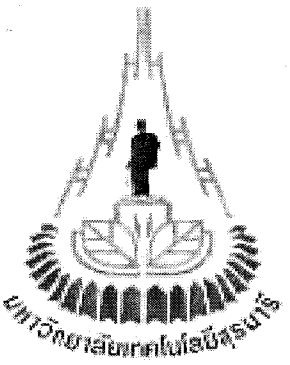


รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การใช้กากตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาล เพื่อผลิตคอนกรีตบล็อก

(Using of Sugar Processing Sludge as an Concrete Block Aggregate)

โดย

นางสาววิชญา เลิศพูนวิไลกุล
B4608288

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 503 481 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สิงหาคม 2550

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การใช้กากตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาลเพื่อผลิตคอนกรีตบล็อก

(Using of Sugar Processing Sludge as an Concrete Block Aggregate)

โดย

นางสาววิชญา เลิศพูนวิไลกุล
B4608288

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อาจารย์ฉัตรเพชร ยศพล

ผู้ประสานงานและที่ปรึกษาฝ่ายสถานประกอบการ

คุณลาวัณ ใจเย็น
ผู้วิศวกรสิ่งแวดล้อมฝ่ายประกันคุณภาพสิ่งแวดล้อม
บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด
109 หมู่ 10 ถนนชลประทานสายกระเสียว - สามชุก
ตำบลหนองมะค่าโมง อำเภอด่านช้าง
จังหวัดสุพรรณบุรี 72180

หนังสือรับรอง

รายงานสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ
ภาคการศึกษาที่ 1/2550

ของ

นักศึกษา นางสาววิชญา เลิศพูนวิไลกุล
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

ข้าพเจ้า นางสาววิชญา เลิศพูนวิไลกุล ในฐานะของผู้ประสานงานได้ตรวจสอบรายงานฉบับนี้แล้วเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2550 และขอรับรองว่ารายงานดังกล่าวมีความสมบูรณ์และถูกต้องในเนื้อหาทุกประการ

ลงชื่อ.....
(.....)
วันที่...../...../2550

ลงชื่อ.....
(.....)
วันที่...../...../2550

วันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาว วิชญา เลิศพูนวิไลกุล นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 เมษายน พ.ศ.2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท น้ำตาลมิตรผลจำกัด และได้รับมอบหมายจาก job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงาน เรื่อง การใช้กากตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาลในการผลิตคอนกรีตบล็อก

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานฉบับดังกล่าวมา พร้อมจดหมายฉบับนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับการตรวจสอบต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาววิชญา เลิศพูนวิไลกุล)

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด ตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน ถึง วันที่ 3 สิงหาคม 2550 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีคุณค่า สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณ ชนกานต์ แก้วเข้ม (รักษาการผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพและสิ่งแวดล้อม)
2. คุณ ลาวัณ ใจเย็น (วิศวกรสิ่งแวดล้อมฝ่ายประกันคุณภาพและสิ่งแวดล้อม) ซึ่งเป็น Job Supervisor ที่เห็นความสำคัญ ของ ระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่ายิ่งและความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ แก่ข้าพเจ้า
3. คุณ ศิริลักษณ์ แม่นนาค และ คุณสุนันท์ อินทร (เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและเจ้าหน้าที่บริหารคุณภาพ) ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดระยะเวลาที่มาปฏิบัติสหกิจศึกษา
4. คุณ วิทูล แก้วสันเทียะ (วิศวกรโยธา)
5. คุณ ชาญชัย ชาติทอง (วิศวกรเครื่องกล)
6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตจังหวัด สุพรรณบุรี ที่เอื้อเฟื้อให้ใช้บริการสถานที่และอุปกรณ์ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับรายงานโครงงานฉบับนี้

