เป็นวัสดุผสมที่มีเหล็กเป็นเนื้อพื้น เพื่อหาระบบสารตั้งต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวภายในของท่อเหล็กกล้า (ท่อสตีมดำ เกรด astm a-53) และศึกษาความเป็นไปได้ของระบบสารตั้งต้นใหม่ๆ เช่น ระบบ $Al-Fe_2O_3-X$ โดยที่ X สารตัวเติม เพื่อให้ผิวเคลือบวัสดุผสมที่ได้มีความแตกต่างและมีประสิทธิภาพมากกว่างานวิจัยในอดีต รวมถึงศึกษากลไก (Mechanism) ของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเชิงอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) ที่ส่งผลต่อโครงสร้างจุลภาค (Microstructure) และองค์ประกอบทางเคมี (Phases) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และเทคนิคการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอกซ์ (XRD) ตามลำดับ
- ทดลองสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุเบื้องต้นในระบบสารตั้งต้นที่เลือก เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อผลการสังเคราะห์ผิวเคลือบในเชิงของกระบวนการสังเคราะห์ เช่น ค่าความเร็วของการหมุนเหวี่ยง เป็นต้น

กิจกรรมที่ 2: การออกแบบการทดลอง

รวบรวมองค์ความรู้ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม และเลือกระบบสารตั้งต้นที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองเบื้องต้น เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรๆ ที่มีผลต่อโครงสร้าง องค์ประกอบ และสมบัติที่สำคัญของผิวเคลือบวัสดุผสม

กิจกรรมที่ 3: ทดลองตามการออกแบบการทดลอง

3.1 สังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุผสมบนผิวภายในของท่อเหล็กกล้าด้วยเทคนิคแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่อาศัยปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง (SHS-Centrifugation) โดยสังเคราะห์ตามเงื่อนไขของกระบวนการตามที่ได้กำหนดไว้

3.2 ตรวจสอบลักษณะเฉพาะของผิวเคลือบวัสดุผสมที่สังเคราะห์ได้ เช่น โครงสร้างจุลภาค (Microstructure) และองค์ประกอบทางเคมี (Phases) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และเทคนิคการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอกซ์ (XRD) ตามลำดับ

3.3 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของผิวเคลือบวัสดุผสมที่สังเคราะห์ได้ เช่น ความหยาบของผิว (Surface roughness) ความแข็ง (Hardness) และความแข็งแรงในการยึดเกาะของผิวเคลือบ (Adhesion strength) โดยวิธี Compression Test บนผิวเคลือบ ตามแนวผิวท่อ

กิจกรรมที่ 4: วิเคราะห์และสรุปผล

อภิปราย วิเคราะห์ เปรียบเทียบผลการศึกษารั้วนี้กับผลการศึกษาของวิจัยในอดีต และสรุปผลการวิจัย

7.ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย : 2 ปี (ต.ค. 56 – ก.ย. 58)

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
1. งบบุคลากร ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาเอก 1 คน อัตรา 8,000 บาท/เดือน	48,000	48,000
2. งบดำเนินงาน 2.1 ค่าตอบแทน วัสดุและวัสดุ 2.1.1 ค่าตอบแทน การปฏิบัติงานนอกเวลา ค่าทำกรนอกเวลา วันทำการ 46 วัน (2 ชม/วันใน อัตรา 50 บาท/ชม) และ ทำกร นอกเวลาวันหยุดราชการ 15 วัน (6 ชม/วันใน อัตรา 60 บาท/ชม)	10,000	10,000
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น 1) ค่าจ้างเหมาบริการจัดสร้างเครื่องเคลือบวัสดุผสมบนผิวท่อ เหล็กกล้าด้วยเทคนิคปฏิกิริยาแก้วหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงที่ อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง 2) ค่าจ้างวิเคราะห์ สมบัติต่างๆ ของ สารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ 3) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ร่วมประชุมอบรม และนำเสนอ ผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ 4) ค่าจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	140,000 14,000	35,000 10,000

