รายละเอียดคำของบประมาณรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

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

เลขที่เอกสาร
ผง 1/2554
31 มกราคม 2554

สารบัญ

	หน้า
สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 คณะวิศวกรรมศาสตร์	
- คำของบประมาณของคณะ/หน่วยงาน จำแนกตามแผนงาน-งาน-โครงการและหมวดรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.1)	วศ. 1
แผนงาน:ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา	
ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 (แบบ กผ.2)	วศ. 3
- แบบแสดงข้อมูลพื้นฐานของงาน/โครงการ (แบบ ง.102)	วศ. 8
- แบบแสดงคำของบประมาณรายจ่ายประจำปี 2555 จำแนกตามงาน/โครงการ-ประเภทรายจ่าย-ปีงบประมาณ (แบบ กผ.3)	วศ. 16
- งบประมาณรายจ่ายและเงินนอกงบประมาณของงาน/โครงการประจำปี 2555 จำแนกตามหมวดรายจ่าย (แบบ กผ.4)	วศ. 17
- แบบสรุปคำขอคำของบประมาณหมวดเงินเดือนและค่าจ้างประจำ ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.5)	วศ. 19
- รายละเอียดคำของบประมาณรายการเงินประจำตำแหน่ง ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.6)	วศ. 21
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณค่าจ้างชั่วคราว ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.7)	วศ. 23
- แบบสรุปคำของบประมาณหมวดค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.8)	วศ. 25
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภค ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.9)	วศ. 29
- สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการครุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.10)	วศ. 30
- แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ.11)	วศ. 33
- สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 (แบบ กผ.12)	วศ. 81
- คำชี้แจงรายละเอียดค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี ปีงบประมาณ 2555 (แบบ กผ .13)	วศ. 82
- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โครงการพัฒนาบุคลากร (แบบ กผ. 17)	วศ. 108
ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ	
- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โครงการบริการวิชาการแก่ชุมชน (แบบ กผ. 17)	วศ. 111
- รายละเอียดคำของบประมาณโครงการบริการวิชาการแก่ชุมชน	วศ. 112
ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี	
- สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โครงการวิจัย (แบบ กผ.17)	วศ. 114
- รายละเอียดคำของบประมาณโครงการวิจัย	วศ. 116

วศ.1

คำของบประมาณของคณะ/หน่วยงาน

แบบ กผ.1

จำแนกตามแผนงาน-งาน/โครงการ และหมวดรายจ่าย

ประจำปีงบประมาณ 2555

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 : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา																				
1.1 ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ฯ	61,037,900	19,627,200	6,145,500	86,810,600	203,700	3,821,400	812,800	5,376,700	97,025,200			250,000		250,000						97,275,200
1.2 ผลงานการให้บริการวิชาการ																	22,000	22,000		22,000
2.แผนงาน : วิจัยเพื่อพัฒนาประเทศ																				
2.1 ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี															6,603,600			6,603,600		6,603,600
รวมทั้งคณะ	61,037,900	19,627,200	6,145,500	86,810,600	203,700	3,821,400	812,800	5,376,700	97,025,200			250,000		250,000	6,603,600		22,000	6,625,600		103,900,800

แบบ กผ.1

จำแนกตามแผนงาน-งาน/โครงการ และหมวดรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(หน่วย : บาท)

แผนงาน/ผลผลิต	งบลงทุน					รวมทั้งสิ้น (ดำเนินการ+ลงทุน)
	ครุภัณฑ์	สิ่งก่อสร้าง 1 ปี	โครงการก่อสร้างใหม่	โครงการก่อสร้างผูกพัน	รวมงบลงทุน	
1. แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา						
1.1 ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	19,701,000	6,091,000	-	-	25,792,000	123,067,200
1.2 ผลงานการให้บริการวิชาการ						22,000
2.แผนงาน : วิจัยเพื่อพัฒนาประเทศ						
2.1 ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี						6,603,600
รวมทั้งคณะ/หน่วยงาน						**129,692,800**

สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

1. แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

1.1 ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**123,067,200**	**บาท**	
1. เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	**86,810,600**	**บาท**	
1.1 เงินเดือน	**80,665,100**	**บาท**	
(1) อัตราเดิม 173 อัตรา			61,037,900 บาท
(2) เงินประจำตำแหน่ง			9,680,400 บาท
(3) เงินค่าตอบแทนรายเดือนสำหรับข้าราชการ			9,946,800 บาท
(เป็นงบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงิน ค่าตอบแทนนอกเหนือจากเงินเดือนของข้าราชการและลูกจ้างประจำของส่วนราชการ พ.ศ. 2547 เดิมตั้งอยู่ที่หมวดค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ)			
1.2 ค่าจ้างประจำ	**6,145,500**	**บาท**	
(1) อัตราเดิม 33 อัตรา			5,797,600 บาท
(2) เงินเพิ่มค่าจ้างประจำ			347,900 บาท
2. ค่าจ้างชั่วคราว	**203,700**	**บาท**	
ค่าจ้างผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ จำนวน 1 อัตรา			203,700 บาท
3. ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	**9,965,900**	**บาท**	
3.1 ค่าตอบแทน	**3,821,400**	**บาท**	
3.1.1 ค่าเช่าบ้าน			42,000 บาท
3.1.2 ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ			3,067,200 บาท
3.1.4 เงินตอบแทนพิเศษ			712,200 บาท
(งบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงินค่าตอบแทนพิเศษของข้าราชการและลูกจ้างประจำ ผู้ได้รับเงินเดือนหรือค่าจ้างถึงขั้นสูงสุดของอันดับหรือตำแหน่ง พ.ศ. 2550)			
3.2 ค่าใช้สอย	**767,800**	**บาท**	
3.2.1 ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก และค่าพาหนะ			162,000 บาท
3.2.2 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์			154,000 บาท
3.2.3 ค่าจ้างเหมาบริการ			451,800 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 **25,792,000 บาท**

5.1 ครุภัณฑ์ **19,701,000 บาท**

5.1.1 ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ	**940,000**	**บาท**
(1) เครื่องเชื่อมชนิดทิกแบบใหม่หรือพลาสมา (Advanced Welding Machine) 1 ชุด	400,000	บาท
(2) เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์ 1 ชุด	300,000	บาท
(3) ท่อเซรามิกอาร์ซีเอ (work tube RCA) 1 ชุด	240,000	บาท
5.1.2 ครุภัณฑ์สาขาความเป็นเลิศ	**1,240,000**	**บาท**
(1) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) 1 ชุด	300,000	บาท
(2) เครื่องฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Autoinjector) 1 ชุด	350,000	บาท
(3) ตู้ดูดควัน (Fume Hood) 1 ชุด	200,000	บาท
(4) เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์แบบปราศจากไอออน (Ultra-Pure Water) 1 ชุด	250,000	บาท
(5) ปั้มรีดปรับอัตราการไหล (Peristatic Pump) 2 ชุด	120,000	บาท
(6) เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter) 4 ชุด	20,000	บาท
5.1.3 ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย	**1,857,500**	**บาท**
(1) เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ 4 เครื่อง	180,000	บาท
(2) เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 บีทียู 7 ชุด	297,500	บาท
(3) ไมโครคอมพิวเตอร์ 5 ชุด	90,000	บาท
(4) เครื่องปรับอากาศขนาด 160,000 บีทียู 4 ชุด	1,200,000	บาท
(5) เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ 2 เครื่อง	90,000	บาท
5.1.4 ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี	**15,573,500**	**บาท**
(1) ปิเปตอัตโนมัติ (Auto pipette) 2 ชุด	20,000	บาท
(2) ชุดทดลองการดูดซับ (Absorbing Beach) 1 ชุด	44,500	บาท
(3) เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO meter) 1 เครื่อง	30,000	บาท
(4) เครื่องสูบแบบรีด (Peristaltic pump) 2 เครื่อง	50,000	บาท
(5) แผ่นจานให้ความร้อน (Hot plate) 1 เครื่อง	30,000	บาท
(6) ชุดควบคุมอุณหภูมิระบบหมุนเวียน (Temperature controller and circulation) 1 เครื่อง	30,000	บาท
(7) ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแสดงตัวเลข 5 ชุด	425,000	บาท
(8) ชุดเครื่องมือฝึกสำหรับห้องปฏิบัติการศึกษาการทำงาน 1 ชุด	25,000	บาท
(9) เครื่องกลึงโลหะ 1 เครื่อง	600,000	บาท
(10) ชุดกรองเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย (Stirred Filtration cells) 1 ชุด	55,000	บาท
(11) ตู้อบสำหรับควบคุมอุณหภูมิ (Oven) 3 ชุด	360,000	บาท
(12) เครื่องเชื่อม (TIG) 1 ชุด	120,000	บาท
(13) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง 2 ชุด	120,000	บาท

(14) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) 1 ชุด 300,000 บาท

(15) ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงพร้อมซอฟต์แวร์ 1 เครื่อง 1,900,000 บาท

(16) โปรแกรมสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ 1 ชุด 250,000 บาท

(17) เครื่องกัดและสแกนชิ้นงาน 3 มิติ ขนาดเล็ก 1 ชุด 500,000 บาท

(18) เครื่องพับแบบคันโยก 1 เครื่อง 300,000 บาท

(19) เครื่องมือวัดและวิเคราะห์สัญญาณ (specturm & network analyzer) 1 ชุด 800,000 บาท

(20) ชุดตะแกรงมาตรฐานพร้อมเครื่องสั่น 1 ชุด 450,000 บาท

(21) โมบายโรบอท 1 ตัว 250,000 บาท

(22) เครื่องขัดตัวอย่าง (Grinding and Polishing Machine) 1 ชุด 210,000 บาท

(23) ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสพร้อมซอฟต์แวร์ 2 ชุด 2,800,000 บาท

(24) เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัม (Syste Analyzer) 1 เครื่อง 3,000,000 บาท

(25) ออสซิลโลสโคปแบบบันทึกสัญญาณได้จำนวน 2 ช่องสัญญาณ (2 CH Digital Storage Oscilloscope) 5 เครื่อง 350,000 บาท

(26) เครื่องวัดแรงดันของน้ำในดิน (Tensiometer) 1 ชุด 44,000 บาท

(27) เครื่องหาตำแหน่งเหล็กเสริมในโครงสร้าง 1 ชุด 300,000 บาท

(28) เครื่องจักรอัตโนมัติ EDM (Electro discharge Machine) แบบ Sinker 1 ชุด 1,500,000 บาท

(29) ชุดเครื่องวิเคราะห์วัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG) 1 เครื่อง 240,000 บาท

สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์

(1) เครื่องสร้างสัญญาณเทียม ค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด 1 ชุด 270,000 บาท

วิทยาเขตภูเก็ต

(1) ชุดหุ่นยนต์ดิจิตอล 4 ตัว 200,000 บาท

5.1.5 ครุภัณฑ์โครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์ประกอบ 60,000 บาท

(1) เครื่องแม่ข่ายสำหรับฐานข้อมูล (Database Server) 1 ชุด 60,000 บาท

5.1.6 ครุภัณฑ์อื่นๆ 30,000 บาท

(1) ไมโครโฟนไร้สาย 1 ชุด 30,000 บาท

5.2 ที่ดิน สิ่งก่อสร้าง 1 ปี 6,091,000 บาท

(1) ซ่อมแซมโครงเหล็กรับหลังคาลูกโดมอาคารสตางค์ มงคลสุข 2,224,000 บาท

(2) ต่อเติมอาคารชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี 2,670,000 บาท

(3)) ปรับปรุงระบบไฟฟ้าวงจรย่อย อาคารบรรยายกลางและอาคารโรงหล่อโลหะ 1,197,000 บาท

6. โครงการพัฒนาบุคลากร 45,000 บาท

6.1 “การอบรมเชิงปฏิบัติการจิตตปัญญาศึกษา : การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง” 45,000 บาท

1.2 ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ 22,000 บาท

1. งบเงินอุดหนุน 22,000 บาท

1.1 โครงการฝึกอบรม “การฝึกอบรมถ่ายทอดการผลิตแก๊สชีวภาพสู่ชุมชน” (ภาควิชาวิศวกรรมเคมี) 22,000 บาท

2. แผนงาน : สนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

2.1 ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี **6,603,600 บาท**

1. งบเงินอุดหนุน **6,603,600 บาท**

(1) เงินอุดหนุนทั่วไป **6,551,580 บาท**

(ขอปัดเลขกลม 6,551,600 บาท)

1	การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว	500,000 บาท
2	การพัฒนาฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และการลดสัญญาณรบกวนในสัญญานไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยการแปลงเวฟเล็ต	500,000 บาท
3	ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับสวนปาล์มน้ำมัน	253,000 บาท
4	การสกัดและแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนและการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุน	
4.1	โครงการย่อยที่ 1 การสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง	283,000 บาท
4.2	โครงการย่อยที่ 2 การแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน	278,000 บาท
4.3	โครงการย่อยที่ 3 การผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุน	218,000 บาท
5	การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนเครื่องดีแคนเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน	260,000 บาท
6	พฤติกรรมภายใต้การดัดและการเฉือนของคานไม้ยางพาราประกอบเสริมกำลังด้วยวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใย	246,000 บาท
7	การเชื่อมในสถานะกึ่งของแข็งของอะลูมิเนียม ผสมซึ่งได้จากการหล่อกึ่งของแข็ง	500,000 บาท
8	การพัฒนาวัสดุผสมพอลิเมอร์รีไซเคิล-ขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมันเป็นหมอนรองรางรถไฟ	298,400 บาท
9	การศึกษาลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทอากาศร้อนที่สร้างจากห้องเผาไหม้แบบพัลส์	355,000 บาท
10	การสังเคราะห์ฟิล์มหลายหน้าที่ระดับนาโนสำหรับกระจกประหยัดพลังงาน	311,400 บาท
11	การสังเคราะห์และการอัดแน่นวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์โดยกระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง	342,000 บาท
12	การพัฒนากระบวนอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยงเพื่อการผลิตผงโลหะสังกะสี	480,000 บาท
13	การศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดินเผาที่ผสมของเสียกากขี้แป้งเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	337,000 บาท
14	เครื่องตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมบนต้น	392,000 บาท
15	การประเมินเสถียรภาพทางสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ของเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนคลองสะเดา	350,280 บาท

16	การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ขี้ตะกรันที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็ก	246,000 บาท
17	อุปกรณ์วัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง	401,500 บาท

(2) เงินอุดหนุนสำหรับโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และศูนย์วิจัย **52,000 บาท**

1	โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	38,000 บาท
2	โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	14,000 บาท

แบบแสดงข้อมูลพื้นฐานของ งาน/โครงการ

	รหัส	ชื่อ
กระทรวง		ศึกษาธิการ
หน่วยงาน		มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แผนงาน		ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของงาน/โครงการ (หน่วย : ล้านบาท ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

รหัสบัญชีงาน/โครงการ	ชื่องาน/โครงการ	คำของบประมาณปี 2555
0102	ผลผลิต:ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)	122.6232

สถานภาพของงาน/โครงการ

☒ งานเดิม ☐ งานใหม่

☐ โครงการเดิม ☐ โครงการใหม่

ประเภทของงาน/โครงการ

☐ พัฒนา ☒ ดำเนินการปกติ

หลักการและเหตุผล

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

วัตถุประสงค์ของงาน/โครงการ

- เพื่อผลิตบัณฑิตทางวิศวกรรมศาสตร์ให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน ในปริมาณที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด
- ศึกษาค้นคว้าวิจัยทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อแสวงหาเทคโนโลยีที่ทันสมัยอันจะนำไปสู่การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ
- ให้บริการด้านวิศวกรรมศาสตร์แก่ชุมชนในท้องถิ่นภาคใต้

ตัวชี้วัดการบรรลุวัตถุประสงค์	1. ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
	1.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ		
	1.1.1 จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา	885	คน
	1.1.2 จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าในแต่ละปี (นศ.ใหม่)	1,134	คน
	1.1.3 จำนวนนักศึกษาที่คงอยู่ (จำนวนนักศึกษาทั้งหมด)	4,360	คน
	1.1.4 ผู้สำเร็จการศึกษาที่ได้งานทำตรงสาขา	ร้อยละ	95

ตัวชี้วัดการบรรลุวัตถุประสงค์			
	1. ผลผลิต : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
	1.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (ต่อ)		
	1.1.5 จำนวนโครงการ/กิจกรรมพัฒนาบุคลากร	1	โครงการ
		35	คน
	1.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ		
	1.2.1 ร้อยละผู้สำเร็จการศึกษาจบการศึกษาตามมาตรฐานหลักสูตร	ร้อยละ	100
	1.2.2 ผู้สำเร็จการศึกษาได้งานทำหรือศึกษาต่อภายในระยะเวลา 6 เดือนหลังจากจบ	ร้อยละ	85
	1.2.3 ร้อยละของนายจ้างมีความพึงพอใจต่อผลการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี	(คะแนนเต็ม 5)	4.3
	1.2.4 บุคลากรสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในการพัฒนาตนเอง	ร้อยละ	85
	1.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา		
	1.3.1 ร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษาจบการศึกษาตามหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด		
	- ระดับปริญญาตรี	ร้อยละ	55
	- ระดับบัณฑิตศึกษา		
	1) ปโท	ร้อยละ	25
	2) ปเอก	ร้อยละ	45
	1.3.2 ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้งานทำศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพอิสระภายในระยะเวลา 1 ปี	ร้อยละ	90
	1.3.2 ร้อยละของโครงการ/กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ	100
	2.ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ		
	2.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ		
	2.1.1 จำนวนโครงการ/กิจกรรมบริการวิชาการแก่สังคม	เรื่อง	1
	2.1.2 จำนวนผู้รับบริการ	คน	40
	2.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ		
	2.2.1 ร้อยละความพึงพอใจของผู้รับบริการ	ร้อยละ	80
	2.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา		
	2.3.1 ร้อยละของโครงการ/กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ	100
	(ข้อ 2.1-2.3 นับเฉพาะโครงการจาก งปม.แผ่นดิน)		

ตัวชี้วัด	3.ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี		
การบรรลุวัตถุประสงค์	<u>3.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ</u>		
	3.1.1 จำนวนโครงการวิจัย		
	1) จำนวนโครงการวิจัยใหม่	โครงการ	13
	2) จำนวนโครงการวิจัยต่อเนื่อง	โครงการ	6
	3.1.2 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จ	โครงการ	10
	3.1.3 จำนวนงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ	บทความ	50
	3.1.4 จำนวนงานวิจัย/นวัตกรรมที่ได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาหรืออนุสิทธิบัตร	เรื่อง	5
	<u>3.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ</u>		
	3.2.1 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงในวารสารวิชาการหรือในฐานข้อมูลระดับชาติหรือระดับนานาชาติ	โครงการ	70
	3.2.2 จำนวนผลงานวิจัย/นวัตกรรมที่นำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์/ประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน	โครงการ	5
	3.2.3 จำนวนผลงานวิจัยเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด	ผลงาน	19
	<u>3.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา</u>		
	3.3.1 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด	ร้อยละ	25

สศ.10

2. เป้าหมายผลผลิตและแผนปฏิบัติงาน

2.1 เป้าหมายผลผลิต

ผลผลิต - ดัชนีชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ ปี 2553 แผน/ผล	งบประมาณ ปี 2554	ประมาณการเป้าหมาย			
				ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
1. ผลผลิต:ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)*							
1.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
1.1.1 จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา		758/629	793	885	925	955	955
- ป.ตรี	คน	625/477	650	725	750	780	780
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	70/81	70	80	90	90	90
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	60/66	65	70	75	75	75
- ป.เอก	คน	3/5	8	10	10	10	10
1.1.2 จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าในแต่ละปี (นศ.ใหม่)		1,209/1,139	1,121	1,134	1,137	1,139	1,139
- ป.ตรี	คน	913/898	803	803	803	803	803
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	123/84	143	156	156	156	156
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	140/136	140	140	140	140	140
- ป.เอก	คน	33/21	35	35	38	40	40
1.1.3 จำนวนนศ.ที่คงอยู่ (จำนวนนศ.ทั้งหมด)		3,919/4,103	4,306	4,360	4,385	4,390	4,405
- ป.ตรี	คน	3,109/3,404	3,438	3,465	3,465	3,465	3,465
- ป.โท (ภาคปกติ)	คน	351/287	388	399	420	420	420
- ป.โท (ภาคสมทบ)	คน	388/332	392	392	392	392	400
- ป.เอก	คน	71/80	88	104	108	113	120
1.1.4 ผู้สำเร็จการศึกษาที่ได้งานทำตรงสาขา	ร้อยละ	93.31	95	95	95	95	95
1.1.5 จำนวนโครงการ/กิจกรรมพัฒนาบุคลากร	เรื่อง	-	-	1	1	2	2
	คน	-	-	35	40	70	80
1.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
1.2.1 ร้อยละผู้สำเร็จการศึกษาจบการศึกษาตามมาตรฐานหลักสูตร	ร้อยละ	100	100	100	100	100	100
1.2.2 ผู้สำเร็จการศึกษาได้งานทำหรือศึกษาต่อภายในระยะเวลา 6 เดือนหลังจากจบ**	ร้อยละ	84.1	85	85	85	90	90

ผลผลิต - ดัชนีชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ ปี 2553 แผน/ผล	งบประมาณ ปี 2554	ประมาณการเป้าหมาย			
				ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
1.2.3 ร้อยละของนายจ้างมีความพึงพอใจต่อผลการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี	ร้อยละ	3.75	4.2	4.3	4.3	4.5	4.5
1.2.4 บุคลากรสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในการพัฒนาตนเอง	ร้อยละ	-	-	85	85	85	85
1.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
1.3.1 ร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษาจบการศึกษาตามหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด							
- ระดับปริญญาตรี	ร้อยละ	43.14	50	55	60	70	70
- ระดับปริญญาโท	ร้อยละ	17.27	20	25	25	30	30
- ระดับปริญญาเอก	ร้อยละ	37.5	40	45	45	50	50
1.3.2 ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้งานทำ ศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพอิสระภายในระยะเวลา 1 ปี	ร้อยละ	84.1	90	90	90	90	90
- ร้อยละของโครงการ/กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ	100	100	100	100	100	100
2. ผลผลิต:ผลงานการให้บริการวิชาการ (คณะวิศวกรรมศาสตร์)							
2.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
2.1.1 จำนวนโครงการ/กิจกรรมบริการวิชาการแก่สังคม	โครงการ	1	2	1	3	5	5
2.1.2 จำนวนผู้เข้ารับบริการ	คน	40	65	40	85	90	90
2.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
- ร้อยละความพึงพอใจของผู้รับบริการ	ร้อยละ	85	85	80	85	90	90

ผลผลิต - ดัชนีชี้วัด	หน่วยนับ	งบประมาณ ปี 2553 แผน/ผล	งบประมาณ ปี 2554	ประมาณการเป้าหมาย			
				ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
2.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
- ร้อยละของโครงการ/กิจกรรมที่แล้วเสร็จตามระยะเวลา	ร้อยละ	100	100	100	100	100	100
3. ผลผลิต:ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)							
3.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ							
3.1.1 จำนวนโครงการวิจัย							
1) จำนวนโครงการวิจัยใหม่	โครงการ	19	14	13	18	20	20
2) จำนวนโครงการวิจัยต่อเนื่อง	โครงการ	10	3	6	8	10	10
3.1.2 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จ	โครงการ	17	11	10	15	20	20
3.1.3 จำนวนงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ	บทความ	45	50	50	55	55	60
3.1.4 จำนวนงานวิจัย/นวัตกรรมที่ได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาหรืออนุสิทธิบัตร	ชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5
3.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ							
3.2.1 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงในวารสารวิชาการหรือในฐานข้อมูลระดับชาติหรือระดับนานาชาติ	โครงการ	62	65	70	70	75	75
3.2.2 จำนวนผลงานวิจัย/นวัตกรรมที่นำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์/ประโยชน์ต่อสังคมชุมชน	โครงการ	4	5	5	5	5	5
3.2.3 จำนวนผลงานวิจัยเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด	ผลงาน	29	17	19	26	30	30
3.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา							
3.3.1 จำนวนโครงการวิจัยที่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด	ร้อยละ	-	25	25	25	50	50

หมายเหตุ 1. * ผลผลิตที่ 1 และ 3 (3.1.3,3.1.4,3.2) เป็นรายงานผลของปีงบประมาณ/ปีการศึกษา 2552

2. **ผู้สำเร็จการศึกษาได้งานทำหรือศึกษาต่อภายในระยะเวลา 6 เดือนหลังจากจบ เป็นข้อมูลจากรายงานภาวะการหางานทำและความพึงพอใจของบัณฑิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์รุ่นปีการศึกษา 2551 (กองแผนงาน)

2.2 แผนปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณปี 2555

หน่วย : ล้านบาท

กิจกรรม	หน่วยนับ	แผนปฏิบัติงาน		งวดที่ 1		งวดที่ 2		งวดที่ 3	
		ปริมาณงาน	งบประมาณ	ปริมาณงาน	งบประมาณ	ปริมาณงาน	งบประมาณ	ปริมาณงาน	งบประมาณ
ผลผลิตที่ 1			**122.6232**		**45.0013**		**47.6853**		**29.9366**
1.จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา	คน	885			45.0013	885	47.6403		29.9366
2.จำนวนนักศึกษารับเข้าใหม่	คน	1,134						1,134	
3.จำนวนนักศึกษาทั้งหมด	คน	4,360		4,360		4,360		4,360	
4.จำนวนการจัดอบรมและสัมมนา	เรื่อง	1	0.0450			1	0.0450		
	คน	35				35			
ผลผลิตที่ 2			**0.0220**		**-**		**0.0220**		
1.จำนวนการจัดอบรมและสัมมนา	เรื่อง	1				1			
2.จำนวนผู้รับบริการ	คน	40				40			
ผลผลิตที่ 3			**6.5516**		**6.5516**				
1.จำนวนโครงการวิจัยใหม่	โครงการ	13	4.5196	13	7.0522				
2.จำนวนโครงการวิจัยต่อเนื่อง	โครงการ	6	2.0320	6	1.6975				

3. งบประมาณรายจ่ายของงาน/โครงการ ปีงบประมาณ 2554 - 2558 (จำแนกตามผลผลิต)

การผลิตบัณฑิต (หน่วย : ล้านบาท ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

รายจ่าย	งบประมาณปี 2554	คำของบประมาณปี 2555	ประมาณการปี 2556	2557	2558
เงินงบประมาณ	**96.9738**	**122.6232**	**135.1695**	**149.2551**	**165.3888**
งบบุคลากร	**89.1560**	**86.5703**	**91.9560**	**97.4489**	**103.2714**
- เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	88.7790	86.3666	91.5486	97.0415	102.8640
- ค่าจ้างชั่วคราว	0.3770	0.2037	0.4074	0.4074	0.4074
- ค่าจ้างลูกจ้างสัญญาจ้าง					
งบดำเนินงาน	**7.8178**	**10.2609**	**12.2631**	**14.6657**	**17.5488**
- ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ	7.5678	10.0109	12.0131	14.4157	17.2988
- ค่าสาธารณูปโภค	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
งบลงทุน	**0.0000**	**25.7920**	**30.9504**	**37.1405**	**44.5686**
- ค่าครุภัณฑ์	-	19.7010	23.6412	28.3694	34.0433
(ภาระผูกพันตามสัญญา)					
(ภาระผูกพันตามมาตรา 23)					
(ค่าครุภัณฑ์อื่นๆ)					
- ค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง	-	6.0910	7.3092	8.7710	10.5252
(ภาระผูกพันตามสัญญา)					
(ภาระผูกพันตามมาตรา 23)					
- ค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง (สิ่งก่อสร้างผูกพันใหม่)	-	-	-	-	-
งบเงินอุดหนุน					
- เงินอุดหนุนทั่วไป					
- เงินอุดหนุนเฉพาะกิจ					
งบรายจ่ายอื่น					
เงินนอกงบประมาณ					
งบประมาณเงินรายได้	**61.7633**	**67.2006**	**73.2081**	**80.1741**	**88.0061**
งบบุคลากร	6.3330	6.7130	7.1158	7.5427	7.9954
งบดำเนินงาน	18.5150	19.4408	20.4128	21.4334	22.5050
งบลงทุน	4.4000	5.2800	6.3360	7.9200	9.9000
งบเงินอุดหนุน	27.8723	30.6595	33.7255	37.0981	40.8079
งบรายจ่ายอื่น	4.6430	5.1073	5.6180	6.1798	6.7978
รวมเงินงบประมาณและเงินนอกงบประมาณ	**158.7371**	**189.8238**	**208.3776**	**229.4292**	**253.3949**

วศ.15

แบบแสดงคำของบประมาณรายจ่ายประจำปี 2555

จำแนกตามงาน/โครงการ-ประเภทงบประมาณ-ประเภทรายจ่าย-ปีงบประมาณ

แบบ กผ.3

กระทรวง ศึกษาธิการ

กรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แผนงาน ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์) หน่วย : บาท

1	2	3												4		
ประเภทงบประมาณ	งบประมาณ															
	ปีงบประมาณ 2554	ปีงบประมาณ 2555												ปีงบประมาณ 2556	ปีงบประมาณ 2557	ปีงบประมาณ 2558
		เงินเดือน	ค่าจ้างประจำ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	ค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง	เงินอุดหนุน	รายจ่ายอื่น	รวม			
รวมทั้งสิ้น	**96,973,800**	**80,221,100**	**6,145,500**	**203,700**	**3,821,400**	**812,800**	**5,376,700**	**-**	**19,701,000**	**6,091,000**	**-**	**-**	**122,623,200**	**135,169,500**	**149,255,100**	**165,388,800**
1. รายจ่ายผูกพันตามสัญญา																
2. รายจ่ายผูกพันตามมติคณะรัฐมนตรี - ตามหลักการ																
3. รายจ่ายผูกพันตามมติคณะรัฐมนตรี - ตามมาตรา 23																
4. รายจ่ายเพื่อรักษางานเดิม	96,973,800	80,221,100	6,145,500	203,700	3,821,400	812,800	5,376,700	250,000	4,617,500	2,224,000	-	-	103,672,700	108,135,620	111,941,325	124,041,600
5. รายจ่ายเพื่อปรับปรุงงานเดิม	-	-	-	-	-	-	-	-	15,083,500	3,867,000	-	-	18,950,500	27,033,880	37,313,775	41,347,200
6. รายจ่ายเพื่อกิจกรรมใหม่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. รายจ่ายผูกพันตามโครงการต่อเนื่อง																
8. งาน/โครงการใหม่																

วศ. 17

งบประมาณรายจ่ายและเงินนอกงบประมาณของงาน/โครงการประจำปี 2555

จำแนกตามหมวดรายจ่าย

แบบ กผ. 4

กระทรวง ศึกษาธิการ

กรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)

1	2							3
รายการ	เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์ที่ดินและสิ่งก่อสร้าง	เงินอุดหนุน	รายจ่ายอื่น	รวม
1.ปีงบประมาณ 2553								
-รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	87,369,779	408,565	10,789,251.60	237,456.92	32,335,708.85	-	-	131,140,761.37
-กันเงินไว้เบิกจ่ายเหลื่อมปี	-	-	-	-	-	-	-	-
-เงินนอกงบประมาณ	-	6,549,832.50	20,383,702.38	201,845.20	4,015,730.80	18,238,810.26	3,750,484.98	53,140,406.12
2.ปีงบประมาณ 2554								
-เงินงบประมาณ	88,779,000	377,000	7,567,800	250,000	-	-	-	96,973,800
-เงินนอกงบประมาณ	-	6,333,000	18,200,000	315,000	4,400,000	27,872,300	4,643,000	61,763,300
3.คำของบประมาณปี 2555								
-เงินงบประมาณ	86,366,600	203,700	10,010,900	250,000	25,792,000	-	-	122,623,200
-เงินนอกงบประมาณ	-	6,713,020	19,110,000	330,800	5,280,000	30,659,500	5,107,300	67,200,620
4.ประมาณการปีงบประมาณ 2556								
-เงินงบประมาณ	91,548,600	407,400	12,013,100	250,000	30,950,400	-	-	135,169,500
-เงินนอกงบประมาณ	-	7,115,800	20,065,500	347,300	6,336,000	33,725,500	5,618,000	73,208,100

1	2							3
รายการ	เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์ที่ดินและสิ่งก่อสร้าง	เงินอุดหนุน	รายจ่ายอื่น	รวม
5.ประมาณการปีงบประมาณ 2557								
-เงินงบประมาณ	97,041,500	407,400	14,415,700	250,000	37,140,500	-	-	149,255,100
-เงินนอกงบประมาณ	-	7,542,700	21,068,800	364,700	7,920,000	37,098,100	6,179,800	80,174,100
6.ประมาณการปีงบประมาณ 2558								
-เงินงบประมาณ	102,864,000	407,400	17,298,800	250,000	44,568,600	-	-	165,388,800
-เงินนอกงบประมาณ	-	7,995,300	22,122,200	382,900	9,900,000	40,807,900	6,797,800	88,006,100

แบบสรุปคำของบประมาณหมวดเงินเดือนและค่าจ้างประจำ **แบบ กผ.5**

ปีงบประมาณ 2555

กระทรวง ศึกษาธิการ

กรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)	(3)								(4)					(5)
		อัตราเดิม								อัตราใหม่					
		จำนวน													
ลำดับที่	รายการ	อัตรามีคนครอง	เงินทั้งปี	อัตราว่างปีงบประมาณปัจจุบัน				เงินประจำตำแหน่ง/เงินเพิ่มค่าจ้าง		ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเดือน	จำนวนเงิน	วงเงินงบประมาณปีที่ขอตั้ง
				เกษียณ	เงินทั้งปี	เสียชีวิต/ลาออก	เงินทั้งปี	อัตรา	เงินทั้งปี						
	รวมทั้งสิ้น	**206**	**66,835,460**	**-**	**-**	**-**	**-**	**207**	**19,975,100**						**86,810,560**
1	เงินเดือนอัตราเดิม														(ขอปัดเลขกลม
	- ข้าราชการสาย ก	109	41,634,500	-	-	-	-	91	8,804,400						86,366,600 บาท)
	- ข้าราชการสาย ข	20	6,549,500	-	-	-	-	3	151,200						
	- ข้าราชการสาย ค	44	12,853,900	-	-	-	-	10	724,800						
	รวม	173	61,037,900					104	9,680,400						

(1)	(2)	(3)								(4)					(5)
		อัตราเดิม								อัตราใหม่					
		จำนวน													
ลำดับที่	รายการ	อัตรามีคนครอง	เงินทั้งปี	อัตราว่างปีงบประมาณปัจจุบัน				เงินประจำตำแหน่ง/เงินเพิ่มค่าจ้าง/เงินช่วยเหลือค่าครองชีพพิเศษ		ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเดือน	จำนวนเงิน	วงเงินงบประมาณปีที่ขอตั้ง
				เกษียณ	เงินทั้งปี	เสียชีวิต/ลาออก	เงินทั้งปี	อัตรา	เงินทั้งปี						
	ค่าตอบแทนรายเงินเดือน - บริหาร - วิชาการ							13 90	1,184,400 8,762,400						
	รวม			-	-	-	-	103	9,946,800						
2	ค่าจ้างประจำ	33	5,797,560	-	-	-	-	-	347,854						
	รวม	33	5,797,560	-	-	-	-	-	347,854						

วศ. 21

รายละเอียดคำของบประมาณรายการเงินประจำตำแหน่ง **แบบ กผ.6**

ปีงบประมาณ 2555

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะ/หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)	(3) อัตราเดิม				(4) อัตราใหม่				หมายเหตุ
ลำดับที่	ชื่อตำแหน่ง (เงินเดือน)	ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเงินทั้งปี	ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเงินทั้งปี	
	รวมทั้งสิ้น			**104**	**9,680,400**					
	เงินประจำตำแหน่ง									
1	**ประเภทบริหาร (บ.)**			**10**	**724,800**					
	คณบดี		10,000	1	120,000					
	รองคณบดี		5,600	6	403,200					
	หัวหน้าภาควิชา		5,600	3	201,600					
2	**ประเภทวิชาการ**			**91**	**8,804,400**					
	ผศ.	8	5,600	41	2,755,200					
		7	3,500	1	42,000					
	รศ.	10	9,900	1	118,800					
		9	9,900	43	5,108,400					
	ศ.	10	13,000	5	780,000					

(1)	(2)	(3) อัตราเดิม				(4) อัตราใหม่				หมายเหตุ
ลำดับที่	ชื่อตำแหน่ง (เงินเดือน)	ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเงินทั้งปี	ระดับ	อัตราเงินเดือน	จำนวนอัตรา	จำนวนเงินทั้งปี	
3	**ประเภทวิชาชีพเฉพาะ(วช.)**			**3**	**151,200**					
	ชำนาญการ(ช.)หรือเชี่ยวชาญเฉพาะ(ชช.)									
	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	8	5,600	1	67,200					
	นักวิชาการเงินและบัญชีชำนาญการ	8	3,500	1	42,000					
	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ	8	3,500	1	42,000					

วศ. 23

แบบรายละเอียดคำของบประมาณค่าจ้างชั่วคราว **แบบ กผ.7**

ปีงบประมาณ 2555

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะ/หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1) ลำดับที่	(2) ประเภท-ตำแหน่ง	(3) ปีงบประมาณ 2554			(4) คำของบประมาณปี 2555			(5) คำชี้แจง
		อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	จำนวนเงิน	อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	จำนวนเงิน	
	รวมทั้งสิ้น		**1**	**377,000**		**1**	**203,700**	
	ลูกจ้างรายเดือน							
1	**ผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ**		**1**	**377,000**		**1**	**203,700**	
					33,950	1	203,700	- เพื่อรองรับภาระงานด้านการเรียนการสอน และ/หรือการวิจัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่ยังไม่มีอาจารย์ชาวต่างประเทศ **- ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล** อัตราที่ 1 เป็นอัตราจ้างใหม่ คือ Prof.Miodrag Zlokolica - ภาระงานที่รับผิดชอบ 1. วางรากฐานการเรียนการสอน และงานวิจัยในสาขากลศาสตร์ประยุกต์ 2. เป็นผู้ประสานงานความร่วมมือระหว่างภาควิชากับ University of Novi Sad และมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ในการวิจัยด้านต่าง ๆ 3. พัฒนาความรู้ความสามารถของนักศึกษาในด้านการออกแบบและกลไก 4. พัฒนาความรู้ความเข้าใจภาษาอังกฤษของนักศึกษา 5. สอนวิชา 215-324 Mechanical of Machines

(1) ลำดับที่	(2) ประเภท-ตำแหน่ง	(3) ปีงบประมาณ 2554			(4) คำของบประมาณปี 2555			(5) คำชี้แจง
		อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	จำนวนเงิน	อัตราค่าจ้าง	จำนวนอัตรา	จำนวนเงิน	
								6. เป็นที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ นศ.ป.โท **ภาระงานอื่น ๆ** 1. ร่วมกับอาจารย์ในการทำวิจัยในสาขากลศาสตร์ประยุกต์ 2. ร่วมกับอาจารย์ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการการออกแบบ และห้องปฏิบัติการทางกลศาสตร์เครื่องจักรกล

แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ

แบบ กผ.8

ปีงบประมาณ 2555

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะ/หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2553		งบประมาณ ปี 2554	คำของบประมาณ ปี 2555	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่ายเหลื่อมปี			
รวมทั้งสิ้น	**8,402,593.42**		**7,567,800**	**9,965,900**	
ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ	**8,402,593.42**		**7,567,800**	**9,965,900**	**คณะฯ ได้บริหารการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตโดยใช้เงินรายได้สมทบในปีงบประมาณ 2553 เป็นเงิน 20.38 ล้านบาท เพิ่มจากปี 2552 ร้อยละ 9.3**
1. ค่าตอบแทน	**2,422,724.50**		**2,598,000**	**3,821,400**	
1.1 ค่าเช่าบ้าน	17,500.00		42,000	42,000	- เป็นค่าเช่าบ้านของข้าราชการระดับ 7 จำนวน 1 อัตรา x 12 เดือน x 3,500 บาท
1.2 ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ	1,720,430.50		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 65 คน x 2,500 บาท x 5 เดือน= 812,500 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 3 รายการ รายการที่ 1 ซ่อมแซมโครงเหล็กรับหลังคาลูกโดมอาคารสตางค์ มงคลสุข

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2553		งบประมาณ ปี 2554	คำของบประมาณ ปี 2555	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่าย เหลื่อมปี			
					ค่าควบคุมงาน 120 วัน คิด 90% = 108 วัน x หัวหน้า/ผู้ควบคุมงาน = 250/200 บาท รวมเป็นเงิน 48,600 บาท รายการที่ 2 ต่อเติมอาคารชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ค่าตรวจการจ้าง 3 งวด x 350 บาท x 4 คน = 4,200 บาท และ ค่าควบคุมงาน 150 วัน คิด 90% = 135 วัน x หัวหน้า/ผู้ควบคุมงาน = 250 /200 บาท รวมเป็นเงิน 60,750 บาท รายการที่ 3 ปรับปรุงระบบไฟฟ้าอาคารบรรยายกลางและอาคารโรงหล่อโลหะ ค่าตรวจการจ้าง 2 งวด x 250 บาท x 2 = 1,000 บาท และค่าควบคุมงาน 60 วัน คิด 90 % = 54 วัน x ผู้ควบคุมงาน 200 บาท x 2 รวมเป็นเงิน 21,600 บาท รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 141,750 บาท (ปัดเลขกลม 141,700 บาท) 5. เป็นค่าล่วงเวลาของอาจารย์ ครู ข้าราชการ และลูกจ้างในช่วงที่มีงาน เร่งด่วน จำนวน 25 คน x 30 วัน x 200 บาท รวม 150,000 บาท
1.3 เงินตอบแทนพิเศษ	684,794			712,200	- เพื่อเป็นงบประมาณที่เบิกจ่ายตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเงินค่าตอบแทนพิเศษของข้าราชการและลูกจ้างประจำ ผู้ได้รับเงินเดือนหรือค่าจ้างถึงขั้นสูงสุดของอันดับหรือตำแหน่ง พ.ศ. 2544
2. ค่าใช้สอย	**2,337,734.42**		**489,200**	**767,800**	
2.1 ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก และค่าพาหนะ	1,015,824.13		135,000	162,000	-เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางของข้าราชการและลูกจ้างเพื่อประชุม สัมมนา ฝึกอบรม สอบคัดเลือกและศึกษาต่อ นำนักศึกษาออกทัศนศึกษาโรงงาน โรงจักร เหมืองแร่ และติดต่อราชการอื่น และเนื่องจากคณะวิศวฯ เป็นสถาบันที่ตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาค

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2553		งบประมาณ ปี 2554	คำของบประมาณ ปี 2555	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่าย เหลื่อมปี			
					ฝึกอบรม ประชุม สัมมนาทางวิชาการต่าง ๆ เพื่อติดตามความก้าวหน้าทางวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ส่วนกลาง เฉลี่ยสำหรับข้าราชการและลูกจ้าง คนละ 1 ครั้ง
2.2 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	415,088.59		128,300	154,000	1. ค่าซ่อมแซมยานพาหนะ รถบัสปรับอากาศ 1 คัน รถไมโครบัส (รถตู้) 4 คัน รถสเตชั่นแวคอน 2 คัน รถบรรทุกเล็ก 1 คัน รถจักรยานยนต์ 3 คัน 2. ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมครุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานมานานของภาควิชาต่างๆ 3. เป็นค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมสิ่งก่อสร้าง และระบบไฟฟ้าภายใน ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้อยู่ในสภาพดีดังเดิม
2.3 ค่าจ้างเหมาบริการและอื่นๆ	906,821.70		225,900	451,800	เป็นค่าจ้างเหมาบริการประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ก. ค่าจ้างเหมาทำความสะอาด ทดแทนงานเดิมที่ลูกจ้างประจำทำอยู่ และเกษียณอายุฯ ประกอบด้วย - อาคารภาควิชาวิศวกรรม (ไฟฟ้า เครื่องกล โยธา อุตสาหการ เคมี เหมืองแร่ฯ และคอมพิวเตอร์) - อาคารโรงหล่อ อาคารบรรยายกลาง สำนักงานฝ่ายบริการวิชาการ - อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น 1 และ ชั้น 2 **รวมพื้นที่ทั้งสิ้น 23,217.31 ตร.ม. (เฉพาะพื้นที่เดิม)** ข. ค่าจ้างเหมาพนักงานเดินหนังสือ ตามนโยบายลดอัตราลูกจ้างประจำโดยใช้วิธีการขยายการจ้างเหมาในการเดินหนังสือ ทดแทนอัตราลูกจ้างประจำที่เกษียณอายุฯ ตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา ค. ค่าจ้างเหมาบริการอื่น ๆ ดังนี้ - เป็นค่าจ้างในการเย็บเล่ม เข้าปกหนังสือ ตำราประกอบการสอน

(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
หมวดรายจ่าย-รายการ	งบประมาณปี 2553		งบประมาณ ปี 2554	คำของบประมาณ ปี 2555	คำชี้แจง
	รายจ่ายจริง ณ 30 กันยายน	กันไว้เบิกจ่าย เหลื่อมปี			
					- ค่าขนส่ง ค่าธรรมเนียม และเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ
3. ค่าวัสดุ	**3,642,134.50**		**4,480,600**	**5,376,700**	
3.3 วัสดุการศึกษา	3,642,134.50		4,480,600	5,376,700	- เป็นค่าวัสดุฝึกและค่าใช้จ่ายโครงงานนักศึกษาในระดับปริญญาตรี 12 สาขาวิชา ปริญญาโท 11 สาขาวิชา และปริญญาเอก 8 สาขาวิชา รวม 31 สาขาวิชา เป็นจำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี 3,465 คน ปริญญาโท 399 คน และปริญญาเอก 104 คน รวมทั้งสิ้น 3,968 คน

วศ. 29

แบบรายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภค

ปีงบประมาณ 2555

แบบ กผ.9

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ : ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะ/หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์

(1)	(2)			(3)			(4)	(5)			(6)
ประเภท	รายจ่ายจริงปีงบประมาณ 2553 (ณ 30 กันยายน 2553)			งบประมาณปี 2554			หนี้ค้างชำระสะสมถึงปีงบประมาณที่ผ่านมา	งบประมาณปี 2555			คำชี้แจง
	เงินงบประมาณ	เงินนอกงบประมาณ	รวมเงิน	เงินงบประมาณ	เงินนอกงบประมาณ	รวมเงิน		เงินงบประมาณ	เงินนอกงบประมาณ	รวมเงิน	
รวมทั้งสิ้น	**237,456.92**	**201,845.20**	**439,302.12**	**250,000**	**315,000**	**565,000**		**250,000**	**330,000**	**580,000**	
1. ค่าโทรศัพท์	65,920.42	197,981.20	263,901.62	250,000	250,000	500,000		250,000	250,000	500,000	- เพื่อเป็นค่าโทรศัพท์ที่คณะฯ ติดต่องานราชการทั้งส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น หรือบริเวณจังหวัดใกล้เคียง และ
2. ค่าไปรษณีย์โทรเลข	146,120	3,864.00	149,984.00		65,000	65,000			80,000	80,000	- เพื่อเป็นค่าติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานราชการทางไปรษณีย์โทรเลขทั้งภายในและต่างประเทศ
3. อื่นๆ	25,417										

สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการครุภัณฑ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

ลำดับความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
	ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ		**940,000**			
1	เครื่องเชื่อมชนิดทิกแบบใหม่หรือพลาสมา (Advanced Welding Machine) 1 ชุด	400,000	400,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	พัฒนา	วศ.33,35
2	เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์ 1 ชุด	300,000	300,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	พัฒนา	วศ.33,37
3	ท่อเซรามิกอาร์ซีเอ (work tube RCA) 1 ชุด	240,000	240,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.34,39
	ครุภัณฑ์สาขาความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมเคมี		**1,240,000**			
1	ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) 1 ชุด	300,000	300,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.41
2	เครื่องฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Autoinjector) 1 ชุด	350,000	350,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.41
3	ตู้ดูดควัน (Fume Hood) 1 ชุด	200,000	200,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.42
4	เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์แบบปราศจากไอออน (Ultra-Pure Water) 1 ชุด	250,000	250,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.43
5	ปั้มรีดปรับอัตราการไหล (Peristatic Pump) 2 ชุด	60,000	120,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.43
6	เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter) 4 ชุด	5,000	20,000	ภ.เคมี	พัฒนา	วศ.44
	ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย		**1,857,500**			
1	เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ 4 เครื่อง	45,000	180,000	สำนักงานเลขาฯ	ทดแทน	วศ.45,51
2	เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 บีทียู 7 ชุด	42,500	297,500	สำนักงานเลขาฯ	ทดแทน	วศ.46,52
3	ไมโครคอมพิวเตอร์ 5 ชุด	18,000	90,000	สำนักงานเลขาฯ	ทดแทน	วศ.47,53
4	เครื่องปรับอากาศขนาด 160,000 บีทียู 4 ชุด	300,000	1,200,000	สำนักงานเลขาฯ	ทดแทน	วศ.48,54
5	เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ 2 เครื่อง	45,000	90,000	ภ.อุตสาหการ	ทดแทน	วศ.49,55
	ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์		**15,103,500**			
1	ปิเปตอัตโนมัติ (Auto pipette) 2 ชุด	10,000	20,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.56

ลำดับความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
2	ชุดทดลองการดูดซับ (Absorbing Beach) 1 ชุด	44,500	44,500	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.56
3	เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO meter) 1 เครื่อง	30,000	30,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.57
4	เครื่องสูบแบบรีด (Peristaltic pump) 1 เครื่อง	50,000	50,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.57
5	แผ่นจานให้ความร้อน (Hot plate) 1 เครื่อง	30,000	30,000	ภ.โยธา	ทดแทน	วศ.58
6	ชุดควบคุมอุณหภูมิระบบหมุนเวียน (Temperature controller and circulation) 1 เครื่อง	30,000	30,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.58
7	ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแสดงตัวเลข 5 ชุด	85,000	425,000	ภ.เคมี	ทดแทน	วศ.58
8	ชุดเครื่องมือฝึกสำหรับห้องปฏิบัติการการศึกษาการทำงาน 1 ชุด	25,000	25,000	ภ.อุตสาหการ	ทดแทน	วศ.60
9	เครื่องกลึงโลหะ 1 เครื่อง	600,000	600,000	ภ.เครื่องกล	ทดแทน	วศ.61
10	ชุดกรองเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย (Stirred Filtration cells) 1 ชุด	55,000	55,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.61
11	ตู้อบสำหรับควบคุมอุณหภูมิ (Oven) 3 ชุด	120,000	360,000	ภ.เคมี	ทดแทน	วศ.62
12	เครื่องเชื่อม (TIG) 1 ชุด	120,000	120,000	ภ.เครื่องกล	พัฒนา	วศ.62
13	เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง 2 ชุด	60,000	120,000	ภ.เคมี	ทดแทน	วศ.63
14	ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) 1 ชุด	300,000	300,000	ภ.เคมี	ทดแทน	วศ.64
15	ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงพร้อมซอฟต์แวร์ 1 เครื่อง	1,900,000	1,900,000	ภ.ไฟฟ้า	พัฒนา	วศ.65
16	โปรแกรมสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ 1 ชุด	250,000	250,000	ภ.คอมพิวเตอร์	พัฒนา	วศ.66
17	เครื่องกัดและสแกนชิ้นงาน 3 มิติ ขนาดเล็ก 1 ชุด	500,000	500,000	ภ.เครื่องกล	พัฒนา	วศ.66
18	เครื่องพับแบบคันโยก 1 เครื่อง	300,000	300,000	ภ.เครื่องกล	พัฒนา	วศ.67
19	เครื่องมือวัดและวิเคราะห์สัญญาณ (specturm & network analyzer) 1 ชุด	800,000	800,000	ภ.คอมพิวเตอร์	พัฒนา	วศ.67
20	ชุดตะแกรงมาตรฐานพร้อมเครื่องสั่น 1 ชุด	450,000	450,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.68
21	โมบายโรบอท 1 ตัว	250,000	250,000	ภ.คอมพิวเตอร์	พัฒนา	วศ.69

ลำดับความสำคัญ	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หน่วยงาน/ภาควิชา	หมายเหตุ	หน้าที่
22	เครื่องขัดตัวอย่าง (Grinding and Polishing Machine) 1 ชุด	210,000	210,000	ภ.เหมืองแร่ฯ	ทดแทน	วศ.70
23	ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส พร้อมซอฟต์แวร์ 2 ชุด	1,400,000	2,800,000	ภ.ไฟฟ้า	พัฒนา	วศ.70
24	เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัม (Syste Analyzer) 1 เครื่อง	3,000,000	3,000,000	ภ.ไฟฟ้า	พัฒนา	วศ.71
25	ออสซิลโลสโคปแบบบันทึกสัญญาณได้ จำนวน 2 ช่องสัญญาณ (2 CH Digital Storage Oscilloscope) 5 เครื่อง	70,000	350,000	ภ.ไฟฟ้า	พัฒนา	วศ.72
26	เครื่องวัดแรงดันของน้ำในดิน (Tensiometer) 1 ชุด	44,000	44,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.73
27	เครื่องหาตำแหน่งเหล็กเสริมในโครงสร้าง 1 ชุด	300,000	300,000	ภ.โยธา	พัฒนา	วศ.73
28	เครื่องจักรอัตโนมัติ EDM (Electro discharge Machine) แบบ Sinker 1 ชุด	1,500,000	1,500,000	ภ.อุตสาหการ	พัฒนา	วศ.73
29	ชุดเครื่องวิเคราะห์วัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG) 1 เครื่อง	240,000	240,000	ภ.อุตสาหการ	พัฒนา	วศ.75
	สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์		**270,000**			
1	เครื่องสร้างสัญญาณเทียม ค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด 1 ชุด	270,000	270,000	ภ.ไฟฟ้า	พัฒนา	วศ. 77
	วิทยาเขตภูเก็ต		**200,000**			
1	ชุดหุ่นยนต์ดิจิตอล 4 ตัว	50,000	200,000	ภ.คอมพิวเตอร์ (ภูเก็ต)	พัฒนา	วศ.78
	ครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์/เทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์ประกอบ		**60,000**			
1	เครื่องแม่ข่ายสำหรับฐานข้อมูล (Database Server) 1 ชุด	60,000	60,000	ภ.คอมพิวเตอร์ (ภูเก็ต)	พัฒนา	วศ.79
	ครุภัณฑ์อื่นๆ		**30,000**			
1	ไมโครโฟนไร้สาย 1 ชุด	30,000	30,000	สำนักงานเลขาฯ	พัฒนา	วศ.80
	รวม		**19,701,000**			

วศ. 33

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

แผนงาน: ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ:ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

1) ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษาและบริการวิชาการ

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**940,000**				
1	**เครื่องเชื่อมชนิดทิกแบบใหม่หรือพลาสมา**	1	400,000	400,000	1 ชุด	-	-	
	(Advanced TIG or Plasma Welding Machine)	ชุด			**ครุภัณฑ์พัฒนา**			
					เดิมไม่มี			
	เป็นเครื่องเชื่อมเทคนิคใหม่ ซึ่งพัฒนามาจากการเชื่อม				เพื่อใช้ในการเรียน-การสอน ในรายวิชา 237-421 Metallurgy of Metal Joining และ			
	ชนิดทิก (TIG) แบบเดิม โดยใช้พลาสมา (Plasma)				เพื่อใช้ในงานวิจัยทางด้าน Welding process และ Welding metallurgy ในอนาคต			
	เข้ามาช่วยในการเชื่อม เหมาะสำหรับอุตสาหกรรม				อันใกล้นี้ กรรมวิธีการเชื่อมแบบ Advanced ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่พัฒนามาจากการเชื่อม			
	การผลิตในอนาคต เช่น งานเชื่อมใบพัดกันหันแก๊ส				TIG จะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะงานเชื่อมในโรงไฟฟ้า และงานเชื่อม			
	(Turbine) และงานเชื่อมท่อคุณภาพสูง				คุณภาพสูง เครื่องมือนี้จะรองรับโครงการวิจัยทางด้านโลหะของภาควิชาฯ			
					ทั้งในระดับปริญญาตรี โทและเอก			
					จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 30 คน และโท-เอก 5 คน			
2	**เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์**	1	300,000	300,000	1 ชุด			
		ชุด			**ครุภัณฑ์พัฒนา**			
	เป็นเครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์ โดยสามารถ				เดิมไม่มี			

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	เปลี่ยนหัวกดได้ทั้งชนิดรูปโคนและชนิดทรงกลม ขนาดไม่น้อยกว่า 1/16" สามารถเลือกการกดได้หลายระดับ การกดน้ำหนักได้โดยระบบอัตโนมัติ สามารถเลือกใช้น้ำหนักในการทดสอบความแข็งไม่น้อยกว่า 150 kgf และสามารถเปลี่ยนหน่วยมาตรวัดเป็น scale อื่นได้ ตามมาตรฐาน SAE ASTM JIS มีโต๊ะยึดชิ้นงานสำหรับความสูงชิ้นงานไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร				เพื่อใช้ในการตรวจสอบความแข็งของโลหะและวัสดุ ใช้ในการสอนวิชาปฏิบัติการวัสดุ เป็นเครื่องมือที่รองรับโครงการวิจัยทางด้านโลหะของภาควิชาฯ ใช้ในระดับปริญญาตรี โท และเอก วิชา 237-371 โครงงานวิศวกรรมวัสดุ วิชา 237-600-1 วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท วิชา 237-791 วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 60 คน และโท-เอก 15 คน			
3	**ท่อเซรามิกอาร์ซีเอ (work tube RCA)** เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเตาเผา สำหรับควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศ ขนาด 75 มม. (id) x 86 มม. (od) x 500 มม.	1 ชุด	240,000	240,000	1 ชุด	-	1 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** ทดแทนท่อเก่าซึ่งแตกหัก ใช้การไม่ได้ ท่อที่มีอยู่ใช้งานที่อุณหภูมิสูงมาเป็นเวลานาน มีร่องรอยของการชำรุด แตกหัก จำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่ ใช้เป็นท่อเซรามิกสำหรับงานที่ต้องเผาตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบ ใช้ในการเตรียมงานการเรียนการสอน และงานวิจัยและพัฒนาทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ วิชา 235-371 โครงงานวิศวกรรมเหมืองแร่ วิชา 237-402 ปฏิบัติการขึ้นรูปวัสดุ วิชา 237-600-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท วิชา 237-791 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาเอก จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 60 คน และโท-เอก 10 คน

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

---

1. ชื่อครุภัณฑ์ เครื่องเชื่อมชนิดทริกแบบใหม่หรือพลาสมา (Advanced TIG or Plasma Welding Machine) 1 ชุด วงเงิน 400,000.-บาท
2. ประโยชน์การใช้งาน ใช้เชื่อมโลหะด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมแบบใหม่ คือ แบบ MIG/MAG : (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) และแบบ TIG (Tungsten Inert Gas)
   โดยมีความจำเป็นต้องใช้เพื่องานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาและเพื่อการเรียนการสอน
3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือสอดคล้องกับแผนการพัฒนาของคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)
   เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความเป็นเลิศด้านการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในการวิจัยทางด้านเทคโนโลยีโลหะและวัสดุ (กลุ่มวิจัยโลหะและโลหะผง, สถานวิจัยวิศวกรรมวัสดุ)
4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ.ในหน่วยงานใดบ้าง -
5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2552	2553	2554	2555	2556
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	-	-	1	1	1
Proceeding	1	1	1	1	1
วิทยานิพนธ์	-	1	1	1	1
บริการวิชาการ	-	1	1	1	1

วศ.35

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้ ยังไม่ได้ขอเนื่องจากยังไม่มีอุปกรณ์

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด	หมายเหตุ
การศึกษาพฤติกรรมการล้าและกลศาสตร์การแตกหักของผิวเชื่อมพอกของเหล็กกล้าผสมต่ำ AISI 4340 ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และกรรมวิธีการเชื่อมมิก/แมก และกรรมวิธีการเชื่อมด้วยเชื่อมไส้ฟลักซ์	กฟผ.	980,000	2551-2553	ขณะนี้ขอยืมใช้เครื่องเชื่อมจาก ม.ราชมงคลศรีวิชัย (ต้องคืนภายในปี 2553 นี้)

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
1. การศึกษาพฤติกรรมการคืบของรอยเชื่อม : การประยุกต์ใช้งานในการซ่อมแซม Turbine Rotor ของเครื่องกังหันไอน้ำ	กฟผ.	~5,000,000	2553-2555	

หมายเหตุ - ได้เจรจาวิจัยกับทาง กฟผ. แล้วเมื่อเดือนกรกฎาคม 2551 ได้ร่าง MOU งานวิจัยระหว่างภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ม.อ. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม จุฬาลงกรณ์ และภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ ม.ช. และได้ลงนามใน MOU แล้ว เมื่อเดือนกันยายน 2552 และอยู่ในระหว่างการเขียนข้อเสนอโครงการเพื่อขอทุนวิจัยจาก กฟผ. คาดว่าภายในปี 2553 จะนำเสนอโครงการต่อ กฟผ. ต่อไป

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

---

1. ชื่อครุภัณฑ์ เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อคเวลล์ 1 ชุด วงเงิน 300,000 บาท
2. ประโยชน์การใช้งาน ใช้ในการตรวจสอบความแข็งของโลหะและวัสดุ ใช้ในการสอนวิชาปฏิบัติการวัสดุ ปฏิบัติการขึ้นรูปวัสดุ ใช้สำหรับโครงการวิจัยทางด้านโลหะ และวัสดุผสม ทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา
3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือสอดคล้องกับแผนการพัฒนาของคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป) เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความเป็นเลิศด้านการเรียนการสอน และงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในการวิจัยทางด้านโลหกรรมและวัสดุ เช่น โลหะผสม เหล็กกล้า อะลูมิเนียม โลหะผงและวัสดุผสม เป็นต้น เป็นเครื่องมือทดสอบสมบัติเชิงกลที่สำคัญ และจำเป็นมากสำหรับการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิศวกรรมวัสดุ
4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ.ในหน่วยงานใดบ้าง ยังไม่มีในหน่วยงานใดๆ ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2552	2553	2554	2555	2556
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	-	-	-	1	1
Proceeding	-	-	1	1	1
วิทยานิพนธ์	-	-	-	1	1
บริการวิชาการ			50 ครั้ง	55 ครั้ง	60 ครั้ง

วศ.37

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
1. การพัฒนากระบวนการโลหะกึ่งของแข็งแบบใหม่ในการหล่อฉีด	สวทช.	4,998,208	2549-2552	
2. การผลิตวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียมเสริมแรงด้วยซิลิกอนคาร์ไบด์พรุนที่สังเคราะห์จากไม้ยางพาราโดยวิธีอินฟิสเทรชันด้วยความดัน	วช.	267,000	2551-2552	

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
3. การศึกษาพฤติกรรมการล้าและกลศาสตร์การแตกหักของผิวเชื่อมพอกของเหล็กกล้าผสมต่ำ AISI 4340 ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และกรรมวิธีการเชื่อมมิก/แมก และกรรมวิธีการเชื่อมด้วยเชื่อมไส้ฟลักซ์	กฟผ.	980,000	2551-2553	

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
1. การศึกษาสมบัติการคืบของรอยเชื่อม : การประยุกต์ใช้งานในการซ่อมแซม Turbine Rotor	กฟผ.	~5,000,000	2553-2555	

หมายเหตุ - ได้เจรจาวิจัยกับทาง กฟผ. แล้วเมื่อเดือนกรกฎาคม 2551 ได้ร่าง MOU งานวิจัยระหว่างภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ม.อ. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม จุฬาลงกรณ์ และภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ ม.ช. และได้ลงนามใน MOU แล้ว เมื่อเดือนกันยายน 2552 และอยู่ในระหว่างการเขียนข้อเสนอโครงการเพื่อขอทุนวิจัยจาก กฟผ. คาดว่าภายในปี 2553 จะนำเสนอโครงการต่อ กฟผ. ต่อไป

แบบการขอครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย บัณฑิตศึกษา และบริการวิชาการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

---

1. ชื่อครุภัณฑ์ ท่อเซรามิกอาร์ซีเอ (Work Tube RCA) 1 ชุด วงเงิน 240,000 บาท
2. ประโยชน์การใช้งาน เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนของเตาเผา 1800°C Max.
   ใช้ท่อเซรามิกสำหรับงานที่ต้องเผาตัวอย่าง เพื่อให้ได้ชิ้นงานทดสอบ
3. ระบุความจำเป็นที่ต้องมีเพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือความเป็นเลิศในงานใด และทำให้บรรลุหรือ
   สอดคล้องกับแผนการพัฒนาของคณะและมหาวิทยาลัยในข้อใด ด้านใดบ้าง (เขียนพอสังเขป)
   ท่อที่มีอยู่ใช้งานที่อุณหภูมิสูงมาเป็นเวลานาน มีร่องรอยของการชำรุด จำเป็นต้องเปลี่ยน
   เป็นครุภัณฑ์สนับสนุนสถานวิจัยด้านวิศวกรรมวัสดุ และศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศ
   ทางด้านนาโนเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. ครุภัณฑ์นี้มีอยู่ใน มอ.ในหน่วยงานใดบ้าง
   เตาเผา 1400°C Max. ใช้ท่ออะลูมินา ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์
5. ผลงานทางวิชาการที่จะได้

ผลงาน	จำนวนผลงาน (ชิ้น/ หรือครั้งและบาท) ต่อปี				
	2552	2553	2554	2555	2556
ผลงานตีพิมพ์ในวารสาร	-	-	1	1	1
Proceeding	1	1	1	1	1
วิทยานิพนธ์	-	-	1	1	1
บริการวิชาการ	-	-	-	-	-

วศ.39

6. โครงการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์ชิ้นนี้ ยังไม่ได้ขอเนื่องจากยังไม่มีอุปกรณ์

6.1 โครงการที่ได้รับอนุมัติแล้ว

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
1. การผลิตวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียมเสริมแรงด้วยซิลิกอน คาร์ไบด์พรุนที่สังเคราะห์จากไม้ยางพาราโดยวิธีอินฟิลเทรชันด้วยความร้อน	วช.	267,000	2550-2552	
2. การผลิตวัสดุผสมอะลูมิเนียม-ไทเทเนียมไดบอไรด์ระดับนาโน	นาโนเทค	300,000	2551-2552	

6.2 โครงการที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของแหล่งทุน

เรื่อง	แหล่งทุน	วงเงิน	ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ	หมายเหตุ
1. การศึกษากระบวนการทางความร้อนของโลหะผสม NiTi เพื่อประยุกต์ใช้เป็นวัสดุทางด้านการแพทย์	วช.	1,000,000	2555-2556	คาดว่าจะเสนอโครงการ ในปี 2553 ของบประมาณปี 2555-2556 เป็นเวลา 2 ปี

วศ.40

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

สาขาความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมเคมี

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**1,240,000**				
1	**ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)**	1	300,000	300,000	1 ชุด	-	-	
		ชุด			**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา**			
	ประกอบด้วย				ปัจจุบันทางภาควิชาฯ มีอยู่จำนวน 2 ตัว ที่ใช้การได้แต่มีประสิทธิภาพในการทำงานเพียง 40%			
	1.ระบบไฟฟ้า 380 volt 3 Ph 50 Hz				เท่านั้น ซึ่งใช้ในงานทดลองของนักศึกษาในภาควิชาฯและนักศึกษาโครงการสู่ความเป็นเลิศฯ			
	2.สามารถทำความเป็นสุญญากาศได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 6.7-2 Pascal				ตลอดจนงานวิจัยของหน่วยวิจัยย่อยทั้ง 3 กลุ่มอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ต้องการค่าความดันสูง			
	3.มีชุด OIL MIST TRAP				แต่เครื่องที่มีอยู่จะเป็นค่าต่ำ ประกอบกับจำนวนผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นจำนวนมาก			
	4.มีน้ำมันหล่อลื่นสำรอง				ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดซื้อเครื่องใหม่สำหรับใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ของ			
					นักศึกษาในโครงการฯ และงานวิจัยของหน่วยวิจัยย่อย ทั้งนี้เพื่อช่วยกระจายจำนวนผู้ใช้ให้เกิด			
					ความเหมาะสม ลดความผิดพลาดของผลทดลองที่เกิดจากความเสื่อมประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และ			
					เพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของนักศึกษาที่จะเข้าสู่โครงการในปีต่อๆไป			
2	**เครื่องฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Autoinjector)**	1	350,000	350,000	1 ชุด	-	-	
		ชุด			**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา**			
	Autoinjector includes transfer turret, 16-sample turret,				ปัจจุบันในการฉีดพ่นสารตัวอย่างในหลายๆโครงงานและวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา รวมถึงงานวิจัย			