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาว วิชญา เลิศพูนวิไลกุล
ผู้จัดทำรายงาน
27 กรกฎาคม 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท น้ำตาลมิตรผลจำกัด เป็นหนึ่งผู้ผลิตและส่งออกน้ำตาลรายใหญ่ของไทยที่มีบทบาทสำคัญในการดำเนินธุรกิจบน เส้นทางการพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศมาอย่างยาวนาน การที่ข้าพเจ้าได้ไปสหกิจนั้นได้รับมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบคือผู้ช่วยวิศวกร ซึ่งมีหน้าที่ ศึกษาและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ดูแลควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนงานด้านต่างๆที่ได้รับมอบหมายให้ทำ ซึ่งทำให้ได้รับความรู้และความสามารถในการจัดการและดูแลด้านศิ่งแวดล้อมภายในโรงงานและหน้าที่ที่รับผิดชอบด้านโครงงานคือโครงงานการทำคอนกรีตบล็อกจากกากตะกอนกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายโดยโครงงานนี้เป็นการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการนำกากตะกอนจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย ของบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด มาใช้เป็นวัสดุแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในสัดส่วนต่างๆสำหรับการผลิตวัสดุก่อสร้างโดยทำการศึกษาในแง่ของความสามารถด้านกำลังรับแรงอัดและความสามารถในการซึมผ่านของน้ำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกส่วนผสมผลิต ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพง ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์และประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้มาตรฐาน มอก.58-2530 เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยกำหนดสัดส่วนตามที่ใช้จริงในปัจจุบัน และกำหนดปริมาณ หินฝุ่น 12 กิโลกรัม น้ำ 2.5 กิโลกรัม คงที่ โดยร้อยละของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยกากตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย จากเครื่องฟิวเตอร์เพลทและจากบ่อบำบัดน้ำเสีย คือ 0, 30 และ 50 โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองพบว่า กำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อกที่ดีที่สุดคือที่อายุการบ่ม 28 วัน ในการแทนที่ร้อยละ 30 ของตะกอนจากเครื่องฟิวเตอร์แพลท มีค่าเท่ากับ 5.5 Mpa. และตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ในการแทนที่ร้อยละ 50 มีค่า 4.18 Mpa. และในการเติมตะกอนตัวอย่างลงไปทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทำให้ร้อยละของการดูดกลืนของน้ำลดลง ซึ่งมีค่ามากกว่ามาตรฐาน มอก.58-2530 ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการก่อกำแพง หรือทำรั้วได้ โดยสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้ 0.54 สตางค์ต่อก้อนหรือ 65 บาทต่อหนึ่งโม่ และยังสามารถลดต้นทุนในการขนส่งตะกอนออกนอกบริเวณโรงงานได้

สารบัญ
รายงานสหกิจศึกษา

	หน้า
หนังสือรับรองรายงาน	ก
หนังสือให้เผยแพร่รายงาน	ข
จดหมายนำส่ง	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อ	จ
สารบัญเรื่อง	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ-ซ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ชื่อและที่ตั้ง	1
1.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการ	1
1.3 รูปแบบองค์กรและการบริหารงาน	3
1.4 กระบวนการผลิตน้ำตาล	4
1.4.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	4
1.4.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลรีไฟน์	6
1.5 ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการและกระบวนการผลิตที่ได้ตรวจประเมิน	8
1.5.1 การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำเสีย	9
1.5.2 การจัดการทางด้านขยะของเสีย	14
1.5.3 การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านอากาศ	14
1.6 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	15
1.7 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	15
1.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย 16
ลักษณะงานประจำที่ได้รับมอบหมาย 16
บทที่ 3 โครงงาน 18
3.1 บทนำ 18
3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 19
3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 20
3.3.1 ปูนซีเมนต์ 20
3.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอนเนต 20
3.3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2530 21
3.3.4 การคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ได้จากระบบผลิตน้ำตาลทรายขาวและ ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย 21
3.3.5 คุณสมบัติทั่วไปของตะกอน 22
3.3.6 กากตะกอนจากเครื่อง Filter press 22
3.3.7 การศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง 27
3.4.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 27
3.4.2 การเตรียมตะกอน 28
3.4.3 อัตราส่วนผสม การผสมและการขึ้นรูป 29
3.3.4 การทดสอบ 31
3.3.4.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเครื่อง Testing Machine 31
3.3.4.2 การทดสอบค่าการซึมผ่านของน้ำ 31
3.5 ผลการดำเนินโครงการ 33
3.5.1 การทดสอบคุณสมบัติของตะกอนที่การเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส 33
3.5.2 ผลของความสามารถในการรับแรงอัดทดสอบโดยเครื่อง Testing machine โดยที่ระยะเวลาของการบ่ม 7 และ 28 วัน ที่ตัวอย่างการทดลอง 34
3.5.3 ผลการทดสอบความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน 37

3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต 39

บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน 40

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน 40

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง 43

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ค

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 ปริมาณส่วนประกอบหลักที่ได้จากการหีบอ้อย ใน 1 ตัน 8

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงค่ามาตรฐานกำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อก(Compressive strength) 21

