



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายบริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702/4757 โทรสาร 4750
 ที่ ศธ 5521/ 1542 วันที่ 24 ส.ค. 2559
 เรื่อง นำส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยและเงินโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย โครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โดย อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็นหัวหน้าโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร	ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นของโครงการ	จำนวนเงินคงเหลือ	ดอกเบี้ย	วันที่โอนเงิน และจำนวนเงินที่โอนเงินเข้ามหาวิทยาลัย
230,000.00 บาท	230,338.60 บาท	0.00 บาท	307.37 บาท	โอนเงิน 1/7/2559 จำนวนเงิน 311.00 บาท ส่วนต่าง 3.63- บาท

หมายเหตุ:- ตรวจสอบเบื้องต้นยังไม่มีกรอกรับเสร็จรับเงิน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนา:แจ้งหัวหน้าโครงการ/สถานวิจัย

โครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัย

รหัสโครงการ SUT7-715-55-12-47

ชื่อ สกุลหัวหน้าโครงการ อ.ดร.พัชรินทร์ ราโช

สำนักวิชา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ชื่อโครงการภาษาไทย การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อนำบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ Enhancement of anaerobic digestion of waste activated sludge (WAS) by alkaline recirculation

ชื่อชุดโครงการภาษาไทย

ชื่อชุดโครงการภาษาอังกฤษ

ประเภทแหล่งทุน สำนักงานประมาณ

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปี 2555 จน 230,000.00

และงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี รวม 230,000

สถานภาพโครงการ ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

ประเภทโครงการ 1 ประยุกต์

ประเภทโครงการ 2 โครงการใหม่

หมายเหตุ ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร ส่งรายงานเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2558 ที่ ศร 5614 (22)/521 ลงวันที่ 29 กันยายน 2558

keyword การย่อยตะกอน, ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ, การบำบัดเบื้องต้นด้วยค่าความเป็นด่าง, น้ำทิ้งหมุนวนกลับ Sludge digestion, Anaerobic treatment, Alkaline pretreatment, Effluent recirculation

เพิ่มข้อมูลโดย admin

วันที่เพิ่มข้อมูล 2011-10-28 15:09:12

แก้ไขข้อมูลโดย namfon

วันที่แก้ไขข้อมูล 2016-01-14 14:42:22

นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ

(นางจุไรรัตน์) พุ่มโพธิ์สุวรรณ
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

24 ส.ค. 2559



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายบริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702/4757 โทรสาร 4750
ที่ ศธ 5621/ 291 วันที่ - 5 ก.พ. 2559
เรื่อง การตรวจสอบหลักฐานโครงการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

ตามที่ท่านได้ส่งเอกสารหลักฐานค่าใช้จ่าย โครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่างประจำวันประมาณ พ.ศ.2555 จำนวนเงิน 230,000.00 บาท (สองแสนสามหมื่นบาทถ้วน) นั้น สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้ตรวจสอบเอกสารหลักฐานการใช้จ่ายเงินเพื่อการวิจัยดังกล่าวแล้ว ในการนี้จึงขอแจ้งผลการตรวจสอบหลักฐานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. หลักฐานการเงินที่เกิดขึ้นจากการวิจัยเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 230,338.60 บาท (สองแสนสามหมื่นสามร้อยสามสิบแปดบาทหกสิบสตางค์) โดยมี

1.1 จำนวนเงินคงเหลือจากการวิจัย จำนวน 0.00 บาท (ศูนย์บาทถ้วน)

1.2 จำนวนเงินดอกเบี้ยจากบัญชีโครงการทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยถึง ณ วันที่ ปิดบัญชีโครงการ

2. จากข้อ 1.1 และ 1.2 หัวหน้าโครงการดำเนินการปิดบัญชีโครงการ และโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) ประเภทบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่บัญชี 707-2-14444-2

3. จัดส่งสำเนาสมุดบัญชีเงินฝากโครงการหลังปิดบัญชี และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการด้วยจักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

โครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัย

รหัสโครงการ SUT7-715-55-12-47

ชื่อ สกุลหัวหน้าโครงการ อ.ดร.พัชรินทร์ ราชไธ

สำนักวิชา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ชื่อโครงการภาษาไทย การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อนำบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ Enhancement of anaerobic digestion of waste activated sludge (WAS) by alkaline recirculation

ชื่อชุดโครงการภาษาไทย

ชื่อชุดโครงการภาษาอังกฤษ

ประเภทแหล่งทุน สำนักงบประมาณ

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปี 2555 จน 230,000.00

และงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี รวม 230,000

สถานภาพโครงการ ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

ประเภทโครงการ 1 ประยุกต์

ประเภทโครงการ 2 โครงการใหม่

หมายเหตุ ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร ส่งรายงานเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2558 ที่ ศร 5614 (22)/521 ลงวันที่ 29 กันยายน 2558

keyword การย่อยตะกอน, ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ, การบำบัดเบื้องต้นด้วยค่าความเป็นด่าง, น้ำทิ้งหมุนวนกลับ Sludge digestion, Anaerobic treatment, Alkaline pretreatment, Effluent recirculation

เพิ่มข้อมูลโดย admin

วันที่เพิ่มข้อมูล 2011-10-28 15:09:12

แก้ไขข้อมูลโดย namfon

วันที่แก้ไขข้อมูล 2016-01-14 14:42:22

๓/๑๐๗ ง ๒๓๐,๓๓๕.๖๐ บาท
๒๕๕๕ ๖/๕

(นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ)

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

๐ ๕ ก.พ. 2559

ศธ 5521/ว 45

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย
ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

19 มกราคม 2559

เรื่อง ขอมอบรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรียน สำนักแจ้งท้าย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ด้วยสถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รวบรวมรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จในเดือนธันวาคม 2558 ได้แก่ รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยกระบวนการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอมอบรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์มาเพื่อใช้ประโยชน์ตามที่เห็นสมควรต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 044-224736 โทรสาร 044-224750

e-mail : su-kanya@su.ac.th



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
109/2559
วันที่ 13 ส.ค. 2559
เวลา 13.00 Ch

หน่วยงาน.....สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....ศธ. 5614(22)/ 21.....วันที่ 13 มกราคม 2559
เรื่อง.....ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.....

SUT7-715-55-12-47

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ จากสำนักงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2555 ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย จิจิตรเสถียร ชื่อโครงการการเพิ่ม ประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อล้าบัตตะกอน ส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยกระบวนการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง ทั้งนี้ได้ส่งไฟล์ไปยัง jittanan@sut.ac.th เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา


(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ

๑

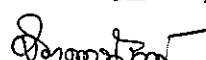
เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(A) รับประทานอาหารวิจัยจำนวน 15 เล่ม และ
☐ CD 1 แผ่น ☒ อื่นๆ.....e-mail
14 มค 59


(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
14 ส.ค. 2559

๒

เรียน ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย
เพื่อทราบ พร้อมนี้ได้นำส่งรายงานการวิจัย
จำนวน 15 เล่ม และ ☐ CD 1 แผ่น ☒ อื่นๆ.....e-mail


14 มค 59

15 14 มค 59



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 2670

วันที่ 16 ธันวาคม 2558

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยของคณะอนุกรรมการฯ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่ง (ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง มาเพื่อเสนอต่อคณะอนุกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย นั้น

คณะอนุกรรมการฯ ตามหนังสือแจ้งเวียนที่ ศธ 5621/ว615 ลงวันที่ 4 ธันวาคม 2558 มีมติเห็นชอบ (ร่าง) รายงานการวิจัยดังกล่าวแล้ว ทั้งนี้ คณะอนุกรรมการฯ มีความเห็นว่าไฟล์ pdf ควรซ่อน Hyperlink ของ text citation

สถาบันวิจัยฯ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดังกล่าวเพื่อทราบมติของคณะอนุกรรมการฯ และส่งรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งจัดส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 18 มกราคม 2559 ตามรายการดังต่อไปนี้

1. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 เล่ม ตามรูปแบบที่กำหนดคือ ปกสีฟ้า และเข้าเล่ม แบบสไลกาว สำเนาแบบหน้าเดียว ยกเว้น กรณีที่มีจำนวนหน้ามากกว่า 100 หน้าขึ้นไปให้สำเนาแบบหน้า/หลัง ทั้งนี้ เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป กรณีที่มีข้อจำกัดในการเผยแพร่ โปรดแจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนาทราบด้วย

2. ไฟล์รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทั้งฉบับ (ไฟล์ pdf) และไฟล์บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (ไฟล์ MS-Word) ส่งไปยัง e-mail: jittanan@gs.sut.ac.th หรือบันทึกไฟล์ลงแผ่น CD

3. รายงานการใช้จ่ายเงินงวดสุดท้าย (ตามแบบ สบวพ.-ง-02) พร้อมหลักฐานใบเสร็จรับเงินที่เกิดจากการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

4. กรณีที่มีการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยในการซื้อครุภัณฑ์หรือหนังสือ ต้องส่งครุภัณฑ์หรือหนังสือดังกล่าวคืนสถาบันวิจัยและพัฒนาด้วย

5. สำเนาบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยเฉพาะหน้าที่มีการเคลื่อนไหวของเงิน (เพื่อตรวจสอบเบื้องต้นโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา จะแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบอีกครั้งเพื่อดำเนินการโอนเงินคงเหลือและดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นทั้งหมดให้มหาวิทยาลัยต่อไป)

(สำหรับข้อ 3-5 โปรดสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมที่ คุณจุไรรัตน์ พุ่มโพธิสุวรรณ ฝ่ายบริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4702)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ประทับเวลา	(ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอน ส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง (SUT7-715-55-12-47) โดย อวจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์	คณะอนุกรรมการฯ ผู้พิจารณา
11/12/2015, 11:14:54	เห็นชอบรับรอง	รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล
11/12/2015, 11:46:54	เห็นชอบรับรอง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.สรุณา แก้วพิบูลย์
11/12/2015, 14:13:14	เห็นชอบรับรอง	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ บุญอนันนสาร
11/12/2015, 14:14:04	เห็นชอบรับรอง	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ บุญอนันนสาร
11/12/2015, 21:54:07	เห็นชอบรับรอง	รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา
12/12/2015, 20:07:34	เห็นชอบรับรอง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.สรุณา แก้วพิบูลย์
13/12/2015, 17:13:50	เห็นชอบรับรอง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อังสกุล
14/12/2015, 19:20:35	เห็นชอบรับรอง	รองศาสตราจารย์ ดร.สิริโชค จิงถาวรณ
16/12/2015, 4:10:14	เห็นชอบ แต่ควรซ่อน Hyperlink ของ intext citation	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สิงห์ดง
ศธ 5621/ว615 ลงวันที่ 4 ธันวาคม 2558		



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ว ๒๑๖

วันที่ 4 ธันวาคม 2558

เรื่อง ขอมติคณะกรรมการพิจารณากลั่นกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน คณะอนุกรรมการพิจารณากลั่นกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

ด้วย อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ได้ส่ง (ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง (SUT7-715-55-12-47) ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาเพื่อขอความเห็นชอบจาก คณะอนุกรรมการพิจารณากลั่นกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย รายละเอียดตามไฟล์เอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

สถาบันวิจัยและพัฒนา ใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยตามที่ได้เรียนให้ทราบข้างต้น และโปรดแจ้งผลการพิจารณารับรองหรือความเห็นอื่นๆ ไปยังสถาบันวิจัยฯ ทางระบบออนไลน์ ภายในวันที่ 8 ธันวาคม 2558 ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
3108/8คค8
ที่ 9 S.ค. 2558
13.00 Ch

หน่วยงาน.....สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....ศร. 5614(22)/ 831.....วันที่ 8 สิงหาคม 2558
เรื่อง.....ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว

① เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว โครงการวิจัยที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2555 ของอาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช ชื่อโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยกระบวนการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง (SUT7-715-55-12-47) ซึ่งได้แก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำแล้ว ทั้งนี้ได้ส่งไฟล์ไปยัง jittanan@g.sut.ac.th แล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุซารสกุล)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคณบดี

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ

②

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย

เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองธอง)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

11 ธ.ค. 2558



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 2402

วันที่ 30 ตุลาคม 2558

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยของผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่อาจารย์ ดร.พิชลินทร์ ราโช สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่ง (ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง ด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา จำนวน 1 ชุด เพื่อส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา นั้น

บัดนี้ (ร่าง) รายงานการวิจัยเรื่องดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้แจ้งผลการประเมินโดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม รายละเอียดตามเอกสารที่แนบมา หรือขณะนี้ สถาบันวิจัยฯ ใคร่ขอความร่วมมือในการแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อทราบผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ และขอให้จัดส่ง (ร่าง) รายงานการวิจัยที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว โดย Merge เป็นไฟล์ pdf เพียง 1 ไฟล์ สำหรับแจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณา กลั่นกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย ไปยังสถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 30 พฤศจิกายน 2558

ทั้งนี้ การส่งไฟล์ (ร่าง) รายงานการวิจัย (pdf) สามารถบันทึกลงแผ่น CD หรือส่งไฟล์ไปที่ e-mail: jittanan@e.sut.ac.th และมีหนังสือนำส่งจากนักวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานในการอ้างอิง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ลำดับ	หัวหน้าโครงการ	สาขาวิชา	ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย)	แหล่งทุน	ปีงบประมาณที่ได้รับทุน	งบประมาณที่ได้รับ (บาท)	
						รวมทั้งโครงการ	ปี 2558
21	ผศ. ดร. ศิริรัตน์ ทับสูงเนิน รัตนจันทร์	วิศวกรรม เซรามิก	ซีเมนต์เชิงประกอบแคลเซียมฟอสเฟตสำหรับงาน ทางด้านการส่งผ่านยา (หัวข้อวิทยานิพนธ์: การ พัฒนาวัสดุโครงสร้างพรุนตัวของวัสดุเชิงประกอบพอลิ เมอร์/ไบโอแอกทีฟกลาสสำหรับวิศวกรรมเนื้อเยื่อ กระดูก)	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการปริญญา เอกกฤษฎาภิเชก นักศึกษารับทุน นางสาวติญา เพ็ชรนิล (Windowll มทส.=1,112,000 บาท สกว.= 1,100,000 บาท)	2554-2558	1,100,000	220,000
22	ผศ. ดร. ศิริรัตน์ ทับสูงเนิน รัตนจันทร์	วิศวกรรม เซรามิก	ยังไม่มีหัวข้อวิทยานิพนธ์	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการปริญญา เอกกฤษฎาภิเชก นักศึกษารับทุน นายปาริทัศน์ ไทยทะเล	2558-2562	2,382,000	476,400
23	รศ. ดร. พิระพงษ์ อุฑารสกุล	วิศวกรรม โทรคมนาคม	ยังไม่มีหัวข้อวิทยานิพนธ์	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการปริญญา เอกกฤษฎาภิเชก นักศึกษาที่รับทุน นางสาวภาวิณี มีราศรี	2556-2560	2,212,000	442,400
24	ผศ. ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล	วิศวกรรม โทรคมนาคม	การก่อลำคลื่นแบบตั้งฉาก	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการปริญญา เอกกฤษฎาภิเชก นักศึกษาที่รับทุน นางสาวปาลี รัตน์ วงจำปา	2556-2558	1,591,000	530,000
25	อ. ดร. บุญส่ง สุตะพันธ์	วิศวกรรม โทรคมนาคม	การเพิ่มความไวของเครื่องอ่านแอลเอฟเอ หรับใช้ เซนเซอร์ทางชีวภาพ	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย นักศึกษารับทุน นางสาวลลิตา สายศิลป์	2557-2558	313,500	156,750
26	อ. ดร. บุญส่ง สุตะพันธ์	วิศวกรรม โทรคมนาคม	เทคนิคแสงแบบไม่ส่งผลกระทบต่อร่างกายสำหรับ ถ่ายภาพเส้นเลือดและวัดการไหลของเลือดในหลอดเลือด	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย นักศึกษารับทุน นางสาวลาวัลย์ สัมพันธ์พร	2557-2558	313,500	156,750

ศธ 5621/ 21๑๑



มหาวิทยาลัยนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยแห่งการสร้างสรรค์นวัตกรรม

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

26 พ.ย. 2558

เรื่อง ขอขอบคุณ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยดาว วินิจนันท์

ตามที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอ่าน
ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอน
ส่วนเกินจากตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รับผลการอ่านร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว และได้โอนเงิน
ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิ เข้าบัญชีธนาคารกรุงเทพ เลขที่บัญชี 186-042141-9 จำนวนเงิน 1,000 บาท (หนึ่งพัน
บาทถ้วน) เมื่อวันที่24.....พ.ย.....2558.จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จาก
ท่านอีกในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

แบบแจ้งผลการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าได้พิจารณาสาระทางวิชาการของ (ร่าง) รายงานการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง” เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งผลการพิจารณาพร้อมทั้งส่งคืนเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ | จำนวน 1 แผ่น |
| 2. แบบแจ้งผลการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย | จำนวน 1 แผ่น |
| 3. แบบประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัยรายโครงการ | จำนวน1.... แผ่น |
| 4. แบบเสนอโครงการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |
| 5. ร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |

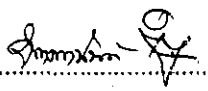
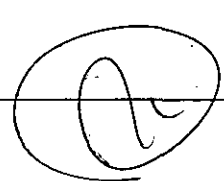
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยดาว วินิจนันทรรัตน์)

๒๕ / ๑๑ / ๕๘

สำหรับเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

1) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติให้ฝ่ายธุรการดำเนินการเบิกจ่ายค่าตอบแทนให้แก่ผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เป็นเงิน 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน) พร้อมค่าธรรมเนียมในการจัดส่งเงินดังกล่าว (ถ้ามี)  (นางสาวจิตตานันท์ ทิกุล) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายประสานงานการวิจัย ๒๕ / ๑๑ / ๕๘	2) อนุมัติ (รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา / / 
---	---

29 ต.ค. 2558

แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าขอแจ้งความประสงค์ในการรับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ของโครงการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง” ดังนี้

- ☒ ยินดีรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และประสงค์ให้ส่งค่าตอบแทนโดย
- ☐ ส่งธนาคัตติงเงิน 1,000 บาท ส่งจ่าย ปณ.
 - ☒ โอนเงินวงเงิน 1,000 บาท เพื่อเข้าบัญชีเงินฝาก (ยกเว้น ธนาคารออมสิน)
ธนาคาร... กสิวิทย์
เลขที่บัญชี ... 186-042 141-9
ชื่อบัญชี ... สร้อยดาว วินิจนันทรัตน์

- ☐ ไม่สะดวกในการรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และขอแนะนำให้ติดต่อ
.....
หน่วยงาน.....
.....
.....

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยดาว วินิจนันทรัตน์)

๒๖ / ๑๑ / ๕๘

การประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัย

รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบ
ตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง

หัวข้อ	ไม่สามารถ ประเมินผล ได้*	ความเห็นในการ ประเมินผล (P) (ระดับคะแนน A=1.0, B=0.8, C=0.6, D=0.4, E=0.2, F=0.0)	น้ำหนัก คะแนน (X)	คะแนน รวม (PX)
1. การบรรลุวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย		C	20	12
2. ความมีคุณค่าของผลการวิจัย		A	20	20
3. ความคุ้มค่าของผลการวิจัย		A	20	20
4. ผลลัพธ์ของการนำผลการวิจัยไปใช้ ประโยชน์		B	15	12
5. การเผยแพร่ผลการวิจัยและทรัพย์สิน ทางปัญญาที่เกิดจากการวิจัย		A	15	15
6. ผลกระทบ (Impacts) ที่เกิดจากการ นำผลการวิจัยไปใช้		B	10	8
รวม			100	87

หมายเหตุ : * โปรดระบุสาเหตุที่ไม่สามารถประเมินได้

ผลสรุปคุณภาพโดยรวมของผลการวิจัย

$\sum PX$ = 88 - 100 ☐ ดีมาก
 75 - 87 ☒ ดี
 62 - 74 ☐ ดีพอใช้
 50 - 61 ☐ พอใช้
 < 50 ☐ ควรปรับปรุง

ข้อเสนอแนะของผู้ประเมินผลจากการพิจารณาเรียงรายงานการวิจัย

(ระบุประเด็น/เรื่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในร่างรายงานการวิจัย)

- มีคำเขียนที่ผิดอยู่มาก เขียนผิด สักคำ
- เอกสารอ้างอิงในเนื้อหา และในตอนที่ขอ reference หลายที่ ที่ยังไม่ได้อ้างอิงใน references
- ในส่วนวิเคราะห์ผล และผล ได้ยกสิ่งพิมพ์ การเขียนหนังสือ แล้วแต่ในใจจะยกสิ่งพิมพ์ที่ผิด SCOP, ยกสิ่งพิมพ์ในทางอื่น (สับสน)
- ในวัตถุประสงค์ และขอผลได้กล่าวไว้ว่าศึกษาหาผลเพื่อให้ข้อสรุปต่อทุกสิ่งทุกอย่าง แต่ในบทที่ 4 ยังเขียนไว้ว่าเห็นว่าศึกษาหาผลในด้านสิ่งแวดล้อม ต่อมา แล้วจึงนำข้อสรุป

ศร 5621/ 1๑๑4

๒๕๖ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยแห่งการสร้างสรรค์นวัตกรรม



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

๗ ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยดาว วินิจนันท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย	1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ	จำนวน	1	แผ่น
	2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย	จำนวน	1	แผ่น
	3. แบบประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัยรายโครงการ	จำนวน	1	ชุด
	4. แบบเสนอโครงการวิจัย	จำนวน	1	ชุด
	5. ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	จำนวน	1	ชุด

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในฐานะหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเกี่ยวกับงานวิจัยของคณาจารย์ในมหาวิทยาลัย พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง” เป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยกำหนดอัตราค่าตอบแทนในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่องละ 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ดังนี้

ขอความกรุณาแจ้งให้สถาบันวิจัยฯ ทราบทันทีหลังจากที่ท่านได้รับเอกสารเรียบร้อยแล้ว หรือภายในวันที่ 13 ตุลาคม 2558 โดยแจ้งผ่านทาง e-mail: jittanan@g.sut.ac.th

2. ขอความกรุณากรอรายละเอียดและลงนามในสิ่งที่ส่งมาด้วย 1 และ 2 และโปรดประเมินร่างรายงานการวิจัยตามแบบฟอร์มในสิ่งที่ส่งมาด้วย 3 (หน้า 1-2)

ทั้งนี้ ขอความกรุณาส่งเอกสารทั้งหมด (สิ่งที่ส่งมาด้วย 1, 2, 3, 4 และ 5) คืนไปยังสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภายในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2558