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	mounting post, packing post for GC. 10ul syringe, and solvent bottles. 100% higher sample capacity				ของหน่วยวิจัยย่อยของโครงการสู่ความเป็นเลิศฯ ฯ ใช้ระบบการฉีดด้วยพ่นด้วยตัวเอง โดยในการฉีดพ่นแต่ละครั้งมีการเว้นช่วงเวลาการพ่นหรือพ่นทุกๆ 10-30 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ทำให้นักศึกษาต้องเสียเวลาไปกับการรอคอยดังกล่าว ไม่สามารถไปทำอย่างอื่นๆได้ อีกทั้งการฉีดพ่นด้วยมือ ยังทำให้ความแม่นยำลดลงซึ่งส่งผลให้การทดลองมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งหากเปลี่ยนไปใช้เครื่องฉีดพ่นอัตโนมัติย่อมช่วยประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน ลดการสูญเสียเวลาไปกับการรอคอยและมีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเข็มฉีดยาตัวอย่างซึ่งมีอายุการใช้งานจำกัด และมีราคาแพง อยู่ที่ประมาณ 3,000 บาทต่ออัน จากเหตุผลข้างต้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดหาเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ในการทำโครงงาน วิทยานิพนธ์และงานวิจัยในปัจจุบัน โดยจะทำติดตั้งเข้ากับเครื่องก๊าซโครมาโตรกราฟี (Gas Chromatography)			
3	**ตู้ดูดควัน (Fume Hood)** 1. วัสดุภายนอกของเครื่องทำจาก Epexy powder coated steel 2. วัสดุภายในตู้ทำจาก Fiberglass ชนิดทนไฟชิ้นเดียวไร้รอยต่อ 3. Work top ทำจาก Expexy rasin 4. มีระบบดูดอากาศแบบ by-pass 5. กระจกด้านหน้าสามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้ 6. ด้านข้างของตู้สามารถถอดออกได้ เพื่อสะดวกในการต่อท่อปั๊ม 7. ภายในมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพื่อให้แสงสว่าง และมีฝาครอบเพื่อป้องกันสารเคมี	1 ชุด	200,000	200,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ที่ผ่านมาอุปกรณ์ดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ในการทำวิทยานิพนธ์และโครงงานของนักศึกษา รวมทั้งงานวิจัยของหน่วยวิจัยย่อยทั้ง 3 กลุ่ม ของโครงการฯ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มพลังงานทดแทน กลุ่มเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร และกลุ่มเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันนักศึกษาและหน่วยวิจัยต้องใช้อุปกรณ์ของภาควิชาฯ แต่เนื่องจากของเดิมที่ภาควิชาฯ มีอยู่เป็นของเก่า จึงมีการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ประกอบกับจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อุปกรณ์ดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อให้นักศึกษาทุกกลุ่ม ได้ใช้ครุภัณฑ์สำหรับทำโครงงาน วิทยานิพนธ์และงานวิจัยอย่างทั่วถึง		

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	8. ผ่านการตรวจมาตรฐาน ASHRIXE 110-95 PROTOCAl (American Std.) 9. ขนาด 1500 เมกกะวัตต์ 10. ตัวเครื่องรับประกัน 1 ปี							อีกทั้งเพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก ในปีการศึกษาต่อไป ซึ่งในการดำเนินงานของทางโครงการฯ ในช่วง 5 เดือนที่ผ่านมามีนักศึกษาเข้าร่วมโครงการฯ เป็นจำนวนถึง 15 คน และมีแนวโน้มว่าจะสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
4	**เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์แบบปราศจากไอออน (Ultra-Pure Water)** 1. เป็นเครื่องสำหรับทำน้ำบริสุทธิ์ เหมาะสำหรับ HPLC, ICP, AH, GC, AAS และน้ำสำหรับการเตรียมสาร เพื่อทำการวิเคราะห์ BOD 2. มีการทำงานแบบอัตโนมัติ 3. สามารถทำน้ำบริสุทธิ์ได้ 2.5 ลิตรต่อชั่วโมง 4. สามารถกำจัดอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.2 μm 5. สามารถกลั่นน้ำได้สูงสุด 6 ลิตรต่อชั่วโมง โดยคุณสมบัติของน้ำกลั่นที่ได้จะมีค่าการนำไฟฟ้า < 1 μs/cm	1 ชุด	250,000	250,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ปัจจุบันทางภาควิชาฯ มีอุปกรณ์ดังกล่าวเพียง 1 ชุด เท่านั้น ในขณะที่จำนวนนักศึกษาในทุกระดับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในการทดลองในหลายๆรายวิชาของนักศึกษา ตลอดจนงานวิจัยของหน่วยวิจัยย่อยของโครงการฯ และเนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้โดยจะมีการใช้งานตลอดภาคการศึกษา ทำให้ต้องใช้วิธีสลับช่วงเวลาการใช้งานเพื่อให้ทุกกลุ่มได้ใช้อุปกรณ์ในการทำโครงงานและวิทยานิพนธ์อย่างทั่วถึง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวเพิ่มเติมนอกเหนือจากของภาควิชาฯ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้น และเพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของนักศึกษาที่จะเข้าสู่โครงการฯ ในปีต่อๆไปอีกด้วย
5	**ปั๊มรีดปรับอัตราการไหล (Peristatic Pump)** เป็นปั๊มสำหรับป้อนของเหลวที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูงตลอดจนพวกสารเคมี สามารถปรับอัตราการไหลได้ในช่วง 0-2000 มิลลิลิตรต่อนาที	2 ชุด	60,000	120,000	2 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ปัจจุบันทางโครงการฯ ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวของภาควิชาฯ ซึ่งมีการชำรุดและเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน มีเพียง 4 เครื่องเท่านั้นที่ใช้การได้ ซึ่งเมื่อเทียบกับความต้องการใช้งานของนักศึกษาสำหรับทำโครงงานและวิทยานิพนธ์แล้ว ถือว่าอุปกรณ์ดังกล่าว

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	เป็นเครื่องโฟเลทต่ำ 1 ชุด และโฟเลทสูง 1 ชุด				ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ เนื่องจากนักศึกษามีจำนวนมากขึ้น ซึ่งเมื่อรวมการใช้งานของนักศึกษาและหน่วยวิจัยย่อยของโครงการฯ ยิ่งทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวไม่เพียงพอมากขึ้น ประกอบกับระยะเวลาในการใช้งานของแต่ละโครงงานที่ค่อนข้างยาวนานตลอดทั้งภาคการศึกษาต้องใช้วิธีสลับช่วงเวลาการใช้งาน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวเพิ่มเติม สำหรับเป็นครุภัณฑ์ของโครงการฯ ทั้งนี้เพื่อกระจายผู้ใช้งานไปยังเครื่องของโครงการฯ เพื่อช่วยลดการทำงานของเครื่องของภาควิชาฯ และเพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนนักศึกษาที่จะเข้าร่วมโครงการฯ ในปีการศึกษาต่อไป			
6	**เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter)** 1. เป็นเครื่องตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำ มีระบบป้องกันน้ำเข้าภายในตัวเครื่อง 2. การอ่านค่าเป็นแบบลูกลอยในแท่งพลาสติกใส พร้อมขีดบอกระดับเป็นตัวเลข 3. ตัวเรือนทำจากวัสดุ ABS ที่มีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนได้ดี 4. อัตราการไหลตั้งแต่ 0-2000 มิลลิลิตรต่อนาที	4 ชุด	5,000	20,000	4 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ปัจจุบันทางโครงการฯ ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวของทางภาควิชาฯ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์ที่มีการเสื่อมสภาพ ไปตามอายุการใช้งาน แม้ว่าในปัจจุบันทางภาควิชาฯ จะมีอุปกรณ์ดังกล่าวจำนวน 34 ชุด อยู่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่เพียงพอความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งเครื่องที่มีอยู่นั้นจะเป็นตัวที่มีอัตราการอยู่ในระดับสูง ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการหลายๆโครงงาน/ใช้งานของนักศึกษา เนื่องจากในวิทยานิพนธ์ รวมถึงงานวิจัยของหน่วยวิจัยย่อยของโครงการฯ ต้องการใช้เครื่องที่มีอัตราการไหลในระดับต่ำ ดังนั้น เพื่อให้วิทยานิพนธ์และงานวิจัยของกลุ่มต่างๆ บรรลุผลสำเร็จจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ในกลุ่มงานต่างๆ ข้างต้น และเพื่อรองรับนักศึกษาที่กำลังจะเข้าร่วมโครงการฯ และยังเป็นการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์ที่ทางภาควิชาฯ ประสบอยู่ในขณะนี้อีกด้วย

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

2) ครุภัณฑ์ห้องบรรยาย

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**1,807,500**				
1	**เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์**	4	45,000	180,000	30 เครื่อง	25 เครื่อง	4 เครื่อง	
	1. เป็นเครื่องฉายภาพวิดีโอ และคอมพิวเตอร์ชนิด 1 เลนส์	เครื่อง			**ครุภัณฑ์ทดแทน**			
	2. สามารถรับสัญญาณภาพวิดีโอได้ทั้งระบบ PAL, NTSC ปรับเลือกเองอัตโนมัติ				- ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2544-2545 อายุการใช้งานเกินกว่า 5 ปี - ตามแผนการจัดหาครุภัณฑ์ระยะกลาง ปีงบประมาณ 2553 ได้ตั้งไว้จำนวน 4 เครื่อง			
	3. ให้ความละเอียดของสัญญาณภาพคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า XGA				และปีงบประมาณ 2552 ได้รับจัดสรรแล้ว 2 เครื่อง			
	4. ฉายภาพได้ 300 นิ้ว				- ปีงบประมาณ 2553 ขอตั้งเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจาก			
	5. ควบคุมการทำงานของเครื่องได้จากรีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย				- ใช้ในด้านการเรียนการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในระดับปริญญาตรี โท และปริญญาเอก			
	6. แสดงผลการปรับแต่งภาพบนจอภาพ (On Screen Display) ด้วยภาษาไทย หรือภาษาอื่น สามารถปรับความเพี้ยนของภาพได้ไม่ต่ำกว่า 15 องศา				ใช้กับห้องเรียนมีที่นักศึกษาจำนวนมาก คือ ห้องบรรยาย A200, A202, A300, A305 เป็นการนำสื่อประสมต่างๆ มาใช้สอนให้นักศึกษารับรู้และมีพัฒนาการที่รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง ใช้เวลาน้อยลงแต่มีผลสูงขึ้น			
	7. ระบบย่อขยายภาพ (Digital Zoom) ระบบ Digital ด้วยรีโมทควบคุมไร้สาย				- ใช้ในการสอนวิชาที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้วยการแสดงผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อฉายออกจอขนาดใหญ่			
	8. มีระบบการปรับความเหลื่อมของจุดภาพโดยอัตโนมัติ (Auto pixel Alignment)				- ใช้นำข้อมูลจากกล้องวีดิโอ ม้วนวีดิโอ ฉายให้นักศึกษาจำนวนมาก ๆ ตั้งแต่ 60 คน ขึ้นไป สามารถดูได้ทั่วถึง โดยการติดตั้งในห้องบรรยายรวม ที่จุนักศึกษาตั้งแต่ 60 คนขึ้นไป			
	9. มีระบบการค้นหาและเลือกสัญญาณแบบอัตโนมัติ				- ใช้ในห้องเรียนระบบ Virtual Classroom ที่คณะฯ กำหนดให้เป็นวิธีการสอนนักศึกษาของคณะวิศวฯ			
	10. รับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี				- ห้องเรียนที่ติดตั้งเครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ประจำ ทั้งหมด 15 ห้อง ห้องประชุม 3 ห้อง			

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	คุณสมบัติทางเทคนิค ระบบฉายภาพ ระบบ 3 LCD Panal 1 เลนส์ (ระดับ XGA 2500 Ansilumen) ลักษณะของ LCD Panel ขนาด LCD Panal ชนิด Poly-Silicon ขนาดไม่น้อยกว่า 0.6 นิ้ว ลักษณะย่อขยายภาพ ระบบ Digital Zoom ไม่น้อยกว่า 4 เท่า ความสว่างของภาพ ไม่น้อยกว่า 2500 ANSI Lumen การรับสัญญาณ Video in : Composite Video, Phono Type (RCA) 75 โอห์ม S-Video Input A : Analog RGB D-Sub 15 Pin (Female) น้ำหนักของเครื่อง เบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายที่สะดวกรวดเร็ว				รวม 18 ห้อง ใช้หมุนเวียนห้องเรียนภาควิชาฯ อีก 7 สาขาวิชา จำนวน 1 เครื่อง ปัจจุบันเครื่องที่ใช้อยู่ดังกล่าวเริ่มเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้ ดังนั้น จำเป็นต้องได้รับการทดแทน และเพิ่มเติมรวมทั้งสิ้น 5 เครื่อง			
2	**เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 บีทียู** เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน (Split Type) มีขีดความสามารถทำความเย็นได้เต็มประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 30,000 บีทียู/ชั่วโมง และให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 115 พร้อมค่าติดตั้ง	7 ชุด	42,500	297,500	33 ชุด	22 ชุด	11 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** เนื่องจากได้ทำการของบประมาณปี 52 จำนวน 7 ชุด แต่ได้รับการจัดสรรมาได้เพียง 1 ชุด ในวงเงิน 42,000 บาท ในการนี้จึงขอทดแทนของเก่าที่ใช้ประจำห้องเรียนอาคารบรรยายกลางซึ่งติดตั้งมาตั้งแต่พ.ศ. 2538 โดยห้องดังกล่าวใช้ในการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานต่างๆ ของนักศึกษาทุกชั้นปี ปัจจุบันมีเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 33 ชุด สภาพดีและสามารถใช้งานได้เพียง 14 ชุด อีก 19 ชุด มีสภาพคอยล์ร้อน ตัวถังผุ เกิดจากการกัดกร่อนของสนิม มีเสียง

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
					ดังจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์และประสิทธิภาพการทำความเย็นได้ไม่เต็ม ประสิทธิภาพทำให้ภายในห้องเรียนร้อนอบอ้าว ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนและ สิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก **ตำแหน่งที่ติดตั้ง** 1.เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 2 ชุด ห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง A 201 2.เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 2 ชุด ห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง A 205 3.เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 3 ชุด ห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง A 301			
3	**ไมโครคอมพิวเตอร์** - CPU ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.5 GHz - RAM ไม่ต่ำกว่า 1 GB - Hard Disk ไม่ต่ำกว่า 80 Gb - มี DVD RW Drive - มี SOUND SYSTEM - มี LAN CARD - จอ LCD 17 "	5 ชุด	18,000	90,000	18 ชุด	18 ชุด	-	**ครุภัณฑ์ทดแทน** - ทดแทนของเก่าที่กำลังจะเสื่อมสภาพจากการใช้งาน ซึ่งจัดซื้อเมื่อปี พ.ศ. 2548 จำนวน 5 ชุด - ทดแทนของเก่าที่ใช้ประจำห้องเรียนอาคารบรรยายกลาง ห้องA200, A201, A202, A203 และ A205 - เนื่องจากเป็นเครื่องกลางซึ่งคณาจารย์ใช้สำหรับสอนเป็นประจำ - ใช้สำหรับการสอบโครงงานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี - เกิดปัญหาบ่อยทำให้กระทบการเรียนการสอน เพราะเป็นเครื่องที่ใช้ร่วมกันหลายคน - เฉลี่ยใช้สำหรับการสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 2/2550 คิดเป็น 165 ชม./สัปดาห์ และนักศึกษาระดับปริญญาโท 33 ชม./สัปดาห์		

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
4	**เครื่องปรับอากาศขนาด 160,000 บีทียู** เครื่องระบายความร้อนจะต้องประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอยล์ร้อน พัดลม แผงควบคุม ผนังเครื่องทำจากเหล็ก galvanized steel หนา 0.9 ม.ม. คอยล์ร้อนทำด้วยท่อทองแดงผิวเรียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว เชื่อมต่อกับครีบอลูมิเนียมชนิด W3BS เป็นมาตรฐาน พัดลมและมอเตอร์เป็นแบบ Propeller fan ขนาด 28 นิ้ว พร้อมค่าติดตั้ง	4 ชุด	300,000	1,200,000	4 ชุด	3 ชุด	1 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** - ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2535 เป็นครุภัณฑ์ที่ติดตั้งพร้อมกับอาคารเรียนและปฏิบัติการรวมประจำห้องประชุมหัวหุ่นยนต์ ซึ่งห้องดังกล่าวใช้เป็นห้องเรียนสำหรับวิชาพื้นฐานต่างๆ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ขนาดความจุ 330 ที่นั่ง สามารถจัดเก้าอี้เสริมได้รวม 400 ที่นั่ง เพื่อรองรับวิชาเรียนที่มีนักศึกษามาก เนื่องจากจำนวนรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เพิ่มเป็น 700 คน จำเป็นต้องจัดห้องเรียนขนาดความจุ 330 ที่นั่ง และ 150 ที่นั่งขึ้นไป เพื่อใช้เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา 324-103 , 322-101 และวิชา 240-206 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งห้องเรียนขนาดดังกล่าวมีไม่เพียงพอจำเป็นต้องใช้ห้องประชุมอาคารเรียนและปฏิบัติการรวมดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น - นอกจากนี้งานทะเบียนกลางได้ขอใช้จัดเป็นห้องเรียนคณะฯอื่นๆที่มีห้องเรียนขนาดใหญ่ไม่เพียงพอ เช่น จัดให้คณะศิลปศาสตร์ และคณะเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งใช้เป็นห้องสอบในวิชาพื้นฐานของคณะดังกล่าว และการขอใช้บรรยายพิเศษให้นักศึกษาทั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะเศรษฐศาสตร์และหน่วยงานอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยฯ โดยคณะฯได้ให้ความอนุเคราะห์ไม่คิดค่าใช้จ่ายค่าสถานที่สำหรับการเรียนการสอน และเนื่องจากห้องนี้เป็นห้องที่มีขนาดความจุ 330 ที่นั่ง หากเครื่องปรับอากาศไม่มีประสิทธิภาพหรือชำรุดไม่สามารถทำงานได้ดี จะมีผลกระทบต่อกับผู้ใช้ห้องจะรู้สึกอึดอัดไม่มีสมาธิในการเรียนการสอน และคณะฯไม่มีห้องเรียนขนาดนี้จัดแทนให้ ปัจจุบันสภาพเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานนานกว่า 10 ปี ชุดของ Condensing ตากแดด/ตากฝน ทำให้ตัวถังและอุปกรณ์ภายนอกร้อนมีสภาพผุ แตกหัก ชำรุด และอุปกรณ์ภายใน Compressor มีเสียงดังมาก เนื่องจากมีการใช้งานมากในส่วนของชุด FAN COIL MORTOR และแผงคอยย์เย็นมีรอยรั่ว ชุดท่อส่งลมเย็นอุปกรณ์หุ้มท่อแตกต้องแก้ไขอยู่ตลอด ทำให้ส่งผลกระทบต่อการใช้	

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
					บริการด้านการเรียนการสอน			
5	**เครื่องโปรเจคเตอร์** 1. เป็นเครื่องฉายภาพเลนส์เดียวโดยใช้เทคโนโลยี 3 LCD มีขนาด LCD Panel 0.55นิ้ว 2. กำลังส่องสว่างขนาดไม่ต่ำกว่า 2,500 ANSI lumens (True XGA) 4. มีอัตราความเปรียบสีขาวและสีดำ 2,000:1 พร้อม Auto iris 5. ใช้หลอดภาพขนาดไม่ต่ำกว่า 200วัตต์ UHE 6. ตัวเครื่องมีน้ำหนักไม่เกิน 2.5 กิโลกรัม 7. อายุการใช้งานหลอดภาพไม่ต่ำกว่า 3,000 ชม. 8. มีช่องต่อสัญญาณเข้า RGB ,S-Video, Video ,Audio, HDMI, USB 9. มีลำโพงในตัว 1 W (Monaural) 10. มีรูปแบบการเปลี่ยน Color Mode ได้ 11. แสดงภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30นิ้วถึงไม่ต่ำกว่า 300นิ้ว 12. สามารถแสดงภาพได้โดยการเชื่อมต่อด้วยสาย USB (USB Display) (Thai OSD) 14. สามารถปิดเครื่องโปรเจคเตอร์ได้โดยไม่ต้องรอ Cool-Down (Direct Power off)	2 เครื่อง	20,000	40,000	2 เครื่อง	2 เครื่อง	-	**ครุภัณฑ์ทดแทน** เนื่องจากปัจจุบันภาควิชาฯ เปิดรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและสาขาวิศวกรรมการผลิต และมีนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอกภาคปกติ อย่างละ 1 สาขาและนักศึกษาปริญญาโทโครงการพิเศษ 1 หลักสูตร ภาควิชา ฯ มีนักศึกษาระดับปริญญาตรีรวมทั้งสิ้นประมาณ 450 คน ทำให้การใช้อุปกรณ์เพื่อทำการเรียนการสอน การสอบความก้าวหน้าของรายวิชาโครงงานและการสอบความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน (บางครั้งห้องส่วนกลางของคณะฯ ก็ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จึงจำเป็นต้องใช้ห้องเรียนของภาควิชาฯ บางส่วน) โดยขณะนี้ภาควิชา ฯ มีห้องเรียนที่ใช้อยู่จำนวน 2 ห้อง และเครื่องโปรเจคเตอร์ที่ใช้ประจำห้องเป็นเครื่องที่สั่งซื้อตั้งแต่ปีงบประมาณ 2547 มีสภาพพอใช้การได้ และเริ่มเสื่อมสภาพแล้ว การเปลี่ยนหลอดภาพไม่สามารถแก้ไขอาการชำรุดดังกล่าวได้ เนื่องจากสภาพชำรุดเกิดจากตัวเครื่องภายในที่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของเครื่อง ดังนั้น จึงควรเปลี่ยนเครื่องตัวใหม่ที่ให้ประสิทธิภาพในการฉายภาพได้ดีขึ้น และเพื่อประโยชน์ต่อนักศึกษาในการเรียนการสอน การสอบและการดำเนินกิจกรรมด้านอื่น ๆ ต่อไป	

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	15. สามารถปรับแก้สี่เหลี่ยมคางหมูในแนวตั้ง (Keystone Correction) ได้ไม่น้อยกว่า +/- 30องศา 16. มีฝาปิดครอบเลนส์เป็นอุปกรณ์มาตราฐานและเป็นส่วนประกอบเดียวกับตัวเครื่องโปรเจคเตอร์ และสามารถเลื่อนเปิดปิดได้(A/V Mute Slide) 17. สามารถตั้ง Password เพื่อรักษาความปลอดภัยของเครื่อง							

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) A200, A202, A300, A305
- ขนาดความจุ A200 = 80 คน, A202 = 80 คน, A300 = 80 คน และ A305 = 50 คน
- อัตราการใช้ห้อง 46 ชั่วโมง/สัปดาห์ (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

  11. เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์จำนวน 4 เครื่อง ประเภททดแทน
  ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2544 (EN.S 06 999 2 3-3 1 44)
  ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2544 (EN.S 06 999 2 3-2 1 44)
  ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2544 (EN.S 06 999 2 2-1 1 45)
  ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2544 (EN.S 06 999 2 2-2 2 45)

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ／ หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)
- ／ 1 ที่นั่ง จำนวน A200 = 80 ตัว, A202 = 80 ตัว, A300 = 80 ตัว และ A305 = 50 ตัว
  ／ 2 เครื่องขยายเสียงขนาด 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) A201 , A205 , A301
- ขนาดความจุ 50 คน
- อัตราการใช้ห้อง (ชั่วโมง/สัปดาห์) 32 (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

  15. เครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 BTU จำนวน 7 ชุด ประเภท (ใหม่/ทดแทน)
  ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2538

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ／ หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)

  ／ 1 ที่นั่ง จำนวน 80 ตัว
  ／ 2 เครื่องขยายเสียงขนาด 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

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย

(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) ห้องบรรยายกลาง A200,A201,A202,A203,A205
- ขนาดความจุ A200 = 80 คน, A201 = 50 คน, A202 = 80 คน, A203 = 50 คน และ A205 = 50 คน
- อัตราการใช้ห้อง 46 ชั่วโมง/สัปดาห์ (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

5. ไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ชุด ประเภททดแทน

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

ทดแทนของเก่าเที่ซื้อเมื่อปี 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)

วศ. 53

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)

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

/ 2 เครื่องขยาย 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) ห้องประชุมอาคารเรียนและปฏิบัติการรวม

- ขนาดความจุ 330 - 400 คน
- อัตราการใช้ห้อง (ชั่วโมง/สัปดาห์) 24 (นับเฉพาะตามตารางเรียนไม่นับรวมการใช้นอกตารางเรียน)
- คณะวิชาที่ใช้ห้อง คือ วิศวกรรมศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, งานทะเบียนกลาง,
- กองกิจการนักศึกษา

ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

- 23. เครื่องปรับอากาศ ขนาด 160,000 BTU จำนวน 4 ชุด ประเภท (ใหม่/ทดแทน) ทดแทนของเก่าที่ซื้อเมื่อปี 2535
- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ／ หน้าข้อที่มี 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

วศ.54

คำของบประมาณครุภัณฑ์ห้องบรรยาย
(ให้จัดทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบฟอร์มคำขอปกติ)

- ห้องบรรยาย (หมายเลขห้อง/ชื่อห้อง) IEF 308 และ IEF 309
- ขนาดความจุ จำนวน 50 คน และ 90 คน
- อัตราการใช้ห้อง (ชั่วโมง/สัปดาห์) 10-15 ชั่วโมง/สัปดาห์
- ภาควิชาวิชาที่ใช้ห้อง คือ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
- ครุภัณฑ์ที่ขอตั้ง

43. เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง ประเภทครุภัณฑ์ทดแทน

- ครุภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว (ให้ขีด ⁄ หน้าข้อที่มี พร้อมกรอกรายละเอียดเพิ่มเติม)

		รายการ	**จำนวน**	
⁄	1	เครื่องโปรเจกเตอร์	มี	(จัดซื้อตั้งแต่ปี 2547)
⁄	2	ที่นั่ง	50 ตัว	และ 90 ตัว
⁄	3	ไมค์พร้อมลำโพง	1 ชุด	
⁄	4	ไวท์บอร์ด	1 อัน	
⁄	5	จอรับภาพ	1 จอ	70" * 70"
⁄	6	เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	1 เครื่อง	
⁄	7	โต๊ะอาจารย์	1 ตัว	
⁄	8	เครื่องปรับอากาศ	2 เครื่อง	
⁄	9	เครื่องคอมพิวเตอร์	มี	
⁄	10	ระบบ LAN	มี	

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**15,103,500**				
1	**ปิเปตอัตโนมัติ (Auto pipette)**	2 ชุด	10,000	20,000	2 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** วิชาโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่4 และ วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขั้นสูง สำหรับหลักสูตร จำนวน 30 คน/ปี วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่จะเปิดในปี 2550 จำนวนนักศึกษารุ่นละ 15 คน โดยมีความถี่ของการใช้งาน 4 ครั้ง/สัปดาห์
	เครื่องมือสำหรับดูดตัวอย่างที่เป็นของเหลว สารเคมี สารละลายโดยกำหนดปริมาตรได้แน่นอนในช่วง 100-1,000 ไมโครลิตร และ มีความแม่นยำสูง							
2	**ชุดทดลองการดูดซับ (Absorbing Beach)**	1 ชุด	44,500	44,500	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** ใช้สำหรับการสอนวิชา 220-311 Coastal Engineering ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 คน/ปี โดยมีความถี่ในการใช้งาน 1 ครั้ง/สัปดาห์
	ตัวอุปกรณ์ทำจากวัสดุไร้สนิม ติดตั้งที่ท้องรางน้ำ สามารถปรับระดับความลาดเอียงของอุปกรณ์ได้ตลอดความสูงของผนังรางน้ำ โดยการหมุนเกลียว-ปรับพร้อมเลื่อนตำแหน่งไปตามจุดยึดอุปกรณ์ที่ท้องรางน้ำได้ และสามารถเปลี่ยนแผ่นวัสดุ ABSORBING ได้หลายชนิด							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
3	**เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO meter)** เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ-ของเหลวที่สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขบนจอแสดงผลและต่อเชื่อมข้อมูลประมวลผลกับคอมพิวเตอร์ได้ สามารถใช้ปฏิบัติงานในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการได้พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพ รับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 1 ปี	1 เครื่อง	30,000	30,000	1 เครื่อง	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** การเรียนการสอนในรายวิชา 223-251, 220-353, 223-252 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และ ชั้นปี3 จำนวนรวม 60 คน/ปีของนักศึกษาวิชาโครงงานชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน/ปี และวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขั้นสูง งานวิจัยระดับมหาบัณฑิตสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่จะเปิดในปี 2550 รวมถึงงานบริการวิชาการ และ งานบริการวิชาการ โดยมีความถี่ของการใช้งาน 4 ครั้ง/สัปดาห์ และงานวิจัยของคณาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งงบประมาณวิจัยมักจะไม่สนับสนุนให้จัดตั้งงบสำหรับซื้อครุภัณฑ์
4	**เครื่องสูบแบบรีด (Peristaltic pump)** เครื่องสูบจ่ายของเหลวแบบรีดของเหลวผ่านสายยางที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับอัตราการจ่ายได้หลายระดับและมีความแม่นยำสูง ตัวเครื่องทำจากวัสดุที่ปลอดสนิม มีหัวจ่ายทำจากวัสดุไร้สนิมอย่างน้อย 2 หัวจ่าย ความสามารถในการสูบ 0-150 ml/min รับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 2 ปี	1 เครื่อง	50,000	50,000	4 เครื่อง	3 เครื่อง	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** วิชาโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่4 และ วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขั้นสูง งานวิจัยระดับมหาบัณฑิตสำหรับหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่จะเปิดในปี 2550 และ งานวิจัยของคณาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมซึ่งงบประมาณวิจัยมักจะไม่สนับสนุนให้จัดตั้งงบสำหรับซื้อครุภัณฑ์ จำนวนคนใช้งาน 20 คน/ปี โดยมีความถี่ของการใช้ 3 ครั้ง/สัปดาห์

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
5	**แผ่นจานให้ความร้อน (Hot plate)** ชุดแผ่นจานให้ความร้อนกับตัวอย่างที่สามารถปรับระดับความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 100-400 เซลเซียส สามารถกวนตัวอย่างได้ด้วยขณะที่ให้ความร้อน ทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนของกรด-ด่างได้ดี มีใบรับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 1 ปี	1 เครื่อง	30,000	30,000	3 เครื่อง	1 เครื่อง	1 เครื่อง	**ครุภัณฑ์ทดแทนปี 2540** การเรียนการสอนในรายวิชา 223-251, 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่4, วิชาปฏิบัติการวิศ 2550 รวมถึงงานบริการวิชาการ โดยมีความถี่ของการใช้งาน 5 ครั้ง/สัปดาห์
6	**ชุดควบคุมอุณหภูมิระบบหมุนเวียน (Temperature controller and circulation)** ชุดควบคุมอุณหภูมิของของเหลวที่สามารถตั้งระดับอุณหภูมิได้ระหว่าง 20-80 องศาเซลเซียส และมีระบบอัตโนมัติในการปรับ-ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระดับที่กำหนดไว้ได้อย่างแม่นยำ ของเหลวสามารถหมุนเวียนผ่านเครื่องเพื่อช่วยให้อุณหภูมิคงที่	1 เครื่อง	30,000	30,000	1 เครื่อง	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** วิชาโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่4 และ วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขั้นสูง สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่จะเปิดในปี 2550 ,งานวิจัยระดับมหาบัณฑิต และ ของคณาจารย์ ในสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งงบประมาณวิจัยมักจะไม่สนับสนุนให้จัดตั้งงบ สำหรับซื้อครุภัณฑ์ จำนวนคนใช้งาน 10 คน/ปี โดยมีความถี่ของการใช้ 3 ครั้ง/สัปดาห์
7	**ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแสดงตัวเลข**	5	85,000	425,000	17 ชุด	9 ชุด	5 ชุด	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแสดงตัวเลข โดยใช้ตัววัด (probe) และสายเทอร์โมคัพเปิล ชนิด K สามารถวัดได้ 6 จุดในเวลาเดียวกัน ใช้วัดอุณหภูมิในช่วง 100-1300 ^{o}C ความคลาดเคลื่อนในการใช้วัดอุณหภูมิไม่เกิน 1 ^{o}C	ชุด			**ครุภัณฑ์ทดแทน** เดิมมี 14 ชำรุด 5 ชุด ติดตั้งถาวร 3 ตัว ซื้อทดแทนของเดิมซึ่งชำรุดและติดตั้งถาวร เนื่องจากครุภัณฑ์ดังกล่าวบางตัวซื้อตั้งแต่ปี 2520 จึงมีการชำรุดเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ปัจจุบันอุปกรณ์ดังกล่าวไม่พอใช้งาน เนื่องจากจำนวนนักศึกษามีปริมาณมากขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ในการทดลองในรายวิชาต่างๆ ได้แก่ รายวิชาปฏิบัติการ 230-341, 230-342, 230-443 และ 231-244, วิชาโครงงาน 230 - 444, 230 - 445 และรายวิชาวิทยานิพนธ์ 230-800,230-900 โดยมีการใช้งานตลอดภาคการศึกษา ทำให้ครุภัณฑ์มีไม่พอใช้ ต้องใช้วิธีสลับช่วงเวลาการใช้งานเพื่อให้ทุกกลุ่มได้ใช้ครุภัณฑ์ เพื่อให้โครงงานและวิทยานิพนธ์ประสบความสำเร็จ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าว เพิ่มเติม จำนวนนักศึกษาที่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ระดับปริญญาตรี 60 คน ปริญญาโท 30 คนและระดับปริญญาเอก ประมาณ 20 คน			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
8	**ชุดเครื่องมือฝึกสำหรับห้องปฏิบัติการการศึกษาการทำงาน** <u>รายละเอียด</u> : ชุดเครื่องมือประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้ 1. กล้องถ่ายรูปดิจิตอล ชนิด SLR พร้อมเลนส์ 1 ชุด - มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 12 ล้านพิกเซล - เซนเซอร์รับภาพแบบ CCD - ช่องมองภาพแอลซีดี ไม่ต่ำกว่า 2.5 นิ้ว - ถ่ายได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว - มีระบบทำความสะอาดเซนเซอร์รับภาพ 2. กล้องถ่ายวิดีโอดิจิตอลพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด - บันทึกภาพเคลื่อนไหวลงฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ความจุไม่ต่ำกว่า 160 กิ๊กกะไบต์ - เซนเซอร์รับภาพแบบ CCD - ซูมออพตคอลไม่ต่ำกว่า 25 เท่า และซูมดิจิตอลไม่ต่ำกว่า 2000 เท่า - มีช่อง USB สำหรับส่งผ่านข้อมูล	1 ชุด	25,000	25,000	1 ชุด	1 ชุด	-	**ครุภัณฑ์ทดแทน** วิชา **225-353 ปฏิบัติการการศึกษางานในอุตสาหกรรม** เป็นวิชาบังคับสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มีผู้เรียนจำนวน 60 คน วิชาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวอย่างละเอียดเพื่อนำมาวิเคราะห์การเคลื่อนที่(ของคน วัสดุ ฯลฯ) และวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นอุปกรณ์เก่า ผ่านการใช้งานมานานจนเสื่อมสภาพแล้ว มีเทคโนโลยีล้าสมัย เครื่องพิมพ์หมึกพ่น เป็นครุภัณฑ์ในปีงบประมาณ 2540 กล้องถ่ายวิดีโอ และกล้องถ่ายรูปดิจิตอลเป็นครุภัณฑ์ปี 2544 และเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นครุภัณฑ์ ปี 2548

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
9	**เครื่องกลึงโลหะ** - ระยะห่างระหว่างศูนย์หัวถึงหัวศูนย์ท้ายไม่น้อยกว่า 750 มม. - ความสูงของศูนย์เหนือแท่นไม่น้อยกว่า 245 มม. - มอเตอร์ส่งกำลังมีขนาด 5 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์ - ระบบเปลี่ยนความเร็วของเพลางานใช้ระบบเฟืองเปลี่ยนความเร็วไม่น้อยกว่า 12 ขั้น ขั้นต่ำสุดไม่มากกว่า 45 รอบ/นาที ขั้นสูงไม่น้อยกว่า 2,000 รอบ/นาที - กลึงเกลียวระบบเมตริก ขั้นต่ำสุด 0.25 มม. ขั้นสูงสุด 30 มม. - เส้นผ่านศูนย์กลางของรูเพลาหัวเครื่อง 52 มม. เป็นเครื่องจักรที่ผลิตจากยุโรป -ความเรียวของศูนย์ท้ายเครื่อง MT NO 4 มีอัตราป้อน 2 จังหวะ	1 เครื่อง	600,000	600,000	1 เครื่อง	2 เครื่อง	-	**ครุภัณฑ์ทดแทน** ทดแทนเครื่องเก่าที่จำหน่ายไปแล้ว เครื่องที่มีอยู่แล้วไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา วิชา 216-407 โครงงาน 1 นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและภาคการศึกษาละ 80-90 คน วิชา 216-408 โครงงาน 2 นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและภาคการศึกษาละ 80-90 คน วิชา 215-314 Mechanical Design 1 ใช้กลึงชิ้นงานทดสอบ Lab Torsion, Tension ในห้อง Materials Testing 217-405 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 1 217-406 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 2
10	**ชุดกรองเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย (Stirred Filtration cells)** ชุดกรองเพิ่มความเข้มข้นของของเหลวภายใต้ความดันในระบบปิด รักษาอุณหภูมิของตัวอย่างให้คงที่ขณะกรองเพิ่มความเข้มข้น ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ที่สามารถกวนตัวอย่าง ของเหลวได้ในขณะกรอง ทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทานและทนต่อสภาพทางเคมีของตัวอย่างได้ดี	1 ชุด	55,000	55,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** วิชาโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่4 จำนวน 4 คน/ปี และ วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขั้นสูง, งานวิจัย สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่จะเปิดในปี 2550 และ งานวิจัยด้านเทคโนโลยีเยื่อกรองที่ไม่ได้รับการสนับสนุนให้ซื้อครุภัณฑ์

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
11	**ตู้อบสำหรับควบคุมอุณหภูมิ (Oven)** ประกอบด้วย ตู้อบสำหรับควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิสูง สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 200 ^{0}C ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 ลิตร ทำด้วยวัสดุไร้สนิม สามารถตั้งเวลาได้ไม่ต่ำกว่า 24 ชม. ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อยู่ในช่วงไม่เกิน 3 ^{0}C ที่ 100 ^{0}C แสดงอุณหภูมิเป็นตัวเลข	3 ชุด	120,000	360,000	**ครุภัณฑ์ทดแทน** 4 ชุด 1 ชุด 3 ชุด เดิมมี 4 ชุด :ซื้อปี 35 1 ชุด, ปี 36 1 ชุด, ปี 37 1 ชุด และใช้เงินรายได้ซื้ออีก 1 ชุด, ขณะนี้ ขดลวดความร้อนชำรุด เสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งาน จึงต้องขอซื้อทดแทนเนื่องจาก ในปัจจุบันอุปกรณ์ดังกล่าวไม่พอใช้งาน เนื่องจากจำนวนนักศึกษามีปริมาณมากขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ในการทดลองในรายวิชาต่างๆ ได้แก่ รายวิชาปฏิบัติการ 230-342, 230-443 วิชาโครงงาน 230 - 444, 230 - 445 และวิชาวิทยานิพนธ์ 230-800, 230-900 โดยมีการใช้งานตลอดภาคการศึกษา ทำให้ครุภัณฑ์มีไม่พอใช้ ต้องใช้วิธีสลับช่วงเวลาการใช้งาน เพื่อให้ทุกกลุ่มได้ใช้ครุภัณฑ์ เพื่อให้โครงงานและวิทยานิพนธ์ประสบความสำเร็จ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องจัดหาอุปกร์ดังกล่าวเพิ่มแติม จำนวนนักศึกษาที่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ระดับปริญญาตรี 60 คน ปริญญาโท 30 คนและระดับ ปริญญาเอก ประมาณ 20 คน			
12	**เครื่องเชื่อม (TIG)** - ใช้กับไฟ 3 เฟส - กระแสไฟเชื่อมสามารถปรับเป็น AC/DC ได้ - สามารถเชื่อมได้ทั้ง เหล็ก แสตนเลส อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง - ความสามารถในการทำงานต้องไม่น้อยกว่า 40% - ใช้กับแก๊สอาร์กอน	1 ชุด	120,000	120,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** เครื่องเชื่อมที่มีอยู่ปัจจุบัน ไม่สามารถเชื่อมอลูมิเนียมได้ ใช้ในวิชาโครงงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและ สาขาเมคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อใช้สร้าง ชิ้นงานต้นแบบและโมลที่ออกแบบไว้ ซึ่งประจำห้องปฏิบัติการทางช่าง และใช้สนับสนุนงานวิจัยที่มีการออกแบบชิ้นงาน

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	- สามารถเชื่อมแบบใช้ลวดเชื่อมหุ้มปลั๊กได้ - สายเชื่อม TIG ยาวไม่น้อยกว่า 10 เมตร - ใช้ลวดทังสเตนได้ทั้งขนาด 1.6, 2.4, 3.2 มม. พร้อมชุดจับลวดทังสเตน - มีเกจวัดแรงดันแก๊สอาร์กอน - มีกระเบื้องปกคลุมก๊าซ - มีหน้ากากเชื่อมที่สามารถปรับแสงได้ - มีชุดระบายความร้อน							รายวิชาระดับปริญญาตรี 216-407 โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 216-408 โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2 217-405 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 1 217-406 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 2
13	**เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง** 1. เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้า แสดงผลเป็นตัวเลข 2. สามารถชั่งได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 200 กรัม 3. อ่านค่าได้ละเอียด 0.0001 กรัม 4. สามารถหักน้ำหนัก (Taring range) ได้ตลอดช่วงการชั่ง 5. มีระบบ Auto Calibration 6. รับประกันและมีบริการหลังการขาย พร้อมการ Calibrate 1 ปี 7. ใช้กับไฟฟ้า 220 V- 50 Hz	2 ชุด	60,000	120,000	6 ชุด	4 ชุด	2 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งที่มีอยู่ใช้งานหนักมาก ทั้งด้านการเรียนการสอนในรายวิชา 230-444, 230-445,230-800,230-900,230-244 และงานวิจัย บางครั้งต้องยกไปมาเพื่อใช้ในการทดลองการอบแห้ง ปัจจุบันเครื่องชั่งทั้งสองอยู่ในสภาพทรุดโทรม ค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ถูกต้องและตัวเลขแสดงค่าน้ำหนักไม่คงที่ สมควรที่จะมีเครื่องใหม่มาทดแทน จำนวนนักศึกษาที่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวระดับปริญญาตรี 60 คน ปริญญาโท 30 คนและระดับปริญญาเอกประมาณ 20 คน

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
14	**ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)** ประกอบด้วย 1. ตัวปั๊มเป็นชนิด rotary vane vacuum pump ใบพัดทำด้วยอะลูมินั่มอัลลอย หล่อลื่นด้วยน้ำมันเครื่อง 2. ระบบไฟฟ้า 380 V 3. สามารถทำสุญญากาศได้สูงสุดที่ความดัน 76 นิ้วปรอท (1 mbar) 4. อัตราการไหลของอากาศอย่างน้อย 300 M^3/h 5. อุปกรณ์ประกอบมีดังต่อไปนี้ 5.1 Vacuum Tank ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มีขนาดความจุ 300 ลิตร จำนวน 1 ลูก 5.2 ชุดดักไอน้ำก่อนเข้าปั๊ม พร้อมอุปกรณ์Auto cut-off เมื่อน้ำเต็ม จำนวน 1 ชุด 5.3 ระบบท่อสูญญากาศ (PVC อย่างหนา) เดินท่อรอบบริเวณชั้น1 กับชั้น 2 ห้องปฏิบัติการ Lab 6. ติดตั้งบริเวณชั้น 1 พร้อมใช้งาน	1 ชุด	300,000	300,000	4 ชุด	-	4 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** เดิมมีจำนวน 4 ชุด ซื้อปี 37 ปัจจุบันสภาพชำรุดใช้งานไม่ได้จำนวน 2 ตัว อีกจำนวน 2 ตัว ประสิทธิภาพในการใช้งานลดลง 60% ซึ่งงานทดลอง/งานวิจัย บางโครงการต้องการค่าความดันสูง จึงจำเป็นต้องซื้อแทนของเก่า ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีความจำเป็นใช้ในการศึกษาการเรียนการสอน รายวิชาโครงงาน 230-444,230-445 และรายวิชาปฏิบัติการ 230-443 นักศึกษาปริญญาตรี 60 คน, ปริญญาโท 30 คน และปริญญาเอก 20 คน

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
15	**ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงพร้อมซอฟต์แวร์** ประกอบด้วย 1. Servo machine test stand for 1kW machines incl. software Active Servo 2 Rubber coupling sleeve, 1kW 3 Coupling guard, 1kW 4 Shaft end guard, 1kW 5 Universal power supply for DC and three-phase 6 Set of safety connection cables 4mm 7 Safety connection plug 19/4mm 8 Safety connection plug 19/4mm, with tapping 9 Table-top frame, 2 levels, W 1230 x H 740mm, grey 10 DC multi-circuit, compound wound machine, 1kW 11 Field regulator for DC-motors 1kW 12 Field regulator for generators, 1kW 13 Load resistance for DC generators, 1kW 14 Handbook DC Multifunction Machines 1kW with Servo Brake	1 เครื่อง	1,900,000	1,900,000	4 เครื่อง	2 เครื่อง	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ชุดทดลองของเดิมมีเพียง 2 ชุด เป็นครุภัณฑ์ที่มีมาพร้อมกับการตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีอายุใช้งานประมาณ 40 ปี เป็นครุภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพเครื่องจักรลดลงไม่สามาถทดลองให้ได้เต็มสมรรถนะของเครื่องจักรกล และจำนวนเรื่องการทดลองลดลง เนื่องจากทดลองไม่ได้ เป็นเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้าสูง ต้องใช้เครื่องมือวัดที่เป็นแอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์ที่มีพิกัดสูง เมื่อชำรุดเสียหาย ไม่สามารถหาอุปกรณ์ทดแทนได้ เนื่องจากผู้ผลิตได้เลิกผลิตเครื่องจักรที่มีกำลังสูง จะผลิตเครื่องจักรที่มีพิกัดกำลังต่ำเท่านั้น เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ - มีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่จะต้องจัดหาเครื่องจักรกล ชุดทดลองใหม่ที่มีพิกัดกำลังต่ำ ที่ทันสมัย สามารถทดลองปฏิบัติการเครื่องจักรกลได้ครบตามหลักสูตรที่กำหนด และมีความต้องการ จำนวนชุดทดลองไม่ต่ำกว่า 4 ชุดทดลอง เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้น ประมาณ 20 เท่าของนักศึกษาที่เริ่มก่อตั้งคณะฯมา เป็นครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน เกี่ยวข้องกับวิชาเรียนและวิชาปฏิบัติการทุกชั้นปี - ด้านการเรียนการสอนวิชาที่เกี่ยวข้องได้แก่ Basic Electrical Engineering Laboratory Electrical Engineering Laboratory I,II,III,IV Alternating Current Machines Power Electronics, Electric Drives		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
16	**โปรแกรมสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการปร** - สามารถคำนวณฟังก์ชั่นมาตรฐานต่าง ๆ ได้ - สามารถคำนวณเมตริกซ์ได้ - สามารถเพิ่มเติม Toolbox สำหรับการประยุกต์ใช้งานทางด้าน Digital signal Prosessing , Computer graphic, Control System, Neural network และ Fuzzy logic	1 ชุด	250,000	250,000	5 ชุด	-	-	**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 และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอก และงานวิจัย 241-402 (Computer Engineering Laboratory VI) จำนวนนักศึกษา 120 คน, และใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอก และงานวิจัย
17	**เครื่องกัดและสแกนชิ้นงาน 3 มิติ ขนาดเล็ก (Mini 3D** - สามารถสแกนได้ความละเอียด 0.05 mm - กัดชิ้นงานได้ความละเอียด 0.00625 mm ต่อครั้ง - สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม CAD สามมิติได้ รองรับข้อมูลในรูปแบบ STL, IGES,DXF - ขนาดโต๊ะชิ้นงานไม่ต่ำกว่า 220*160 mm - พื้นที่การทำงานไม่ต่ำกว่า 220*150 mm - ต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตอนุกรม RS-232	1 ชุด	500,000	500,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ใช้ในวิชาโครงงานนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาเมคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อใช้สร้างชิ้นงานต้นแบบและโมลที่ออกแบบไว้ (จำนวนนักศึกษา 100 คน)และใช้สนับสนุนงานวิจัยที่มีการออกแบบชิ้นงาน รายวิชา 216-407 โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 216-408 โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	- มีชุดโปรแกรมใช้งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ - สามารถใช้กัดชิ้นงานที่เป็นวัสดุดังนี้ ไม้,พลาสติก,เรซิ่น,ขี้ผึ้งต้นแบบโฟมสไตริน, อลูมิเนียม(A5052),ทองเหลือง - ใช้ได้ทั้งหัวกัดและหัวเจาะ - มีชุดหัวจับ,หัวกัด,หัวเจาะ - มีวัสดุต้นแบบให้ทดลองใช้งาน - คอมพิวเตอร์ Pantium 4 1.5 GH2, 40 GHDD,256 RAM - สายต่อพ่วงคอมพิวเตอร์				217-405 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 1 217-406 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 2 215-692 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท			
18	**เครื่องพับแบบคันโยก** - พับเหล็กได้หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. - พับเหล็กได้ยาวไม่น้อยกว่า 4 ฟุต - สามารถถอดปากด้านบนได้เป็นช่วง ๆ	1 เครื่อง	300,000	300,000	1 เครื่อง **ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** วิชา 215-314 Mechanical Design 1 217-405 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 1 217-406 โครงงานวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ 2	-	-	
19	**เครื่องมือวัดและวิเคราะห์สัญญาณ (specturm & network analyzer)** -สามารถวัดที่ความถี่ได้ถึง 6GHz -มีฟังก์ชันการทำงานอยู่ที่ : preamplifier, quickCal, network analyzer	1 ชุด	800,000	800,000	2 ตัว **ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนและการวิจัย เพื่อออกผลงานทางวิชาการในระดับ international	-	-	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	-transmission measurement รอง two port, สามารถบันทึกและเก็บข้อมูล สามารถพกพาออกภาคสนามได้ และกันน้ำ				journal โดยในรายละเอียดของรายวิชาที่ใช้ของภาคฯ มีดังนี้ 241-301 (ComputerEngineering Laboratory III)และ 241-302 (computer engineering laboratory IV) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 120 คน 241-401,402 (Project I,II) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 50 คน 241-443 (Embedded Systems Design) จำนวนนักศึกษารายวิชาละ 40 คน และให้บริการภาคชีวการแพทย์ด้วย 241-800 thesis			
20	**ชุดตะแกรงมาตรฐานพร้อมเครื่องสั่น** ตะแกรงมาตรฐานแบบ Full height เป็นโลหะสเตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว มี 1.70 mm. 850, 600, 425, 300, 212, 150, 106, 75, 53, 38 และ Pan	1 ชุด	450,000	450,000	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** มีอยู่ 2 เครื่อง เป็นครุภัณฑ์ปี 2516 1 เครื่อง สภาพเสียใช้การไม่ได้ ใช้ได้ 1 เครื่อง ทดแทนเครื่องที่เสีย ใช้ในการเตรียมงานทางด้านการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ วิชาปฏิบัติการแต่งแร่ รองรับโครงการปริญญาตรี โท และเอก ใช้ในการเรียนการสอนที่ต้องใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ได้แก่ วิชา 235-320 การแต่งแร่ 1 วิชา 235-321 การแต่งแร่ 2 วิชา 235-371 โครงงานนักศึกษาสาขาเหมืองแร่ วิชา 235-402 ธรณีเทคนิค

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
21	**โมบายโรบอท** - ขนาดของตัวรถไม่มากกว่า (ด้านยาวxด้านกว้างx 50 เซนติเมตร x 50 เซนติเมตร x30 เซนติเมตร - สามารถบรรทุกสิ่งของได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม สำหรับการเคลื่อนที่บนพื้นเรียบ - ขับเคลื่อนด้วย 2 ล้อหรือดีกว่า ให้สามารถเคลื่อนไปหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาได้ - มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุดไม่ต่ำกว่า 1.2 เมตรต่อวินาที - มีแรงผลัก (Pushing force) ไม่น้อยกว่า 6 กิโลกรัม - มีโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงาน - มีแฟชเมโมรี (Flash memory) ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 เมกะไบท์ - มีเซ็นเซอร์ในการวัดระยะทางในการเดินไม่น้อยกว่า 500 พัลส์ต่อรอบ - มี sonar sensor ไม่น้อยกว่า 4 ตัว และสามารถวัดระยะทางได้ในช่วง 15 ซม. – 5 ม. หรือ ดีกว่า - มีชุดโปรแกรมสำหรับการพัฒนาการควบคุมโมบายโรบอท - มีเซ็นเซอร์ตรวจสอบการชนแบบรอบทิศทาง - สามารถเชื่อมต่อกับ Labtop ได้ - มีพอร์ตอนุกรมสำหรับติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ - มีชุดโปรแกรมสำหรับพัฒนาการควบคุมเซ็นเซอร์และมอเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม - มีแบตเตอร์รีสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 15 ชั่วโมง เมื่อชาร์จไฟเต็มที่	1 ตัว	250,000	250,000	วิชา 235-410 การสำรวจแหล่งแร่ จำนวนนักศึกษา 60 คน นักศึกษา ป.โท-เอก 10 คน 2 ตัว	1 ตัว	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ในการพัฒนาหุ่นยนต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ 1. ทางด้านโครงสร้างและการควบคุม 2. ด้านการพัฒนาความฉลาดของหุ่นยนต์ ซึ่งทางภาควิชาฯ ได้เริ่มต้นทำการศึกษาและพัฒนาการควบคุมและความฉลาดของหุ่นยนต์มาไม่น้อยกว่า 6 ปี ปัญหาที่ทางภาควิชาฯ พบคือ การพัฒนาต้องอาศัยโครงสร้างทางแมคคานิกส์ที่ดี ซึ่งทางภาควิชาฯ ไม่สามารถจัดทำได้ ครุภัณฑ์ชิ้นนี้นำมาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชา 241-380 (Principles of Robotics) (จำนวนนักศึกษา 30 คน), 241-481 (จำนวนนักศึกษา 30 คน) รายวิชา 241-401(นักศึกษา 120 คน)และ 241-402 (นักศึกษา 120 คน) รวมทั้งรองรับงาน Assignment ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโมบายโรบอท ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ และงานวิจัยด้านการพัฒนาความฉลาดในหุ่นยนต์ ในการเคลื่อนที่, การทำงาน ฯลฯ

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	- มีเครื่องชาร์จแบตเตอร์รี่ - หุ่นยนต์มีน้ำหนักที่สามารถเริ่มต้นทำงานได้ไม่เกินกว่า 12 กิโลกรัม							
22	**เครื่องขัดตัวอย่าง (Grinding and Polishing Machine)** เป็นชุดเครื่องขัดตัวอย่าง ใช้ขัดหยาบ (Grinding) และขัดละเอียด (Polishing) ตัวอย่างสำหรับตรวจโครงสร้างจุลภาค เป็นชนิดจานความเร็วรอบได้	1 ชุด	210,000	210,000	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	**ครุภัณฑ์ทดแทน** เดิมมี 2 ชุดใช้การได้ดีสภาพปกติ 1 เครื่องเสีย 1 เครื่อง เพื่อทดแทนเครื่องขัดตัวอย่าง ซึ่งเป็นครุภัณฑ์ปี 2540 ใช้งานมานานมากกว่า 10 ปี สภาพทรุดโทรมมาก ใช้การไม่ได้ ใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี โครงงานนักศึกษา และการวิจัยระดับปริญญาโท-เอก วิชา 237-201 ปฏิบัติการวิศวกรรมวัสดุ 1 วิชา 237-371 โครงงานวิศวกรรมวัสดุ วิชา 237-600-1 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท วิชา 237-791-2 วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาเอก จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 60 คน, นักศึกษาปริญญาโท-เอก 10 คน
23	**ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสพร้อม** ประกอบด้วย 1. Servo machine test stand for 1kW machines incl. software Active Servo	2 ชุด	1,400,000	2,800,000	4 ชุด	2 ชุด		**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** ชุดทดลองของเดิมมีเพียง 2 ชุด เป็นครุภัณฑ์ที่มีมาพร้อมกับการตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีอายุใช้งานประมาณ 43 ปี เป็นครุภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพเครื่องจักรลดลง ไม่

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	2 Rubber coupling sleeve, 1kW 3 Coupling guard, 1kW 4 Shaft end guard, 1kW 5 Universal power supply for DC and three-phase 6 Set of safety connection cables 4mm 7 Safety connection plug 19/4mm 8 Safety connection plug 19/4mm, with tapping 9 Table-top frame, 2 levels, W 1230 x H 740mm, grey 10 AC-motor with starting & operating capacitor as well as starting relay, 1kW 11 Handbook of AC motor 1kW with Servo Brake							สามารถทดลองให้ได้เต็มสมรรถนะของเครื่องจักรกล และจำนวนเรื่องการทดลองลดลง เนื่องจากทดลองไม่ได้เป็นเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้าสูง ต้องใช้เครื่องมือวัดที่เป็นแอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์ที่มีพิกัดสูง เมื่อชำรุดเสียหาย ไม่สามารถหาอุปกรณ์ทดแทนได้ เนื่องจากผู้ผลิตได้เลิกผลิตเครื่องจักรที่มีกำลังสูง จะผลิตเครื่องจักรที่มีพิกัดกำลังต่ำเท่านั้น เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ - มีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่จะต้องจัดหาเครื่องจักรกลชุดทดลองใหม่ที่มีพิกัดกำลังต่ำ ที่ทันสมัย สามารถทดลองปฏิบัติการเครื่องจักรกลได้ตามหลักสูตรที่กำหนด และมีความต้องการ จำนวนชุดทดลองไม่ต่ำกว่า 4 ชุดทดลอง เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้น ประมาณ 20 เท่าของนักศึกษาที่เริ่มก่อตั้งคณะฯมา เป็นครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน เกี่ยวข้องกับวิชาเรียนและวิชาปฏิบัติการทุกชั้นปี - ด้านการเรียนการสอนวิชาที่เกี่ยวข้องได้แก่ Basic Electrical Engineering Laboratory Electrical Engineering Laboratory I,II,III,IV Alternating Current Machines Power Electronics Electric Drives
24	**เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัม (Syste Analyzer)** คุณสมบัติ	1 เครื่อง	3,000,000	3,000,000	1 เครื่อง	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** เป็นครุภัณฑ์ที่ไม่เคยมีมาก่อน

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	- ช่วงความถี่ 3Hz-26.5 GHz - Dynamic Range + 18 dBm TOI - Preamplifier to 26.5 GHz				- เป็นครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการวิจัย การเรียนการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และสื่อสาร - สำหรับงานวิจัยปริญญาโทและเอก - เนื่องจากเครื่องมือที่มีอยู่เดิม อยู่ในย่านความถี่ต่ำน้อยกว่า 1GHz ยังขาดในเคลื่อนความถี่สูงๆและเป็นอุปสรรค์ในการทำวิจัยของนักศึกษา เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ ประเภท wireless ซึ่งอยู่ในย่าน 2.4 GHz เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง			
25	**ออสซิลโลสโคปแบบบันทึกสัญญาณได้จำนวน 2 ช่องสัญญาณ (2 CH Digital Storage Oscilloscope)** - Band width 100 MHz - Sampling rate ได้ถึง 2 GS/S - ความยาวในการบันทึก 2.5K point - มี function ในการวัดสัญญาณโดยอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 10 funtion	5 เครื่อง	70,000	350,000	33 เครื่อง	18 เครื่อง	-	**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** เป็นครุภัณฑ์พื้นฐานเพื่อใช้ในการเรียน การสอน ในระดับปริญญาตรี ทางด้านปฏิบัติการ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 (210-301,210-302) และปีที่ 4(210-401,210-402) ตลอดจนหลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพิ่มขึ้น เป็นครุภัณฑ์ที่มีการสอนให้กับทุกภาควิชา รวมทั้งสิ้นประมาณ 15 การทดลองทุกภาคการศึกษา จึงจำเป็นต้องมีให้เพียงพอกับการทดลอง นอกจากนี้ยังใช้ในวิชาโครงงานนักศึกษาปี 4 (210-407,210-408) จำนวน 20 หัวข้อ จำนวนนักศึกษาประมาณ 30 คน จำเป็นต้องใช้ตลอดภาคการศึกษา และนักศึกษาหลักสูตรแมคคาโทรนิกส์ ที่เลือกหัวข้อทางไฟฟ้า จำนวนประมาณ 5 หัวข้อ นักศึกษาประมาณ 10 คน จำเป็นต้องใช้ตลอดภาคการศึกษา และนักศึกษา ป โท จำนวนประมาณ 8-10 คน ที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือนี้

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
26	**เครื่องวัดแรงดันของน้ำในดิน (Tensiometer)** เป็นชุดหาความชื้นของดินโดยอาศัยการวัดค่าแรงของน้ำในดิน สามารถอ่านค่าแรงดึงของน้ำในดินได้จากหน้าปัทม์และสเกลได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100 เซนติบาร์ ขนาดของหน้าปัทม์มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ส่วนปลายของชุดวัดค่าแรงดึงของน้ำในดินเป็นเซรามิค มีชุด Service Kit จำนวน 1 ชุด มีหัวเจาะเพื่อนำร่องก่อนจะฝังตัวเครื่อง มีขนาดความยาว 54 นิ้ว 1 อัน รับประกันคุณภาพการใช้งานนาน 1 ปี	1 ชุด	44,000	44,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** สำหรับการเรียนการสอนวิชา 220-522 นักศึกษาประมาณ 5-10 คน/ปี สำหรับใช้ในโครงงานนักศึกษา และวิทยานิพนธ์ รวมถึงงานวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา ของนักศึกษามหาบัณฑิตและ ดุษฎีบัณฑิตของสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จำนวนนักศึกษารุ่นละ 10 คนต่อปี โดยมีความถี่ในการใช้งาน 1 ครั้ง/สัปดาห์
27	**เครื่องหาตำแหน่งเหล็กเสริมในโครงสร้าง** เครื่องมือสำหรับตรวจสอบหาตำแหน่งเหล็กเสริมภายในคอนกรีต และสามารถตรวจสอบขนาดของเหล็กเสริมภายในคอนกรีต จอแสดงผล LCD บันทึกผลการทดสอบได้ 1,000 ค่า และสามารถโอนถ่ายผลการทดสอบไปยังคอมพิวเตอร์ได้	1 ชุด	300,000	300,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์พัฒนา** ใช้งานในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโครงสร้าง ใช้สอนในวิชา 221-382 โดยมีนักศึกษาประมาณ 60 คน/ภาคการศึกษา ใช้ในวิชาโครงงานและในวิชาวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษา
28	**เครื่องจักรอัตโนมัติ EDM (Electro discharge** 1) ช่วงแกนเคลื่อนที่ผลิต X x Y x Z = 300 x250 x 250 mm.	1 ชุด	1,500,000	1,500,000	1 ชุด	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อพัฒนา** เนื่องจากห้องปฏิบัติการ CAD/CAM ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มอ.ในปัจจุบันมีเครื่องจักร

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	2) ขนาดถังเก็บน้ำมันไดเล็กตริก = 770 x 500 x 250 3) ขนาดชิ้นงานสูงสุดที่บรรจุได้ = 740 x 470 x 150 4) ขนาดฐานรองรับชิ้นงาน = 500 X 350 mm. 5) รองรับน้ำหนัก Electrode สูงสุด = 25 kg. 6) รองรับน้ำหนัก Workpiece สูงสุด = 550 kg. 7) ความจุใน Filter tank = 196 Litre 8) ความเร็วในการเคลื่อนที่แบบรวดเร็ว = 2000 mm/min 9) น้ำหนักเครื่องจักร ไม่เกิน 2000 kg 10) ค่า Power Supply Type / Peak Current = FP120V / 11) ค่า C-Axis Min. Indexing Angle / Drive Unit = . 12) ค่า C-Axis RPM Range = 10 or 20 13) ค่า Optional Internal Spindle RPM Range = 1 ~ 14) Automatic Tool Changer Options เป็นแบบ MVH 15) ค่า Power Requirements [KVA] = 200/220 VAC 16) ค่าความต้องการ Compressed Air = 2.7 cu.ft/min **พร้อมด้วยระบบเพิ่มเติมดังนี้** - Direct Drive AC Smart Servo System - 3 Dimensional Lateral Servo System - Windows XP Operating System - Manual Vertical Door Work Tank Access				อัตโนมัติ CNCเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา CAD/CAM technology และ CAD/CAM Laboratory สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีเพียง 2 ประเภทคือ เครื่องจักรอเนกประสงค์อัตโนมัติและเครื่องกลึงอัตโนมัติ เมื่อต้องการพัฒนาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีด้านเครื่องจักรอัตโนมัติ CNC เพื่อแปรรูปโลหะในเครื่องจักรประเภทอื่นจึงยังไม่สมบูรณ์พอ เทคโนโลยีด้าน EDM เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สำคัญในการแปรรูปชิ้นงานโลหะเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีผิวงานละเอียดสูงที่นักศึกษาควรรู้จักในปัจจุบัน และเครื่องจักร EDM ยังเป็นเครื่องจักรสำคัญในการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปโลหะสำหรับรองรับโครงงานและงานวิจัยของนักศึกษาในทุกระดับชั้น เพื่อใช้กับเครื่องฉีดพลาสติกและเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะที่มีอยู่แล้วในภาควิชาฯ แต่ปัจจุบันการพัฒนาโครงงานต่างๆ ในการผลิตแม่พิมพ์เพื่อผลิตภัณฑ์พลาสติกหรือชิ้นส่วนโลหะที่มีความซับซ้อนและคุณภาพผิวละเอียดสูงยังไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากภาควิชาฯ ขาดเครื่องจักรประเภทนี้			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	- Easy Access Filter System - Dielectric Fluid Emission - Auto Lubrication System							
29	**ชุดเครื่องวิเคราะห์วัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG**	1 เครื่อง	240,000	240,000	1 เครื่อง	-	-	**ครุภัณฑ์เพื่อพัฒนา** เพื่อใช้ในการการเรียนการสอน ป.ตรี วิชา 225-456 การยศาสตร์ และ สอนป.โท 225-540 และเพื่องานวิจัย ป.โท และ ป.เอก เนื่องจากในรายวิชาดังกล่าวมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสรีระของร่างกายมนุษย์ และศึกษาท่าทางการทำงานการออกแรงของกล้ามเนื้อที่ถูกต้องเพื่อลดอาการบาดเจ็บรวมถึงความเมื่อยล้าจากการทำงาน แต่การเรียนการสอน และงานวิจัยทางด้านการยศาสตร์ ของภาควิชายังขาดเครื่องมือที่ช่วยชี้วัดถึงค่าการออกแรง และค่าความเมื่อยล้าดังนั้น จากเครื่องมือดังกล่าวจะสามารถชี้วัด ค่าการออกแรงของกล้ามเนื้อ และค่าความเมื่อยล้า จากสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เครื่องมือดังกล่าว จึงมีความจำเป็นในงานวิจัยทางการยศาสตร์ โดยเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานทั้งใน ภาคอุตสาหกรรมเช่น อุตสาหกรรมอาหารทะเล อุตสาหกรรมไม้ยางพารา ที่เป็นอุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ภาคใต้ องค์กรอื่นๆ
	<u>รายละเอียด</u> 1. เป็นเครื่อง ฝึกกำลังกล้ามเนื้อประสาทรับรู้ น้ำหนัก 2. สามารถวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ 3. Hardware filter ทุกช่องมี Low pass filter 500 Hz 4. ช่องสัญญาณ EMG มี Baseline noise ไม่เกิน 1 ไม 5. หน้าจอเครื่องเป็นหน้าจอสี TFT แสดง mode การใช้ 6. ตัวเครื่องมีลำโพงและช่องสำหรับต่อหูฟัง 7. สามารถแสดงผล (Feedback) ได้ทั้งแบบภาพและ 8. สามารถแสดงกราฟได้ทั้งแบบกราฟแท่งและกราฟ 9. มีแบบแผนการฝึกให้เลือก 3 แบบดังนี้ Continuous 10. สามารถต่อกับอุปกรณ์วัดมุม/การลาดเอียง 11. ใช้พลังงานแบตเตอรี่ สามารถใช้งานติดต่อกันได้ 12. ตัวเครื่องสามารถบันทึกสัญญาณเข้าฮาร์ดดิสก์ 13. มีโปรแกรมวิเคราะห์ (Myoresearch) ทำงานบน							