รายการ	จำนวนเงิน	
	งวดที่ 1 (6 เดือนแรก)	งวดที่ 2 (6 เดือนหลัง)
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ และสารเคมี ในการสังเคราะห์ผิวเคลือบวัสดุผสมเหล็ก (ผงโบรอนออกไซด์ ผงแมกนีเซียม ผงอะลูมิเนียม ผงเหล็กออกไซด์ แก๊สอาร์กอน เป็นต้น)	30,000	50,000
2) ค่าใบมีด Diamond Cutter	30,000	
3) Tungsten Filament	20,000	
2.2 ค่าสาธารณูปโภค		
2.2.1 ค่าวัสดุสำนักงานและค่าสาธารณูปโภคสำหรับใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ	2,500	2,500
2.2.2 ค่าสาธารณูปโภคสำหรับการบริหารจัดการในส่วนของมหาวิทยาลัยและคณะ/หน่วยงาน	29,450	15,550
รวมงบประมาณ ในรอบ 6 เดือน	323,950	171,050
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	495,000	

หมายเหตุ: *ขอตัวเฉลี่ยในทุกรายการ

โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ความเป็นมา

โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากพระราชดำริได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2528 ด้วยการสนับสนุนงบประมาณจาก กปร. ในช่วงปีแรก และต่อมาดำเนินงานโดยใช้งบประมาณของส่วนราชการ ผลการดำเนินงานมีดังนี้

1. จัดตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม และตั้งโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาส
2. จัดตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่
3. จัดตั้งโรงงานสกัดและกลั่นน้ำมันปาล์มที่วิทยาลัยเกษตรกรรม ตรัง กระบี่ และสุราษฎร์ธานี เพื่อการเรียนการสอนนักศึกษา
4. ร่วมมือกับกระทรวงอุตสาหกรรมในการพัฒนาและปรับปรุงโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบแยกน้ำมันเปลือกรวมทั้งสร้างเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาส
5. จัดตั้งโรงงานผลิตไบโอดีเซล (เมทิลเอสเทอร์) จากน้ำมันปาล์มดิบที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาส

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2556 – กันยายน 2557 (โครงการต่อเนื่อง)

สถานที่ดำเนินการ

สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่ และศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส

รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

งบดำเนินงาน

ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ

<u>ค่าใช้สอย</u>	35,220 บาท
- ค่าเบี่ยงเลี้ยง 7,920 บาท (ระดับ 9 จำนวน 2 คนx 2 ครั้งx 2 วันๆ ละ 270 บาท เป็นเงิน 2,160 บาท) (ระดับ 3-8 จำนวน 2 คนx 6 ครั้งx 2 วันๆ ละ 240 บาท เป็นเงิน 5,760 บาท)	
- ค่าที่พัก 16,800 บาท (ระดับ 9 จำนวน 2 คนx 2 ครั้งx 1 วันๆ ละ 1,200 บาท เป็นเงิน 4,800 บาท) (ระดับ 3-8 จำนวน 2 คนx 6 ครั้งx 1 วันๆ ละ 1,000 บาท เป็นเงิน 12,000 บาท)	
- ค่าพาหนะ 10,500 บาท (เดินทางไปจังหวัดนครราชสีมา 3 ครั้งๆ ละ 1,500 บาท เป็นเงิน 4,500 บาท) (เดินทางไปจังหวัดกระบี่ 3 ครั้งๆ ละ 2,000 บาท เป็นเงิน 6,000 บาท)	
<u>ค่าวัสดุ</u>	2,780 บาท
รวมเงินทั้งสิ้น	38,000 บาท

(ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

ผลการดำเนินงาน

1. โครงการจัดสร้างโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดกำลังผลิต 2 ตันทะเลต่อชั่วโมง เพื่อการบริโภคและผลิตน้ำมันปาล์มทดแทนน้ำมันดีเซลที่สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากมูลนิธิชัยพัฒนา เงินอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเงินกองทุนสนับสนุนโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก งบประมาณทั้งสิ้น 11,301,000 บาท ซึ่งในปี 2554 ทางโครงการฯ ได้ให้การสนับสนุนด้านเทคนิคในส่วนของ การปรับปรุงกระบวนการผลิตในการแยกเส้นใยและเมล็ด โดยเส้นใยนำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้ฟืน และเมล็ดจำหน่ายเพิ่มมูลค่า