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ได้พิจารณาแล้ว
เห็นชอบแล้ว

๕๖๓๕๘

ฝ่ายประสานงานวิจัย

โทรศัพท์ 0-4422-4753, 080-333-8938; โทรสาร 0-4422-4750 e-mail: jittanan@g.sut.ac.th

(SUT7-715-55-12-47)

เอกลักษณ์ / Uniqueness
มหาวิทยาลัยแห่งการสร้างสรรค์นวัตกรรม
University of innovation

อัตลักษณ์ / Identity
บัณฑิตนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้มีภูมิรู้ ภูมิธรรม ภูมิปัญญา
Science and Technology Graduates with Knowledge, Moral Ethos, and Wisdom

ลับ

ศธ 5621/ 1๙๙4

สสอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยแห่งการสร้างสรรค์นวัตกรรม



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

๗ ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยดาว วินิจนันท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย	1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ	จำนวน	1	แผ่น
	2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย	จำนวน	1	แผ่น
	3. แบบประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัยรายโครงการ	จำนวน	1	ชุด
	4. แบบเสนอโครงการวิจัย	จำนวน	1	ชุด
	5. ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	จำนวน	1	ชุด

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในฐานะหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเกี่ยวกับงานวิจัยของคณาจารย์ในมหาวิทยาลัย พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง” เป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยกำหนดอัตราค่าตอบแทนในการพิจารณา (ร่าง) รายงานการวิจัย เรื่องละ 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ดังนี้

1. ขอความกรุณาแจ้งให้สถาบันวิจัยฯ ทราบทันทีหลังจากที่ท่านได้รับเอกสารเรียบร้อยแล้ว หรือภายในวันที่ 13 ตุลาคม 2558 โดยแจ้งผ่านทาง e-mail: jittanan@g.sut.ac.th

2. ขอความกรุณากรอรายละเอียดและลงนามในสิ่งที่ส่งมาด้วย 1 และ 2 และโปรดประเมินร่างรายงานการวิจัยตามแบบฟอร์มในสิ่งที่ส่งมาด้วย 3 (หน้า 1-2)

ทั้งนี้ ขอความกรุณาส่งเอกสารทั้งหมด (สิ่งที่ส่งมาด้วย 1, 2, 3, 4 และ 5) คืนไปยังสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภายในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2558

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายประสานงานการวิจัย

โทรศัพท์ 0-4422-4753, 080-333-8938; โทรสาร 0-4422-4750 e-mail: jittanan@g.sut.ac.th

(SUT7-715-55-12-47)



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
2810/2558
ที่ 29 ก.ย. 2558
วส. 18.00

หน่วยงาน.....สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....สศ 5614(22)/ 521.....วันที่ 29 กันยายน 2558
เรื่อง.....ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง)

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

45-53-12-47

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ จากสำนักงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2555 ของ อ. ดร.พัชรินทร์ ราชิ ชื่อโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยกระบวนการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง เพื่อเสนอผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา จำนวน 1 เล่มดังแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคณบดี

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ

เรียน

ฝ่ายประสานงานการวิจัย

เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

30 ก.ย. 2558

เรียน

ฝ่ายสารสนเทศการวิจัย

เพื่อทราบ

1 พ.ค. 58



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702/4757 โทรสาร 4750
ที่ ศร 5521/1874 วันที่
เรื่อง ขอนำส่งเอกสารหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยกลับคืน 16 ต.ค. 2556

เรียน อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ รักษ์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

ตามที่ท่านได้ส่งเอกสารหลักฐานค่าใช้จ่ายของ “โครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง” ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 งวดที่ 1/2555 ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวนเงินทั้งสิ้น 110,000.00 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นบาทถ้วน) มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นจริงจำนวน 120,069.60 บาท (หนึ่งแสนสองหมื่นหกสิบเก้าบาท ราวสิบสตางค์) นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนาได้ดำเนินการตรวจสอบเอกสารหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งคืนเอกสารดังกล่าว และเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้วให้นำเอกสารทางการเงินทั้งหมดส่งมาพร้อมด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3283/2556
13.12.56

School /Institute

Tel/Fax.

ที่ ศธ. 5614 (9.1/58)

วันที่ 14 ตุลาคม 2556

เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 งวดที่ 2

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

507-715-55-12-17

ตามที่ข้าพเจ้า อ. พชรินทร์ ราชสังกต สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี 2555 งบประมาณ พ.ศ. 2555 เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 230,000 บาท นั้น

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงวดที่ 2 เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 115,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ ปริญญาตรี	อัตราเดือนละ	8,000	บาท
ระยะเวลา 6 เดือน จำนวน 1 คน	เป็นเงิน	48,000	บาท
	รวม	48,000	บาท

2. ค่าตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการศึกษาสืบค้น การเดินทาง การทำรายงาน	เป็นเงิน	5,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งตัวอย่าง	เป็นเงิน	10,000	บาท
- ค่าสารเคมี เพื่อวิเคราะห์ค่า ซีโอดี บีโอดี ไนโตรเจนของแข็ง โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น	เป็นเงิน	15,000	บาท
- ชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	เป็นเงิน	7,000	บาท
- ชุดทดลองระบบย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจนรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	เป็นเงิน	15,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายในการนำเสนองานและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับภาคอุตสาหกรรม	เป็นเงิน	10,000	บาท
	รวม	62,000	บาท

3. ค่าครุภัณฑ์

- ค่าวัสดุสำนักงาน	เป็นเงิน	5,000	บาท
	รวม	5,000	บาท

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
Your approval is hereby requested.

2556
(0-ดร.พรวิมล ฐา)
หัวหน้าโครงการวิจัย
Head of project

พรวิมล ฐา
(ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร)
หัวหน้าสถานวิจัย
Head of research Department

พรวิมล
(รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.ณัฏฐ์ ช่างประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
Dean
/ 4 ต.ค. 2556 /

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ☒ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้าและ การใช้จ่ายเงินฯ งวดที่ 1/55 แล้ว <u>24/10/56</u> ☒ ถูกต้อง ครบถ้วน เห็นสมควรอนุมัติตามรายการที่เสนอ ในวงเงิน <u>115,000</u> บาท (รวมเงินคงเหลือเดิมในบัญชี) <u>115,000</u> <u>พรวิมล ฐา</u> (นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป / 4 ต.ค. 2556	(3) ☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ ☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ..... <u>พรวิมล</u> (รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา / 4 ต.ค. 2556
(4.1) ☐ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน <u>115,000</u> บาท <u>บัญชีเงินคงเหลือ</u> เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อบัญชี <u>มทส. งบอุดหนุน</u> เลขที่บัญชี <u>707-2-49392-8</u> ด้วย จักขอบคุณยิ่ง <u>พรวิมล</u> (รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา / 4 ต.ค. 2556	(4.2) ☐ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัย เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริง ได้ส่งให้ ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการ โอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป <u>พรวิมล</u> (นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป / 4 ต.ค. 2556

24 ต.ค. 2556



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศร 5621/ว 594

วันที่ 16 ตุลาคม 2556

เรื่อง ขอมติคณะกรรมการพิจารณากันกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน <<สำเนาแจ้งท้าย>>

เนื่องด้วยคณาจารย์ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ได้ส่งรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย จำนวน 3 โครงการ มาเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการฯ ประกอบด้วย

1. โครงการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง (SUT7-715-55-12-47)

โดย อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

2. โครงการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำโคลนนิ่งโคด้วยการใช้สารเคมีที่ยับยั้งการตั้งหมู่อะเซทิลบนโปรตีนฮีสโตนออก (SUT3-304-55-36-06)

โดย รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ พาลพ่าย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

3. โครงการวิจัย เรื่อง การเจริญจนครบกำหนดคลอดของตัวอ่อนกระทั่งโคลนนิ่งข้ามสปีชีส์หลังจากบ่มในสารเคมีที่ยับยั้งการตั้งหมู่อะเซทิลบนโปรตีนฮีสโตนออก (SUT3-304-56-36-18)

โดย รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ พาลพ่าย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณาเรื่องที่แจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบดังกล่าว ตามรายละเอียดในเอกสารแนบท้าย และโปรดแจ้งผลการพิจารณา หรือความเห็นอื่นๆ แก่สถาบันวิจัยฯ ตามแบบแจ้งผลการพิจารณาด้านหลังของบันทึกข้อความฉบับนี้ ภายในวันที่ 24 ตุลาคม 2556 ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาแจ้งท้าย

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

แบบแจ้งผลการพิจารณาเรื่องที่แจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบ
ของคณะกรรมการพิจารณากันกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย
ตามหนังสือที่ ศร 5621/ว 534 ลงวันที่ 16 ตุลาคม 2556

ข้าพเจ้า <<ชื่อ-สกุล>>

ขอแจ้งผลการพิจารณาการรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย ที่แจ้งเวียนขอมติคณะกรรมการฯ
ดังนี้

1. โครงการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอน
ส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง
โดย อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ ราโช สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
 - ☐ เห็นชอบรับรองการรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยตามที่เสนอมา
 - ☐ มีความเห็นอื่นๆ ดังนี้
2. โครงการวิจัย เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำโคลนนิ่งโคด้วยการใช้สารเคมีที่ยับยั้งการตั้ง
หมู่อะเซทิลบนโปรตีนฮีสโตนออก
โดย รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ พาลพ่าย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
 - ☐ เห็นชอบรับรองการรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยตามที่เสนอมา
 - ☐ มีความเห็นอื่นๆ ดังนี้
3. โครงการวิจัย เรื่อง การเจริญจนครบกำหนดคลอดของตัวอ่อนกระทั่งโคลนนิ่งข้ามสปีชีส์หลังจาก
บ่มในสารเคมีที่ยับยั้งการตั้งหมู่อะเซทิลบนโปรตีนฮีสโตนออก
โดย รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ พาลพ่าย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
 - ☐ เห็นชอบรับรองการรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยตามที่เสนอมา
 - ☐ มีความเห็นอื่นๆ ดังนี้

(ลงชื่อ)

(<<ชื่อ-สกุล>>)

...../...../.....

รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบการพิจารณารับรองรายงานความก้าวหน้า
(ตามที่ระบุในแบบเสนอโครงการวิจัย)

รหัสโครงการ SUT7-715-55-12-47

ชื่อโครงการวิจัย การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบ
ตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย อาจารย์ ดร.เชษฐินทร์ ราชิ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ระยะเวลาดำเนินการตลอดโครงการ

1 ปี (2555)

วงเงินที่ได้รับจัดสรร

ปีงบประมาณ 2555 จำนวน 230,000.00 บาท

ขออนุมัติเบิกจ่ายไปแล้ว

งวดที่ 1/2555 จำนวน 115,000.00 บาท ใช้จ่ายจริง ณ วันที่รายงาน 120,069.60 บาท

ยื่นเสนอขออนุมัติครั้งนี้

งวดที่ 2/2555 จำนวน 115,000.00 บาท

ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็น ร้อยละ 70

เอกสารประกอบการพิจารณาอื่น ๆ

- | | | | |
|---|-------|---|------|
| 1. แผนรายงานความก้าวหน้าของการวิจัย | จำนวน | 6 | หน้า |
| 2. รายงานแสดงการใช้จ่ายเงินประจำงวดที่ 1/2555 | จำนวน | 1 | หน้า |
-

สงท-75-12-47

แบบ สบพ-ง-02

Form IRD-B-02

1/1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Research Expenditure Report

1. โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นต่าง

Name of Project Enhancement of Anaerobic Digestion of Waste Activated Sludge (WAS) by Alkaline Recirculation

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ อาจารย์.ดร.พัชรินทร์ ราโช สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์

Name of head of Project Dr. Patcharin Rachon Institute of Engineering

3. ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ทั้งสิ้น 230,000 บาท โดยได้รับ เงินจากมหาวิทยาลัยครั้งล่าสุดและใช้จ่ายไปแล้ว ดังนี้

Received University Research Fund for Fiscal Year 2011 for the amount of 230,000 baht with the most recent payment from the university and actual expense as follows:

☐ งวดที่ 1 ได้รับเงิน 115,000 บาท / ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น 120,069.60 บาท
Instalment No. Total amount received baht Total amount spent baht
☐ ค่าครุภัณฑ์ ได้รับเงิน -5,000 บาท / ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น 0.00 บาท
Equipment (expense) baht Total amount spent baht

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

as follows :

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท) Budget (baht)				หมายเหตุ Notes
	ได้รับจัดสรร ตลอดปี Allocation for the whole year	จ่ายจริงงวด 1 1 st Payment	จ่ายจริงงวด 2 2 nd Payment	คงเหลือเบิกจ่ายครั้ง ต่อไป Remaining funds to be activated	
1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย โปรดแสดงรายละเอียด Temporary Wages (Show details)					
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย ระดับปริญญาตรี (12เดือน@8,000 บาท)	96,000	48,000	-	48,000	
รวมค่าจ้างชั่วคราว Total	96,000	48,000	-	48,000	
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย วัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดง รายละเอียด) Compensation, Service contracting, and nonrenewable materials expenses (show details)					
- ค่าใช้จ่ายในการศึกษา สืบค้น การเดินทาง การทำรายงาน	10,000	9,799.00	-	201.00	
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งตัวถัง	20,000	12,379.00	-	7,621.00	
ค่าสารเคมี เพื่อวิเคราะห์ค่า ซีไอดี บีไอดี ในโตรเจน ของแข็ง โปรตีน และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นต้น	30,000	20,618.90	-	9,381.10	
- ชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	14,000	1,656.00	-	12,344.00	
- ชุดทดลองระบบย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจนรวมอุปกรณ์ และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	30,000	27,616.70	-	2,383.30	
- ค่าใช้จ่ายในการนำระบบผลงานและถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้กับภาคอุตสาหกรรม	20,000	0.00	-	20,000.00	
รวมค่าตอบแทน ใช้สอยและค่าวัสดุ Total	124,000	72,069.60	-	51,930.40	
3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย โปรดแสดงรายละเอียด Equipment (show details)					
- ค่าวัสดุสำนักงาน	10,000	0	-	10,000	
รวม Total	0	0	-	0	
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น Grand total	230,000	120,069.60	-	109,930.40	

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

I certify that the above is true in all respects.

(ลงชื่อ)
(Signed)

พัชรินทร์ ราโช
๙, ๓๐, ๕๖

หัวหน้าโครงการ
Head of Project

(นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ)

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

6. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือนที่)											
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24
7. ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	X	X	X	X	X							
8. ออกแบบอุปกรณ์และเตรียมสภาพ			X	X	X	X						
9. จัดหาวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี						X	X	X				
10. ดำเนินการทดลอง						X	X	X	X	X		
11. วิเคราะห์ข้อมูล									X	X	X	
12. จัดทำเอกสารและสรุปรายงาน												X

7. ผลการดำเนินงานวิจัยที่ทำได้จริง

7.1 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Enhanced SCOD Fractionations

Alkaline pretreatment were performed under various pH values and contact times. The overall results of this study are illustrated in Table 3. That showed SCOD increased during pH values and contact times were increase. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ can disintegrate the sludge. After 30 min. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ treatment, sludge SCOD increased from 296 mg/L to 573 mg/L, 613 mg/L, 773 mg/L, 981 and 1,240 mg/L with the pH values of 8, 9, 10, 11 and 12, respectively. The results showed that soluble organic matters decreased gradually when $\text{Ca}(\text{OH})_2$ increase. Similar results were also reported by Xiao and Liu (2006). The effect of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ treatment duration on sludge disintegration is also shown in Figure 2. The increase of SCOD can be divided into two stages: an initial rapid stage of 30 minutes and a subsequent slow stage. The similar duration of the first stage can also be found in other papers (Navia et al., 2002; Cai et al., 2004; Xiao and Liu, 2006). In first 30 min, the solubilization quantity was 70–85% of total solubilized organic matters in 12 h. So most efficient treatment duration was 30 min.

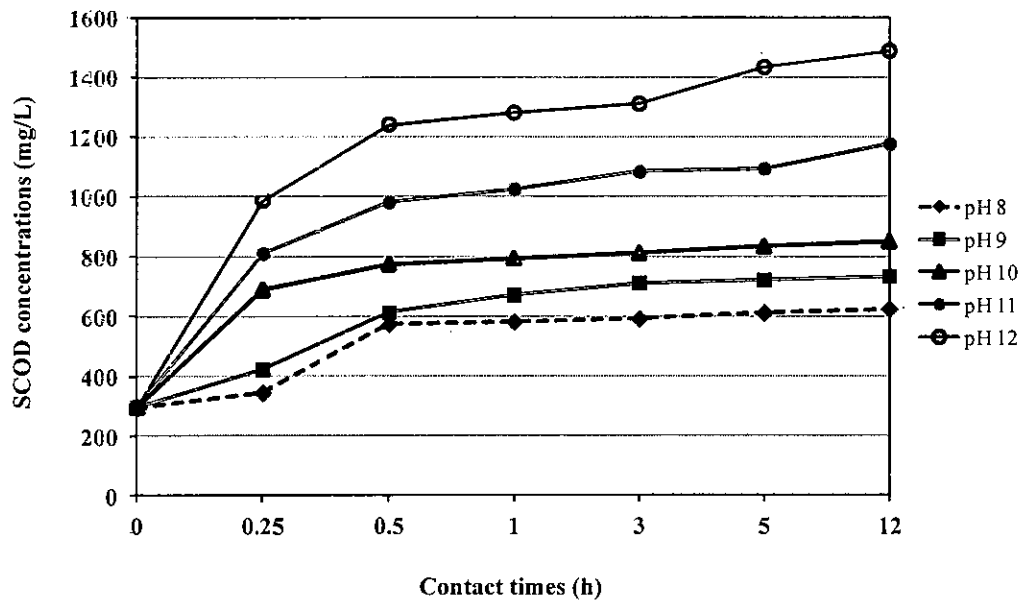


Figure 2. Variation of sludge SCOD with duration time during Ca(OH)_2 treatment.

7.2 Hydrolysis Kinetics

Experimental data related to SCOD concentrations and pH values during hydrolysis process are given in Figure 3. An increase of soluble COD concentration as well as a increase of the pH values. For all the hydrolysis conditions, a rapid increase of SCOD was observed during the first hour. Then a decreasing rate on the SCOD production was observed until the maximum value was reached. However, for more intensive hydrolysis conditions ($\text{pH} \geq 10$) the COD solubilization increased significantly until the 5th hour of hydrolysis, where about >80% of the solubilization had been achieved.

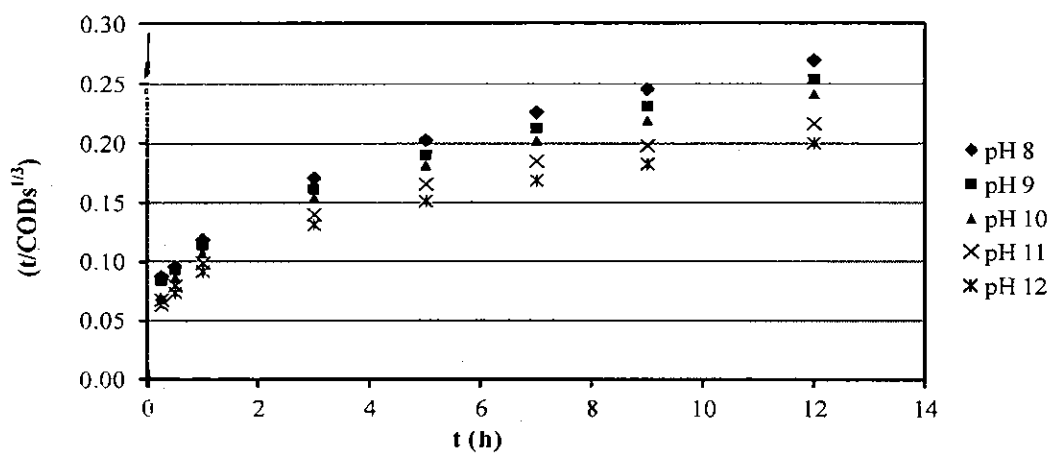


Figure 3. The experimental quantities of (t) and $(t/\text{COD}_s^{1/3})$

Table 3. Calculation of the hydrolysis rate constant k and the theoretical upper limit of soluble COD

pH	A	B	Maximum theoretical soluble COD (COD _∞ ; mg/L)	Hydrolysis rate, k (h ⁻¹)	r^2
3	0.0937	0.0140	1222.04	0.6863	0.9266
9	0.0937	0.0140	1222.04	0.6863	0.9266
10	0.0908	0.0138	1464.87	0.7353	0.9106
11	0.0843	0.0121	1938.24	0.6945	0.9075
12	0.0735	0.0111	2436.61	0.6841	0.9075

7.3 Biodegradability Performances

The BOD₂₀/COD ratios were evaluated during pH values varying and 5 h of contact time as the results shown in Figure 4. The BOD₂₀/COD ratio of raw WAS was about 0.08. After adjusted pH, the BOD₂₀/COD ratios were increased to 0.52 and 0.59 of pH 8 and pH 9, respectively. However, the BOD₂₀/COD ratios were decreased during adjusted pH 10 and pH 11 and biodegradation was inhibited at pH 12. This can be explained by the metabolism of microorganism were inhibited at the higher values than pH 9 (Chen et al., 2008; Zhang et al., 2010).