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(7)
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจง/เหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	13.1 สามารถเลือกชื่อกล้ามเนื้อที่จะทำการวัด 13.2 สามารถทำ Overlay channels ได้ 13.3 สามารถเลือกทำ signal processing ได้ขณะทำ 13.4 เลือกการทำ Signal processing ได้ ตั้งแต่ 13.5 มี Protocol ให้เลือกใช้ อาทิ สำหรับ Standard 13.6 มีรูปแบบการรายงานผลให้เลือกใช้ และ 13.7 สามารถบันทึกภาพขณะทำการทดสอบ และ 13.8 สามารถถ่ายเป็น ASCII file ได้ 13.9 สามารถ Import / Export ข้อมูลได้							

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ **แบบ กผ.11**

ปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์

(ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) คำชี้แจง			
ลำดับความสำคัญ	หมวดค่าใช้จ่าย รายการและรายละเอียดประกอบ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว		คำชี้แจงและเหตุผล
						ใช้การได้	ใช้การไม่ได้	
	ค่าครุภัณฑ์			**270,000**				
1	**เครื่องสร้างสัญญาณเทียม ค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด**	1	270,000	270,000	2 ชุด	-	-	
		ชุด			**ครุภัณฑ์พัฒนา**			
	- เป็นเครื่องสร้างสัญญาณเทียมของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเส้นเลือดแดง ตั้งแต่ 35% ถึง 100% และค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้ตั้งแต่ 30 ถึง 250ครั้งต่อนาที - สามารถใช้ตรวจสอบเครื่อง Pulse Oximeter และสาย Probe พร้อมกันได้ - ผู้ใช้สามารถใส่ค่า R-curve เพิ่มได้ - สามารถสร้างสัญญาณเลียนแบบของการเคลื่อนไหว และระดับออกซิเจนในเส้นเลือดแดงได้				เป็นครุภัณฑ์ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน เป็นอุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ชั้นปีที่ 3-4 จำนวนทั้งสิ้นประมาณ 60 คน เพื่อรองรับหลักสูตรใหม่ ได้ทำการเรียนการสอนมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ และทดลองการวัดค่าถึงการเคลื่อนไหว และระดับออกซิเจนในเส้นเลือด และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด			

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี

(วิทยาเขตภูเก็ต)

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**200,000**				
1	**ชุดหุ่นยนต์ดิจิตอล**	4	50,000	200,000	4 ตัว			
		ตัว			**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา**			
	- สามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้				เพื่อใช้สนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชา 241-380 Principles of Robotics			
	- สามารถเซ็ทข้อมูลความเร็วในการสื่อสารไม่ต่ำกว่า 115,200 kbps.(BaudRate Default)				และวิชา 241-481 Artificial Intelligence for Robotics เพื่อสนับสนุนรายวิชา 241-401			
	- ควบคุมโดยรีโมทคอนโทรลได้				และ 241-402 (Computer Engineering Project I,II) จำนวน 230 คน วิจัย และเพื่อใช้ใน			
	- มี Speaker System				การประชาสัมพันธ์ ภาควิชาฯตามโรงเรียนมัธยมทั่วประเทศ			
	- น้ำหนักไม่น้อยเกิน 15 กิโลกรัม				**ครุภัณฑ์ขอใหม่** เนื่องจากภาควิชาฯ มีความจำเป็นต้องพัฒนานักศึกษา			
					และเป็นแรงกระตุ้นในการผลิตวิศวกรให้มีความเข้มแข็ง			
					ในด้านการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานควบคุมหุ่นยนต์			
					และเพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ระดับประเทศ			

วศ. 79

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

4) ครุภัณฑ์โครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์ประกอบ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (วิทยาเขตภูเก็ต)

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	 ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**60,000**				
1	**เครื่องแม่ข่ายสำหรับฐานข้อมูล (Database Server)** - มีความจุฮาร์ดดิสก์ไม่ต่ำกว่า 2TB - หน่วยประมวลผลกลางไม่ต่ำกว่า 2.8 GHz - มีหน่วยความจำสำรองไม่ต่ำกว่า 2 GB	1 ชุด	60,000	60,000	1 ชุด			**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** เพื่อรองรับการเรียนการสอนในรายวิชา 241-401และ 241-402 (Computer Engineering Project I,II)และปริมาณจำนวนนักศึกษาที่มีประมาณ 230 คน และเพื่อใช้สนับสนุนงานวิจัยอื่นๆของอาจารย์ **ครุภัณฑ์ขอใหม่** ภาควิชาฯ มีความจำเป็นในการขยายและพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานให้กับนักศึกษา และรองรับการพัฒนาในทุกๆส่วนอย่างต่อเนื่อง

รายละเอียดคำของบประมาณหมวดค่าครุภัณฑ์ ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง **แบบ กผ.11**

ประจำปีงบประมาณ 2555

แผนงาน: ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต/โครงการ:ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

5) ครุภัณฑ์อื่นๆ

1	2	3	4	5	6			7
ลำดับที่	หมวดรายจ่าย ประเภท-รายการ	จำนวน หน่วย	ราคา ต่อหน่วย	รวมเงิน	ความต้องการทั้งสิ้น	มีอยู่แล้ว ใช้การได้	มีอยู่แล้ว ใช้การไม่ได้	คำชี้แจง/เหตุผล
	ค่าครุภัณฑ์			**30,000**				
1	**ไมโครโฟนไร้สาย**	1	30,000	30,000	6 ชุด	3 ชุด	-	
	- เครื่องรับสัญญาณไร้สาย 1 ชุด - ไมค์ลอย ชนิด 2 ไมค์มือถือ 1 ชุด	ชุด			**ครุภัณฑ์เพื่อการพัฒนา** - ใช้สำหรับการเรียนการสอน - ใช้สำหรับการสอบวิชาโครงงานนักศึกษา - ใช้สำหรับการเรียนการสอนและการสอบวิทยานิพนธ์นักศึกษาระดับปริญญาโทและเอก - เพื่อใช้กิจกรรมทั่วไปของคณะฯ และกิจกรรมคณะฯ ต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย - เพื่อใช้หมุนเวียนสำหรับการเรียนการสอน - จัดหาเพิ่มเติมให้เพียงพอกับความต้องการใช้งาน - ใช้สำรองห้องเรียนและใช้สำรองในการสอบโครงงานของนักศึกษา - เพื่อใช้สำรองการจัดกิจกรรมทั่วไปของคณะฯ และกิจกรรมคณะฯ ต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย		

แบบ กผ.12

สรุปการจัดเรียงลำดับความสำคัญรายการค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

ลำดับความสำคัญ	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)	หน้า
1	ซ่อมแซมโครงเหล็กรับหลังคาลูกโดม อาคารสตางค์ มงคลสุข	2,224,000	วศ.82
2	ต่อเติมอาคารชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	2,670,000	วศ.85
3	ปรับปรุงระบบไฟฟ้าอาคารบรรยายกลางและโรงหล่อโลหะ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ	1,197,000	วศ.97
	รวม	**6,091,000**	

วศ.81

คำชี้แจงรายละเอียดค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง 1 ปี ปีงบประมาณ 2555

1. ชื่อรายการ **ซ่อมแซมโครงเหล็กรับหลังคาลูกโดมอาคารสตางค์ มงคลสุข**

2. แผนงาน ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

3. ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. สถานที่ดำเนินการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. เหตุผลความจำเป็น

เนื่องจากโครงเหล็กรับหลังคาลูกโดมอาคารสตางค์ มงคลสุข มีอายุการใช้งานประมาณ 38 ปี เป็นสนิมกัดกร่อนได้รับความเสียหายมาก บางจุดโครงเหล็กทะลุ ซึ่งคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้รับงบประมาณซ่อมแซมมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2549 ปีงบประมาณ 2551 และปีงบประมาณ 2552 โดยดำเนินการซ่อมแซมเรื่อยมาตลอด แต่ยังซ่อมแซมไม่หมดเนื่องจากงบประมาณที่ได้รับวงเงินจำกัด ไม่สามารถซ่อมแซมโครงเหล็กทั้งอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์จึงได้จัดทำแผนซ่อมแซมทุกปีจนกว่าจะครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด หากได้รับงบประมาณในวงเงินที่สูงจะสามารถดำเนินการซ่อมแซมได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ยืดอายุการใช้งานได้อีกยาวนาน

ในปัจจุบันเหลือพื้นที่ที่ยังไม่ได้ดำเนินการซ่อมแซมประมาณ 7,787.50 ตารางเมตร ทั้งนี้หากได้รับงบประมาณในปีงบประมาณ 2555 จะซ่อมแซมได้ครอบคลุมพื้นที่ที่เหลืออยู่

6. งบประมาณทั้งสิ้น 2,224,000 บาท

7. พื้นที่/ประมาณ 7,787.50 ตารางเมตร

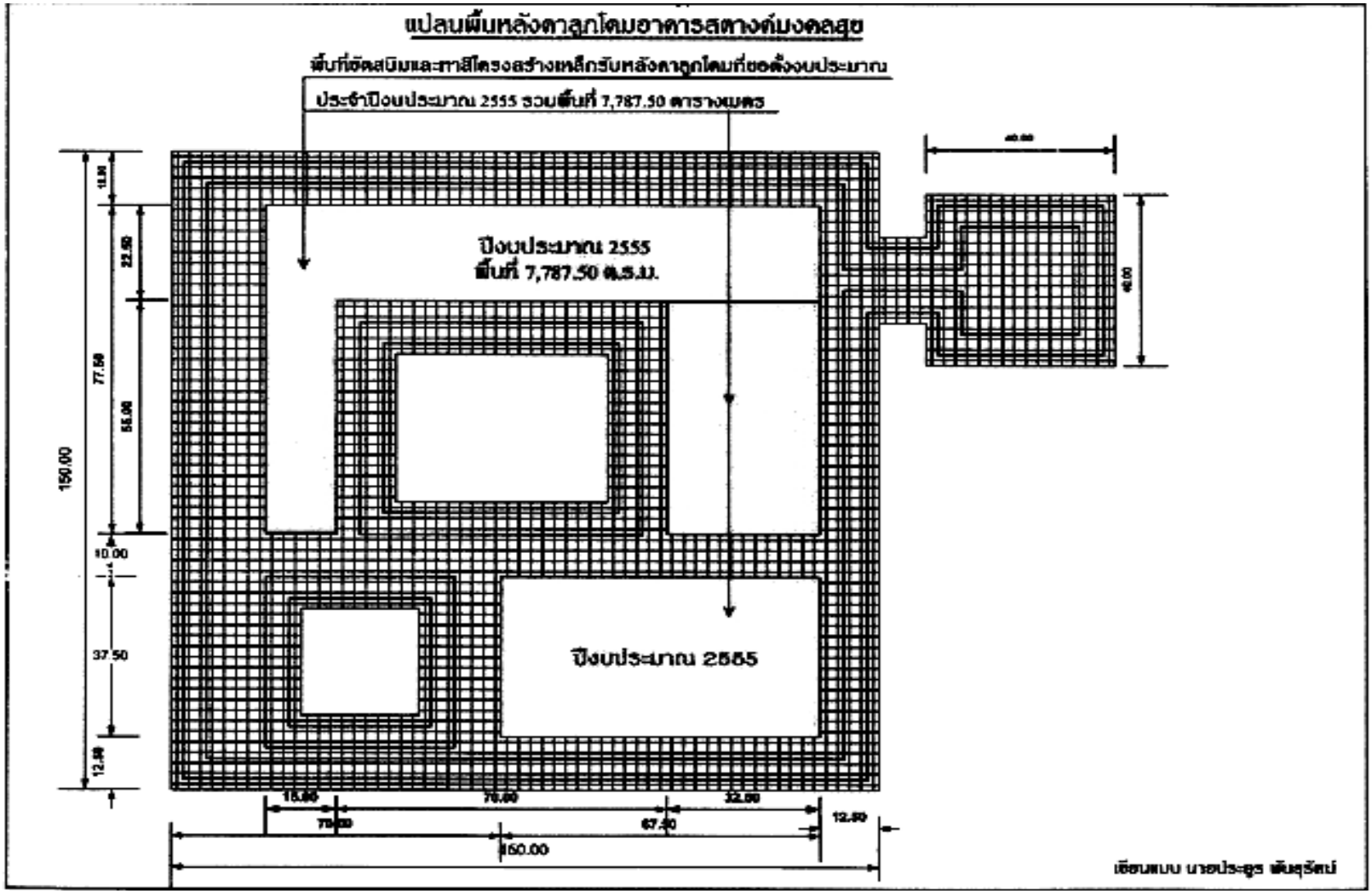
8. ลักษณะการก่อสร้าง ปรับปรุง ขนาดและประมาณราคา

8.1 ประมาณราคา

กิจกรรม/ดำเนินการ	ขนาด/ปริมาณ	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
- ขัดสนิมเหล็กและทาสีโครงเหล็กหลังคา	7,787.50 ตร.ม.	225	1,752,187
รวม			1,752,187
Factor F = 1.2694			2,224,226
ขอตั้งงบประมาณ			**2,224,000**

9. แผนการดำเนินการ

ออกแบบ	กรกฎาคม – สิงหาคม 2554
ประกวดราคา	กันยายน 2554
เซ็นสัญญา	ตุลาคม 2554
ก่อสร้าง ปรับปรุง	120 วัน พฤศจิกายน 2554 – กุมภาพันธ์ 2555
แผนการจ่ายเงิน	จ่าย 4 งวด
งวดที่ 1	จ่าย 25% ขัดสนิมและทาสีกันสนิมโครงเหล็กได้ ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด
งวดที่ 2	จ่าย 25% ขัดสนิมและทาสีกันสนิมโครงเหล็กทั้งหมดเสร็จเรียบร้อย
งวดที่ 3	จ่าย 20% ทาสีทับหน้าครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยทั้งหมด
งวดที่ 4	จ่าย 30% ทาสีทับหน้าครั้งที่ 2 เสร็จเรียบร้อย และเก็บกวาดทำความสะอาดพื้นที่


แปลนพื้นหลังคาลูกโดมอาคารสถาบันมงคลสุข
พื้นที่ขัดสนิมและทาสีโครงสร้างเหล็กรับหลังคาลูกโดมที่ขอตั้งงบประมาณ
ประจำปีงบประมาณ 2555 รวมพื้นที่ 7,787.50 ตารางเมตร
ปีงบประมาณ 2555
พื้นที่ 7,787.50 ต.ร.ม.
ปีงบประมาณ 2555
150.00
77.50
55.00
37.50
10.00
12.50
22.50
15.00
70.00
32.50
67.50
12.50
160.00
เขียนแบบ นายประยูร เต็มสุวัตน์

1.ชื่อรายการ **ต่อเติมอาคารชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี**

2.แผนงาน ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

3. ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. สถานที่ดำเนินการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

5. เหตุผลความจำเป็น

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,960 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่ใช้สอย ดังนี้

- ห้องปฏิบัติการต่างๆ ประมาณ 930 ตารางเมตร
- ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ ประมาณ 170 ตารางเมตร
- ห้องพักอาจารย์ ข้าราชการ ห้องประชุม และห้องพักนักศึกษา ประมาณ 440 ตารางเมตร
- ห้องบรรยาย ประมาณ 95 ตารางเมตร
- ส่วนที่เหลืออีก 325 ตารางเมตร จะใช้เป็นห้องเก็บพัสดุ, ห้องเชื่อม, ห้องเครื่องชั่ง, ห้องเครื่องแก้ว, ห้องสมุด และห้องน้ำ

จากการที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ได้มีการขยายภาระงานด้านการเรียนการสอนจนถึงระดับปริญญาเอก มีการรับนักศึกษาเพิ่มตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา คือ ในแต่ละปีจะมีนักศึกษาในระดับปริญญาตรีปีละ 60 คน จากเดิม 40 คน โดยมีอัตราการใช้บริการพื้นที่ในภาควิชาเฉลี่ยคนละ 3 ปี ในส่วนของระดับปริญญาโท มีการรับนักศึกษา ปีละ 30 คน ใช้บริการพื้นที่ในภาควิชาฯ ในการทำวิทยานิพนธ์เฉลี่ยคนละ 2 – 3 ปี และในระดับปริญญาเอก มีการรับนักศึกษา ปีละ 5 คน ใช้บริการพื้นที่ในภาควิชาในการทำวิทยานิพนธ์เฉลี่ยคนละ 4 ปี ทำให้การใช้พื้นที่ใช้สอยในการทำปฏิบัติการการเรียนการสอนและการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาและการทำวิจัยเพิ่มขึ้น โดยสรุปการใช้พื้นที่ต่อปีดังนี้

กิจกรรม	จำนวนหัวข้อ	พื้นที่ที่ต้องการใช้/กลุ่ม(ตร.ม)	พื้นที่ที่ต้องการใช้ทั้งหมด (ตร.ม)
ปฏิบัติการ 230-244	10	9	90
ปฏิบัติการ 230-341	10	9	90
ปฏิบัติการ 230-342	10	9	90

กิจกรรม	จำนวนหัวข้อ	พื้นที่ที่ต้องการใช้/กลุ่ม(ตร.ม)	พื้นที่ที่ต้องการใช้ทั้งหมด(ตร.ม)
ปฏิบัติการ 230-443	11	9	99
โครงงานน.ศ. 230-444	15	10	150
โครงงานน.ศ. 230– 445	15	10	150
วิทยานิพนธ์ น.ศ. ป.โท	35	12	420
วิทยานิพนธ์ น.ศ. ป.เอก	18	15	270
รวม			1,359

- พื้นที่ที่ต้องใช้ในการทำวิจัยที่ต้องติดตั้งเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่

-ทอดสุญญากาศ 20 ตารางเมตร

-การบำบัดน้ำเสีย 30 ตารางเมตร

- พื้นที่ที่ต้องใช้ในการทำวิจัยของอาจารย์และบุคลากร 200 ตารางเมตร

โดยมีโครงการวิจัยปีละ10 โครงการๆ ละ 20 ตารางเมตร

-พื้นที่สำหรับที่พักนักศึกษา และห้องน้ำอีก 50 ตารางเมตร

รวมสุทธิแล้วเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการทั้งสิ้น 1,659 ตารางเมตร เพิ่มจากเดิมที่มีอยู่(930 ตารางเมตร) คิดเป็น 729 ตารางเมตร

ด้วยเหตุผลข้างต้นภาควิชาวิศวกรรมเคมี จึงมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการต่อเติมอาคารชั้น 2 ภาควิชาให้มีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นรวมประมาณ 400 ตารางเมตร

6. งบประมาณทั้งสิ้น 2,670,000 บาท

7. พื้นที่/ปริมาณ 400 ตารางเมตร

8. ลักษณะการก่อสร้าง ปรับปรุง ขนาดและประมาณราคา

8.1 ลักษณะการก่อสร้าง ปรับปรุง

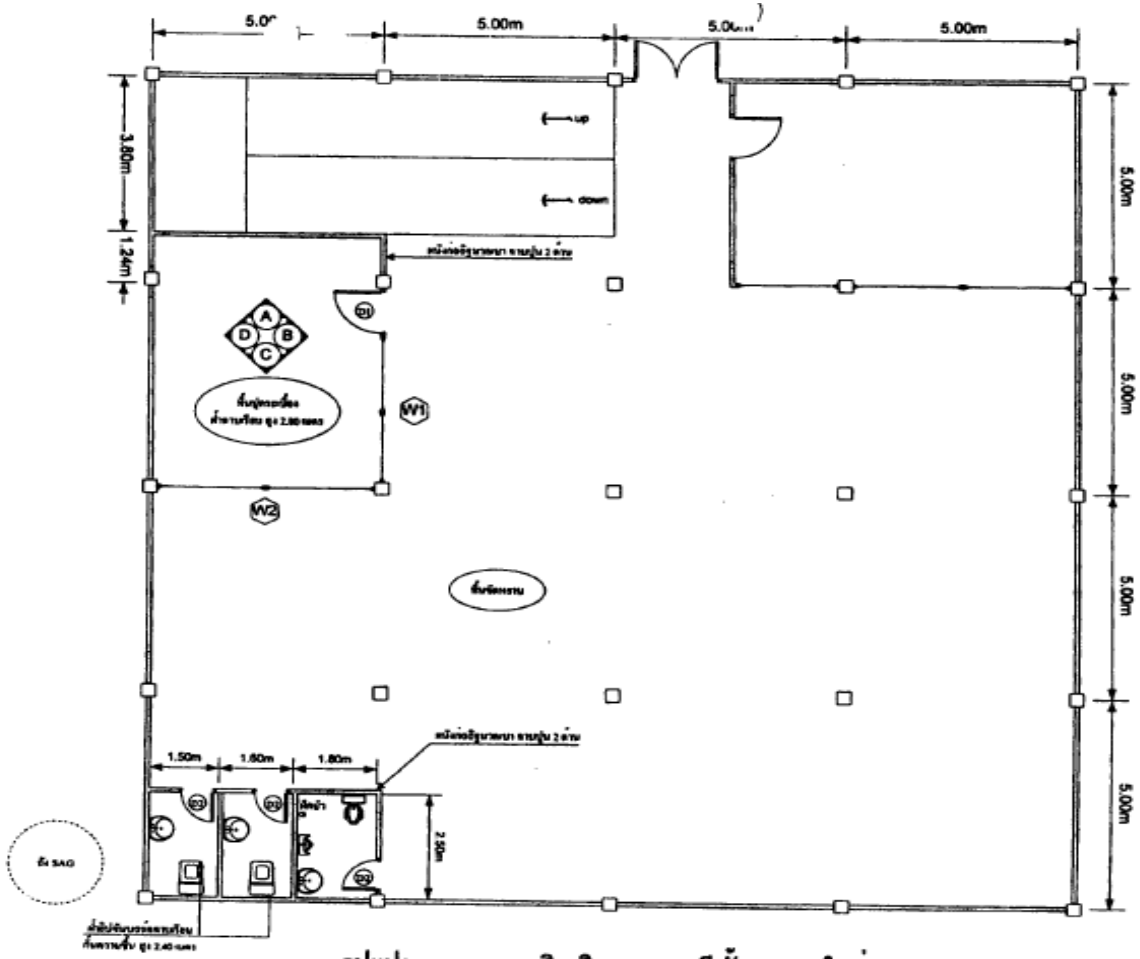
พื้นที่อาคารกว้าง 20 เมตร ยาว 20 เมตร รวมพื้นที่ทั้งชั้น 400 ตารางเมตร

8.2 ประมาณราคา

กิจกรรม/ดำเนินงาน	ขนาด/ปริมาณ	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
- ต่อเติมพื้นอาคารชั้น 2 เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่ได้เพิ่มขึ้น ขนาดกว้าง 20 เมตร ยาว 20 เมตร รวมพื้นที่ 400 ตารางเมตร	400 ตร.ม.	6,675.-	2,670,000
ขอตั้งงบประมาณ			**2,670,000**

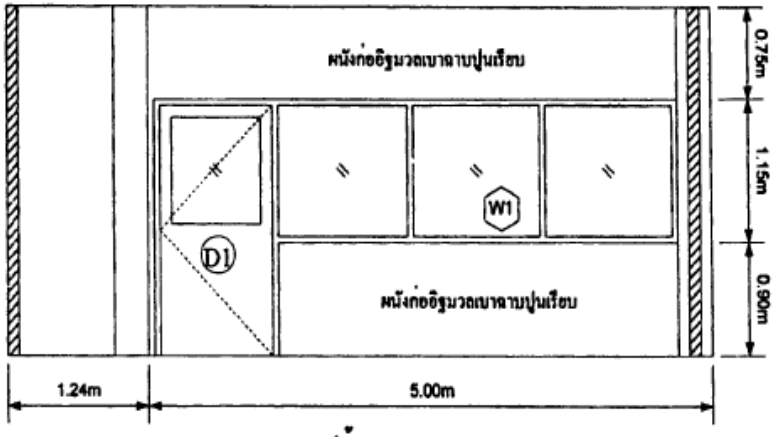
9. แผนการดำเนินการ

ออกแบบ	สิงหาคม 2554 - กันยายน 2554
ประกวดราคา	ตุลาคม 2554 – พฤศจิกายน 2554
เซ็นสัญญา	ธันวาคม 2554
ก่อสร้าง ปรับปรุง	150 วัน (มกราคม 2554 – พฤษภาคม 2554)
แผนการจ่ายเงิน	แบ่งออกเป็น 3 งวด งวดที่ 1 จ่าย 30% เมื่อดำเนินงานติดตั้งคานเหล็กแผ่นพื้นสำเร็จรูปและเทคอนกรีต TOPPING พื้นแล้วเสร็จ งวดที่ 2 จ่าย 30% เมื่อดำเนินงานก่ออิฐ ฉาบปูน ติดตั้งฝ้าเพดานและปูกระเบื้องแล้วเสร็จ งวดที่ 3 จ่าย 40% เมื่อดำเนินงานติดตั้งระบบท่อน้ำสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ระบบไฟฟ้าระบบปรับอากาศ และงานทาสีแล้วเสร็จ

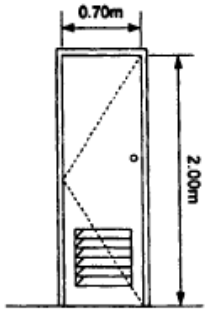


รูปแปลน อาคารภาควิชาวิศวกรรมเคมี ชั้น 2 (ของใหม่)
SCALE: 1:125

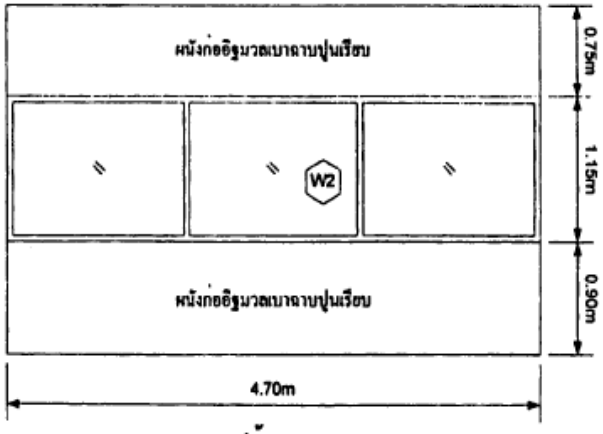
ต่อเติมอาคารภาควิชาเคมี:แปลนใหม่(2):1/2/2006



รูปด้าน B
SCALE: 1:50



D2



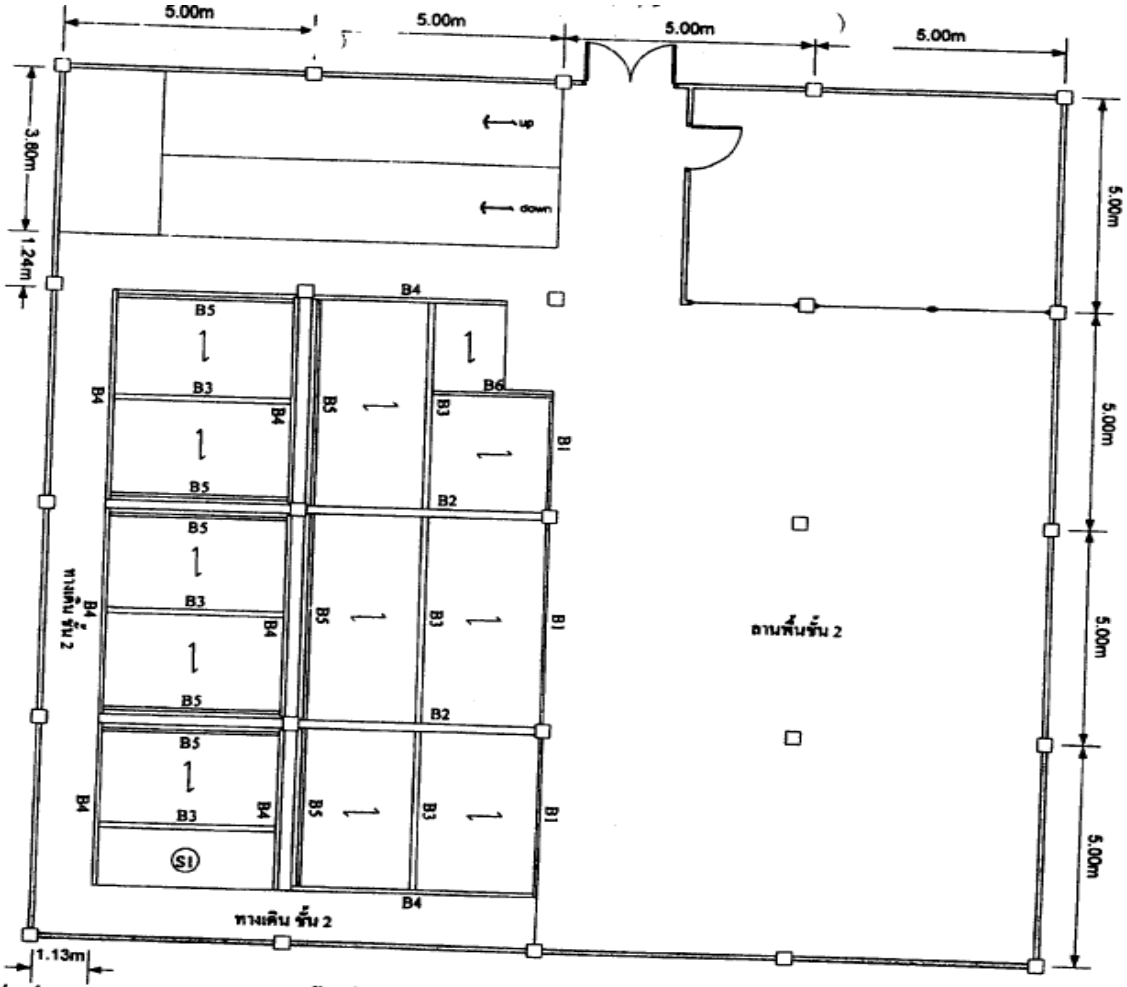
รูปด้าน C
SCALE: 1:50

D1 = ประตูบานเปิดไม้อัดสัก เจาะช่องกระจกใส ½ บาน ขนาด 1.00x2.00

D2 = ประตูบานเปิด PVC เจาะเกล็ด ¼ บาน ขนาด 0.70x2.00

W1 = หน้าต่างวงกบไม้แข็งกลาง บานกระจกคิดลาย

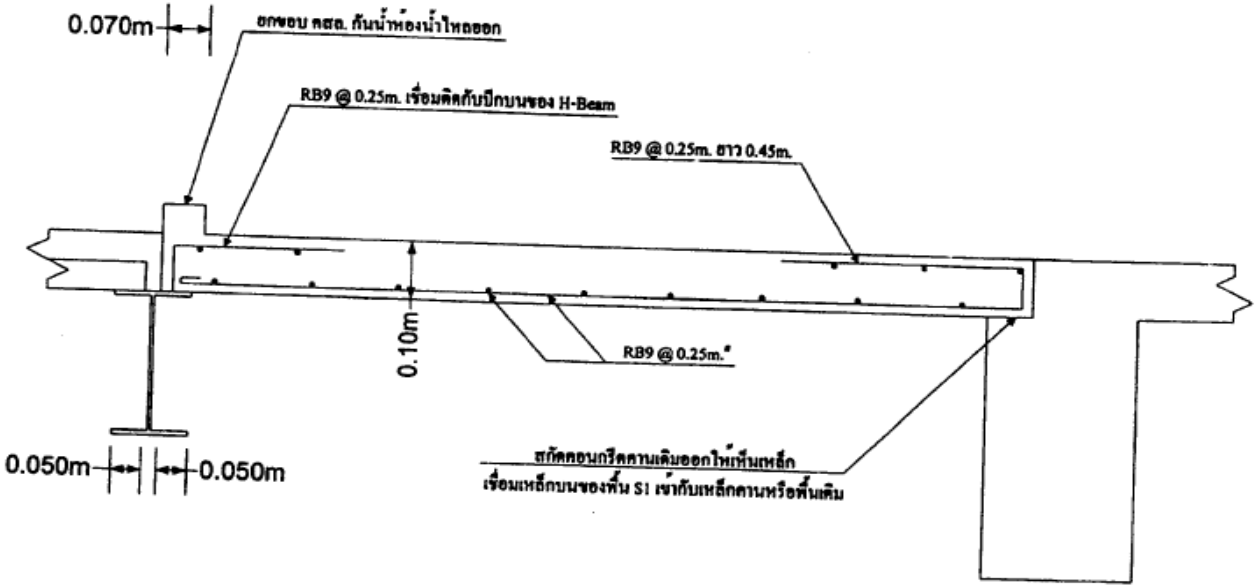
W2 = หน้าต่างวงกบไม้แข็งกลาง บานกระจกคิดลาย



รูปแปลน แสดงการเสริมโครงสร้างชั้น 2
SCALE: 1:125

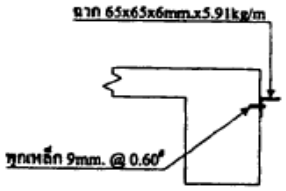
⟷ = พื้น PC plank ขนาด 0.05x0.35 หรือ 0.05x0.30 เท concrete topping หนา 0.05 ม. รับ นน. บรรทุกจร ได้ไม่น้อยกว่า 300 kg/m² (ก่อนเท topping ต้องมีการค้ำยันแผ่นพื้น)

ค่อเติมอาคารภาคเหนือ:โครงสร้าง F2:1/2/2006

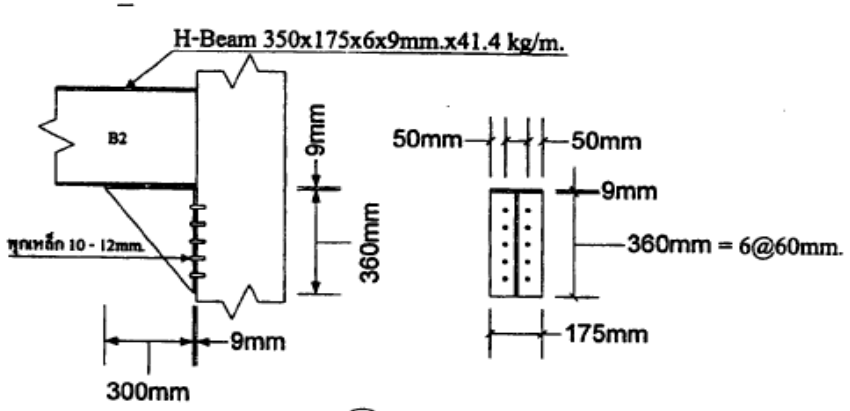


รูปแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก พื้น S1
SCALE: 1:10

ต่อเติมอาคารภาคเหนือ:detail1:1/2/2006

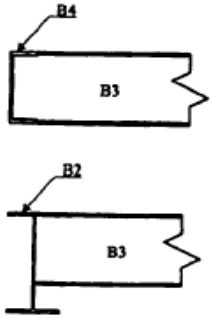


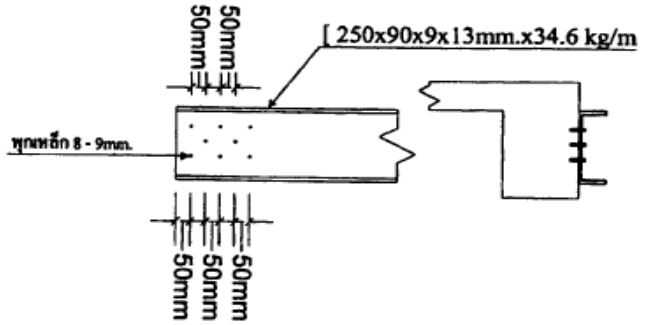
B1



B2

B3 = H-Beam 250x125x5x8mm.x25.7 kg/m



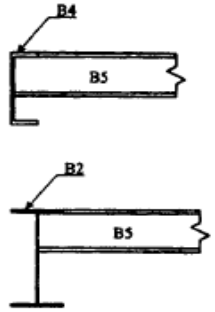


B4

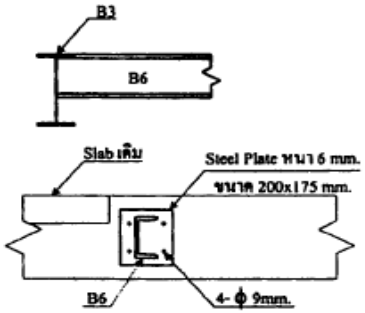
รูปแสดงรายละเอียดโครงสร้างเหล็ก

SCALE: 1:20

B5 = [150x75x9x12.5mm.x24.0 kg/m

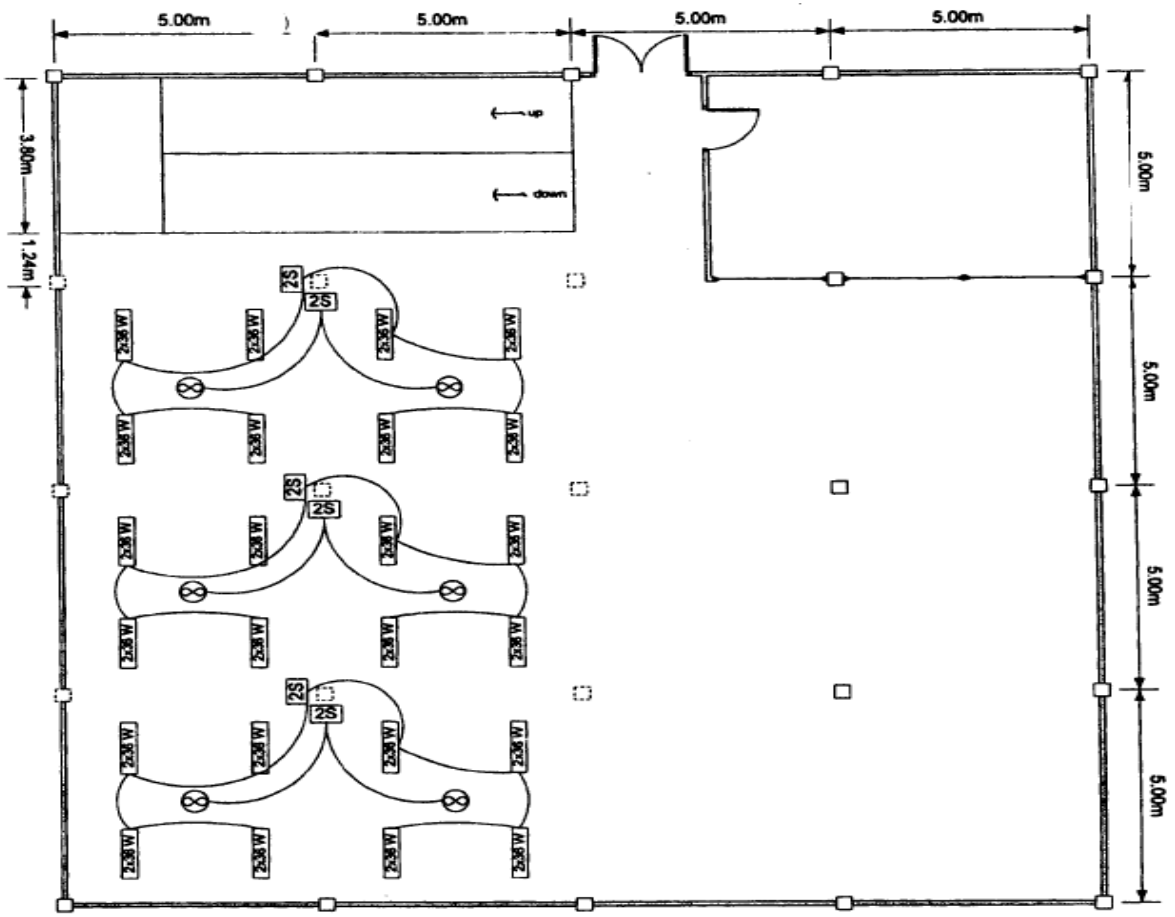


B6 = [150x75x9x12.5mm.x24.0 kg/m



รูปแสดงรายละเอียดโครงสร้างเหล็ก

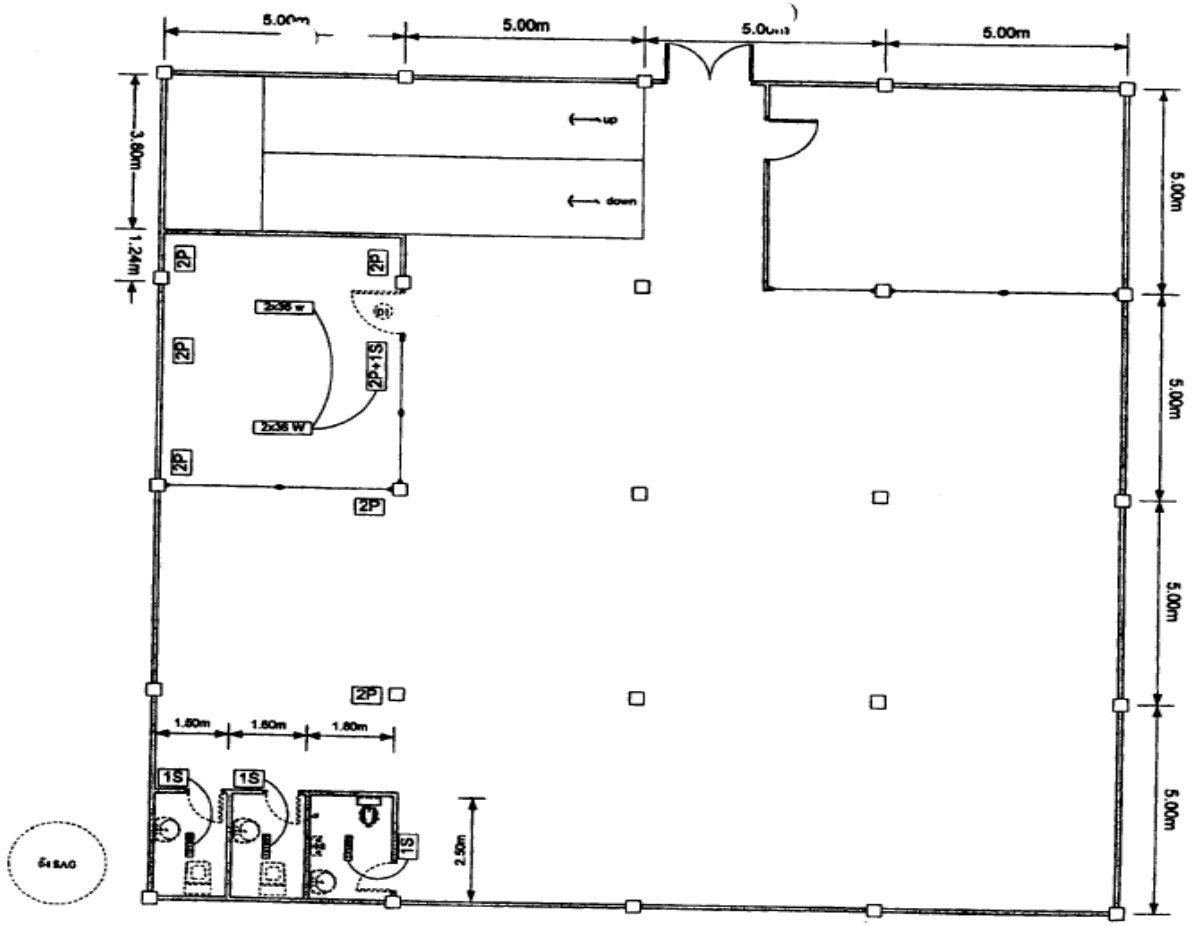
SCALE: 1:20



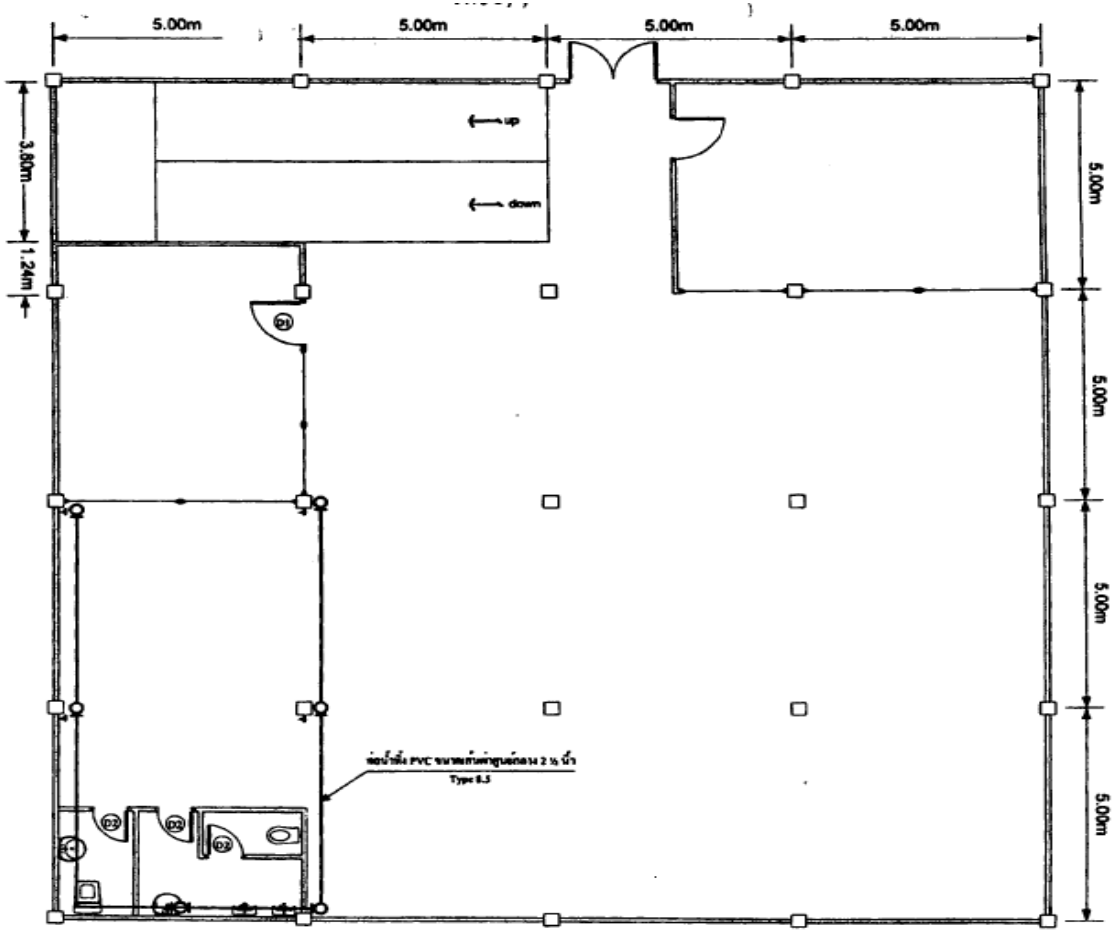
รูปแปลนแสดงระบบไฟฟ้าชั้น 1 (เพิ่มเติม) ⊗ – ดาวน์ไลท์ระดับผนัง ขนาด 16 นิ้ว

SCALE: 1:125

ต่อเติมอาคารภาคเหนือ:ไฟฟ้าชั้นล่าง:1/2/2006



รูปแปลนแสดงระบบไฟฟ้าชั้น 2 (ของใหม่)
SCALE: 1:125



รูปแปลนแสดงระบบน้ำทิ้งชั้น 2 (ของใหม่)
SCALE: 1:125

ท่อเดินอากาศภายนอก มี: ท่อ: 1/2/2006

1.ชื่อรายการ **ปรับปรุงระบบไฟฟ้าอาคารบรรยายกลาง และอาคารโรงหล่อโลหะ**

2. แผนงาน ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

3. ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. สถานที่ดำเนินการ อาคารบรรยายกลาง ชั้น 2 และ 3 และอาคารโรงหล่อ คณะวิศวกรรมศาสตร์

5. เหตุผลความจำเป็น

5.1 อาคารบรรยายกลาง เป็นอาคารเก่าแก่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มี 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 2,400 ตารางเมตร ซึ่งได้ก่อสร้างมาพร้อมกับตึกสตางค์ มงคลสุข ซึ่งมีอายุการใช้งานนานกว่า 43 ปี อาคารบรรยายกลางเป็นอาคารที่ใช้สำหรับบรรยายการเรียนการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก และรวมถึงการใช้เพื่อการประชุมสัมมนาต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกคณะฯ เนื่องจากมีการใช้งานของอาคารดังกล่าวมาเป็นระยะเวลานาน สภาพของระบบสายไฟฟ้าวงจรย่อย ระบบสายปลั๊ก สายไฟฟ้าและโคมไฟวงจรแสงสว่าง รวมทั้งระบบสายป้อนหรือสายเมนย่อย และ ระบบควบคุม (อุปกรณ์ป้องกัน) เสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งาน ซึ่งสายไฟฟ้าเคยมีรอยไหม้หลายครั้งแล้ว (ช่างคณะฯ ได้แก้ปัญหาเฉพาะหน้าไปก่อน) และชิ้นส่วนของโคมไฟเคยตกใส่นักศึกษาขณะมีการเรียนการสอน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัย และทดแทนของเก่าที่ชำรุดและเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน คณะฯ จึงของบประมาณ เพื่อปรับปรุงในส่วนนี้

5.2 อาคารโรงหล่อโลหะ เป็นอาคารเก่าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีอายุการใช้งานมาไม่ต่ำกว่า 40 ปี เป็นอาคาร 3 ชั้น ขนาด 30 x 30 ตร.ม. มีพื้นที่ใช้สอย 2,700 ตร.ม. อาคารโรงหล่อโลหะเป็นอาคารที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน และ LAB ปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มีเครื่องมือ ครุภัณฑ์ และเครื่องจักรกลต่างๆ ที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนที่ใช้ระบบไฟฟ้า เพิ่มจากอดีตเป็นจำนวนมาก และมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงมาก เช่น Heater เตาหลอมโลหะ และอุปกรณ์ประเภทเครื่องกลไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งระบบไฟฟ้าเดิมที่ได้ติดตั้งมาพร้อมกับการก่อสร้างอาคารมีไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand supply) และระบบไฟฟ้าเดิมเป็นอุปกรณ์ระบบเก่า ไม่มีอะไหล่เปลี่ยน เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ (อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ) เป็นรุ่นเก่าไม่สามารถหาทดแทนได้จากท้องตลาดในยามที่ชำรุดเสียหาย และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (Load center) ไม่สามารถรองรับระบบไฟฟ้า 3 เฟสได้ กล่าวคือตัวตัดตอนอัตโนมัติรุ่นใหม่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ไม่สามารถติดตั้งเข้ากับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าของเดิมได้ ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรส่วนใหญ่ จะใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้ารุ่นเก่ามีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยสูง

ประกอบกับมีไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นหลายครั้งในอาคารหลังนี้ จึงขอตั้งงบประมาณในการปรับปรุงระบบไฟฟ้า เพื่อรองรับการเรียนการสอนและความปลอดภัยในระบบไฟฟ้าของอาคารหลังนี้

6. งบประมาณทั้งสิ้น 1,197,000.- บาท

7. พื้นที่ / ปริมาณ

7.1 อาคารบรรยายกลาง 1,200 ตร.ม.

7.2 อาคารโรงหล่อโลหะ 2,700 ตร.ม.

8. ลักษณะการก่อสร้าง ปรับปรุง ขนาด และประมาณราคา

กิจกรรม / ดำเนินงาน	ขนาด/ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
8.1 อาคารบรรยายกลาง			
ปรับปรุงระบบไฟฟ้าวงจรย่อย ชั้น 2 และ ชั้น3 ระบบสายเมนย่อยควบคุมทั้งชั้น			
- THW. 3x35+ 1x25+1x16 sq.mm. in wire way ชั้น 2	30 เมตร	650	19,500
- THW. 3x35+ 1x25+1x16 sq.mm. in wire way ชั้น 3	40 เมตร	650	26,000
- ระบบการเดินสายวงจรย่อยและอุปกรณ์ตัดตอน ตามแบบ	2 ชุด	35,000	70,000
- โคมไฟฟ้า 2x36 w(ขนาด 60x120 cm.)	120 โคม	1,500	180,000
- โคมไฟฟ้า 2x18 w (ขนาด 60x60 cm.)	26 โคม	1,200	31,200
- โคมไฟฟ้า 1x36 w (ไฟกระดาน)	60 โคม	200	12,000
- โคมคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ 20 w.	24 โคม	350	8,400
รวมค่าวัสดุ			347,100
ค่าแรงงานติดตั้ง (20%)			69,420
รวม			416,520
Factor F = 1.3755			572,923
ขอตั้งงบประมาณ			**570,000 .-**

กิจกรรม / ดำเนินงาน	ขนาด/ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
8.2 อาคารโรงหล่อโลหะ			
ปรับปรุงระบบเมนไฟฟ้าวงจรย่อย ของอาคารโรงหล่อโลหะ 3 ชั้น			
- ระบบสายเมน THW. 3x50+ 1x35+1x25 sq.mm. in wire way พร้อม Load center ชั้น 1 (ชุดที่ 1) เดินสายจากตู้ MDB.	40 เมตร	1,600	64,000
- ระบบสายเมน THW. 3x50+ 1x35+1x25 sq.mm. in wire way พร้อม Load center ชั้น 1 (ชุดที่ 2) เดินสายจากตู้ MDB.	60 เมตร	1,600	96,000
- ระบบสายเมน THW. 3x50+ 1x35+1x25 sq.mm. in wire way พร้อม Load center ชั้น 2 เดินสายจากตู้ MDB.	40 เมตร	1,600	64,000
- ระบบสายเมน THW. 3x50+ 1x35+1x25 sq.mm. in wire way พร้อม Load center ชั้น 3 เดินสายจากตู้ MDB.	60 เมตร	1,600	96,000
- การย้าย Load จากตู้ระบบเก่าเข้าตู้ควบคุมระบบใหม่	4 ชุด	15,000	60,000
รวมค่าวัสดุ			380,000
ค่าแรงงานติดตั้ง (20%)			76,000
รวมทั้งสิ้น			456,000
Factor F = 1.3755			627,228
ขอตั้งงบประมาณ			**627,000 .-**

9. แผนดำเนินการ

9.1 อาคารบรรยายกลาง

ออกแบบเขียนแบบ และกำหนดลักษณะของงาน กันยายน – พฤศจิกายน 2554

ประกวดราคา ธันวาคม 2554 – มกราคม 2555

เซ็นสัญญา กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2555

ระยะเวลาดำเนินการ 60 วัน (เมษายน – พฤษภาคม 2555)

แผนการจ่ายเงิน แบ่งเป็น 2 งวด งวดละ 30 วัน

<u>งวดที่ 1</u> จ่าย 35 % (199,500.-) หลังจากผู้รับจ้างดำเนินการเดินสายเมน และสายวงจรย่อย

<u>งวดที่ 2</u> จ่าย 65 % (370,500.-) หลังจากผู้รับจ้างดำเนินการทุกอย่างเสร็จเรียบร้อยตามแบบ

9.2 อาคารโรงหล่อโลหะ

ออกแบบเขียนแบบ และกำหนดลักษณะของงาน กันยายน – พฤศจิกายน 2554

ประกวดราคา ธันวาคม 2554 – มกราคม 2555

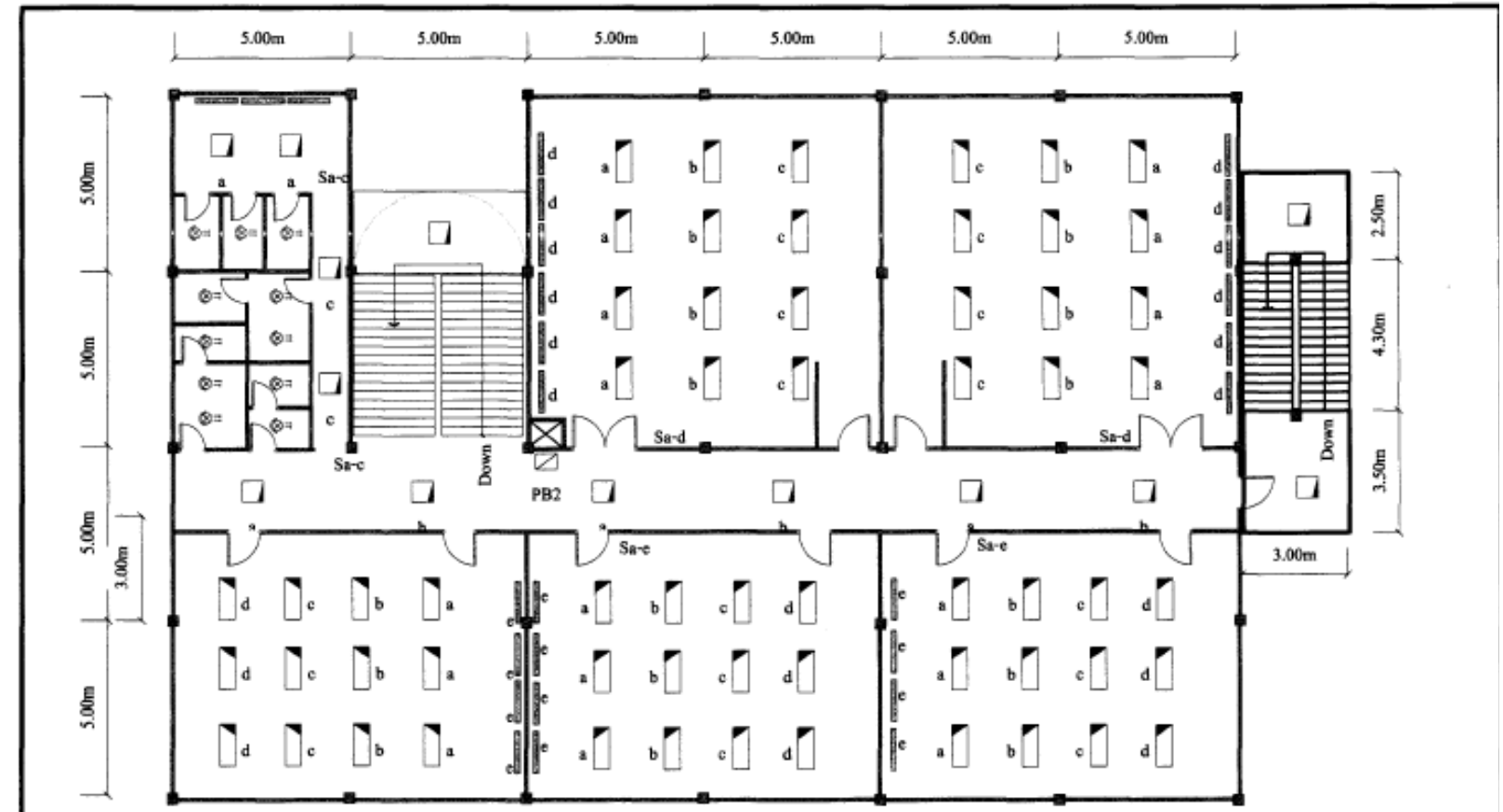
เซ็นสัญญา กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2555

ระยะเวลาดำเนินการ 60 วัน (เมษายน – พฤษภาคม 2555)

แผนการจ่ายเงิน แบ่งเป็น 2 งวด งวดละ 30 วัน

<u>งวดที่ 1</u> จ่าย 35 % (219,000.-) หลังจากผู้รับจ้างดำเนินการเดินสายเมน และสายวงจรย่อย

<u>งวดที่ 2</u> จ่าย 65 % (408,000.-) หลังจากผู้รับจ้างดำเนินการทุกอย่างเสร็จเรียบร้อยตามแบบ



ข้อกำหนดของงาน

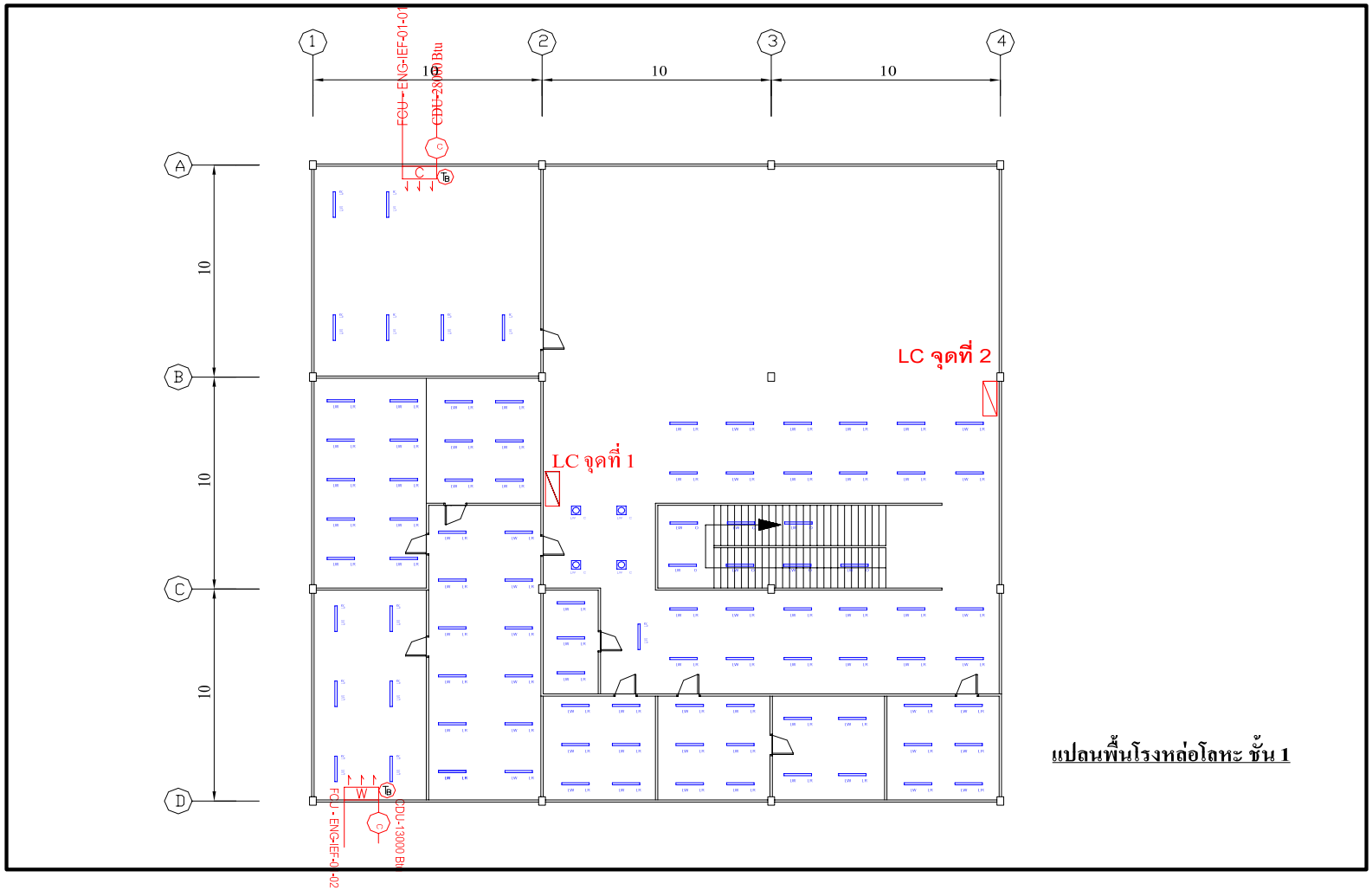
- ให้ทำการยึดสกรูเกลียวปล่อย ขนาด 1¼" (ตัวอ้วน) ที่โคมไฟ จำนวน 4 ตัว/โคม เพิ่มเติมจากของเดิม
- ห้องที่ดำเนินการ คือ ห้องเรียน ชั้น 2 ชั้น 3 และ บริเวณทางเดิน ทั้ง 2 ชั้น ของอาคารบรรยายกลาง