ตารางที่ 3-2 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียสที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer power (XRD) 27

ตารางที่ 3-3 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากเครื่อง Filter press ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียสวิเคราะห์ด้วยเครื่องX-ray Fluorescence Energy Dispersive Spectrometer 27

ตารางที่ 3-4 ตารางแสดงองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 28

ตารางที่ 3-5 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของตัวอย่างบล็อกก่อผนังโดยแทนที่ ปูนซีเมนต์ด้วย ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียและจากเครื่อง Filter Press 30

ตารางที่ 3-6 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของตัวอย่างบล็อกก่อผนังโดยการลดปูนซีเมนต์ 30

ตารางที่ 3-7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสารถในการซึมน้ำโดยเปรียบเทียบกับอิฐบล็อก ก่อกำแพง (คอนกรีตบล็อกไม่น้ำหนัก) โดยการแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง 36

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 ผลิตภัณฑ์น้ำตาลของบริษัทมิตรผล 2
รูปที่ 1-2 ผังองค์กรโรงงานน้ำตาลมิตรผล 3
รูปที่ 1-3 แผนผังแสดงขั้นตอนในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 4
รูปที่ 1-4 ขั้นตอนของระบบการรีไฟน์เพื่อผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 6
รูปที่ 1-5 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมของบริษัทน้ำตาลมิตรผลจำกัด 11
รูปที่ 1-6 แสดงการรวบรวมน้ำเสียจากจุดต่างๆในโรงงานน้ำตาลมิตรผล 12
รูปที่ 1-7 การจัดการของเสียทั้งหมดของโรงงานน้ำตาลมิตรผล 13
รูปที่ 3-1 เครื่องฟิลเตอร์เพรส 22
รูปที่ 3-2 กระบวนการล้างหม้อ RPF ที่ทำให้เกิดกากตะกอน 23
รูปที่ 3-3 กระบวนการล้างหม้อกรองน้ำเชื่อมแรงดันสูง (RPF) 24
รูปที่ 3-4 ลักษณะการขึ้นรูปอิฐบล็อก 29
รูปที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ 32
รูปที่ 3-6 ที่มาของและตะกอนตัวอย่างจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และ ตะกอนจากบ่อบำบัด น้ำเสียและลักษณะของตะกอนหลังจากที่ทำการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส 33
รูปที่ 3-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่อง Filter press และ การลดการใช้ปูนซีเมนโดยไม่เติมกากตะกอน ที่อายุการบ่ม 7 วัน 34
รูปที่ 3-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับ ปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่อง Filter press ที่อายุการบ่ม 28 วัน 35

บทที่ 1
แนะนำสถานประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้ง

บริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด เลขที่ 109 หมู่ 10 ถนนชลประทานสายกระเสียว - สามชุก ตำบลหนองมะค่าโมง อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี 72180 หมายเลขโทรศัพท์ +66(0)3518-103 -6 หมายเลขโทรสาร +66(0)3514-8110