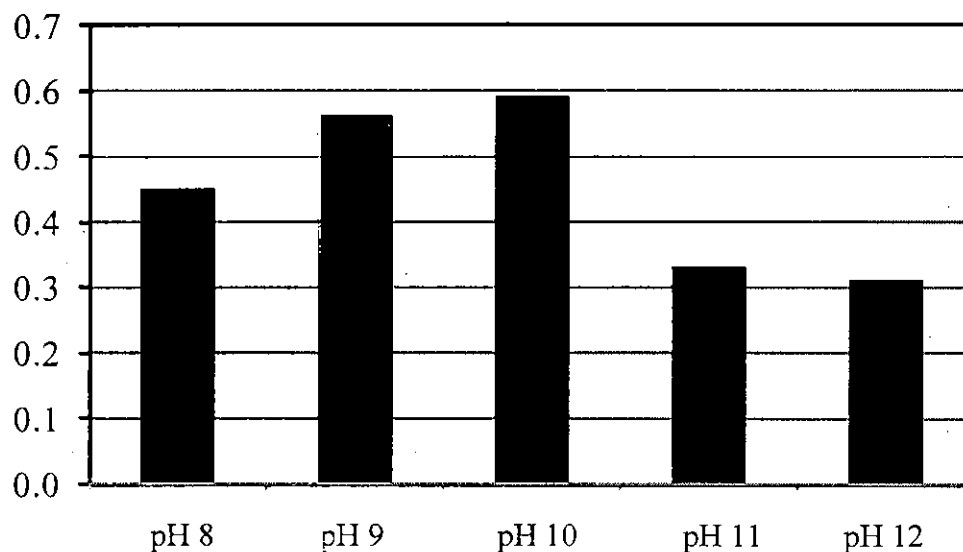


Figure 4 The BOD₂₀/COD profiles of WAS after adjusted pH

Hydrolysis of organic matter was limited at high calcium hydroxide concentration (Chen et al., 2008). As results of BOD₂₀/COD ratios were less than 0.05 when adjusted pH values in ranges of 12 to 14. Calcium hydroxide at low concentration is essential for the methanogenic bacteria, presumably because it is important for the formation of ATP or oxidation of NADH. However, high concentrations of calcium ion inhibited the activity of the microorganisms and interfere with their metabolism. The level of inhibition depends on the concentration found in the sludge. Very little is known about the toxicity of Ca²⁺ in the anaerobic system. Jackson-Moss et al. (1989) observed that Ca²⁺ concentrations of up to 7000 mg/L had no inhibitory effect on anaerobic digestion. A large proportion of the Ca²⁺ passed through the digester and was present in the effluent. Kugelman and McCarty (1964) reported a much lower toxicity threshold. They showed that the optimum Ca²⁺ concentration for methanation of acetic acid was 200 mg/L. Ca²⁺ was moderately inhibitory at a concentration of 2,500–4,000 mg/L, but was strongly inhibitory at a concentration of 8,000 mg/L (Appels et al., 2008; Chen et al., 2008).

7.4 Calcium Precipitation and Alkaline Toxicity Reduction Potential

Calcium hydroxide can be improved the SCOD fraction but high calcium ion can be inhibited the microorganism activity. In this study, the possibility of reusing the produced alkalinity by recirculation anaerobic effluent was investigated. Calculations and experiments were carried out to investigate to what extent calcium could be removed from the influent. Experiments were carried out in batch test study. The influent contained up to 2,815 mg/L as CaCO₃ during the adjusted pH to 12, condition. Removal of calcium from the influent could be successfully accomplished as the result results showed in Table 4. Recirculation of the anaerobic effluent supplied sufficient bicarbonate alkalinity for crystallization. Consequently, no extra chemicals (i.e. Na₂CO₃ and/or NaOH) were needed. A chemical equilibrium model, with adapted pseudo solubility products, is a very useful tool to determine the proper recycle ratio of effluent for optimal performance

Table 4. COD fractionation and calcium precipitation performances

Process conditions	Concentrations (mg/L)					Concentrations (mg/L as CaCO ₃)	
	TS	TSS	TDS	TCOD	SCOD	Alkalinity	Ca-Hardness
R1	9,945	8,280	1,665	469	88	2,565	360
R2	9,280	8,110	1,170	352	205	2,270	400
R3	10,825	8,270	2,555	352	205	2,955	580
R4	14,525	10,090	4,435	2,053	1,906	2,600	455
R5	13,340	9,630	3,710	3,520	2,346	3,480	790
R6	14,605	11,410	3,195	3,285	2,053	1,850	245
R7	12,355	8,450	3,905	4,106	2,698	2,680	2,815

8. ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ
ความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 70 โครงการอยู่ระหว่างเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อความน่าเชื่อถือทางวิชาการ และเขียนรายงานวิจัย
9. การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเผยแพร่ผลงานวิจัย การจดสิทธิบัตร ผลตอบแทนทางธุรกิจ เป็นต้น
P. FACHO, W. WONGLERTARAK AND B. WICHITSATHIAN. Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste San Servolo, Venice, Italy; 12-15 November 2012. ALKALINE AND CARBONATE RECIRCULATION PRETREATMENT OF ANAEROBIC DIGESTION FOR WASTE ACTIVATED SLUDGE (WAS)
10. ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข
11. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่จะทำในช่วงต่อไป
 - วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงานวิจัยและบทความเพื่อตีพิมพ์วารสารหรืองานประชุมนานาชาติ แ
12. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ



U-5506797

แบบ สบพ. -จ-01
FORM IRD-B-01บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตราประทับ

หน่วยงาน สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร. 4229 วันที่ 10.30
 School /Institute Tel/Fax. วันที่ 6 มิ.ย. 2554
 ที่ ศร. 5614 (22) / 615 วันที่ 1 ธันวาคม 2554
 เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 งวดที่ 1
 Subject : Request the payment of research allocation for fiscal year Installment no.

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
 To : Director of Institute of research and development

55-12-47

ตามที่ได้รับแจ้งจาก ผอ.สถาบันวิจัยและพัฒนา

As I,
 สังกัด ตำแหน่ง อธิการบดี ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย
 a member of Institute of was allocated university research funding
 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต
 for fiscal year for the expenditures of project (name)
พัฒนาประสิทธิภาพการผลิต
 เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 230,000 บาท นั้น
 for the amount of baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงบประมาณที่ 1
 I request the payment of research allocation monies for the installment no.
 เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 115,000 บาท (หนึ่งร้อยสิบห้าพันบาทถ้วน) ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้
 for the amount of baht as the following expense estimates:

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย

Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ <u>ปริญญาตรี</u>	อัตราเดือนละ <u>8,000</u>	บาท
Research assistant Wages (degree)	amount	per month.
ระยะเวลา <u>6</u> เดือน จำนวน <u>1</u> คน	เป็นเงิน <u>48,000</u>	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	per month
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ <u>ปริญญาตรี</u>	อัตราเดือนละ	บาท
Research assistant Wages (degree)	amount	per month.
ระยะเวลา <u>6</u> เดือน จำนวน <u>1</u> คน	เป็นเงิน <u>48,000</u>	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	per month
ค่าจ้างคนงานเดือนรายวัน อัตราเดือนละ/วันละ	บาท	
Monthly employee at	per month	
ระยะเวลา <u>6</u> เดือน จำนวน <u>1</u> คน	เป็นเงิน <u>18,000</u>	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	baht
รวม	<u>115,000</u>	บาท
Totaling		baht

2. ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ ประกอบด้วย

Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

1. ค่าใช้สอยในกองบรรณารักษ์	เป็นเงิน <u>8,000</u>	บาท
total amount		baht
2. ค่ารับจ้าง	เป็นเงิน <u>19,000</u>	บาท
total amount		baht
3. ค่าตอบแทนวิทยากร (ค่าตอบแทน + ค่ารถ)	เป็นเงิน <u>14,000</u>	บาท
total amount		baht

๕. ยอดของเงินงบประมาณ

เป็นเงิน 39,000

บาท

๖. วัสดุสำนักงาน

total amount baht

เป็นเงิน 5000

total amount baht

เป็นเงิน - บาท

total amount baht

เป็นเงิน - บาท

total amount baht

เป็นเงิน - บาท

total amount baht

เป็นเงิน - บาท

total amount baht

รวม 115,000 บาท

Totaling baht

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

Your approval is hereby requested.

(อ.อ. ประสิทธิ์ อ.อ.)

หัวหน้าโครงการวิจัย

Head of project

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ เพื่องขจร
หัวหน้าสถานวิจัย

Head of research Department

(รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.อนันต์) ขำนิประศาสน์

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

Dean

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ☐ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้า และดำเนินการจ่ายเงินงวดที่ แล้ว ☒ ถูกต้อง ขอบขออนุมัติตามรายการที่เสนอ ในวงเงิน - 115,000 - บาท (- อ.อ. ประสิทธิ์ อ.อ.) อ.อ. เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 15 ธ.ค. 2554	(3) ☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ ☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 16 ธ.ค. 2554
(4.1) ☒ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน - 115,000 - บาท (- อ.อ. ประสิทธิ์ อ.อ.) เข้าบัญชีเงินฝากกรมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อบัญชี วิชา. อนุประสิทธิ์ เลขที่บัญชี 7-7-249392-2 ด้วย จักขอขอบคุณ (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 16 ธ.ค. 2554	(4.2) ☒ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริง ได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 16 ธ.ค. 2554



OK ✓

สัญญาเลขที่ 42/2555

SUT7-715-55-12-47

ต้นฉบับ

สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญานี้ทำขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2554 ระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตามคำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552 และคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540 ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่ง กับ อาจารย์ ดร. พชรินทร์ ราชโซ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งต่อไปในสัญญานี้ เรียกว่า “ผู้รับทุน” อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาได้ตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนอุดหนุนโครงการวิจัย “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง” ตามเอกสารหมายเลข 3 ตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2554 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2555 เป็นจำนวนเงิน 230,000 บาท (สองแสนสามหมื่นบาทถ้วน) โดย ผู้ให้ทุน จะจ่ายให้แก่ ผู้รับทุน เป็นงวดตามรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้เป็นเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 115,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายใน 2 สัปดาห์ นับแต่วันลงนามในสัญญา

งวดที่ 2 จ่ายส่วนที่เหลือของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 115,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายหลังจากที่ ผู้รับทุน ส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการ พร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1 โดยรายงานดังกล่าวผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการประจำสถาบันวิจัยและพัฒนาเรียบร้อยแล้ว

ข้อ 2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ได้แก่

- (1) คำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552
- (2) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540
- (3) โครงการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง”

- (4) ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยเงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539
- (5) หลักเกณฑ์การใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- (6) หมายเลขบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ชื่อบัญชีโครงการวิจัย ธนาคารไทยพาณิชย์ (มหาชน) จำกัด สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมรายชื่อผู้มีอำนาจ ใช้จ่ายเงิน และสำเนาหน้าแรกของสมุดบัญชีดังกล่าว

ข้อ 3. **ผู้รับทุน**จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการวิจัยที่กำหนดไว้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเอกสารหมายเลข 3 หากเกิดอุปสรรคไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยประการใดก็ตาม **ผู้รับทุน**จะรีบรายงานให้ผู้ให้ทุนทราบทันทีเพื่อพิจารณาหาทางแก้ไขหรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรต่อไป

ข้อ 4. รายชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมทำการวิจัย และรายละเอียดของโครงการตามที่ปรากฏแนบท้ายสัญญา **ผู้รับทุน**จะเปลี่ยนแปลงไม่ได้นอกจากจะได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจาก **ผู้ให้ทุน**ก่อน

ข้อ 5. **ผู้รับทุน**จะปฏิบัติตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539 รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งกำหนดขึ้นใช้ในขณะนี้และจะกำหนดขึ้นใช้ในภายหน้า

ทั้งนี้ โดยถือว่าระเบียบรวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติข้างต้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ 6. **ผู้รับทุน**จะควบคุมการใช้เงินทุนให้เป็นไปอย่างประหยัดและจัดเตรียมหลักฐานบัญชีการจ่ายเงินเพื่อให้ **ผู้ให้ทุน**ตรวจสอบได้ทุกโอกาส

ข้อ 7. **ผู้รับทุน**ยินยอมให้ **ผู้ให้ทุน** หรือผู้ที่ให้ทุนมอบหมายเข้าไปในสถานที่ทำงานของ **ผู้รับทุน** หรือสถานที่ที่ **ผู้รับทุน**ทำการวิจัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการติดตามและประเมินโครงการได้

ข้อ 8. **ผู้รับทุน**จะนำส่งผลงานดังนี้

- (1) รายงานความก้าวหน้าพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1/2555
- (2) รายงานการวิจัยพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 2/2555 เดือนพฤศจิกายน 2555
- (3) เอกสารสรุปผลงานวิจัย ในรูปแบบและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ต่อประชาชนทั่วไป โดยส่งพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์และตามที่ **ผู้ให้ทุน**กำหนดเป็นคราว ๆ ไป
- (4) การเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation) ตามที่ **ผู้ให้ทุน**กำหนดเป็นคราว ๆ ไป

ข้อ 9. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัย เป็นกรรมสิทธิ์ของ **ผู้ให้ทุน** (เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่นในภายหลัง) ส่วนผลประโยชน์ซึ่งเกิดจากการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้แบ่งกันระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับ **ผู้รับทุน**

ข้อ 10. ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัย ในสิ่งพิมพ์ใดหรือสื่อใดใน
แต่ละครั้ง **ผู้รับทุน**ต้องระบุข้อความว่า “ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี” หรือ
ข้อความอื่นที่มีความหมายเหมือนกัน

ข้อ 11. ในกรณีที่มีผู้ร่วมวิจัยหลายคน **ผู้รับทุน**จะต้องเป็นผู้ตรวจสอบดูแลผู้ร่วมวิจัยทุกคน
ให้ปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องของ**ผู้ให้ทุน**อย่างเคร่งครัด

ข้อ 12. การระงับงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา

- (1) **ผู้ให้ทุน**มีสิทธิ์ระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาได้ ถ้า**ผู้ให้ทุน**เห็นว่า
ผู้รับทุนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญหรือด้วยความเอาใจใส่ในวิชาชีพเท่าที่
พึงคาดหมายได้จากนักวิจัยในระดับเดียวกัน หรือมิได้ปฏิบัติตามข้อสัญญาและ
เงื่อนไขที่กำหนดในสัญญานี้ ในกรณีเช่นนี้ **ผู้ให้ทุน**จะมีหนังสือแจ้งให้**ผู้รับทุน**
ทราบ และการระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาดังกล่าวจะมีผลในเวลา
ไม่น้อยกว่า 60 วัน นับถัดจากวันที่**ผู้รับทุน**ได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น
- (2) **ผู้รับทุน**มีสิทธิ์บอกเลิกสัญญาได้ ถ้า**ผู้ให้ทุน**มิได้ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดชอบ
ตามที่สัญญาระบุไว้ ในกรณีเช่นนี้ **ผู้รับทุน**จะต้องมีหนังสือถึง**ผู้ให้ทุน** ระบุ
รายละเอียดถึงสาเหตุและเหตุผลในการขอเลิกสัญญา ถ้า**ผู้ให้ทุน**มิได้ดำเนินการ
แก้ไขให้เป็นที่น่าพอใจในระยะเวลา 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับหนังสือบอกกล่าว
นั้น **ผู้รับทุน**มีสิทธิ์บอกเลิกสัญญาได้
- (3) ในกรณีที่**ผู้รับทุน**ไม่สามารถทำการวิจัยให้เสร็จตามที่ได้ตกลงไว้ **ผู้รับทุน**ยินยอม
คืนเงินอุดหนุนการวิจัยพร้อมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ที่รับไปแล้ว
ทั้งหมดหรือบางส่วนทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของ**ผู้ให้ทุน**

ข้อ 13. **ผู้ให้ทุน**เป็นเจ้าของเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ใด ๆ ที่**ผู้รับทุน**ได้จัดซื้อโดย
ทุนทรัพย์ของ**ผู้ให้ทุน** จนกว่าจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

ข้อ 14. **ผู้รับทุน**จะใช้และบำรุงรักษาครุภัณฑ์การวิจัยของ**ผู้ให้ทุน**ให้อยู่ในสภาพดี ใช้การได้
อยู่เสมอ และ**ผู้รับทุน**ยินยอมให้**ผู้ให้ทุน**หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจาก**ผู้ให้ทุน**ตรวจตราครุภัณฑ์การวิจัยซึ่งเป็น
ทรัพย์สินของ**ผู้ให้ทุน**ได้ทุกขณะและทุกโอกาส และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยตามโครงการแล้ว **ผู้รับทุน**จะส่งคืน
ครุภัณฑ์ให้แก่ **ผู้ให้ทุน**ทันที นอกจากจะมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

ข้อ 15. การบอกกล่าว

บรรดาคำบอกกล่าวหรือการให้ความยินยอมหรือความเห็นชอบใด ๆ ตามสัญญานี้ต้องทำ
เป็นหนังสือและจะถือว่าได้ส่งไปโดยชอบแล้ว หากได้จัดส่งทางหนึ่งทางใดดังต่อไปนี้ คือ

- (1) ส่งมอบโดยบุคคลแก่ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายของคู่สัญญาแต่ละฝ่าย
- (2) ทางไปรษณีย์ลงทะเบียน
- (3) ทางโทรสารแล้วยืนยันเป็นหนังสือโดยเร็วไปยังชื่อและที่อยู่ของคู่สัญญา ดังต่อไปนี้

ก. ที่อยู่ของผู้ให้ทุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

ข. ที่อยู่ของผู้รับทุน

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

สัญญานี้ทำขึ้นสองฉบับมีข้อความตรงกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญานี้
โดยตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และต่างเก็บไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

(ลงชื่อ)



ผู้ให้ทุน

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดี

(ลงชื่อ)

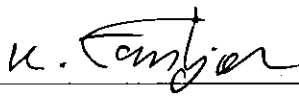


ผู้รับทุน

(อาจารย์ ดร. พชรินทร์ ราชโซ)

หัวหน้าโครงการวิจัย

(ลงชื่อ)

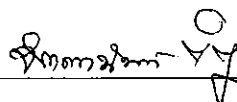


พยาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เพ็ญขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

(ลงชื่อ)



พยาน

(นางสาวจิตตานันท์ ติกุล)

เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

1. มีความจำเป็นต้องตั้งเบิกเกินกว่านี้ให้ทำบันทึกชี้แจงเหตุผลความจำเป็นเสนอขออนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแนบมาด้วย
2. มีรายการครุภัณฑ์ให้หักค่าครุภัณฑ์ทั้งหมดออกจากเงินอุดหนุนโครงการวิจัยทั้งโครงการก่อน ส่วนงบประมาณที่เหลือให้เบิกจ่ายในรายการค่าจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

SW 7-15-55-12-47

แผนการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

โครงการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอน
เร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง.....

รายการค่าใช้จ่าย	งบประมาณ (บาท)		
	งวดที่ 1 Instalment 1	งวดที่ 2 Instalment 2	รวม
1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Temporary Wages (Show details)			
- ผู้ช่วยวิจัย วุฒิการศึกษาปริญญาตรี (8,000 บาท×12	48,000 ✓	48,000 ✓	96,000 ✓
รวม	48,000 ✓	48,000 ✓	96,000 ✓
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย (โปรด แสดงรายละเอียด) Compensation, Service Contracting and nonrenewable materials expenses (Show details)			
- ค่าใช้จ่ายในการศึกษาสัปดาห์ การเดินทาง การทำรายงาน		10,000 ✓	10,000 ✓
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งตัวอย่าง	8,000 ✓	12,000 ✓	20,000 ✓
- ค่าสารเคมี เพื่อวิเคราะห์ค่า ซีโอดี บีโอดี ไนโตรเจน ของแข็ง โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเป็นต้น	10,000 ✓	20,000 ✓	30,000 ✓
- ชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	14,000 ✓		14,000 ✓
- ชุดทดลองระบบย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจนรวมอุปกรณ์ และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	30,000 ✓		30,000 ✓
- ค่าใช้จ่ายในการนำเสนอมผลงานและถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้กับภาคอุตสาหกรรม		20,000 ✓	20,000 ✓
รวม	62,000 ✓	62,000 ✓	124,000 ✓
3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) equipment			
- ค่าวัสดุสำนักงาน	5,000 ✓	5,000 ✓	10,000 ✓
รวม	5,000 ✓	5,000 ✓	10,000 ✓
รวมทั้งสิ้น (1+2+3)	115,000 ✓	115,000 ✓	230,000 ✓

(ลงชื่อ) วิวัฒน์ รุ่งเรือง ตรวจสอบแล้ว
(มีวันที่) 17/ พ.ย. / 55
หัวหน้าโครงการ
17/ พ.ย. / 55 22 พ.ย. 2554

หมายเหตุ * ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของงวดที่ 1 เบิกได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งโครงการในแต่ละปี ยกเว้นกรณี

1. มีความจำเป็นต้องตั้งเบิกเกินกว่านี้ให้ทำบันทึกชี้แจงเหตุผลความจำเป็นเสนอขออนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแนบมาด้วย
2. มีรายการครุภัณฑ์ให้หักค่าครุภัณฑ์ทั้งหมดออกจากเงินอุดหนุนโครงการวิจัยทั้งโครงการก่อน ส่วนงบที่เหลือให้เบิกจ่ายในรายการค่าจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทน ใช้สอยและวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

แบบเสนอโครงการวิจัย (Research Project) 2555 ๗๘๐

ประกอบการเสนอ ของงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย).....การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอน
ส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง.....
(ภาษาอังกฤษ).....Enhancement of Anaerobic Digestion of Waste Activated Sludge
(WAS) by Alkaline Recirculation.....

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

... ✓โครงการวิจัยใหม่

.....โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา.....ปี ปีนี้เป็นปีที่.....รหัสโครงการวิจัย (จากระบบ NRPM).....