อาคารบรรยายกลาง ชั้น 2-3

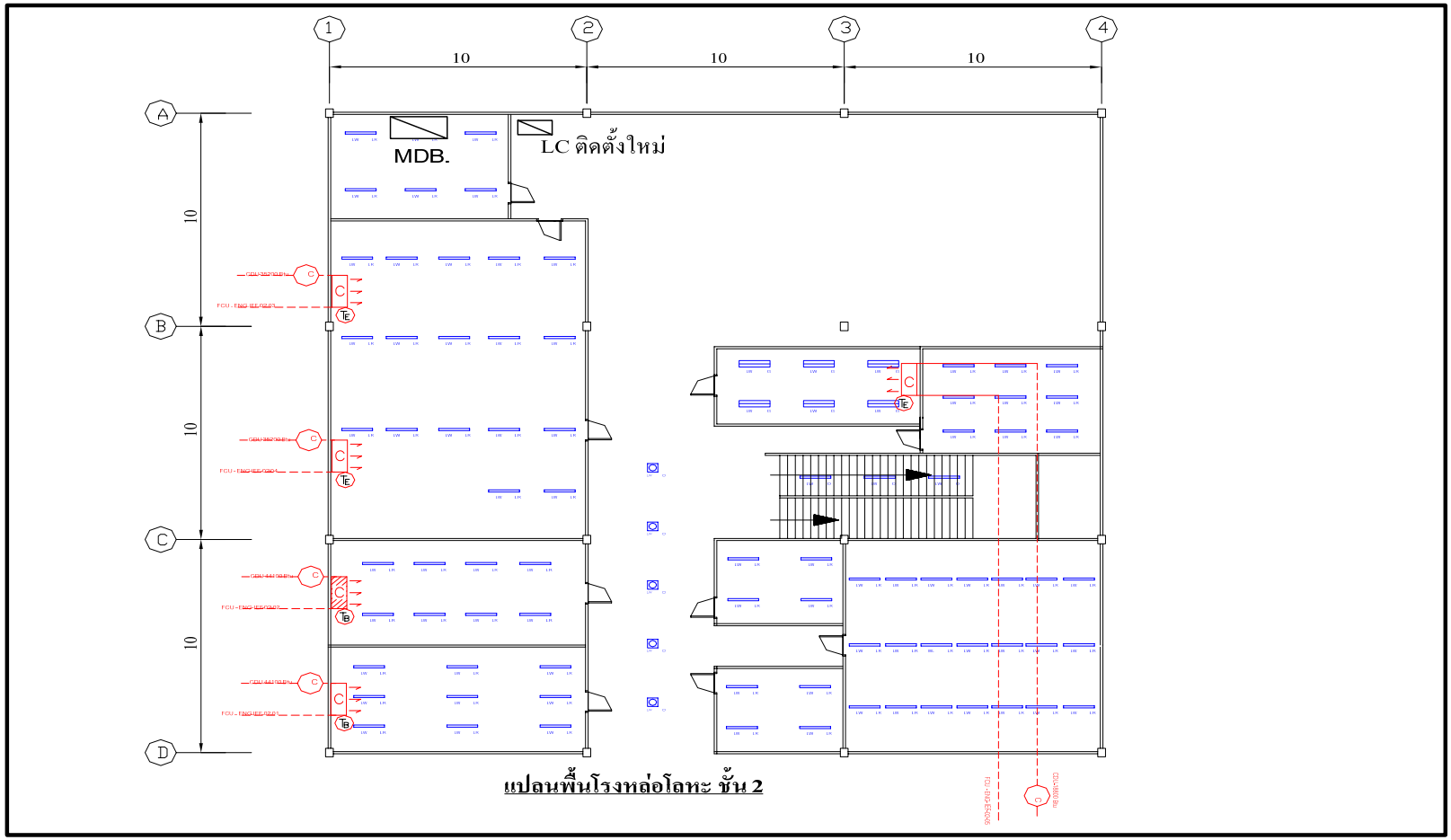
SCALE: 1:150

ยุทธนา เสน่ห์ภักดี

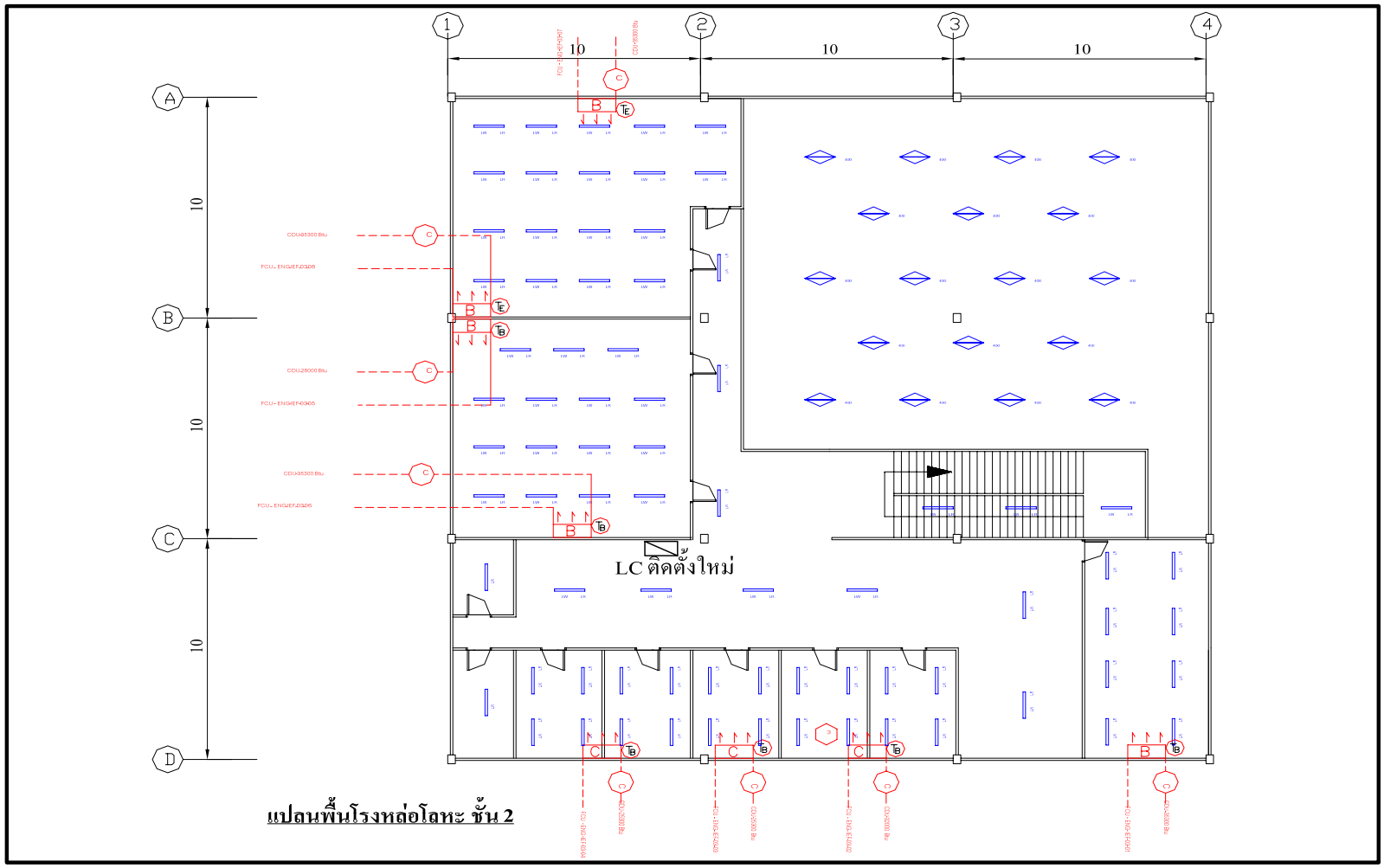
เขียน



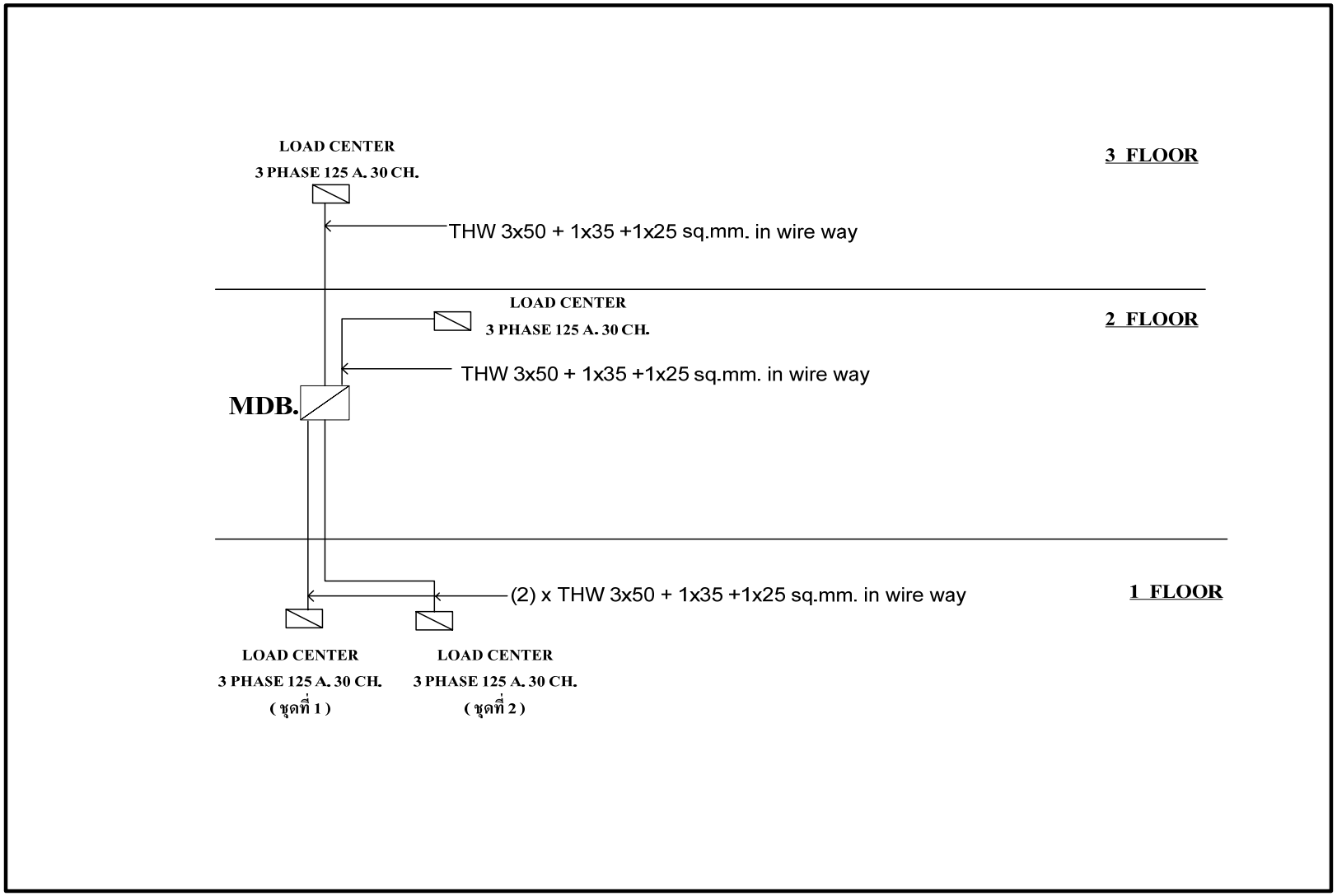
แปลนพื้นโรงหล่อโลหะ ชั้น 1

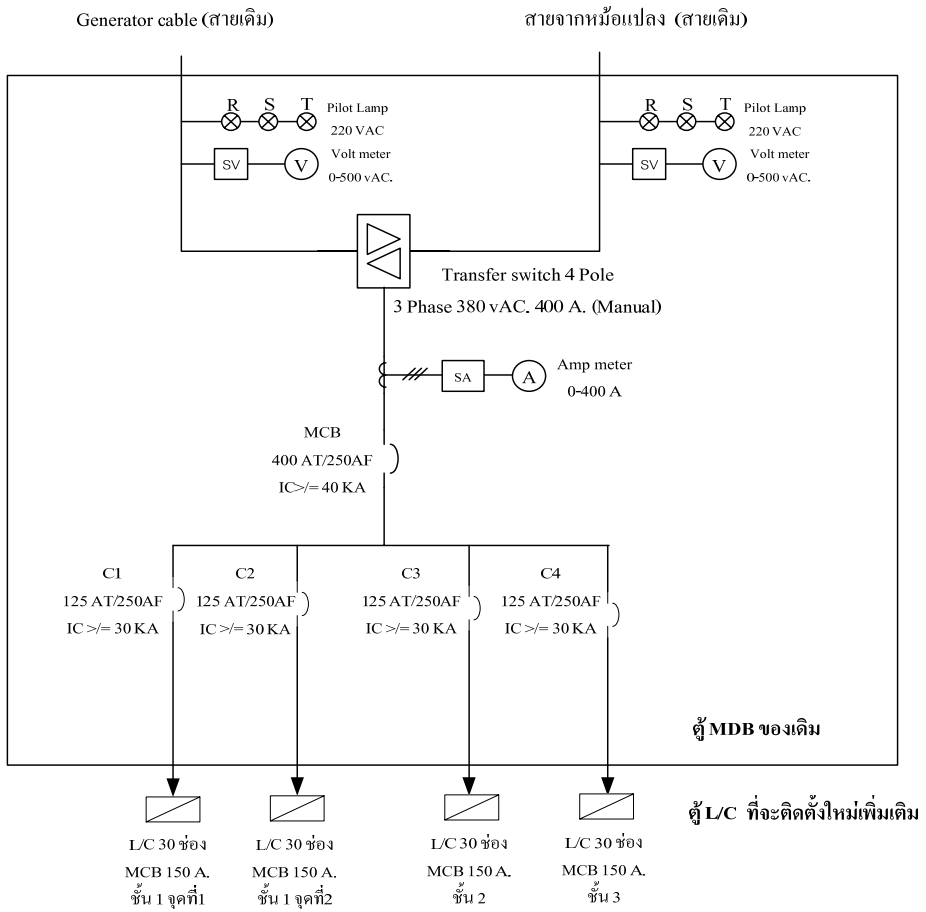


แปลนพื้นโรงหล่อโลหะ ชั้น 2



แปลนพื้นโรงหล่อโลหะ ชั้น 2

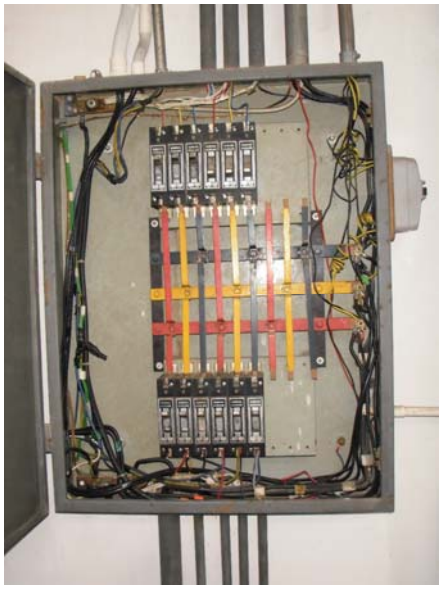

LOAD CENTER
3 PHASE 125 A. 30 CH.
3 FLOOR
THW 3x50 + 1x35 +1x25 sq.mm. in wire way
LOAD CENTER
3 PHASE 125 A. 30 CH.
2 FLOOR
THW 3x50 + 1x35 +1x25 sq.mm. in wire way
MDB.
(2) x THW 3x50 + 1x35 +1x25 sq.mm. in wire way
1 FLOOR
LOAD CENTER
3 PHASE 125 A. 30 CH.
(ชุดที่ 1)
LOAD CENTER
3 PHASE 125 A. 30 CH.
(ชุดที่ 2)



แบบระบบไฟฟ้า (MDB) โรงหล่อโลหะ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

ยุทธนา เสน่ห์ภักดี
เขียน 13/09/53

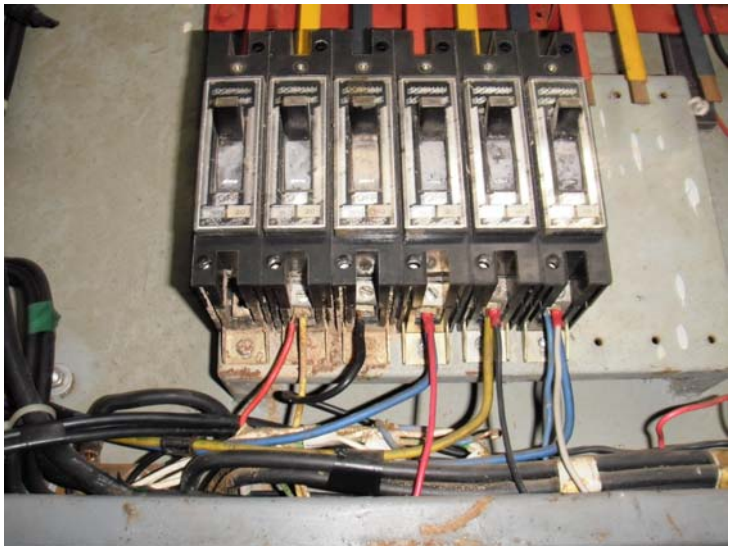
ตู้รุ่นเก่า ควบคุมไฟฟ้าเพียง 1 เฟส
(ไม่มีระบบ 3 เฟส)



เครื่องไม้เครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าสูงมาก

ร่องรอยการลัดวงจรภายในตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

การจัดวางอุปกรณ์ควบคุมที่ไม่ได้มาตรฐาน



การทดแทนยามอุปกรณ์ชำรุดต้องพ่วงสายไฟไปยังตัวควบคุมที่ยังใช้ได้อยู่ และพังเสียหายไปหลายตัวแล้ว

สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

โครงการพัฒนาบุคลากร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ **45,000 บาท**

1. การอบรมเชิงปฏิบัติการจิตตปัญญาศึกษา: การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง 45,000 บาท

(ภาควิชาวิศวกรรมเคมี)

1. ชื่อโครงการ

"การอบรมเชิงปฏิบัติการจิตตปัญญาศึกษา : การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง"

2. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในสังคมมากมาย ทำให้การดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นไปอย่างรีบเร่ง เกิดการแก่งแย่งชิงดี ไร้จิตสำนึกต่อส่วนรวม ขาดความสุขในการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกัน การหันกลับมาพัฒนาคุณภาพความเป็นมนุษย์ของตนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในโลกปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเข้าใจชีวิต และดำเนินชีวิตได้อย่างสงบสุขและมีคุณภาพ จิตตปัญญาศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ เน้นการพัฒนาความคิด จิตใจ อารมณ์ ภายในตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจด้านในของตนเอง รู้จักตัวตน รู้คุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ เกิดความรักความเมตตา อ่อนน้อมต่อธรรมชาติ มีจิตสำนึกต่อส่วนรวม การนำแนวคิดและแนวปฏิบัติของจิตตปัญญาศึกษามาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงานจึงทำให้เกิดความสงบสุขขึ้นภายในสังคมและภายในองค์กร

โครงการนี้จะเปิดพื้นที่ให้ผู้เข้าอบรมได้สำรวจตัวตน รู้จักตนเอง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการใคร่ครวญภายในจิตใจ และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงภายในตนเองและสังคมรอบข้าง

ศส.109

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

3.1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดและแนวปฏิบิติตามแนวทางของจิตตปัญญาศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองจากภายในอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกต่อส่วนรวม

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 ดำเนินการประชาสัมพันธ์โครงการและรับสมัครบุคลากรที่สนใจ

4.2 ดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยคณาจารย์จาก ศูนย์จิตตปัญญาศึกษา สถาบันสันติศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. ระยะเวลาการดำเนินงาน

2 วัน เดือนเมษายน 2555

6. สถานที่ดำเนินงาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

8. กลุ่มเป้าหมาย

บุคลากรภายในภาควิชาวิศวกรรมเคมี และผู้ที่สนใจภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยจำกัดผู้เข้าอบรมไม่เกิน 35 คน

9. รายละเอียดงบประมาณรายจ่าย

ค่าตอบแทนวิทยากร (3 คน × 600 บาท × 15 ชั่วโมง)	27,000 บาท
ค่าห้องประชุมสัมมนา (2 วัน × 1,800 บาท)	3,600 บาท
ค่าวัสดุและค่าเอกสารประกอบการฝึกอบรม (35 คน × 100 บาท)	3,500 บาท
ค่าอาหารกลางวันสำหรับผู้เข้าอบรมและวิทยากร (40 คน × 2 มื้อ × 70 บาท)	5,600 บาท
ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม (40 คน × 4 มื้อ × 25 บาท)	4,000 บาท
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,300 บาท
รวมทั้งสิ้น	**45,000 บาท**

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในแนวคิดและแนวปฏิบัติตามแนวทางของจิตตปัญญาศึกษา

10.2 เกิดแรงกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตนเอง รู้จักตัวตนและนำไปสู่การพัฒนาตนเองอย่างเป็นระบบ

10.3 เกิดจิตสำนึกที่ดีต่อตนเองและส่วนรวม ทำให้ใช้ชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

11. แนวทางการประเมินผลหรือติดตามผลโครงการ

ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม

แบบ กผ. 17

สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555
โครงการบริการวิชาการแก่ชุมชน

แผนงบประมาณ : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา
ผลผลิต : ผลงานการให้บริการวิชาการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์	**22,000 บาท**
1. โครงการฝึกอบรม “การฝึกอบรมถ่ายทอดการผลิตแก๊สชีวภาพสู่ชุมชน”	22,000 บาท

1. ชื่อโครงการ การฝึกอบรมถ่ายทอดการผลิตแก๊สชีวภาพสู่ชุมชน

2. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันนี้ แหล่งพลังงานจากน้ำมันมีน้อยลงซึ่งสวนทางกับความต้องการที่มีมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุที่ต้องหาพลังงานทดแทนเพิ่มเติม และพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตเองได้จากสารอินทรีย์วัตถุ เช่น พืช มูลสัตว์ และเศษอาหาร โดยอาศัยหลักการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์แบบไร้อากาศ นั่นคือ พลังงานทดแทนแก๊สชีวภาพ ดังนั้น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการหาพลังงานทดแทน โดยการใช้ระบบแก๊สชีวภาพ เพื่อถ่ายทอดการผลิตแก๊สชีวภาพสู่ชุมชน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อชุมชน

3. วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อส่งเสริมความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตพลังงานทดแทนแก๊สชีวภาพให้กับชุมชน

4. วิธีการดำเนินงาน

ใช้รูปแบบของการฝึกอบรมถ่ายทอดการผลิตไบโอแก๊สสู่ชุมชนเพื่อให้ชุมชนสามารถในการได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตไบโอแก๊ส โดยจะจัดอบรมครั้งนี้ให้กับผู้ร่วมฝึกอบรม เพื่อนำการผลิตไบโอแก๊สไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง โดยวิทยากรจะเป็นคณาจารย์และบุคลากรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นผู้เสนอโครงการฝึกอบรมนี้

5. ระยะเวลาดำเนินงาน

จำนวน 1 วัน เดือน พฤษภาคม 2555

6. สถานที่ดำเนินงาน

ห้องประชุมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

8. กลุ่มเป้าหมาย

ชุมชนในจังหวัดสงขลา จำนวน 40 คน

9. รายละเอียดงบประมาณรายจ่าย

<u>หมวดค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ</u>

<u>ประเภทค่าตอบแทน</u>

- ค่าสมนาคุณวิทยากร 2 คน(600 บ. x 6 ชม. x 1 วัน x 2 คน) 7,200 บาท

<u>ประเภทค่าใช้สอย</u>

- ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม (25 บ. x 40 คน x 2 มื้อ x 1 วัน) 2,000 บาท
- ค่าอาหารกลางวัน (80 บ. x 40 คน x 1 มื้อ x 1 วัน) 3,200 บาท

<u>ประเภทค่าวัสดุ</u>

- ค่าวัสดุและอุปกรณ์ 7,600 บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 2,000 บาท

รวมทั้งสิ้น **22,000 บาท**

(ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ชุมชนได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตแก๊สชีวภาพ

วศ.113

11. แนวทางการประเมินผลโครงการ

- แบบสอบถาม เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรม

12. ความสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ของคณะ/มหาวิทยาลัย

โครงการฝึกอบรมนี้เป็นลักษณะของโครงการบริการวิชาการ ที่สามารถถ่ายทอดวิทยาการและความรู้สู่ชุมชน จึงมีความสอดคล้องกับพันธกิจของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นการสร้างเสริมบทบาทในการเป็นศูนย์กลางทางวิชาการในภูมิภาคให้กับชุมชน

สรุปคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

โครงการวิจัย

แผนงาน : ขยายโอกาสและพัฒนาการศึกษา

ผลผลิต : ผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ **6,603,580 บาท**

(ขอปัดเลขกลม 6,603,600 บาท)

โครงการวิจัย **6,551,580 บาท**

1. การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชัน โดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว 500,000 บาท
2. การพัฒนาฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และการลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยการแปลงเวฟเล็ต 500,000 บาท
3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดและเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย สำหรับสวนปาล์มน้ำมัน 253,000 บาท
4. การสกัดและแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุน และการผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุน
   4.1 การสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง 283,000 บาท
   4.2 การแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน 278,000 บาท
   4.3 การผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุน 218,000 บาท
5. การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนเครื่องดีแคนเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน 260,000 บาท
6. พฤติกรรมภายใต้การดัดและการเฉือนของคานไม้ยางพาราประกอบเสริมกำลังด้วยวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใย 246,000 บาท
7. การเชื่อมในสถานะกึ่งของแข็งของอะลูมิเนียม ผสมซึ่งได้จากการหล่อกึ่งของแข็ง 500,000 บาท

8. การพัฒนาวัสดุผสมพอลิเมอร์รีไซเคิล-ขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมันเป็นหมอนรองรางรถไฟ	298,400 บาท
9. การศึกษาลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทอากาศร้อนที่สร้างจากห้องเผาไหม้แบบพัลส์	355,000 บาท
10. การสังเคราะห์ฟิล์มหลายหน้าที่ระดับนาโนสำหรับกระจกประหยัดพลังงาน	311,400 บาท
11. การสังเคราะห์และการอัดแน่นวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์โดยกระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง	342,000 บาท
12. การพัฒนากระบวนอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยงเพื่อการผลิตผงโลหะสังกะสี	480,000 บาท
13. การศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดินเผาที่ผสมของเสียกากขี้แป้งเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	337,000 บาท
14. เครื่องตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมบนต้น	392,000 บาท
15. การประเมินเสถียรภาพทางสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ของเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนคลองสะเดา	350,280 บาท
16. การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ขี้ตะกรันที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็ก	246,000 บาท
17. อุปกรณ์วัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง	401,500 บาท
โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	**52,000 บาท**
1. โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	14,000 บาท
2. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	38,000 บาท

1. ชื่อโครงการวิจัย 1. การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว

(Design and Development of Centrifugal Atomizer for Lead-Free Solder Powder Production)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าของไทยกำลังตื่นตัวในการนำโลหะบัดกรีสูตรใหม่ที่ปราศจากสารตะกั่วมาใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทยหลายประเทศตระหนักถึงอันตรายของโลหะตะกั่ว ดังเช่น สหภาพยุโรปหรือ EU (European Union) ได้ออกกฎหมายเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อม 2 ข้อ คือ WEEE (Waste from Electrical and Electronics Equipment) และ RoHS (Restriction on Hazardous Substances) เป็นต้น [1] ซึ่งส่งผลกระทบต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญในลำดับต้นๆ ของไทย โดยในปี พ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออกรวมสูงถึง 26,534 ล้านเหรียญสหรัฐ แยกเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบ มูลค่า 17,299.49 ล้านเหรียญสหรัฐ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.37 ของมูลค่าสินค้าทั้งหมด และมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 20.75 ต่อปี [2] เพื่อเป็นการรักษาตลาดสินค้าของผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ไว้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดดังกล่าว ดังนั้นโลหะบัดกรีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนจากโลหะบัดกรีที่มีส่วนผสมของโลหะดีบุกและตะกั่ว (Tin-Lead Solder) มาใช้โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว (Lead-Free Solder) ทดแทน

โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ โลหะบัดกรีที่มีสูตรส่วนผสมของโลหะดีบุก เงิน และทองแดง (Sn-Ag-Cu หรือ SAC) ตัวอย่างเช่น Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305), Sn-4.0Ag-0.5Cu (SAC405) เป็นต้น โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายรูปแบบ เช่น ในลักษณะของโลหะบัดกรีแท่ง (Solder bar) ครีมโลหะบัดกรี (Solder paste) ลวดบัดกรี (Solder wire) และ ลูกบอลบัดกรี (Solder ball) สำหรับครีมโลหะบัดกรีนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาค่อนข้างสูง ครีมโลหะบัดกรีเป็นส่วนผสมของผงโลหะบัดกรีที่มีขนาดละเอียดมาก (< 45 ไมครอน) และสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นฟลักซ์ (Flux) ดังนั้น ผงโลหะบัดกรีที่มีขนาดละเอียดและผงมีลักษณะเป็นทรงกลมจึงเป็นที่ต้องการของตลาดสูง ผงโลหะบัดกรีสามารถผลิตได้จากการนำเอาโลหะบัดกรีชนิดแท่งไปแปรรูปให้เป็นผงด้วยกระบวนการผลิตผงโลหะ

โดยทั่วไปกระบวนการผลิตผงโลหะมี 4 วิธี คือ วิธีอะตอมไมเซชัน (Atomization) วิธีทางเคมี (Chemical) วิธีทางกล (Mechanical) และวิธีอิเล็กโตรไลติก (Electrolytic) ซึ่งกระบวนการผลิตผงโลหะนั้นมีความสำคัญมาก เพราะกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อขนาด รูปร่าง และสมบัติทาง

กายภาพของผงโลหะที่ผลิตได้ วิธีการผลิตผงโลหะที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันนี้คือ วิธีการผลิตผงโลหะโดยเทคนิคอะตอมไมเซชัน (Atomization) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตผงโลหะที่มีกระบวนการค่อนข้างซับซ้อนแต่ให้ประสิทธิภาพสูง สามารถใช้ผลิตผงโลหะได้หลายชนิด โดยใช้หลักการทำให้โลหะหลอมเหลวแล้วแตกตัวเป็นหยด หรือละอองที่มีขนาดละเอียดมาก แล้วทำให้เย็นตัวจนละอองโลหะเหลวแข็งตัวกลายเป็นเม็ดผงโลหะที่มีขนาดต่างๆกัน การทำให้โลหะหลอมเหลวเป็นละอองนั้นต้องมีแรงมากระทำต่อโลหะหลอมเหลวด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ (Gas atomization) การอะตอมไมเซชันด้วยน้ำ (Water atomization) การอะตอมไมเซชันด้วยน้ำมัน (Oil atomization) การอะตอมไมเซชันด้วยแรงหมุนเหวี่ยง (Centrifugal atomization) และการอะตอมไมเซชันด้วยอัลตราโซนิก (Ultrasonic atomization) เพื่อทำให้เกิดเป็นผงโลหะขึ้น [3]

ผงโลหะบัดกรีสามารถผลิตได้ด้วยวิธี การอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ การอะตอมไมเซชันด้วยแรงหมุนเหวี่ยง และการอะตอมไมเซชันด้วยอัลตราโซนิก สำหรับในประเทศไทยการผลิตผงโลหะบัดกรีเพิ่งเริ่มมีการผลิตเมื่อประมาณ 5-6 ปี ที่ผ่านมา ที่บริษัท Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. หรือ THAISARCO ซึ่งใช้เทคโนโลยีการผลิตผงโลหะด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ สำหรับการผลิตผงโลหะดีบุก และใช้วิธีการอะตอมไมเซชันด้วยอัลตราโซนิกในการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว ซึ่งยังอยู่ในขั้นการทดลองผลิต เมื่อประมาณปลายปี 2551 คณาจารย์นักวิจัยจากทีมวิจัยวัสดุโลหะและโลหะผง สถานวิจัยวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้มีโอกาสพบกับผู้ประกอบการที่บริษัท THAISARCO เพื่อรับทราบโจทย์ปัญหาการวิจัย ทางบริษัทได้ให้ข้อคิดเห็นและแนะนำโจทย์วิจัยให้กับทีมนักวิจัย คือ ควรจะมีการศึกษาการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วคุณภาพสูง ซึ่งจะต้องใช้กระบวนการผลิตที่สามารถผลิตผงโลหะที่มีขนาดเละเอียดมาก ผงมีลักษณะเป็นเม็ดกลม มีปริมาณออกซิเจนต่ำ มีผลผลิต (Yield) สูง และประหยัดพลังงาน ทางบริษัทได้แนะนำกระบวนการผลิตผงโลหะที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัย คือ การอะตอมไมเซชันด้วยแรงหมุนเหวี่ยง (Centrifugal atomization) ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นแรงจูงใจในการนำเสนอโครงการวิจัยฉบับนี้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางด้านการผลิตวัสดุผง และจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมของประเทศโดยตรง

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว

3.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง

3.3 เพื่อศึกษาสมบัติต่างๆ ของผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วที่ผลิตได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงต้นแบบ ที่สามารถผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วในช่วงขนาด 45-25 ไมครอน (Type 3 powder) และมีกำลังผลิต 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วด้วยวิธีอะตอมไมเซชันด้วยแรงเหวี่ยง โดยศึกษาอิทธิพลของชนิดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานอะตอมไมเซอร์ ความเร็วรอบของจานหมุน อุณหภูมิและอัตราการไหลของโลหะเหลวที่ป้อนลงบนจานอะตอมไมเซอร์ ที่มีผลต่อสมบัติของโลหะผงที่ผลิตได้

4.3 ศึกษาสมบัติทางกายภาพได้แก่ การกระจายตัว ขนาดอนุภาคเฉลี่ย รูปทรงของผงโลหะ และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนของผงโลหะที่ผลิตได้

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้เครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงต้นแบบ เพื่อใช้ในการผลิตโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว สามารถผลิตผงโลหะที่มีขนาดในช่วง 45-25 ไมครอน (Type 3 Powder)

5.2 ได้องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตผงโลหะด้วยวิธีอะตอมไมเซชันแบบอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง ซึ่งสามารถนำไปถ่ายทอดให้กับอุตสาหกรรมที่มีความสนใจเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม เช่น ที่บริษัท Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. (Thaisarco) จ. ภูเก็ต

5.3 ได้ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ และระดับนานาชาติ

5.4 ได้ผลิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

รายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยแบ่งออกได้เป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษากระบวนผลิตผงโลหะด้วยการอะตอมไมเซชัน
   1) ศึกษาวิธีการผลิตผงโลหะด้วยการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง รวมถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการ
   2) คำนวณเบื้องต้นเพื่อประมาณขนาดเครื่องอะตอมไมเซอร์ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานหมุน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอะตอมไมเซอร์ เป็นต้น โดยกำหนดความต้องการในการออกแบบคือ การผลิตผงโลหะบัดกรีสารตะกั่วชนิด Sn-3.0Ag-0.5Cu ให้ได้

ผงโลหะชนิดที่ 3 (Type 3 powder) ซึ่งมีขนาดอยู่ในช่วง 45-25 ไมครอน มีอัตราการผลิต 20 กิโลกรัมผงโลหะต่อชั่วโมง

2. ออกแบบเครื่องผลิตโลหะผงด้วยการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยง
   1) ออกแบบเครื่องอะตอมไมเซอร์ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญๆ ของเครื่อง
   2) เขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องอะตอมไมเซอร์
   3) เลือกวัสดุที่ในการทำชิ้นส่วนต่างๆ
3. จัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญของเครื่อง เช่น อุปกรณ์สำหรับทำเตาหลอมโลหะและระบบป้อนน้ำโลหะ ระบบควบคุมและวัดอุณหภูมิของเตาหลอมและน้ำโลหะ มอเตอร์ความเร็วรอบสูง (> 60,000 รอบต่อนาที) ระบบควบคุมและตรวจวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ขับจานอะตอมไมเซอร์ เป็นต้น
4. สร้างและประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องอะตอมไมเซอร์
5. ทดสอบระบบต่างๆ และทดสอบเดินเครื่อง
6. ทดลองผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิด Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305) ภายใต้บรรยากาศอากาศปกติ ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ชนิดและขนาดของจานอะตอมไมเซอร์ ความเร็วรอบของจานอะตอมไมเซอร์ อุณหภูมิและอัตราการป้อนน้ำโลหะ
7. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงโลหะบัดกรีที่ผลิตได้ ได้แก่ การกระจายของขนาดผงโลหะ ขนาดเฉลี่ยและสัณฐานของผงโลหะ และวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในผงโลหะ
8. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทดลองต่างๆและสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้ และสรุปผลทดลอง

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553- กันยายน 2555

8. รายละเอียดคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
1. งบบุคลากร (ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย 1 คน เดือนละ 7,940 บาท)	47,640	47,640	95,280
2. งบดำเนินการ			
2.1 ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ			
- ค่าจ้างทำและปรับปรุงเตาหลอมโลหะและระบบป้อนน้ำโลหะ	10,000	10,000	20,000
- ค่าจ้างทำและปรับปรุงถังอะตอมไมเซอร์และโครงสร้างยึดตัวเครื่อง	10,000	10,000	20,000
- ค่าจ้างทำและปรับปรุงจานอะตอมไมเซอร์	5,000	5,000	10,000
- ค่าจ้างทำและปรับปรุงระบบเก็บผงโลหะ	5,000	5,000	10,000
- ค่าวิเคราะห์สมบัติของผงโลหะ (PSD, SEM, Oxygen content)	20,000	25,000	45,000
- ค่าเดินทางเพื่อนำเสนอผลงานทางวิชาการ	-	10,000	10,000
- ค่าจัดทำรายงาน	-	1,000	1,000
2.2 ค่าวัสดุและอุปกรณ์			
- ค่าโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว SAC305 ชนิดแท่ง	40,000	40,000	80,000
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำและปรับปรุงเตาหลอมโลหะและระบบป้อนน้ำโลหะ	30,000	20,000	50,000
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำและปรับปรุงถังอะตอมไมเซอร์และโครงสร้างยึดตัวเครื่อง	30,000	20,000	50,000
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำและปรับปรุงจานอะตอมไมเซอร์	30,000	20,000	50,000
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ปรับปรุงระบบมอเตอร์ความเร็วรอบสูงและระบบควบคุมความเร็วรอบ	20,000	20,000	40,000
- ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ทำและปรับปรุงระบบเก็บผงโลหะ	10,000	5,000	15,000
- ค่าวัสดุสำนักงาน	1,110	1,110	2,220
2.3 ค่าสาธารณูปโภค			
- ค่าโทรศัพท์ โทรสาร ค่าไปรษณีย์โทรเลข	750	750	1,500
รวมงบประมาณที่ขอ	**259,500**	**240,500**	**500,000**

หมายเหตุ **ขอถัวเฉลี่ยงบประมาณทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 2. การพัฒนาฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และการลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยการแปลงเวฟเล็ต

(Development of Surface Electromyography Signal Database and Reduction of Noise in Surface Electromyography Signal Using Wavelet Denoising)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สัญญาณทางชีวการแพทย์ ที่สำคัญสัญญาณหนึ่ง คือ สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography (EMG) signal หรือ Myoelectric signal) เป็นสัญญาณที่สามารถวัดได้จากอิเล็กโทรดชนิดพื้นผิว (Surface electrode) โดยประกอบด้วยข้อมูลของสัญญาณจำนวนมาก ในการนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมาใช้ในงานทางด้านการแพทย์และวิศวกรรมเป็นที่สำคัญในปัจจุบัน เช่น การนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมาใช้วิเคราะห์ความผิดปกติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ อย่างการวิเคราะห์กล้ามเนื้อลิ้น เพื่อตรวจจับจุดกลืน [1] ทำให้สามารถสร้างเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าเชิงลำดับ ที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยที่กลืนอาหารลำบากสามารถกลืนอาหารได้, การนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณแขน Bicep brachii มาศึกษาความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ทางคณิตศาสตร์ และแรงยกน้ำหนัก [2] ทำให้สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อแขนของผู้ประสบอุบัติเหตุแขนหักซึ่งต้องเข้าเฝือก หรือ การนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขน มาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก [3-4] เช่น รถเข็นไฟฟ้า เมาส์แป้นพิมพ์ คันบังคับหรือแขนกล สำหรับผู้สูงอายุหรือคนพิการ

จากความสำคัญของการใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อข้างต้นที่ได้กล่าวมา และความแพร่หลายในการนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมาใช้ สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จึงเป็นสัญญาณที่สำคัญมากสัญญาณหนึ่ง ซึ่งในการจะได้มาของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ดีมีมาตรฐานนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) รวมถึงเครื่องแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) ที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าเครื่องมือที่มีมาตรฐานเหล่านี้ มีราคาค่อนข้างสูงมาก ดังนั้น นักวิจัยบางกลุ่มที่มีเครื่องมือที่ไม่ดีพอ ก็จะได้สัญญาณที่ไม่ดีพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ นำมาซึ่งผลลัพธ์ หรือผลการวิเคราะห์ที่ไม่มีประสิทธิภาพต่อไป ดังนั้นการจัดทำฐานข้อมูลไฟฟ้าทางชีวการแพทย์ที่มีมาตรฐานจึงเกิดขึ้น [5] โดยมีนักวิจัยของสถาบันชั้นนำหลายแห่ง เช่น Massachusetts Institute of Technology (MIT) ที่มีการจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography (ECG) signal) เผยแพร่ในเว็บไซต์อย่าง PhysioNet ซึ่งมีนักวิจัยจำนวนมาก ได้นำข้อมูลมาตรฐานนี้ไปใช้ในการวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการต่อมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งในฐานข้อมูลในเว็บไซต์เดียวกันนี้ยังมีการจัดทำฐานข้อมูลของสัญญาณทางชีวการแพทย์ชนิดอื่นๆ อีก เช่น สัญญาณไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography (EEG) signal) ตลอดจนถึงถึงพารามิเตอร์ทางชีวการแพทย์อื่นๆ เช่น แรงดันเลือด, ปริมาณออกซิเจน, อัตราการเต้นของหัวใจ

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการจัดทำฐานข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีมาตรฐานขึ้นมา ดังนั้นทีมวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจัดทำฐานข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีมาตรฐานขึ้นมา รวมถึงมีความครอบคลุมสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการวิเคราะห์ทุกรูปแบบ เช่น สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณแขน

Bicep brachii ในการยกน้ำหนักต่างๆ ที่มุมต่างๆ ทั้งแบบหยุดนิ่งและเคลื่อนไหว, สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการควบคุมการเคลื่อนไหวมือหลายท่าทาง, สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณขา ในการออกกำลังกาย, สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณหัวคอ ใบหน้า และหลัง ในการเคลื่อนไหว เป็นต้น

นอกจากนั้นแล้ว ในขั้นตอนของการนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ พบว่ามีปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้น คือ สัญญาณรบกวน เนื่องจากโดยทั่วไป สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของคนปกติ จะมีขนาดของสัญญาณประมาณ 50 μV ถึง 100 mV ซึ่งเป็นขนาดของสัญญาณที่ค่อนข้างต่ำ [6] ดังนั้น ในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ มักพบว่ามีสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือวัด เช่น สัญญาณไฟฟ้าความถี่ 50 Hz แต่สัญญาณรบกวนนี้สามารถถูกกำจัดโดยใช้ฟิลเตอร์พื้นฐานทั่วไปได้ [7] แต่จะพบว่ามีสัญญาณรบกวนบางชนิดที่ไม่สามารถกำจัดได้โดยใช้ฟิลเตอร์พื้นฐานข้างต้น ดังนั้นในการที่จะนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเหล่านี้มาใช้งาน ในการจำแนกท่าทางของผู้ใช้งาน หรือการวิเคราะห์อื่นๆ จำเป็นต้องกำจัดสัญญาณรบกวนเหล่านี้ออกไปก่อน จึงมีทีมนักวิจัย [8-12] ทำการใช้วิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ต (Wavelet denoising) ซึ่งถือเป็นการประมวลผลสัญญาณระดับสูง เข้ามาใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ตนั้น ไม่ได้ใช้เพียงการกำจัดสัญญาณรบกวนเท่านั้น แต่ยังถูกใช้ในการสร้างสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขึ้นมาใหม่ที่ลดสัญญาณรบกวน และยังสามารถรักษาไว้ซึ่งส่วนที่สำคัญของสัญญาณ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการจำแนกท่าทางได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในปัจจุบันมีการนำวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ตมาสร้างสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากหลายจุด เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานได้หลายฟังก์ชัน (Multifunction control) แล้ว เช่น การควบคุมอวัยวะเทียมชนิดมือเทียม และขาเทียม (Prostheses) การควบคุมเมาส์เคอร์เซอร์ (Mouse cursor control) เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องการความแม่นยำสูงในการควบคุม ซึ่งเป็นที่ทราบว่าการจำแนกสัญญาณต่างๆ จะต้องมีความแม่นยำสูง และทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี การใช้วิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ตนั้น จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้ทั้งสองประเด็น ถือเป็นข้อดีที่มากขึ้นจากการใช้ฟิลเตอร์กำจัดสัญญาณรบกวนโดยทั่วไปด้วย แต่การใช้งานวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ตในปัจจุบันนั้นยังถือได้ว่า ยังมีการใช้งานวิธีการเพียงไม่กี่วิธี ซึ่งเมื่อเทียบกับวิธีการที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน ถือว่าเป็นการไม่ยุติธรรม ดังนั้น ทีมวิจัยจึงมีแนวคิดในการทดสอบวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวน ด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ตซึ่งครอบคลุม รวมถึงอาจมีการพัฒนาวิธีการใหม่ๆ ที่เหมาะสมเพิ่มเติมกับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขึ้นด้วย และนำสัญญาณที่ได้ไปเผยแพร่ในฐานข้อมูลที่จะจัดทำขึ้นต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อการเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต

3.2 เพื่อออกแบบและพัฒนามาตรฐานการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในรูปแบบต่างๆ

3.3 เพื่อศึกษาการใช้วิธีการลดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ต ในการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพในการลดสัญญาณรบกวนได้ดี

3.4 เพื่อศึกษาการใช้วิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงวิเคราะห์แบบเวฟเล็ต เพื่อสร้างสัญญาณจากกล้ามเนื้อแขนที่มีการเคลื่อนไหวของมือ ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกท่าทางได้ดี

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ทำการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จากกล้ามเนื้อส่วนแขน 2 และ 4 จุดบนแขนขวา โดยใช้อิเล็กโตรดแบบพื้นผิว

4.2 ทำการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการเคลื่อนไหวของมือ 6 ท่าทาง ประกอบด้วย ท่าแบมือ ท่ากำมือ ท่ายืดมือ ท่างอมือ ท่าหงายมือ ท่าคว่ำมือ และทำการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการยกน้ำหนัก ในช่วง 0.5 – 3 กิโลกรัม ที่มุมตั้งแต่ 0 -180 องศา ทั้งแบบเคลื่อนไหวและอยู่นิ่งกับที่

4.3 ทำการทดลองกับอาสาสมัครจำนวน 20 คน ทั้งเพศชายและหญิง อย่างละ 10 คน ในช่วงอายุระหว่าง 18 – 30 ปี

4.4 ทำการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW และทำการคำนวณวิธีการคัดเลือกลักษณะเด่นโดยใช้โปรแกรม MATLAB

4.5 ออกแบบ และเผยแพร่ฐานข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.6 จัดทำฐานข้อมูลในรูปแบบมาตรฐานการรายงานผลข้อมูลของ Journal of Electromyography and Kinesiology โดยได้รับการรับรองจาก International Society of Electrophysiology and Kinesiology

4.7 ฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ อาจมีการรับข้อมูลจากนักวิจัยทีมอื่น เพื่อเผยแพร่ รวมถึงอาจมีการจัดทำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากบริเวณอื่น เช่น ขา, หัว, ใบหน้า, คอ และหลัง เพิ่มเติมด้วย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ที่ได้จากการทำฐานข้อมูล ก็คือ ฐานข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีมาตรฐาน สามารถถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยของนักวิจัยที่ต้องการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในรูปแบบที่หลากหลาย และได้สัญญาณที่มีคุณภาพ ทำให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้องแม่นยำ รวมถึงเมื่อมีนักวิจัย นำข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามที่ได้จากฐานข้อมูลของจากงานวิจัยนี้ไปใช้งาน ก็จะมีการอ้างอิงฐานข้อมูลของเราในบทความวิชาการ ในที่ประชุมวิชาการ หรือวารสารวิชาการต่อไป นอกจากนี้เว็บไซต์ฐานข้อมูล ยังทำหน้าที่เป็นสื่อกลาง ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มเติมอีกด้วย

นอกจากนี้ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ จะถูกนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และจะถูกส่งเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ที่มี Impact Factor หรือเป็นวารสารที่ สกว/สกอ รับรอง

(1) การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

ส่วนหนึ่งของผลลัพธ์ในงานวิจัยนี้จะถูกนำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ดังตัวอย่างในรายการต่อไปนี้ โดยจะนำเสนออย่างน้อย 3 บทความเป็นภายใน 2 ปี

ตัวอย่างของรายนามการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ:

- IEEE International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS)
- IEEE Conference on Innovative Technologies in Intelligent Systems & Industrial Applications (CITISIA)
- International Conference on Neural Information Processing (ICONIP)
- IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)
- IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)
- International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)
- World Congress on Bioengineering (WACBE)
- Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)
- International Conference on Biomedical Engineering (ICBME)
- Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering (BIOMED)

(2) วารสารวิชาการระดับนานาชาติ

ส่วนหนึ่งของผลลัพธ์ในงานวิจัยนี้จะถูกส่งเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มี Impact Factor (2007) หรือเป็นวารสารที่ สกว/สกอ รับรอง อย่างน้อย 1 บทความ

ตัวอย่างของรายนามวารสารวิชาการระดับนานาชาติ:

รายนามวารสารวิชาการระดับนานาชาติ	Impact factor
Physics in Medicine and Biology	2.528
IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	2.489
Annals of Biomedical Engineering	2.346
IEEE Transactions on Biomedical Engineering	1.622
Medical Engineering & Physics	1.472
Physiological Measurement	1.412
Journal of Electromyography & Kinesiology	1.333
Measurement Science & Technology	1.297
Computers in Biology and Medicine	1.170
Computer Methods and Programs in Biomedicine	0.887
ECTI Transactions on Electrical Engineering, Electronics, and communications	

กลุ่มเป้าหมายที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ต่อยอด จะเป็นกลุ่มนักวิจัยที่ทำงานเกี่ยวเนื่องกับการนำสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อไปใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณ ทั้งทางการแพทย์ และทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยสามารถถูกนำไปประยุกต์ได้ในหลายด้าน โดยเฉพาะกับการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบ และการนำสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น แขนขาเทียม แขนขนกล รถเข็นไฟฟ้า เป็นต้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการรายงานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เป็นมาตรฐาน ศึกษาฐานข้อมูลสัญญาณชีวการแพทย์ที่เป็นมาตรฐานนานาชาติ ศึกษาวิธีการจัดทำฐานข้อมูลและเว็บไซต์

2. ออกแบบรูปแบบการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบด้วย สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวมือ 6 ท่าทาง, สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะยกน้ำหนักของแขน ที่น้ำหนักและมุมต่างๆ ทั้งแบบเคลื่อนไหวและหยุดนิ่ง กำหนดจุดจับสัญญาณบริเวณกล้ามเนื้อแขนที่เหมาะสม โดยกำหนดทั้งรูปแบบกล้ามเนื้อ 2 และ 4 จุด รวมทั้งกำหนดรายละเอียดในการจับสัญญาณตามแบบมาตรฐานที่เหมาะสมและครบถ้วน โดยใช้ข้อมูลจากมาตรฐานและจากการทำ Review บทความวิชาการ

3. ทำการออกแบบการเก็บข้อมูล โดยการเขียนโปรแกรมเก็บสัญญาณด้วยโปรแกรม LabVIEW และหรือโปรแกรมจากเครื่องมือวัดเพิ่มเติม และทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองที่เกี่ยวข้อง เช่น วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, การ์ดแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล, อุปกรณ์ยกน้ำหนัก เป็นต้น

4. ทำการทดลองจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จากอาสาสมัคร 20 คน ในรูปแบบที่กำหนดในข้อ 2

5. ออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เป็นมาตรฐาน

6. เผยแพร่ฐานข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ทำการประชาสัมพันธ์ และทำการเรียกข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากนักวิจัยแหล่งอื่น

7. ศึกษาบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ต และศึกษาทฤษฎีของวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ต เพื่อทำการศึกษาถึงคุณลักษณะต่างๆ ของวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ต ทั้งในมุมของการกำจัดสัญญาณรบกวน และการสร้างสัญญาณใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกท่าทาง

8. ทำการออกแบบ และเขียนโปรแกรมของวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ตวิธีการต่างๆ ด้วยโปรแกรม MATLAB

9. นำวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ตที่ได้ศึกษาไว้ในข้อ 6 มาใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณที่ตรวจจับได้ในข้อ 4 เพื่อหาวิธีที่ให้ลดสัญญาณรบกวนได้ดีที่สุด และสร้างสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกท่าทางได้ดีที่สุด โดยการทดสอบการจำแนกด้วย Classification methodsในการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขน

10. สรุปวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ต และนำสัญญาณที่ได้จัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ต่อไป เขียนรายงานสรุป

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

8. รายละเอียดคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
1.1 ค่าจ้างนักศึกษาระดับปริญญาเอก 1 คน อัตรา 9,000 บาท/เดือน เวลา 12 เดือน	108,000
1.2 ค่าจ้างนักศึกษาระดับปริญญาโท 2 คน อัตรา 4,500 บาท/เดือน เวลา 12 เดือน	108,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าล่วงเวลา	44,000
2.1.2 ค่าใช้สอย	
1) ค่าเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมมนาทางวิชาการ และหรือเพื่อเสนอผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ	10,000
2) ค่าจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	5,000
3) ค่าตอบแทนอาสาสมัคร	20,000
4) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเว็บไซต์และฐานข้อมูล	10,000
2.1.3 ค่าวัสดุ	
1) ค่าวัสดุอุปกรณ์วัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ประกอบด้วย วงจรขยายสัญญาณชนิด 4 ช่องสัญญาณ และวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล *	150,000
2) ค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการทำชุดประกอบการจับสัญญาณ	-
3) ค่าวัสดุทั่วไปในการทำชุดทดลองการยกน้ำหนัก	-
4) ค่าอิเล็กโทรดชนิดพื้นผิว	20,000
5) ค่าซ่อมแซมเครื่องมือวัด และค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	20,000
6) ค่าวัสดุสำนักงาน	5,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**500,000**

หมายเหตุ *: อุปกรณ์วัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ประกอบด้วย วงจรขยายสัญญาณชนิด 4 ช่องสัญญาณ และวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล มีความจำเป็นมากที่จะต้องซื้อแบบมาตรฐานสูง เพื่อใช้ในการจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการทดลอง เพื่อให้ได้สัญญาณที่มีคุณภาพสูงที่สามารถเผยแพร่ได้และนำไปใช้ในการวิเคราะห์ที่ดี รวมถึงมีความจำเป็นในการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติที่มี Impact Factor

1. ชื่อโครงการ 3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับสวนปาล์มน้ำมัน
(Design and implement networked wireless sensor device for palm oil garden)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม ข้อมูลพื้นฐานของพืชจึงมีความสำคัญอย่างมากในการคำนวณเพื่อการคาดการผลผลิตล่วงหน้า คาดการสภาวะอากาศที่อยู่ในพื้นที่เพาะปลูก หรือการแก้ไขและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของพืชอาทิเช่น อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ความเข้มแสง อุณหภูมิผิวใบ เป็นต้นเหล่านี้ในประเทศเราไม่ได้มีการเก็บข้อมูลหรือนำข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม เนื่องด้วยสาเหตุที่อุปกรณ์ในการเก็บและบันทึกผลมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เมื่อระบบมีปัญหาก็ไม่สามารถแก้ไขได้

ดังนั้นทางผู้วิจัยที่ได้พัฒนาต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาแล้ว จึงต้องการที่จะผลิตและนำต้นแบบไปใช้งานจริงในภาคสนาม โดยประสงค์ที่จะนำอุปกรณ์เครื่องมือวัดสภาพความชื้นในดิน สภาวะอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ และอุปกรณ์เก็บภาพอัตโนมัติควบคุมระยะไกล ไปประยุกต์ใช้งานในสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อนำข้อมูลทางกายภาพในแปลงปาล์มน้ำมัน ให้นักวิชาการเกษตรนำไปใช้ในการคำนวณคาดการณ์ผลผลิตต่อพื้นที่ ทำให้เข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ทำให้สามารถคาดการณ์โรคของปาล์มน้ำมันที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เป็นต้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนาระบบเฝ้าติดตามการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในช่วงรอบปีได้

3.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์วัดทางการเกษตรราคาถูก และสามารถใช้งานแบบควบคุมระยะไกลได้

3.3 เพื่อเก็บข้อมูลตัวแปรทางกายภาพต่างๆเช่น ภาพ อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ความชื้นและค่ากรด-ด่างในดิน และความเข้มแสง ในสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดลอง

3.4 เพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่สามารถรับส่งข้อมูลภาพได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการพัฒนาเครื่องมือในระดับห้องปฏิบัติการ แล้วจึงนำระบบไปติดตั้งใช้งานจริงในรอบ 1 ปี ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 เครื่องมือวัดทางการเกษตรที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงในสวนปาล์มน้ำมัน ต้นทุนต่ำ

5.2 ข้อมูลที่สำคัญทางกายภาพสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของปาล์มน้ำมัน

5.3 บทความทางวิชาการเกี่ยวกับองค์ความรู้ใหม่ในการส่งข้อมูลภาพบนเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

แบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน

1. การดำเนินงานวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ (ปีที่ 1)

   1.1ศึกษาความต้องการปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเติบโตของปาล์มน้ำมันเพื่อจัดทำเซนเซอร์

   1.2 ออกแบบโครงสร้างของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

   1.3 ออกแบบและพัฒนาเซนเซอร์และโหนดรวมทั้งจัดทำอุปกรณ์ห่อหุ้ม

   1.4 ทดสอบเครือข่ายในการรับส่งข้อมูลภาพและข้อมูลของเซนเซอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ

2. การดำเนินงานวิจัยในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ที่จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง (ปีที่ 2)

   2.1 ติดตั้งอุปกรณ์ในสวนปาล์มน้ำมันที่จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง

   2.2 ติดตามและประเมินผลการใช้งานในส่วนปาล์มน้ำมัน

   2.3 สรุปข้อมูลที่ได้และการใช้งานจริงในสวนปาล์มน้ำมัน

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปี 2555

1. งบบุคลากร ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยและเจ้าหน้าที่อื่นๆ	
1.1 น.ศ. ปริญญาโท วุฒิปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ (เต็มเวลา) x 1 คน อัตรา 6,000 บาท/เดือน	72,000.-
1.2 ค่าจ้างคนงาน เดือนละ 5,080 บาท x 2 เดือน	10,160.-
2. ค่าใช้สอย	
-ค่าเดินทางระหว่างปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ นำเสนอผลงานและเก็บข้อมูล	95,840.-
	10,000.-
3. ค่าวัสดุ	
1)วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการทำเซนเซอร์ 20 ชุด เช่นกล้อง, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ค่ากรดด่างในดิน เป็นต้น	30,000.-
2) วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการจัดทำโหนดสื่อสาร 30 ตัว	20,000.-
3) วัสดุอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ	5,000.-
4) ค่าทำรายงาน ถ่ายเอกสารรายงาน	10,000.-
รวมงบประมาณ	**253,000.-**

** ขอถั่วฉลี่ยในทุกรายการ*

1. ชื่อโครงการ 4. การสกัดและแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุน และการผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุน (Extraction and Separation of Prebiotics and Phenolic Compounds from Jackfruit Seeds and Production of Ethanol from Extracted Jackfruit Seeds)

โครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1: การสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง
Extraction of Prebiotics and Phenolic Compounds from Jackfruit Seeds in Pilot Scale

โครงการวิจัยย่อยที่ 2: การแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน
Separation of Prebiotics and Phenolic Compounds from Extract of Jackfruit Seeds

โครงการวิจัยย่อยที่ 3: การผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุน
Production of Ethanol from Extracted Jackfruit Seeds

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่มีคุณสมบัติที่หลากหลายขึ้น ได้แก่อาหารที่มีคุณค่าสูง ปลอดภัย และส่งผลดีต่อสุขภาพ จึงเป็นที่มาของผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าอาหารฟังก์ชัน (Functional food) ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์อาหารหรือองค์ประกอบในอาหารที่เมื่อบริโภคแล้วจะสามารถทำหน้าที่อื่นให้กับร่างกายนอกเหนือจากการให้คุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานและรสสัมผัส นั่นคือเป็นอาหารที่มีผลต่อการทำหน้าที่ต่างๆ ในร่างกาย ส่งผลดีต่อสุขภาพ โดยมีบทบาทในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค อาหารที่มีส่วนประกอบของพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จัดเป็นอาหารฟังก์ชันที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดย พรีไบโอติกส์เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีกลุ่มโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 3 หน่วยขึ้นไปที่ไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก เป็นแหล่งอาหารให้กับเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ และที่สำคัญเชื้อจุลินทรีย์สุขภาพ ซึ่งได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์สามารถนำไปใช้ได้ดีกว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้ในร่างกายมีเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์มากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายมีความต้านทานต่อการเกิดโรคได้ดีขึ้น ประโยชน์หลักๆ ของพรีไบโอติกส์ได้แก่ ช่วยป้องกันและลดอาการท้องเดินจากการติดเชื้อ ลดอาการท้องผูก ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคกระดูกพรุนเนื่องจากช่วยเรื่องการดูดซึมของแคลเซียม และลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดแข็งซึ่งมีสาเหตุจากไขมัน **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** ส่วนสารประกอบฟีนอลิกส์เป็นสารพฤกษเคมี (Phytochemical) ที่สังเคราะห์โดยพืช จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ประสิทธิภาพสูง มี

ประโยชน์ในการช่วยลดการเกิดโรค ปกป้องหัวใจและหลอดเลือด ป้องกันมะเร็ง ควบคุมฮอร์โมนให้เป็นปกติ และป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก [2]

ในปี 2550 มีผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมสารพรีไบโอติกส์มากกว่า 400 ชนิด บริษัทที่ผลิตมากกว่า 20 บริษัท และยอดขายในยุโรปมีมูลค่า 87 ล้านยูโร ในปี 2553 คาดว่ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 179.7 ล้านยูโร [3] ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารที่เติมพรีไบโอติกส์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว พรีไบโอติกส์ในรูปแคปซูลมีขายราคา 700 ยูโรต่อกิโลกรัม อาหารที่เติมพรีไบโอติกส์ในยุโรป อเมริกา และเอเชีย มียอดขายสินค้ารวม 25,000 ตัน และมียอดขายเพิ่มขึ้นกว่า 6% ต่อปี **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** ส่วนความต้องการสารประกอบฟีนอลิกส์ก็มีการขยายตัว ในปี 2546 มียอดขายเฉพาะในยุโรป 77.88 ล้านยูโร [5] และคาดว่าจะเพิ่มเป็นประมาณ 100 ล้านยูโร ในปี 2552 **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**

ได้มีการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าสารสกัดจากเมล็ดขนุนประกอบด้วยพรีไบโอติกส์**ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** และสารประกอบฟีนอลิกส์ [8] โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองในปริมาณสารสกัดที่น้อย ซึ่งจากสถิติการปลูกขนุนหนังในปี 2546 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกขนุน 289,286 ไร่ ผลผลิตรวม 828,611 ตัน ทำให้มีเมล็ดขนุนเหลือทิ้งถึง 120,000 ตัน [9] เมล็ดขนุนจึงเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการพัฒนาการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการสกัดสารพรีไบโอติกส์และสารประกอบ ฟีนอลิกส์ในระดับโรงงานจำลอง โดยจะมีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องสกัดและสภาวะในการสกัดแบบแบทช์และแบบต่อเนื่องที่เหมาะสม พัฒนาการวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติต่างๆ ของสารสกัดที่ได้ ในส่วนของการนำไปใช้งาน ก็มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษากระบวนการแยก พรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดที่ได้ ซึ่งยังมีการศึกษาในส่วนของกระบวนการแยกไม่มากนัก และเป็นเพียงกระบวนการขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ จึงควรศึกษากระบวนการแยกที่เหมาะสมในการขยายกำลังการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้เนื่องจากเมล็ดขนุนมีองค์ประกอบของแป้งค่อนข้างสูง จึงสามารถนำมาหมักเพื่อผลิตเอทานอลได้ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์เมล็ดขนุนอย่างสูงสุดจึงควรมีการศึกษาการนำกากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดมาหมักเพื่อผลิตเอทานอล ซึ่งเอทานอลที่ได้นอกเหนือจากสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทน ยังสามารถนำมาใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดเมล็ดขนุนได้อีกด้วย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนากระบวนการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนระดับโรงงานจำลอง

3.2 เพื่อพัฒนากระบวนการแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน

3.3 เพื่อศึกษาการผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัด

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขนุน

ขนุน (รูปที่ 3) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* Lam. อยู่ในวงศ์ Moraceae ขนุนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย ขนุนในฤดูผลผลิตจะออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนมกราคม- พฤษภาคม และขนุนนอกฤดูจะออกสู่ตลาดช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ชลบุรี ระยอง ปราจีนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา กาญจนบุรี เพชรบุรี นครราชสีมา เป็นต้น โดยในปี 2544 มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 303,362 ไร่ ผลผลิตประมาณ 778,199 ตัน **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**

รูปที่ 3 ลักษณะของขนุน

ปี 2547 ในจังหวัดสงขลามีเนื้อที่ปลูกขนุน 3,585 ไร่ ผลผลิตปีละ 5,801 ตัน มูลค่า 53,311,190 บาท พื้นที่ปลูก อำเภอเมือง สทิงพระ ควนเนียง หาดใหญ่ รัตภูมิ บางกล่ำ จะนะ นาทวี เทพา สะบ้าย้อย และคลองหอยโข่ง อายุการให้ผลจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุประมาณ 4 ปี ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นเมื่ออายุประมาณ 10 ปี อยู่ระหว่าง 25-30 ผล ผลของขนุนเป็นผลรวม โดยทั่วไปมีขนาดใหญ่ถึงใหญ่มาก น้ำหนักเฉลี่ยผลละ 15-50 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 5-10 บาท มีทั้งรูปทรงกลม รูปไข่ รูปยาวรี ผิวเปลือกเต็มไปด้วยหนามสั้นๆ ทู่ๆ เมื่อผลยังไม่แก่ผิวเปลือกหนามมีสีเขียวอ่อนแล้วค่อยๆเป็นสีเหลืองและเกือบเป็นสีน้ำตาลเมื่อผลแก่เต็มที่ สีของเนื้อขนุนอาจจะมีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลืองแก่และสีดอกจำปา มีรสชาติหวานหอม อาจมีกลิ่นฉุนบ้าง ลักษณะเนื้อมีทั้งเละ นิ่มจนถึงหวานกรอบ ตั้งแต่เนื้อบางจนหนาหรือเต็มยวงขนุนที่นิยมปลูกกันทั่วไปอยู่มี 2 ประเภท คือ ขนุนหนัง และขนุนละมุด **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**

1. ขนุนหนัง

ลักษณะเนื้อยวงแห้งกรอบ สีเหลืองทอง สีจำปา ยวงโต เนื้อแน่น หวาน กรอบ นิยมปลูกกันโดยทั่วไป ขนุนหนังมีอยู่หลายพันธุ์ เช่น จำปา ตาบ๊วย ฟ้าถล่ม เป็นต้น

2. ขนุนละมุด

ลักษณะเนื้อยวงเปียก เละเหนียว เนื้อค่อนข้างบาง ยวงเล็ก รสหวาน มีกลิ่นหอม ขนุน

พันธุ์นี้ ไม่ค่อยนิยมปลูกกันมากนัก อีกพวกหนึ่ง ซึ่งนิยมปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศไทยคือ จำปาดะ ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายขนุน ผลเล็กยาวเรียวคล้ายผลฟัก เปลือกบาง เนื้อเละ รสหวาน กลิ่นหอม การปลูกและการดูแลรักษา ก็ปฏิบัติ เช่น เดียวกับการปลูก ขนุน

อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 4-5 เดือน นับตั้งแต่ดอกเริ่มผสมติดจนผลแก่ การสังเกตว่าขนุนนั้นสุกแล้วทำได้หลายวิธีคือ

1. สังเกตจากหนามของผลขนุน ตาหนามจะห่างมากและไม่คม
2. ผิวขนุนจะมีสีเหลืองเข้ม
3. เอามีดกรีดบริเวณขั้วขนุน ยางจะไหลออกมาน้อยและมีลักษณะข้นเหนียว
4. อื่นๆ เช่น ใบเลี้ยงเหี่ยวเหลือง ก้านผลเล็กลง หนามยืดหยุ่น

มีรายงานผลการวิเคราะห์ผลขนุนอ่อนว่า คุณค่าสารอาหารของผลขนุนอ่อน ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม จะประกอบด้วย พลังงาน 22 กิโลแคลอรี่ น้ำ 88.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.7 กรัม โปรตีน 1.6 กรัม ไขมัน 1.0 กรัม เยื่อใยอาหาร 6.7 กรัม เถ้า 0.7 กรัม แคลเซียม 8 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 3 มิลลิกรัม เหล็ก 0.5 มิลลิกรัม วิตามินเอ 1 หน่วยสากล (IU) วิตามินบี1 0.49 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.05 มิลลิกรัม วิตามินซี 15 มิลลิกรัม **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**

พรีไบโอติกส์

พรีไบโอติกส์ เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยด้วยกรดในกระเพาะอาหาร ไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะและลำไส้เล็ก จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร ประโยชน์ของพรีไบโอติกส์ได้แก่ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน เพิ่มความต้านทานเชื้อก่อโรค เช่น โรคท้องร่วง ช่วยบรรเทาอาการท้องผูก ต้านการเป็นมะเร็งลำไส้ **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** พรีไบโอติกส์ที่พบมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ พรีไบโอติกส์ที่พบในธรรมชาติจะพบได้ในผักและผลไม้ และพรีไบโอติกส์ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยใช้เอนไซม์ย่อย Polysaccharides เช่น แป้ง **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** ซึ่งในปัจจุบันพรีไบโอติกส์ที่นำมาใช้ทางการค้าและในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ได้มาจากการสังเคราะห์ซึ่งอาจมีผลข้างเคียงต่อสุขภาพ การบริโภคพรีไบโอติกส์ที่ได้จากธรรมชาติจะมีความปลอดภัยและส่งผลที่ดีกว่า