1.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการ

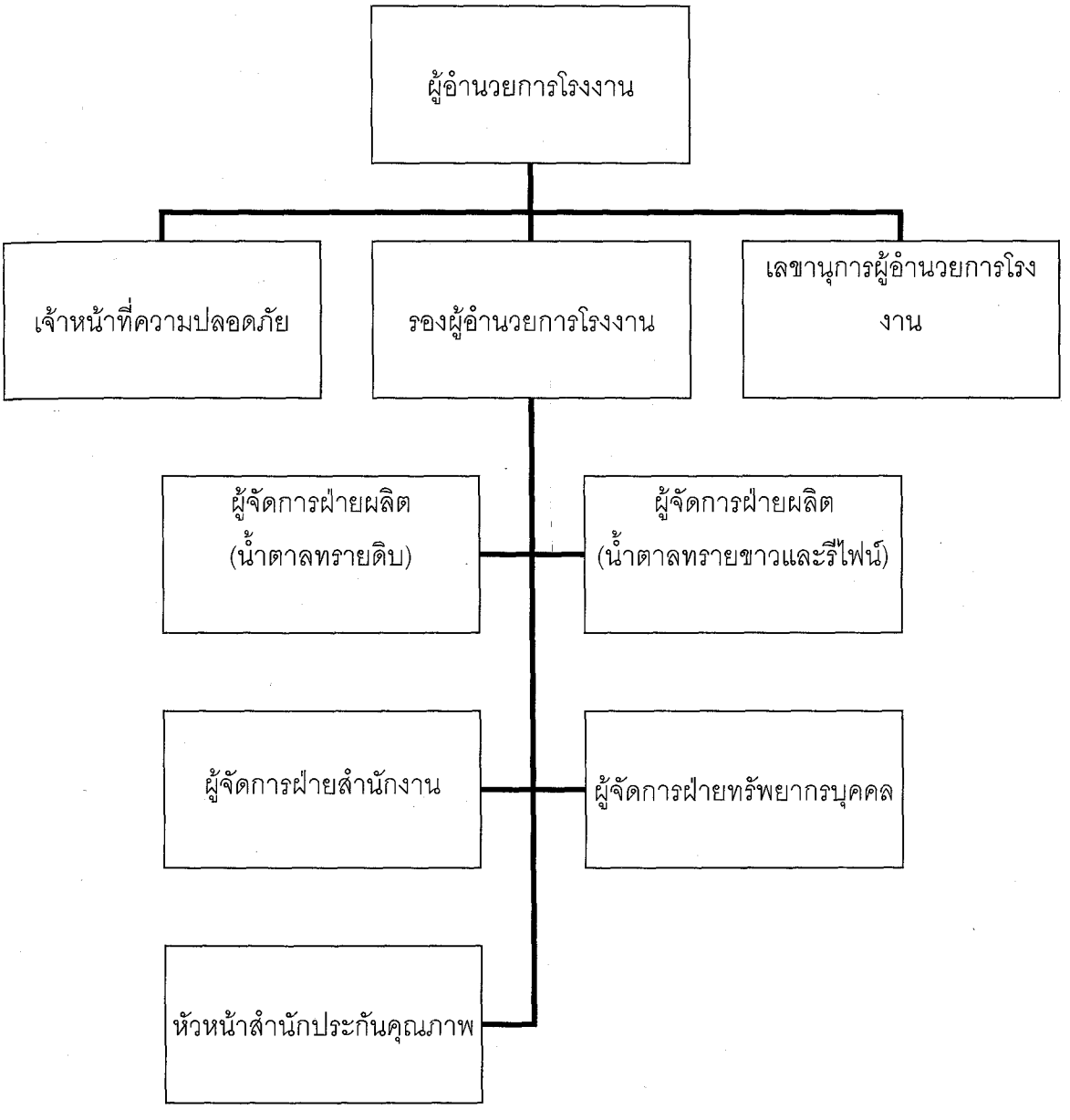
"น้ำตาล" เป็นผลผลิตจากอุตสาหกรรมการเกษตรที่เป็นมรดกสืบสานความเป็นไทยมาตั้งแต่อดีตและมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตรวมทั้งเศรษฐกิจของประเทศมาโดยตลอด กลุ่มน้ำตาลมิตรผลเล็งเห็นศักยภาพในธุรกิจดังกล่าว จึงเลือกทำอุตสาหกรรมน้ำตาลเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค "กลุ่มน้ำตาลมิตรผล"นับเป็นหนึ่งผู้ผลิตและส่งออกน้ำตาลรายใหญ่ของไทยที่มีบทบาท สำคัญในการดำเนินธุรกิจบน เส้นทางการพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศมาอย่างยาวนาน โรงงานน้ำตาลมิตรผล มีจุดเริ่มต้นมาจากการก่อตั้ง ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงงานน้ำตาลมิตรผล เมื่อปี พ.ศ. 2499 ที่ตำบลท่าผา อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ต่อมาในปี พ.ศ. 2533 ได้ทำการย้ายโรงงานมาตั้งอยู่ที่ อ. ด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสามารถส่งเสริมการปลูกอ้อย โรงงานน้ำตาลมิตรผล มีจุดเริ่มต้นมาจากการก่อตั้ง ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงงานน้ำตาลมิตรผล เมื่อปี พ.ศ. 2499 ที่ตำบลท่าผา อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ต่อมาในปี พ.ศ. 2533 ได้ทำการย้ายโรงงานมาตั้งอยู่ที่ อ. ด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสามารถส่งเสริมการปลูกอ้อย กลุ่มน้ำตาลมิตรผลเป็นบริษัทผู้ผลิตน้ำตาลรายใหญ่ของประเทศ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์น้ำตาลคุณภาพสูงหลากหลายชนิด เพื่อตอบสนองความต้องการและการใช้งานที่แตกต่างในทุกกลุ่มลูกค้า ทั้งอุตสาหกรรมและผู้บริโภคทั่วไป กลุ่มน้ำตาลมิตรผลยังมุ่งมั่นวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงภายใต้แนวคิด "น้ำตาลมิตรผล ทุกเกล็ดคือคุณภาพ" จากการพัฒนาปรับปรุง