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2555-2559) (กรณาระบุความสอดคล้องเพียง 1 ยุทธศาสตร์ 1 กลยุทธ์ และ 1 แผนงานวิจัย ที่มีความสอดคล้องมากที่สุด เท่านั้น ส่วนที่ไม่เลือกให้ตัดออกทั้งหมด)

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 2 การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

กลยุทธ์การวิจัยที่ 5 พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตพลังงานชีวภาพและพลังงานทางเลือกอื่น

แผนงานวิจัยที่ 2 การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตพลังงานทางเลือกอื่น

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบาย และยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ พ.ศ. 2555-2559) (เลือกเพียง 1 เรื่อง ข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออก)

4. การจัดการน้ำ

III ระบุความสอดคล้องของแผนงานวิจัยกับนโยบายรัฐบาล

1. นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก เรื่อง (เลือกเพียง 1 เรื่อง ข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออก)

1.1 การสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นเศรษฐกิจในภาพรวมเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ภาคประชาชน
และเอกชนในการลงทุนและการบริโภค

1.1.5ฟื้นฟูเศรษฐกิจที่กำลังประสบปัญหาเป็นการเร่งด่วน

2. นโยบายระยะการบริหารราชการ 3 ปี ของรัฐบาล (เลือกเพียง 1 นโยบายข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออก)

2.3 นโยบายเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่อง

2.3.4 นโยบายพลังงาน

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย (โปรดคำชี้แจงประกอบตอนท้าย)

1. ผู้รับผิดชอบ

หัวหน้าโครงการวิจัย

ดร. พชรินทร์ ราโช

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111

ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-4565 โทรสาร 0-4422-4606

e-mail: pacha@sut.ac.th

สัดส่วนที่ทำวิจัย 70%

ผู้วิจัยร่วม

ผศ. ดร. บุญชัย วิจิตรเสถียร

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111

ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-4451 โทรสาร 0-4422-4606

e-mail: boonchai@sut.ac.th

สัดส่วนที่ทำวิจัย 30%

2. ประเภทของการวิจัย การวิจัยประยุกต์ (applied research)

3. สาขาวิชาและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

4. คำสำคัญ: การย่อยตะกอน, ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ, การบำบัดเบื้องต้นด้วยค่าความเป็นด่าง, น้ำทิ้งหมุนวนกลับ

Keywords: Sludge digestion, Anaerobic treatment, Alkaline pretreatment, Effluent recirculation

5. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การย่อยสลายตะกอนส่วนเกินแบบไร้อากาศ (anaerobic excess sludge digestion) เป็นระบบที่นิยมในการบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (waste activated sludge; WAS) เนื่องจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศมีข้อดีคือเป็นระบบที่ไม่ใช้พลังงานในการบำบัด มีเสถียรภาพสูง และมีก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้จากระบบบำบัด แต่อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาของการย่อยสลายแบบไร้อากาศเกิดได้ช้าและมีขั้นตอนที่ซับซ้อน (Lin et al., 1997; Azbar et al., 2001; Yunquin et al., 2009) ทำให้การย่อยสลายตะกอนส่วนเกินแบบไร้อากาศมีข้อจำกัดหลายประการได้แก่ ระยะเวลาในการกักเก็บนาน (20-30 วัน) และมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำ (35-40%) โดยข้อจำกัดเหล่านี้เกิดเนื่องจากการบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เกิดได้ไม่สมบูรณ์ (Mehm et al., 2001; Rubia, 2006; Yunquin et al., 2009) ซึ่งตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งมีองค์ประกอบ

หลักเป็นเซลล์จุลินทรีย์ (Biomass) โดยมีค่าสัดส่วนของค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่อค่าของแข็งทั้งหมด (TVS/TS) ประมาณ 0.6-0.8 แต่มีค่าบีโอดีต่อซีโอดี (TBOD/TCOD) เพียง 0.3-0.5 เท่านั้น (Metcarf & Eddy, 2004; Rubia et al., 2006; Lin et al., 2009; Dumas et al., 2010; Song et al., 2010) แสดงว่าสารอินทรีย์ถึง 50-70% ในตะกอน ส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดตะกอน ด้วยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องมีระบบบำบัดเบื้องต้น (pretreatment) เพื่อเพิ่มสัดส่วนของสารอินทรีย์ให้สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ (biodegradable organic) ได้มากขึ้นก่อนนำไปบำบัดในขั้นตอนต่อไป

ในปัจจุบันระบบบำบัดเบื้องต้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายตะกอนส่วนเกินแบบไร้อากาศ มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีได้แก่ การเพิ่มอุณหภูมิ (thermal process) การเติมสารเคมี (chemical process) อัลตราโซนิก (ultrasonic) วิธีทางกลศาสตร์ (mechanical process) และวิธีทางชีวภาพ (biological process) ซึ่งพบว่า การย่อยตะกอนแบบเทอร์โมฟิลิก (thermophilic sludge digestion) มีข้อดีคือสามารถเพิ่มความเข้มข้นของของแข็งระเหยง่ายได้ดี (volatile solids) ก๊าซชีวภาพเกิดได้ดีขึ้น เกิดฟองในระบบน้อย และการกำจัดน้ำในตะกอนเกิดได้ดีขึ้นแต่ต้องการพลังงานสูงจึงทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการเติมสารเคมี (Robert et al., 1999; Rubia et al., 2006; Dumas et al., 2010; Liu et al., 2010) ส่วนระบบบำบัดเบื้องต้นด้วยคลื่นอัลตราโซนิกและเอนไซม์นั้นถึงแม้สามารถเพิ่มสัดส่วนการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนได้ดีแต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงมากกว่าทั้งระบบบำบัดแบบเทอร์โมฟิลิกและการเติมสารเคมี (Ciwem, 2000; Bougrier et al., 2006; Yiyang et al., 2009; Kim et al., 2010) การบำบัดเบื้องต้นด้วยการเติมด่าง (alkaline) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมและสามารถเพิ่มสัดส่วนการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียได้เป็นอย่างดี เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่าย และเป็นระบบพื้นฐานที่ง่ายในการดูแลและควบคุม อีกทั้งตะกอนส่วนเกินมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลล์จุลินทรีย์ (biomass) ที่เกิดในระบบตะกอนเร่ง ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้มีองค์ประกอบถึง 50% ของค่า TVS เป็นสารโพลีเมอร์ภายนอกเซลล์ (extracellular polymeric substances; EPS) ซึ่ง EPS เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพยากหรือไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Wingender et al., 1999; Laspidou et al., 2002; Dumas et al., 2010) ในสภาพด่างสามารถทำลายโครงสร้างของกลุ่มตะกอน (floc structures) ได้ โดยในสภาวะที่มีค่าพีเอชหรือไฮดรอกไซด์ไอออนสูงทำให้ RNA โปรตีน และไขมันถูกไฮโดรไลซิสหรือที่เรียกว่าเกิดการย่อยสลายทางเคมีได้ดี (Chemical hydrolysis) อีกทั้งอนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radical; $-\text{OH} \rightarrow \cdot\text{O}$) สามารถทำให้ EPS ในตะกอนเกิดการบวมตัวและย่อยสลายเป็นสารที่ละลาย (subsequent solubility) จึงทำให้ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินเพิ่มสูงขึ้นและอัตราการเกิดก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดแบบไร้อากาศเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย (Nielsen and Jahn, 1999; Neyens et al., 2004; Yiyang et al., 2009) แต่อย่างไรก็ตามการบำบัดเบื้องต้นด้วยด่างจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมีตลอดการเดินระบบ

การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การลดค่าใช้จ่ายในการเติมสารเคมีในการบำบัดตะกอนส่วนเกินเบื้องต้นด้วยการเติมด่างและการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายตะกอนส่วนเกินแบบไร้ออกซิเจน โดยอาศัยค่าความเป็นด่างจากน้ำส่วนบนในระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (supernatant of anaerobic effluent) หมุนวนกลับ (recirculation) มาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพให้กับตะกอนส่วนเกินก่อนทำการบำบัดทางชีวภาพในขั้นตอนต่อไป แต่อย่างไรก็ตามความเป็นไปได้ของการนำสภาวะต่างจากระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนกลับมาใช้ยังมีประเด็นที่ต้องทำการศึกษามากหลายประการ เช่น ความสามารถในการทำลายค่าซีโอดี แลวนลอยหรือเซลล์จุลินทรีย์ส่วนเกินด้วยน้ำส่วนบน (supernatant) จากระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

ระยะเวลาทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม รูปลักษณะของถังปฏิกรณ์ (reactor configurations) ประสิทธิภาพการย่อยสลายทางชีวภาพและเคมี ความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบ เป็นต้น

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 6.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินหลังการบำบัดเบื้องต้นด้วยค่าความเป็นด่างจากน้ำส่วนบนของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน
- 6.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่างจากน้ำส่วนบนจากระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนและระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน
- 6.3 เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการเดินระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่างจากน้ำส่วนบนจากระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนและระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 7.1 การศึกษาจะทำการศึกษาในชุดทดลองระดับต้นแบบ (pilot scale) ติดตั้งระบบ ณ อาคารเครื่องมือ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 7.2 ตะกอนส่วนเกิน (excess sludge) ที่ใช้ในการศึกษาทำการเก็บตัวอย่างจากระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) เพื่อบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม
- 7.3 การศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองระดับต้นแบบ (pilot scale) จะทำการศึกษาพารามิเตอร์ซึ่งประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่ ค่าซีโอดี ค่าบีโอดี ค่าสารแขวนลอยทั้งหมด ค่าสารแขวนลอยระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างและพีเอช เป็นต้น
- 7.4 พารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการเดินระบบจะทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำจัดตะกอนและการเกิดก๊าซมีเทน เช่น สัดส่วนของตะกอนส่วนเกินต่อน้ำส่วนบนของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ความสามารถในการทำละลายสารอินทรีย์ การบรรทุกอินทรีย์ เป็นต้น

3. ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย (Conceptual Framework)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (activated sludge; AS) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้รับความนิยมทั้งในภาคอุตสาหกรรมและชุมชน แต่ระบบ AS เองมีปริมาณจุลินทรีย์สูงทำให้เกิดตะกอนส่วนเกินที่ต้องทิ้งจากระบบสูง ทำให้จำเป็นต้องมีระบบบำบัดหรือระบบจัดการตะกอนส่วนเกินร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียด้วย อีกทั้งในปัจจุบันการบำบัดน้ำเสียเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอในการควบคุมมลพิษทางน้ำของภาคอุตสาหกรรมและชุมชน ความสนใจในการบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันให้ความสำคัญกับพลังงานจากก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการบำบัดของเสียทางชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนค่อนข้างสูง ดังนั้นระบบย่อยสลายทางชีวภาพแบบไร้อากาศจึงได้รับความนิยมในการบำบัดของเสียจากภาคอุตสาหกรรมและชุมชน

ระบบบำบัดแบบไร้อากาศต้องอาศัยจุลินทรีย์หลายกลุ่มในการทำงานสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักได้แก่ (1) ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กหรือไฮโดรไลซิส; (2) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลอย่างง่ายจากขั้นที่ 1 มาเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile fatty acid; VFA); (3) เป็นขั้นการเปลี่ยน VFA จากขั้นตอนที่ 2 ให้เป็นกรดอะซิติก; และขั้นตอนที่ (4) เป็นการเปลี่ยนกรดอะซิติกให้เป็นมีเทน (Metcarf & Eddy, 2004) ปัญหาในการย่อยของเสียแบบไร้อากาศส่วนใหญ่เกิดเนื่องจาก

กระบวนการไฮโดรไลซิสเกิดไม่สมบูรณ์เนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแข็งและมีอนุภาคขนาดใหญ่ ทำให้การย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (waste activated sludge; WAS) จำเป็นต้องมีระบบบำบัดขั้นต้น (primary treatment) ที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการไฮโดรไลซิส ความสามารถในการละลาย (solubility) ของ WAS หรือลดขนาดของอนุภาคของ WAS ก่อนเข้าสู่ระบบย่อยตะกอนแบบไร้อากาศ (Houghton et al., 2000; Kim et al., 2003; Zupancic and Ros, 2003; Agdag and Sponza, 2007; Wang et al., 2008; Erden and Filibeli, 2010; Song et al., 2010)

ตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (WAS) มีองค์ประกอบเป็นของแข็งระเหยง่าย (TVS) 60-80% ของค่าของแข็งทั้งหมด (TS) แสดงว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ WAS เป็นสารอินทรีย์ แต่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้เพียง 30-50% ของค่าซีโอดีทั้งหมด (TCOD) เท่านั้น (Dumas et al., 2010) ซึ่งองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพยากหรือไม่ได้ เป็นส่วนประกอบหลักที่ก่อปัญหาให้การไฮโดรไลซิสเกิดไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่เป็นโพลิเมอร์ภายนอกเซลล์ (extracellular polymeric substances; EPS) ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นเพื่อป้องกันเซลล์และช่วยในการยึดเกาะกันในรูปฟล็อกหรือฟิล์มชีวภาพ (biofilms) EPS เป็นสารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากจำเป็นต้องทำลายโครงสร้างของโพลิเมอร์ก่อน การย่อย EPS ให้มีขนาดเล็กลงจำเป็นต้องมีกระบวนการทางเคมีหรือและชีวภาพ เช่น การเพิ่มอุณหภูมิ (thermal process) อัลตราโซนิก (ultrasonic) วิทยาการกลศาสตร์ (mechanical process) และวิธีทางชีวภาพ (biological process) เช่น การเติมเอนไซม์ เป็นต้น

การศึกษานี้จะนำระบบหมุนเวียนค่างานน้ำส่วนบนของระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนกลับมาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของ WAS ร่วมกับระบบบำบัดแบบไร้อากาศ ซึ่งค่าความเป็นค่างานน้ำส่วนบนจากระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนโดยทั่วไปประมาณ 2,000-3,000 mg/L as CaCO₃ (Metcalf & Eddy, 2004; Grady et al., 1999) โดยในการศึกษาที่ผ่านมาของ Lin et al. (1997) พบว่า ค่าความเป็นค่างานน้ำประมาณ 2,700 mg/L as CaCO₃ สามารถเพิ่มค่าซีโอดีละลายน้ำ (SCOD) ของ WAS จาก 251 mg/L เป็น 4,783 mg/L ได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจใช้ค่าความเป็นค่างานน้ำทั้งจากระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนเพื่อเพิ่มค่า SCOD หรือการย่อยสลายทางชีวภาพให้กับ WAS โดยทำการบำบัดร่วมกับระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดและการผลิตก๊าซชีวภาพ ลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดตะกอน อีกทั้งการศึกษายังเป็นการจัดเรียงรูปลักษณะของถังปฏิกรณ์ (reactor configurations) ให้กลไกการทำงานของระบบบำบัด WAS ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย และผลพลอยได้ในการบำบัดของเสีย

9. การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature) / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

9.1 ลักษณะของตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง (Waste activated sludge (WAS) characteristics)

9.1.1 ลักษณะทางกายภาพและอัตราการเกิดตะกอนส่วนเกิน

ปริมาณตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง (WAS) มีความแตกต่างกันขึ้นกับค่าการออกแบบและควบคุมระบบตะกอนเร่ง โดยทั่วไปมีตะกอนจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งประมาณ 0.4-0.8 mgVSS/mgBOD_{removed} (Qasim, 1999; Metcalf & Eddy, 2004) ปริมาตรของตะกอนยังขึ้นกับปริมาณน้ำในตะกอนหรือประสิทธิภาพการกักน้ำ (sludge dewatering) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วตะกอนมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 90-97% (Metcalf & Eddy, 2004) ดังตารางที่ 9.1 จึงก่อให้เกิดปัญหาในการขนส่งไปกำจัด ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการบำบัดตะกอนส่วนเกินเพื่อลดปริมาณและน้ำหนักของตะกอนส่วนนี้ลงก่อนส่งไปกำจัดเพื่อลดปัญหาทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 9.1 ลักษณะทางกายภาพของตะกอนส่วนเกินจากระบบการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัด/การควบคุมระบบ	ค่าความ ถ่วงจำเพาะ ของแข็ง	ค่าความ ถ่วงจำเพาะ ของตะกอน	ค่าของแข็งทั้งหมด, TS (kg/m ³)	
			ช่วง	ค่าเฉลี่ย
1. Primary sedimentation	1.40	1.02	110-170	150
2. Activated sludge	1.25	1.00	70-100	80
3. Trickling filter	1.45	1.03	60-100	70
4. Extended aeration	1.30	1.02	80-120	100
5. Aerated lagoon	1.30	1.01	80-120	100
6. Filtration	1.20	1.00	12-24	10
7. Suspended growth denitrification	1.20	1.00	12-30	18

ที่มา Metcalf & Eddy (2004)

9.1.2 ลักษณะทางเคมีของตะกอนส่วนเกิน

ตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง (WAS) โดยส่วนใหญ่จะเป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสามารถแยกตัวออกจากน้ำเสียได้โดยการตกตะกอนในถังตกตะกอน ตารางที่ 9.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของ WAS ที่ออกจากถังตกตะกอนชีวภาพหรือถังตกตะกอนขั้นที่สอง (excess sludge) และตะกอนที่รีดน้ำแล้ว (dewatering sludge) ซึ่งพบว่าโดยทั่วไป WAS ประกอบด้วยปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 0.5-1.0% และปริมาณของแข็งระเหยง่ายทั้งหมดประมาณ 70-80% โดยน้ำหนักแห้ง หรือปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 0.8-1.2% และปริมาณของแข็งระเหยง่ายประมาณ 59-88% ของปริมาณของแข็งทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า WAS มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่

จากตารางที่ 9.2 พบว่า ลักษณะของ WAS ที่ออกจากถังตกตะกอนชีวภาพ (excess sludge) มีค่า SCOD เพียง 2-3% ของค่า TCOD เท่านั้น และมีแนวโน้มลดลงหลังจากทำการรีดน้ำแล้ว (dewatering sludge) แสดงให้เห็นว่า WAS เป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากซึ่งต้องมีการไฮโดรไลซิสหลายขั้นตอน แต่ตะกอนก็สามารถเปลี่ยนรูปจากอนุภาคซีโอดี (particulate COD) เป็นค่าซีโอดีละลายน้ำ (SCOD) ได้ อีกทั้งมีค่า TKN ประมาณ 3-4% ของค่า TCOD ซึ่งมีค่าต่ำกว่าความต้องการจุลินทรีย์ในการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน แต่มีค่าเพียงพอในกรณีที่ระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน (Grady et al., 1999) อีกทั้งสัดส่วนของ BOD/COD ประมาณ 0.45 ซึ่งในการศึกษาของ Deng et al. (2006) ระบุว่าถ้าอัตราส่วน BOD/COD > 0.45 น้ำเสียเกิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี; BOD/COD = 0.30-0.45 เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพได้ค่อนข้างดี; BOD/COD = 0.20-0.30 เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพได้ และถ้าน้อยกว่า 0.20 น้ำเสียนั้นไม่มีความเหมาะสมในการย่อยสลายทางชีวภาพ ดังนั้นระบบบำบัดตะกอนด้วยกระบวนการทางชีวภาพจึงมีความเหมาะสมในการใช้งาน เพื่อบำบัด WAS

ตารางที่ 9.2 ลักษณะทางเคมีของตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง

พารามิเตอร์	Excess Sludge	Dewatering Sludge	อ้างอิง
1. pH	6.9±0.1	6.3±0.4	Lin et al. (1997); Browski et al. (2007); Nges and Liu (2009)
2. TS (mg/L)	10,150±410	11,720±1,423 (9.03 % w/w)	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
3. TVS (mg/L)	7,643±118	10,888±1,045	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
4. TCCD (mg/L)	11,905±238	92,000;	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
5. SCCD (mg/L)	251±37	2,120	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
6. TBCD (mg/L)	5,417±245	310	Chen et al. (2007)
5. Alkalinity (mg/L as CaCO ₃)	512±44	267	Lin et al. (1997)
7. TKN (mg/L)	409	74±4	Lin et al. (1998); Browski et al. (2007)
8. EPS (mg-EPS/g-SS)	10	21	Houghton et al. (2000)
9. VS/TS	0.75	0.55	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
10. SCOD/TCOD	0.02	0.02	Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)
11. COD:N	29.11	1,243	Lin et al. (1997); Lin et al. (1998); Browski et al. (2007)
12. TBOD/TCOD	0.45	0.003	Chen et al. (2007); Lin et al. (1997); Nges and Liu (2009)

9.1.3 การย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง (WAS)

จุลชีพในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบระบบตะกอนเร่ง (AS) เกิดการเกาะกลุ่มหรือรวมตัวในรูปฟล็อก (floc) จุลชีพในระบบ AS สามารถยึดเกาะกันด้วยการสร้างโพลิเมอร์ภายนอกเซลล์ (extracellular polymeric substances; EPS) ขึ้นมาโดย EPS ทำหน้าที่เสมือนกาวติดหรือยึดเซลล์หลายๆเซลล์ไว้ด้วยกัน EPS เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (biopolymer) มีองค์ประกอบหลักได้แก่โพลีแซคคาไรด์ โปรตีน นิวคลีอิกแอซิด ยูโรนิกแอซิด สิวมิกแอซิด และไลเปด เป็นต้น ซึ่ง EPS เป็นสารประกอบที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากไม่ว่าจะเป็นกระบวนการแบบใช้อากาศหรือไร้อากาศ (Urbain et al., 1993; Wingender et al., 1999; Laspido et al. 2002; Carrère et al., 2010) แต่อย่างไรก็ตามการย่อยสลาย WAS ยังขึ้นกับอีกหลายองค์ประกอบได้แก่ ประสิทธิภาพของระบบตกตะกอนเบื้องต้นซึ่งจะทำให้อนุภาคที่ย่อยสลายไม่ได้อาจปนเข้ามากับน้ำเสีย อุณหภูมิ สัดส่วนของพื้นที่ aerobic/anoxic หรืออายุสัจจ์ของระบบ AS เป็นต้น (Mottet et al., 2010; Carrère et al., 2010) ในหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าระบบบำบัดตะกอนแบบไร้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ประมาณ 25-60% และมีประสิทธิภาพลดลงเมื่ออายุสัจจ์ของระบบ AS นานขึ้นหรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อประสิทธิภาพของระบบตกตะกอนเบื้องต้นสูงขึ้น (Carrère et al., 2010)

9.2 ระบบบำบัดเบื้องต้น (Pretreatment)

9.2.1 ระบบบำบัดเบื้องต้นทางชีวภาพ (Biological pretreatment methods)

การบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางชีวภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการไฮโดรไลซิสก่อนนำเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพหลัก การบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางชีวภาพที่นิยมโดยทั่วไปคือระบบย่อยสลายทางชีวภาพแบบเทอร์โมฟิลิก (thermophilic) ที่อุณหภูมิ 55°C หรือไฮเปอร์เทอร์โมฟิลิก (hyper-thermophilic) ที่อุณหภูมิ 60-70°C ส่วนใหญ่กระบวนการย่อยแบบเทอร์โมฟิลิกถูกนำมาใช้เป็นระบบบำบัดก่อนหน้าระบบมีโซฟิลิก (mesophilic) การเพิ่มอุณหภูมิในช่วงเทอร์โมฟิลิกเพื่อทำลายเชื้อโรคและเพิ่มอัตราการไฮโดรไลซิสให้สูงขึ้น จากตารางที่ 9.3 พบว่าระบบย่อยสลายทางชีวภาพแบบเทอร์โมฟิลิกที่อุณหภูมิ 55°C สามารถเพิ่มอัตราการการเกิดมีเทนในระบบบำบัดแบบไร้อากาศได้ประมาณ 25% และพบว่าสามารถทำลายโครงสร้างของแข็งได้ แต่ในการศึกษาที่ผ่านมาทั้งด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิภาพของระบบย่อยสลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของค่าคงที่การไฮโดรไลซิส (hydrolysis coefficient) มากกว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอน (Oles et al., 1997; Robert et al., 1999; Ge et al., 2010) ในปัจจุบันมีหลายการศึกษาที่พยายามเพิ่มอุณหภูมิการย่อยสลายแบบไร้อากาศเป็น 55°C แต่ยังไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้มีอยู่ในระดับที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนได้ (Nielsen et al., 2007) ส่วนการบำบัดเบื้องต้นแบบไฮเปอร์เทอร์โมฟิลิกสามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนประมาณ 15-50% ขึ้นกับลักษณะของตะกอนว่าเป็นตะกอนจากระบบตกตะกอนขั้นต้น (primary sludge) ตะกอนจากระบบตกตะกอนขั้นสอง (secondary sludge) หรือทั้งสองชนิดรวมกัน แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิแบบไฮเปอร์เทอร์โมฟิลิกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อย WAS ทางชีวภาพได้แต่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องของพลังงานในการเดินระบบสูงมากเช่นกัน (Gavala et al., 2003; Climent et al., 2007; Lu et al., 2008)