สารประกอบฟีนอลิกส์

สารประกอบฟีนอลิกส์ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก แอนโธไซยานิน ฯลฯ ซึ่งพบทั่วไปในใบ ลำต้น เปลือก และเมล็ดของพืช สารประกอบฟีนอลิกส์มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกส์จะอยู่ในรูปของการกำจัดอนุมูลอิสระ การให้ไฮโดรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเลคตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ โดยจะใช้สารต้านอนุมูลอิสระในการป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้น **ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารระดับนานาชาติอย่างน้อย 3 บทความ วารสารระดับชาติอย่างน้อย 1 บทความ การนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติอย่างน้อย 1 บทความ และที่ประชุมวิชาการระดับชาติอย่างน้อย 2 บทความ หน่วยงานที่ได้รับประโยชน์ได้แก่

ภาครัฐ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กรมพลังทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน มหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น

ภาคเอกชน: กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกขนุน โรงงานอุตสาหกรรม บริษัทผู้ผลิตอาหารฟังก์ชั่น น้ำดื่มผลไม้ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ สหกรณ์โคนม เป็นต้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนการบริหาร

เพื่อให้โครงการวิจัยย่อยทั้ง 3 โครงการดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง และมีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ของทุกโครงการวิจัยย่อยเข้าด้วยกัน และเพื่อให้บรรลุผลของแผนงานวิจัย แผนการบริหารแผนงานวิจัยจึงประกอบด้วยการประชุมหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมวิจัยทุกเดือน และมีการจัดทำรายงานนำเสนอความก้าวหน้าของโครงการวิจัยทุก 6 เดือน

แผนการดำเนินงาน พร้อมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานตลอดแผนงานวิจัย

กิจกรรม	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ	ขั้นตอนโดยละเอียด
การสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง	ต.ค. 53 - ก.ย. 55	ราม ผกามาศ	แสดงในโครงการวิจัยย่อยที่ 1
การแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน	ต.ค. 53 - ก.ย. 55	กุลชนาฐ ผกามาศ	แสดงในโครงการวิจัยย่อยที่ 2
การผลิตพลังงานทดแทนจากกากเมล็ดขนุน	ต.ค. 53 - ก.ย. 55	สินินาฏ ผกามาศ	แสดงในโครงการวิจัยย่อยที่ 3

7. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

2 ปี ตุลาคม 2553 - กันยายน 2555

16. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของแผนงานวิจัย

รายการ	ปีที่ 1		ปีที่ 2		รวม
	1-6	7-12	1-6	7-12	
1. งบบุคลากร	**84,000**	**84,000**	**84,000**	**84,000**	**336,000**
-ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย	***84,000***	***84,000***	***84,000***	***84,000***	***336,000***
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	30,000	30,000	30,000	30,000	120,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	30,000	30,000	30,000	30,000	120,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 3	24,000	24,000	24,000	24,000	96,000
2. งบดำเนินงาน	**424,000**	**298,000**	**338,500**	**272,500**	**1,333,000**
-ค่าตอบแทน	***72,000***	***72,000***	***72,000***	***72,000***	***288,000***
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	24,000	24,000	24,000	24,000	96,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	24,000	24,000	24,000	24,000	96,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 3	24,000	24,000	24,000	24,000	96,000
-ค่าใช้สอย	***204,500***	***157,500***	***140,000***	***143,000***	***645,000***
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	33,000	65,000	25,000	75,000	198,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	102,500	62,500	50,000	55,000	270,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 3	69,000	30,000	65,000	13,000	177,000
-ค่าวัสดุ	***147,500***	***68,500***	***126,500***	***57,500***	***400,000***
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	65,000	35,000	50,000	25,000	175,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	37,500	23,500	32,500	32,500	126,000
โครงการวิจัยย่อยที่ 3	45,000	10,000	44,000	-	99,000
3. งบลงทุน	**80,000**	**-**	**-**	**-**	**-**
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	80,000	-	-	-	-
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	-	-	-	-	-
โครงการวิจัยย่อยที่ 3	-	-	-	-	-
รวม	**588,000**	**382,000**	**422,500**	**356,500**	**1,749,000**
	970,000		**779,000**		

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

1. ชื่อโครงการ 4.1 การสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง (Extraction of Prebiotics and Phenolic Compounds from Jackfruit Seeds in Pilot Scale

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่มีคุณสมบัติที่หลากหลายขึ้น ได้แก่อาหารที่มีคุณค่าสูง ปลอดภัย และส่งผลดีต่อสุขภาพ จึงเป็นที่มาของผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าอาหารฟังก์ชัน (Functional food) ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์อาหารหรือองค์ประกอบในอาหารที่เมื่อบริโภคแล้วจะสามารถทำหน้าที่อื่นให้กับร่างกายนอกเหนือจากการให้คุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานและรสสัมผัส นั่นคือเป็นอาหารที่มีผลต่อการทำหน้าที่ต่างๆ ในร่างกาย ส่งผลดีต่อสุขภาพ โดยมีบทบาทในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค อาหารที่มีส่วนประกอบของพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จัดเป็นอาหารฟังก์ชันที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยพรีไบโอติกส์เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีกลุ่มโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 3 หน่วยขึ้นไปที่ไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก เป็นแหล่งอาหารให้กับเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ และที่สำคัญเชื้อจุลินทรีย์สุขภาพ ซึ่งได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์สามารถนำไปใช้ได้ดีกว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้ในร่างกายมีเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์มากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายมีความต้านทานต่อการเกิดโรคได้ดีขึ้น ประโยชน์หลักๆ ของพรีไบโอติกส์ได้แก่ ช่วยป้องกันและลดอาการท้องเดินจากการติดเชื้อ ลดอาการท้องผูก ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคกระดูกพรุนเนื่องจากช่วยเรื่องการดูดซึมของแคลเซียม และลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดแข็งซึ่งมีสาเหตุจากไขมัน ส่วนสารประกอบฟีนอลิกส์เป็นสารพฤกษเคมี (Phytochemical) ที่สังเคราะห์โดยพืช จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ประสิทธิภาพสูง มีประโยชน์ในการช่วยลดการเกิดโรค ปกป้องหัวใจและหลอดเลือด ป้องกันมะเร็ง ควบคุมฮอร์โมนให้เป็นปกติ และป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก (บุญส่ง คงเจริญ และคณะ)

ในปี 2550 มีผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมสารพรีไบโอติกส์มากกว่า 400 ชนิด บริษัทที่ผลิตมากกว่า 20 บริษัท และยอดขายในยุโรปมีมูลค่า 87 ล้านยูโร ในปี 2553 คาดว่ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 179.7 ล้านยูโร ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารที่เติมพรีไบโอติกส์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว พรีไบโอติกส์ในรูปแคปซูลมีขายราคา 700 ยูโรต่อกิโลกรัม อาหารที่เติมพรีไบโอติกส์ในยุโรป อเมริกา และเอเชีย มียอดขายสินค้ารวม 25,000 ตัน และมียอดขายเพิ่มขึ้นกว่า 6% ต่อปี ส่วนความต้องการสารประกอบฟีนอลิกส์ก็มีการขยายตัว ในปี 2546 มียอดขายเฉพาะในยุโรป 77.88 ล้านยูโร และคาดว่าจะเพิ่มเป็นประมาณ 100 ล้านยูโร ในปี 2552

ประเทศไทยมีพืชเกษตรที่มีสรรพคุณทางยา และสารสำคัญที่ยังไม่ได้มีการสกัดออกมาเพื่อใช้ประโยชน์อีกมาก จากสถิติการปลูกขนุนหนังในปี 2546 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกขนุน 289,286 ไร่ ผลผลิตรวม 828,611 ตัน ทำให้มีเมล็ดขนุนเหลือทิ้งถึง 120,000 ตัน เมล็ดขนุนจึงเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณมากเพียงพอในการพัฒนาการสกัดสารสำคัญในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งการสกัดสารสำคัญจากพืชเกษตร

ส่วนใหญ่ยังทำในระดับห้องทดลองโดยใช้ชุดเครื่องแก้วขนาดเล็ก เครื่องสกัดที่สามารถใช้ในระดับอุตสาหกรรมยังมีอยู่น้อย โดยส่วนใหญ่เป็นเครื่องที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงมาก เช่น เครื่องสกัดแบบกึ่งแบทช์ DIG-MAZ 10 (รูปที่ 1) ซึ่งถังสกัดมีความจุ 10 ลิตร มีราคาประมาณ 7 ล้านบาท การพัฒนาเครื่องสกัดขึ้นใช้เองในประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ คณะผู้วิจัยได้จัดสร้างเครื่องสกัดแบบแบทช์ที่ถังสกัดมีความจุ 40 ลิตร ขึ้นมา 1 ชุด และเครื่องสกัดแบบต่อเนื่องที่ประกอบด้วยถังสกัดความจุ 35 ลิตร จำนวน 3 ถัง (รูปที่ 2) โดยใช้งบประมาณ 1 ล้านบาท และได้ศึกษาการสกัดสารสำคัญจากเมล็ดขนุนในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าสารสกัดที่ได้มีคุณสมบัติของพรีไบโอติกส์ และจากข้อมูลงานวิจัยของ Soong และ Barlow รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดขนุนประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลิกส์ โดยกระบวนการสกัดที่ใช้มีความคล้ายคลึงกับการสกัดพรีไบโอติกส์จากเมล็ดขนุน งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนในระดับโรงงานจำลอง โดยหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยเครื่องสกัดแบบแบทช์แล้วนำมาเป็นสภาวะตั้งต้นของเครื่องสกัดแบบต่อเนื่อง เพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับการขยายกำลังการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 ปรับปรุงเครื่องสกัดแบบแบทช์และแบบต่อเนื่องให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ด้วยเครื่องสกัดแบบแบทช์

3.3 นำสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองด้วยเครื่องสกัดแบบแบทช์มาเป็นสภาวะตั้งต้นของการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบต่อเนื่องและปรับสภาวะจนมีความสอดคล้องทั้งในแง่ของผลได้และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

3.4 วิเคราะห์กระบวนการเชิงเศรษฐศาสตร์

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ได้สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์โดยสามารถทราบถึงอุณหภูมิ ระยะเวลาในการสกัด และอัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายและตัวถูกสกัดที่ทำให้ได้ถึงปริมาณสารสกัดที่มากที่สุด

4.2 สามารถสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ในปริมาณที่มากพอที่จะนำไปใช้ในการผลิตอาหารฟังก์ชั่น

4.3 สามารถสร้างสมการเพื่ออธิบายถึงขบวนการถ่ายโอนมวลระหว่างการสกัดได้และนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดลอง

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเผยแพร่ผลงานในรูปบทความนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติได้ โดยหน่วยงานที่สามารถนำผลวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้แก่

<u>ภาครัฐ:</u> กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อบต ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนม หรือน้ำผลไม้

ภาคเอกชน: กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกขนุน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากขนุน บริษัทผู้ผลิตอาหารฟังก์ชัน เป็นต้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. ทำการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์
2. ทำการจัดเตรียมและปรับปรุงเครื่องสกัดแบบแบทช์และแบบต่อเนื่อง
3. ทำการทดลองสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์
4. ทำการสร้างสมการที่สามารถอธิบายถึงการถ่ายโอนระหว่างการสกัดได้
5. ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของขบวนการสกัด
6. ทำการบำรุงรักษาเครื่องสกัด
7. ทำการจัดทำรายงานความก้าวหน้าทุก 6 เดือน และรายงานฉบับสมบูรณ์

สถานที่ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาหาสภาวะการสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ที่เหมาะสม

ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบได้แก่เมล็ดขนุนพันธุ์ทองประเสริฐสำหรับการสกัด โดยปัจจัยที่พิจารณาได้แก่ ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดขนุนและขนาดของเมล็ดขนุน ทำการสกัดแบบแบทช์ที่อุณภูมิ 40 - 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 - 240 นาทีและอัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายและสารถูกสกัดตั้งแต่ 6:1 - 12:1 โดยตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่ เอทานอล 50%

นำสารสกัดที่ได้มาหาปริมาณสารที่สกัดได้ทั้งหมด (Total extracted yield) จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ด้วยวิธี Modified phenol sulfuric method (Dubois และคณะ, 1956) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ด้วยวิธี Modified dinitrosalicylic acid method (Miller, 1959; Robertson และคณะ, 2001) โดยน้ำตาลรีดิวซ์เป็นน้ำตาลในกลุ่มโมโนแซคคาไรด์ทั้งหมดและไดแซคคาไรด์ คำนวณหาปริมาณน้ำตาลนอนรีดิวซ์ (Non-reducing sugar) ซึ่งคาดว่าเป็นสารพรีไบโอติกส์ตามสมการ

Non-reducing sugar (g) = Total sugar (g) – Reducign sugar (g)

ยืนยันความเป็นพรีไบโอติกส์ของสารสกัดโดยทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกส์ วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกส์ทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteau โดยใช้ Garlic acid เป็นสารมาตรฐาน วิเคราะห์โครงสร้างของพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ด้วยวิธี GC-MS

นำสภาวะที่สามารถสกัดพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์ได้มากที่สุดไปทำการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยในการสกัดแบบต่อเนื่องอาจต้องมีการปรับสภาวะให้เหมาะสมอีกครั้ง

กิจกรรมที่ 2 ทำการสร้างสมการที่สามารถอธิบายถึงการถ่ายโอนระหว่างการสกัด

ศึกษาทฤษฎีการถ่ายโอนมวลระหว่างการสกัดและตั้งสมการสมมุติฐานขึ้นที่สามารถอธิบายถึงขบวนการสกัด ทำการเก็บข้อมูลของปริมาณสารสกัดที่ได้ในช่วงเวลาต่างๆ ระหว่างการสกัดเพื่อนำไป

เปรียบเทียบกับสมการที่ตั้งไว้ และตรวจสอบว่าสมการนั้นสามารถทำนายถึงการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารสกัดได้ดีหรือไม่

กิจกรรมที่ 3 ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ของขบวนการสกัดแบบต่อเนื่อง

โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการสกัดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารที่สกัดได้ และราคาที่สามารถนำไปจำหน่ายได้ในท้องตลาด

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	**จำนวนเงิน**	
	เดือนที่1-6	เดือนที่7-12
1. งบบุคลากร		
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย 1 คน (น.ศ. ปริญญาโทอัตราเงินเดือน 5,000 บาท/คน 12 เดือน)	30,000	30,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ		
2.1.1 ค่าตอบแทน (ค่าล่วงเวลาเดือนละ 4,000 บาท 12 เดือน)	24,000	24,000
2.1.2 ค่าใช้สอย	25,000	75,000
1) ค่าเดินทางเพื่อสืบค้นข้อมูล		
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ และค่าปรับปรุงเครื่องสกัด	10,000	10,000
3) ค่าใช้ห้องปฏิบัติการ	5,000	5,000
4) ค่าจ้างสร้างและติดตั้งชุดทดลองแบบสดมภ์	10,000	
5) ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมประชุมวิชาการ		20,000
6) ค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี		20,000
7) ค่าทดสอบวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบและผลผลิต		20,000
2.1.3 ค่าวัสดุ	***50,000***	***25,000***
1) วัสดุสำนักงาน	5,000	
2) สารละลายสำหรับการสกัด (ethanol)	25,000	15,000
3) วัตถุดิบสำหรับการสกัด(เมล็ดขนุน)	10,000	10,000
4) วัสดุเครื่องแก้ว	10,000	
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**129,000**	**154,000**
รวมงบประมาณที่เสนอขอปี 2555	**283,000**	

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

1. ชื่อโครงการ 4.2 การแยกพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุน (Separation of Prebiotics and Phenolic Compounds from Extract of Jackfruit Seeds)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันกระแสความนิยมอาหารสุขภาพเพิ่มมากขึ้น อุตสาหกรรมอาหารได้ให้ความสนใจกับความคิดเรื่อง “ฟังก์ชันแนลฟูดส์ (Functional foods)” มากขึ้น โดยเฉพาะฟังก์ชันแนลฟูดส์ที่ได้จากการสกัดส่วนต่างๆ ของพืช และผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีจำหน่ายเพิ่มขึ้นในร้านอาหารเพื่อสุขภาพและซุปเปอร์มาเก็ต ตัวอย่างฟังก์ชันแนลฟูดส์ที่เป็นที่สนใจและมีการพัฒนาในการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารได้แก่ พรีไบโอติกส์ (Prebiotics) [1] และสารประกอบฟีนอลิกส์

พรีไบโอติกส์ คือคาร์โบไฮเดรตที่มีกลุ่มโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 3 หน่วยขึ้นไป ได้แก่ โอลิโกแซคคาไรด์และโพลีแซคคาไรด์ โดยพรีไบโอติกส์ในเชิงพาณิชย์ที่สำคัญประกอบด้วย ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์และอินนูลิน [2] พรีไบโอติกส์เป็นสารอาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียโปรไบโอติกส์หรือจุลินทรีย์ที่ดีที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ โปรไบโอติกส์มีประโยชน์ คือ ช่วยป้องกันและลดอาการท้องเสียที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งลำไส้และช่วยลดคอเลสเตอรอลชนิด Low Density Lipoprotein (LDL) พรีไบโอติกส์บางชนิดสามารถจับกับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้อย่างจำเพาะเจาะจง เช่น เชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella*) และ อี. โคไล (*E. coli*) บางชนิดอาจจะไปกระตุ้นการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ เช่น เชื้อไบฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) และ แลคโตบาซิลไล (*Lactobacilli*) ทำให้ลำไส้เกิดความสมดุล และช่วยเพิ่มการนำสารอาหารไปใช้ด้วยซึ่ง เป็นการทำให้ร่างกายมีภูมิต้านทานตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังทำให้ท้องไม่ผูก [3-4]

สารประกอบฟีนอลิกส์เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านปฏิกิริยาที่เกี่ยวกับออกซิเจน ไนโตรเจน และกระบวนการที่เกี่ยวกับเมตาบอลิซึมหรือการบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกาย รวมทั้งสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นต้นเหตุแห่งความชรา โรคอ้วน โรคหัวใจ ภูมิแพ้ มะเร็ง ฯลฯ สารประกอบฟีนอลิกส์พบอยู่ในผักและผลไม้ โดยพบว่าส่วนของผักผลไม้ที่รับประทานได้มีปริมาณฟีนอลิกส์น้อยกว่าส่วนที่รับประทานไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการสกัดสารฟีนอลิกส์ออกจากส่วนที่รับประทานไม่ได้ของผักและผลไม้ก่อนนำเอาสารที่สกัดได้นั้นไปใช้เป็นส่วนประกอบของยา อาหารเสริม เครื่องสำอางและเวชภัณฑ์อื่นๆ

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ฉบับที่ 6 ระบุว่าประเทศไทยจะต้องเปลี่ยนแผนจากประเทศเกษตรกรรมเป็นประเทศอุตสาหกรรม จึงจะสามารถอยู่รอดและมีการพัฒนาประเทศได้ แต่เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศของประเทศไทยเหมาะในการเพาะปลูก จึงมีผลผลิตทางการเกษตรและของเหลือทิ้งทางการเกษตรมากมาย การพัฒนาอุตสาหกรรมจึงได้มุ่งเน้นไปทางด้านอุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมอาหารเพื่อแปรรูปวัสดุเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้

สูงขึ้น แทนที่จะเป็นผลผลิตทางการเกษตรเพียงอย่างเดียว ส่วนของเสียจำพวกของเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้มีปริมาณสารอินทรีย์อยู่มาก จึงต้องมีการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการแยกสารอินทรีย์เหล่านี้ให้เป็นสารอินทรีย์ที่มีคุณค่าสูงขึ้น [5]

สำหรับพืชที่น่าสนใจในการนำมาสกัดสารพรีไบโอติกส์และสารฟีนอลิกส์ในงานวิจัยนี้ได้แก่ ขนุน เนื่องจากเมล็ดขนุนยังอุดมไปด้วยพรีไบโอติกส์และสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิกส์ [6] และจากการสกัดสารพรีไบโอติกส์และสารประกอบฟีนอลิกส์จากเมล็ดขนุนสามารถสกัดออกมาได้พร้อมกันดังนั้นการแยกสารทั้งสองชนิดออกจากสารชนิดอื่นๆ เพื่อการนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปจึงเป็นที่สนใจสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากพรีไบโอติกส์เป็นน้ำตาลเชิงซ้อนการแยกสารดังกล่าวสามารถทำได้โดยวิธีการตกผลึกออกจากสารสกัดชนิดอื่นๆ รวมทั้งเทคนิคการตกผลึกสามารถนำมาขยายการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ ส่วนการแยกสารประกอบฟีนอลิกส์สามารถทำได้โดยการใช้หลักการดูดซับ เช่น การใช้เทคนิค column chromatography หรือการใช้เทคนิกการแยกสารแบบ solid phase extraction (SPE) โดยจะบรรจุของแข็ง (ผง) สำหรับสกัดสารออกจากสารละลายภายในคอลัมน์ เมื่อสารถูกสกัดออกแล้วจะเป็นขั้นตอนของการชะสารสกัดออกจากของแข็งดังกล่าวซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ในการแยกสารได้บริสุทธิ์ ในการทดลองในระดับปฏิบัติการจะใช้การแยกโดยใช้ SPE ซึ่งสามารถใช้สารในการแยกไม่มากนัก หลังจากได้สภาวะที่เหมาะสมแล้วจะนำสภาวะดังกล่าวใช้ในการออกแบบและเลือกวัสดุสำหรับการสกัด

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนากระบวนการแยกพรีไบโอติกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุนด้วยการตกผลึก

3.2 เพื่อพัฒนากระบวนการแยกสารประกอบฟีนอลิกส์จากสารสกัดจากเมล็ดขนุนด้วยเทคนิค Solid Phase Extraction

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยได้แบ่งการดำเนินเป็น 2 ส่วนแต่ละส่วนมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

4.1 การตกผลึกสารพรีไบโอติกส์

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกผลึกของพรีไบโอติกส์ ผลึกที่ได้จะนำไปตรวจองค์ประกอบและความบริสุทธิ์ของผลึกโดยใช้เครื่องมือ High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ปัจจัยที่จะทำการศึกษาประกอบด้วย

1. ช่วงอุณหภูมิในการตกผลึกที่เหมาะสม
2. ความเร็วรอบ 250-400 rpm
3. ใบพัดกวนที่เหมาะสม

ปัจจัยที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบสร้างเครื่องตกผลึกความจุ 5 ลิตร

4.2 การแยกสารประกอบฟีนอลิกส์ด้วยเทคนิค Solid Phase Extraction

ออกแบบสร้างคอลัมน์แยกความจุ 5 ลิตร

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเผยแพร่ผลงานในรูปบทความนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติได้ โดยหน่วยงานที่สามารถนำผลวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้แก่

ภาครัฐ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น

ภาคเอกชน: กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกขนุน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากขนุน บริษัทผู้ผลิตอาหารฟังก์ชัน เป็นต้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานที่ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิจกรรมที่ 1 สืบค้นข้อมูล ซื้อสารเคมีและจัดสร้างอุปกรณ์การทดลอง

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุ

- หาจุดหลอมเหลว จุดตกผลึกของสาร โดยใช้วิธี Differential Scanning Calorimeter (DSC)
- ตรวจสอบโครงสร้างของสารพรีไบโอติกส์ และ สารฟรีนอลิกส์ โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS)
- คุณสมบัติของ Resin ที่ใช้ใน Solid Phase Extraction
- วิธีการตรวจความบริสุทธิ์ของสารพรีไบโอติกส์และสารฟีนอลิกส์โดยเครื่องมือ HPLC

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในระดับปฏิบัติการสำหรับ

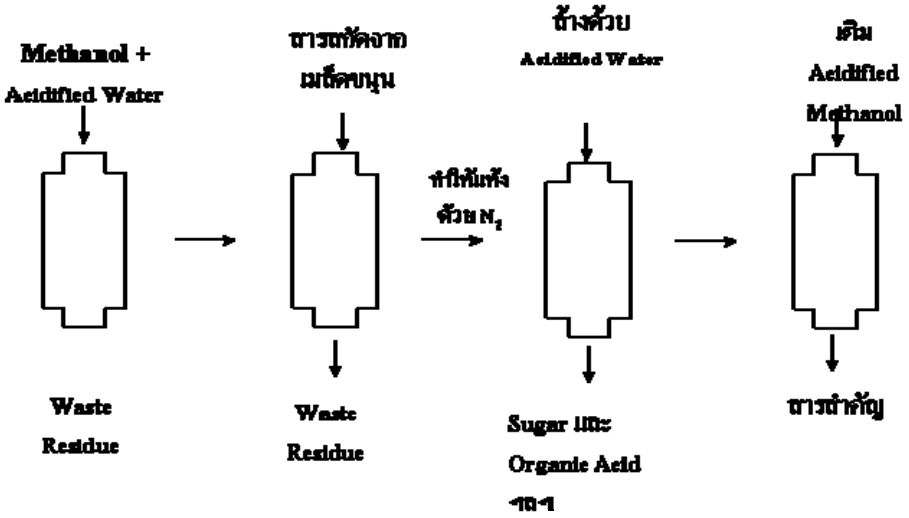
1 การตกผลึกสารประกอบพรีไบโอติกส์ โดยพิจารณาผลของปัจจัยดังนี้

- ชนิดใบพัดกวน
- ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการตกผลึกในช่วง 40-70 ^{o}C
- ความเร็วรอบในการกวน 0- 400 rpm
- อัตราการลดอุณหภูมิสำหรับการตกผลึก 0.1-0.5^{O}C/min

2 การใช้เทคนิค Solid Phase Extraction สำหรับการแยกสารประกอบฟีนอลิกส์

นำสารสกัดพรีไบออติกส์จากเมล็ดขนุน 2 มาทำการแยก Sugar และ Organic Acid ด้วย Solid-Phase Extraction (SPE) Cartridges โดยผ่านเมทานอล 10 ml และสารละลาย HCl 0.01 N 6 ml ใน C18 Sep-Pak Cartridge ตัวแรก จากนั้นส่งไปยัง Cartridge ตัวที่สอง โดยมีการเติมสารสกัดความเข้มข้น 10% 10 ml ที่ด้านบน Cartridge จากนั้นทำให้แห้งด้วยกระแสไนโตรเจน และถูกส่งไปล้างที่ Cartridge ตัวที่สาม ด้วย Acidified Water (HCl 0.01 N) 6 ml จากนั้นเติม Acidified Methanol (Methanol ผสมกับ HCl 0.1% v/v) 5 ml เพื่อแยกสารสำคัญออกจากสารสกัด ซึ่งแสดงดังรูปที่ 6 โดยพิจารณาผลของปัจจัยดังนี้

- ความเข้มข้นและปริมาณ HCL ที่ใช้
- ชนิดของ Packing



รูปที่ 6 แสดงการแยก Sugar และ Organic Acid ออกจากสารสกัดโดยใช้ C18 Cartridges [34]

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องมือ

1. เครื่องตกผลึกสำหรับสารพรีไบโอติกส์ขนาดความจุ 5 ลิตร
2. คอลัมน์แยก SPE สำหรับสารประกอบฟีนอลิกส์ขนาด 5 ลิตร

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

วศ.142

รายการ	จำนวนเงิน	
	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12
1. งบบุคลากร		
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย 1 คน (น.ศ. ปริญญาโทอัตราเงินเดือน 5,000 บาท 12 เดือน)	30,000	30,000
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ		
2.1.1 ค่าตอบแทน (ค่าล่วงเวลาเดือนละ 4,000 บาท 12 เดือน)	24,000	24,000
2.1.2 ค่าใช้สอย		
1) ค่าเดินทางเพื่อสืบค้นข้อมูล	5,000	5,000
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ เช่น เครื่อง HPLC	5,000	5,000
3) ค่าใช้ห้องปฏิบัติการ	5,000	5,000
4) ค่าจ้างสร้างและติดตั้งชุดทดลอง	20,000	-
5) ค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมประชุมวิชาการ	-	20,000
6) ค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	-	10,000
7) ค่าทดสอบวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบและผลผลิต	15,000	10,000

รายการ	จำนวนเงิน	
	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12
2.1.3 ค่าวัสดุ		
1) วัสดุสำนักงาน	2,500	2,500
2) วัสดุเครื่องแก้ว	10,000	10,000
3) วัสดุสารเคมี เช่น สารละลายมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC, Resin สำหรับ SPE	20,000	20,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**136,500**	**141,500**
รวมงบประมาณที่เสนอขอปี 2555	**278,000**	

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

1. ชื่อโครงการ 4.3 การผลิตเอทานอลจากกากเมล็ดขนุน (Production of Ethanol from Extracted Jackfruit Seeds)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับความเสียเปรียบด้านพลังงานเนื่องจากมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อการขนส่งในปริมาณสูง และราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลา ส่งผลให้ประเทศไทยต้องเผชิญกับความเสียเปรียบทางด้านเศรษฐกิจ ดังนั้นการพิจารณาหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ เพื่อใช้ทดแทนน้ำมันจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ สำหรับแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญอันหนึ่งคือ พลังงานชีวมวล ซึ่งหมายถึงพลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิต จุดเด่นของพลังงงานชีวมวลคือ สามารถเกิดกลับมาใช้ใหม่ได้อีก และช่วยลดการเกิดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม พลังงานชีวมวลที่สำคัญและสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์มีอยู่ 2 ประเภทหลักคือ เอทานอลและไบโอดีเซล

เอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) เป็นสารอินทรีย์ไม่มีสี ติดไฟง่าย ให้เปลวเพลิงสีน้ำเงินที่ไม่มีควัน ซึ่งเราสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากเอทานอลได้ในหลายรูปแบบ อย่างเช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซลเรียกว่า ดีโซฮอล์ (Desohol) ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ ได้แก่ Ethyl Tertiary Ether (ETBE) เป็นต้น

ในการผลิตเอทานอลเราสามารถที่จะใช้วิธีทางเคมี และวิธีทางชีวภาพได้ ซึ่งในปัจจุบันจะเป็นการผลิตโดยวิธีทางชีวภาพเป็นส่วนมาก สำหรับการผลิตเอทานอลโดยใช้วิธีทางชีวภาพ หรือการผลิตโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลนั้น จะมีวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเอทานอลได้ 3 ชนิด คือ วัตถุดิบประเภทน้ำตาล แป้ง และลิกโนเซลลูโลส

เนื่องจากก่อนหน้านี้ได้มีงานวิจัยการสกัดพรีไบโอติกจากเมล็ดขนุน เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบสูงสุด งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกออกไปแล้ว โดยในเมล็ดขนุนจะประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นประเภทของวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล ดังนั้นจะทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยแป้งให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาล แล้วจึงทำการหมักน้ำตาลที่ได้ให้เปลี่ยนไปเป็นเอทานอล เพื่อให้ได้ผลได้ของเอทานอลที่มีค่าสูง คุ้มค่าแก่การลงทุน

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 ศึกษาวิธีการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกส์ออกแล้ว

3.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกส์ออกแล้วและหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

3.3 ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเอทานอลและทำให้บริสุทธ์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ใช้กากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกส์ออกแล้วเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

4.2 ศึกษาและเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการผลิตเอทานอลโดยการใช้ลูกแป้งข้าวหมากและเชื้อบริสุทธิ์ (เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส เอนไซม์กลูโคอะไมเลส ยีสต์ “Saccharomyces cerevisiae”)

4.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตเอทานอล เช่น ระยะเวลาในการหมัก อัตราส่วนของกากเมล็ดขนุนกับลูกแป้งและเชื้อบริสุทธิ์

4.4 ศึกษาการเพิ่มความบริสุทธิ์ของผลผลิตเอทานอลที่ได้จากการหมักด้วยวิธีการกลั่น

4.5 ออกแบบและสร้างถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Bioreactor) ขนาด 5 ลิตร และเครื่องกลั่นความจุ 5 ลิตรเพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการผลิตเอทานอลเชิงพานิชย์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเผยแพร่ผลงานในรูปบทความนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติได้ โดยหน่วยงานที่สามารถนำผลวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้แก่

<u>ภาครัฐ:</u> กรมพลังทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน มหาวิทยาลัยต่างๆ

<u>ภาคเอกชน:</u> กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกขนุน บริษัทผู้ผลิตขนุนกระป๋อง

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

<u>กิจกรรมที่ 1</u> วิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบกากเมล็ดขนุน เช่น วิเคราะห์ปริมาณแป้งด้วยวิธี AOAC วิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์ด้วยวิธี Modified dinitrosalicylic acid method และน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Modufued phenol sulfuric method และจัดหาวัตถุดิบต่างๆ ที่ต้องใช้ในการวิจัย เช่น เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส เอนไซม์กลูโคอะไมเลส ยีสต์ “Saccharomyces cerevisiae” และลูกแป้งข้าวหมาก และจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

<u>กิจกรรมที่ 2</u> ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกส์และยังไม่ผ่านการสกัดโดยใช้เชื้อยีสต์ในลูกแป้งข้าวหมาก และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแบบกะ โดยการศึกษาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเตรียมวัตถุดิบด้วยการต้มสุก ปัจจัยที่ศึกษาในขั้นตอนนี้คือ ระยะเวลาในการต้มสุกของเมล็ดขนุนที่ 90-95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 – 20 นาที อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำต่อกากเมล็ดขนุน0.5:1 ถึง 2:1 และขั้นตอนที่ 2 ปัจจัยที่ศึกษาคือ ปริมาณโดยน้ำหนักของลูกแป้งข้าวหมากต่อเมล็ดขนุน 0.008:1 – 0.1:1 และระยะเวลาในการหมัก 1 – 10 วัน ที่ 30 องศาเซลเซียส

<u>กิจกรรมที่ 3</u> ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่ผ่านการสกัดพรีไบโอติกส์และยังไม่ผ่านการสกัด และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแบบกะโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ การศึกษาแบ่งเป็น 2 กระบวนการหลัก กระบวนการแรก คือ กระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย

3.1 ขั้นตอนแรก คือ การต้มสุกและการย่อยแป้งให้มีโมเลกุลเล็กลงโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ปัจจัยที่ศึกษาในขั้นตอนนี้คือ ระยะเวลาในการต้มสุกของเมล็ดขนุนที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 – 20 นาที อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยแป้งของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส 80 – 100 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสต่อเมล็ดขนุนแห้ง 0.0005:1 – 0.002:1 และเวลาในการย่อย 1 – 4 ชั่วโมง ที่ pH = 6 – 6.5

3.2 ขั้นตอนที่สอง คือการย่อยแป้งต่อจากขั้นตอนแรกให้กลายเป็นน้ำตาล โดยใช้เอนไซม์กลูโคอะไมเลสในการตัดโมเลกุลแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส ปัจจัยที่ศึกษาในขั้นตอนนี้คือ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยแป้งของเอนไซม์กลูโคอะไมเลส 50 – 70 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเอนไซม์กลูโคอะไมเลสเมล็ดขนุนแห้ง 0.0005:1 – 0.002:1 และเวลาในการย่อย 4 – 8 ชั่วโมง ที่ pH = 4 – 4.5

<u>กิจกรรมที่ 4</u> การศึกษากระบวนการที่สองในการผลิตเอทานอลจากเชื้อบริสุทธิ์ ต่อจากกิจกรรมที่ 3 ในกระบวนการหมักเอทานอล คือการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นเอทานอลโดยใช้ยีสต์ “Saccharomyces cerevisiae” ปัจจัยที่ศึกษาคือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักของยีสต์ต่อปริมาตรของสารละลายร้อยละ 0.1 – 0.5 และระยะเวลาในการหมัก 24 – 120 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง ขณะที่มีการกวนอย่างช้าๆ

<u>กิจกรรมที่ 5</u> เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิต ระหว่างการใช้เชื้อบริสุทธิ์และลูกแป้ง โดยเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะสม และให้ผลคุมค่าทางเศรษฐศาสตร์

<u>กิจกรรมที่ 6</u> นำผลผลิตเอทานอลที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ในกิจกรรมที่ 5 มาศึกษาการเพิ่มความบริสุทธิ์ด้วยการกลั่น และวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตสุดท้าย (ปริมาณเอทานอลที่ได้) ด้วย Gas chromatography (GC)

<u>กิจกรรมที่ 7</u> ออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือสำหรับการผลิตและการทำบริสุทธิ์เอทานอลในระดับโรงงานจำลอง โดยสร้างถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Bioreactor) ขนาด 5 ลิตร และเครื่องกลั่นความจุ 5 ลิตร

<u>กิจกรรมที่ 8</u> ทดลองใช้ชุดเครื่องมือที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติที่จำเป็นต่างๆ ของผลผลิต และทดลองนำผลผลิตเอทานอลที่ได้ไปใช้งาน

<u>กิจกรรมที่ 9</u> ทำการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อเลือกกระบวนการผลิตเอทานอลจากเมล็ดขนุนที่เหมาะสมที่สุด

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12	รวม
1. งบบุคลากร			
ค่าจ้างบัณฑิตศึกษา ป.โท 1 คน (เดือนละ 4,000 บาท/คน)	24,000	24,000	48,000
2. งบดำเนินงาน			
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
2.1.1 ค่าตอบแทน (ค่าล่วงเวลาเดือนละ 4,000 บาท)	24,000	24,000	48,000
2.1.2 ค่าใช้สอย			
1) ค่าจ้างสร้างและติดตั้งชุดทดลองพร้อมเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบต่างๆ	55,000	-	55,000
2) ค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	-	10,000	10,000
3) ค่าทดสอบวิเคราะห์และค่าใช้ห้องปฏิบัติการ	10,000	3,000	13,000
2.1.3 ค่าวัสดุ			
1) วัสดุอุปกรณ์ เช่น กระดาษกรอง GC Supplies	12,000	-	12,000
2) วัสดุเครื่องแก้ว เช่น ชุดขวดหมัก	10,000	-	10,000
3) วัสดุสารเคมี เช่น ลูกแป้ง เชื้อบริสุทธิ์ เอนไซม์ ก๊าซชนิดต่างๆ	22,000	-	22,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**157,000**	**61,000**	**218,000**

***หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

1. ชื่อโครงการ 5. การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนเครื่องดีแคนเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (Biogas Production from Decanter Cake of Palm Oil Mill Industry with Block Rubber Wastewater by Anaerobic Digestion)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กากตะกอนจากดีแคนเตอร์ เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก โดยทั่วไปกากตะกอนจากดีแคนเตอร์จะคิดเป็นร้อยละ 4 ของวัตถุดิบ (พูนสุข, 2542) ส่วนใหญ่ทางโรงงานนำไปกำจัดโดย ซึ่งวิธีการนี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่ม หรือนำไปเป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงสัตว์และทำปุ๋ยหมัก กากตะกอนจากดีแคนเตอร์เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ และมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ แต่เนื่องจากกากตะกอนจากดีแคนเตอร์มีปริมาณไนโตรเจนในปริมาณน้อย จึงไม่เหมาะแก่การนำมาผลิตก๊าซชีวภาพอย่างเดียว ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำตะกอนจากดีแคนเตอร์มาหมักร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนสูง เพื่อทำการเพิ่มศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ ได้ก๊าซมีเทนเป็นผลิตผลจากกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน ซึ่งเป็นพลังงานทดแทน และเป็นแนวทางในการจัดการวัสดุเหลือใช้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นการนำน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งมาใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

อีกทั้งปัจจุบันรัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ทั้งในภาคใต้และภาคตะวันออก เพื่อสกัดน้ำมันปาล์มเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพง ซึ่งจะทำให้มีผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มมากขึ้น โดยปกติการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งใช้ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Pond System) ซึ่งน้ำเสียไม่ได้มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ สมมุติฐานที่ว่าหากสามารถนำกากตะกอนจากดีแคนเตอร์มาทำการหมักแบบไร้อากาศร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งได้ จะเป็นการผลิตก๊าซชีวภาพ และได้นำไปผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการวัสดุเหลือใช้และน้ำเสียอย่างเกิดประโยชน์และมีความคุ้มค่าอีกด้วย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทน (Biochemical Methane Potential, BMP) โดยใช้กากตะกอนจากเครื่องดีแคนเตอร์ร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

3.2 เพื่อศึกษาระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้กากตะกอนจากเครื่องดีแคนเตอร์ร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งในการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนด้วยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

3.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของระยะเวลาการกวนผสมต่อระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจนด้วยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

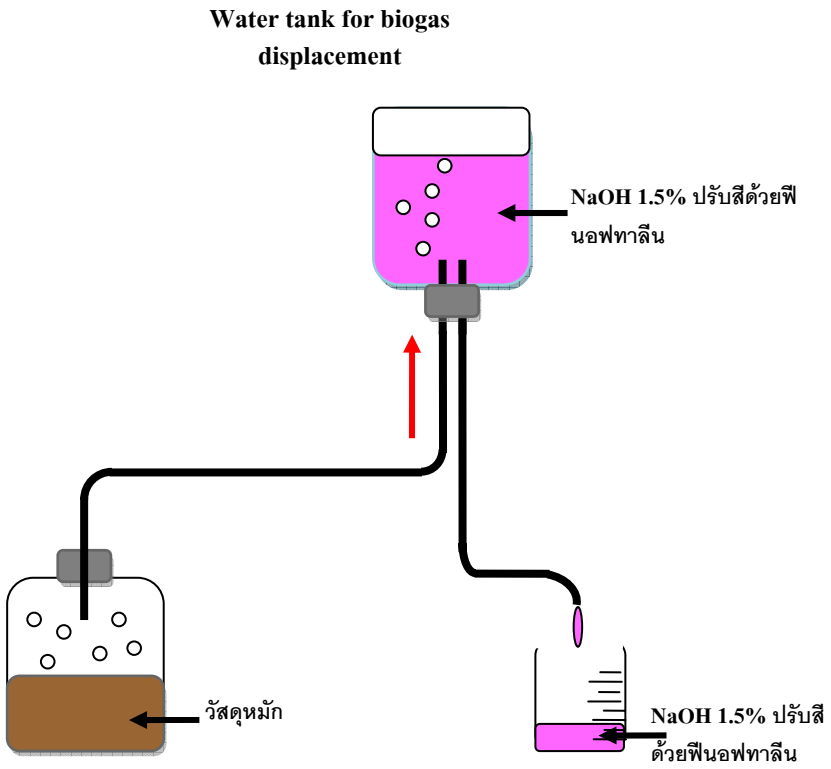
3.4 เพื่อศึกษาผลกระทบของการนำตะกอนที่หมักแล้วกลับมาใช้ใหม่ในถังหมัก เพื่อเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพและปริมาณก๊าซมีเทน ต่อระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจนด้วยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

3.5 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการเกิดก๊าซชีวภาพจากการใช้กากตะกอนจากเครื่องดีแคนเตอร์ร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่ง

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

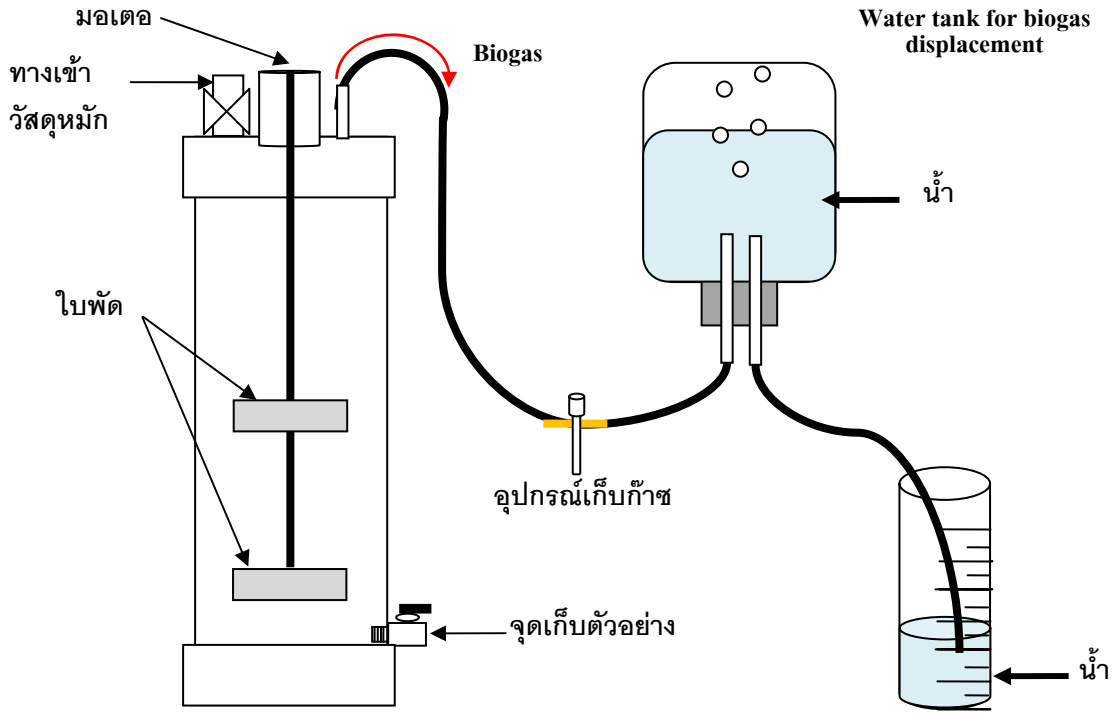
4.1 สำรวจข้อมูลเบื้องต้น โดยมีวัสดุที่ใช้ในการศึกษา คือ กากตะกอนจากดีแคนเตอร์และน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่ง ส่วนเชื้อตั้งต้นที่ใช้ในการทดลองคือ มูลวัว

4.2 นำวัสดุที่ใช้หมักทั้ง 2 ชนิด มาทำการทดลองหาศักยภาพในการผลิตมีเทน (Biochemical Methane Potential, BMP) เพื่อหาอัตราส่วนกากตะกอนจากเครื่อง Decanter ต่อน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งที่มีศักยภาพที่ดีที่สุดในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยจะดำเนินการสร้างชุดการทดลองทั้งสิ้น 12 ชุด ในการหาอัตราส่วนทำการทดลองโดยเดินระบบแบบ Batch ดังแสดงในรูปที่ 1 ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกระบายออกจากถังปฏิกิริยามาแทนที่น้ำที่อยู่ในขวดเป็นการวัดปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการหมักโดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ โดยอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นวัดโดยบรรจุสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1.5% ปรับสีด้วยฟีนอฟทาลีน เพื่อสังเกตประสิทธิภาพของสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เริ่มลดลง สีของฟีนอฟทาลีนก็จะจางลง



รูปที่ 1 ระบบหมักก๊าซชีวภาพแบบกะ (Batch)

4.3 เลือกอัตราส่วนของวัสดุที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาใช้ดำเนินการทดลองหาระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมในแบบจำลองระดับ Lab-Scale ด้วยถังปฏิกิริยาแบบ CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor) ดังรูปที่ 2 ขนาด 20 ลิตร (ปริมาตรใช้งาน 15 ลิตร) เป็นถังหมักแบบอัตราสูงที่มีการกวนผสมอย่างทั่วถึงภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) มีการเดินระบบแบบต่อเนื่อง มีหลอดแก้วรูปตัวยู (U-tube glass) เพื่อใช้เป็นจุดเก็บก๊าซแล้วนำไปทดสอบหาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกระบายออกจากถังปฏิกิริยามาแทนที่น้ำเพื่อหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ซึ่งจะดำเนินการสร้างถังปฏิกิริยาแบบ CSTR ทั้งสิ้น 3 ชุด



รูปที่ 2 ระบบหมักก๊าซชีวภาพแบบต่อเนื่อง

4.4 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องและค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.8-7.2

4.5 ศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการเกิดก๊าซชีวภาพจากการใช้กากตะกอนจากดีแคนเตอร์ และน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่ง

4.6 ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม รวมทั้งนำผลงานวิจัยที่ได้เผยแพร่ในรูปบทความวิชาการระดับชาติและนานาชาติต่อไป

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

แนวทางการวิจัยสำหรับโครงการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือ

6.1 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากตะกอนจากดีแคนเตอร์ น้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่ง และมูลวัว ทำการเก็บตัวอย่างจากโรงงานต่างๆ

6.2 การทดลองชุดที่ 1 เพื่อศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทน (BMP) ของกากตะกอนจากดีแคนเตอร์ น้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่ง และมูลวัว

6.3 การทดลองชุดที่ 2 เพื่อหาระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพของกากตะกอนจากเครื่องดีแคนเตอร์ร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งโดยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

6.4 การทดลองชุดที่ 3 เพื่อศึกษาผลกระทบของระยะเวลาการกวนผสมต่อระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจนด้วยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

6.5 การทดลองชุดที่ 4 เพื่อศึกษาผลกระทบของการนำตะกอนที่หมักแล้วกลับมาใช้ใหม่ เพื่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซชีวภาพและปริมาณก๊าซมีเทนของระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจนด้วยการเดินระบบแบบต่อเนื่อง

6.6 การวิเคราะห์และสรุปผลโครงการ

งานวิจัยนี้ในส่วนของการทดสอบจะทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการทางเคมีและชีววิทยาของภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับการวิเคราะห์ในบางตัวแปรส่งไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และส่งไปวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี เดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2556

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

1. งบบุคลากร	
1.1) ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย (นักศึกษาปริญญาโท) (อัตราค่าจ้าง - ปีที่ 1 = 5,000 บาท/เดือน – ปีที่ 2 = 7,940 บาท/เดือน)	60,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าตอบแทน ผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ	10,000
2.1.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะ ค่าเช่าที่พัก	10,000
2) ค่าจ้างจัดทำชุดทดลองศักยภาพการการผลิตก๊าซชีวภาพ	10,000
3) ค่าจ้างสร้างชุดทดลองการหมักแบบต่อเนื่อง	35,000
4) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	5,000
5) ค่าวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ส่งศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์	20,000
6) ค่าทำรายงาน	2,000
7) ค่าใช้สอยอื่นๆ	5,000
8) ค่านำเสนอบทความทางวิชาการ ค่าเข้าร่วมประชุมวิชาการ	10,000
2.1.3 ค่าวัสดุ เช่น	
1) เครื่องแก้ว ขวดแก้ว ถุงสำหรับเก็บก๊าซ ที่ใช้ในการทดลอง	15,000
2) สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เช่น NaOH, HgO, $NaHCO_3$, $HgSO_4$, Ag_2SO_4, $Na_2S_2O_3.5H_2O$, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$, Potassium Sulphate, Sodium Tetraborate, Ethanol, KH_2PO_4, K_2HPO_4, Na_2HPO_4, Magnesium Sulphate, Potassium Iodate, Sulfuric Acid 98%, Calcium Chloride, Ferric Chloride, Manganese Sulphate, Sodium Hydroxide, Potassium Hydroxide, Sodium Iodide, Sodium azide, Sodium thiosulphate, Starch soluble เป็นต้น ซึ่งสารเคมีจะใช้ในการวิเคราะห์ COD, Ammonia, VFA และสภาพด่างทั้งหมด	30,000
3) วัสดุสำนักงาน	5,000
4) วัสดุหนังสือ วารสารและตำรา	5,000
5) วัสดุคอมพิวเตอร์	30,000
6) ค่าวัสดุอื่นๆ	5,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค	3,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**260,000**

1. ชื่อโครงการ 6. พฤติกรรมภายใต้การดัดและการเฉือนของคานไม้ยางพาราประกอบเสริมกำลังด้วยวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใย (Flexural and Shear Behavior of Fiber Reinforced Polymer Reinforced Para Wood Glued Laminated Beams)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันความต้องการบริโภคไม้สำหรับอุตสาหกรรมในด้านต่างๆของประเทศไทยมีปริมาณที่สูงมากในปี พ.ศ. 2548 พบว่าการนำเข้าไม้ท่อนเพื่อแปรรูปในอุตสาหกรรมด้านต่างๆมีมูลค่าถึง 24,412 ล้านบาท [1] ซึ่งแนวโน้มการบริโภคไม้ในด้านต่างๆจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 23.6 ล้านลูกบาศก์เมตรในปี พ.ศ. 2560 [1] ในภาคส่วนของอุตสาหกรรมก่อสร้างพบว่าการบริโภคไม้มีการขยายตัวขึ้นตามปริมาณการนำเข้าไม้เพื่อการแปรรูปถึงร้อยละ 80 จากข้อมูลการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าผลิตภัณฑ์จำพวก ไม้ท่อน ไม้แปรรูปและไม้แผ่นบาง มีปริมาณการนำเข้าที่สูงกว่าปริมาณการส่งออก ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมก่อสร้างการขาดแคลนไม้เนื้อแข็งจากไม้เบญจพรรณ ยังผลให้การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างเดิมที่ใช้ไม้เป็นโครงสร้างหลักหยุดชงักลง รวมทั้งเทคโนโลยีในด้านการก่อสร้างและออกแบบโครงสร้างไม้ของประเทศไทยต้องขาดแคลนและล้าหลัง

ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างได้มีการประยุกต์ใช้ไม้เนื้อแข็งประเภทต่างๆในการผลิตไม้ประกอบลามิเนต (Glue Laminated Lumber) เพื่อใช้เป็นองค์อาคารในการรับน้ำหนักของโครงต่างๆ เช่น ในโครงสร้างที่ต้องรับแรงกระทำสูงๆ มีการนำไปใช้เป็น คานหลักและรองของโครงสร้าง รวมทั้งใช้เป็นเสาโครงสร้าง นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานเช่น ในสะพานช่วงสั้นซึ่งถูกใช้งานในส่วนของโครงสร้างส่วนบน (Superstructure) เกือบทั้งหมดเช่น พื้นสะพาน (Bridge Deck) คานรอง (Secondary Beam) และ ราวกันกระแทก (Guardrail) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามในการประยุกต์ใช้งานไม้ประกอบลามิเนตในประเทศไทยยังมีข้อจำกัดและอุปสรรคอย่างมาก ตั้งแต่การขาดแคลนไม้เนื้อแข็ง การขาดแคลนองค์ความรู้ ความเข้าใจในด้านพฤติกรรมทางด้านกำลังและคุณสมบัติอื่นๆ เพื่อให้สามารถในไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นแนวคิดในการประยุกต์ใช้งานไม้ประกอบลามิเนต ในประเทศไทยจำต้องวางอยู่บนพื้นฐานในการนำไม้ที่สามารถหาได้ง่ายมีปริมาณมากและมีคุณสมบัติทางเชิงกลที่ดีพอใช้มาทำการปรับปรุงและศึกษารูปแบบและพฤติกรรมสำหรับงานทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง ทำให้มีแนวคิดในการนำไม้ชนิดอื่นๆ มาทำการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลเพื่อให้สามารถใช้ทดแทนชิ้นส่วนต่างๆในโครงสร้างจากการใช้ไม้เนื้อแข็งดั้งเดิม

สืบเนื่องมาจากไม้ยางพารามีคุณสมบัติเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลาง มีปริมาณมากในประเทศเจริญเติบโตเร็วและเนื้อไม้มีความสวยงาม ทำให้อุตสาหกรรมแปรรูปไม้จากไม้ยางพาราเป็นที่นิยมและมีการเติบโตสูงเป็นที่ต้องการของตลาด รวมไปถึงความต้องการในการพัฒนารูปแบบและผลิตภัณฑ์ใหม่จากไม้ยางพารา แนวความคิดดังกล่าวจึงเป็นที่มาของโครงการพัฒนาและศึกษาการใช้ไม้

ยางพาราเพื่อผลิตไม้ประกอบลามิเนตโดยเสริมกำลังของไม้ยางพาราด้วยวัสดุโพลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใย (Fiber Reinforced Polymer) ซึ่งการนำวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใยมาใช้จะเป็นการช่วยเพิ่มความแข็งแรงของไม้ยางพาราทำให้ไม้ประกอบลามิเนตจากไม้ยางพาราสามารถใช้แทนที่ไม้เนื้อแข็งและไม้ประกอบลามิเนต

อย่างไรก็ตามการศึกษารูปแบบการเสริมกำลังและพฤติกรรมทางเชิงกลของไม้ประกอบลามิเนตจากไม้ยางพาราที่ใช้ในงานทางวิศวกรรมโครงสร้างในประเทศไทยยังมีน้อยมากจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำการศึกษาวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะนำมาซึ่งการเพิ่มแนวทางประยุกต์ใช้งานทางวิศวกรรมตลอดจนช่วยลดการพึ่งพาเทคโนโลยีของต่างประเทศและเป็นการช่วยสนับสนุนอุตสาหกรรมไม้ให้มีนวัตกรรมใหม่ๆที่สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้

3.วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในพัฒนาและศึกษาพฤติกรรมตลอดจนคุณสมบัติเชิงกลของไม้ยางพาราประกอบเสริมกำลังวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใย ซึ่งเส้นใยแก้วถูกนำมาใช้เนื่องจากมีราคาต่ำและผลิตในลักษณะอุตสาหกรรมจำนวนมากแต่มีความแข็งแรงสูง ดังนั้นเพื่อให้สามารถพัฒนาไม้ยางพาราประกอบลามิเนตเสริมกำลังกำลังด้วยเส้นใยนี้สามารถใช้งานในเชิงพาณิชย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการก่อสร้างจึงมีวัตถุประสงค์ในโครงการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 เพื่อแสดงขั้นตอนและขบวนการผลิตซึ่งสามารถทำได้ในโรงงานผลิตเครื่องเรือนจากไม้ยางพาราโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขบวนการใดที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน

3.2 การศึกษารูปแบบการประกอบชิ้นส่วนไม้และการเสริมกำลังของไม้ประกอบลามิเนต

3.3 การศึกษาความแข็งแรงและกำลังของคานไม้ประกอบลามิเนตซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อมีการเสริมกำลังด้วยวัสดุโพลิเมอร์เสริมเส้นใยถึงแม้จะเป็นการเสริมในปริมาณที่น้อย

3.4 การศึกษาพฤติกรรมการดัดและการเฉือน ขอบเขตการใช้งานภายใต้สภาวะน้ำหนักบรรทุกใช้งานสถิต

4.ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองภายใต้การดัดและการเฉือนของคานไม้ยางประกอบลามิเนตเสริมกำลังด้วยวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใยซึ่งขนาดของคานตัวอย่างจะมีหน้าตัดโดยประมาณความกว้าง 7.5เซนติเมตร ความสูง 16 เซนติเมตรและมีความยาวประมาณ 300 เซนติเมตร สำหรับวัสดุพอลิเมอร์เสริมกำลังด้วยเส้นใยใช้เส้นใยแก้วที่ใช้เป็นประเภทถักทอ (Glass Fabric 0°/90°) ร่วมกับพอลิเอสเตอร์ โดยทำการพิจารณาความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดสอบและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดจากงานวิจัยนี้ทำให้ได้คานไม้ประกอบต้นแบบซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรมรวมทั้งนำผลงานวิจัยที่ได้เผยแพร่ในรูปบทความวิชาการระดับชาติต่อไป

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

แนวทางการวิจัยสำหรับโครงการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือ

14.1 การศึกษารูปแบบและรวบรวมข้อมูล

14.2 การสร้างคานไม้ยางพาราประกอบลามิเนตต้นแบบ

14.3 การทดสอบคานตัวอย่างเพื่อศึกษาพฤติกรรมและคุณสมบัติเชิงกล

14.4 การวิเคราะห์และสรุปผลโครงการ

งานวิจัยนี้ในส่วนของการทดสอบจะทำการทดสอบ ณ. ห้องปฏิบัติการทางโครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2556

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	**จำนวนเงิน**	
	1-6 เดือน	**7-12 เดือน**
1. งบบุคลากร 1.1) ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย	30,000	36,000
2. งบดำเนินงาน **2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ**		
2.1.1 ค่าตอบแทน		
- ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานให้ราชการ ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ ฯลฯ	2,500	2,500
2.2.2 ค่าใช้สอย		
1) * ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะ ค่าซ่อมแซมยานพาหนะและขนส่ง	5,000	7,500
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	2,000	-
3) ค่าจ้างเหมาบริการจัดเตรียม ประกอบ ชิ้นส่วน	5,000	15,000
4) ค่าจ้างสร้างอุปกรณ์โครงทดสอบ	30,000	-

รายการ	จำนวนเงิน	
	1-6 เดือน	**7-12 เดือน**
2.1.3 ค่าวัสดุ		
1) ไม้ยางพารา	10,000	-
2) วัสดุพอลิเมอร์และสารเคมี	10,000	-
3) เส้นใยแก้วถักทอ (120 กิโลกรัม)	10,000	-
4) เกจวัดการยืดหด (ราคาตัวละ 150 บาท 200 ตัว)	10,000	20,000
5) Dial gauge (5 ตัว ราคาตัวละ 3800 บาท)	19,000	-
6) กาวติดเกจ สายไฟ อุปกรณ์บัดกรี	5,000	-
7) วัสดุคอมพิวเตอร์	25,000	-
2.2 ค่าสาธารณูปโภค	750	750
รวม	**164,250**	**81,750**
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**246,000**	

หมายเหตุ ขอถั่วเฉลี่ยทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 7. การเชื่อมในสถานะกึ่งของแข็งของอะลูมิเนียมผสมซึ่งได้จากการหล่อกึ่ง ของแข็ง (Semi-Solid State Joining of SSM Aluminum Alloys)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในยุคปัจจุบันนี้ ความต้องการชิ้นส่วนอะลูมิเนียมผสมที่หล่อด้วยกระบวนการไดคาสติ้ง (Die Casting) ในอุตสาหกรรมรถยนต์และผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีสูงมาก อย่างเช่น ระบบรองรับน้ำหนัก (Suspension) ระบบขับเคลื่อน (Driveline) และชิ้นส่วนเครื่องจักร (Engine Parts) เป็นต้น (Santella และคณะ, 2005) รวมถึงอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องบินและอากาศยาน อุตสาหกรรมสร้างเครื่องจักรและอิเลคทรอนิกส์ ทั้งนี้เพื่อช่วยลดน้ำหนักและการใช้พลังงาน ดังนั้นจึงมีการแข่งขันกันทางด้านเทคโนโลยีในการหล่ออะลูมิเนียมไดคาสติ้ง (Die Casting) กันอย่างกว้างขวาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการผลิตเทคโนโลยีใหม่ล่าสุดที่มีศักยภาพในการหล่อได้ Die Casting คือกรรมวิธีการหล่อ Rheocasting ซึ่งเป็นการหล่อโลหะกึ่งของแข็ง (Semi-Solid Metal หรือ SSM) ปัจจุบันนี้มีการวิจัยเทคโนโลยีการหล่อ SSM กันเฉพาะในประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ ประเทศไทยได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี SSM เพื่อประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมในประเทศประมาณ 1-2 ปีที่ผ่านมา โดยการหล่อ Rheocasting แบบใหม่คือ GISS (Gas Induced Semi Solid) จะเป็นแบบปล่อยแก๊สเฉื่อยผ่านแท่งกราไฟต์พรุนเพื่อให้เกิดการไหลเคลื่อนของน้ำโลหะในขณะที่โลหะแข็งตัว เพื่อให้ได้เกรนแบบก้อนกลม (Spheroidal Grain) หลังจากนั้นก็ขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อในขณะที่โลหะมีการแข็งตัวบางส่วน (ประภาศ, 2552)

อย่างไรก็ตามในการนำไปใช้งานของชิ้นส่วนอะลูมิเนียมผสมที่ได้จากกรรมวิธีการหล่อโลหะกึ่งของแข็ง (Semi-Solid Metal หรือ SSM) ได้อย่างเต็มที่ก็จะเกี่ยวข้องกับกรรมวิธีต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูป (Materials Forming) และการซ่อม (Repair) อะลูมิเนียมผสมหล่อ ซึ่งก็จะมีการเชื่อม (Joining) เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งการเชื่อมระหว่างอะลูมิเนียมผสมหล่อ (Similar Joint) และการเชื่อมระหว่างอะลูมิเนียมผสมหล่อกับโลหะชนิดอื่น (Dissimilar Joint) ในโครงสร้างหรือชิ้นส่วนประกอบต่างๆ

ในกรณีทั่วไปในการเชื่อมอะลูมิเนียมผสมซึ่งหล่อด้วยกระบวนการไดคาสติ้งธรรมดา (Conventional Aluminum Die Casting) ที่ไม่ใช่อะลูมิเนียมผสมซึ่งหล่อกึ่งของแข็ง จะเชื่อมด้วยกรรมวิธีการเชื่อมอาร์คหรือการเชื่อมโดยการหลอมละลาย (Arc Welding or Fusion Welding) ซึ่งก่อให้เกิดสิ่งบกพร่องในบริเวณเนื้อเชื่อมหลังจากการเชื่อมเช่น รูพรุน (Porosities)

สำหรับอะลูมิเนียมผสมที่ได้จากกรรมวิธีการหล่อโลหะกึ่งของแข็ง ปัญหาใหญ่ปัญหาหนึ่งในการเชื่อม SSM โดยการเชื่อมหลอมละลาย ก็คือการรักษาสมบัติทางกลของบริเวณแนวเชื่อม (Mechanical Properties of Joint) ให้ใกล้เคียงกับเนื้อเดิมมากที่สุด เพราะว่าการเชื่อมโดยการหลอมละลาย นอกจากการเกิดรูพรุนแล้ว ยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางโลหะวิทยา (Metallurgical Changes) ซึ่งจะส่งผลทำให้แนวเชื่อม (Welded Region) รวมถึงบริเวณข้างแนวเชื่อม

(Heat Affected Zone, HAZ) มีการเปลี่ยนแปลงและท้ายสุดอาจจะทำให้ชิ้นส่วนนั้นๆเสียหายหรือใช้งานประสิทธิภาพต่ำ

การเชื่อมเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding) เป็นการเชื่อมโลหะในสถานะของแข็ง (Solid State Welding) ซึ่งจะมีความเหมาะสมมากสำหรับการเชื่อมโลหะที่ไม่ต้องการให้เกิดการหลอมเหลวขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางจุลภาคจากการเย็นตัวจากสภาวะของเหลวไปสู่สภาวะของแข็งได้ ซึ่งจะตรงกับหลักการของการผลิตอะลูมิเนียมผสมหล่อแบบกึ่งของแข็ง

อย่างไรก็ตามการเชื่อมอะลูมิเนียมผสมหล่อแบบกึ่งของแข็งในสถานะกึ่งของแข็ง (Semi-Solid State Joining) ยังเป็นเทคโนโลยีใหม่มาก ซึ่งการเชื่อมในสถานะกึ่งของแข็งสำหรับอะลูมิเนียมผสมหล่อแบบกึ่งของแข็งน่าจะมีความเหมาะสมกว่าการเชื่อมในสถานะของแข็ง (Solid State Welding) จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้ โดยจะศึกษาการเชื่อมในสถานะกึ่งของแข็งของอะลูมิเนียมผสมซึ่งได้จากการหล่อกึ่งของแข็ง ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางโลหะวิทยา (โครงสร้างทางมหภาคและจุลภาค) และสมบัติทางกลโดยเฉพาะของเนื้อเชื่อม (Weld Metal) และบริเวณที่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากความร้อนทางกล (Thermo-Mechanical Affected Zone, TMAZ) โดยกระบวนการเชื่อมเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding Process, FSW) เพื่อความเหมาะสมทางด้านโครงสร้างทางมหภาคและจุลภาคและสมบัติทางกล เพื่อนำผลมาปรับปรุงเลือกใช้กรรมวิธีการเชื่อมที่เหมาะสมทั้งในแง่งานวิจัยและอุตสาหกรรมต่อไป

โดยในงานวิจัยชิ้นนี้สร้างเครื่องมือการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State) ด้วยเครื่องมือทำความร้อนเฉพาะจุด (Spot Heater Equipment) ที่อุณหภูมิสถานะโลหะเป็นกึ่งของแข็ง