ประสิทธิภาพในทุกกระบวนการผลิตอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ทำให้ปัจจุบันโรงงานน้ำตาลมิตรผล จากการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพในทุกกระบวนการผลิตอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ทำให้ปัจจุบันโรงงานน้ำตาลมิตรผล มีกำลังการหีบอยู่ที่ประมาณ 30,000 ตันอ้อย / วัน และกำลังการผลิตน้ำตาลทรายขาว 1,300 ตัน/วัน จากระบบการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีอันทันสมัย ทำให้โรงงานน้ำตาลมิตรผล สามารถผลิตน้ำตาลที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานสากลและถูกสุขอนามัย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยทำการผลิตน้ำตาลหลากหลายชนิด ได้แก่

1. น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar)
2. น้ำตาลทรายขาวธรรมดา (White Sugar)
3. น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (Refined Sugar)
4. น้ำตาลทรายบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar)
5. น้ำตาลกรวด (Rock Sugar)
6. น้ำตาลค๊อฟฟี่ชูการ์ (Coffee Sugar)
7. น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ชนิดซองยาว (Stick Sugar)
8. น้ำตาลทรายบริสุทธิ์พิเศษ เม็ดละเอียด (Caster Sugar)

รูปที่ 1-1 ผลิตภัณฑ์น้ำตาลของบริษัทมิตรผล

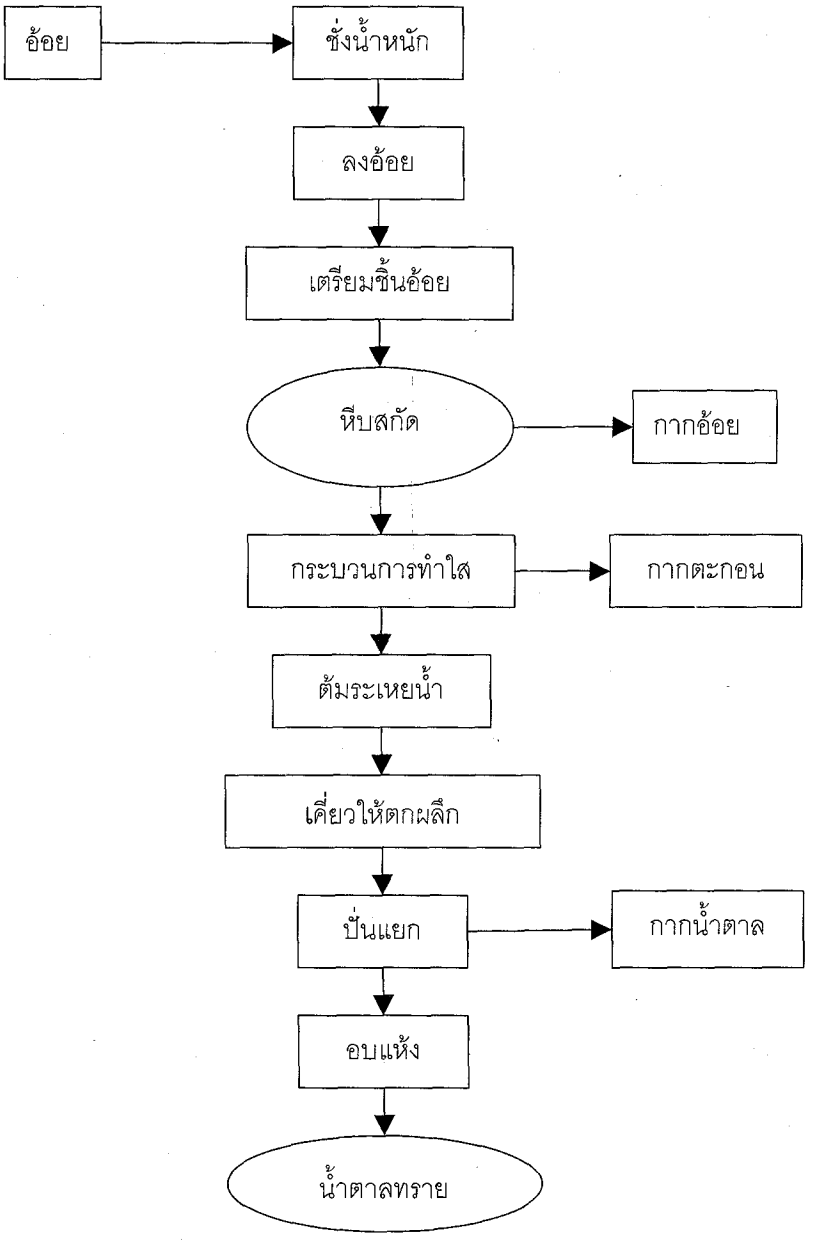
1.3 รูปแบบองค์กรและการบริหารงาน



รูปที่ 1-2 ผังองค์กรโรงงานน้ำตาลมิตรผล

1.4 กระบวนการผลิตน้ำตาล

1.4.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ



รูปที่ 1-3 แผนผังแสดงขั้นตอนในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

กระบวนการในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction): ทำการสกัดน้ำอ้อยโดยผ่านอ้อยเข้าไปในชุดลูกหีบ และกากอ้อยที่ผ่านการสกัดน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้าย อาจนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในเตาหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต และน้ำตาลทราย

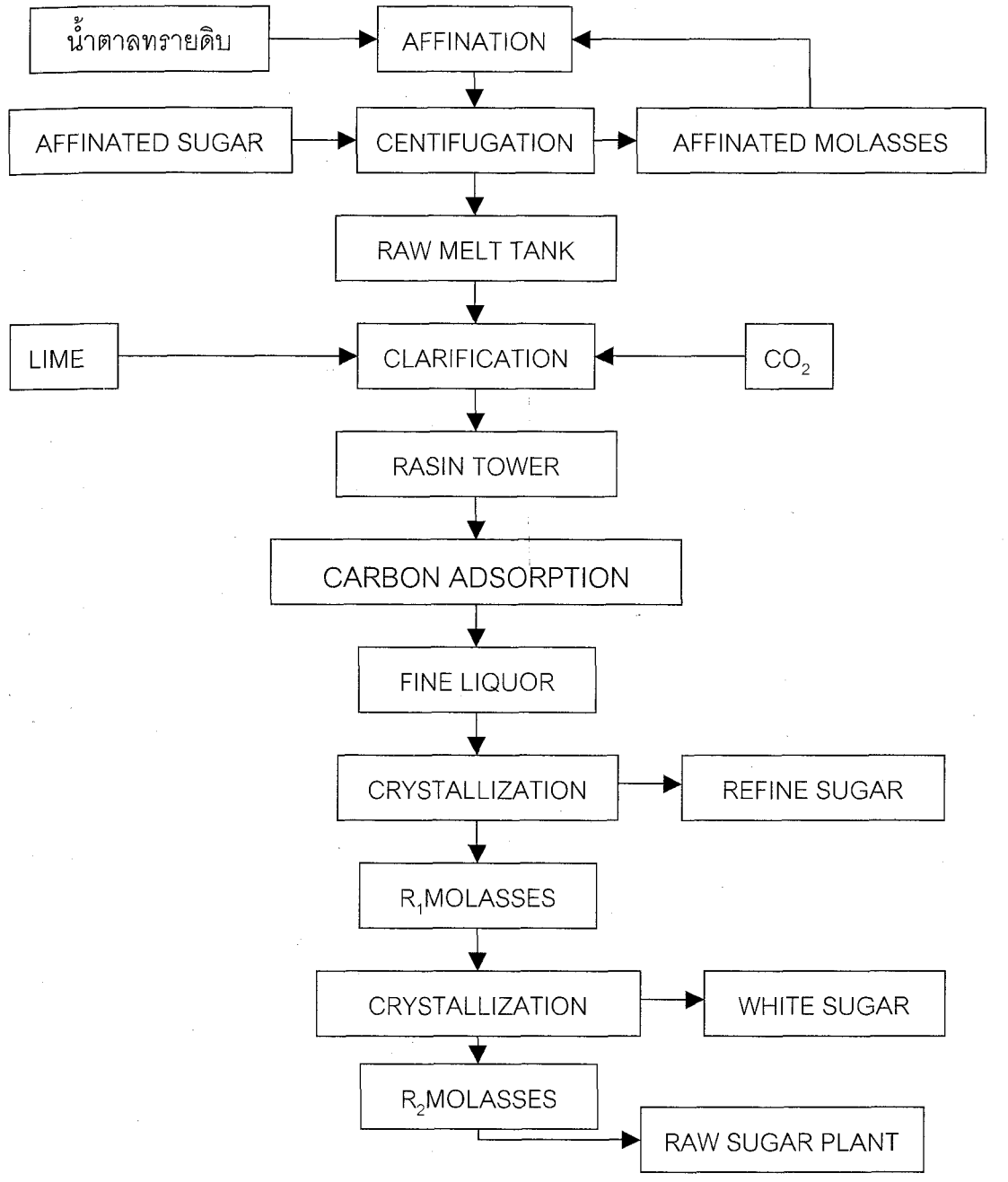
2. การทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification): น้ำอ้อยที่สกัดได้ทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการทำใส เนื่องจากน้ำอ้อยมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ จึงต้องแยกเอาส่วนเหล่านี้ออกโดยผ่านวิธีทางกลหรือทางเคมี เช่น ผ่านเครื่องกรองต่าง ๆ และวิธีทางเคมี เช่น โดยให้ความร้อนและผสมปูนขาว