9.2.2 การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C (Thermal hydrolysis)

การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C ถูกประยุกต์ใช้ครั้งแรกเพื่อรีดน้ำจากตะกอน (Haug et al., 1978) อีกทั้งยังเกิดการย่อย EPS และทำให้สัดส่วนการละลายของตะกอนเพิ่มมากขึ้น การกำจัดตะกอนด้วยวิธีทางชีวภาพจึงเกิดได้ดีขึ้น (Zabranska et al., 2006; Fernandez-Polanco et al., 2008) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงดังแสดงในตารางที่ 9.4 พบว่าการศึกษาส่วนใหญ่ทำการบำบัดเบื้องต้นด้วยอุณหภูมิในช่วง 160-180°C เป็นเวลา 30-60 นาที สามารถเพิ่มอัตราการเกิดก๊าซมีเทนได้ประมาณ 14-62% ขึ้นกับประเภทของตะกอน การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงทำให้อัตราการไฮโดรไลซิสในระบบย่อยสลายทางชีวภาพเกิดได้เร็วขึ้นและระยะเวลาเก็บ (HRT) ของระบบลดลงด้วย

ตารางที่ 9.3 ระบบบำบัดเบื้องต้นทางชีวภาพให้กับระบบบำบัดแบบไร้อากาศ

Substrate	Treatment Conditions	Anaerobic digestion conditions	Results	References
Activated sludge	Microaerobic 60-70°C, 1 day	Batch, HRT 10 days, 37°C	Increase of biogas production from 200 to 300 mL/g _{Vsin} (+50%)	Haseawa et al. (2000)
Activated sludge	Microaerobic 65°C, 1 day	CSTR, HRT 21 & 42 days	Increase of COD removal (+30%) No methane production increase	Dumas et al. (2010)
Activated sludge	70°C, 7 days	Batch, 37°C	Increase of CH ₄ production from 8.3 to 10.45 mmol/ g _{Vsin} (+26%)	Gavala et al. (2003)
Activated sludge	70°C, 7 days	Batch, 55°C	CH ₄ production of 10.9 mmol/ g _{Vsin} (no influence)	
Primary sludge	70°C, 4 days	Batch, 37°C	Increase of CH ₄ production from 21.2 to 24.7 mmol/ g _{Vsin} (+16%)	
Primary sludge	70°C, 7 days	Batch, 55°C	Increase of CH ₄ production from 13.7 to 25.5 mmol/ g _{Vsin} (+86%)	
Activated sludge	70°C, 2 days	CSTR, HRT 13 days (15 days without pretreatment 55°C)	Increase of CH ₄ production from 40 to 55 mL/L-d (+28%)	Skidas et al. (2005)
Primary sludge	70°C, 2 days	CSTR, HRT 13 days (15 days without pretreatment 55°C)	Increase of CH ₄ production from 146 to 162 mL/L-d (+11%)	
Activated sludge	70°C, 9h	Batch, 55°C	Increase of biogas production +58%	Climent et al. (2007)
Mixed sludge	70°C, 9, 24, 48h	CSTR, HRT 10 days, 55 °C	Increase of CH ₄ production from 0.15 to 0.18 mL/ g _{Vsin} (+20%) Increase of energy production (+60-100%)	Ferres et al. (2008); Ferres et al. (2009)
Primary sludge	70°C, 2 days	CSTR, HRT 13 days (15 days without pretreatment 55°C)	Increase of CH ₄ production from 13.6 to 20.1 mL/L-d (+48%)	Gavala et al. (2008)
Primary sludge	50-65°C, 2 days	CSTR, HRT 13-14 days, 35°C	Increase of CH ₄ production (+25%) compared to 35 °C pretreatment	Ge et al. (2010)

ตารางที่ 9.4 ระบายบำบัดเบื้องต้นด้วยการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C

Substrate	Treatment Conditions	Anaerobic digestion conditions	Results	References
Activated sludge	175°C, 30 min	CSTR, HRT: 15 days, 35 °C	Increase of CH ₄ production from 115 to 186 mL/g _{CODin} (+62%)	Haug et al. (1978)
Primary sludge	175°C, 30 min	CSTR, HRT: 15 days, 35 °C	CH ₄ production of 252 mL/g _{CODin} (no influence)	
Mixed sludge	175°C, 30 min	CSTR, HRT: 15 days, 35°C	Increase of CH ₄ production from 205 to 234 mL/g _{CODin} (+14%)	
Digested mixed sludge	170°C, 60s, 0.8 MPa	Batch 20 days	Increase biogas production (+49%)	Kim et al. (2003)
Activated sludge	170°C, 60 min	CSTR 35°C 24 days	Increase of CH ₄ production from 88 to 142 mL/g _{CODin} (+61%)	Valo et al. (2004)
Activated sludge (extended aeration)	160°C, 30 min	WWTP 62,000 PE two stage digestion 53-55 °C	Increase of TS removal from 25% to 45%	Zabranska et al. (2006)
Activated sludge	170°C, 30 min, 7 bar	Continuous HRT: 12 days	Increase biogas production (+40-50%)	Fernandez-Polanco et al. (2008)
Activated sludge	Microwave 175 °C	Batch, 18 days 33 °C	Increase CH ₄ production (+31%)	Eskicioglu et al. (2009)
Primary sludge	Microwave 35-90 °C	Batch, 18 days 33 °C	Increase of degradation rates No impact on ultimate methane production	Zheng et. al. (2009)

9.2.3 การบำบัดทางกลศาสตร์ (Mechanical treatment)

การศึกษาการบำบัดกระบวนการบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางกลศาสตร์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีดังสรุปในตารางที่ 9.5 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **อัลตราโซนิก (Ultrasonic)** สามารถทำลายโครงสร้างของเซลล์และฟล็อกด้วยคลื่นความถี่ด้วย 2 กลไกคือที่คลื่นความถี่ต่ำ (20-40 kHz) ทำให้เกิดโพรงในเนื้อตะกอนทำให้มีความพรุนสูง ขนาดของตะกอนเล็กลง และที่คลื่นความถี่สูงทำให้น้ำเกิดการแตกตัวเป็น OH[•], HO₂[•], H[•] (Carrère et al., 2010; Kim et al., 2010) อัลตราโซนิกเป็นการบำบัดเบื้องต้นที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งมีการศึกษาค่อนข้างมากและมีการประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดจริง (Zhang et al., 2007) แต่อย่างไรก็ตามอัลตราโซนิกเป็นวิธีที่ต้องการพลังงานในการบำบัดสูงถึง 1,000-16,000 kJ/kg_{TS} ขึ้นกับความเข้มข้นของ TS ในตะกอน

- **การเหวี่ยง (Lysis-centrifuge)** เป็นการรีดน้ำออกจากตะกอนวิธีหนึ่งก่อนบำบัดด้วยระบบทางชีวภาพ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถเพิ่มอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพได้ถึง 15-26% (Carrère et al., 2010)

- **แรงเฉือน (Liquid shear)** เป็นการอัดและย่อยตะกอนด้วยแรงดันสูงทำให้โครงสร้างของเซลล์และฟล็อกถูกทำลายด้วยแรงเฉือนของน้ำตะกอน (Carrère et al., 2010)

ตารางที่ 9.5 ระบบบำบัดเบื้องต้นด้วยการบำบัดทางกลศาสตร์

Substrate	Treatment Conditions	Anaerobic digestion conditions	Results	References
Mixed sludge	Ultrasonic 31 kHz, 3.6 kW, 64 s	Continuous, HRT 22 days, 37°C	Increase of VS removal 45.8% to 50.3% (+9%)	Tiehm et al. (1997)
Activated sludge	Ultrasonic 41 kHz, 150 min	Semi-continuous, HRT 8 days, 37°C	Increase of VS removal 21.5% to 33.4% (+36%)	Tiehm et al. (2001)
Activated sludge (17.1 gTS/L)	Ultrasonic 20 kHz, 108,000 kJ/kg _{TS}	Batch 50 days 37°C	Increase biogas production (+84%)	Salsabil et al. (2009)
Activated sludge (27 gTS/L)	Ultrasonic 20 kHz, 7,000-15,000 kJ/kg _{TS}	Batch 16 days 35-37°C	Increase biogas production (+40%)	Bougier et al. (2005)
Activated sludge	Lysing-centrifuge	Batch 25 days 35 °C	Increase of biogas production from 91 to 168 mL/g _{CODin} (+85%)	Dohanyos et al. (1997)
Mixed sludge	Lysing-centrifuge	Batch 25 days 35°C	Increase of biogas production from 170 to 210 mL/g _{CODin} (+24%)	
Mixed sludge	High pressure Homogeniser ΔP 30 bar	CSTR, HRT 20 days, 36°C	Increase of biogas production from 350 to 413 mL/g _{VSSin} (+18%)	Barjenbruch et al. (2003)
Activated sludge	High pressure Plate collision ΔP 600 bar	CSTR, HRT 20 days, 36°C	Increase VS removal of 30%	Nah et al. (2000)
Activated sludge (SRT 7 days)	db : 0.25 mm u _b : 10 m/s 9 min, 60°C	Batch 21 days 37 °C	Increase of biogas production of 10%	Baier et al. (1997)
Activated sludge (SRT 3 days)	db : 0.35 mm u _b : 6 m/s Es : 2,000 kJ/kg _{TS}	Continuous suspended biomass 7 days, 37 °C	Increase of VS removal from 42% to 47% (+12%)	Kopp et al. (1997)

● การอัดด้วยแรงดันสูง (High pressure) เป็นการอัดตะกอนด้วยแรงดันสูงประมาณ 30-900 บาร์ กระบวนการนี้สามารถลดค่า HRT ของระบบบำบัดแบบไร้อากาศจาก 14 วันเป็น 6 วันได้ สามารถเพิ่มอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพได้ถึง 30% และลดปริมาตรของตะกอนได้ประมาณ 23% (Carrère et al.; 2010)

9.2.4 การบำบัดทางเคมี (Chemical treatment)

การศึกษาการบำบัดกระบวนการบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางเคมีที่นิยมในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือการใช้สารเคมีในการออกซิไดซ์และสารเคมีที่มีสภาพด่างดังรายละเอียดในตารางที่ 9.6

- **สารเคมีในการออกซิไดซ์ (Oxidation)** สารเคมีที่เป็นออกซิแดนท์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือโอโซน (O_3) โอโซนทำให้ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของ WAS เพิ่มขึ้นหรือตะกอนมีขนาดเล็กลง และค่า SCOD ใน WAS เพิ่มขึ้นด้วย โดยทั่วไปปริมาณโอโซนที่เหมาะสมในการย่อยสลาย WAS มีค่าประมาณ 0.1-0.2 gO_3/g_{TSS} (Weemaes et al., 2000; Yeom et al., 2002; Bougrier et al., 2007; Carrère et al., 2010) ส่วนสารออกซิแดนท์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมคือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพเมื่อมีพลังงานกระตุ้น (อุณหภูมิประมาณ 90°C) ที่อุณหภูมิ 37°C ประสิทธิภาพของโอโซนจะค่อนข้างต่ำ (Rivéro et al., 2006)

- **สารเคมีที่มีสภาพด่าง (Alkali treatment)** ในสภาพด่างสามารถทำลายโครงสร้างของกลุ่มตะกอน (floc structures) ได้ โดยในสภาวะที่มีค่าพีเอชหรือไฮดรอกไซด์ไอออนสูงทำให้ RNA โปรตีน และไขมันถูกไฮโดรไลซิสหรือที่เรียกว่าเกิดการย่อยสลายทางเคมีได้ดี อีกทั้งอนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radical; $-OH$ — $\cdot$) สามารถทำให้ EPS ในตะกอนเกิดการบวมตัวและย่อยสลายเป็นสารที่ละลาย (subsequent solubility) ได้ดีขึ้น (Nielsen and Jahn, 1999; Neyens et al., 2004; Yiyang et al., 2009) จึงทำให้ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของตะกอนส่วนเกินเพิ่มสูงขึ้นและอัตราการเกิดก๊าซมีเทนเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย ในบทความของ Lin et al. (1997) และ Yunqin et al. (2009) ระบุว่า การบำบัดเบื้องต้นด้วยการเติมด่างเป็นระบบที่ควบคุมการทำงานและประสิทธิภาพได้ง่าย สามารถเพิ่มค่า SCOD ได้ถึง 46% ที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งทำให้ระบบย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพการกำจัดค่า VS เพิ่มขึ้น 25-35% และเกิดก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น 29-112%

9.2.5 การเปรียบเทียบระบบบำบัดเบื้องต้น (Comparison of pretreatment methods)

การเลือกระบบบำบัดเบื้องต้นให้มีความเหมาะสมจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

- ประเภทของตะกอนที่จะทำการบำบัด
- ประสิทธิภาพของระบบบำบัด เช่น สามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลาย หรือเพิ่มสัดส่วนของค่าซีโอดีที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ (BCOD)
- ค่าใช้จ่ายในการบำบัด เช่น พลังงานที่ใช้ในการบำบัด ค่าใช้จ่ายในเรื่องสารเคมี และค่าใช้จ่ายในการบำบัดสารอาหาร เป็นต้น
- ผลพลอยได้จากการบำบัด เช่น ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น

การศึกษาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้งในกรณีที่มีระบบบำบัดเบื้องต้นและไม่มีระบบบำบัดเบื้องต้น ดังรายละเอียดของตัวอย่างการศึกษาที่ผ่านมาต่อไปนี้

- Bourgier et al. (2006) ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบระบบ อัลตราโซนิก การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C และโอโซน เพื่อบำบัด WAS เบื้องต้นก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน (mesophilic batch) พบว่าระบบที่ดีที่สุดคือการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูง โดยสามารถลดความหนืด (viscosity) ของตะกอนและเพิ่มความสามารถในการกรอง (filterability) ของตะกอนให้เกิดดีขึ้น ส่วนประสิทธิภาพในการเกิดก๊าซชีวภาพในการบำบัดเบื้องต้นด้วยโอโซน (0.10-0.16 gO_3/g_{TS}) ค่อนข้างต่ำประมาณ 246-272 $mLCH_4/gCOD_{th}$ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการบำบัดเบื้องต้นมีอัตราการเกิดมีเทนเท่ากับ 221

$\text{mLCH}_4/\text{gCOD}_{\text{in}}$ ส่วนระบบบำบัดเบื้องต้นด้วยอัลตราโซนิก (6,250 และ 9,350 kJ/kg_{TS}) และการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C (170°C หรือ 190°C) พบอัตราการเกิดมีเทนมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 325-334 $\text{mLCH}_4/\text{gCOD}_{\text{in}}$ อัลตราโซนิกมีกลไกการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายทางชีวภาพโดยการทำให้อนุภาคตะกอนมีขนาดเล็กลงแต่ไม่ได้เพิ่ม SCOD ส่วนการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C เป็นการเพิ่มค่า SCOD แต่ไม่สามารถลดขนาดของอนุภาคตะกอนลงได้

ตารางที่ 9.6 ระบบบำบัดเบื้องต้นด้วยการบำบัดทางเคมี

Substrate	Treatment Conditions	Anaerobic digestion conditions	Results	References
Mixed sludge	$0.1 \text{ gO}_3/\text{gCOD}$	Batch 30 days 33°C	Increase of biogas production from 110 to $220 \text{ mL/gCOD}_{\text{in}}$ (+100%)	Weemaes et al. (2000)
Activated sludge	$0.15 \text{ gO}_3/\text{g}_{\text{TS}}$	Batch 18 days 35°C	Increase of biogas production from 150 to $367 \text{ mL/gCOD}_{\text{in}}$ (+145%)	Bougrier et al. (2007)
Digested mixed sludge (SRT 15 days)	$2 \text{ gH}_2\text{O}_2/\text{g}_{\text{VSS}}$ 90°C , 24 h	CSTR HRT 15 days 37°C	Increase VSS removal from 52.2% to 70.6% (+43%)	Song et al. (1992)
Pulp & paper sludge	$8 \text{ gNaOH}/100 \text{ g}_{\text{TSsludge}}$	CSTR 42 days 37°C	Increase of CH_4 production up to 185% of the control	Yunqin et al. (2009)
Activated sludge	30 meq/L NaOH	CSTR 35°C HRT 20, 13, 10 and 7.5 days	Increase VS removal of 45% Increase COD removal of 47% Increase of biogas production of 164%	Lin et al. (1997)
Activated sludge (acrylonitrile butadiene styrene sludge)	30 meq/L NaOH	Batch 24 h $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	Increased SCOD from 18% to 45% (+27%)	Lin et al. (1997)
Activated sludge (43 g/L)	300 meqHCl/L 175°C , 60 min	Batch 25 days 35°C	Increase of COD conversion to CH_4 from 48% to 75% (+56%)	Stuckey and Carty (1978)
Activated sludge (43 g/L)	300 meqNaOH/L 175°C , 60 min	Batch 25 days 35°C	Increase of COD conversion to CH_4 from 48% to 78% (+62%)	
Activated sludge	7 gNaOH/L 121°C , 30 min	Two stage Acidogenic: HRT 6 days Methanogenic : HRT 12 days, 41°C	Increase of CH_4 production from 290 to $520 \text{ L/kg}_{\text{VSSin}}$ (+79%)	Park et al. (2005)

Salsabil et al. (2010) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดเบื้องต้นแบบ อัลตราโซนิก ($200,000 \text{ kJ/kg}_{\text{TS}}$) การบำบัดที่อุณหภูมิสูง (จาก 40°C ถึง 120°C) และไฮโซน ($0.1 \text{ gO}_3/\text{g}_{\text{TS}}$) พบว่าระบบอัลตรา

โซนิคสามารถลดค่า TSS ลดลง 30% ส่วนการบำบัดที่อุณหภูมิสูง (90°C ถึง 120°C) และโอโซนสามารถลดค่า TSS ลดลง 20% แต่อย่างไรก็ตามค่าพลังงานจำเพาะของระบบอัลตราโซนิคในการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาอื่นอย่างมา

- Kim et al. (2003) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดเบื้องต้นแบบ อัลตราโซนิค (42 kEz, 120 min) การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูง (121 °C) การเติมสารเคมี (NaOH 7g/L) และระบบเทอร์โมเคมีคอล (NaOH 7g/L, 121 °C) เพื่อบำบัด WAS ก่อนเข้าสู่ระบบไร้ออกซิเจนแบบกะ (batch anaerobic digestion) พบว่าระบบที่มีประสิทธิภาพการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดคือการไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูง (3,390 LCH₄/m³WAS) รองลงมาคือ ระบบเทอร์โมเคมีคอล (3,367 LCH₄/m³WAS) อัลตราโซนิค (3,007 LCH₄/m³WAS) และการเติมสารเคมี (2,827 LCH₄/m³WAS) ตามลำดับ โดยในชุดควบคุมมีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 2,507 LCH₄/m³WAS

- Berjenbrunch and Kopplow (2003) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดเบื้องต้นด้วย การไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูง (80-120°C) การอัดแรงดันสูง (High pressure homogenizer; 600 bar) และการบำบัดด้วยเอนไซม์ (carbohydrase) ก่อนบำบัดด้วยระบบไร้ออกซิเจน HRT 10 วัน พบว่าอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพของระบบไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิ 90°C และ 120°C (>20%) รองลงมาคือการอัดแรงดันสูงและระบบไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิ 80°C (>16-17%) และการบำบัดด้วยเอนไซม์ (>13%) ตามลำดับ

● ปัญหาด้านพลังงาน (Energy aspects)

ในสถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบัน พลังงานเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกในภาคอุตสาหกรรม กระบวนการบำบัดของเสียก็เช่นกันพลังงานที่ใช้ในการบำบัดต้องมีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่เป็นผลพลอยได้จากการบำบัด ตารางที่ 9.6 ทำการประเมินพลังงานสุทธิ (net energy) จากพลังงานไฟฟ้าที่เป็นผลพลอยได้จากก๊าซชีวภาพมาหักการสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ปั๊ม มอเตอร์ กวน และพลังงานที่ใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิ พบว่าระบบย่อย WAS แบบไร้ออกซิเจนที่อุณหภูมิห้อง (mesophilic) แบบไม่มีระบบบำบัดเบื้องต้น มีค่าพลังงานสุทธิเท่ากับ 1.36 kWh/kg_{VS} fed ซึ่งมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่ากรณีที่มีระบบบำบัดเบื้องต้นทั้งหมด

ตารางที่ 9.6 การประเมินความต้องการพลังงานในการบำบัดตะกอน

Pretreatment methods	Treatment conditions	VS destruction	EE consumption (kWh/kg _{VS} fed)	Thermal consumed (kWh/kg _{VS} fed)	Max biogas (kWh/kg _{VS} fed)	Net energy (kWh/kg _{VS} fed)
Non-mesophilic	-	40%	0.04	0.5	1.9	1.36
Non-thermophilic	-	50%	0.03	1.0	2.4	1.37
Biological (thermal)	70 °C 9-48 h	50%	0.03	1.0	2.4	1.37
Thermal hydrolysis	170 °C 15-30 min	60%	0.04	2.0	2.9	0.86
Sonication	100W, 16s 30 kW/m ³	50%	0.37	0.5	2.4	1.53
Ball milling	-	50%	1.04	0.5	2.4	0.86
High pressure	200 bar	50%	0.33	1.0	2.6	1.27

ที่มา: ดัดแปลงจาก Carrère et al. (2010)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ของพลังงานทดแทนสุทธิแล้ว ระบบบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางชีวภาพ การบำบัดทางกลศาสตร์ เช่น การเหวี่ยง การใช้แรงเฉือนและอัลตราโซนิก มีพลังงานไฟฟ้าซึ่งผลตอบแทนสุทธิไม่แตกต่างจากการย่อยแบบไร้อากาศที่อุณหภูมิห้อง (mesophilic) โดยไม่มีระบบบำบัดเบื้องต้น อีกทั้งยังพบว่าระบบบำบัดเบื้องต้นแบบไฮโดรไลซิสที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C กรรโม (ball milling) มีค่าพลังงานสุทธิต่ำกว่าการย่อยแบบไร้อากาศที่อุณหภูมิห้องโดยไม่มีระบบบำบัดเบื้องต้นถึง 40%

● ปัญหาการปล่อยสารอาหาร (Release of Nutrient)

WAS มีองค์ประกอบเป็นไนโตรเจนประมาณ 11% และฟอสฟอรัสประมาณ 5% ในธรรมชาติเมื่อมีการย่อย WAS สารอาหารจะถูกปล่อยออกมาปนเปื้อนน้ำเสียทำให้ต้องมีระบบบำบัดสารซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์จากการบำบัดตะกอน ในการศึกษาที่ผ่านพบอัตราการปล่อยตะกอนของระบบบำบัดต่างๆ ดังต่อไปนี้ (Carrère et al., 2010)