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อวิจัยหาเทคโนโลยีการเชื่อมสมัยใหม่ที่เหมาะสมกับการเชื่อมโลหะผสมซึ่งหล่อโดยเทคโนโลยีการหล่อกึ่งของแข็ง

3.2 เพื่อสร้างเครื่องมือให้ความร้อนในสภาพการเชื่อมเสียดทานแบบกวนกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State)

3.3 เพื่อประเมินผลกระทบการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็งตามตัวแปรที่กำหนด

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตของโครงการนี้จะทำการทดลองเชื่อมโลหะผสมแบบกึ่งของแข็ง SSM อะลูมิเนียมผสม ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพอุณหภูมิกึ่งของแข็งกับเครื่องเชื่อมเสียดทานแบบกวนแนวตั้ง (Vertical Friction Stir Welding Machine) ชนิดฐานรองชิ้นงานเคลื่อนที่โดยมีตัวแปรคงที่ คือ ความเร็วในการหมุนของ Tool (1750 rpm) อัตราเร็วในการเดินแนว

เชื่อม (Welding Speed 160 mm/min) และหัวเชื่อมในส่วนของพินเป็นรูปทรงกระบอก (Cylindrical Pin) ส่วนตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง คืออุณหภูมิการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็งที่อุณหภูมิ 560 ^{o}C, 580 ^{o}C and 600 ^{o}C (Friction Stir Welding in Semi-Solid State at 560 ^{o}C, 580 ^{o}C and 600 ^{o}C) โดยมีมุมเอียงของ Tool (Pin) อยู่ที่ 3 องศากับแนวดิ่ง ในแต่ละกรณีทำการเชื่อม 3 ตัวอย่าง สุดท้ายศึกษาคุณสมบัติเชิงโลหะวิทยาในระดับมหภาคและจุลภาค และคุณสมบัติเชิงกลของรอยเชื่อม และบริเวณที่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากการเชื่อม

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้เครื่องมือการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State)

5.2 ทราบถึงความเป็นไปได้และค่าตัวแปรการเชื่อม สำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียมผสม A356 ซึ่งหล่อแบบกึ่งของแข็งด้วยกรรมวิธีการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง

5.3 ทราบผลประเมินการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็งต่อคุณสมบัติเชิงโลหะวิทยาในระดับมหภาค (Metallurgical Properties in Macrostructure) และคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) ของการเชื่อมอะลูมิเนียมผสม A356

5.4 เพื่อประโยชน์สามารถนำผลจากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกับงานวิจัยและอุตสาหกรรมสำหรับโลหะประเภทนี้ต่อไป

5.5 องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปถ่ายทอดเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยและอุตสาหกรรมต่อไป

5.6 ผลงานวิจัยนำไปเผยแพร่ในระดับชาติและนานาชาติ 2 เรื่อง

5.7 พัฒนาและผลิตนักศึกษาและบัณฑิตในระดับ ป. เอก และ ป.โท

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิจัยและการออกแบบการทดลอง (Equipment Preparation and Design of Experiment)

6.1.1 จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมเสียดทานแบบกวน (FSW: Friction Stir Welding) โดยใช้เครื่องกัดแนวตั้งมาปรับปรุงเป็นเครื่องเชื่อมเสียดทานแบบกวนแนวตั้ง (Vertical Milling Machine) ชนิดฐานรองชิ้นงานเคลื่อนที่โดยมีชิ้นงานยึดติดกับฐานรองชิ้นงานและรวมไปถึงจัดทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน นอกจากนี้จะจัดทำเครื่องทำความร้อน (Spot Heater) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมและทำการทดสอบเครื่องมือ

6.1.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเชื่อมอะลูมิเนียมผสม SSM A356 เช่น ช่วงอุณหภูมิการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State) ความเร็วในการหมุนของ Tool (Rotation of Tool) อัตราเร็วในการเดินแนวเชื่อม (Welding Speed) เพื่อออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

6.2 ทำการทดลองการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็งด้วยตัวแปรต่างๆ (Operate Friction Stir Welding in Semi-Solid State) ทำการทดลองปฏิบัติการเชื่อมชิ้นงานทดสอบที่ได้จากกระบวนการหล่อกึ่งของแข็ง (Semi-Solid Metal Processing) A356 หรืออะลูมิเนียมผสม (Al, 7%Si, 0.35%Mg) ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง และใช้ Tool ที่มีหัวพินเป็นรูปทรงกระบอก (Cylindrical Pin) กับค่าตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ช่วงอุณหภูมิการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State) ความเร็วในการหมุนของ Tool (Rotation of Tool) อัตราเร็วในการเดินแนวเชื่อม (Welding Speed) ตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้

6.3 ศึกษาคุณสมบัติเชิงโลหะวิทยา (Metallurgical Properties Investigation)หลังจากทำการเชื่อมในแต่ละตัวแปรแล้ว จะนำชิ้นงานมาทำการศึกษาคุณสมบัติเชิงโลหะวิทยาเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของแนวเชื่อมและโครงสร้างในระดับมหภาค (Macrostructure) และจุลภาค (Microstructure) และเปรียบเทียบข้อแตกต่างทางโครงสร้างในแต่ละตัวแปรของการเชื่อมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (OM: Optical Microscope) รวมถึงใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดซึ่งมีการวิเคราะห์การแพร่กระจายพลังงานรังสีเอ็กซ์ด้วย (SEM: Scanning Electron Microscope, with EDX: Energy Dispersive X-ray analysis) บริเวณที่ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง

6.3.1วิเคราะห์โครงสร้างทางมหภาคและจุลภาคบริเวณที่รับผลกระทบจากความร้อนทาง (TMAZ)

6.3.2 วิเคราะห์โครงสร้างทางมหภาคและจุลภาคบริเวณที่ถูกกวน (SZ)

6.4 ศึกษาคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical Properties Investigation)

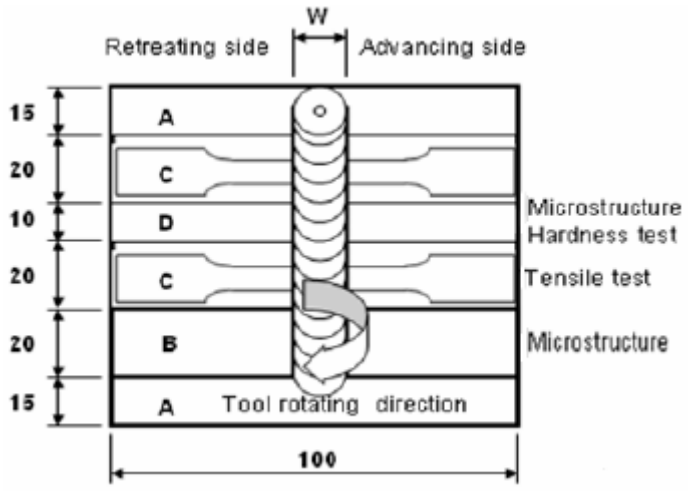
6.4.1 การทดสอบหาค่าความแข็ง (Hardness Test) บริเวณที่จะทำการวิเคราะห์ค่าความแข็ง

6.4.1.1 วิเคราะห์หาค่าความแข็งบริเวณเนื้อโลหะเดิม (BM)

6.4.1.2 วิเคราะห์หาค่าความแข็งบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนทางกล (TMAZ)

6.4.1.3 วิเคราะห์หาค่าความแข็งบริเวณที่ถูกกวน (SZ)

6.4.2 การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ของชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมของแต่ละตัวแปรการเชื่อมโดยการตัดตัวอย่างตามแนวขวางกับรอยเชื่อมดังรูปที่ 8

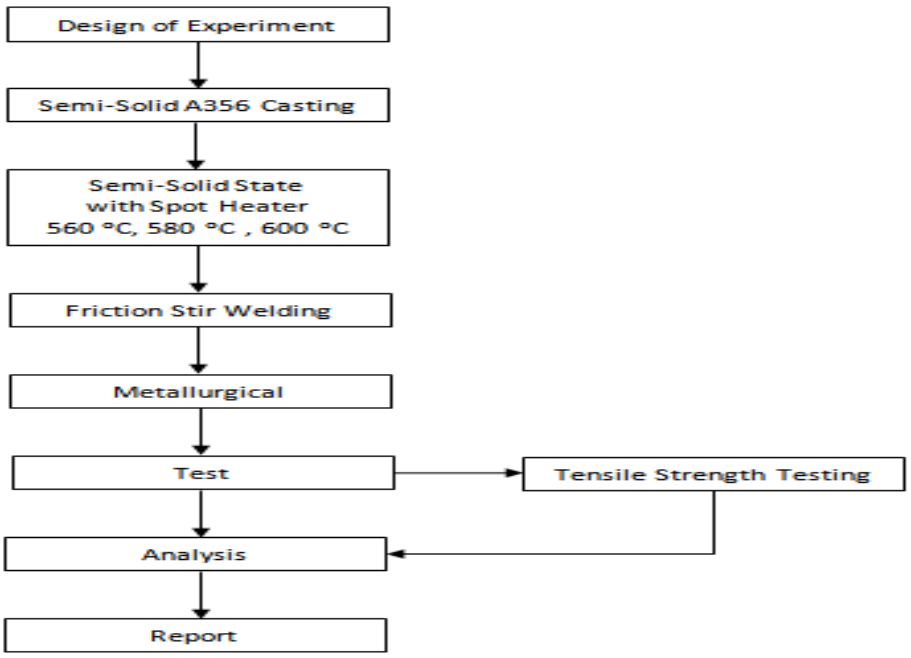


รูปที่ 8 ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมแล้วจะตัดตามแนวขวางกับรอยเชื่อม (ที่มา: อับดุลบินระหีมและคณะ, 2551)

6.5 วิเคราะห์และสรุปผล (Analyse and Conclude)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผล เช่น ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการทดลองของแต่ละตัวแปรของการเชื่อมเสียดทานแบบกวนในสภาพกึ่งของแข็ง (Friction Stir Welding in Semi-Solid State) ที่ส่งผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม เช่น โครงสร้างมหภาค โครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกล

สรุปขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้



รูปที่ 9 Flow Chart of Procedure

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี (ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2556)

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

1. งบบุคลากร	
- ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย1 คน อัตรา (7,960 บาท/เดือน เวลา 24 เดือน)	95,520
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าซ่อมบำรุงเครื่องเชื่อมเสียดทานแบบกวน	10,000
2.2 ค่าใช้สอย	
- ค่าจ้างหล่อCast Aluminum SSM A 356	10,000
- ค่าจ้างจัดทำ Friction Stir tool	10,000
- ค่าจ้างวิเคราะห์ต่างๆ เช่น OM และTensile	10,000
- ค่าจ้างเตรียมชิ้นงานเพื่อเชื่อมและทดสอบสมบัติทางกล	10,000
- ค่าเดินทางสืบค้นข้อมูล อบรม ติดต่องาน นำเสนอผลงาน ของหัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย	7,000
- ค่าจ้างทำ Jig งานเชื่อมเสียดทานแบบกวน	10,000
- ค่าจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ค่าสาธารณูปโภค ค่าส่งจดหมาย และค่าธรรมเนียมธนาคารต่างๆ	5,000
- ค่าวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาค SEM,TEM	5,000
2.3 ค่าวัสดุ	
- Aluminum alloy A 356 billet	10,000
- ค่าวัสดุสิ้นเปลืองในการวิเคราะห์ทางโลหะวิทยา	5,000
- ปะเก็นกันความร้อนและค่าอุปกรณ์เชื่อมโครงสร้าง	25,000
- ค่าเครื่องเป่าลม(Blower)	40,000
- ค่า spot heater และชุดวัดความร้อน	100,000
- Multi controller	35,000
- ค่าเหล็กกล้าเพื่อทำโครงสร้างและเหล็กเครื่องมือ	55,000
-Air Regulator	-
-Air Filter	-
-อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์วัดแรงดัน	37,480
-อุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ป้องกัน	20,000
รวมงบประมาณ	**500,000**

หมายเหตุ * ขอถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการ 8. การพัฒนาวัสดุผสมพอลิเมอร์รีไซเคิล-ขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมันเป็นหมอนรองรางรถไฟ (Development of oil palm/rubber wood sawdust-recycled polymer composites as railroad ties)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

วัสดุผสมพลาสติกและไม้ (Wood-plastic composites: WPCs) เป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่กำลังเติบโตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่ง WPCs สามารถผลิตได้โดยการนำผงไม้ผสมกับพลาสติกและสารเติมแต่งหรือน้ำยาเพิ่มการยึดเกาะและทำการขึ้นรูป ในการขึ้นรูป WPCs สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การอัดรีด การอัด และการฉีด (Adhikary, 2008) WPCs มีการผลิตในเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรกโดยบริษัท Rolls-Royce ซึ่งทำการผลิตคันโยกเกียร์ในปี 1916 ต่อมาในปี 1970s WPCs มีการเกิดขึ้นใหม่อีกครั้งในรูปแบบที่ทันสมัยขึ้นในประเทศอิตาลี จากนั้นในประเทศสหรัฐอเมริกาปี 1983 American Woodstock ได้ทำการอัดรีดวัสดุผสมโพลีโพรพิลีนกับขี้เลื้อยไม้โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ 50 % เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ตกแต่งในอุตสาหกรรมรถยนต์และเป็นที่นิยมกันมากในอเมริกาเหนือในปี 1990s ต่อจากนั้นในตอนต้นของศตวรรษที่ 21 WPCs มีการแพร่กระจายเข้าสู่ประเทศ อินเดีย สิงคโปร์ มาเลเซีย ญี่ปุ่น และจีน (Pritchard, 2004; Clemons, 2002) ในปัจจุบัน WPCs มีการนำมาประยุกต์เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น โครงสร้างเรือ ชิ้นส่วนรถยนต์ รั้ว หน้าต่าง ประตู และเฟอร์นิเจอร์ในสวน (Schildmeyer, 2006; Pooler, 2001; Youngquist *et al.*, 1995) WPCs มีข้อดีคือ ต้นทุนการบำรุงรักษาต่ำ ความทนทานและต้านทานเชื้อราสูง ดูดซับน้ำน้อย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ (Hatch, 2008; Slaughter, 2004; Clemons, 2002) ปริมาณการผลิตของ WPCs ในยุโรปมีปริมาณการผลิต 99,288 ตัน ในปี 2005 และเพิ่มขึ้นเป็น 145,000 ตัน ในปี 2009 ซึ่งมีมูลค่าถึง 290 ล้านยูโร โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตด้วยพลาสติกพอลิโพรพีลีนแบบบริสุทธิ์และมีการผลิตด้วยพอลิไวนิลคลอไรด์ประมาณ 4-5 อุตสาหกรรม (Hackwell, 2006) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความต้องการแผ่นเรียบจากวัสดุ WPCs ทำให้ทราบว่าปริมาณความต้องมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ธรรมชาติและแผ่นเรียบพลาสติกดังแสดงในตารางที่ 1

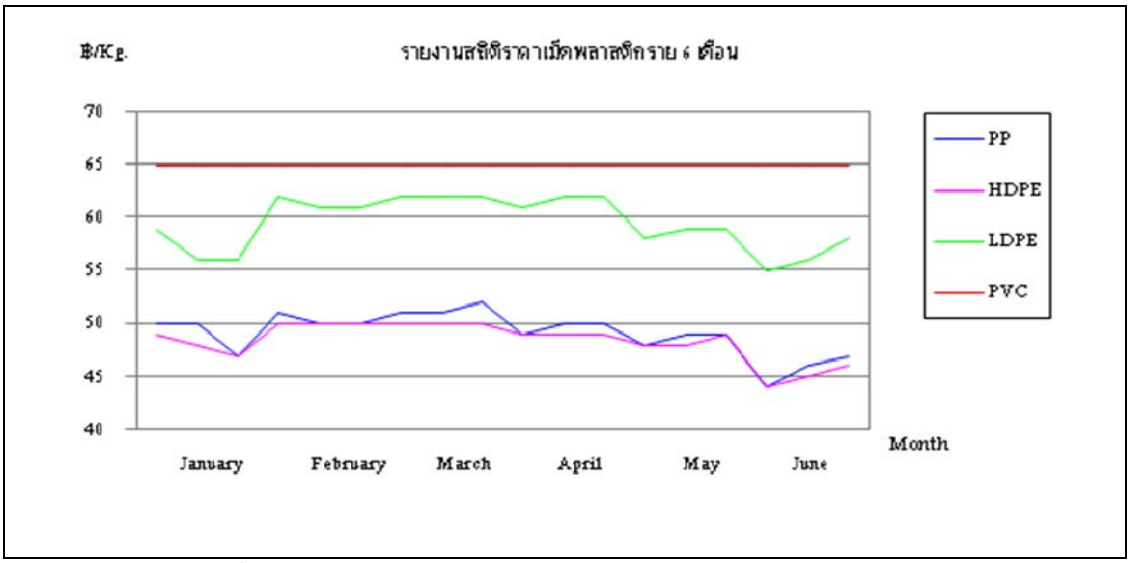
ตารางที่ 1 Percentage of Decking Demand by Material (Klyosov, 2007)

		Share of (%)		
Year	Market ($ billions)	Wood	Neat plastic	WPCs
1992	2.3	97	1	2
2002	3.4	91	2	7
2005	5.1	77	4	19
2006	5.5	73	5	22
2011 (Forecast)	6.5	66	4	30

การผลิต WPCs ประกอบด้วยวัสดุหลัก 2 ประเภทคือ พอลิเมอร์เช่น พลาสติก และวัสดุเสริมแรง เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขี้เลื่อยไม้ปาล์ม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

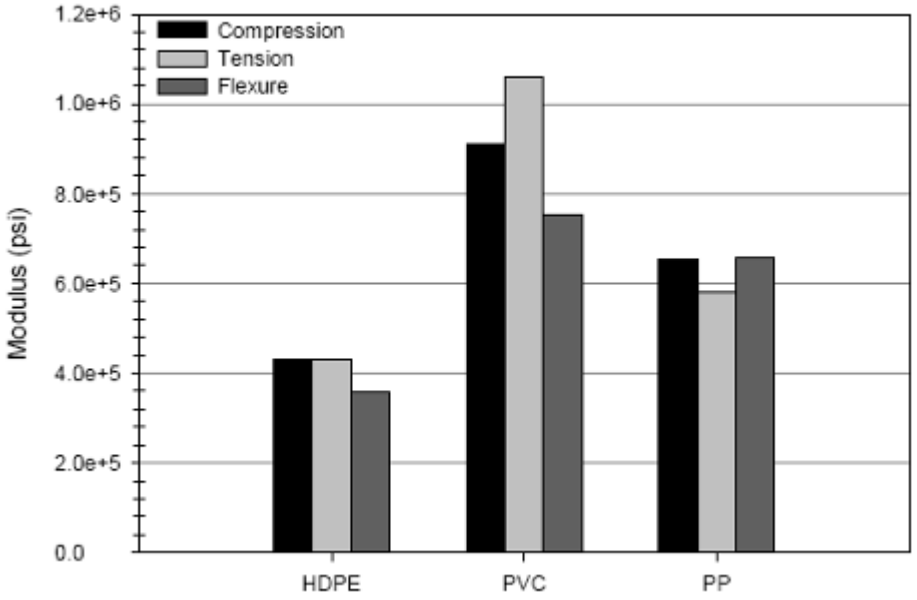
ปัจจุบันพลาสติกมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทุกสถานที่ เพราะมีการนำพลาสติกมาใช้เป็นวัสดุทดแทนวัสดุจากธรรมชาติที่มีราคาสูง และมีปริมาณลดลง ส่งผลให้ภาคผลิตหันมาใช้พลาสติกเป็นวัตถุดิบมากขึ้น ซึ่งประเทศที่เป็นยักษ์ใหญ่แห่งอุตสาหกรรมพลาสติกของโลกและเอเชียคือ ประเทศจีนและญี่ปุ่น โดยจีนมีขนาดอุตสาหกรรมพลาสติกใหญ่ที่สุดในเอเชียคือ 35.37 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ของอุตสาหกรรมพลาสติกทั่วโลก ญี่ปุ่นมีขนาดอุตสาหกรรมพลาสติกใหญ่เป็นอันดับ 2 ของเอเชียคือ 10.07 ล้านตัน และประเทศไทยมีขนาดประมาณ 3 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2551) จากข้อมูลพบว่าประเทศไทยมีปริมาณการผลิตพลาสติกที่ค่อนข้างสูง และศักยภาพของอุตสาหกรรมพลาสติกอยู่ในขั้นแนวหน้า เพราะจากข้อมูลการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกมีมูลค่ากว่า 90,000 ล้านบาท และเม็ดพลาสติกมีมูลค่ากว่า 100,000 ล้านบาท ซึ่งมีกำลังการผลิตเม็ดพลาสติกมากที่สุดในอาเซียนจากกำลังผลิตรวม 3 ล้านตันต่อปี (กรุงเทพธุรกิจ, 2552) และปริมาณการบริโภคพลาสติก ซึ่งผลิตจากวัตถุดิบทางปิโตรเคมี เฉลี่ยสูงถึง 80-100 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และคาดว่าเฉพาะประเทศไทยมีขยะพลาสติกตกค้างในสิ่งแวดล้อมไม่ต่ำกว่า 2 ล้านตันต่อปี (นาตยา คชินทร, 2552) ทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย และพลาสติกหลักที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตต่างๆคือ พอลิโพรพีลีน (Polypropylene: PP) พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride: PVC) และพอลิเอทีลีน (Polyethylene: PE) ซึ่งเป็นพลาสติกกลุ่มเทอร์โมพลาสติกที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ กรอบหน้าต่าง และหลังคา (Slaughter, 2004) และมีแนวโน้มปริมาณการใช้งานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในส่วนของราคาเมื่อเปรียบเทียบดังภาพที่ 1 พบว่า PP เป็นพลาสติกที่มีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเปรียบเทียบกับ PVC และ LDPE อีกทั้งยังเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุด มีสมบัติเชิงกลเหนียว ทนต่อแรงดึง และแรงกระแทกที่ดีมาก ในส่วนของ PVC มีสมบัติที่แข็ง สามารถทำให้มีความใสหรือทึบตามต้องการ และมีน้ำหนักเบา ทนทาน ติดไฟยาก (จักริน พรหมจิรสุข, 2546) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลของ PVC, HDPE และ PP บนพื้นฐานของ WPCs พบว่าสูตรของ PVC นำเสนอค่าความแข็งแรงสูงที่สุด และ PP มีค่าความแข็งที่สามารถเปรียบเทียบได้กับสูตร PVC ในขณะที่ความต้านทานในการยืดเป็นของสูตร HDPE และสูตรของ PP มีความสมดุลดีที่สุดในเรื่องของความแข็ง, ความแข็งแรง และการยืดออกดังภาพที่ 2 ถึง 4 (Kobbe, 2005) จากการศึกษาสมบัติ WPCs ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาสมบัติทางกลโดยการใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกบริสุทธิ์เป็นส่วนผสม เช่น PVC, PP และHDPE (Rocha *et al.*, 2009; Tajvidi *et al.*, 2009; Bouafif *et al.*, 2009; Nachtigall *et al.*, 2007; Doan *et al.*, 2006) แต่การศึกษาของพลาสติกรีไซเคิลมีเพียงเล็กน้อย (Grubbstrom *et al.*, 2010; Cui *et al.*, 2008; Adhikary, 2008) อย่างไรก็ตามจากการวิจัยพบว่าสมบัติทางกลของวัสดุคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของพลาสติกประเภท HDPE รีไซเคิล และPP รีไซเคิลมีความคล้ายหรือบางสมบัติดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของพลาสติกบริสุทธิ์ (Adhikary, 2008; Kuo *et al.*, 2009) ดังนั้นพลาสติกรีไซเคิลมีความเหมาะสมใน

การนำมาวิจัยและประยุกต์ใช้งานเพื่อทดแทนหรือลดการใช้พลาสติกบริสุทธิ์ สามารถลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ ลดภาระการกำจัดขยะในพื้นที่กำจัดขยะ (landfills) และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่พลาสติกรีไซเคิล (Cui *et al*., 2008)

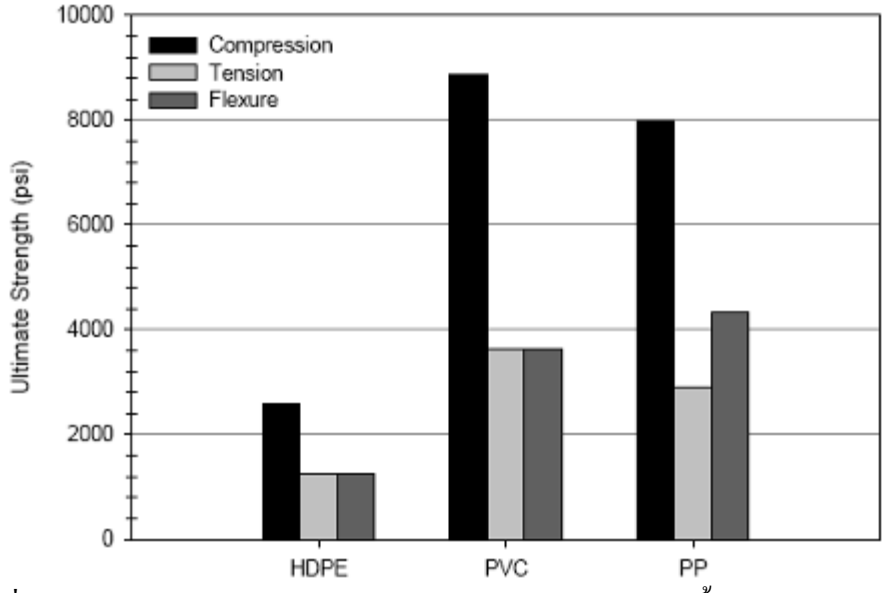


ภาพที่ 1 เปรียบเทียบราคาเม็ดพลาสติกเดือน มกราคม–มิถุนายน 2553
(สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย, 2553)

วศ.165

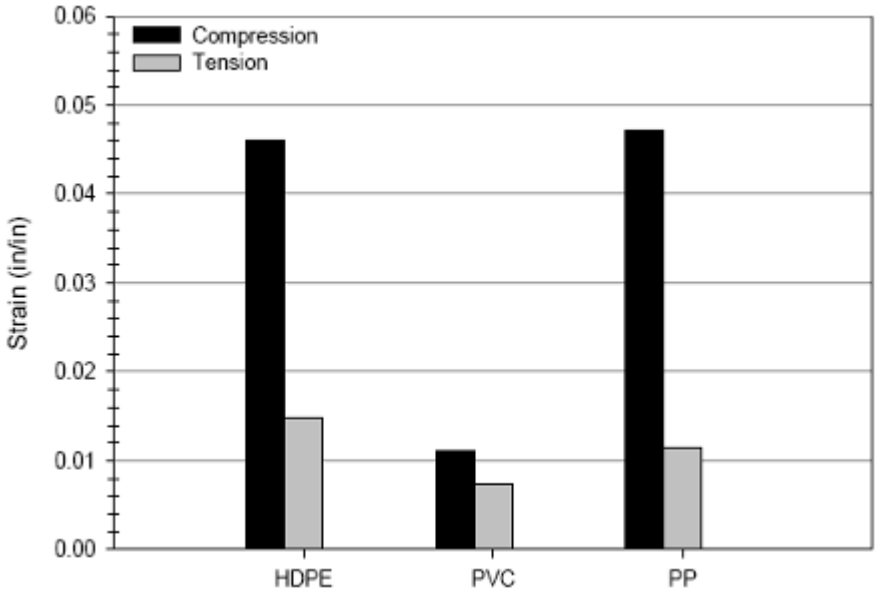


ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่าโมดุลัสของ HDPE, PVC และPP บนพื้นฐานของ WPCs
(Lockyear, 1999; Adcock *et al*., 2001 อ้างโดย Kobbe, 2005)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความแข็งสูงสุดของ HDPE, PVC และPP บนพื้นฐานของ WPCs

(Adcock *et al*., 2001 อ้างโดย Kobbe, 2005)



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบความเครียดสูดสุดของ HDPE, PVC และPP บนพื้นฐานของ WPCs

(Lockyear, 1999 อ้างโดย Kobbe, 2005)

วัสดุเสริมแรงที่นำมาใช้ในการผสมกับพอลิเมอร์คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และไม้ปาล์ม ซึ่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จำนวนมากที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและมีราคาขายหน้าโรงงานประมาณตันละ 800-1000 บาท ทำให้ในปัจจุบันมีการนำมาใช้ประโยชน์โดยการนำไปผลิตเป็นไม้แผ่นชนิดต่างๆ เช่น ไม้อัด (Plywood) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) แผ่นไม้ปาร์ติเคิล (Particleboard) และแผ่นเอ็มดีเอฟ (Medium Density Fiberboard) (กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล, 2546) ในส่วนของเกษตรกรส่วนใหญ่มีการนำไปใช้เพื่อเพาะเห็ด (ศุภชัย แก้วจัง, 2552) อย่างไรก็ตามนักวิจัย

พยายามนำผงขี้เลื่อยไปใช้ประโยชน์เช่น การนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมยางพาราผลิตเป็นหลังคายาง ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและเสริมความแข็งแกร่งให้หลังคาทั้งแรงกระแทก แรงเหยียบหรือรอยขีดข่วนได้อย่างดี (ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ และคณะ, 2548) และศึกษาสมบัติวัสดุผสมระหว่างพอลิเมอร์และขี้เลื่อยไม้ยางพาราโดยมีจุดเด่นคือ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ให้ความรู้สึกเหมือนไม้จริง ติดตั้งง่าย ไม่มีปัญหา ปลวก มอด แมลง มีความสม่ำเสมอทั้งขนาดและรูปร่าง และไม่มีปัญหาการหดตัวและขยายตัวของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ (ภานุมาศ ตันสกุล, 2549; ชนิดา โยธินวัฒนกำธร, 2547; Schildmeyer, 2006; Slaughter, 2004)

ขี้เลื่อยที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิตอีกประเภทหนึ่งคือ ขี้เลื่อยจากไม้ปาล์ม ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยเฉพาะภาคใต้รองจากยางพารา ประเทศไทยเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดสตูล โดยมีพื้นที่ปลูกเพียง 1,600 ไร่ และมีการขยายตัวของพื้นที่การปลูกอย่างต่อเนื่อง ต่อมา ณ สิ้นสุดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวทะลายสดปาล์มน้ำมัน จำนวน 1.35 ล้านไร่ จากพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 1.80 ล้านไร่ (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2546) ต่อจากนั้นในปี 2550 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นเป็น 3.20 ล้านไร่ และมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 2.66 ล้านไร่ ได้ผลผลิตปาล์มทะลายสด 6.39 ล้านตัน มีผลผลิตเฉลี่ย 2.40 ตัน/ไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันของโลกมี 86.4 ล้านไร่ และให้ผลผลิต 190.5 ล้านตัน โดยมีประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก มีผลผลิตมากกว่าร้อยละ 80 (อรัญ หันพงศ์กิตติกูล, 2552) นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ยืนต้น อายุยาวกว่า 100 ปี แต่ในการปลูกเพื่อการค้าเมื่ออายุประมาณ 25-30 ปี จะมีการโค่นทิ้ง เนื่องจากเริ่มให้ผลผลิตที่ต่ำมีผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า ทำให้ลำต้นของปาล์มที่มีการโค่นทิ้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เช่น ทำแผ่นไม้สำหรับผนังห้อง เพดาน เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ และเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีค่าซัลเฟอร์ต่ำ ซึ่งช่วยลดปัญหามลภาวะเป็นพิษได้ดี (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2546) ดังนั้นขี้เลื่อยจากการแปรรูปลำต้นปาล์มสามารถเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาเป็นส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิต เช่น การนำผงไม้ปาล์มผสมยางธรรมชาติพบว่า เมื่อเพิ่มผงไม้มากขึ้นความแข็งการดึงและการฉีกขาดลดลง อย่างไรก็ตามทำให้โมดุลัสการดึงและค่าความแข็งเพิ่มขึ้น (Jacob *et al*., 2004; Ismail *et al*., 1999) ในขณะที่การใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุปาล์มในปัจจุบันพบว่า เส้นใยปาล์มส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานรองรับความต้องการในอุตสาหกรรม ส่วนกะลาปาล์มถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานเพียงบางส่วน แต่สามารถขายให้แก่โรงงานปูนซีเมนต์ได้ในราคาประมาณ 10-15 สตางค์ต่อกิโลกรัม และทะลายปาล์มไม่เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากความชื้นที่สูงหลังการถูกนึ่งด้วยไอน้ำในกระบวนการผลิต ทำให้การใช้งานทะลายปาล์มในปัจจุบันแทบทั้งหมดจะถูกนำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์ม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

การใช้ผงไม้เป็นวัสดุเสริมแรงในพอลิเมอร์เพื่อผลิตวัสดุคอมโพสิตมีข้อดีที่หลากหลาย เช่น ความถ่วงจำเพาะต่ำ ต้นทุนต่ำ ความแข็งแรงสูง ดูดซับความชื้นต่ำ ต้านทานเชื้อราสูง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Kou P.Y. *et al*., 2009; Doan T.T.L. *et al*., 2006; Goa H. *et al*., 2008; Nygard P. *et al*.,

2008; Sonia M.B. *et al*., 2007; Clemons C. 2002) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ของไม้ที่มีความแตกต่างกันจะมีผลต่อสมรรถนะของ WPCs เช่น ลักษณะเส้นใย ความแข็ง และโครงสร้าง ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการพิจารณาและนักวิจัยน้อยมากที่ทำการศึกษาผลกระทบของสายพันธุ์ไม้บนสมบัติทางกลของไม้-พลาสติกคอมโพสิต (Maldas D. *et al*., 1989 อ้างโดย Bouafif H. *et al.,* 2009) จากรายงานการวิจัยพบว่า สายพันธุ์ของไม้มีผลต่อค่าความแข็งและแข็งแรง (MOE) (Bouafif H. *et al.,* 2009; Kou P.Y. *et al*., 2009) นอกจากนี้การใช้สารเพิ่มการเชื่อมต่อ (Coupling agent) เช่น การใช้ Maleated polypropylene (MAPP) ประมาณ 3-5 wt% ในสูตรของวัสดุคอมโพสิตสามารถปรับปรุงสมบัติทางความเสถียร ทางกล และปรับปรุงการยึดเกาะของผงไม้และพอลิเมอร์(Danyadi L . *et al.,* 2010; Adhikary, 2008; Cui Y. *et al.,*2008; Ichazo M.N. *et al*., 2001) ดังนั้นงานวิจัยนี้ในช่วงแรกเป็นการศึกษาสมบัติทางกลของวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิเมอร์-ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและพอลิเมอร์-ขี้เลื่อยไม้ปาล์ม โดยทำการทดสอบสมบัติด้านการดัด การดึง การอัด ค่าความแข็ง และการยึดของตะปูรางรถไฟ ซึ่งเป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการผลิตหมอนรองรางรถไฟตามมาตรฐานของ American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association: AREMA

ในปัจจุบันทางรถไฟประเทศไทยมี 3 ประเภท คือ ทางเดี่ยว ทางคู่ และทางสาม โดยมีระยะทางรวม 4,421 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 93.3, 5.3, 1.4 ของความยาวของทางรถไฟทั้งหมด ตามลำดับ และใช้หมอนรองรางรถไฟทั้งหมด 7,193,158 ท่อน ประกอบด้วยหมอนไม้ และหมอนคอนกรีต คิดเป็นร้อยละ 29.51, 70.49 ของหมอนรองรางรถไฟทั้งหมด ตามลำดับ (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2549) จากข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้หมอนไม้มีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับหมอนคอนกรีต เพราะการขาดแคลนไม้ในประเทศ ดังนั้นในปัจจุบันมีการนำหมอนคอนกรีตมาใช้แทนหมอนไม้ที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน อย่างไรก็ตามหมอนคอนกรีตต้องใช้ขอยึด (Fasteners) แบบพิเศษที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศในการติดตั้งกับรางรถไฟทำให้ต้นทุนทั้งหมดของหมอนคอนกรีตสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหมอนไม้และหมอนผลิตจากวัสดุคอมโพสิตที่ปัจจุบันมีการผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถติดตั้งกับรางรถไฟได้ง่ายโดยการใช้ตะปูรางรถไฟ (Spikes) และมีอายุการใช้งานที่ยาวกว่า (ดวงกมล เดโชจรัสศรี, 2548)

นอกจากนี้ประเทศไทยมีทางรถไฟความกว้าง 1.00 เมตร (Meter gauge) สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 15-18 ตัน และเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุด 120 กม./ชม. แต่ปัจจุบันความเร็วของรถไฟอยู่ที่ 50-60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเพราะเครื่องข่ายระบบรางไม่ได้รับการซ่อมแซมบูรณะพัฒนาเป็นเวลานาน และทางรถไฟส่วนใหญ่เป็นทางเดี่ยวประมาณร้อยละ 93 ของทางรถไฟในประเทศ ส่งผลให้การเดินรถมีความล่าช้าต้องทำการรอสับหลีกระหว่างขบวน ดังนั้นเมื่อ 26 เมษายน 2553 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบพัฒนารถไฟทางคู่ระยะทาง 767 กิโลเมตร ในเส้นทางสำคัญ 5 เส้นทาง คือ ลพบุรี-ปากน้ำโพ มาบกะเบา-ชุมทางถนนจิระ ชุมทางถนนจิระ-ขอนแก่น นครปฐม-ชุมทางหนองปลาดุก-หัวหิน และประจวบคีรีขันธ์-ชุมพร พร้อมทั้งปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ราง ระบบอาณัติสัญญาณ จุดตัดทางรถไฟ และหมอนไม้ที่เสื่อมสภาพเป็นระยะทาง 1,382 กิโลเมตร (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่ง

และจราจร) อีกทั้งมีแผนพัฒนารถไฟทางคู่ทั่วประเทศระหว่างปี 2558-2567 ระยะทาง 2,272 กิโลเมตร และในอนาคตมีแผนพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟความเร็วสูง 4 เส้นทางหลักคือ กรุงเทพฯ-เชียงใหม่ กรุงเทพฯ-หนองคาย กรุงเทพฯ-จันทบุรี และกรุงเทพฯ-ปาดังเบซาร์ ระยะทางรวม 2,675 กิโลเมตร (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2553) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเดินรถ ความปลอดภัย ลดต้นทุนการขนส่ง และเพิ่มศักยภาพระบบโลจิสติกซ์ของประเทศไทย

เนื่องจากความไม่แน่นอนด้านความเสถียรของ WPCs ในการนำไปประยุกต์ใช้งานภายใต้เงื่อนไขสถานที่โล่งแจ้งทำให้มีข้อจำกัดต่อการประยุกต์ใช้งาน และเงื่อนไขหลักที่มีผลต่อ WPCs คือ อุณหภูมิ และแสงอาทิตย์ (แสงยูวี) ส่งผลให้ WPCs เปลี่ยนสมบัติทางฟิสิกซ์และเคมี (Adhikary, 2008; Wechsler A., 2007; Pooler, D.J., 2001) จากงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาพฤติกรรมการคืบของวัสดุคอมโพสิตที่ผลิตจากเทอร์โมพลาสติกและสารเสริมแรงทางธรรมชาติ เช่น ผงไม้สน เมเปิล ชานอ้อย และปอกระเจา เพื่ออธิบายความเครียดที่เพิ่มขึ้นโดยขึ้นอยู่กับความเค้น เวลา และอุณหภูมิ (Dastoorian F. *et al*., 2010; Schildmeyer, A. J., 2006; Lee S.H., 2004; Pooler, D.J., 2001) จึงเป็นสมบัติอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นเมื่อมีการพัฒนาและการใช้วัสดุคอมโพสิต (Lee S.H., 2004) จากการสำรวจรายงานการวิจัยไม่พบการทดสอบการคืบโดยการใช้วัสดุเทอร์โมพลาสติกผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราหรือไม้ปาล์ม นอกจากนี้การศึกษาผลกระทบของแสงอาทิตย์และสภาพอากาศเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความทนทานของหมอนรองรางรถไฟคอมโพสิต เพราะรังสียูวีทำให้ผิวภายนอกของ WPCs เกิดรอยแตกและเสื่อมสภาพ (Stark N.M., 2008; Li R., 2000) นอกจากนี้จากรายงานการวิจัย Adhikary (2008) พบว่าความแข็งการดัด และความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลงเมื่อผ่านการทดสอบการเร่งสภาพอากาศที่รังสียูวี 2000 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการยืด ณ จุดขาด (Elongation at break) เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นวัสดุคอมโพสิตที่เติม MAPP สามารถปรับปรุงการเปลี่ยนสี ความเสถียร สมบัติการดัด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ไม่มีการเติม Li R. (2000) พบว่าการทดลองภายใต้สภาพอากาศที่โล่งแจ้งของวัสดุ HDPE-ไม้ การดูดซับน้ำของไม้และการแตกร้าวทางความเค้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมของ HDPE เป็นปัจจัยหลักในการเสื่อมสภาพของวัสดุคอมโพสิต ดังนั้นถ้า WPCs มีการนำไปใช้ในเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาความเสถียร ทนทาน และอิทธิพลของวัสดุในผลิตภัณฑ์นั้น (Adhikary, 2008)

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราและไม้ปาล์มซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาผสมพอลิโพรพีลีนรีไซเคิล และพอลิไวนิลคลอไรด์รีไซเคิล เพื่อเป็นการส่งเสริมการรีไซเคิลขยะพลาสติก โดยการทดสอบสมบัติด้าน การดัด การดึง การอัด ค่าความแข็ง และการยึดของตะปูรางรถไฟ ซึ่งเป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการผลิตหมอนรองรางรถไฟ นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาด้านความเสถียรของ WPCs เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่มีอุณหภูมิ และแสงอาทิตย์ (แสงยูวี) มาเกี่ยวข้อง โดยเป็นการศึกษาพฤติกรรมการคืบ การดูดซับน้ำ และการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศ ซึ่งสมบัติเหล่านี้มีความจำเป็นต้องศึกษาเมื่อมีการนำวัสดุคอมโพสิตไปประยุกต์ใช้งานในที่ที่มีเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอย่างเช่น หมอนรองรางรถไฟ

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์รีไซเคิลและขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมัน พอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมัน พอลิไวนิลคลอไรด์รีไซเคิลผสมพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและขี้เลื่อยไม้ยางพารา/ปาล์มน้ำมัน ในสมบัติด้านการดัด การดึง ค่าความแข็ง การอัด และการยึดของตะปูรางรถไฟ

3.2 เพื่อศึกษาสมบัติการขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิของวัสดุคอมโพสิตคือ การคืบ การดูดซับน้ำ และการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศ

3.3 เพื่อพัฒนาวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิเมอร์และขี้เลื่อยเป็นผลิตภัณฑ์หมอนรองรางรถไฟ

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 การเตรียมชิ้นงานทดสอบ ทำการผสมโดยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูง และขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนคู่ (Twin screw extruder) และชิ้นงานทดสอบมีลักษณะตามมาตรฐานการทดสอบแต่ละประเภท เช่น การทดสอบแรงดัดตาม ASTM D790 การทดสอบแรงดึงตาม ASTM D638 การทดสอบค่าความแข็ง ASTM D2240 เป็นต้น

4.2 พัฒนาส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิตให้มีสมบัติที่สูงกว่ามาตรฐานของ AREMA กำหนด เช่น ค่า MOE, MOR, Compression, Spike pullout and push

4.3 การทดสอบสมบัติเชิงกล การคืบ การดูดซับน้ำ และการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศ ทำการทดสอบเฉพาะวัสดุคอมโพสิตที่มีสมบัติผ่านมาตรฐานของ AREMA จำนวน 3 สูตรซึ่งมีค่า MOE และMOR สูงที่สุด

4.4 การทดสอบการคืบใช้อุณหภูมิในการทดสอบ 30°, 35°, 40°, 45°C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิฤดูร้อนของประเทศไทยมีอุณภูมิสูงที่สุดคือ 44.5°C (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) load ที่นำมาประยุกต์คือ 40% ของค่าความแข็งการดึงสูงสุดจากการทดสอบอย่างคงที่ที่อุณหภูมิห้อง (25°C) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบคือ 100 นาที (Schildmeyer, 2006) และการทดสอบการดูดซับน้ำทำการทดสอบตาม ASTM D570-98

4.5 ส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิตที่ใช้ในงานวิจัยเป็นการนำส่วนผสมจากการสำรวจงานวิจัยมาทำการปรับปรุงให้วัสดุคอมโพสิตมีสมบัติที่ผ่านมาตรฐานของ AREMA เช่น Recycled Polypropylene, Sawdust, MAPP, Talc, and Lubricant (33.8, 58.8, 4.0, 2.3, and 1.0% by Weight) (Slaughter, 2004) Recycled Polyvinyl Chloride, Sawdust, Emulsion PVC, Stabilizer, Lubricant, Calcium carbonate, Calcium stearate, Processing aids (33.8, 58.8, 1.3, 1.25, 0.25, 3.35, 0.25, and 1.0% by Weight) (จักริน พรหมจิรสุข, 2546) Recycled Polypropylene, Recycled Polyvinyl Chloride, Sawdust, PE-co-GMA, Talc, and Lubricant (16.9, 16.9, 58.8, 4.0, 2.3, and 1.0% by Weight) (Biplab *et al*., 2010)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- การศึกษาวัสดุคอมโพสิตพอลิเมอร์กับขี้เลื่อยไม้ และทำการพัฒนาสมบัติให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน สามารถทนต่อแสงแดดอุณหภูมิที่สูง เป็นการนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี การผลิตวัสดุคอมโพสิตพอลิเมอร์กับเส้นใยธรรมชาติ

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมการคืบของวัสดุคอมโพสิต ตลอดจนตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการคืบ ได้แก่ ความเค้น อุณหภูมิ และเวลา

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศของวัสดุคอมโพสิต ตลอดจนตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศ เช่น แสงอาทิตย์ (รังสียูวี) อุณหภูมิ และน้ำ

5.2 ด้านเศรษฐกิจและสังคม

- การนำพอลิเมอร์และขี้เลื่อยไม้มาทำเป็นวัสดุคอมโพสิตมีส่วนช่วยส่งเสริมให้มีการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น การนำขี้เลื่อยมาทำการผลิตวัสดุทดแทนไม้ และการนำพลาสติกรีไซเคิลกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเมื่อมีการผลิตในเชิงพาณิชย์จะส่งผลให้เกิดการจ้างงานเพิ่มมากขึ้น และช่วยลดปัญหาการว่างงานภายในประเทศ

5.3 ด้านสิ่งแวดล้อม

- การนำขี้เลื่อยซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมโรงเลื่อยมาทำให้เกิดประโยชน์เป็นการช่วยกำจัดสิ่งเหลือใช้จากการผลิต และยังเป็นการลดปริมาณการใช้พลาสติก เป็นการนำพลาสติกมาใช้ซ้ำ ทำให้มลพิษที่เกิดขึ้นและขยะมีปริมาณลดน้อยลง

5.4 ด้านอุตสาหกรรมและพาณิชย์

- การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิสูงจากวัสดุคอมโพสิตส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง จึงสามารถขายได้ในราคาที่ต่ำกว่าการผลิตจากวัสดุประเภทอื่นเช่น โลหะ ทำให้ความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดมีสูงขึ้น

- ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง และทนต่อสภาพอากาศ ซึ่งผลิตมาจากวัสดุคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ ทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ของผู้บริโภค

5.5 ด้านวิชาการทั่วไป

- คาดว่างานวิจัยฉบับนี้จะสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารนานาชาติ และผลงานวิจัยสามารถเป็นแนวทางในการทำวิจัยได้ต่อไปโ ดยเฉพาะกับวัสดุธรรมชาติและพอลิเมอร์ ชนิดอื่นๆ ได้ และสามารถนำไปสู่การพัฒนาสมบัติในด้านต่างๆให้มีสมบัติที่สูงขึ้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 ศึกษาค้นคว้างานวิจัยในอดีต ทบทวนวรรณกรรม และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น สมบัติของพอลิไวนิลคลอไรด์รีน พอลิโพรพีลีน ขี้เลื่อย การทดสอบสมบัติทางกล และการทดสอบการ

คืบ เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย โดยทำการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเตอร์เน็ต ห้องสมุด บทความ และหน่วยงานต่างๆ เป็นต้น

6.2 ทำการออกแบบการทดลอง จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์รีไซเคิล พอลิโพรพีลีนรีไซเคิล ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและไม้ปาล์ม อุปกรณ์ทดสอบแรงดึง แรงอัด เป็นต้น

6.3 ทำการผสมวัสดุต่างๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนด เช่น พอลิโพรพีลีนรีไซเคิล ขี้เลื่อยไม้ยางพารา MAPP, Talc และสารหล่อลื่น ที่อัตราส่วน 33.8, 58.8, 4.0, 2.3, และ 1.0% โดยน้ำหนักตามลำดับ เป็นต้น ซึ่งทำการผสมโดยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงดังภาพที่ 16 เพื่อคลุกเคล้าให้พอลิโพรพีลีนรีไซเคิลกับขี้เลื่อยผสมกัน แล้วนำวัตถุดิบผสมที่ได้ไปทำการอัดรีดในเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนคู่ (Twin screw extruder) ดังภาพที่ 17 ผ่านหัวขึ้นรูปสี่เหลี่ยม (Slit die) จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้มาเตรียมเป็นชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานของการทดสอบแต่ละประเภท เช่น การทดสอบแรงดัดตาม ASTM D790 การทดสอบแรงดึงตาม ASTM D638 เป็นต้น

6.4 ทำการทดสอบสมบัติทางกลคือ การทดสอบแรงดัด การทดสอบแรงอัด การทดสอบแรงดึง การทดสอบค่าความแข็ง และการทดสอบแรงยึดและแรงอัดของตะปูรางรถไฟ ซึ่งการทดสอบเหล่านี้เป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการผลิตหมอนรองรางรถไฟตามมาตรฐานของ American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association: AREMA ดังตารางที่ 2 โดยการทดสอบการดึงเป็นการทดสอบเพื่อหาค่า Modulus of Elasticity: MOE และModulus of Rupture: MOR ของวัสดุคอมโพสิต ซึ่งเป็นค่าที่มีความสำคัญต่อการอธิบายความแข็งแรงของหมอนรองรางรถไฟจากวัสดุคอมโพสิต จากนั้นนำผลการทดสอบที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ผล เพื่อเลือกส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิตที่มีค่า MOE, MOR และสมบัติแรงยึดและแรงอัดของตะปูรางรถไฟผ่านมาตรฐานของ AREMA และสูตรผสมที่มีสมบัติดีที่สุด 3 สูตร นำไปใช้ในการทดสอบขั้นตอนต่อไป

6.5 นำส่วนผสมของวัสดุคอมโพสิตที่มีสมบัติผ่านมาตรฐานของ AREMA จำนวน 3 สูตร มาทำการทดสอบสมบัติการขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิคือ การทดสอบการคืบ โดยการทดสอบการคืบใช้อุณหภูมิในการทดสอบ 30°, 35°, 40°, 45°C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิฤดูร้อนของประเทศไทยมีอุณภูมิสูงที่สุดคือ 44.5°C (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) load ที่นำมาประยุกต์คือ 40% ของค่าความแข็งการดึงสูงสุดจากการทดสอบอย่างคงที่ที่อุณหภูมิห้อง และเวลาที่ใช้ในการทดสอบคือ 100 นาที (Schildmeyer, 2006) การทดสอบการดูดซับน้ำเป็นการทดสอบตาม ASTM D570-98 นอกจากนี้การทดสอบการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศของวัสดุคอมโพสิตเป็นการทดสอบโดยการใช้เครื่องเร่งสภาวะอากาศดังภาพที่ 20 ซึ่งการทดสอบเป็นการให้แสงยูวีสลับการพ่นน้ำ จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบการดูดซับน้ำและการต้านทานรังสียูวีและสภาวะอากาศมาทำการทดสอบการดัดเพื่อวิเคราะห์ค่า MOE และMOR ของชิ้นงานตัวอย่าง

6.6 นำผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผล และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

6.7 นำข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หมอนรองรางรถไฟ

6.8 ทำการทดสอบสมบัติของหมอนรองรางรถไฟโดยทำการทดสอบตามมาตรฐานสากล จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลและสรุปผลจากการทดสอบสมบัติ

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2556

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

1. งบบุคลากร	
ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาเอก 9,700 บาท/เดือน (1 คน x 12 เดือน)	116,400
2. ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ	
2.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าอาหารทำการนอกเวลา ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ	7,500
2.2 ค่าใช้สอย เช่น	
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ	5,000
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	15,000
3) ค่าจัดทำรายงานการวิจัย	1,500
4) ค่าเดินทางเข้าร่วมประชุม/สัมนาทางวิชาการ	
- หัวหน้าโครงการวิจัยและนักศึกษาบัณฑิตศึกษา	10,000
5) ค่าจ้างขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่าง (หมอนรองรางรถไฟ)	55,000
6) ค่าวิเคราะห์ชิ้นงานตัวอย่าง	25,000
7) ค่าใช้สอยอื่นๆ	10,000
2.3 ค่าวัสดุ	
1) วัตถุดิบใช้ในการทดลอง	
- ค่าเม็ดพลาสติก (บริสุทธิ์ และรีไซเคิล)	30,000
- ค่าสารเคมี	7,500
- ค่าขี้เลื่อย	3,000
2) วัสดุสำนักงาน	2,500
3) วัสดุเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	2,500
4) วัสดุอื่น ๆ	2,500
3. ค่าสาธารณูปโภค	
3.1 ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าโทรศัพท์	2,500
3.2 ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	2,500
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**298,400**

1. ชื่อโครงการวิจัย 9. การศึกษาลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทอากาศร้อนที่สร้างจากห้องเผาไหม้แบบพัลส์ (Study of Flow and Heat Transfer Characteristics of Hot Air Jet Generated by Pulse Combustor)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในระบบการอบแห้งที่ใช้อยู่ทั่วไปจะใช้หัวเผาในการให้ความร้อนอากาศและใช้พัดลมในการเป่าอากาศร้อนผ่านผลิตภัณฑ์ ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่จะใช้น้ำมันดีเซล หรือก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง แต่ปัจจุบันราคาของเชื้อเพลิงมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ทำให้โรงงานแบกภาระต้นทุนการผลิตมากขึ้น ในงานวิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบเผาไหม้หรือระบบให้ความร้อนแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงแทนระบบเผาไหม้แบบเดิมซึ่งเป็นการเผาไหม้แบบต่อเนื่อง ระบบการเผาไหม้แบบพัลส์ (เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจ สามารถนำมาใช้ในการสร้างอากาศร้อนที่มีความเร็วสูงหรือเจ็ทอากาศร้อนได้ โดยไม่ใช้เครื่องเป่าอากาศหรือเครื่องอัดอากาศ นอกจากนี้ปรากฏการณ์ของการสั่นที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของการเผาไหม้ (ลดปริมาณการเกิด และการไหลของเจ็ทแบบพัลส์ที่ออกจากห้องเผาไหม้ช่วยเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนไปยังโหลดด้วยเมื่อเทียบกับระบบเผาไหม้แบบต่อเนื่อง ทำให้สามารถประหยัดการใช้เชื้อเพลิงได้)

ถึงแม้ในอดีตได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนี้อย่างต่อเนื่อง แต่งานวิจัย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาระบบขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการเท่านั้น การทดลองส่วนใหญ่เป็นการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างห้องเผาไหม้และท่อส่งที่มีต่อการเกิดการไหลแบบสั่นเท่านั้น แต่ไม่มีการศึกษาปรากฏการณ์การไหลและการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นโดยละเอียด ยังขาดความความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถขยายขนาดอุปกรณ์ให้ใช้งานได้จริงในอุตสาหกรรม ต้องอาศัยการทดลองและปรับปรุงแบบลองผิดลองถูก เพื่อให้ได้เงื่อนไขการไหลตามความต้องการ

ในงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะศึกษาปรากฏการณ์การไหล และการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้และท่อส่งโดยละเอียด โดยจะศึกษาผลของขนาดและรูปร่างของห้องเผาไหม้ ทางเข้าอากาศและเชื้อเพลิง และท่อส่งที่มีต่อแอมปลิจูดและความถี่ของความเร็วการไหลที่เกิดขึ้น ความดัน และอุณหภูมิ และศึกษาผลของแอมปลิจูดและความถี่ของเจ็ทอากาศร้อนจากท่อส่งที่มีต่อลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทพุ่งชนโดยวิธีการทดลองและวิธีจำลองทางพลศาสตร์ของไหล เพื่อหาเงื่อนไขที่ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด และนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบสร้างเจ็ทอากาศร้อนสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอบแห้งต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 ศึกษาและพัฒนาระบบสร้างเจ็ทอากาศร้อนจากห้องเผาไหม้แบบพัลส์เพื่อใช้ในกระบวนการอบแห้งในอุตสาหกรรม

3.2 ศึกษาความสามารถของการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวของเจ็ทอากาศร้อนที่สร้างโดยห้องเผาไหม้แบบพัลส์

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ศึกษาเฉพาะกรณีที่ใช้ห้องเผาไหม้ชนิดแบบไร้วาล์วที่มีท่อส่งหน้าตัดกลมแบบท่อเดี่ยว และแบบที่มีท่อส่งหน้าตัดกลมหลายท่อ

4.2 ใช้แก๊สหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิง

4.3 ศึกษาปรากฏการณ์การไหลและการเผาไหม้โดยใช้โปรแกรมจำลองทางพลศาสตร์ของไหล และเปรียบเทียบกับผลการทดลองเครื่องต้นแบบเพื่อยืนยันผลการจำลองการไหล

4.4 ศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทอากาศร้อนพุ่งชนโดยใช้เซนเซอร์วัดฟลักซ์ความร้อนและอุณหภูมิ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปถ่ายทอดเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยและอุตสาหกรรม

5.2 ได้อุปกรณ์ที่สามารถจดสิทธิบัตรได้

5.3 ผลงานวิจัยนำไปเผยแพร่ในบทความระดับชาติและนานาชาติอย่างน้อย 2 เรื่อง

5.4 พัฒนาและผลิตบัณฑิตในระดับ ป. โท อย่างน้อย 2 คน

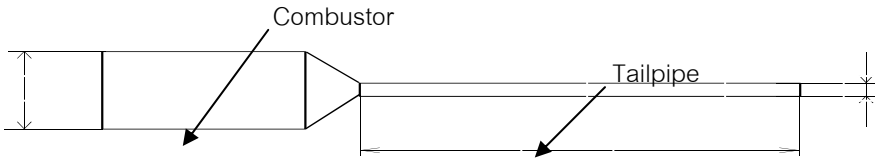
6. วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 กิจกรรม มีรายละเอียดดังนี้

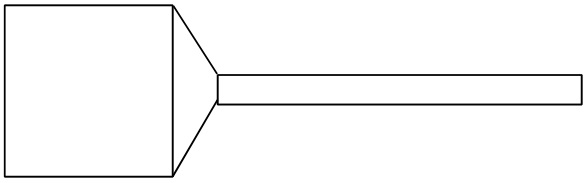
<u>กิจกรรมที่ 1 : ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องต้นแบบ</u>

ในกิจกรรมนี้จะออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นมา เพื่อศึกษาผลของความยาวท่อส่งผลของรูปร่างท่อส่งกรณีที่เป็นท่อกลมหน้าตัดคงที่หรือกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัด และผลของทางเข้าอากาศ เพื่อให้สรุปได้ว่าผลของรูปร่างเหล่านี้มีต่อแอมปลิจูดและความถี่ของความดันในห้องเผาไหม้ อุณหภูมิ และความเร็วเฉลี่ยของอากาศร้อนที่ออกจากท่อส่งอย่างไร

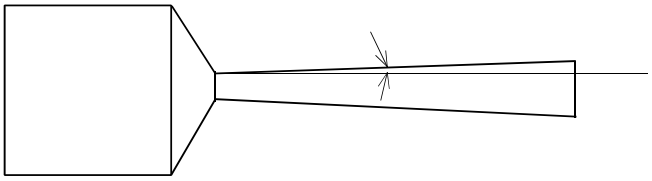
ในการศึกษาผลของความยาวของท่อส่งจะกำหนดให้ปริมาตรของห้องเผาไหม้คงที่และจะเปลี่ยนแปลงความยาวของท่อส่ง L ดังแสดงในรูปที่ 6 และในการศึกษาผลของรูปร่างท่อส่งจะศึกษากรณีหน้าตัดท่อส่งมีลักษณะเป็น diffuser ที่มีมุมขยายต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 7สำหรับการศึกษาผลของทางเข้าของอากาศจะศึกษาลักษณะทางเข้าอากาศ ตามที่แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 6 ลักษณะของห้องเผาไหม้และท่อส่ง

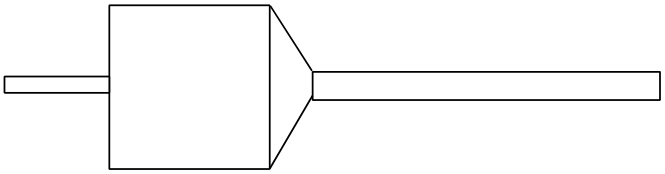


(ก) แบบท่อตรง

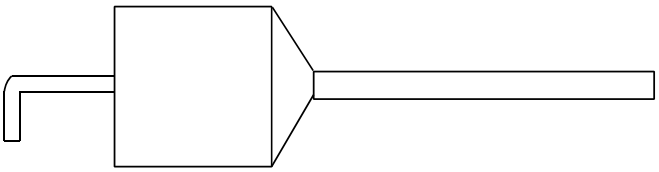


(ข) แบบท่อขยายหน้าตัด

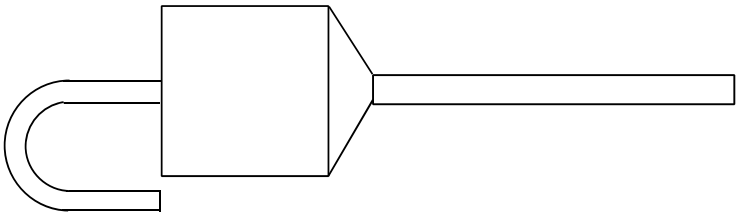
รูปที่ 7 ลักษณะของท่อส่ง



(ก) ท่อตรง



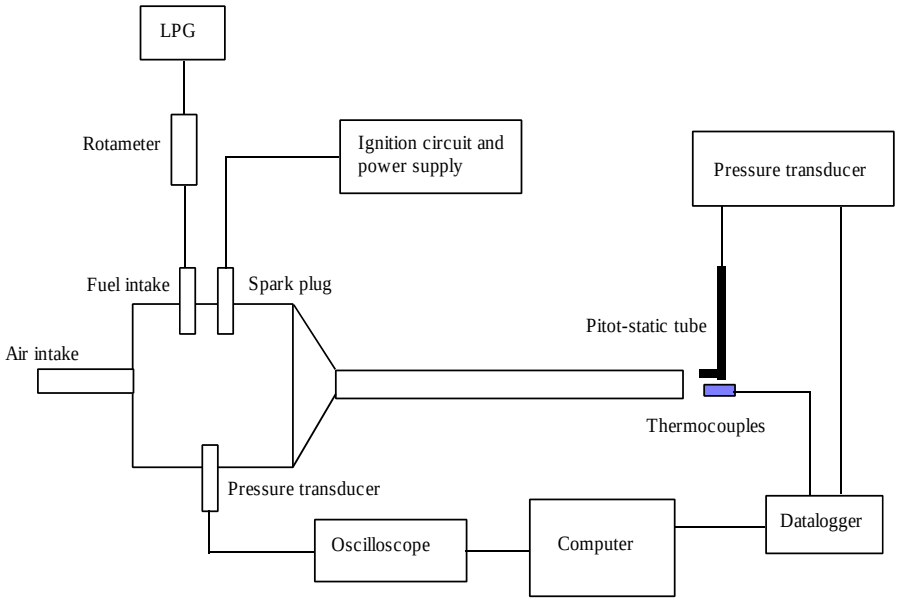
(ข) ท่องอ 90^{o}



(ค) ท่องอ 180^{o}

รูปที่ 8 ลักษณะของท่อทางเข้าอากาศ

ในการทดลองจะวัดการเปลี่ยนแปลงความดันภายในห้องเผาไหม้โดยใช้ Pressure transducer ติดตั้งที่ผนังห้องเผาไหม้ วัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศร้อนโดยใช้ Thermocouples วางที่ปลายของท่อส่ง และวัดความเร็วของเจ็ทอากาศที่ปลายทางออกท่อส่งโดยใช้ Pitot-static tube ในการทดลองจะทดสอบห้องเผาไหม้แต่ละแบบที่เงื่อนไขอัตราการจ่ายเชื้อเพลิง LPG ต่างๆ และจะคำนวณหาต้นทุนการใช้เชื้อเพลิง เพื่อเทียบกับระบบเผาไหม้แบบต่อเนื่อง



รูปที่ 9 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

กิจกรรมที่ 2 : ศึกษาปรากฏการณ์การไหลและเผาไหม้ในเครื่องต้นแบบ

ในการศึกษาจะใช้โปรแกรมการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล Fluent จำลองการไหลโดยใช้เงื่อนไขเป็นการไหลแบบไม่คงตัว 3 มิติ แบบยุบตัวได้ มีความหนืดและมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นในการไหล โดยใช้โมเดลแบบ Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) ในการจำลองการไหลแบบปั่นป่วน และใช้โมเดลจำลองปรากฏการณ์การเผาไหม้ในการคำนวณ เพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเครื่องต้นแบบ ผลที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลอง เพื่อยืนยันความถูกต้องของการใช้โปรแกรมคำนวณ ทำให้สามารถเชื่อมั่นในการใช้โปรแกรมในการออกแบบระบบขนาดใหญ่สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

กิจกรรมที่ 3 : ศึกษาความสามารถถ่ายเทความร้อนของเจ็ทอากาศร้อนแบบพัลส์

ในกิจกรรมนี้จะวัดอัตราการถ่ายเทความร้อนบนแผ่นเรียบที่เจ็ทอากาศร้อนไหลปะทะตั้งฉาก โดยการติดตั้งเซนเซอร์วัดฟลักซ์ความร้อนที่มีการหล่อเย็นด้วยน้ำตรงกลางแผ่นวัด ในการทดลองจะวัดการกระจายของฟลักซ์ความร้อนและอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโดยใช้วิธีเลื่อนแผ่นวัดในแนวรัศมี ผลที่ได้จะนำมาคำนวณสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบเฉพาะจุดและแบบเฉลี่ย และจะศึกษาผลของตัวแปรอัตราการจ่ายเชื้อเพลิง LPG (ผลของความถี่และแอมปลิจูดของการสั่น) และระยะจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวเรียบที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวด้วย เพื่อสรุปหาเงื่อนไขการใช้งานที่เหมาะสมต่อไป

กิจกรรมที่ 4 : ศึกษาลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนของพัลส์เจ็ทที่พุ่งชนพื้นผิว

ในกิจกรรมนี้จะใช้โปรแกรม Fluent จำลองการไหลในกรณีทีใช้เจ็ทที่มีการไหลแบบสั่น ที่เงื่อนไขความถี่และแอมปลิจูดต่างๆพุ่งชนพื้นผิวเรียบ โดยจะศึกษาเฉพาะการไหลจากท่อส่งไปยัง

พื้นผิวที่เจ็ทพุ่งชนเท่านั้น โดยใช้เงื่อนไขการคำนวณเป็นการไหลแบบไม่คงตัว 3 มิติ แบบยุบตัวไม่ได้ มีความหนืดและมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นในการไหล โดยใช้โมเดลแบบ Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) ในการจำลองการไหลแบบปั่นป่วน