3. การต้ม (Evaporation): น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้ม (Multiple Evaporator) เพื่อระเหยเอาน้ำออก (ประมาณ 70 %) โดยน้ำอ้อยข้นที่ออกมาจากหม้อต้มลูกสุดท้าย เรียกว่า น้ำเชื่อม (Syrup)

4. การเคี่ยว (Crystallization): น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมา โดยที่ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสคิท (Messecuite)

5. การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugations): แมสคิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาล โดยใช้เครื่องปั่น (Centrifugals) ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลดิบ

1.4.2 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลรีไฟน์



รูปที่ 1-4 ขั้นตอนของระบบการรีไฟน์เพื่อผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

น้ำตาลทรายดิบจะถูกนำไปละลายน้ำ แล้วผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลรีไฟน์ โดยมีขั้นตอนการผลิต 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.การปั่นละลาย (Affinated Centrifugal): น้ำตาลจะถูกลำเลียงมาโดยกระพ้อผ่านตาชั่ง Re-melt จากนั้นส่งไปยังถัง Re-melt เพื่อทำการละลาย โดยในถังละลายจะมีการใช้ Exhaust Steam และน้ำร้อนหวานในการละลายซึ่งภายในถัง Re-melt จะมีใบกวนไว้กวนผสมให้น้ำตาลละลายได้ดียิ่งขึ้นเมื่อทำการละลายเสร็จก็จะได้น้ำเชื่อมบริกซ์ประมาณ 65-66

2.การทำความสะอาดและฟอกสี (Clarification): น้ำตาลที่ถูกละลายมาจากหม้อปั่นละลาย (Affinated Syrup) จะถูกส่งไปยังถังน้ำเชื่อมเพื่อรอปั๊มเข้าถังผสมโดยจะมีการผสมปูนขาวเพื่อให้เกิดตะกอน หลังจากนั้นส่งต่อไปยังหม้อฟอก A,B และ C โดยในหม้อฟอก A จะมีการเติม CO_2เข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำเชื่อมที่ผสมปูนขาวแล้ว จากหม้อฟอก A ส่งเข้าหม้อฟอก B เพื่อปรับ pH ให้ได้ 8-8.5 ถ้าปรับไม่ได้จะเกิด Invert Sugar และถ้าเราเติมปูนขาวมากเกินไปก็จะเกิด Over Liming ซึ่งจะมีผลต่อการกรองทำให้กรองได้ไม่ดี ส่วนหม้อ Supply C เป็นถังเก็บความร้อน เข้าไปเพื่อให้ได้ อุณหภูมิ 80 °C หน้าที่หลักของหม้อฟอกคือลดค่าสีจากนั้นจะเข้าระบบการกรอง RPF เป็นการกรองที่อาศัยความดันอัด ภายในหม้อกรองจะมีผ้ากรองเป็นแผ่นเรียงในแนวขวางหม้อกรองส่วนใสจะ ผ่านเข้าไปข้างในส่วนกากจะติดอยู่ที่ผ้ากรอง ที่ผ้ากรองจะมีน้ำยาเคลือบแผ่นกรอง เรียกว่า Precoat การกรองจะมี 2 step แรกเป็นการกรองให้ดีมีทั้งหมด 6 หม้อ step ที่2 เป็นกรองให้ดียิ่งขึ้นมีทั้งหมด 3 หม้อ โดยน้ำเชื่อมจะเข้าทางด้านล่างของหม้อกรอง ในหม้อกรองหนึ่งหม้อจะมีเฟส (ผ้ากรอง) ประมาณ 30 แผ่น หน้าที่หลักของหม้อกรองคือ กรองแยกสิ่งสกปรกออก เมื่อกรองเรียบร้อยแล้วก็ปั๊มน้ำเชื่อมเข้าหม้อเรซิ่นหน้าที่หลักของหม้อเรซิ่นคือ ลดค่าสีของน้ำเชื่อมให้น้อยกว่า 160 IU เรซิ่นที่ใช้มี 2 ชนิด ที่ทำหน้าที่กำจัดประจุทำให้สีน้ำเชื่อมลดลง แบบจับประจุที่มีขนาดใหญ่และแบบจับประจุที่มีขนาดเล็ก