- Two stage thermophilic (60°C) – mesophilic: มีประสิทธิภาพในการกำจัดค่า VS 30-40% พบว่าปล่อยฟอสฟอรัสออกมา 10-20% ของฟอสฟอรัสในตะกอนทั้งหมด
- High pressure homogenizer: หลังการบำบัดพบความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำใสส่วนบนเพิ่มขึ้น 10 เท่าและ 3 เท่าตามลำดับ
- Sonication: ที่ 500 kWh/m³ นาน 1 ชั่วโมง พบว่าปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกมาเท่ากับ 70% และ 60% ตามลำดับ
- Microwave advance oxidation (MW/H₂O₂/O₃): พบว่าปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกมาเท่ากับ 20% และ 37% ตามลำดับ

9.3 การบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่ง (Waste activated sludge treatment system; WASTS)

9.3.1 การบำบัดด้วยวิธีทางเคมีและกายภาพ (Chemical and physical treatment)

การบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีทางเคมี เป็นกระบวนการที่ทำให้ตะกอนคงตัวโดยการเติมสารเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีของตะกอน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การออกซิไดซ์ด้วยสารออกซิไดซ์เชิงเอเจนต์ (Oxidizing agent) เช่น คลอรีนและสารที่สามารถให้ออกซิเจนกับตะกอน การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของตะกอน เช่น ปูนขาว ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ตะกอนเกิดการคงตัวและไม่เน่าเสีย ส่วนการบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีทางกายภาพ จะอาศัยวิธีการทางกายภาพในการทำให้ตะกอนเกิดการคงตัว เช่น อุณหภูมิ อาจจะทำได้โดยการลดอุณหภูมิของตะกอนลงเพื่อป้องกันหรือลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในตะกอนลง ซึ่งเป็นวิธีการชะลอการเน่าเสียหรือการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสถานะที่ไม่ใช้อากาศได้ หรือการทำให้อุณหภูมิในการบำบัดสูงขึ้นก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดตะกอนส่วนเกินในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่แล้วการบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีทางเคมีและกายภาพในปัจจุบันนิยมนำมาใช้เป็นระบบบำบัดตะกอนเบื้องต้น (Pre-treatment) ก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดตะกอนส่วนเกินเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังเช่นการศึกษาของ Nges and Liu (2009) ซึ่งได้นำเอาการบำบัดขั้นต้นที่อุณหภูมิในช่วงเทอร์โมฟิลิก (thermophilic, 50°C) มาใช้ในการศึกษาการย่อยสลายตะกอนส่วนเกินขั้นต้น (Primary sludge) ร่วมกับตะกอนส่วนเกินขั้นที่สอง (Secondary sludge) และ

ตะกอนส่วนเกินที่ผ่านการทำชั้นแล้ว (Thickened Sludge) ซึ่งสามารถกำจัดของแข็งระเหยง่ายได้ประมาณ 40-55% นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาในอีกหลายงานวิจัยที่ได้มีการบำบัดตะกอนส่วนเกินร่วมกับของเสียอื่นๆ (co-digestion) เช่น ของเสียจากชุมชน จำพวกเศษผักผลไม้ ก็สามารถทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสามารถลดความเข้มข้นของสารประกอบที่เป็นพิษลง ปรับสมดุลสารอาหาร และทำให้ระยะเวลาในการย่อยสลายลดลงหากมีการผสมระหว่างตะกอนส่วนเกินกับสาร co-digestion ได้ดี นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยวิธีทางชีวภาพและก๊าซชีวภาพเพิ่มสูงขึ้น (Benabdallah EI Haçji et al., 2009; Gomez et al., 2006)

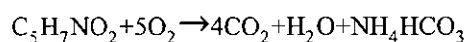
9.3.2 การบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological treatment)

9.3.2.1 การบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ (Aerobic digestion)

1) ลักษณะของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้อากาศ

ความต้องการออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายแบบใช้อากาศสามารถแบ่งเป็น 2 กระบวนการหลักได้แก่ ความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ที่ใช้ย่อยสลายตัวเอง และความต้องการออกซิเจนใช้ในการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรตหรือปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ดังแสดงในสมการด้านล่าง (Metcalf and Eddy, 2004)

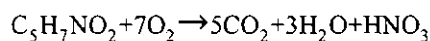
การย่อยสลายสารอินทรีย์



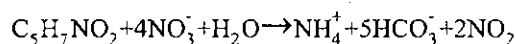
การเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันที่ปล่อยแอมโมเนียในโตรเจน



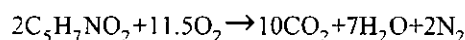
เมื่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันสมบูรณ์



เมื่อเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน โดยมีไนเตรตในโตรเจนเป็นตัวจับอิเล็กตรอน



เมื่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันสมบูรณ์



จากสมการดังกล่าวจะเห็นว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีจะมีค่า pH ลดลงด้วยเมื่อแอมโมเนียถูกกำจัดเปลี่ยนไปเป็นไนเตรต โดยมีอัตราไม่เพียงพอต่อการต้านทานการลดลงของ pH ดังนั้นในระบบการย่อยแบบใช้อากาศก็ควรจะมีระบบจ่ายสารเคมีเพื่อควบคุม pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมไม่ให้ค่า pH ลดต่ำลงเกินไป หากทำการเดินระบบนานหรือใช้ระยะเวลาในการเก็บกักยาวนาน อาจเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันขึ้นภายในระบบ ทำให้ความสามารถในการต้านทานพิษของระบบลดลงเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์จำพวกเส้นใย (filamentous organisms) เกิดมากขึ้นในระบบ ส่งผลให้ตะกอนลอยและแยกออกจากระบบได้ยากขึ้นด้วย (เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์, 2547; Metcalf and Eddy, 2004)

2) ระบบบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ

ระบบบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ (Aerobic digestion) เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดตะกอนสารอินทรีย์ที่มีตั้งแต่ความเข้มข้นไม่มากนักจนถึงความเข้มข้นสูงได้ เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถควบคุมได้ง่ายและประสิทธิภาพค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ยังไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหรือระบบบำบัดล้มเหลวขึ้นในขณะที่ทำการบำบัดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion) โดยมีตัวอย่างของระบบบำบัดดังต่อไปนี้

2.1) ระบบถังย่อยแบบธรรมดา (Conventional aerobic digestion) เป็นระบบที่ทำงานภายใต้สภาวะแบบใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายตะกอนที่อุณหภูมิบรรยากาศ หรือช่วงอุณหภูมิและระยะเวลาที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งระบบนี้จะมีทั้งระบบที่ทำการป้อนตะกอนแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง แต่ทั้งสองแบบจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (nitrification) และเป็นผลทำให้ความสามารถในการรองรับกรด (alkalinity) ภายในถังปฏิกิริยาถูกทำลายลงส่งผลให้พีเอชลดลงตามไปด้วย (Grady et al. 1999)

2.2) ระบบถังย่อยแบบใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์ (High-Purity oxygen aerobic digestion) ถังย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์เป็นระบบบำบัดที่อาศัยออกซิเจนบริสุทธิ์แทนการใช้อากาศทั่วไป นิยมใช้เป็นถังแบบปิด เหมาะกับสภาพอากาศหนาวมาก ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบการใช้งานในประเทศไทย เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากในการให้อากาศบริสุทธิ์ ระบบนี้อาจเป็นถังเปิดได้ หากใช้หัวฟุ้งเป็นตัวจ่ายออกซิเจนภายในถัง แต่เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้ออกซิเจนปริมาณมาก ส่งผลทำให้ความต้านทานการลดลงของ pH มีค่าน้อยลง จึงจำเป็นต้องมีระบบควบคุม pH ภายในถังปฏิกิริยาให้มีค่าคงที่ (Metcalf and Eddy, 2004; เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์ 2547)

2.3) ระบบถังย่อยแบบเทอร์โมฟิลิก (Thermophilic aerobic digestion) ระบบนี้สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ถึงร้อยละ 70 ที่ระยะเวลาเก็บกักประมาณ 3 - 4 วัน โดยจะควบคุมระบบให้มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 45 - 60°C เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพการย่อยที่ดีควรมีความเข้มข้นของตะกอนประมาณมากกว่า 3% ของแห้ง (เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์, 2547; Grady et al. 1999; Metcalf and Eddy, 2004)

ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในระบบถังย่อยแบบเทอร์โมฟิลิกจะแตกต่างจากจากระบบถังย่อยแบบธรรมดา เพราะการเดินระบบที่อุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะถูกยับยั้งและจะเกิดการย่อยสลายของแอมโมเนียในสภาวะใช้อากาศขึ้น ทำให้ความต้องการออกซิเจนของระบบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแบบธรรมดา แต่พีเอชในระบบจะมีค่าค่อนข้างเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.5-8.0 เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันถูกยับยั้งจึงทำให้แอมโมเนียในโตรเจนถูกปล่อยออกมาระหว่างการย่อยสลายทำให้สภาพความเป็นด่างภายในระบบเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการเพิ่มสูงขึ้นของพีเอชนั้นจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนียในโตรเจน เมื่อพีเอชสูงขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคของระบบเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ระบบถังย่อยแบบเทอร์โมฟิลิกนั้นอาจจะเดินระบบภายใต้สภาวะ microaerobic condition ซึ่งเป็นสภาวะที่ความต้องการออกซิเจนของระบบมีมากกว่าปริมาณออกซิเจนที่เติมเข้าไปในระบบ

2.4) ระบบถังย่อยสรีดจ์แบบครีโฟิลิก (Cryophilic Aerobic Digestion) เป็นระบบที่ควบคุมอุณหภูมิในช่วง -12 ถึง 36°C แต่จะดีที่สตูดอยู่ที่ประมาณ 12-18°C ซึ่งเรียกอีกอย่างว่า Psychrophilic ระบบนี้ใช้กับ

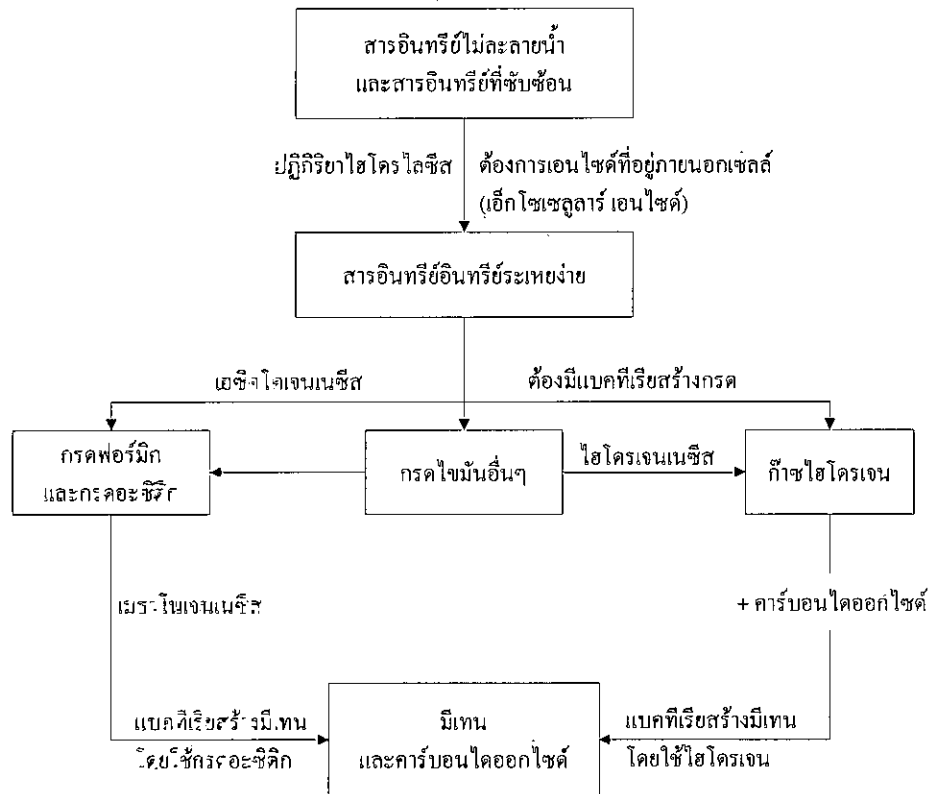
ประเทศหนาวมาก ไม่ใช้กันในประเทศไทย เพื่อให้ได้ผลดีในการเดินระบบที่อุณหภูมิ 5-20°C จะต้องมีความผลคูณระหว่างอุณหภูมิ (°C) กับอายุสลัดจ์ (วัน) ประมาณ 250-300°C-วัน (Grady et al. 1999; Metcalf and Eddy, 2004)

ตารางที่ 9.7 สภาวะการเดินระบบและลักษณะของตะกอนส่วนเกินที่ใช้ในการศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ (Aerobic digestion)

Parameter	Unit	Zupancic et al. (2008b)	Ugwuanyi et al. (2005b)	Bernard et al. (2000)	Khalili et al. (2000)
<u>Operating condition</u>					
Temp	°C	30	55	18	35
SRT	Day	-	-	-	23
OLR	kg VS/ m ³ -d	1.06	-	0.52	-
<u>Influent</u>					
SCOD	g/L	-	8	-	-
SS	g/L	20	-	1.5-11	6-20
<u>Effluent</u>					
SCOD	g/L	-	65%	-	-
COD	%	55.4	-	-	-
TSS	%	-	51.2	-	49
VSS	%	53.5	-	66-93	66

9.3.2.2 การบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion)

การบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบไม่ใช้อากาสนั้น เป็นวิธีการปรับเสถียรและลดมวลของตะกอนส่วนเกินลงก่อนที่จะส่งไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้ายเช่นเดียวกับการบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้อากาศ (เกรียงศักดิ์ อุทุมสินโรจน์, 2547) การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะแบบไม่ใช้อากาสนี้ เป็นการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซชีวภาพ (Biogas) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีขั้นตอนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ 4 ขั้นตอนดังรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 ขั้นตอนของปฏิกิริยาชีวเคมีของการย่อยสลายแบบไร้อากาศ

รูปแบบระบบบำบัดตะกอนส่วนเกินด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ

ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบดังรายละเอียดด้านล่าง และการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของถังหมักแบบใช้อากาศชนิดต่างๆ ในตารางที่ 9.8 (เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์, 2547)

1) ถังหมักชนิดอัตราการจัดต่ำ (Low rate anaerobic digester) เป็นถังหมักใบเดี่ยวที่ทำหน้าที่ย่อยสลายตะกอนส่วนเกินรวมทั้งทำขึ้นตะกอนส่วนเกินและแยกน้ำใส ตะกอนดิบจะถูกส่งมายังถังหมักเป็นระยะๆ อย่างมีต่อเนื่อง เช่น วันละครั้ง หรือหลายๆ วันต่อครั้ง เป็นต้น ถังหมักแบบอัตราปกติจะไม่มีการกวนตะกอนภายในถังหมัก ทำให้มีการแบ่งชั้นตะกอนเกิดขึ้นภายในถัง ตะกอนที่ย่อยแล้วจะตกตะกอนอยู่ก้นถัง ตะกอนที่ค้างสอยจะอยู่ชั้นบนและส่วนบนสุดจะเป็นน้ำที่มีตะกอนน้อยที่สุด (Supernatant) ตะกอนที่ย่อยแล้วจะถูกปล่อยทิ้งเช่นเดียวกับน้ำใสด้านบน เพื่อให้มีปริมาตรว่างในถังสำหรับรับตะกอนดิบเข้ามาใหม่ ทำให้เวลากักน้ำของถังหมักต้องมีความสูงประมาณ 20-30 วัน

2) ถังหมักชนิดอัตราการจัดสูง (High rate anaerobic digester) เป็นถังหมักที่มีการกวนภายในถัง เพื่อให้เกิดการผสมกันของตะกอนส่วนเกินภายในถังปฏิกิริยาแบบสมบูรณ์ (Completely mixing) และมักมีการให้ความร้อนแก่ตะกอนภายในถัง ดังแสดงในรูปที่ 9.3 การกวนมีผลทำให้ตะกอนดิบและจุลินทรีย์ภายในถังมีโอกาสร่วมกันอย่างทั่วถึง ทำให้เกิดการสลายของสารอินทรีย์ภายในถังปฏิกิริยาน้อยมาก และส่งผลให้การย่อยสลายของตะกอนดิบเกิดขึ้นได้เร็ว และมีอัตราการกำจัดที่สูงกว่าถังหมักแบบแรก รวมทั้งระยะเวลาที่กักน้ำก็น้อยกว่าประมาณ 10-15 วัน ทำให้ขนาดของถังหมักแบบนี้มีขนาดเล็กกว่าถังหมักแบบอัตราปกติมาก นอกจากนั้น ระบบ high-rate anaerobic ยังเป็นระบบที่สามารถลดระยะเวลาเก็บกัก (HRT) และทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์สูงและเป็น

กระบวนการย่อยทางชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศที่สามารถนำพลังงานชีวภาพจากการปรับเสถียรน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 9.8 ข้อดีและข้อเสียของถังหมักแบบไม่ใช้อากาศชนิด Single-stage และ Two-stage

ระบบย่อยแบบไม่ใช้อากาศ	ข้อดี	ข้อเสีย
<u>ถังหมักแบบ Single-stage</u>	- การเดินระบบไม่ยุ่งยาก - มีการควบคุมง่ายในระบบ	- เกิดการ short-circuit ขึ้นในระบบบำบัด หากปริมาณตะกอนที่เข้าระบบมากเกินไป ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการบำบัดตะกอนของระบบลดลง - คุณภาพน้ำออกมีค่าสูง เมื่อเปรียบเทียบกับถังหมักแบบ Two-stage - ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายน้อยกว่าระบบย่อยแบบไม่ใช้อากาศชนิดอื่น - ใช้ระยะเวลาในการย่อยและการเก็บกักมากกว่าระบบอื่น
<u>ถังหมักแบบ Two-stage</u> 1. Serial CSTR (ถังปฏิกรณ์ที่เหมือนกันสองถัง ต่อขนาดกัน)	- ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากกว่าระบบ single-stage และ two-phase - ตะกอนที่เหลือจากการย่อยมีความคงตัวสูง - เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในระบบต่ำ - ถังปฏิกรณ์ที่สองสามารถย่อยสลายได้เร็วกว่าถังแรก เนื่องจากรูปแบบสารอินทรีย์ที่เข้าเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย - สามารถรับภาระบรรทุกของแข็งได้มากกว่าระบบอื่น	- หากถังปฏิกรณ์ใบแรกมีขนาดใหญ่กว่า จะทำให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในระบบ - ระบบไม่ค่อยมีเสถียรภาพ เนื่องจากไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม
<u>ถังหมักแบบ Two-stage</u> 2. Serial CSTR (ถังปฏิกรณ์ที่เหมือนกันสองถัง ต่อขนาดกัน)	- ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น มีปริมาณมากกว่าระบบ single-stage และ two-phase - ตะกอนที่เหลือจากการย่อยมีความคงตัวสูง - เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในระบบต่ำ - ถังปฏิกรณ์ที่สองสามารถย่อยสลายได้เร็วกว่าถังแรก เนื่องจากรูปแบบสารอินทรีย์ที่เข้าเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย - สามารถรับภาระบรรทุกของแข็งได้มากกว่าระบบอื่น	- หากถังปฏิกรณ์ใบแรกมีขนาดใหญ่กว่า จะทำให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในระบบ - ระบบไม่ค่อยมีเสถียรภาพ เนื่องจากไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม
3. Two-phase : (ถังปฏิกรณ์ที่แตกต่างกันสองถัง ต่อขนาดกัน)	มีการแยกเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดและแบคทีเรียสร้างมีเทน ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดตะกอนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดเพิ่มขึ้นด้วย	เกิดความยุ่งยากในการเดินระบบเนื่องจากต้องมีการควบคุมพีเอชในตะกอนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

3) ถังหมักแบบสองเฟส (Two-phase anaerobic digester) เป็นระบบที่มีการแยกถังหมักออกเป็น 2 ส่วนหรือ 2 ถังตามลักษณะการทำงานของแบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกาศ เพื่อความสะดวกในการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับแบคทีเรียแต่ละชนิด จึงทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนส่วนเกินของแบคทีเรียแต่ละชนิดนั้นเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

10. เอกสารอ้างอิง (reference) ของโครงการวิจัย

เกรียงศักดิ์ อุจจินโรจน์. (2547). วิศวกรรมerkการกำจัดน้ำเสีย. เล่มที่ 5. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: เอส.อาร์. พรินติ้งแมสโปรดักส์.

Azbar, N., Ursillo, P. and Speece, R. E. (2001). Effect of process configuration and substrate complexity on the performance of anaerobic processes. **Water Research**. 35(3): 817-829.

Barjenbruch, M. and Kogplow, O. (2003). Enzymatic, mechanical and thermal pretreatment of surplus sludge. **Adv. Environ. Res.** 7(3): 715-720.

Baier, U., Schmidheiny, P. (1997). Enhanced anaerobic degradation of mechanically disintegrated sludge. **Water Sci. Technol.** 36(11): 137-143.

Bougrier, C., Delgenes, J., Carrere, P. H. (2006). Combination of thermal treatments and anaerobic digestion to reduce sewage sludge quantity and improve biogas yield. **Process Saf. Environ. Protect.** 84(B4): 280-284.

Bougrier, C., Carrère, E., Delgenès, J. P. (2005). Solubilisation of waste-activated sludge by ultrasonic treatment. **Chem. Eng. J.** 106(2): 163-169.

Bougrier, C., Battimelli, A., Delgenes, J. P., Carrere, H. (2007). Combined ozone pre- treatment and anaerobic digestion for the reduction of biological sludge production in wastewater treatment. **Ozone-Sci. Eng.** 29 (3): 201-206.

Bougrier, C., Battimelli, A., Delgenès, J. P., Carrère, H. (2007). Combined ozone pre- treatment and anaerobic digestion for the reduction of biological sludge production in wastewater treatment. **Ozone-Sci. Eng.** 29(3): 201-206.

Benabdallah El Hadj, T., Astals, S., Gali, A., Mace, S., and Mata-Alvarez, J. (2009). Ammonia influence in anaerobic digestion of OFMSW. **Water Science and Technology**.

Bernard, S. and Gray, N.F. (2000). Aerobic digestion of pharmaceutical and domestic wastewater sludges at ambient temperature. **Water Research** 34(3): 725-734.