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554-ตุลาคม 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
1. งบบุคลากร			
1.1 ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
2. งบดำเนินงาน			
2.1 ค่าตอบแทน			
- ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท (อัตรา 5,000 บาท/เดือน/คน) 2 คน เวลา 24 เดือน	60,000	60,000	120,000
2.2 ค่าใช้สอย			
- ค่าจ้างสร้างชุดทดลอง	20,000	-	20,000
- ค่าสืบค้นข้อมูล	5,000	-	5,000
- ค่าจัดทำรายงาน	-	-	-
- ค่าวัสดุสร้างชุดทดลอง (เหล็กสร้างตัวเครื่อง, ชุดจุดระเบิด, ถังแก๊ส)	60,000	-	60,000
2.3 ค่าวัสดุ			
- ชิ้นส่วนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (เมนบอร์ด , CPU, RAM , การ์ดจอ, CD-Rom Drive, พัดลม, Power supply, จอคอมพิวเตอร์)	60,000	-	60,000
2.4 ค่าครุภัณฑ์			
- ฮีทฟลักซ์เซนเซอร์	40,000	-	40,000
- Pressure transducer	40,000	-	40,000
- อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเชื้อเพลิง	10,000	-	10,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**295,000**	**60,000**	**355,000**

1. ชื่อโครงการวิจัย 10. การสังเคราะห์ฟิล์มหลายหน้าที่ระดับนาโนสำหรับกระจกประหยัดพลังงาน

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากน้ำมันมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ เพราะแหล่งสำรองน้ำมันทั่วโลกลดลงอย่างรวดเร็ว กอปรกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่อย่างเช่นประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และอินเดีย มีการใช้น้ำมันเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมในปริมาณมาก และแม้ว่าปัจจุบันราคาน้ำมันจะลดลงบ้างจากวิกฤติแฮมเบอเกอร์ก็ตาม ทำให้หลายประเทศหันมาให้ความสนใจในการประหยัดพลังงานกันมากขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายของประเทศให้น้อยลง โดยเฉพาะในอาคารที่ทำด้วยกระจกที่มีแนวโน้มว่าเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากไม่จำเป็นต้องทาสีบ่อยและให้ทัศนวิสัยนอกอาคารที่สวยงาม แต่มีข้อเสียคือกระจกธรรมดาหรือกระจกสีเข้มไม่ประหยัดพลังงานและต้องมีระบบม่านเข้ามาช่วย ตลอดจนทำความสะอาดยาก โดยเฉพาะอาคารสูง เป็นที่ทราบกันดีว่าการใช้พลังงานในอาคารในรูปของการส่องสว่าง และใช้ในเครื่องปรับอากาศประมาณ 80-85% ของพลังงานที่ใช้ในอาคารทั้งหมด ไม่ว่าเป็นอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล บ้านเรือน เป็นต้นซึ่งในวันที่แสงแดดจ้าและร้อนมากยิ่งต้องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในวันที่อากาศสลัวยิ่งต้องใช้การส่องสว่างมากขึ้นถ้ากระจกของอาคารเป็นกระจกที่ทึบแสงหรือสีชา ดั้งนั้นเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานในอาคารดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะผลิตฟิล์มที่มีหลายหน้าที่เคลือบบนกระจก ที่สามารถเปลี่ยนสีกลับไป-มาได้เองด้วยการกระตุ้นด้วยความเข้มแสงและอุณหภูมิ เพื่อประหยัดพลังงานในอาคารได้ โดยใช้กลไกของการเปลี่ยนกลับไป-มาของเฟสของสารประกอบที่อยู่ในฟิล์มโครงสร้างระดับนาโน ในวันที่อากาศร้อนและแสงจ้ากระจกจะถูกกระตุ้นให้มีสีเข้มขึ้นเพื่อตัดแสงและความร้อนจากภายนอกไม่ให้เข้าสู่อาคารมากทำให้สามารถประหยัดไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ และในทางตรงกันข้าม ในวันที่มืดหรือขมุกขมัวกระจกจะถูกกระตุ้นให้ใสและยอมให้แสงผ่านเข้ามามากขึ้นซึ่งทำให้ไม่ต้องใช้ไฟส่องสว่างเพิ่มขึ้น อันจะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งสองทาง นอกจากนั้นอาคารขนาดใหญ่ที่มีผนังเป็นกระจกจะต้องมีการทำความสะอาดเป็นระยะๆ ซึ่งทำได้ยากและไม่ปลอดภัยและเสียค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดสูงมาก จึงผลิตฟิล์มที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทำความสะอาดตัวเองได้โดยไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดบ่อย จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ได้อีก เพราะตามที่ทราบกันอย่างแพร่หลายว่าฟิล์มไทเทเนียในรูปของเฟสอนาเทสหรือเฟสผสมระหว่างอนาเทสและรูไทล์เป็นวัสดุกึ่งตัวนำที่มีสมบัติเป็นโฟโตแคตะลิสต์ มีสมบัติในการทำความสะอาดตัวเองได้ยิ่งกว่านั้นวัสดุชนิดนี้ยังสามารถเกิดปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติกที่สามารถกำจัดกลิ่นและก๊าซเสียที่เกิดจากรถยนต์เช่นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ NO_x ตลอดจนเชื้อโรคได้ ดังนั้นอาคารกระจกที่เคลือบด้วยฟิล์มหลายหน้าที่นี้ที่อยู่ในบริเวณการจราจรที่คับคั่งโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ ยังสามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพของประชาชนได้ด้วย คาดว่าเมื่อการวิจัยนี้ทำสำเร็จก็จะส่งผลดีต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายของอาคารกระจกได้ และช่วยให้อุตสาหกรรมกระจกในประเทศสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ การผลิตใช้ในประเทศซึ่งมีมูลค่าการนำเข้ากระจกแผ่นเรียบประมาณ

1400-1900 ล้านบาทต่อปีหรือสามารถส่งออกไปขายต่างประเทศซึ่งจากตารางที่ 1 มูลค่าในการส่งออกกระจกแผ่นเรียบของไทยจากปี พ.ศ. 2548-2550 ประมาณ 6,000 ล้านบาท/ปีและกระจกแปรรูปมากกว่า 5,800 ล้านบาท/ปี กระจกแปรรูปในมูลค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักโดยมีมูลค่าประมาณ 4,000 ล้านบาท/ปี สำหรับการผลิตกระจกฉลาดที่ช่วยประหยัดพลังงานและอนุรักษ์พลังงานโดยใช้กระจกสะท้อนแสงหรือกระจกฉนวนความร้อนยังมีมูลค่าไม่มากนัก

การทำวิจัยในครั้งนี้เพื่อสังเคราะห์ฟิล์มผสมระดับนาโนเคลือบบนกระจกที่มีสมบัติเปลี่ยนสีและทำความสะอาดตัวเองได้ด้วยตามความเข้มของแสงและอุณหภูมิ โดยฟิล์มที่สังเคราะห์ต้องมีประสิทธิภาพด้วยการพัฒนาสูตร สารเติม และเทคนิคในการเคลือบ ซึ่งเมื่อนำกระจกที่เคลือบฟิล์มดังกล่าวไปใช้งานในอาคารสูงจะส่งผลให้กระจกสามารถทำความสะอาดตัวเองได้ หรือ สามารถทำความสะอาดได้โดยง่าย ไม่สิ้นเปลืองทั้งแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่ายเหมือนกระจกทั่วไป และยังประหยัดพลังงานในตัวอาคารเพราะกระจกสามารถเปลี่ยนเป็นสีเข้มเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นและเปลี่ยนกลับเป็นกระจกใสได้เมื่อความเข้มแสงลดลงถึงจุดหนึ่ง ซึ่งทำให้สามรถลดการใช้เครื่องปรับอากาศเมื่อมีแสงจ้าเพราะสีที่เข้มขึ้นจะช่วยกรองแสงและรังสี และในทางกลับกัน จะไม่ต้องเปิดไฟในอาคารมากเมื่ออากาศสลัวๆเพราะกระจกจะใสเมื่อความเข้มแสงน้อย

นอกจากการใช้เป็นกระจกอาคารแล้วยังสามารถพัฒนาเป็นฟิล์มที่มีอนุภาคนาโนมีสมบัติเปลี่ยนสีและทำความสะอาดตัวเองได้ด้วยตามความเข้มของแสงและอุณหภูมิที่ใช้ในกระจกรถยนต์ ทำให้เกิดความสะดวกสบายต่อการโดยสารเพราะไม่ร้อนและมีทัศนวิสัยของการมองเห็นดีเยี่ยม

ตารางที่ 1 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกกระจกของประเทศไทย

(ล้านบาท)

	2548		2549		ม.ค.-พ.ย. 2550	
	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก
กระจกแผ่นเรียบ						
กระจกชี้ท	46.31	159.70	23.88	218.19	35.48	300.95
โฟลตกลาส	1,900.33	5,909.15	1,441.13	5,697.43	1,229.91	3,699.91
รวม	**1,946.64**	**6,068.85**	**1,465.00**	**5,915.61**	**1,265.39**	**4,000.86**
กระจกแปรรูป						
กระจกลวดลาย	195.06	369.95	243.89	777.20	711.46	948.43
กระจกโค้ง	2,713.31	136.96	2,033.56	182.04	1,612.09	167.64
กระจกนิรภัย	780.62	2,583.79	807.19	2,369.08	690.98	2,880.15
กระจกฉนวนกันความร้อน	31.28	7.52	65.49	64.09	26.77	35.28
กระจกเงา	668.28	1,589.32	913.82	1,605.83	759.42	1,799.73
รวม	**4,388.55**	**4,687.55**	**4,063.96**	**4,998.23**	**3,800.71**	**5,831.24**

ที่มา : กรมศุลกากร รวบรวมโดยบริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด

ดังนั้น จุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อพัฒนาอนุภาคหรือฟิล์มที่มีหลายหน้าที่ระดับนาโน โดยลดแถบช่องว่างพลังงานของสารที่สังเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสีของฟิล์มที่ความเข้มแสงและอุณหภูมิที่ลดลงใกล้อุณหภูมิห้อง(ในแสงอาทิตย์มี แสงที่มองเห็น และอินฟาเรดเป็นส่วนใหญ่ แต่มีรังสียูวีเพียงเล็กน้อย) คาดว่าเมื่อวิจัยสำเร็จจะสามารถพัฒนาต่อเป็นกระจกฉลาดเพื่อการใช้ในประเทศและเพื่อการส่งออกในปริมาณที่สูงขึ้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 สังเคราะห์ฟิล์มระดับนาโนหลายหน้าที่บนกระจกที่มีสมบัติทำความสะอาดและเปลี่ยนสีด้วยตัวเองตามความเข้มแสงและอุณหภูมิ โดยฟิล์มที่ผลิตเป็นระบบ Ag-Cu chloride/TiO_2 และ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2

3.2 พัฒนาตัวเติมหรือสารโด๊ปเช่น $Ni(OH)_2$ หรือ SnO_2 หรือ SiO_2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความสะอาดและเปลี่ยนสีด้วยตัวเอง และมีความคงทนต่อสภาพการใช้งานของฟิล์ม

3.3 ศึกษากระบวนการเคลือบสารระดับนาโนบนกระจกด้วยวิธีโซล-เจล และ เทคนิคอื่นๆ ตลอดจนอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาในการสังเคราะห์

3.4 ทดสอบสมบัติของฟิล์มที่สังเคราะห์ที่สามารถทำความสะอาดและเปลี่ยนสีด้วยตัวเองภายใต้ความเข้มแสงและอุณหภูมิต่างๆ

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 สังเคราะห์อนุภาคและฟิล์มหลายหน้าที่ที่มีสมบัติ ทำความสะอาดและเปลี่ยนสีด้วยตัวเองตามความเข้มแสงและอุณหภูมิ โดยฟิล์มที่ผลิตเป็นระบบ Ag-Cu chloride/TiO_2 และ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2 ใช้วิธี โซล-เจล หรือ วิธีอื่นๆโดยมีตัวแปรที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิในการสังเคราะห์และเทคนิคในการสังเคราะห์ฟิล์มระดับนาโน ตลอดจนตรวจคุณลักษณะของสารที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น SEM/EDX, XRD, AFM, TEM, DSC, IR, DRS เป็นต้น

4.2 ทดลองหาสารตัวเติมที่เพิ่มประสิทธิภาพของฟิล์มในด้านต่างๆ เช่น ช่วยเพิ่มปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติก เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสีกลับไป-มา และความเกาะติดแน่นของฟิล์มบนกระจก

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้องค์ความรู้ในการสังเคราะห์อนุภาคและฟิล์มหลายหน้าที่ที่มีสมบัติ ทำความสะอาดและเปลี่ยนสีด้วยตัวเองตามความเข้มแสงและอุณหภูมิ โดยฟิล์มที่ผลิตเป็นระบบ Ag-Cu chloride/TiO_2 และ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2

5.2 ทราบสารตัวเติมที่เพิ่มประสิทธิภาพของฟิล์มในด้านต่างๆ เช่น ช่วยเพิ่มปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติก เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสีกลับไป-มา และความเกาะติดแน่นของฟิล์มบนกระจก

5.3 ได้องค์ความรู้และเทคนิคในการผลิตฟิล์ม hybrid ที่มีสมบัติหลายหน้าที่

5.4 สามารถผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีนาโนระดับปริญญาเอก 1 คน

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และระยะเวลาทำการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงวิธีสังเคราะห์อนุภาคและฟิล์มระดับนาโนที่สามารถเปลี่ยนสีตามความเข้มของแสงโดยเฉพาะแสงแดดได้ ประยุกต์ใช้กับกระจกของอาคารหรืออาคารสูงทำให้สามารถประหยัดพลังงานในอาคารได้โดยในวันที่แดดจ้า สีของกระจกก็จะถูกกระตุ้นให้มีสีเข้มและทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานปกติ แต่สำหรับวันที่สลัวๆ กระจกเปลี่ยนกลับเป็นสีที่อ่อนลงหรือใสขึ้นและแสงจะเข้าสู่ตัวอาคารมากขึ้นทำให้ไม่ต้องเปิดไฟส่องสว่างมาก อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของฟิล์มมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิของฟิล์มสูงขึ้นเนื่องจากรังสีอินฟาเรดในแสงแดด ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของฟิล์มโดยใช้หลักการเทอร์โมโครมิสซึมเข้ามาช่วย เพราะถ้าเมื่ออุณภูมิสูงกว่าอุณหภูมิ T_t ฟิล์มจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นตามกลไกที่ได้อธิบายแล้ว นอกจากนี้กระจกยังมีสมบัติทำความสะอาดตัวเองได้ด้วย โดยไม่ต้องจ้างคนงานหรือบริษัททำความสะอาดบ่อยๆ โดยใช้หลักการของโฟโตแคตะลิซีส การวิจัยมุ่งเน้นไปที่การสังเคราะห์ ฟิล์มผสมระหว่างการเปลี่ยนสีและทำความสะอาดตัวเองโดยพิจารณาไปที่ระบบของ Ag-Cu-chloride/TiO_2 และ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2 ที่ใช้สารเติมผสม เช่น $Ni(OH)_2$ หรือ SnO_2 หรือ SiO_2 เป็นต้น

ขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ปี ของการดำเนินการทำวิจัย ซึ่งแต่ละปีที่ดำเนินการวิจัยจะมีรายละเอียดต่างๆ แสดงตามกิจกรรมของการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสารที่มีสมบัติโฟโตโครมิก/เทอร์โมโครมิกและโฟโตแคตะลิสต์ การสังเคราะห์สังเคราะห์ฟิล์มผสม TiO_2 และการเพิ่มประสิทธิภาพของปฏิกิริยาโฟโตแคตะลิติกและสมบัติไฮโดรฟิลิค การสังเคราะห์ฟิล์มระบบ Ag-Cu-halide/TiO_2 และระบบ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2 ที่ใช้สารเติมผสม เช่น $Ni(OH)_2$, SnO_2, SiO_2 เป็นต้น การเพิ่มประสิทธิภาพ กรรมวิธีการเคลือบแบบจุ่มโดยใช้วิธีโซล-เจล หรือวิธี Plasma Enhance Chemical Vapour Deposition (PECVD) และการทดสอบสมบัติต่างๆ ตลอดจนออกแบบวิธีวิจัย

วิธีการ ค้นคว้าเอกสารข้อมูลจากห้องสมุด สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และออกแบบการทดลอง

ระยะเวลา ทำก่อนการทำวิจัย ใช้เวลา 3 เดือน (เมษายน 2554 – มิถุนายน 2554)

กิจกรรมที่ 2 เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ จัดหาวัตถุดิบและตัวอย่างในการทดลอง ทำการสังเคราะห์อนุภาค ระบบ Ag-Cu-chloride/TiO_2 และระบบ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2

วิธีการ สำรวจการทดลองพร้อมเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

ระยะเวลา ทำก่อนการทำวิจัย ใช้เวลา 3 เดือน (กรกฎาคม 2554 – กันยายน 2554)

กิจกรรมที่ 3 ศึกษากลไกการเปลี่ยนสีของอนุภาคและฟิล์มโฟโตโครมิกที่เคลือบบนกระจกของระบบสาร Ag-Cu-chloride/TiO_2

วิธีการ สังเคราะห์ Ag-Cu-chloride/TiO_2 อนุภาค และฟิล์มเคลือบบนกระจกโซดาไลม์ ตรวจสอบคุณลักษณะของฟิล์มด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น XRD, SEM, AFM, UV-Vis spectroscopy and contact angle meter and zeta potential meter ศึกษาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสีภายใต้ความเข้มของแสงยูวีและแสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าที่ความเข้มและอุณหภูมิต่าง ๆ

ระยะเวลา ระยะเวลาในการทำวิจัย 4 เดือน (ตุลาคม 2554 – มกราคม 2555)

กิจกรรมที่ 4 ศึกษาอิทธิพลของสารเติมต่าง ๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนสีของอนุภาคและฟิล์มโฟโตโครมิกของระบบ Ag-Cu-chloride/TiO_2

วิธีการ สังเคราะห์ อนุภาคและฟิล์ม Ag-Cu-chloride/TiO_2 ที่มีตัวเติม เช่น Ni $(OH)_2$ หรือ SnO_2 หรือ SiO_2 ตรวจสอบคุณลักษณะของฟิล์มด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น XRD, SEM, AFM และ UV-Vis spectroscopy ศึกษาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสีภายใต้ความเข้มของแสงยูวีและแสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าที่ควาเข้มและอุณหภูมิต่าง ๆ ทดสอบสมบัติโฟโตแคตะไลติก สมบัติไฮโดรฟิลิค และสมบัติโฟโตโครมิกของฟิล์ม

ระยะเวลา ระยะเวลาในการทำวิจัย 4 เดือน (กุมภาพันธ์ 2555 – พฤษภาคม 2555)

กิจกรรมที่ 5 ศึกษากลไกการเปลี่ยนสีของอนุภาคและเทอร์โมโครมิกของระบบ VO_2/TiO_2

วิธีการ สังเคราะห์ VO_2/TiO_2 อนุภาค และฟิล์มเคลือบบนกระจกโซดาไลม์ ตรวจสอบคุณลักษณะของฟิล์มด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น XRD, SEM, AFM, UV-Vis spectroscopy and contact angle meter and zeta potential meter ศึกษาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสีภายใต้ความเข้มของแสงยูวีและแสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าที่ความเข้มและอุณหภูมิต่าง ๆ

ระยะเวลา ระยะเวลาในการทำวิจัย 4 เดือน (มิถุนายน 2555 –กันยายน 2555)

กิจกรรมที่ 6 ศึกษากลไกการเปลี่ยนสีของอนุภาคและฟิล์มเทอร์โมโครมิกของระบบ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2

วิธีการ สังเคราะห์ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2 อนุภาค และฟิล์มเคลือบบนกระจกโซดาไลม์ ตรวจสอบ คุณลักษณะของฟิล์มด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น XRD, SEM, AFM, UV-Vis spectroscopy and contact angle meter and zeta potential meter ศึกษาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนสีภายใต้ความเข้มของแสงยูวีและแสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าที่ความเข้มและอุณหภูมิต่างๆ ทดสอบสมบัติโฟโตแคตะไลติก สมบัติไฮโดรฟิลิค และสมบัติโฟโตโครมิกของฟิล์ม

ระยะเวลา ระยะเวลาในการทำวิจัย 4 เดือน (ตุลาคม 2555 –มกราคม 2556)

กิจกรรมที่ 7 ศึกษาสมบัติโฟโตแคตะไลติก สมบัติไฮโดรฟิลิค และสมบัติโฟโตโครมิก ตลอดจนประสิทธิภาพของฟิล์มผสม (Hybrid film)

วิธีการ สังเคราะห์อนุภาคและฟิล์มผสม Ag-Cu-chloride/ TiO_2 ที่มีสารตัวโด๊ปและ Mo-W co-doped VO_2/TiO_2 ตรวจสมบัติด้วยเครื่องมือ XRD, SEM, BET, TEM, UV-Vis spectroscopy, contact angle

meter และตรวจสอบความคงทนของฟิล์ม ทดสอบสมบัติโฟโตแคตะไลติก สมบัติไฮโดรฟิลิค สมบัติโฟโตโครมิกและเทอร์โมโครมิกของฟิล์ม

ระยะเวลา ระยะเวลาในการทำวิจัย 6 เดือน (กุมภาพันธ์ 2556 -กรกฎาคม 2556)

กิจกรรมที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูล และ สรุปผลการทดลอง ทำรายงาน และเผยแพร่ผลงาน

วิธีการ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความสัมพันธ์ต่างๆ ของตัวแปรในรูปของกราฟลักษณะต่างๆ อภิปรายถึงผลที่ได้ สรุปผลการทดลอง ทำรายงาน และเผยแพร่ผลงาน

7. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2556

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
1.งบบุคคลากร			
-ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย นักศึกษาปริญญาเอก 1 คน เดือนละ 9,700 บาท	58,200	58,200	116,400
2. งบดำเนินการ			
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
1)ค่าตอบแทน			
-ค่าทำงานล่วงเวลาของคณะผู้วิจัย	6,500	6,500	13,000
-ค่าอาหารทำงานนอกเวลา	1,000	1,000	2,000
2) ค่าใช้สอย			
-ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ เดินทางไปประชุมวิชาการของหัวหน้าโครงการ	-	-	-
-ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ เดินทางไปประชุมวิชาการของนักศึกษา ผู้ช่วยวิจัย	-	-	-
- ค่าจ้างเหมาทำอุปกรณ์ขึ้นรูปฟิล์ม	35,000	-	35,000
- ค่าจ้างวิเคราะห์จำนวนตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง SEM/EDX, TEM, Film thickness, DRS, UV-Vis, XRD, Raman, XPS, Contact angle, AFM, etc.	40,000	43,000	83,000
- ค่าจัดทำรายงาน ความก้าวหน้า และฉบับสมบูรณ์	-	1,000	1,000

รายการ	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
3) ค่าวัสดุ			
-สารเคมี เมทิลีนบูล, TTIP, TEOS precursors, Ethanol, Hydrochloric acid, Nitric acid, Nickel nittrate, Silver chloride, Ag-halides,Vanadium nitrate, Vanadium tetrachloride, Ammonium molybdate, Ammonium tungstate, etc.	30,000	20,000	50,000
-เครื่องแก้ว อุปกรณ์เครื่องแก้ว ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ กระจก หลอดแบล็คไลต์ หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ที่ระดับความยาวคลื่นต่างๆ อุปกรณ์ปลั๊กไฟสายไฟ เป็นต้น	5,000	3,000	8,000
-ค่าวัสดุสำนักงาน และวัสดุคอมพิวเตอร์	1,500	500	2,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค			
-ค่าโทรศัพท์ และไปรษณีย์	500	500	1,000
รวมงบประมาณที่ขอ	**177,700**	**133,700**	**311,400**

หมายเหตุ ขอถัวเฉลี่ยหากหมวดใดหมวดหนึ่งไม่เพียงพอ

1. ชื่อโครงการวิจัย 11.การสังเคราะห์และการอัดแน่นวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์โดยกระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง
(Synthesis and densification of Iron Aluminide-Titanium diboride-Alumina Composite by Self-Propagating High Temperature Synthesis and Current Assisted Sintering)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

วัสดุผสมที่มีโครงสร้างหลักเป็นโลหะ เสริมแรงด้วยวัสดุเซรามิก ได้ถูกนำไปใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย เช่น ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนสำหรับงานกัดแต่ง ชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ และชิ้นส่วนเพื่อต้านทานการสึกหรอ วัสดุผสม ดังกล่าวนี้ มีองค์ประกอบหลักสองส่วน คือ วัสดุซึ่งเป็นโลหะมีความเหนียวและยืดหยุ่นดี เพื่อชะลอการโตของรอยแตก และวัสดุเซรามิกที่มีขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ทั่วไปในโครงสร้างโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งและความแข็งแรงให้แก่ วัสดุผสมนั้น

โดยทั่วไป วัสดุผสมเนื้อโลหะ สามารถผลิตขึ้นโดยวิธีการผสมทางกล นำไปขึ้นรูปและเผาอบผนึก เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ต้องการ ซึ่งปัญหาประการหนึ่งของการนำผงขนาดเล็กของแต่ละสารมาผสมกันโดยตรง อยู่ที่ผงวัสดุมีราคาแพง ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตสูง รวมถึงการผสมทางกลมักมีปัญหาการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอของผงเซรามิกในวัสดุประกอบหรือวัสดุผสมนั้น

กระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง เป็นกระบวนการสังเคราะห์วัสดุ ที่อาศัยความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาคายความร้อน ที่มีปริมาณความร้อนเพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่อง และจากการที่ปฏิกิริยาคายความร้อนทำให้ระบบมีอุณหภูมิสูงมาก (1400 – 4000°C) วัสดุที่ต้องใช้อุณภูมิสูงในการสังเคราะห์จึงสามารถสังเคราะห์โดยวิธีนี้ได้ โดยไม่ใช้เตาเผาไฟฟ้าอุณภูมิสูงที่มีราคาแพง รวมทั้งเป็นกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ได้รับความนิยมจากนักวิชาการและอุตสาหกรรมทางด้านวัสดุ โดยเฉพาะวัสดุเซรามิก วัสดุผสม และวัสดุผสมเชิงโลหะ ที่ต้องสังเคราะห์ขึ้นที่อุณหภูมิสูง

ถึงแม้กระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูง จะมีข้อดีอยู่มากแต่ ข้อด้อยที่สำคัญคือผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้จะมีลักษณะพรุนตัวสูง อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาคายความร้อนสูง และการระบายแก๊สออกจากผิวหน้าปฏิกิริยาขณะเคลื่อนตัว ทั้งนี้แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการใส่แรงกดให้กับชิ้นงานผลิตภัณฑ์ในขณะที่ชิ้นงานยังร้อนอยู่ทันทีหลังการเสร็จสิ้นปฏิกิริยาหรือในขณะที่ปฏิกิริยากำลังดำเนินอยู่ทั้งนี้ มีข้อดีคือไม่ต้องใช้แรงกดที่สูงเนื่องจากชิ้นงานยังอ่อนตัวอยู่

โครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการสังเคราะห์วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ โดยวิธีปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ประหยัดพลังงานและส่งผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมน้อย โดยใช้สารตั้งต้นราคาถูก คือผงแร่อิลเมไนต์ กับผงโบรอนออกไซด์ และผงอะลูมิเนียม ซึ่งสามารถผลิตผงวัสดุผสมและขึ้นรูปชิ้นงานที่มีความหนาแน่นสูงได้ในขั้นตอนเดียว ทั้งนี้ไทเทเนียมไดบอไรด์ เป็นสารประกอบเชิงโลหะ (Intermetallic compound) มีสมบัติที่ดีเด่นทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมีหลายประการเช่น มีจุดหลอมเหลวที่สูง (2970^{o}C) มีความแข็งสูง (1800 Knoop) มีความต้านทานการกัดกร่อนที่ดี และสมบัติทางกลอื่นๆที่สูงในสภาวะอุณหภูมิสูง [4] จึงเป็นวัสดุเสริมแรงที่สามารถเพิ่มสมบัติให้กับวัสดุผสมได้ และโดยผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้สามารถนำไปพัฒนาต่อเนื่อง เพื่อไปสู่การใช้งานหรือประยุกต์ใช้ในชิ้นส่วนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับอุณหภูมิสูงและการขัดสีเช่น เครื่องมือตัดปลายดอกสว่าน หรืออุปกรณ์ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ รวมทั้งแผ่นกันกระสุน

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 สังเคราะห์วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ โดยกระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง

3.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์

3.3 ศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาผลกระทบของตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ และกระบวนการการอัดแน่นชิ้นงาน โดยตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ คือเวลาในการบดผสมสารตั้งต้น และสัดส่วนปริมาณของสารในสารตั้งต้น และตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริง เพื่อการอัดแน่นชิ้นงาน คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้า จังหวะการปล่อยกระแสไฟฟ้า และแรงกดที่ใส่ให้กับชิ้นงาน

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงวิธีการสังเคราะห์และการอัดแน่นวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์โดยกระบวนการปฏิกิริยาก้าวหน้าด้วยตัวเองที่อุณหภูมิสูงร่วมกับกระบวนการกระแสไฟฟ้าในการช่วยซินเทอริงได้สภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมเส้นใยถ่านและการสังเคราะห์ เส้นใย TiC จากเส้นใยฝ้าย ด้วยกระบวนการ โซล-เจล ร่วมกับกระบวนการคาร์โบเทอร์มอล รีดักชัน

ก. ผลสำเร็จของการวิจัยของการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางในการผลิต วัสดุผสมชนิดอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก ขึ้นใช้เองภายในประเทศ เป็นการลดการพึ่งพาเทคโนโลยี จากต่างประเทศ

ข. อุตสาหกรรมในหลายประเภทสามารถนำผลสำเร็จของการวิจัยของการวิจัยนี้ ไปใช้ประโยชน์ เช่นชิ้นส่วนที่ต้องการความสามารถทนต่อการสึกหรอ เช่น ใบมีดกลึง หรือชิ้นส่วนในงานกัดแต่ง ชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ชิ้นส่วนขึ้นรูปลวด หรือชิ้นส่วนในงานขึ้นรูปโลหะ และอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ และเสื้อเกราะกันกระสุน

ค. ทำให้เป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาและการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ของวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์

ง. สร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุอื่นในอนาคต

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

แบ่งการดำเนินงานวิจัยเป็น 4 กิจกรรมหลัก คือ

กิจกรรมที่ 1: ออกแบบ จัดสร้างและทดลองระบบการอัดแน่นชิ้นงานผงด้วยกระแสไฟฟ้า ในการช่วยซินเทอริง

จัดสร้างต้นแบบ เครื่องอัดแน่นชิ้นงานผงด้วยกระแสไฟฟ้า ที่สามารถสังเคราะห์ วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ ในกระบวนการเดียวกัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานเท่ากับ 15 มม.

กิจกรรมที่ 2: หาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ในเตาปฏิกรณ์ SHS

ศึกษาตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ คือเวลาในการบดผสมสารตั้งต้น (แปร 4 ค่า) ความหนาแน่นของชิ้นงานกรีน (แปร 4 ค่า) ความดันของแก๊สอาร์กอนภายในเตาปฏิกรณ์ (แปร 3 ค่า) และสัดส่วนปริมาณของสารตั้งต้น $Al/FeTiO_3+B_2O_3$

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกตรวจสอบลักษณะด้วยเครื่องมือทดสอบดังนี้ SEM, EDS, TGA-DTA และ XRD

กิจกรรมที่ 3:หาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ ด้วย เครื่องอัดแน่นชิ้นงานผงด้วยกระแสไฟฟ้า

ศึกษาตัวแปรกระบวนการที่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ คือเวลาในการบดผสมสารตั้งต้น (แปร 4 ค่า) ความหนาแน่นของชิ้นงานกรีน (แปร 4 ค่า) ความดันของแก๊สอาร์กอนภายในเตาปฏิกรณ์ (แปร 3 ค่า) และสัดส่วนปริมาณของสารตั้งต้น $Al/FeTiO_3+B_2O_3$

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกตรวจสอบลักษณะด้วยเครื่องมือทดสอบดังนี้ SEM, EDS, TGA-DTA และ XRD แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการสังเคราะห์ในเตาปฏิกรณ์ จากกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 4::หาสภาวะที่เหมาะสมในการอัดแน่นวัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์

ศึกษาตัวแปรสำหรับการอัดแน่นชิ้นงาน ปริมาณกระแสไฟฟ้า (แปร 4 ค่า) จังหวะการปล่อยกระแสไฟฟ้า (แปร 4 ค่า) และแรงกดที่ใส่ให้กับชิ้นงาน (แปร 4 ค่า)

ทดสอบหาความหนาแน่นปรากฏ (Apparent Density) ตามวิธีมาตรฐานอาร์คิมีดีส (Archimedes) การทดสอบสมบัติทางกล(ค่าความแข็งแรงต่อการแตกหักและค่าความแข็ง)

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2556

8. รายละเอียดคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	ต.ค.54-มี.ค.55	เม.ย -ก.ย.55	รวม
1. งบบุคลากร			
ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท 1 คน อัตรา 7,500 บาท/เดือน เวลา 24 เดือน	45,000	45,000	90,000
2. งบดำเนินงาน			
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
2.1.1 ค่าตอบแทน ค่าอาหารทำการนอกเวลา 30 วัน/คน (อัตราวัน/คน 100 บาท)	3,000	3,000	6,000
2.1.2 ค่าใช้สอย			
1) ค่าจ้างเหมาบริการจัดสร้างเครื่องอัดแน่นชิ้นงานผงด้วยกระแสไฟฟ้า	30,000	-	30,000
2) ค่าจ้างวิเคราะห์ สมบัติต่างๆ ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์	15,000	30,000	45,000
3) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เพื่อสืบค้นข้อมูล ร่วมประชุมอบรม และนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ ภายในประเทศของนักวิจัย 1 คน	-	15,000	15,000
4) ค่าจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	-	1,000	1,000
2.1.3 ค่าวัสดุ			
1) วัสดุสำนักงาน	1,500	1,500	3,000
2) ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ และสารเคมี ในการสังเคราะห์ วัสดุผสมเหล็กอะลูมิไนด์ เสริมแรงด้วยไทเทเนียมไดบอไรด์และอะลูมิเนียมออกไซด์(โบรอนออกไซด์ อะลูมิเนียม อิลเมไนต์ แก๊สอาร์กอน เป็นต้น)	40,000	40,000	80,000
3) ค่าวัสดุจัดสร้างเครื่องอัดแน่นชิ้นงานผงด้วยกระแสไฟฟ้า	70,000	-	70,000

รายการ	ต.ค.54-มี.ค.55	เม.ย -ก.ย.55	รวม
2.2 ค่าสาธารณูปโภค			
2.2.1 ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	1,000	1,000	2,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**205,500**	**136,500**	**342,000**

หมายเหตุ: *ขอถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 12. การพัฒนากระบวนอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยงเพื่อการผลิตผงโลหะสังกะสี Development of a Centrifugal Atomization Process for Producing Zinc Powder

2. ความสำคัญ และที่มาของโครงการวิจัย

ปัจจุบันนี้โลหะผงกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนทางวิศวกรรม เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนทางวิศวกรรมด้วยโลหะผงนั้น มีข้อดีกว่ากระบวนการผลิตแบบอื่นคือ ชิ้นงานที่ได้มีสมบัติเชิงกลสม่ำเสมอทั้งชิ้นงาน ไม่มีปัญหาเรื่องการกระจายตัวของธาตุ อัตราการผลิตสูง ปริมาณการสูญเสียต่ำ ต้นทุนในการผลิตลดลง เป็นทางเลือกสำหรับการขึ้นรูปแบบต่างๆ และการแปรรูปวัสดุที่ขึ้นรูปยาก เช่นโลหะหรือโลหะผสมที่ทนความร้อนสูง สามารถนำไปใช้ในการผลิตวัสดุชนิดใหม่ และวัสดุที่มีสมรรถนะสูงๆได้ ซึ่งวิธีทางโลหะกรรมวัสดุผงนั้นจะประกอบไปด้วยการผลิตผงโลหะ การจำแนกผงโลหะ และการขึ้นรูปผงโลหะด้วยวิธีการต่างๆ นอกจากการนำผงโลหะมาขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีการนำผงโลหะไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในการพ้นเคลือบทางความร้อน เพื่อทำให้ผิวของชิ้นงานที่ผ่านการพ่นเคลือบทนต่อการสึกหรอมากขึ้น ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของสี ใช้เป็นส่วนผสมของหมึกพิมพ์ และใช้เป็นวัตถุระเบิด เป็นต้น การผลิตชิ้นงานทางวิศวกรรมในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของกระบวนการผลิตขึ้นมากมาย ทั้งนี้เพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพด้านต่าง ๆ ดีขึ้น สามารถผลิตได้ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด จึงทำให้มีแนวโน้มในการนำเข้าผงโลหะมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตมากขึ้น สำหรับประเทศไทยได้มีการนำเข้าผงโลหะจากต่างประเทศอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ผงสังกะสี ผงทองแดง และ ผงอะลูมิเนียม เป็นต้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สถิติการนำเข้าผงโลหะจากต่างประเทศในปี พ.ศ. 2549 - เมษายน 2553 [1]

ชนิด	HS-Code	มูลค่า (บาท)				
		2549	**2550**	**2551**	**2552**	**ม.ค. – เม.ย. 2553**
Zn	7903	307,601,957	364,636,898	337,655,415	213,403,486	119,779,458
Cu	7406	280,909,723	686,943,204	702,823,658	225,492,879	112,121,619
Al	7603	109,832,852	116,465,448	141,816,658	107,216,283	36,534,449

จากสถิติการนำเข้าผงโลหะพบว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี เนื่องจากผงโลหะเหล่านี้จะนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ใช้ทำแบตเตอรี่ ใช้ผสมทำเป็นโลหะผสมชนิดต่าง ๆ เช่น ทองเหลือง ทองสัมฤทธิ์ และทำเป็นเชื้อเพลิงในดอกไม้ไฟ เป็นต้น ซึ่งหากพิจารณาจากปริมาณการใช้งานผงโลหะเหล่านี้ภายในประเทศแล้ว พบว่ายังมีความต้องการอยู่ใน

ปริมาณที่สูง จึงเป็นสาเหตุทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินออกนอกประเทศเพื่อนำเข้าวัตถุดิบเหล่านี้มาใช้เป็นจำนวนมาก ส่งผลทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วย สาเหตุที่ต้องการนำเข้าผงโลหะมาจากต่างประเทศนั้น เนื่องจากประเทศไทยยังขาดเทคโนโลยีที่จะใช้ในการผลิตผงโลหะ จึงทำให้ไม่สามารถที่จะผลิตผงโลหะขึ้นมาใช้เองภายในประเทศได้ ซึ่งถ้าหากเราสามารถที่จะผลิตผงโลหะขึ้นมาใช้ได้เอง เพื่อเป็นการทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศก็จะมีส่วนช่วยทำให้ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมลดลงได้ และยังสามารถที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตผงโลหะภายในประเทศได้ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิตผงโลหะเหล่านี้แตกต่างกันไปตามสมบัติเฉพาะของโลหะชนิดนั้น ๆ ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ วิธีการอะตอมไมเซชัน เพราะจะทำให้ได้ผงโลหะที่มีประสิทธิภาพสูง อัตราการผลิตสูง และสามารถใช้ผลิตผงโลหะได้หลากหลายชนิด

กระบวนการอะตอมไมเซชันจะอาศัยหลักการทำให้โลหะหลอมเหลวเกิดการแตกตัวออกเป็นหยดหรือเป็นละอองที่มีขนาดเล็ก หลังจากนั้นละอองน้ำโลหะจะเกิดการแข็งตัวกลายเป็นเม็ดผงโลหะที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งการทำให้โลหะหลอมเหลวเกิดการแตกตัวเป็นละอองได้นั้นต้องมีแรงมากระทำต่อน้ำโลหะด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ การอะตอมไมเซชันด้วยน้ำ การอะตอมไมเซชันด้วยแรงหมุนเหวี่ยง และการอะตอมไมเซชันด้วยคลื่นอัลตราโซนิค เป็นต้น เทคนิคการอะตอมไมเซชันแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะสามารถผลิตผงโลหะได้หลากหลายชนิด เช่น ผงโลหะสังกะสี ผงโลหะอะลูมิเนียม และผงโลหะทองแดงสามารถที่จะผลิตได้ด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ การอะตอมไมเซชันด้วยน้ำ และการอะตอมไมเซชันด้วยแรงหมุนเหวี่ยงวิธีใดวิธีหนึ่งได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของกระบวนการอะตอมไมเซชันทั้ง 3 แบบแล้ว พบว่ากระบวนการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยงมีข้อดีกว่ากระบวนการอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซ และการอะตอมไมเซชันด้วยน้ำ ดังนี้

1) การสูญเสียพลังงานไปในระหว่างการอะตอมไมเซชันมีค่าน้อยกว่าการอะตอมไมเซชันด้วยก๊าซและการอะตอมไมเซชันด้วยน้ำ
2) ผงโลหะที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์สูง
3) ผงโลหะที่ผลิตได้จะมีขนาดเล็กละเอียดมาก
4) ให้ผลผลิต (Yield) ที่สูงกว่า
5) มีกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

จากข้อดีต่างๆ เหล่านี้ของกระบวนการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง จึงเป็นแรงจูงใจที่ผู้วิจัยจะเลือกการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ในการผลิตผงโลหะสังกะสี เพื่อที่จะได้สร้างองค์ความรู้ทางด้านการผลิตผงโลหะ และจะเป็นประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมของประเทศได้โดยตรง

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสีด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง และศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสี เพื่อเป็นการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านโลหะวิทยาวัสดุผง

3.2 เพื่อศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของผงโลหะสังกะสีที่ผลิตได้จากกระบวนการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสีด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง โดยจะศึกษาถึงอิทธิพลของชนิด และขนาดของจานอะตอมไมเซอร์ ความเร็วรอบของจานหมุน อุณหภูมิและอัตราการไหลของโลหะเหลวที่ป้อนลงบนจานอะตอมไมเซอร์ ที่มีผลต่อสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้

4.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การกระจายตัวและขนาดเฉลี่ยของอนุภาค รูปทรงของผงโลหะ ความหนาแน่นปรากฏ และการไหลตัวของผงโลหะ เป็นต้น

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้กระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสีด้วยวิธีการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง โดยทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในในการผลิตผงโลหะสังกะสี กับลักษณะจำเพาะของผงโลหะสังกะสีที่ผลิตได้ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการกำหนดค่าการผลิต เพื่อให้ได้ผงโลหะที่มีลักษณะจำเพาะตามที่ตลาดต้องการ

5.2 นำความรู้พื้นฐานที่ได้ถ่ายทอดให้แก่ภาคอุตสาหกรรมที่มีความสนใจ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และมีความเป็นไปได้สูงในการทำวิจัยร่วมกันกับภาคอุตสาหกรรมในอนาคต เช่น บริษัท ผาแดงอินดัสทรี ซึ่งเป็นผู้ผลิตโลหะสังกะสีในประเทศไทย

5.3 ได้ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ และระดับนานาชาติ

5.4 สามารถผลิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

รายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

<u>กิจกรรมที่ 1</u> ทบทวนวรรณกรรม

วิธีการ ศึกษาค้นคว้า และทบทวนทฤษฎี งานวิจัย และสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสีด้วยวิธีการอะตอมไมเซชัน เปรียบเทียบความความแตกต่างของแต่ละเทคนิคที่ใช้ในการผลิตผงโลหะ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง ต่อยอดจากงานวิจัยในอดีต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผงโลหะสังกะสีให้ดีขึ้น

<u>กิจกรรมที่ 2</u> ออกแบบการทดลอง

วิธีการ สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองผลิตผงโลหะสังกะสีเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อสมบัติต่างของผงโลหะดังนี้

ขนาดเฉลี่ยและลักษณะการกระจายขนาดของผงโลหะสังกะสี

รูปทรงของผงโลหะสังกะสี

ความหนาแน่นปรากฏ

ปริมาณออกซิเจนที่ผิวของผงโลหะสังกะสี

<u>กิจกรรมที่ 3</u> จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ สำหรับปรับปรุงเครื่องอะตอมไมเซอร์และสำหรับใช้ในการทดลองผลิตผงโลหะสังกะสี และตรวจสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้

วิธีการ ศึกษาการทำงานของเครื่องอะตอมไมเซอร์แบบอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง เพื่อกำหนดค่าของตัวแปรควบคุมของการทดลองให้อยู่ในช่วงขีดความสามารถของเครื่องมือ และจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ เพื่อทำการปรับปรุงเครื่องอะตอมไมเซอร์ให้พร้อมสำหรับการทดลอง และจัดซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง เช่น เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนระดับ ppm โลหะสังกะสีชนิดแท่ง เป็นต้น

<u>กิจกรรมที่ 4</u> ทดลองผลิตผงโลหะสังกะสีด้วยกระบวนการอะตอมไมเซชันโดยอาศัยแรงหมุนเหวี่ยง โดยควบคุมเงื่อนไขการผลิตให้ได้ตามที่ออกแบบไว้

วิธีการ ผลิตผงโลหะสังกะสีที่ตัวแปรควบคุมต่างๆ ได้แก่ ชนิดและขนาดของจานอะตอมไมเซอร์ ความเร็วรอบของจานอะตอมไมเซอร์ อุณหภูมิและอัตราการป้อนน้ำโลหะ และปริมาณออกซิเจนภายในถังอะตอมไมเซอร์

<u>กิจกรรมที่ 5</u> ตรวจสมบัติผงโลหะสังกะสีที่ผลิตได้

วิธีการ ตรวจสมบัติทางกายภาพของผงโลหะที่ผลิตได้ ได้แก่ ขนาดเฉลี่ยของผงโลหะและลักษณะการกระจายขนาดของอนุภาคผงโลหะ และรูปทรงของผงโลหะสังกะสีที่ผลิตได้ และตรวจสมบัติทางเคมีของผงโลหะที่ผลิตได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ผิวของผงโลหะสังกะสี

<u>กิจกรรมที่ 6</u> วิเคราะห์และสรุปผล

วิธีการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุมของกระบวนการการผลิตผงโลหะกับสมบัติของผงโลหะที่ผลิตได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลจากการศึกษาครั้งนี้กับผลการศึกษาของงานวิจัยที่ผ่านมา และสรุปผลการวิจัย

<u>กิจกรรมที่ 7</u> เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

วิธีการ เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

กิจกรรมที่ 8 เผยแพร่ผลงานวิจัย

วิธีการ รวบรวมผลจากการศึกษาเพื่อนำไปเรียบเรียงเป็นบทความทางวิชาการสำหรับนำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ

7. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2556

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	**จำนวนเงิน (บาท)**		
	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
1. งบบุคลากร (ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย 1 คน เดือนละ 7,940 บาท)	47,640	47,640	95,280
2. งบดำเนินการ			
2.1 ค่าตอบแทนใช้สอย			
- ค่าจ้างในการปรับปรุงดัดแปลงเครื่องอะตอมไมเซอร์	10,000	40,000	50,000
- ค่าจ้างทำเตาหลอมโลหะและระบบป้อนน้ำโลหะ	10,000	30,000	40,000
- ค่าจ้างทำจานอะตอมไมเซอร์	-	30,000	30,000
- ค่าจ้างทำระบบสุญญากาศ	-	-	-
- ค่าวิเคราะห์สมบัติของผงโลหะ (PSD, Oxygen content, SEM)	-	10,000	10,000
- ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปร่วมประชุมอบรม และนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ	-	10,000	10,000
- ค่าจัดทำรายงาน	-	2,000	2,000
2.1 ค่าวัสดุและอุปกรณ์			
- ค่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงดัดแปลงเครื่องอะตอมไมเซอร์	10,000	10,000	20,000
- ค่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำเตาหลอมโลหะและระบบป้อนน้ำโลหะ	5,000	10,000	15,000
- ค่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำจานอะตอมไมเซอร์	-	10,000	10,000
- ค่าโลหะสังกะสีชนิดแท่ง	-	20,000	20,000
- ค่าสารเคมีต่าง ๆ และวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการทดลอง เช่น ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซอาร์กอน ฯลฯ	5,000	8,000	13,000
- ค่าวัสดุสำนักงาน	1,000	1,000	2,000

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	งวดที่ 1	งวดที่ 2	รวม
2.3 ค่าสาธารณูปโภค			
- ค่าโทรศัพท์ โทรสาร ค่าไปรษณีย์โทรเลข	1,360	1,360	2,720
3. ครุภัณฑ์			
- เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนระดับ ppm จำนวน 1 ชุด	160,000	-	160,000
รวมงบประมาณที่ขอ	**250,000**	**230,000**	**480,000**

หมายเหตุ ขอถัวเฉลี่ยงบประมาณทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 13. การศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดินเผาที่ผสมของเสียกากขี้แป้งเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

(The characteristic study of composite brick mixed with concentrated latex waste sludge for using as commercial material)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำยางข้นเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทั้งในรูปของน้ำเสียและของเสีย โดยของเสียชนิดหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นคือ ตม หรือกากขี้แป้ง (รูปที่ 1) (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี และคณะ, 2547 และ วราศรี เถกประสิทธิ์, 2543) ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งตะกอนสีขาว เกิดจากการกระบวนการผลิตน้ำยางข้นซึ่งมีการปั่นแยกน้ำยาง (Centrifugation) โดยมีการเติมแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Diammonium Hydrogen Phosphate: DAHP) ลงในน้ำยางสดเพื่อรักษาสภาพน้ำยางก่อนเข้าสู่กระบวนการปั่นแยกเป็นน้ำยางข้นและแยกส่วนตะกอนแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยางสด (Gazeley, 1988; Sathyseelan, 2006 และ White, 2001) จากกระบวนการปั่น นอกจากนี้ยังสามารถแยกแหล่งที่มาของกากขี้แป้งจากส่วนต่างๆตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบไปจนถึงการปั่นแยกในสัดส่วนปริมาณที่แตกต่างกันนอกเหนือจาก ตะกอนจากการเติม DAHP และตะกอนจากการปั่นแยกซึ่งได้กล่าวไปแล้ว คือกากตะกอนในน้ำยางสดที่รับซื้อจากภายนอกและกากตะกอนในบ่อเก็บน้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งท้ายที่สุดจะถูกรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันรอการจัดการต่อไป กากขี้แป้ง ประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่าง ๆ จำพวกฝุ่น ทราย เศษไม้ ฟอสฟอรัส ขี้เถ้าและตะกอนของโลหะแมกนีเซียม มี pH ค่อนข้างเป็นกลางถึงด่างอ่อน ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง (วิภาวรรณ อุบล, 2550) และมีค่าของแข็งระเหยได้ประมาณร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนัก

วส.197

1.ก **2. ก** **3. ก**

รูปที่ 1 *ก. กากขี้แป้งจากเครื่องปั่นเหวี่ยง ข.กากขี้แป้งที่จับตัวเป็นก้อน (วัชราพร ป้องก่าน, 2551) ค. กากขี้แป้งผ่านการอบแห้งและบดละเอียด*

นอกจากนี้ในกากขี้แป้งอบแห้งยังประกอบไปด้วยธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส และสังกะสี ในปริมาณประมาณร้อยละ 3, 15, 1.2, 10 และ 0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งค่าที่ได้อาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต และคุณภาพของน้ำยางสด เป็นต้น (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี และคณะ, 2547; วราศรี เถกประสิทธิ์,

2543 และ Blackley, 1997) ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้น กากขี้แป้งถือว่าเป็นของเสียที่ทางโรงงานไม่ต้องการ จากการศึกษาข้อมูลของโรงงานผลิตน้ำยางข้นในเขตจังหวัดสงขลาพบว่า กากขี้แป้งจะเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักของน้ำยางสดที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำยางข้น กล่าวคือ จะมีของเสียในรูปกากขี้แป้งเกิดขึ้นในแต่ละโรงงานประมาณ 0.39-1.58 ตันต่อวัน (วราศรี เถกประสิทธิ์, 2543 และ วันชัย แก้วยอด, 2540) ขึ้นกับขนาดการผลิตและในการกำจัดกากขี้แป้งนั้น ทางโรงงานมักจะดำเนินการกำจัดด้วยการทิ้งไปหรือใช้ถมพื้นที่ ถมถนน รวมทั้งการเผาทิ้ง (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์และคณะ, 2545) ซึ่งอาจเป็นวิธีการกำจัดที่ไม่เหมาะสม เพราะอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

ดังนั้นหากนำกากขี้แป้งดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆได้ ก็จะเป็นการช่วยลดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้นได้ ทำให้ลดปริมาณกากขี้แป้งที่จะนำไปกำจัดลงได้ ซึ่งโครงการนี้ถือได้ว่าเป็นการต่อยอดโครงการวิจัยที่ได้ศึกษาแนวทางการนำกากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้น ไปเป็นวัสดุก่อสร้าง โดยมุ่งศึกษาการนำไปทำอิฐดินเหนียว และอิฐที่เกิดจากสารประกอบจีโอโพลิเมอร์ เนื่องจาก จีโอโพลิเมอร์เป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของอะลูมิโนซิลิเกตซึ่งเกิดจากสารละลายอัลคาไลน์เข้มข้น ทำปฏิกิริยาและใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผลิตผลที่ได้มีคุณสมบัติคล้ายซีเมนต์ สามารถนำมาผลิตเป็นอิฐได้อีกวิธีหนึ่ง จากอิฐทั้งสองวิธีที่ผลิตได้ สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างและตกแต่ง เป็นต้น ซึ่งการผสมกากขี้แป้งโดยตรง ผลจากการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ และยังมีประเด็นของคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจอีกหลายประการอาทิเช่น คุณสมบัติวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถควบคุมลักษณะสมบัติ เช่นน้ำหนัก ความพรุน และการดูดซึมน้ำ โดยการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งเน้นในประเด็นของการพัฒนาสูตรส่วนผสมและการขึ้นรูปได้จริงเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามต้องการเพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันเช่น ความต้องการความแข็งแรงมาอันดับแรกหรือความเบาเป็นต้น

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 พัฒนาสูตรส่วนผสมและการขึ้นรูปเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามต้องการของชิ้นงานจากส่วนผสมที่เป็นของเสียอุตสาหกรรมประเภทกากขี้แป้งและของเสียเถ้าลอยจากเตาเผา

3.2 ศึกษาคุณสมบัติของชิ้นงานที่ได้โดยเน้นเรื่องความแข็งแรงและความเบา

3.3 ทดสอบการชะละลายของธาตุอาหารจากชิ้นงานที่ได้

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

4.1 เป็นการทดลองผสมกากขี้แป้งกับดินเหนียวทำอิฐมอญ และวัสดุจีโอพอลีเมอร์ โดยใช้กากขี้แป้งที่ผ่านการแยกแยกขนาดคละในสัดส่วนที่ต่างกันในแต่ละชุดการทดลองและการผสมวัสดุจีโอพอลีเมอร์ทั้งที่มีการเผาและไม่เผา เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของชิ้นงานที่ได้

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ การหดตัวแบบแห้ง ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐ ค่าความต้านทานกำลังรับแรงอัด

4.3 ทดสอบการชะละลายของธาตุอาหาร ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตส เซียม และแมกนีเซียม

4.4 เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนามในพื้นที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และใช้กากขี้แป้งจากโรงงานในจังหวัดสงขลา

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1) ความรู้เกี่ยวกับอิฐน้ำหนักเบาและวัสดุ Geo-polymer ที่ผสมวัสดุกากของเสียขี้แป้งและเถ้าน้ำหนักเบา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพอิฐเป็นประโยชน์ต่อวงการก่อสร้างและการพัฒนาไปเป็นวัสดุใช้งานอื่นๆ เช่นวัสดุตบแต่งสวน วัสดุ ทางการเกษตร เป็นต้น

5.2) แนวทางการจัดการกากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้น เพื่อลดปริมาณของ เสียดังกล่าวที่จะนำไปกำจัด และลดปัญหาการกำจัดที่ไม่ถูกวิธี

5.3) ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของกากขี้แป้ง เพื่อนำมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นๆต่อไป เป็นการกำจัดของเสียอุตสาหกรรม

5.4) เป็นการใช้ประโยชน์จากของเสียอุตสาหกรรม โดยภาคโรงงานร่วมกับชุมชนเพื่อแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน โดยใช้วิธีนี้เป็น 1 ในหลายๆ ทางเลือก

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

<u>การทดลองที่ 1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์</u>

1.1) นำกากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น ในจังหวัดสงขลา ทำการแยกเนื้อยางออกแล้ว มาผสมกับดินปั้นอิฐซึ่งได้จากโรงงานเผาอิฐในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในสัดส่วนกากขี้แป้งที่แตกต่างกัน

1.2) การเตรียมตัวอย่างอิฐดินเผา

ทำการผสมกากขี้แป้งที่ผ่านการย่อยให้ละเอียดลงไปในดินเหนียวเพื่อทำอิฐที่อัตราส่วนระหว่างดิน เหนียว : กากขี้แป้งอัตราส่วนต่างๆ เช่น 100:0, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยน้ำหนัก โดยใช้/ไม่ใช้ Diatonmite เป็นส่วนผสมเพิ่มเติมเพื่อป้องกันการแตกจากการเผา ทำการทดลองอัตรา ส่วนผสมละ 3-5 ตัวอย่าง เมื่อดินเหนียวและกากขี้แป้งผสมกันจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จึงนำมาอัดลงแบบหล่อ ลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูป จากนั้นผึ่งส่วนผสมในแบบหล่อให้แห้งด้วยลม เพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวของอิฐขณะถอดแบบ เมื่ออิฐแห้งพอหมาด ซึ่งจะสังเกตได้จากสีของดินที่เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลที่อ่อนลง จึงทำการถอดแบบและนำอิฐที่ขึ้นรูปแล้วมาผึ่งลมต่ออีกประมาณ 1-2 วัน (ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศซึ่งอากาศในภาคใต้ของไทยค่อนข้างมีความชื้นสูง) เมื่ออิฐที่ขึ้นรูปถูกตากให้แห้งแล้ว จึงนำมาทำการวัดขนาด ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า จากนั้นนำก้อนอิฐไปเข้าตู้อบอุณหภูมิ 200^{o}C เป็นเวลา 1 คืน เพื่อไล่ความชื้น อิฐตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้วจะถูกนำไปเข้าเตาเผาโดยมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 5 ^{o}C/min จนถึงอุณหภูมิ 600 ^{o}C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ จากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิที่อัตรา 5 ^{o}C/min เช่นเดิม จนถึงระดับอุณหภูมิ 1,050 ^{o}C เป็นเวลา 13 ชั่วโมง เพื่อให้อิฐสุก และปล่อยให้เย็นในเตาเผา โดยมีระยะเวลาการเผาทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง เมื่อนำอิฐออกจากเตาเผาแล้ว จึงทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

1.3) การผลิตอิฐจากสารผสมจีโอพอลีเมอร์

ในการผลิตสารผสมจีโอพอลีเมอร์ จะมีสารเคมีตั้งต้นซึ่งประกอบด้วย สารละลายโซเดียมซิลิเกต (Na2O.SiO2) ซึ่งมี Na2O 9% และ SiO2 30% โดยน้ำหนัก ความถ่วงจำเพาะ 1.36 ที่ 30 องศาเซลเซียส และ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เตรียมที่ความเข้มข้น 10 โมล่าร์ ในการเตรียมจีโอโพลิเมอร์จากเถ้าถ่านหิน นำเถ้ามาผสมกับ 10 M NaOH และ Na2O.SiO2 ทำการผสมที่หลายอัตราส่วนของ Na2O.SiO2/NaOH (G/N) โดยน้ำหนักโดยการผสมจะทำการผสมผสมเถ้าถ่านหิน, 10 M NaOH และ Na2O.SiO2ในเวลาเดียวกันแล้วทำการบ่มของเหลวข้นที่ได้ในเตาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเพื่อเร่งการเกิดปฏิกิริยา เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงแกะแบบออกมาเป็นก้อนอิฐ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงจนเกินไปทำให้สามารถนำไปบ่มโดยใช้แสงอาทิตย์ได้ด้วย

1.4) การทดสอบทางวิศวกรรม

นำอิฐที่ได้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำกากขี้แป้งมาเป็นส่วนผสมในการทำอิฐดินเผาเพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสังเกตลักษณะภายนอกของอิฐคือ ลักษณะพื้นผิวภายนอก ขนาด น้ำหนัก และความหนาแน่นแห้งซึ่งใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัมเป็นอุปกรณ์การวิเคราะห์ และเปรียบเทียบระหว่างอิฐที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมกับอิฐดินเผาธรรมดา

การวิเคราะห์การหดตัวแบบแห้ง

อิฐที่ผ่านการขึ้นรูป อบ และเผาแล้ว นำมาวิเคราะห์ขนาดโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เป็นอุปกรณ์ในการวัด เพื่อวิเคราะห์หาค่าร้อยละการหดตัวรวมเชิงเส้น (Total Linear Shrinkage; T.L.S) โดยวัดการหดตัวตั้งแต่หลังขึ้นรูป จนกระทั่งหลังเผา (Wet to Fire) มีวิธีการวิเคราะห์ คือ วัดขนาด กว้าง×ยาว×สูง ของก้อนอิฐหลังขึ้นรูป เป็นค่า L_p อบแท่งทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 200^{o}C เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นนำแท่งทดสอบเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 1,050 ^{o}C วัดความยาวหลังเผาบันทึกค่าเป็น L_fและสุดท้ายคำนวณหาค่าร้อยละการหดตัวรวมเชิงเส้นรวมถึงค่าร้อยละการหดตัวรวมเชิงปริมาตร (Total Volumetric Shrinkage; T.V.S) ตามสมการ (1) และ (2)

$$T.L.S = \left[\frac{(L_p - L_f)}{L_p}\right] \times 100 \quad (1)$$

$$T.V.S = \left[\frac{(V_p - V_f)}{V_p}\right] \times 100 \quad (2)$$

โดย V_p คือ ปริมาตรของก้อนอิฐหลังขึ้นรูป และ V_f คือ ปริมาตรของก้อนอิฐหลังการเผา

การวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำ

นำก้อนอิฐตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล บันทึกน้ำหนักอิฐแห้งเป็น W_1 จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่นจนท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำก้อนอิฐตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ใช้ผ้าเปียก

ซับน้ำบนผิวก้อนอิฐตัวอย่างทีละก้อนแล้วชั่งน้ำหนักให้เสร็จภายใน 3 นาที บันทึกน้ำหนักอิฐที่ดูดซึมน้ำเป็นค่า W_2 จากนั้นจึงคำนวณหาค่าร้อยละการดูดซึมน้ำ (Water Absorption: W.A) จากสมการ (3)

$$W.A = \left[\frac{(W_2 - W_1)}{W_1} \right] \times 100 \quad (3)$$

การวิเคราะห์ค่าความต้านทานกำลังอัดของอิฐ

ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานการทดสอบของสมาคมเพื่อการทดสอบและวัสดุของอเมริกัน (American Society for Testing and Materials) หรือ ASTM C495-07 โดยใช้เครื่องทดสอบกำลังอัด แบบเกลียวหมุนโยกด้วยมือ (Proving Ring) ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) หาได้จากสมการ (4)

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (4)$$

โดย f_c คือ กำลังรับแรงอัดประลัย มีหน่วยเป็น kg/cm^2 P คือ แรงอัด มีหน่วยเป็น kg และ A คือ พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่าง มีหน่วยเป็น cm^2

<u>การทดลองที่ 2 การทดสอบการชะละลายเบื้องต้น</u>

เป็นการทดสอบหาปริมาณการละลายออกของธาตุอาหารต่าง ๆ ในอิฐตัวอย่าง โดยนำอิฐตัวอย่างของแต่ละอัตราส่วนผสมที่ผ่านการเผาแล้ว มาแช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 14 วัน เก็บตัวอย่างวันแรกและทุกๆ 3 วัน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ กรองด้วย Acetate Membrane Filter ขนาด 0.45 µm และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ไนโตรเจน (ในรูป NO_3^--N) โดยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm. ส่วนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตรวจวัดโดยเครื่อง Optical Emission Spectrometer (Optima 4300 DV) Perkin Elmer Instruments ตามวิธีของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater รวมถึงวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ของน้ำชะละลาย นอกจากนี้ยังวัดปริมาณโลหะหนักที่มักพบในกากขี้แป้งเช่น สังกะสี

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	จำนวนเงิน
1. งบบุคลากร	
1.1) ผู้ช่วยวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา (1 คน x 12 เดือน x7,500 บาท)	90,000
2. งบดำเนินงาน	
2.1.1 ค่าตอบแทน เช่น ค่าภาคสนาม (20 วัน x 2 คน x 200 บาท)	8,000
2.1.2 ค่าใช้สอย	
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ	
2) ค่าเช่ารถ เก็บตัวอย่างภาคสนาม 5 วัน x 1,000 บาท	5,000
3) ค่าน้ำมัน เก็บตัวอย่างภาคสนาม 5 วัน x 1,000 บาท	5,000
4) ค่าวัสดุอุปกรณ์การทดลองในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์	30,000
5) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์เครื่องอัด	10,000
6) ค่าใช้จ่ายในการสัมนาถ่ายทอดเทคโนโลยีและการเผยแพร่ผลงาน	
6.1) นำเสนอผลงานในประเทศ	10,000
7) ค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง	
7.1) ค่าวิเคราะห์กำลังรับแรงอัดชิ้นงาน (120 ตัวอย่าง X 3 ซ้ำx 150 บาท)	54,000
7.2) ค่าบริการเผาอิฐในห้องปฏิบัติการ(120 ตัวอย่าง x 3 ซ้ำ x 50 บาท)	18,000
7.3) ค่าบริการเผาอิฐที่โรงผลิต	30,000
7.4) ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหาร (10 ตัวอย่าง x 4 ธาตุ x 600 บาท)	24,000
7.5) ค่าวิเคราะห์โลหะหนัก (10 ตัวอย่าง x 3 ชนิด x 100 บาท)	3,000
2.1.3 ค่าวัสดุ	
1) วัสดุสำนักงานและวัสดุสิ้นเปลือง	5,000
2) ค่าสารเคมีในการวิเคราะห์ตัวอย่าง	20,000
3) ค่าวัสดุทางวิทยาศาสตร์	15,000
4) ค่าจัดทำรายงานความก้าวหน้าและรายงานฉบับสมบูรณ์	10,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**337,000**

วศ.202

1. ชื่อโครงการ 14. เครื่องตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมบนต้น
(The Instrument for Classification Young Aromatic Coconuts from tree)

2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางในประเทศไทย เนื่องจากน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวมีรสชาติหวานกลมกล่อมและมีกลิ่นหอมชื่นใจ จึงเป็นพืชที่นิยมบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย ก็นิยมรับประทาน นอกจากนี้ยังมีการส่งมะพร้าวออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศทั้งในรูปผลสด และแปรรูปมูลค่าปีละหลายสิบล้านบาท ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของชาวสวนมะพร้าว คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมีอยู่ 3 รูปแบบคือ มะพร้าวชั้นเดียว มะพร้าวชั้นครึ่ง และมะพร้าวเนื้อสองชั้น แต่มะพร้าวที่เป็นความต้องการของตลาดเหมาะสมกับการบริโภคคือมะพร้าวเนื้อสองชั้นเท่านั้น (กรมส่งเสริมการเกษตร,2541) ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตชาวสวนจะสังเกตจากสีผลบริเวณรอยต่อผลกับขั้วผล ถ้าเห็นสีขาวเป็นวงกว้างแสดงว่ามะพร้าวอ่อนเกินไปแต่เมื่อสีขาวบริเวณรอยต่อเหลือเพียงเล็กน้อยแสดงว่าได้ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยที่ผลการจำแนกชั้นเนื้อมะพร้าวของชาวสวนผู้มีประสบการณ์สามารถจำแนกได้ถูกต้องเพียงประมาณ 30%

นราธร สังข์ประเสริฐและคณะ(2549) ได้ทำการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม โดยใช้ภาพถ่ายส่วนบนของมะพร้าวและใช้วิธี K-mean บนโปรแกรม Matlab ในการจำแนกชั้นเนื้อมะพร้าว สามารถจำแนกได้ถูกต้อง 91.7% ซึ่งขั้นตอนในการจำแนกเริ่มจากตัดมะพร้าวออกจากต้นนำมาถ่ายภาพ จากนั้นนำภาพที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คัดแยกชั้นเนื้อมะพร้าวได้ แต่ในกรณีที่มะพร้าวที่ตัดมามีเนื้อเยื่อไม่เหมาะสมกับการบริโภคต้องทิ้งไปทำให้เกิดการสูญเสีย