2. ติดตามการดำเนินงานและให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิค โรงงานสกัดและแปรรูปน้ำมันปาล์ม ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส

โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ความเป็นมา

โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก เป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวซึ่งได้ทรงมีพระราชดำริ เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2530 ณ พระตำหนักทักษิณราชินเวศน์ จังหวัดนราธิวาส ทั้งนี้เนื่องจากสมาชิกสหกรณ์นิคมส่วนใหญ่มีอาชีพทำสวนปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักและต้องทำการซื้อข้าวจากแหล่งอื่นมาบริโภค จึงทรงมีพระราชดำริให้เกษตรกรในพื้นที่ซึ่งเคยทำนามาก่อน และได้เลิกร้างไปเนื่องจากฝนทิ้งช่วง ได้ทำนาปลูกข้าวเพื่อบริโภคกันเองในกลุ่มสมาชิกสหกรณ์นิคมโดยจะจัดให้มีโรงสีข้าวขนาดเล็กครบวงจร

จากพระราชดำริดังกล่าว มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ซึ่งเป็นหน่วยประสานงานจึงได้ร่วมกับส่วนราชการต่างๆ คือ กรมชลประทาน กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมการปกครอง และกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นหน่วยงานหลักที่จะดำเนินการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่เขตสหกรณ์นิคมอ่าวลึกทำการปลูกข้าวเพื่อบริโภคครบวงจร

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2556 – กันยายน 2557 (โครงการต่อเนื่อง)

สถานที่ดำเนินการ

สหกรณ์นิคมปากน้ำ จำกัด จังหวัดกระบี่

รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2557

งบดำเนินงาน

ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ

ค่าใช้สอย	11,660 บาท
- ค่าเบี้ยเลี้ยง 2,460 บาท (ระดับ 9 จำนวน 1 คน x 1 ครั้ง x 2 วันๆ ละ 270 บาท เป็นเงิน 540 บาท) (ระดับ 3-8 จำนวน 2 คน x 2 ครั้ง x 2 วันๆ ละ 240 บาท เป็นเงิน 1,920 บาท)	
- ค่าที่พัก 5,200 บาท (ระดับ 9 จำนวน 1 คน x 1 ครั้ง x 1 วันๆ ละ 1,200 บาท เป็นเงิน 1,200 บาท) (ระดับ 3-8 จำนวน 2 คน x 2 ครั้ง x 1 วันๆ ละ 1,000 บาท เป็นเงิน 4,000 บาท)	
- ค่าพาหนะเดินทางไปจังหวัดกระบี่ 4,000 บาท (จำนวน 2 ครั้งๆ ละ 2,000 บาท เป็นเงิน 4,000 บาท)	
ค่าวัสดุ	2,340 บาท
รวมเงินทั้งสิ้น	14,000 บาท

(ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

ผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็นโครงการที่ดำเนินการต่อเนื่องเต็มโครงการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 สำหรับในปี 2556 มีสมาชิกทำนา จำนวน 32 ครอบครัวย เกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวรวม 191 ไร่ โดยพันธุ์ข้าวที่สมาชิกปลูกได้เปลี่ยนมาปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ผลผลิตประมาณ 45-50 ถังต่อไร่ โดยมีสมาชิกที่ทำนา 2 ครั้งต่อปี จำนวน 8 ครอบครัวย พื้นที่รวม 56 ไร่ ปลูกข้าวนาปรัง 14 ครอบครัวย พื้นที่รวม 73 ไร่ และปลูกข้าวนาปี 26 ครอบครัวย พื้นที่รวม 156 ไร่ ในส่วนพื้นที่ที่ไม่ได้ทำนาสมาชิกก็จะใช้ขุดบ่อเลี้ยงปลา ปลูกผักต่างๆ และแบ่งเป็นที่อยู่อาศัยให้กับครอบครัว

ในส่วนของโรงสีข้าวพระราชทานได้ให้บริการสีข้าวเปลือกให้กับสมาชิกและบุคคลภายนอก โดยคิดค่าบริการสีข้าว 1 บาทต่อกิโลกรัมข้าวสาร