Boe, K. and Angelidaki, I. (2009). Serial CSTR digester configuration for improving biogas production from manure. **Water research** 43: 166-172.

Borowski, S., Szopa, J. S. (2007). Experiences with the dual digestion of municipal sewage sludge. **Bioresource Technology**. 98: 1199-1207.

Carrère, A. H., Delgenès, J. P. (2004). Thermal, chemical and thermo-chemical pretreatment of waste activated sludge for anaerobic digestion. **J. Chem. Technol. Biotechnol.** 79(11): 1197-1203.

- Carrère, H., Dumas, C., Battimelli, A., Batstone, D. J., Delgenès, J. P., Steyer, J. P. and Ferrer, I. (2010). **Journal of Hazardous Materials**.
- Climent, M., Ferrer, I., Baeza, M. D., Artola, A., Vazquez, F., Font, X. (2007). Effects of thermal and mechanical pretreatments of secondary sludge on biogas production under thermophilic conditions. **Chem. Eng. J.** 133 (1–3): 335–342.
- Chen, Y., Jiang, S., Yuan, H., Zhou, Q. and Gu, G. (2007). Hydrolysis and acidification of waste activated sludge at different pHs. **Water Research**. 41: 683–689.
- Cheong, D-Y., and Hansen, C.L. (2008). Effect of feeding strategy on the stability of anaerobic sequencing batch reactor responses to organic loading condition. **Bioresource Technology** 99: 5058–5068.
- Deng, W., Zheng, P. and Chen, Z. (2006). Anaerobic digestion and post-treatment of swine wastewater using IC–SBR process with bypass of raw wastewater. **Process of Biochemistry**. 41: 965–969.
- Diamantís, V. I. and Aivasidis, A. (2007). Comparison of single- and two-stage UASB reactors used for anaerobic treatment of synthetic fruit wastewater. **Enzyme and Microbial Technology** 42: 6–10.
- Dohanyos, M., Zabranska, J., Jenicek, P. (1997). Enhancement of sludge anaerobic digestion by using of a special thickening centrifuge. **Water Sci. Technol.** 36(11): 145–153.
- Dumas, C., Perez, S., Paul, E., Lefebvre, X. (2010). Combined thermophilic aerobic process and conventional anaerobic digestion: Effect on sludge biodegradation and methane production, **Bioresour. Technol.** 101(8): 2629–2636.
- Eskicioglu, C., Kennedy, K. J. Droste, R. L. (2009). Enhanced disinfection and methane production from sewage sludge by microwave irradiation. **Desalination**. 248(1–3): 279–285.
- Ferrer, I., Pensa, S., Vazquez, F., Font, X. (2008). Increasing biogas production by thermal (70°C) sludge pre-treatment prior to thermophilic anaerobic digestion. **Biochem. Eng. J.** 42(2): 186–192.
- Ferrer, I. Serrano, E., Pensa, S., Font, F. X. (2009). Enhancement of thermophilic anaerobic sludge digestion by 70 °C pre-treatment: energy considerations. **J. Residuals Sci. Technol.** 6(1): 11–18.
- Fernandez-Polanco, F., Velazquez, R., Perez-Elvira, S. I., Casas, C., del Barrio, D., Cantero, F. J., Fdz-Polanco, M., Rodriguez, P., Panizo, L., Serrat, J., Rouge, P. (2008). Continuous thermal hydrolysis and energy integration in sludge anaerobic digestion plants. **Water Sci. Technol.** 57(8): 1221–1226.
- Gavala, H. N., Yenal, U., Skiadas, I. V., Westermann, P., Ahring, B. K. (2008). Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of primary and secondary sludge: Effect of pre-treatment at elevated temperature. **Water Res.** 37(19): 4561–4572.
- Ge, H., Jensen, P. D., Batstone, D. J. (2010). Pre-treatment mechanisms during thermophilic-mesophilic temperature phased anaerobic digestion of primary sludge. **Water Res.** 44(1): 123–130.
- Grady Jr C. F. L., Daigger, T. G., and Lim H. C. (1999). **Biological Wastewater Treatment**. Marcel Dekker Inc. New York, USA.

- Gomez, X., Cuétos, M.J., Cara, J., Moran, A., and Garcia, A.I. (2006). Anaerobic co-digestion of primary sludge and the fruit and vegetable fraction of the municipal solid wastes Conditions for mixing and evaluation of the organic loading rate. **Renewable energy** 31: 2017–2024.
- Hasegawa, S., Shiota, N., Katsura, K., Akashi, A. (2000). Solubilization of organic sludge by thermophilic aerobic bacteria as a pretreatment for anaerobic digestion. **Water Sci. Technol.** 41(3): 163–169.
- Haug, R. T., Stuckey, D. C., Gossett, J. M., Mac Carty, P. L. (1978). Effect of thermal pretreatment on digestibility and dewaterability of organic sludges. **J. Water Pol. Control Fed.** (January) 73–85.
- Houghton, J. I., Quarmby and Stephenson, T. (2000). The impact of digestion on sludge dewaterability. **Trans IChemE.** 78(B): 153–159.
- Inoue, S., Sawayama, S., Ogi, T., and Yokoyama, S-Y. (1996). Organic Composition of Liquidized sewage sludge. **Biomass and Bioenergy** 10(1): 37–40.
- Kaparaju, P., Buendía, I., Ellegaard, L., and Angelidakia, I. (2008). Effect of mixing on methane production during thermophilic anaerobic digestion of manure: Lab-scale and pilot-scale studies. **Bioresource Technology** 99: 4919–4928.
- Kim, J., Park, C., Kim, T. H., Lee, M., Kim, S., Kim, S. W., Lee, J. (2003). Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge. **J. Biosci. Bioeng.** 95(3): 271–275.
- Kim, D., Jeong, E., Oh, S. and Shin, H. (2010). Combined (alkaline+ultrasonic) pretreatment effect on sewage sludge disintegration. **Water Research.**
- Kopp, J., Müller, J., Dichtl, Schwedes, N. J. (1997). Anaerobic digestion and dewatering characteristics of mechanically disintegrated sludge. **Water Sci. Technol.** 36(11): 129–136.
- Lapidou, C. Y. and Rittmann, B. E. (2002). A unified theory for extracellular polymeric substances, soluble microbial products, and active and inert biomass. **Water Research.** 36: 2711–2720.
- Leslie Grady, C. F., Daigger, G. T. and Lim, H. C. (1999). **Biological wastewater treatment.** Second Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Lin, J., Chang, C., and Chang, S. (1997). Enhancement of anaerobic digestion of waste activated sludge by alkaline solubilization. **Bioresource Technology.** 62(97):85–90.
- Lin, J., Chang, C., and Chang, S. (1998). Alkaline hydrolysis of the sludge generated from a high-strength, nitrogenous-wastewater biological treatment process. **Bioresource Technology.** 62(98): 35–42.
- Lu, J. Q., Gavala, H. N., Skiadas, I. V., Mladenovska, Z. Ahring, B. K. (2008). Improving anaerobic sewage sludge digestion by implementation of a hyper-thermophilic prehydrolysis step. **J. Environ. Manage.** 88 (4): 881–889
- Liu, S., Song, F., Zhu, N, Yuan, H. and Cheng, J. (2010). Chemical and microbial changes during autothermal thermophilic aerobic digestion (ATAD) of sewage sludge. **Bioresource and Technology.**
- Mottet, A., François, E., Latrille, E., Steyer, J. P., Déléris, S., Vedrenne, F., Carrère, H. (2010). Estimating anaerobic biodegradability indicators for waste activated sludge. **Chem. Eng. J.** 160(2): 488–496.

- Metcalf and Eddy, Inc. (2004). **Wastewater Engineering Treatment and Reuse**. International Edition, ISBN 007-124140-X, McGraw-Hill, Singapore.
- Nah, I. W., Kang, Y. W., Hwang, K. Y. and Song, W. K. (2000). Mechanical pretreatment of waste activated sludge for anaerobic digestion process. **Water Research**. 34(8): 2362-2368.
- Nges, I.A., and Liu, J. (2009). Effects of anaerobic pre-treatment on the degradation of dewatered-sewage sludge. **Renewable Energy** 34: 1795–1800.
- Nielsen, H. B., Mladenovska, Z., Ahring, B. K. (2007). Bioaugmentation of a two stage thermophilic (68°C/55°C) anaerobic digestion concept for improvement of the methane yield from cattle manure. **Biotechnol. Bioeng.** 97(6): 1638–1643.
- Neyens E, Baeyens J, Dewil R, De Heyder B. (2004). Advanced sludge treatment affects extracellular polymeric substances to improve activated sludge dewatering. **Journal of Hazardous Materials**. 106(2-3): 83–92.
- Nielsen P H, Jahn A, Palmgren R, (1997). Conceptual mode for production and composition of exopolymers in biofilms. **Water Science and Technology**. 36(1): 11–19.
- Oles, J., Dichtl, N., Niehoff, H. H. (1997). Full scale experience of two stage thermophilic/mesophilic sludge digestion. **Water Sci. Technol.** 36(6–7): 449–456.
- Park, C., Lee, C., Kim, S., Chen, Y. H., Chase, A. (2005). Upgrading of anaerobic digestion by incorporating two different hydrolysis processes. **J. Biosci. Bioeng.** 100(2):164–167.
- Porsa, S., Ferrer, I., Vazquez, F., and Font, X. (2008). Optimization of the hydrolytic – acidogenic anaerobic digestion stage (55 °C) of sewage sludge: Influence of pH and solid content. **Water research** 42: 3972 – 3980.
- Qasira, S. R. (1999). **Wastewater Treatment Plants; Planning, Design, and Operation**. CRC Press. Florida, UAS.
- Roberts, R., Son, L., Davies, W. J., Forster, C.F. (1999). Two stage, thermophilic/mesophilic anaerobic digestion of sewage sludge. **TransIChem** 77. 93–97.
- Rivero, J. A. C., Madhavan, N., M. T., Suidan, P. Ginestet, Audic, J. M., (2006). Enhancement of anaerobic digestion of excess municipal sludge with thermal and/or oxidative treatment. **J. Environ. Eng. ASCE**. 132(6): 638–644.
- Rubia, M.A. de la, Perez, M., Romero, L.I., and Sales, D. (2006). Effect of solids retention time (SRT) on pilot scale anaerobic thermophilic sludge digestion. **Process Biochemistry** 41: 79–86.
- Salsabil, M. R., Prorot, A. Casellas, M., Dagot, C. (2009). Pre-treatment of activated sludge: Effect of scumification on aerobic and anaerobic digestibility. **Chem. Eng. J.** 148(2–3): 327–335.
- Skiadas, I. V., Gavala, H. N., Lu, J., Ahring, B. K. (2005). Thermal pretreatment of primary and secondary sludge at 70 °C prior to anaerobic digestion. **Water Sci. Technol.** 52(1–2): 161–166.

- Stratkey, D. C. and McCarty P. L. (1978). Thermochemical pretreatment of nitrogenous materials to increase methane yield. **Biotechnol. Bioeng. Symp.**
- Scng, J. J., Takeda, N., Hiraoka, M. (1992). Anaerobic treatment of sewage treated by catalytic wet oxidation process in upflow anaerobic blanket reactors. **Water Sci. Technol.** 26(3-4): 867-875.
- Scng, Y.-C., Kwon, S.-J., and Woo, J.-H. (2004). Mesophilic and thermophilic temperature co-phase anaerobic digestion compared with single-stage mesophilic- and thermophilic digestion of sewage sludge. **Water Research** 38: 1653-1662.
- Song, L., Zhu, N., Yuan, H., Hong, Y. and Ding, J. (2010). Enhancement of waste activated sludge aerobic digestion by electrochemical pre-treatment. **Water Research.**
- Tiehm, A., Nickel, K., Neis, U. (1997). The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge. **Water Sci. Technol.** 36(11): 121-128.
- Tiehm, A., Nickel, K., Zellhorn, M., Neis, U. (2001). Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization. **Water Res.** 35(8): 2003-2009.
- Urbain, V., Block, J.C., Manem, J. (1993). Bioflocculation in activated-sludge – an analytic approach. **Water Res.** 27(5): 829-838.
- Ugwuarayi, J.O., Herve, L.M., and McNeil, B. (2005a). Effect of digestion temperature and pH on treatment efficiency and evolution of volatile fatty acids during thermophilic aerobic digestion of model high strength agricultural waste. **Bioresource Technology** 96: 707-719.
- Ugwuarayi, J.O., Herve, L.M., and McNeil, B. (2005b). Effect of aeration rate and waste load on evolution of volatile fatty acids and waste stabilization during thermophilic aerobic digestion of a model high strength agricultural waste. **Bioresource Technology** 96: 721-730.
- Valc, A., Carrère, H. and Delgenès, J. P. (2004). Thermal, chemical and thermo-chemical pretreatment of waste activated sludge for anaerobic digestion. **J. Chem. Technol. Biotechnol.** 79(11): 1197-1203.
- Wang, Z., Wu, Z., Hua, J., Wang, X., Du, X. and Hua, H. (2008). Application of flat-sheet membrane to thickening and digestion of waste activated sludge (WAS). **Journal of Hazardous Materials.** 154: 535-542.
- Weemaes, M., Grootaerd, H., Simoons, F., Verstraete, W. (2000). Anaerobic digestion of ozonized biosolids. **Water Res.** 34(3): 2330-2336.
- Wingender, J., Neu, T. R. and Flemming, H. (1999). **Microbial Extracellular Polymeric Substances; Characterization, Structure and Function.** Springer. New York, USA.
- Yang, X., Wang, X., Wang, L. (2010). Transferring of components and energy output in industrial sewage sludge disposal by thermal pretreatment and two-phase anaerobic process. **Bioresour. Technol.** 101(8): 2580-2584.

- Yeom, I. T., Lee, K. R., Lee, Y. H., Ahn, K. H., Lee, S. H. (2002). Effects of ozone treatment on the biodegradability of sludge from municipal wastewater treatment plants. **Water Sci. Technol.** 46(4-5): 421-425.
- Yiying, J., Huan, L., Bux, M. R., Zhiyu, W. and Yongfeng, N. (2009). Combined alkaline and ultrasonic pretreatment of sludge before aerobic digestion. **Journal of Environmental Sciences.** 21: 279-284.
- Yunqin, L., Dehar, W., Shaoquan, W. and Chunmin, W. (2009). Alkali pretreatment enhances biogas production in the anaerobic digestion of pulp and paper sludge. **Journal of Hazardous Material.** 170: 366-373.
- Zabranska, J., Dolhanyos, M., Jenicek, P., Kutil, J., Cejka, J. (2006). Mechanical and rapid thermal disintegration methods of enhancement of biogas production- Full scale applications, in: **IWA Specialized conference: Sustainable sludge management: state of the art, challenges and perspectives.** Moscow, Russia.
- Zhang, P., Zhang, G. and Wang, W. (2007). Ultrasonic treatment of biological sludge: Floc disintegration, cell lysis and inactivation. **Bioresource Technology.** 98: 207-210.
- Zheng, J., Kennedy, K. J., Eskicioglu, C. (2009). Effect of low temperature microwave pretreatment on characteristics and mesophilic digestion of primary sludge. **Environ. Technol.** 30(4): 319-327.
- Zhiyi, D., Chaohai, W., and Xiufeng, Z. (2008). Start-up and Performance of a Novel Reactor-Jet Biogas Inter-loop Anaerobic Fluidized Bed. **Chinese Journal of Chemical Engineering** 16(1) : 143-150.
- Zupancic, G.D., and Ros, M. (2003). Heat and energy requirement in thermophilic anaerobic digestion. **Renewable Energy.** 28: 2255-2267.
- Zupancic, G.D., Urrarjek-Zevartb, N., and Ros, M. (2008a). Full-scale anaerobic co-digestion of organic waste and municipal sludge. **Biomass and Bioenergy** 32: 162-167.
- Zupancic, G.D. and Ros M. (2008b). Aerobic and two-stage anaerobic-aerobic sludge digestion with pure oxygen and air aeration. **Bioresource Technology** 99: 100-109.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

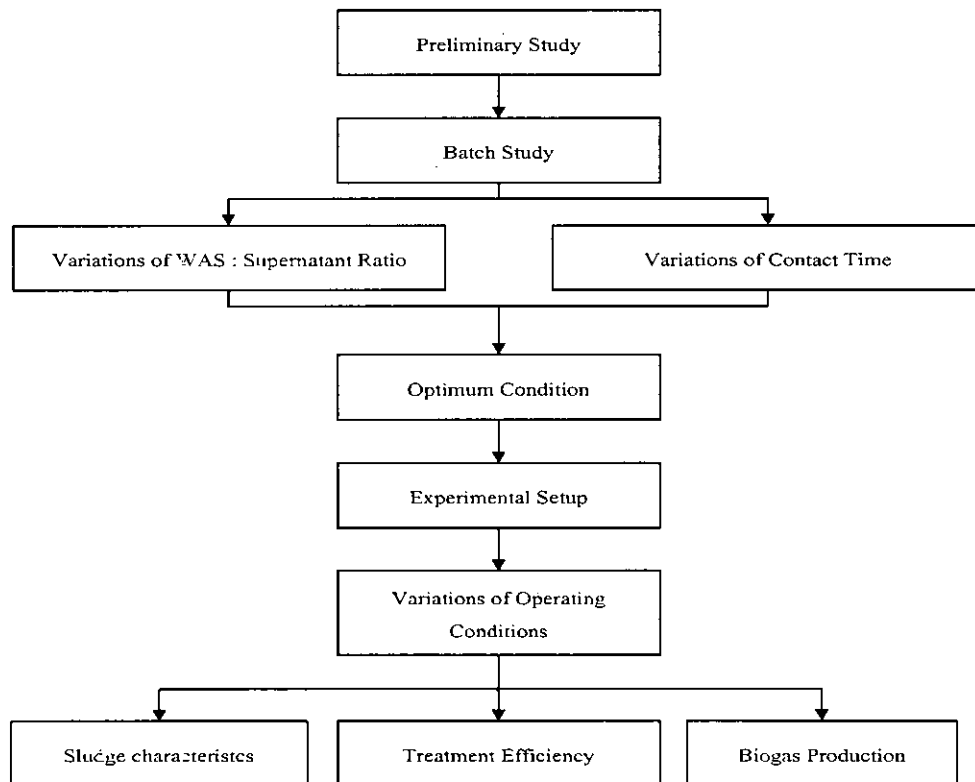
- นำเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติ เพื่อเผยแพร่กับนักวิชาการ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาและใช้ประโยชน์ต่อไป
- โรงงานอุตสาหกรรมหรือชุมชนที่มีการกำเนิดน้ำเสียด้วยระบบตะกอนเร่งสามารถนำผลการศึกษางานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสีย และมีผลพลอยได้เป็นก๊าซชีวภาพ

การพัฒนา นักวิจัยรุ่นใหม่จำนวน 1 คนหรือผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาโทหรือเอกอย่างน้อย 1 คน

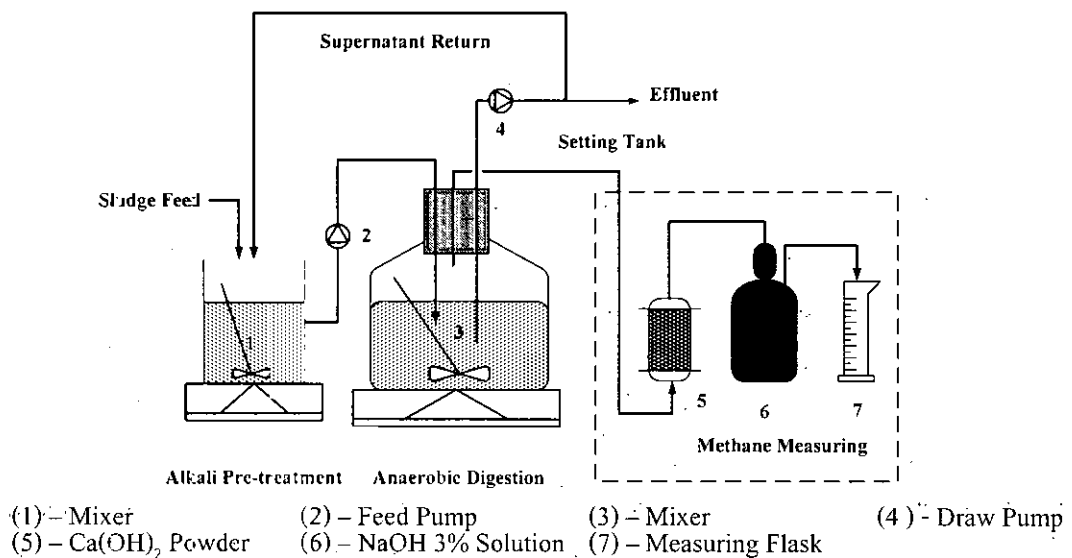
12. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำผลการศึกษางานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียจริงของสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Wastewater Treatment) โดยการติดตั้งชุดทดลองขนาดต้นแบบ (pilot scale) ในโรงงานอุตสาหกรรม และจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดและสาธิตเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม

13. วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล



รูปที่ 13.1 แผนการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 13.2 การติดตั้งชุดทดลองขนาดต้นแบบ

ทำการติดตั้งชุดทดลอง ณ อาคารเครื่องมือ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การศึกษาทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Wastewater Treatment) เพื่อบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและเสถียรภาพดังรูปที่ 13.1 และทำการติดตั้งชุดทดลองขนาดต้นแบบดังรูปที่ 13.2

14. ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนโดยละเอียด)

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	X	X	X	X	X							
2. ออกแบบอุปกรณ์และเตรียมสถานที่			X	X	X	X						
3. จัดหาวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี						X	X	X				
4. ดำเนินการทดลอง						X	X	X	X	X		
5. วิเคราะห์ข้อมูล									X	X	X	
6. จัดทำเอกสารและสรุปรายงาน												X

15. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะที่ต้องการเพิ่มเติม

15.1 อุปกรณ์การวิจัยที่มีอยู่แล้ว

- Gas Chromatography
- Scanning Electron Microscopic (SEM)
- pH meter
- Dichromate reflux system

15.2 อุปกรณ์การวิจัยที่ต้องการเพิ่มเติม

- ชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นจำนวน 2 ชุด
- ชุดทดลองระบบบำบัดแบบไร้อากาศจำนวน 2 ชุด

15.3 การพัฒนานักวิจัยใหม่

- ผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาโทหรือเอกเพื่อพัฒนาทักษะการวิจัย ให้แก่นักวิจัยรุ่นใหม่

16. งบประมาณของโครงการวิจัย

16.1 รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ (เฉพาะปีที่เสนอขอ) แยกตามหมวดเงินประเภทต่าง ๆ

รายการ	งบประมาณที่เสนอขอ (บาท)
1. ค่าจ้างชั่วคราว	
- ผู้ช่วยวิจัย วุฒิการศึกษาปริญญาตรี (8,000 บาท×12 เดือน)	96,000
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย	
- ค่าใช้จ่ายในการศึกษาสืบค้น การเดินทาง การทำรายงาน	10,000
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งตัวอย่าง	20,000
- ค่าสารเคมี เพื่อวิเคราะห์ค่า ซีไอดี บีไอดี ในโตรเจน ของแข็ง โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเป็นต้น	30,000
- ชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	14,000
- ชุดทดลองระบบย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจนรวมอุปกรณ์และค่าแรง จำนวน 2 ชุด	30,000
- ค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงานและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับภาคอุตสาหกรรม	20,000
3. ค่าวัสดุภัณฑ์	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	10,000
รวมค่าใช้จ่าย	230,000

17. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

เนื่องจากในปัจจุบันการบำบัดตะกอนส่วนเกินจากระบบตะกอนเร่งมีประสิทธิภาพต่ำ หรือในกรณีที่มีระบบนำกลับเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพก็จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง ดังนั้นจึงต้องวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยอาจจำแนกผลสำเร็จของงานวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ ดังนี้

1. การวิจัยระยะแรกทำการศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาสัดส่วนของ
 - ผลผลิตที่ได้คือ อัตราส่วนของตะกอนต่อน้ำในส่วนบน (Supernatant) และเวลาสัมผัสที่เหมาะสม ผลสำเร็จของงานวิจัยระยะนี้เป็นผลสำเร็จเบื้องต้น (P)
2. การวิจัยและพัฒนาในระยะต่อมา โดยการติดตั้งชุดทดลองระบบบำบัดเบื้องต้นและระบบย่อยตะกอนส่วนเกินแบบไร้อากาศ
 - ผลผลิตที่ได้คือ ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบที่เหมาะสมของชุดทดลองระดับต้นแบบ ผลสำเร็จของงานวิจัยระยะนี้เป็นผลสำเร็จกึ่งกลาง (I)

(ลายเซ็น).....