จากการที่ผู้วิจัยได้รับทุนวิจัยเรื่องการจำแนกมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ภาพถ่ายด้านล่าง ประจำปีงบประมาณ 2553 จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์นั้น ผลการวิจัย (ศุภชัยและคณะ (2553) พบว่าสามารถจำแนกชั้นเนื้อมะพร้าวได้ถูกต้องมากกว่า 82% และมีจุดเด่นคือสามารถทำการทดสอบผลมะพร้าวบนต้นได้ โดยไม่ต้องตัดมะพร้าวจากต้นทำให้ลดการสูญเสียผลมะพร้าวที่มีชั้นเนื้อที่ไม่ต้องการได้

ในงานวิจัยนี้ต้องการมุ่งเน้นในการสร้างเครื่องมือตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าว เพื่อให้เกษตรสามารถนำไปใช้ในการเก็บผลมะพร้าวจากต้นได้ถูกต้องตามชั้นเนื้อที่ต้องการ

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

3.1 เพื่อสร้างเครื่องมือตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวได้โดยตรง

3.2 เพื่อทำการปรับปรุงเทคโนโลยีการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยไม่ทำลายผลมะพร้าว

3.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของชาวสวนและเพิ่มคุณภาพผลผลิตมะพร้าวน้ำหอม

4. ขอบเขตของงานวิจัย

4.1 พันธุ์มะพร้าวที่ใช้ในการตรวจสอบใช้พันธุ์มะพร้าวน้ำหอมเปลือกสีเขียวก้นจีบลำต้นเตี้ย

4.2 จำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยการวิเคราะห์จากลักษณะสีภายนอกจากต้นมะพร้าวโดยตรง

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้เครื่องมือจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนได้จากต้นมะพร้าวโดยตรง

5.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมอ่อนของชาวสวน

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสวนมะพร้าวในเขตจังหวัดสงขลา

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

8. รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	จำนวนเงิน		
	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง	รวม
1. งบบุคลากร			
ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท 1 คนอัตรา 7,500 บาท/เดือน เวลา 12 เดือน	45,000	45,000	90,000
2. งบดำเนินงาน			
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
2.1.1 ค่าตอบแทน (เช่น ค่าล่วงเวลา, ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่)	10,000	10,000	20,000

รายการ	จำนวนเงิน		
	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง	รวม
2.1.2 ค่าใช้สอย			
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ ค่าน้ำมัน	20,000	20,000	40,000
2) ค่าจ้างเหมาบริการ	30,000	20,000	50,000
4) ค่าใช้สอยอื่น ๆ	5,000	5,000	10,000
2.1.3 ค่าวัสดุ			
1) วัสดุสำนักงาน	5,000	5,000	10,000
2) ค่าวัสดุสำหรับทำเครื่องตรวจสอบ	30,000	20,000	50,000
3) วัสดุโฆษณาและเผยแพร่	3,000	5,000	8,000
5) ค่าวัสดุอิเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์	70,000	30,000	100,000
6) วัสดุอื่น ๆ	5,000	5,000	10,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค			
1) ค่าบริการด้านสื่อสารและโทรคมนาคม	2,000	2,000	4,000
รวม	**225,000**	**167,000**	**392,000**

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 15. การประเมินเสถียรภาพทางสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ของเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนคลองสะเดา (Static and Seismic Stability Evaluation of an Earth Dam : A Case Study of Khlong - Sadao Dam)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เขื่อนคลองสะเดาตั้งอยู่บนคลองสะเดาใกล้กับชายแดนไทย-มาเลเซียในเขตหมู่ที่ 4 บ้านห้วยคู ตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ห่างจากอำเภอสะเดาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 10 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 เขื่อนคลองสะเดาเป็นโครงการประเภทอ่างเก็บน้ำประกอบด้วย ตัวเขื่อนหลัก ตัวเขื่อนปิดช่องเขาขาดเป็นเขื่อนดินถม อ่างเก็บน้ำ และอาคารประกอบต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำคลองสะเดาซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างละติจูดที่ 6° 28’ เหนือ ถึง 6° 40’ เหนือ และระหว่างลองจิจูดที่ 100° 25’ ตะวันออก ถึง 100° 37’ ตะวันออก ลุ่มน้ำคลองสะเดามีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 89.9 ตารางกิโลเมตร เขื่อนคลองสะเดามีความสูงที่จุดลึกที่สุดเท่ากับ 27.5 เมตร เขื่อนคลองสะเดามีหน้าที่หลักในการเป็นแหล่งน้ำดิบในกิจการประปาให้แก่พื้นที่อำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ รวมถึงเทศบาลเมืองสงขลาโดยสามารถจ่ายน้ำดิบให้การประปาหาดใหญ่-สงขลาได้สูงสุด 38.4 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และ ยังสามารถใช้กักเก็บน้ำในฤดูฝนเพื่อบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาซึ่งรวมถึงเทศบาลนครหาดใหญ่ด้วย โดยสามารถกักเก็บน้ำสูงสุด 52 ล้านลูกบาศก์เมตร

โดยทั่วไปแล้วเขื่อนถือว่าเป็นโครงสร้างทางวิศวกรรมขนาดใหญ่ที่จัดอยู่ในประเภทโครงสร้างที่มีโอกาสเกิดการพิบัติต่ำ แต่จะก่อให้เกิดความเสียหายสูง ดังนั้น วิศวกรจึงต้องออกแบบให้เขื่อนสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยทั้งในสภาวะปกติ อุทกภัย และแผ่นดินไหว โดยเฉพาะแผ่นดินไหวถือเป็นภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อเขื่อนโดยตรง ซึ่งในปัจจุบันมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นบ่อยครั้งซึ่งโดยมากจะเกิดในพื้นที่บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ประเทศอินโดนีเซีย และ ประเทศพม่า หลายครั้งแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นสามารถรับรู้ได้ในประเทศไทย โดยเฉพาะแผ่นดินไหวครั้งรุนแรงที่สุด เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2547 โดยแผ่นดินไหวครั้งนี้มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ใต้มหาสมุทรอินเดีย บริเวณเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซียมีขนาดความรุนแรงประมาณ 9.0 ริกเตอร์ จึงมีการประกาศใช้กฎหมายและเทศบัญญัติในการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้

คำถามทั้งของนักวิชาการ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และ ชาวบ้านที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ท้ายเขื่อนมีสอดคล้องกันว่า เขื่อนคลองสะเดาซึ่งเริ่มใช้งานตั้งแต่ปี 2540 จะยังคงมีเสถียรภาพอยู่หรือไม่ เมื่อถูกกระทำจากแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว ทั้งนี้ถ้ามีการพังทลายของเขื่อน นอกจะไม่มีแหล่งน้ำดิบของกิจการประปาและแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อบรรเทาการเกิดอุทกภัยแล้ว น้ำจากเขื่อนที่แตกยังจะก่อให้เกิดภัยพิบัติต่อทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อยู่ท้ายน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนบริเวณ อำเภอสะเดาและอำเภอหาดใหญ่ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบการตอบสนองทางพลศาสตร์ของเขื่อนคลองสะเดา ทั้งในสภาวะปกติ และสภาวะเกิดแรงกระทำจากแผ่นดินไหว โดยเน้นไปที่ความสามารถในการต้านทานแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวที่จะมีผลต่อเสถียรภาพของเขื่อนคลองสะเดา

รูปที่ 1 เขื่อนคลองสะเดา

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

3.1 เพื่อศึกษา การใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวที่บันทึกได้จริงมาใช้ในการวิเคราะห์ แทนการสร้างหรือแปลงข้อมูลแผ่นดินไหวขึ้นมา

3.2 เพื่อศึกษา ประเมิน และวิเคราะห์ความมั่นคงปลอดภัยของเขื่อน ทั้งทางด้านสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

3.3 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทรุดตัวถาวรของสันเขื่อน จากแรงกระทำแผ่นดินไหวที่บันทึกได้จริง 10 เหตุการณ์

3.4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของเขื่อนต่อแรงกระทำแผ่นดินไหวที่บันทึกได้จริง 10 เหตุการณ์และปัจจัยจากระดับเก็บกักน้ำของเขื่อน

3.5 เพื่อประเมินความสมบูรณ์ของตัวเขื่อนในสภาวะปัจจุบัน โดยวิธีดัชนีความเสี่ยง

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะตัวเขื่อนคลองสะเดาเท่านั้น ไม่รวมอาคารประกอบอื่น ๆ และใช้แบบจำลองในกรณี 2 มิติ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การเผยแพร่ในวารสาร ไม่น้อยกว่า 2 บทความ

1. คุณสมบัติทางพลศาสตร์ของเขื่อนคลองสะเดา
2. การตอบสนองทางพลศาสตร์ของเขื่อนคลองสะเดา

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

กรมชลประทาน การประปาส่วนภูมิภาค เทศบาลเมืองสะเดา เทศบาลนครหาดใหญ่

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

โครงการศึกษาการตอบสนองทางพลศาสตร์ของเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนคลองสะเดา มีขั้นตอนในการวิจัยดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 27 และมีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

14.1 กิจกรรมที่ 1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานวิจัย พร้อมทั้งสรุปข้อมูลที่ได้ และนำมาใช้ประกอบการทำวิจัย โดยข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ มีดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไปของตัวเขื่อน

เนื่องจากทำการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองใน 2 มิติ ดังนั้นจึงต้องพิจารณารูปร่างและสัดส่วนของตัวเขื่อนเพื่อเลือกหน้าตัดที่เหมาะสมมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งรูปตัดตามขวางของเขื่อนคลองสะเดามีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงเลือกรูปตัดตามขวางในช่วง กม. 0+120 ถึง กม. 0+150 เนื่องจากเป็นช่วงที่ฐานรากอยู่ลึกที่สุด และมีอัตราส่วนความสูงต่อความลึกของลาดชันเขื่อนเป็น 1:2.5 และ 1:2.8 ดังรูปที่ 26

2) ข้อมูลด้านธรณีวิทยา

รวบรวมข้อมูลด้านธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ศึกษา เช่น รอยเลื่อนมีพลัง ชั้นหินต่างๆ โดยใช้ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี และสำนักชลประทานที่ 16 กรมชลประทาน

3) ข้อมูลด้านแผ่นดินไหว

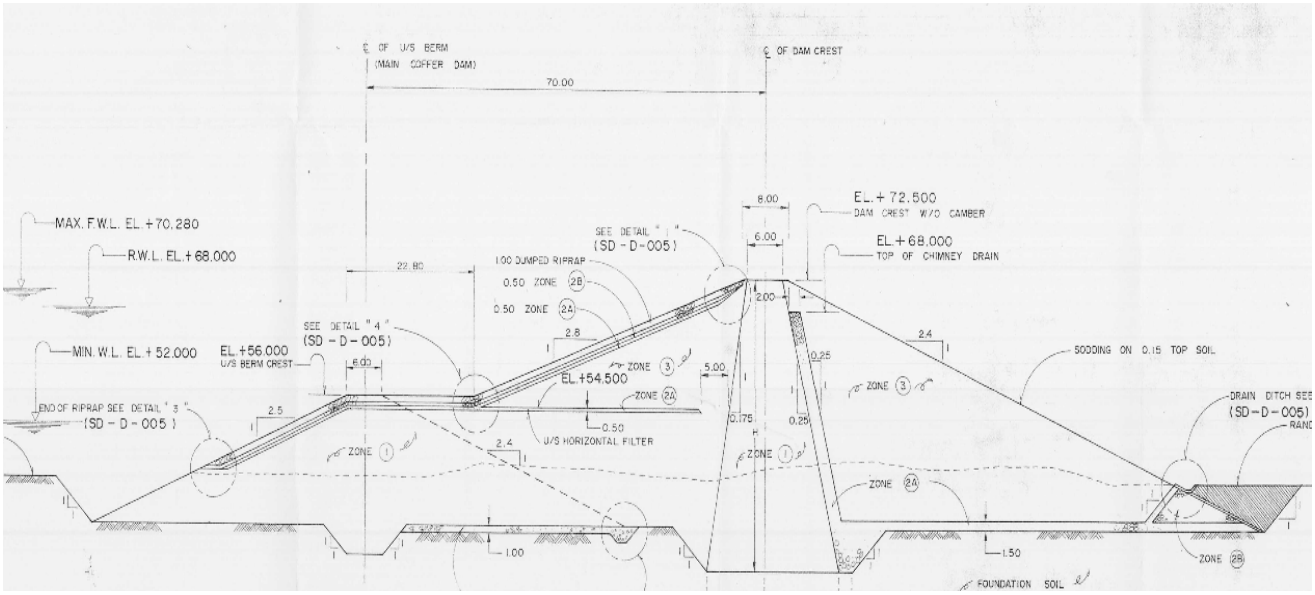
รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับแผ่นดินไหว เช่น การเกิดแผ่นดินไหว คลื่นแผ่นดินไหว ความรุนแรงของแผ่นดินไหว และเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นในอดีตในประเทศไทย และบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อพิจารณามาใช้ในการวิเคราะห์

4) คุณสมบัติของวัสดุตัวเขื่อน

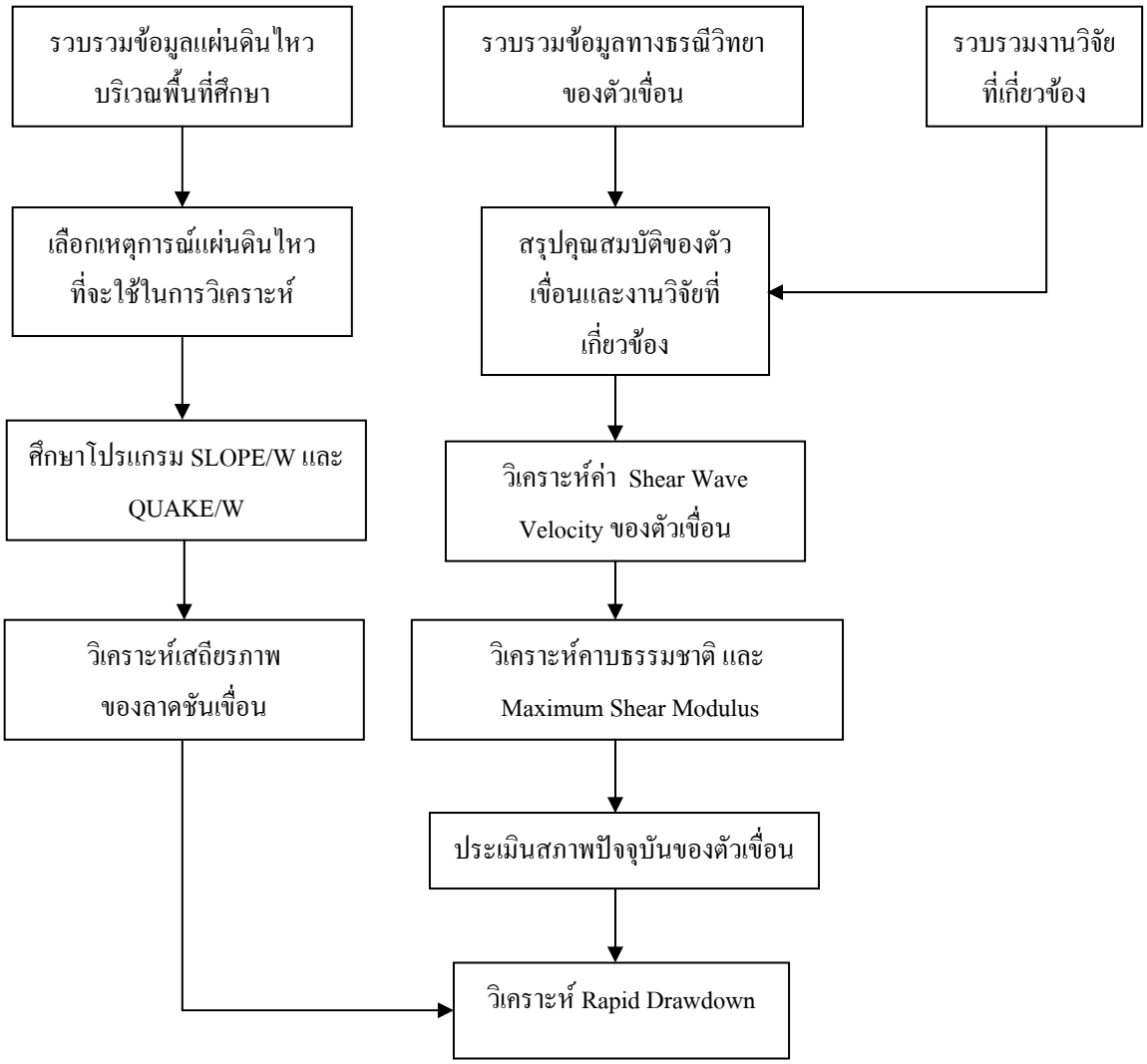
ข้อมูลที่เกี่ยวกับชนิดและคุณสมบัติของวัสดุถมเขื่อน จะรวบรวมจากสำนักชลประทานที่ 16 กรมชลประทาน จังหวัดสงขลา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของเขื่อนเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง และใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

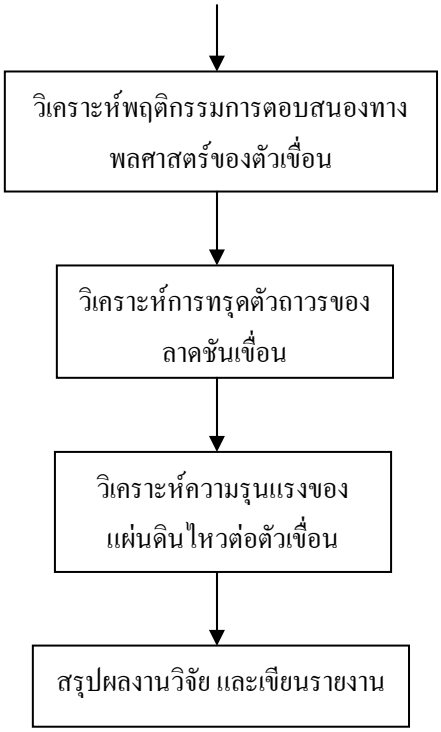
5) ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง เช่น การหาค่า Maximum Shear Modulus (Gmax) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 26 หน้าตัดขวางของเขื่อนคลองสะเดาในช่วง กม. 0+120 ถึง กม. 0+150





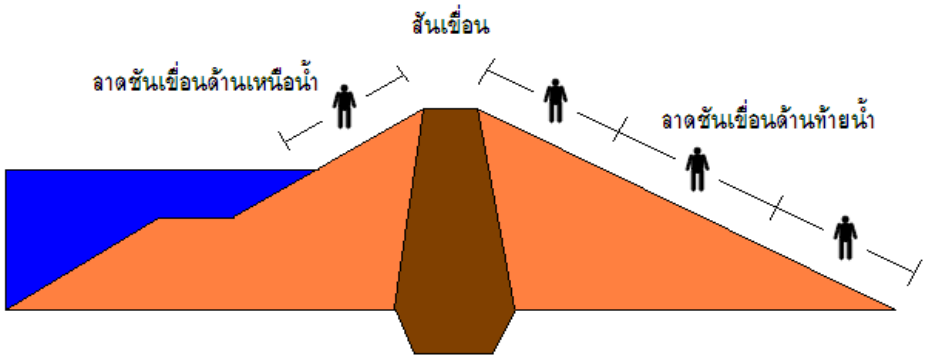
รูปที่ 27 แผนภูมิขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

14.2 กิจกรรมที่ 2 ศึกษาโปรแกรมและงานภาคสนาม

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาและวิจัยโดยใช้แบบจำลองใน 2 มิติ และต้องทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับแรงพลศาสตร์ โดยใช้หลักการทางไฟไนต์อีลิเมนต์ จึงต้องมีการศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งก็คือโปรแกรม SLOPE/W และ QUAKE/W นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูล หรือทำการทดลองในภาคสนาม เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบันของตัวเขื่อนคลองสะเดามากที่สุด โดยขั้นตอนต่าง ๆ ในงานภาคสนามมีดังนี้

1) การประเมินความเสี่ยงของตัวเขื่อน

การประเมินความเสี่ยงของตัวเขื่อนโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง (Risk Index, RI) (สุทธิศักดิ์ , 2550), Anderson et al., 2001) เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับตรวจสภาพผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณเขื่อน มีหลักการในการตรวจสอบคือการประเมินด้วยสายตา โดยจะมีการให้คะแนนตามสภาพของเขื่อนที่ตรวจพบในสนาม ซึ่งจะแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่บนสันเขื่อน และบริเวณลาดชันของเขื่อนทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ โดยในส่วนที่อยู่บนสันเขื่อนจะกำหนดจุดตรวจวัดทุก ๆ 50 เมตร ตลอดแนวยาวสันเขื่อน และในส่วนลาดชันเขื่อนด้านเหนือน้ำจะดูตามความเหมาะสมของความกว้างของลาดชันเขื่อนจากสันเขื่อนไปจนถึงระดับน้ำ ส่วนลาดชันเขื่อนด้านท้ายน้ำจะพิจารณาเหมือนกับด้านเหนือน้ำแต่อาจจะมีความกว้างมากกว่าด้านเหนือน้ำ ดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 จุดที่ประเมินความเสี่ยงบนลาดชันเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

2) การหาค่าความเร็วคลื่นเฉือน (Velocity Shear Wave, Vs)

การหาค่าความเร็วคลื่นเฉือน (Velocity Shear Wave, Vs) ในสนามจะใช้วิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม RIMROCK GEOPHYSICS SIP PROGRAM เพื่อหาจำนวนของชั้นดิน ความหนาของแต่ละชั้น ความเร็วคลื่น P และคลื่น S ของแต่ละชั้น หลังจากนั้นทำการประมวลผลข้อมูลจากการวัดคลื่นไหวสะเทือนเพื่อสร้างแบบจำลองภาคตัดขวางการกระจายตัวของค่าความเร็วคลื่น P และคลื่น S ภายใต้สันเขื่อน (Velocity tomography) โดยใช้โปรแกรม GLI3D (Hampson-Russell Software Services Ltd., 2004) และสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของค่าอัตราส่วนของปัวซองส์

14.3 กิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์ทางพลศาสตร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ โปรแกรม SLOPE/W ใช้วิเคราะห์เสถียรภาพความลาดชัน หาค่า Yield Acceleration และการเปลี่ยนรูปถาวรของลาดชันเขื่อนเมื่อมีแรงกระทำแบบพลศาสตร์ โปรแกรม QUAKE/W ใช้วิเคราะห์ความเค้นสถิต (Initial Stress) และการตอบสนองของเขื่อนต่อแรงกระทำทางพบศาสตร์ในรูปแบบจำลองไฟไนต์อีลีเมนต์ 2 มิติ

1) การวิเคราะห์คาบธรรมชาติของตัวเขื่อน

วิเคราะห์หาคาบธรรมชาติของตัวเขื่อน (Natural Period of Dam) โดยวิธี Shear Beam Approach ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และวิธีการตอบสนองของเขื่อนจากแผ่นดินไหว โดยใช้โปรแกรม QUAKE/W ซึ่งจะใช้ค่าอัตราเร่งของพื้นดินที่สร้างขึ้นมา และใช้ค่า PGA คงที่ แต่จะเปลี่ยนค่าคาบเด่น (Predominant Period) ไปเรื่อย ๆ กระทำที่ฐานรากของเขื่อน เพื่อหาค่าคาบเด่น (Predominant Period) ที่ทำให้เกิดการขยายตัวของอัตราเร่งพื้นดินหรือการเคลื่อนตัวในบริเวณต่างๆ ของตัวเขื่อน

2) การวิเคราะห์พฤติกรรมการตอบสนองทางพลศาสตร์

จะใช้โปรแกรม QUAKE/W ในการวิเคราะห์ โดยการสร้างแบบจำลองไฟไนต์อีลีเมนต์ใน 2

มิติขึ้นมา เพื่อหาพฤติกรรมการตอบสนองทางพลศาสตร์ของลาดชันเขื่อนทั้งด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ รวมถึงแกนกลางของเขื่อน ซึ่งจะใช้แรงแผ่นดินไหวขนาดต่าง ๆ มากระทำบริเวณฐานเขื่อน และจะทำการวิเคราะห์แบบ Plain Strain นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ในกรณีที่ระดับเก็บกักน้ำอยู่ที่ระดับต่าง ๆ และการลดระดับเก็บกักน้ำอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown) โดยการวิเคราะห์จะหาพฤติกรรมการตอบสนองทางพลศาสตร์ในบริเวณดังกล่าว โดยเฉพาะลาดชันเขื่อนที่มีโอกาสเกิดการพังทลายมากที่สุด และผลที่ได้จะนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปถาวรของลาดชันเขื่อนต่อไป

3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปถาวรของลาดชันเขื่อนที่เกิดจากแรงกระทำแผ่นดินไหว

ในการวิเคราะห์จะใช้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการตอบสนองทางพลศาสตร์ของลาดชันเขื่อนมาวิเคราะห์โดยวิธีของ Newmark's Deformation (1965) โดยจะใช้โปรแกรม SLOPE/W ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้จะใช้วิธีของ Makdisi and Seed (1978) เพื่อประมาณค่าการทรุดตัวของลาดชันเขื่อนด้วย และในการวิเคราะห์จะพิจารณาเลือก Slip Plane ของลาดชันเขื่อนจากผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของลาดชันเขื่อนหลาย ๆ Slip Plane ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะเลือก Slip Plane ที่มีค่าการทรุดตัวมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ต่อไป

4) การวิเคราะห์ความรุนแรงของแผ่นดินไหวต่อตัวเขื่อน

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดและความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่มากที่สุดที่เขื่อนคลองสะเดาสามารถต้านทานได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น มาพิจารณาและสรุปออกมาเป็นขนาดของแผ่นดินไหวในมาตราริกเตอร์ และนอกจากนี้ยังบอกถึงพฤติกรรมของตัวเขื่อนเมื่อมีแรงแผ่นดินไหวขนาดต่าง ๆ มากระทำอีกด้วย

14.4 กิจกรรมที่ 4 สรุปผลงานวิจัย และเขียนรายงาน

เมื่อศึกษา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมที่ 1 เก็บข้อมูลและทำการทดลองในภาคสนามจากกิจกรรมที่ 2 และทำการวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ในกิจกรรมที่ 3 เสร็จแล้ว ก็จะนำข้อมูล ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งหมดมารวบรวมและสรุปให้อยู่ในรูปแบบของรายงานต่อไป

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม2554 - กันยายน 2555

8. งบประมาณของโครงการวิจัย

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร	
1.1 ค่าจ้างนักศึกษาระดับปริญญาโท (1 คน x 12 เดือน x 7,260บาท)	87,120
1.2 ค่าจ้างช่วยวิจัย (1 คนx 12 เดือน x 4430 บาท/เดือน)	53,160

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
2. งบดำเนินการ	
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอย และ วัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน	
- ค่าตอบแทน (ค่าอาหาร ค่าทำงานนอกเวลา)	40,000
2.1.2 ค่าใช้สอย	
- ค่าใช้จ่ายในการออกสนาม (รวบรวมข้อมูล+เก็บตัวอย่างดิน+ทดสอบในสนาม)	45,000
- ค่าจ้างทำและซ่อมแซมอุปกรณ์ทดสอบดิน	25,000
- ค่าเดินทางเสนอผลงาน	25,000
- ค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	10,000
- ค่าจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	5,000
2.1.3 ค่าวัสดุ	
- ค่าอุปกรณ์สำหรับปรับปรุงเครื่องมือ Seismic	40,000
- ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	5,000
- วัสดุหนังสือ ตำรา และค่าถ่ายเอกสาร	5,000
- ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	5,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค	
- เหมารวม	5,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**350,280**

1. ชื่อโครงการวิจัย 16. การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ขี้ตะกรันที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็ก (Carbon dioxide Capture using Slag from Steelmaking Process)

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความตระหนักมาก ซึ่งภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเป็นผลกระทบมาจากก๊าซเรือนกระจกที่ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NO_2) เป็นต้น (Prigiobbe *et al*, 2009) ก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติในการกักเก็บรังสีความร้อนที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ให้สะท้อนกลับสู่บรรยากาศทั้งหมด เพื่อรักษาอุณหภูมิของโลกไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดภัยธรรมชาติต่างๆ CO_2 เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่น่าสนใจเนื่องจากมีข้อมูลรายงานว่าปัจจุบันค่าความเข้มข้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากและรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ (Huijgen *et al*, 2005) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกิดขึ้นมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และกระบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้นจึงควรหาวิธีการเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

โดยทั่วไปกระบวนการดักจับ CO_2 สามารถทำได้หลายวิธี เช่นการดูดซึมด้วยสารละลายจำพวก Selexol, Rectisol และ Monoethanolamine (MEA) (Tinoco and Bouallou, 2010) การดูดซับด้วยวัสดุที่มีพื้นที่ผิวมาก เช่น โมเลคิวลาร์ซีฟและถ่านกัมมันต์ (Lee *et al*, 2002) นอกจากนี้ก็ยังมีการใช้เมมเบรนแยกก๊าซเป็นตัวแยก CO_2 วิธีนี้มีข้อดีคือใช้พลังงานน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ (Ahmad *et al*, 2010) แต่อย่างไรก็ตาม เมมเบรน (Membrane) จัดเป็นวัสดุที่มีราคาแพงจึงยากที่จะมีการลงทุนในส่วนนี้ (Rubin and Rao, 2002) ทั้งสามวิธีที่กล่าวมาข้างต้นนี้หลังจากแยก CO_2 ได้แล้วจะต้องนำก๊าซที่แยกได้ไปทำการกักเก็บไว้ เช่น ที่ใต้ทะเล บ่อน้ำมันที่ใกล้หมด เป็นต้น โดยจะมีระยะเวลาการกักเก็บที่จำกัดและไม่สามารถเก็บได้อย่างถาวร

อุตสาหกรรมการถลุงเหล็กเป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณมาก จากกระบวนการถลุงเหล็กกล้านี้จะมีขี้ตะกรันเหล็กซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงเกิดขึ้นถึงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของเหล็กที่ผลิตได้ (Bonenfant *et al*, 2008) ขี้ตะกรันเหล็กที่ออกมานี้มีการจำหน่ายในราคาเพียง 400 บาทต่อตัน (บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด) และยังไม่มีแนวโน้มที่จะสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของขี้ตะกรันเหล็ก พบว่ามีองค์ประกอบของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) และแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ซึ่งมีความสามารถในการดักจับ CO_2 แล้วกลายสภาพเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในรูปของของแข็งสามารถกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้อย่างถาวร (Bonenfant *et al*, 2009) นอกจากนี้ยังสามารถนำแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ สี และกระดาษได้อีกด้วย ดังนั้น

งานวิจัยนี้จึงสนใจที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้ตะกรันเหล็กมาทำการดักจับ CO_2 โดยจะศึกษากระบวนการและปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการดักจับ CO_2 ด้วยขี้ตะกรันเหล็กในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการที่สามารถดักจับ CO_2 ด้วยขี้ตะกรันของเหล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งถ้า

เป็นผลสำเร็จก็จะได้แนวทางในการนำไปประยุกต์เพื่อลดการปล่อย CO_2สู่บรรยากาศจากอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขี้ตะกรันของเหล็กได้อีกด้วย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการดักจับ CO_2 โดยใช้ขี้ตะกรันเหล็ก
2. เพื่อศึกษาหากระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการดักจับ CO_2 โดยใช้ขี้ตะกรันเหล็ก
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการนำขี้ตะกรันเหล็กมาใช้ในการดักจับ CO_2

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการกำจัด CO_2 โดยใช้ขี้ตะกรันที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็ก ทำการทดลองที่ความดันบรรยากาศ ซึ่งมีขอบเขตงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการชะละลาย Ca^{2+}, Mg^{2+} จากขี้ตะกรัน เหล็ก
   - อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาที่ 30, 40, 50 และ 70 °C
   - อัตราส่วนเชิงมวลระหว่างของแข็งต่อของเหลวเป็น 1:2, 1:5, 1:10 และ 1:20
   - ความเข้มข้นของกรดอะซิติก 0, 2, 5 และ 10 M
2. ศึกษาสภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัด CO_2 โดยการดูดซึมด้วยสารละลายที่เตรียมจากขี้ตะกรันเหล็กในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์
   - อัตราการป้อนเข้าของ CO_2 0.05, 0.1, 0.3 และ 0.5 l/min
   - อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาที่ 30, 40, 50 และ 70
3. กำจัด CO_2 ในไอเสียจากการเผาไหม้โดยใช้ไอเสียจำลองในการดำเนินการทดลอง

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการดักจับ CO_2 ด้วยขี้ตะกรันเหล็ก
2. สามารถนำขี้ตะกรันซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเหล็กมาใช้ในการดักจับ CO_2 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตเหล็ก

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1วัสดุอุปกรณ์

ขี้ตะกรันที่ได้จากเตาอาร์คไฟฟ้า (EAF) ของบริษัทสยามสติลซินดิเกต จำกัด

ชุดการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ

6.2 สารเคมี

- สำหรับการชะละลาย Acetic acid (CH_3COOH)
- สำหรับการตกตะกอน Sodium hydroxide (NaOH)
- สำหรับการวิเคราะห์ความกระด้างของสารละลาย (Ca^{2+} + Mg^{2+})
  - Ammonium chloride (NH_4Cl) - Conc.ammonium solution (NH_4OH)
  - Eriochrome Black T - Anhydrous Calcium carbonate
  - Triethanolamine - Absolute ethanol

- Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)
- Magnesium sulfate heptahydrate ($MgSO_4 \bullet 7H_2O$)

- สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณของคาร์บอเนต
  - HCl
  - NaOH
  - Phenolphthalein
  - Methyl orange
  - Potassium hydrogen phthalate (KHP)

6.3 เครื่องมือวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- X-Ray Diffractometer (XRD)
- X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)
- Scanning Electron Microscope (SEM)
- Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)
- Ball Mill
- เครื่องร่อนตะแกรง
- เครื่องวัดความเข้มข้น CO_2 (CO_2 Probe)
- pH meter

6.4 การดำเนินการทดลอง

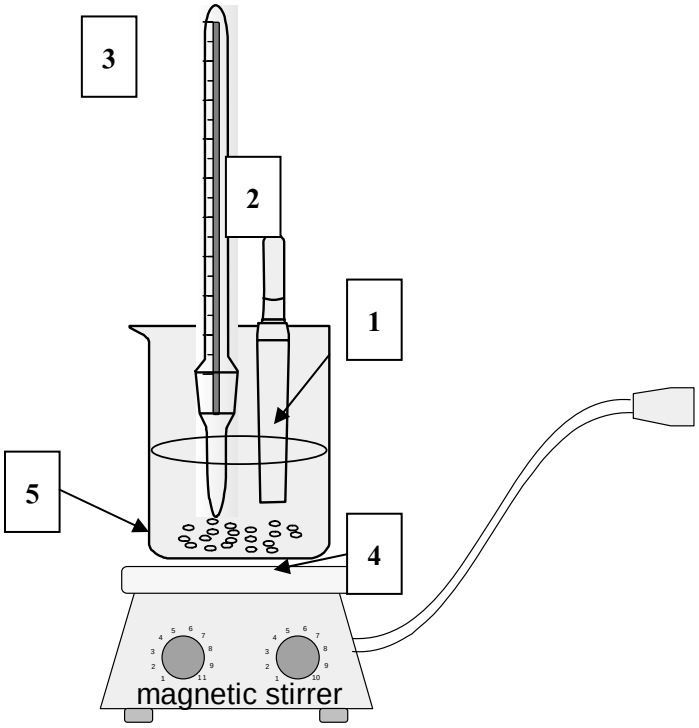
ศึกษาการดักจับ CO_2 โดยใช้ขี้ตะกรันที่ได้จากกระบวนการผลิตเหล็ก โดยการทดลองในชุดทดลองขนาดห้องปฏิบัติการ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการ โดยใช้ประสิทธิภาพในการกำจัด CO_2 เป็นตัวชี้วัด การดำเนินการทดลองแบ่งเป็นกิกรรมหลักๆได้ดังนี้

6.4.1 การ ศึกษาคุณลักษณะของขี้ตะกรันเหล็ก

1. วิธีการเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบที่เลือกใช้คือขี้ตะกรันเหล็กจากโรงงานถลุงเหล็ก โดยนำขี้ตะกรันไปทำการบดลดขนาดโดยใช้ Ball Mill แล้วนำไปคัดขนาดให้ได้ขนาด <44 μm

2. วิเคราะห์คุณลักษณะ ทำการวิเคราะห์ขี้ตะกรันที่เตรียมตามข้อ 14.4.1.1 ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD) และเครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) เพื่อหาชนิดและปริมาณขององค์ประกอบของขี้ตะกรันเหล็ก

6.4.2 การศึกษาขั้นตอนการชะละลาย: เป็นการศึกษากระบวนการชะละลาย Ca^{2+}และ Mg^{2+} ออกจากขี้ตะกรัน โดยดำเนินการในชุดทดลองปฏิกรณ์แบบแบทช์ดังแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชุดทดลองการศึกษาการชะละลาย Ca^{2+}และ Mg^{2+} ออกจากขี้ตะกรัน: 1. ปฏิกรณ์แบบแบทช์ขนาด 1,000 ml 2. pH meter 3. Thermometer 4. ขี้ตะกรัน 5. สารละลายกรดอะซิติก

การทดลองชะละลาย Ca^{2+} และ Mg^{2+} ออกจากขี้ตะกรัน มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำขี้ตะกรันขนาด <44 μm ผสมกับสารละลายกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 0 M (น้ำกลั่น) ที่อัตราส่วนเชิงมวลระหว่างของแข็งต่อของเหลวเป็น 0:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20 ในปฏิกรณ์แบบแบทช์ปริมาตร 1,000 ml ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C และทำการกวนผสมสารละลายด้วยความเร็วรอบ 500 rpm (Huijgen *et al.*, 2006) จับเวลาการกวนผสมพร้อมกับวัดค่า pH และอุณหภูมิของสารละลาย ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายปริมาตร 10 ml ที่เวลา 0, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 90 และ 120 min (Eloneva *et al.* 2008) หลังจากนั้นนำสารละลายที่เหลือมาทำการกรองเพื่อแยกตะกอนที่เหลือไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD, XRF และนำส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณ Ca^{2+}และ Mg^{2+} เช่น ที่อัตราส่วนเชิงมวลของแข็งต่อของเหลว (S:L) 1:10 g/g จะต้องนำขี้ตะกรันขนาด <44 ปริมาณ 30.03 g ผสมกับสารละลายกรดอะซิติก 10 M ปริมาณ 500 ml แล้วทำการทดลองตามดังที่กล่าวข้างต้น

2. ทำการทดลองซ้ำโดยทำการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของแข็งต่อของเหลว ความเข้มข้นของกรดอะซิติก และอุณหภูมิ โดยมีสภาวะการทดลองทั้งหมดที่ศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสภาวะการทดลองศึกษาการชะละลาย Ca^{2+} และ Mg^{2+} ออกจากขี้ตะกรัน

การทดลอง	**อัตราส่วน S:L (g/g)**	**ความเข้มข้นกรดอะซิติก (M)**	**อุณหภูมิ (°C)**	**Ca^{2+}, Mg^{2+}**	**Optimum Parameter**
1	1:2	5	50	Analyze	x_1
2	1:5	5	50	Analyze	คือ S:L ratio
3	1:10	5	50	Analyze	
4	1:20	5	50	Analyze	
5	x_1	0	50	Analyze	x_2
6	x_1	2	50	Analyze	คือ ความเข้มข้น
7	x_1	5	50	Analyze	กรดอะซิติก
8	x_1	10	50	Analyze	
9	x_1	x_2	30	Analyze	x_3
10	x_1	x_2	40	Analyze	คือ อุณหภูมิ
11	x_1	x_2	50	Analyze	
12	x_1	x_2	70	Analyze	
13	x_1	x_2	x_3	Analyze	

6.4.3 การ ศึกษาการกำจัด CO_2 โดยการดูดซึมในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์

เตรียมสารละลายสำหรับเป็นสารดูดซึม CO_2 โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 14.4.2 มาทำการศึกษาการดูดซึม CO_2 ในชุดทดลองปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์ในระดับห้องปฏิบัติการดังแสดงในรูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาการกำจัด CO_2 โดยกระบวนการดูดซึมในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์ที่แสดงในรูปที่ 2 มีรายละเอียดการทดลองดังนี้

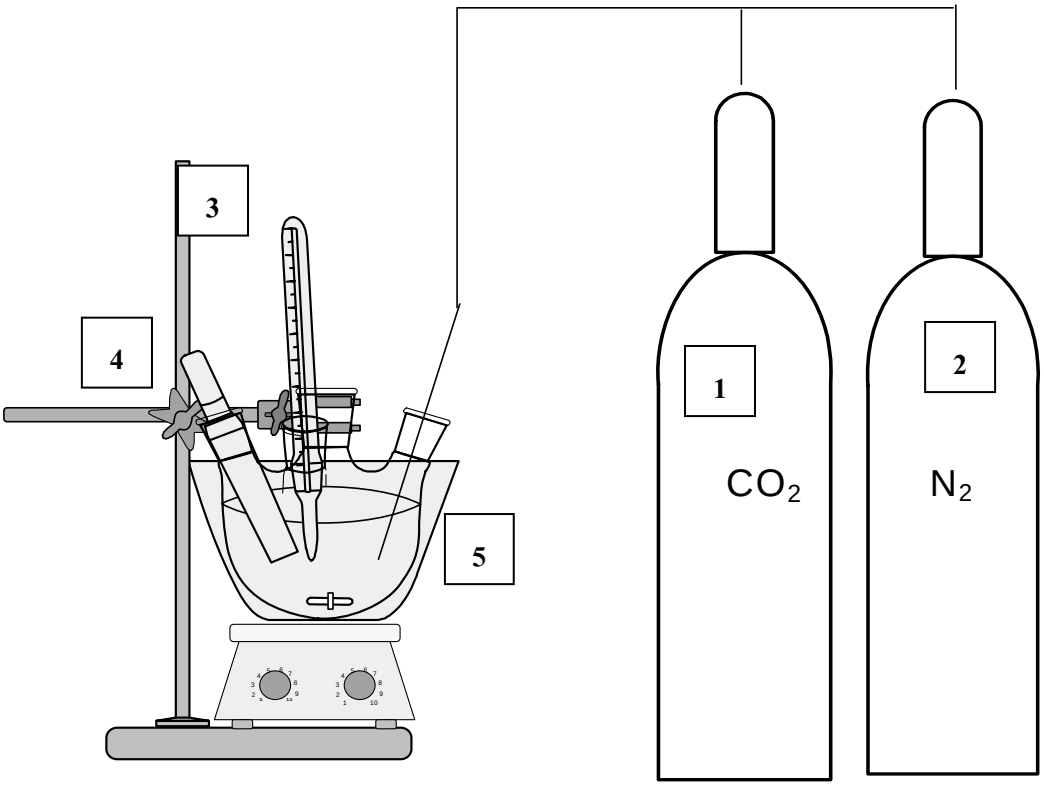
1. เตรียมสารละลายสารดูดซึมโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 14.4.2 ปริมาณ 1,000 ml และนำมาผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (50 wt%) 5 ml ในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์ที่สามารถควบควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C และควบคุมความเร็วรอบในการกวนผสมที่ความเร็วรอบ 500 rpm (Huijgen *et al.*, 2006) เป็นเวลา 30 min หลังจากนั้นจึงป้อน CO_2 ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ด้วยอัตราการไหล 0.5 L/min เข้าสู่ระบบ และเริ่มจับเวลาการทำปฏิกิริยา และทำการวัดค่า pH และค่าความเข้มข้นของ CO_2 ที่ทางออกของระบบที่เวลาเริ่มต้นและที่เวลาต่างๆเพื่อหาประสิทธิภาพในการกำจัด CO_2 โดยการดูดซึมที่สภาวะนั้นๆ และจะหยุดการทดลองเมื่อประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าเป็นศูนย์หรือมีความเข้มข้นของ CO_2 ที่ทางออกมีค่าคงที่และใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นที่ทางเข้าของระบบ โดยที่ประสิทธิภาพการกำจัด CO_2 สามารถคำนวณได้จากความเข้มข้นของ CO_2 ที่ทางเข้าและที่ทางออกของระบบดังแสดงด้วยสมการ (15)

$$\%CO_2\ \text{Removal} = \frac{C_{CO_2,in} - C_{CO_2,out}}{C_{CO_2,in}} \times 100 \qquad (15)$$

เมื่อ $C_{CO_2,in}$ และ $C_{CO_2,out}$ คือความเข้มข้นของ CO_2 (ppm) ในกระแสก๊าซที่ทางเข้าและที่ทางออกของปฏิกรณ์ตามลำดับ

2. เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละการทดลองจะนำสารดูดซึมไปทำการกรองแยกตะกอนออกเพและนำสารดูดซึมไปวิเคราะห์หาโลหะไอออนที่เหลืออยู่ในละลาย ส่วนตะกอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการดูดซึม CO_2จะถูกนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

3. ทำการทดลองซ้ำโดยทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหล CO_2 ความเข้มข้น CO_2 ปริมาณ NaOH และอุณหภูมิ ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 2 แสดงชุดทดลองศึกษาการกำจัด CO_2 โดยการดูดซึมในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์: 1. ถังแก๊ส CO_2 2. ถังแก๊ส N_2 3. Thermometer 4. pH meter 5. ชุดปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์

ตารางที่ 3 แสดงการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการกำจัด CO_2 โดยการดูดซึมด้วยสารละลายโลหะไอออนในปฏิกรณ์แบบกึ่งแบทช์

การทดลอง	**อัตราการไหล CO_2 L/min**	**อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)**	**เวลา (min)**	**$C_{CO2,outlet}$ (%)**	**% C_{CO2} Removal (%)**	**Optimum Parameter**
1	0.05	50	Measure	Measure	Calculation	x_1
2	0.1	50	Measure	Measure	Calculation	คืออัตรา
3	0.3	50	Measure	Measure	Calculation	การป้อน CO_2
4	0.5	50	Measure	Measure	Calculation	
5	x_1	30	Measure	Measure	Calculation	
6	x_1	40	Measure	Measure	Calculation	x_2
7	x_1	50	Measure	Measure	Calculation	คืออุณหภูมิ
8	x_1	70	Measure	Measure	Calculation	
9	x_1	x_2	Measure	Measure	Calculation	

6.4.4 การนำกลับมาใช้ใหม่ของสารละลายขี้ตะกรัน

สารดูดซึมที่ผ่านการกรองแยกตะกอนแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ โดยจะทำการศึกษาการนำกลับมาใช้ใหม่ใน 2 ลักษณะคือ การนำมาใช้ซ้ำเลยโดยไม่ผ่านการปรับองค์ประกอบ และ การนำกลับมาใช้ซ้ำโดยการปรับองค์ประกอบใหม่โดยนำมาผสมกับสารดูดซึมที่เตรียมใหม่ในสัดส่วนที่เหมาะสมที่ยังสามารถให้ประสิทธิภาพการกำจัด CO_2 ได้ตามต้องการ เพื่อลดปริมาณของสารดูดซึมใหม่สด

6.4.5 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของกระบวนการ

ทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในกระบวนการในทั้ง 2 ขั้นตอนเพื่อหาต้นทุนในการดักจับ CO_2 โดยใช้ขี้ตะกรันเหล็กและเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการดักจับ CO_2 โดยวิธีอื่นๆที่ได้มีการศึกษาและรายงานไว้ในบทความในวารสารต่างๆ

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

8. งบประมาณของโครงการวิจัย

รายการ	จำนวนเงิน		
	6 เดือนแรก	**6 เดือนหลัง**	**รวม**
1. งบบุคลากร			
- ค่าจ้างนักศึกษาปริญญาโท 1 คน อัตรา 8,000 บาท ต่อเดือน เป็นเวลา 12 เดือน	48,000	48,000	96,000
2. งบดำเนินการ			
2.1 ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
2.1.1 ค่าตอบแทน ค่าอาหารทำการนอกเวลา 60 วัน/คน (อัตราวัน/คน 100 บาท)	9,000	9,000	18,000
2.1.2 ค่าใช้สอย			
1) ค่าจ้างวิเคราะห์ตัวอย่าง CO_2 (บางส่วน)	5,000	5,000	10,000
2) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อดูงานและเข้าประชุมวิชาการจำนวน	5,000	5,000	10,000
3) ค่าจ้างเหมาจัดสร้างชุดปฏิกรณ์แบบแบทช์ และแบบกึ่งแบทช์	10,000	-	10,000
4) ค่าจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	-	5,000	5,000
5) ค่าใช้จ่ายในการติดต่อประสานงานกับทางโรงงานและบริษัทในการสั่งซื้อวัสดุและสารเคมี ตลอดโครงการ	2,500	2,500	5,000

รายการ	จำนวนเงิน		
	6 เดือนแรก	**6 เดือนหลัง**	**รวม**
2.1.3 ค่าวัสดุ			
1) ค่าสารเคมีและแก๊สต่างๆที่ใช้สำหรับการทดลองและการวิเคราะห์	20,000	20,000	40,000
2) ค่าวัสดุไฟฟ้า เครื่องกล สำหรับสร้างชุดทดลอง			
2.1 ชุดทดลองแบบแบทช์	10,000	-	10,000
2.2 ชุดทดลองแบบกึ่งแบทช์	30,000	-	30,000
3) ค่าวัสดุสำนักงาน	-	7,000	7,000
4) วัสดุคอมพิวเตอร์สำหรับการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล	2,500	2,500	5,000
รวม	**142,000**	**104,000**	**246,000**

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. ชื่อโครงการวิจัย 17. อุปกรณ์วัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง

(Dry Rubber Content (DRC) Measurement Equipment)

2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หนึ่งในโจทย์ที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์กับประเทศไทยคือโจทย์ทางด้านยางพาราซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจ จากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร [9.1] พบว่าในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 16.88 ล้านไร่โดยมีผลผลิตยางธรรมชาติจากยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก (ผลิตได้ถึง 3.09 ล้านตันซึ่งเท่ากับ 30.77% ของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของทั้งโลก) ผลผลิตที่สำคัญของยางธรรมชาติคือยางล้อรถยนต์และมีประเทศจีนเป็นผู้นำเข้าสินค้ายางธรรมชาติในการผลิตยางรถยนต์มากที่สุดของโลก ทั้งนี้กำลังการผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยในปัจจุบันจะไปสนับสนุนการใช้ภายในประเทศและการส่งออก ผลผลิตของยางธรรมชาติจากยางพาราจะแปรรูปในส่วนของยางแท่ง ยางแผ่น และน้ำยางข้น หากคิดสัดส่วนของผลผลิตแบบน้ำยางข้นแล้ว ในปี 2552 การส่งออกและใช้ภายในประเทศในรูปของน้ำยางข้นเป็น 595,550 เมตริกตันและ100,262 ตันตามลำดับ จากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ชัดว่า **ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่สร้างรายได้สร้างงานให้กับท้องถิ่นให้มีความเป็นอยู่ที่ดีและสามารถพึ่งพาตนเองได้**

ผลผลิตของยางพาราคือน้ำยางสด ลักษณะของน้ำยางสดจะเป็นของเหลวสีขาวซึ่งบางครั้งอาจเป็นสีเหลืองอ่อนๆปน มีลักษณะขุ่นและข้น มีกลิ่นหอมเล็กน้อยและมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเล็กน้อย [9.2] ปัจจุบัน ผู้รับซื้อยางมีการเปิดรับซื้อยางในรูปของน้ำยางสดมากขึ้น อย่างไรก็ดีราคารับซื้อน้ำยางสดจะปรับตามปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง [9.3] อีกทั้งการนำน้ำยางไปแปรรูปต่างๆจำเป็นที่จะต้องทราบถึงปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางนั้นด้วยเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป สำหรับในฝั่งเกษตรกรผู้ปลูกยางเอง การขายน้ำยางสดน่าจะจูงใจสำหรับเกษตรกรเพราะลดกระบวนการ ประหยัดเวลาและต้นทุนของเกษตรกร อย่างไรก็ดี **อุปสรรคสำคัญสำหรับการซื้อน้ำยางสดเกิดขึ้นทั้งส่วนของผู้รับซื้อยางและส่วนเกษตรกร** กล่าวคือ ในฝั่งผู้ซื้อน้ำยางสดต่างอยากได้น้ำยางที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่สูงและควรที่จะมีมาตรฐานที่ไม่น้อยกว่า 35 % [9.4] ดังนั้นผู้ซื้อจึงต้องการให้เกษตรกรควบคุมคุณภาพของน้ำยางสด ซึ่งเครื่องมือสำคัญของผู้ซื้อในการควบคุมคุณภาพคือการใช้กลไกกำหนดราคาตามสัดส่วนเนื้อยางแห้งในน้ำยางดิบที่จะรับซื้อ กลไกอันเดียวกันนี้เองที่เป็นอุปสรรคและทำให้เกษตรกรในบางพื้นที่มีการเปลี่ยนพฤติกรรมจากเดิมที่ขายน้ำยางดิบเป็นยางแผ่นทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้แก่ ความไม่สามารถเข้าถึงเครื่องมือในการวัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งทำให้ต้องพึ่งพาเครื่องมือวัดจากผู้ซื้อที่เป็นผู้กำหนดราคา สร้างความไม่มั่นใจในคุณภาพ ไม่เชื่อถือในเครื่องมือวัดของผู้ซื้อ [9.5] เป็นต้น

วงจรหกพอร์ต [9.6] เป็นวงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟที่มีความซับซ้อนทางด้านฮาร์ดแวร์น้อยซึ่งใช้หลักการย้ายความซับซ้อนด้านฮาร์ดแวร์ไปจัดการด้วยซอฟต์แวร์ได้ การประยุกต์ใช้งานวงจรหกพอร์ตมีหลากหลายไม่ว่าจะใช้สำหรับงานด้านเครื่องมือวัด อุปกรณ์สื่อสาร หรืออุปกรณ์รีเฟลคโตมิเตอร์ ยิ่งเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำปัจจุบันได้รุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ยังผลให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูง ขนาดเล็กลง และราคาถูก ทำให้วงจรหกพอร์ตทวีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เพราะสามารถจัดหาคอมพิวเตอร์ได้ง่ายหรือหากเชื่อมต่อกันในรูปของการประยุกต์ใช้สมองกลขนาดเล็กก็สามารถกระทำได้

ข้อสำคัญในการประยุกต์ใช้งานข้อหนึ่งของวงจรหกพอร์ตคือการนำวงจรหกพอร์ตไปวัดคุณสมบัติทางไดอิเลคตริกของวัสดุไม่ว่าวัสดุนั้นจะเป็นของแข็งหรือของเหลว โดยผลจากรายงานพบว่า สามารถทำนายค่าไดอิเลคตริกของวัสดุได้ในส่วนที่เป็นค่าคงที่ไดอิเลคตริก(Dielectric constant) ตั้งแต่ช่วงค่า 2-90 และการสูญเสียทางไดอิเลคตริก (Dielectric loss factor) ช่วง 6-51 โดยมีการทดสอบวัดในช่วงค่าตั้งแต่ความถี่ 2-110 GHz

ดังนั้น หากเราประยุกต์ใช้ระบบการวัดแบบหกพอร์ตเพื่อการวัดคุณสมบัติทางไดอิเลคตริกของน้ำยางและเชื่อมโยงไปถึงเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้สำเร็จ ก็จะทำให้เราได้ระบบการวัดน้ำยางที่มีขนาดเล็กและให้ความแม่นยำและเที่ยงตรงและใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบสั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมของไทยอย่างแน่นอน

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบอุปกรณ์วัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้โดยให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและอัตโนมัติ มีระดับความแม่นยำอ้างอิงกับผลการทดสอบมาตรฐาน มีศักยภาพที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

4. ขอบเขตของงานวิจัย

4.1 อุปกรณ์วัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งด้วยเทคนิคการวัดคลื่นไมโครเวฟในโหมดสะท้อนกลับโดยใช้โพรบแบบโคแอกเซียลปลายเปิดสำหรับน้ำยางที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่ค่าต่างๆ ในช่วง 25 – 45 เปอร์เซ็นต์

4.2 อุปกรณ์วัดที่ออกแบบสามารถให้ผลลัพธ์ในระดับความแม่นยำที่สามารถอ้างอิงกับผลทดสอบมาตรฐาน (ASTM D 1076-80 หรือ ISO 126-1972)ได้ในช่วงอุณหภูมิ 20-50 องศาเซลเซียส

4.3 อุปกรณ์สามารถให้ผลทำนายค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดได้ทันที

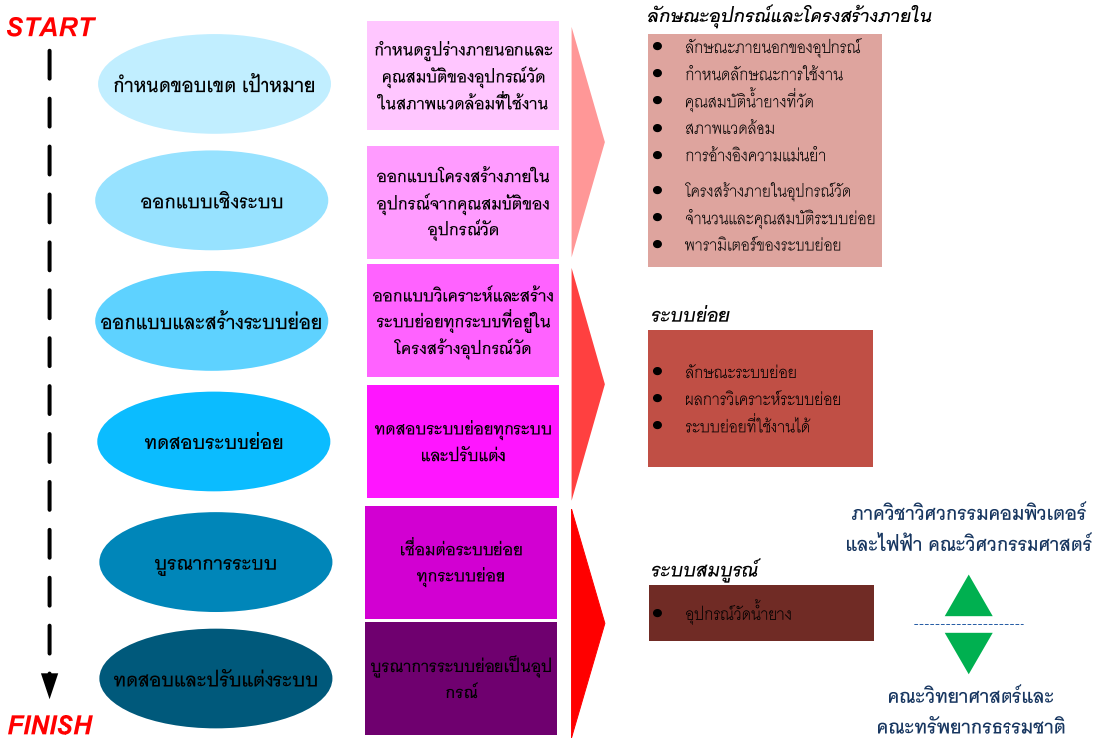
4.4. อุปกรณ์สามารถพกพาได้

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 อุปกรณ์วัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้โดยให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและอัตโนมัติ มีระดับความแม่นยำอ้างอิงกับผลการทดสอบมาตรฐาน มีศักยภาพที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

5.2 กระตุ้นให้เกิดการซื้อขายน้ำยางสดมากขึ้น

6. วิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 12.1 ผังแสดงวิธีการดำเนินวิจัยและสถานที่การทำวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำวิจัยในโครงการสามารถสรุปได้ตามรูปที่ 12.1 โดยกระบวนการทั้งหมดอยู่ภายในระยะเวลา 24 เดือน ทั้งนี้ในโครงการมีกิจกรรมสามส่วนที่ไม่ได้ระบุในผังรูปนี้คือ

กิจกรรมการเตรียมน้ำยาง โดยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ (รศ. ดร. สายัณห์ สดุดี) เป็นนักวิจัยร่วมในกระบวนการเตรียมน้ำยาง

กิจกรรมการวัดและทดสอบ ได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ (รศ. ดร. สายัณห์ สดุดี และ ผศ. อรสา ภัทรไพบูลย์ชัย) เข้าร่วมในโครงการ

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งระบุเป็นแผนการดำเนินงานซึ่งคาดว่าจะอาศัยกลไกกับต้นสังกัด

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554-กันยายน 2555

8. รายละเอียดคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

รายการ	6 เดือนแรก	6 เดือนหลัง	รวม
1. งบบุคลากร			
1.1 ค่าจ้างนักศึกษาอัตราปริญญาโท 1 คนอัตรา 5,000 บาท/เดือน	30,000	30,000	60,000
2. ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ			
2.1 ค่าตอบแทน (เบี้ยเลี้ยง)	5,000	5,000	10,000
2.2 ค่าใช้สอย			
2.2.1 ค่าจ้างเหมาเขียนโปรแกรม	-	75,000	75,000
2.2.2 ค่าจ้างเหมาทำวงจรและเชื่อมต่อระบบ	-	60,000	60,000
2.2.3 ค่าจ้างเหมาทำรายงานและบัญชีโครงการ	1,500	1,500	3,000
2.2.4 ค่าเดินทาง	5,000	5,000	10,000
2.2.5 ค่าสื่อสาร	2,000	2,000	4,000
2.3 ค่าวัสดุ			
2.3.1 ค่าวัสดุวิจัย (รวมภาษีและขนส่ง)	99,500	80,000	179,500
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	**143,000**	**258,500**	**401,500**

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยในทุกรายการ

1. โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ความเป็นมา

โครงการปลูกข้าวเพื่อบริโภคในสหกรณ์นิคมอ่าวลึก เป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวซึ่งได้ทรงมีพระราชดำริ เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2530 ณ พระตำหนักทักษิณ ราชนิเวศน์ จังหวัดนราธิวาส ทั้งนี้เนื่องจากสมาชิกสหกรณ์นิคมส่วนใหญ่มีอาชีพทำสวนปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักและต้องทำการซื้อข้าวจากแหล่งอื่นมาบริโภค จึงทรงมีพระราชดำริให้เกษตรกรในพื้นที่ซึ่งเคยทำนามาก่อนและได้เลิกร้างไปเนื่องจากฝนทิ้งช่วง ได้ทำนาปลูกข้าวเพื่อบริโภคกันเองในกลุ่มสมาชิกสหกรณ์นิคมโดยจะจัดให้มีโรงสีข้าวขนาดเล็กครบวงจร

จากพระราชดำริดังกล่าว มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ซึ่งเป็นหน่วยประสานงานจึงได้ร่วมกับส่วนราชการต่างๆ คือ กรมชลประทาน กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมการปกครอง และกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นหน่วยงานหลักที่จะดำเนินการร่วมกันเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่เขตสหกรณ์นิคมอ่าวลึก ทำการปลูกข้าวเพื่อบริโภคครบวงจร

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2554 – กันยายน 2555 (โครงการต่อเนื่อง)

สถานที่ดำเนินการ

สหกรณ์นิคมปากน้ำ จำกัด จังหวัดกระบี่

รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

งบดำเนินงาน

ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ

ค่าใช้สอย		11,360 บาท
- ค่าเบี้ยเลี้ยง 2,160 บาท		
(ระดับ 9 จำนวน 1 คนx 1 ครั้งx 2 วันๆ ละ 240 บาท เป็นเงิน 480 บาท)		
(ระดับ 3-8 จำนวน 2 คนx 2 ครั้งx 2 วันๆ ละ 210 บาท เป็นเงิน 1,680 บาท)		
- ค่าที่พัก 5,200 บาท		
(ระดับ 9 จำนวน 1 คนx 1 ครั้งx 1 วันๆ ละ 1,200 บาท เป็นเงิน 1,200 บาท)		
(ระดับ 3-8 จำนวน 2 คนx 2 ครั้งx 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		2,640 บาท
	รวมเงินทั้งสิ้น	**14,000 บาท**

(ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

ผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็นโครงการที่ดำเนินการต่อเนื่องเต็มโครงการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 สำหรับในปี 2552 มีสมาชิกทำนา จำนวน 30 ครอบครัว เกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวรวมประมาณ 143 ไร่ โดยทางโรงสีข้าวพระราชทานได้รับจ้างสีข้าวเปลือกในช่วงเดือนกันยายน 2551 ถึงสิงหาคม 2552 จำนวน 40,669 กิโลกรัม ให้กับสมาชิก และหลังฤดูเกี่ยวข้าวปี 2551 ได้มีเกษตรกรหลายรายทำการปลูกผักสวนครัวต่อเนื่อง และบางรายก็ปลูกกันตลอดทั้งปี เนื่องจากมีระบบชลประทานที่สมบูรณ์

2. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ความเป็นมา

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

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

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2554 – กันยายน 2555 (โครงการต่อเนื่อง)

สถานที่ดำเนินการ

สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่ และศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส

รายละเอียดงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2555

งบดำเนินงาน

ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ

<u>ค่าใช้สอย</u>	34,260 บาท
- ค่าเบี้ยเลี้ยง 6,960 บาท	
(ระดับ 9 จำนวน 2 คนx 2 ครั้งx 2 วันๆ ละ 240 บาท เป็นเงิน 1,920 บาท)	
(ระดับ 3-8 จำนวน 2 คนx 6 ครั้งx 2 วันๆ ละ 210 บาท เป็นเงิน 5,040 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	
(เดินทางไปจังหวัดนราธิวาส 3 ครั้งๆ ละ 1,500 บาท เป็นเงิน 4,500 บาท)	
(เดินทางไปจังหวัดกระบี่ 3 ครั้งๆ ละ 2,000 บาท เป็นเงิน 6,000 บาท)	
<u>ค่าวัสดุ</u>	3,740 บาท
รวมเงินทั้งสิ้น	**38,000 บาท**

(ขอถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ)

ผลการดำเนินงาน

1. โครงการจัดสร้างโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดกำลังผลิต 2 ตันทะลายต่อชั่วโมง เพื่อการบริโภคและผลิตน้ำมันปาล์มทดแทนน้ำมันดีเซลที่สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากมูลนิธิชัยพัฒนา เงินอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเงินกองทุนสนับสนุนโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก งบประมาณทั้งสิ้น 11,301,000 บาท ซึ่งมหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการสนองพระราชดำริในการจัดสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร พร้อมทั้งทดสอบการใช้งานในช่วงปี 2545 – 2546 จากนั้นก็ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านเทคนิคต่างๆ จนถึงเดือนมีนาคม 2547 ทางสหกรณ์จึงได้เริ่มทำการสกัดน้ำมัน

ปาล์มดิบสนองพระราชดำริได้ ในปี 2550 ได้ทำการปรับปรุงเครื่องหีบเพลาคู่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น และในปี 2551 – 2552 ทางโครงการได้ติดตามผลการดำเนินงานและคำปรึกษาด้านต่างๆ

2. ปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์โรงงานสกัดและแปรรูปน้ำมันปาล์ม ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนา พิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส งบประมาณปี พ.ศ.2552 เนื่องจากในการดำเนินงานที่ผ่านมาของโรงงานสกัดและแปรรูปน้ำมันปาล์มของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ ปรากฏว่ามีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานมานานกว่า 10 ปี เริ่มหมดอายุการใช้งานลง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จึงได้ขออนุมัติงบประมาณจากสำนักงาน กปร. เพื่อทำการซ่อมแซมและปรับปรุงเครื่องจักร

3. สร้างชุดสาธิตผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง ขนาด 2 ลิตร/ชั่วโมง ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จังหวัดนราธิวาส งบประมาณปี พ.ศ.2552 เพื่อใช้สาธิตให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจได้ศึกษาหาความรู้