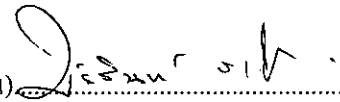


(รศ.ดร. บุญชัย วิจิตรเสวีสร)

ที่ปรึกษา/ผู้ร่วมโครงการวิจัย

วันที่ ๒๖ เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๕๙

(ลายเซ็น).....



(ดร. พชรินทร์ ราช)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ ๒๕ เดือน ๑๐ พ.ศ. ๕๕

(ลายเซ็น).....

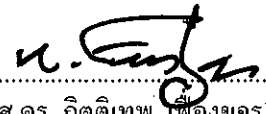


(รศ.ดร. จิรียา ยิมรัตนบวร)

หัวหน้าสาขาวิชา

วันที่ ๒๖ เดือน ๑๐ พ.ศ. ๕๕

(ลายเซ็น).....



(รศ.ดร. กิตติเทพ เพื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย

วันที่ ๒๗ เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕

อ้วน ก ประดิษฐ์ (ชื่อจริง) (ชื่อจริง) (ชื่อจริง)

คณะผู้วิจัย / ที่ปรึกษาโครงการฯ ครบทุกคน

ดร.พัชรินทร์ ราโช

เลขที่บัตรประชาชน 3 4504 00071 08 9

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224-565 โทรสาร 044-224-606 E-mail: patcha@sut.ac.th

การศึกษา	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประสบการณ์การทำงาน

ก.ย. 2541 – ก.ย. 2542	ผู้ช่วยวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.ย. 2545 – พ.ย. 2547	Technical Engineer บริษัท ไฮโดรโซน จำกัด
ธ.ค. 2547 - ธ.ค. 2548	Senior Product Engineer บริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
ม.ค. 2548 – ก.พ. 2549	Data & Technical Engineering Manager บริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
ก.ย. 2546 – ก.ย. 2551	ผู้ช่วยสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ม.ค. 2549 – พ.ย. 2551	ที่ปรึกษา บริษัท ทอปริชคอร์ปอเรชั่น จำกัด
พ.ย. 2551 – พ.ค. 2552	Engineering Manager บริษัท ศรีเอชเอ็นเซ็นเตอร์ จำกัด
ก.ค. 2553 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัย

1. โครงการการสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัตราที่ 1), 2542 (ผู้วิจัยร่วม)
2. A Novel Wastewater Treatment System Using A UASB Reactor and A Downflow Hanging Sponge (DHS) Post Treatment Unit, 2005-2007. (ผู้วิจัยร่วม)

3. การประยุกต์ใช้กระบวนการกรองผ่านเชื้อ กรองสำหรับการนำน้ำทิ้งชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี), 2009. (ผู้วิจัยร่วม)

บทความ

1. Wichitsatian, B. and Racho, P. (2009). Quantification of Organic and Nitrogen Removal in Downflow Hanging Sponge (DHS) Systems as a Post-Treatment of UASB Effluent. **IWA Specialist Conference Chemical Industries**. November 30-December 2. Massey University, Palmerston North, New-Zealand.
2. Racho, P. and Wichitsathian, B. and Jindal, R. (2552). Biokinetic Parameters as an Indicator to Biodegradability Assessment of Down-flow Hanging Sponge (DHS) System. **การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 8. สหคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา**
3. พชรินทร์ ราโช ศิริจันดา ธรรมพร บุญชัย วิจิตรเสถียร และ รัญจนา จินดา. (2552). คุณภาพมวลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีและไนโตรเจนของระบบ Down-flow Hanging Sponge (DHS)” **การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 8. สหคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา**
4. Racho, P., Wichitsathian, E. and Jindal, R. (2008). Feasibility of low cost post-treatment options for the anaerobic processes of tapioca starch wastewater: Fungal Down-flow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS systems. **KKU Res. J.** 13(10): 1-12.
5. Racho, P. and Wichitsathian, B. (2008). Feasibility of low cost post-treatment options for the anaerobic processes of tapioca starch wastewater: Fungal Down-flow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS systems. **12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008)**. Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management (EHSM), Khon Kaen University, Thailand ; 25-29 August 2008
6. บุญชัย วิจิตรเสถียร และ พชรินทร์ ราโช. (2548). การศึกษาสถานการณ์และปัญหาในการจัดการขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลในประเทศไทย. **การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษานครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.**
7. Racho, P. and Jindal, R. (2004). Heavy Metals in Bottom Ash from a Medical-Waste Incinerator in Thailand. **Pract. Periodical of Haz., Toxic, and Radioactive Waste Mgmt.** 8(1): 31-38.
8. พชรินทร์ ราโช (2545). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในขี้เถ้าก้นเตาเผาขยะติดเชื้อโรงพยาบาลในจังหวัดนครราชสีมา: **การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3.** 18-19 กรกฎาคม 2545. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร

เลขที่บัตรประชาชน: 3 1015 00632 21 3

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ประวัติการศึกษา โทรศัพท์ 044-224-451 โทรสาร 044-224-606 E-mail: boonchai@sut.ac.th
D.Tech.Sc. (Environmental Engineering),
Asian Institute of Technology, Thailand.
M.Sc. (Environmental Technology),
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Thailand.
B.Sc. (Industrial Chemistry),
King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Thailand.

ประวัติการทำงาน

ม.ค. 40 – มี.ย. 49	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.ค. 49 – ปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ต.ค. 48 – พ.ย. 51	รองผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ย. 51 – ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัย

4. การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาทุ่นน้ำกระป๋อง, 2537
5. โครงการการสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค (เตาเผาขยะอัดดาหิฯ), 2542
6. Application of Membrane Bioreactor Systems for Landfill Leachate Treatment, 2004.
7. การบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชนด้วยวิธีทางเคมี, 2547.
8. Cleaner Technology in A Metal Finishing Industry in Thailand, 2005.
9. A Novel Wastewater Treatment System Using A UASB Reactor and A Downflow Hanging Sponge (DHS) Post Treatment Unit, 2005-2007.
10. การประเมินผลสัมฤทธิ์โครงการสหกิจศึกษานำร่องของประเทศไทย, 2005-2006.
11. โครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมการทำเกลือจากน้ำเกลือใต้ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ:
โครงการศึกษาเพื่อพัฒนาเทคนิคและการผลิตเกลือ, 2006.
12. การประยุกต์ใช้กระบวนการกรองผ่านเยื่อกรองสำหรับการนำน้ำทิ้งชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่
(กรณีศึกษา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี), 2009.

สิทธิบัตร

1. “เตาเผาขยะขนาดเล็กประสิทธิภาพสูง” เลขที่สิทธิบัตร 22984 ลงวันที่ 27 ธันวาคม 25550

ผลงานทางวิชาการ

1. Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Landfill Leachate Treatment by Yeast and Bacteria Based Membrane Bioreactors. *Journal of Environmental Science and Health, Part A—Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 39(9), 2391 – 2404.
2. Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Landfill Leachate Treatment by Yeast and Bacteria Based Membrane Bioreactors. *The Fourth AIT-KIST International Joint Symposium*, Asian Institute of Technology, Thailand, 20 May.
3. Wichitsathian, B., Sindhuja, S., Visvanathan, C., and Ahn, K. H., 2004. Biokinetic Parameters As an Indicator to Ammonia Toxicity in Leachate Treatment Using Membrane Bioreactors. *Asian Journal of Microbiology Biotechnology Environmental Science*, 6(1), 1-6.
4. บุญชัย วิจิตรเสถียร และ นเรศ เชื้อสุวรรณ, 2548. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในขั้นตอนด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษา นครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.
5. บุญชัย วิจิตรเสถียร และ พชรินทร์ ราช, 2548. การศึกษาสถานการณ์และปัญหาในการจัดการขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลในประเทศไทย. การสัมมนาการพัฒนากลุ่มงานวิจัยในเครือข่ายอุดมศึกษา นครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 24 มิถุนายน 2548.
6. บุญชัย วิจิตรเสถียร, 2548. การใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แต่งหน้าขนม. การประชุมเครือข่ายกลุ่มศึกษาและวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาด ประจำปี 2548, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 9 กันยายน 2548.
7. บุญชัย วิจิตรเสถียร และ นเรศ เชื้อสุวรรณ, 2549. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในขั้นตอนด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, หน้า 29-37.
8. บุญชัย วิจิตรเสถียร, 2549. การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 5, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 8-10 มีนาคม 2549.
9. สุชาดา ปุณณสัมฤทธิ์, จริยา ชัยรัตน์บวร และบุญชัย วิจิตรเสถียร, 2549. การบำบัดน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์. วารสาร มจร. วิชาการ, ปีที่ 9, ฉบับที่ 18, หน้า 66-78.
10. Terasut Sookkumnerd, Guntima Sirijeerachai, Rattanawan Kiattikomol and Boonchai Wichitsathian, 2006. Modeling and Simulation of Salt Crystallization in a Solar Evaporator. *International Conference on Green and Sustainable Innovation*, Rydges Amora Tapae Chiang Mai Hotel, Chiang Mai, Thailand, 29 November – 1 December.
11. คุณพร แสงนุมา และ บุญชัย วิจิตรเสถียร, 2550. การลดการใช้สารเคมีในการเคลือบฟอสเฟตโดยอาศัยเทคโนโลยีสะอาด. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 6, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 7-9 มีนาคม 2550.

12. ศุภพร เสนอหุม และ บุญชัย วิจิตรเสถียร. 2550. การลดการใช้น้ำในกระบวนการเคลือบฟอสเฟตโดยอาศัยเทคโนโลยีสะอาด. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 22(2): 91-101.
13. Patcharin Racho and Boonchai Wichitsathian, 2008. Feasibility of Low Cost Post-treatment Options for the Anaerobic Processes of Tapioca Starch Wastewater: Fungal Downflow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS Systems, 12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008), Khon Kaen University, Thailand, 25-29 August.
14. Patcharin Racho, Boonchai Wichitsathian and Ranjna Jindal, 2008. Feasibility of Low Cost Post-treatment Options for the Anaerobic Processes of Tapioca Starch Wastewater: Fungal Downflow Hanging Sponge (DHS) and Bacterial DHS Systems. KRU Research Journal, 13(10): 1172-1184.
15. พัชรินทร์ ราโช, บุญชัย วิจิตรเสถียร และ รัญจนา จินดาล. 2552. การประเมินการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบ Down-flow Hanging Sponge (DHS) ด้วยค่าคงที่ทางจลศาสตร์. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 8, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 25-27 มีนาคม 2552.
16. พัชรินทร์ ราโช, ศิริกานดา ธรรมพร, บุญชัย วิจิตรเสถียร และ รัญจนา จินดาล. 2552. คุณภาพมวลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการกำจัดค่าชีโอดีและไนโตรเจนของระบบ Down-flow Hanging Sponge (DHS). การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 8, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 25-27 มีนาคม 2552.

การเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย

เอกสารประกอบสัญญาเลขที่ ____ / 2555

โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบคทีเรีย
เมื่อปัจจัยแวดล้อมและโครงสร้างของระบบการเลี้ยง
ด้วยระบบคอมพิวเตอร์และระบบชีวภาพ

ชื่อบัญชี มรค - บมข เวียชด้า

เลขที่บัญชี _____

ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายนามผู้มีอำนาจสั่งจ่าย

- | | |
|----------|---------------------|
| 1. _____ | คณบดี |
| 2. _____ | หัวหน้าสถานวิจัย |
| 3. _____ | หัวหน้าโครงการวิจัย |

เงื่อนไขการสั่งจ่าย

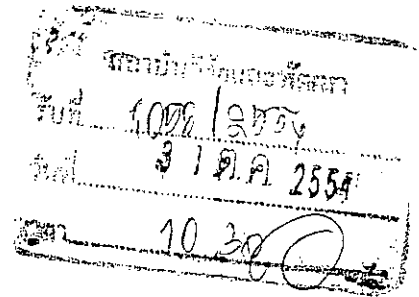
ผู้มีอำนาจสั่งจ่าย 2 ใน 3

ลงนาม มาร์ตินทร์ ภาโว
มาร์ตินทร์ ภาโว

ผู้รับทุน



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



หน่วยงาน...สถานวิจัย...สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์...โทรศัพท์...4229 โทรสาร 4287
ที่...ศธ 5614(22)/ 1037...วันที่...27 ตุลาคม 2554
เรื่อง...ขอส่งเอกสารเพื่อทำสัญญาโครงการวิจัย
เรียน...ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารเพื่อทำสัญญาโครงการวิจัยที่ได้รับจัดสรรงบประมาณจากสำนักงบประมาณ ปี 2555 จำนวน 4 โครงการๆ ละ 2 ชุด ดังนี้

ชื่อเรื่อง	หัวหน้าโครงการ	จำนวนเงิน
1. การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนเพื่อบำบัดตะกอนส่วนเกินจากตะกอนร่งด้วยระบบการหมุนเวียนค่าความเป็นด่าง	อ.ดร.พัชรินทร์ ราชไธ ๘๙๗-๗๑๕-๕๕-๑๒-๔๗	230,000
2. จำนวนลำคลื่นที่เหมาะสมสำหรับสายอากาศแก่งในระบบแอลทีอี	ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อูทาสกุล	234,000
3. การออกแบบตัวเชื่อมต่อแบบไฮบริดที่มีขนาดเล็กและทำงานในแบนกว้าง	ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อูทาสกุล	205,000
4. ความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่ผ่านกระบวนการชุบแข็งผิวด้วยแก๊ส	อ.ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์	230,000

15/๑๐๕๕
16/๑๐๕๕
1๗/๑๐๕๕ ✓

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา
ฝ่ายประสานงานการวิจัย / ฝ่ายวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รศ.ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน อ.ดร.พัชรินทร์ ราชไธ

ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อูทาสกุล
อ.ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เพ็ญขจร)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4752 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 1๒๖0

วันที่ 2๓ พฤศจิกายน 2554

เรื่อง การทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

เรียน อาจารย์ ดร. เนษรินทร์ ราโช สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาขอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย

- สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 2 ชุด (ต้นฉบับ/คู่ฉบับ)
- ขัณฑนากรขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 1 ชุด
- แบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-01) จำนวน 1 ชุด
- แบบรายงานแสดงการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-02) จำนวน 1 ชุด
- หัวข้อรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยประกอบการขออนุมัติเบิกเงิน ฯ จำนวน 1 ชุด

เพื่อให้การจัดทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยเป็นไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์ จึงขอความร่วมมือจากท่านในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ลงนามในสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยทั้ง 2 ฉบับ พร้อมด้วยพยาน 1 ท่าน ตามที่ระบุ
2. กรอกรายละเอียดในแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อขอเบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2555 ตามวงเงินที่ระบุไว้ในสัญญา

สำหรับแบบฟอร์มต่างๆ ซึ่งจะต้องส่งให้สถาบันวิจัยฯ โปรดใช้ตามแบบที่ส่งมาด้วยแล้ว หรือติดต่อเจ้าหน้าที่สถานวิจัยในสำนักวิชาของท่าน หรือดูจากเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยฯ ที่ <http://www.sut.ac.th/ird>

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการต่อไป และโปรดส่งเอกสารตามข้อ 1 และ 2 คืนให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 30 พฤศจิกายน 2554 ทั้งนี้ เมื่อผู้เกี่ยวข้องลงนามในสัญญาครบถ้วนและอนุมัติให้เบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2555 แล้ว สถาบันวิจัยฯ จะส่งสัญญาคู่ฉบับพร้อมทั้งสำเนาแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยที่ได้รับอนุมัติแล้วให้ท่านเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ลงทะเบียน

การประกวดสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 6 ประจำปี 2554

วันพฤหัสบดีที่ 22 กันยายน 2554 เวลา 08.30-16.30 น.

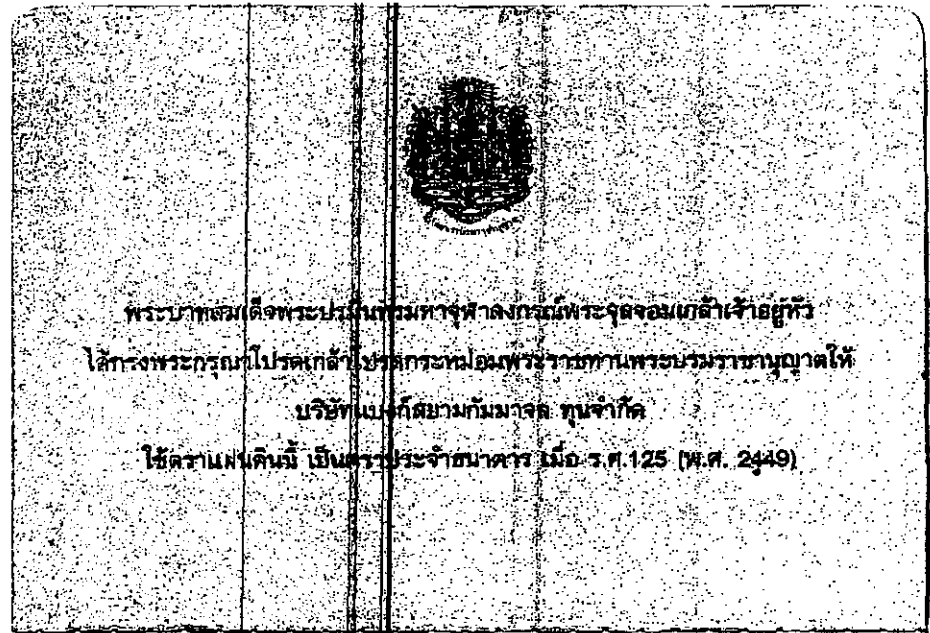
ณ บริเวณโถงเอนกประสงค์ อาคารเรียนรวม 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ส่งผลงานเข้าประกวด ประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) (22 ผลงาน)

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล(หมายเลขผลงาน)	ลายมือชื่อ
รุ่นทั่วไป (17 ผลงาน) (ต่อ)		
18	นางทองปาน ดาษจันทิก(35,36,37)	สถานส่งเสริมและพัฒนาระบบ สารสนเทศเพื่อการจัดการ- มทส.
19	Mr. Man-Keung Lo(35,36,37)	สถานส่งเสริมและพัฒนาระบบ สารสนเทศเพื่อการจัดการ- มทส.
20	ผศ.ดร.สฤติยศ โพธิ์สะอาด(38)	สารสนเทศ-มทส.
21	นายหัสดี พิมพ์สุวรรณ(38)	สารสนเทศ-มทส.
22	นายสัมฤทธิ์ ทิมา(39)	คอมพิวเตอร์-มทร.ว.ขอนแก่น
23	นายธนาเสฏฐ์ ดุจจันทน์(40)	คอมพิวเตอร์-มทร.ว.ขอนแก่น
24	นายสุนัน บุญมานนท์(40)	คอมพิวเตอร์-มทร.ว.ขอนแก่น
25	นายณรินทร์ บุญสอด(40)	คอมพิวเตอร์-มทร.ว.ขอนแก่น
26	น.ส.ปิยะนุช ทรัพย์มัย(40)	คอมพิวเตอร์-มทร.ว.ขอนแก่น
27	ผศ.ดร.คชา ชาญศิลป์(41)	คอมพิวเตอร์-มทส.
28	ผศ.ดร.สมพันธ์ ชาญศิลป์(41)	คอมพิวเตอร์-มทส.
29	อ.ดร.ศยามน อินสะอาด(42,43,44)	ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ทางการศึกษา-มทส.
30	น.ส.ศุทธิณี ศรีสวัสดิ์(42)	ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ทางการศึกษา-มทส.
31	นายอมรเทพ เทพวิจิต(42,43)	ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ทางการศึกษา-มทส.
32	น.ส.พันทิพา อมรฤทธิ์(44)	ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ทางการศึกษา-มทส.
33	นายณฤตล ดามพ์สุกรี(44)	ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ทางการศึกษา-มทส.

8047-715-55-12-47



ชื่อบัญชี
NAME

นพ. พงษ์พัฒน์ต่าง โดย อ.ดร. วิจิตร
ราช / พ.ศ.ดร. วิจิตรเทพ เนื่องจา / ร.ศ.ดร

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
SIAM COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

0707 สาขา / พิเศษ / พิเศษ / พิเศษ / พิเศษ

เลขที่บัญชี
ACCOUNT NO.

707-249392-2

บัญชีเงินฝากออมทรัพย์
SAVINGS ACCOUNT

7077804725

7804725

• ผู้มีบัญชีสามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องบันทึกสมุดบัญชีอัตโนมัติได้
• การทำรายการโดยไม่มีสมุดฝากที่มีระยะเวลาเกินกว่า 6 เดือนขึ้นไป ธนาคารจะ
ดำเนินการนำฝากและรายการก่อนนำฝากจะรายการโดยจะรวมรายการเข้าบัญชีเดือน