3. การเคี่ยว (Crystallization): น้ำเชื่อมรีไฟน์ที่ได้จากกระบวนการทำความสะอาดและฟอกสีจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวในระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว

4. การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifugal): แมสคิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาล ออกจากกากน้ำตาลโดยใช้เครื่องปั่นแยกผลึก น้ำตาลที่ได้นี้จะเป็น น้ำตาลรีไฟน์ และน้ำตาลทรายขาว

5. การอบ (Drying): ผลึกน้ำตาลรีไฟน์ และน้ำตาลทรายขาวที่ได้จากการปั่นก็จะเข้าหม้ออบ (Dryer) เพื่อไล่ความชื้นออก แล้วบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่าย โดยเฉลี่ยในการหีบอ้อย 1 ตันจะได้ส่วนประกอบหลักต่างๆดังตารางที่ 1-1 ดังนี้

ตารางที่1-1 ปริมาณส่วนประกอบหลักที่ได้จากการหีบอ้อย ใน 1 ตัน

ลำดับที่	ชนิดของส่วนประกอบหลักๆที่ได้ในการหีบอ้อย 1 ตัน	ปริมาณ	หน่วย
1	น้ำตาล	105-110	กิโลกรัม
2	น้ำ	500-510	กิโลกรัม
3	กากอ้อย (ความร้อยละ 50-52)	270-290	กิโลกรัม
4	กากตะกอนหม้อกรอง(ความชื้นร้อยละ70-72)	28-40	กิโลกรัม
5	กากน้ำตาล	50-60	กิโลกรัม

1.5 ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการและกระบวนการผลิตที่ได้ตรวจประเมิน

1. การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำเสีย
2. การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านของเสีย
3. การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านอากาศ

1.5.1 การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำเสีย

1.แหล่งที่มาของน้ำเสีย

1.1 น้ำเสียจากแผนกต่างๆ ในการผลิต เป็นน้ำที่เกิดจากการทำความสะอาดเครื่องจักร พื้นห้องน้ำ และการล้างคราบน้ำตาล น้ำที่มาจากแผนกที่มีการปนเปื้อนน้ำมันจะผ่านบ่อดักน้ำมันก่อนที่จะลงรางระบายน้ำเสีย เพื่อไหลเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

1.2 น้ำเสียจากการล้างพื้นและถังจากจุดจ่ายโมลาส จะไหลลงรางระบายน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด

1.3 น้ำจากคอนเดนเซอร์แผนกหม้อต้มและหม้อเคี่ยว เป็นน้ำที่ใช้ทำสุญญากาศทำให้มีอุณหภูมิสูง น้ำทั้งหมดจะไหลงไปที่บ่อสเปรย์เพื่อลดอุณหภูมิก่อนที่จะหมุนเวียนนำกลับมาใช้ โดยจะไม่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเมื่อผ่านคอนเดนเซอร์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากได้รวมเอาไอน้ำที่ควบแน่นภายในคอนเดนเซอร์ไว้ด้วย แต่ปริมาณน้ำที่ระเหยในบ่อสเปรย์มีปริมาณใกล้เคียงกันทำให้น้ำในระบบคงที่

1.4 น้ำ Condensate ที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะนำไปใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูกาลผลิตใช้ในการสเปรย์เพื่อดับเขม่าในปล่องเตา ส่วนที่เหลือถูกส่งไปเก็บกักยังบ่อน้ำ Condensate ก่อนถูกปั๊มไปใช้ในไร่อ้อยเมื่ออุณหภูมิลดลง

1.5 น้ำเสียจากการล้างหม้อ RVFเป็นเซลลูโลส จะเกิดขึ้นในช่วงการผลิตน้ำตาล สามารถย่อยสลายได้ จะไหลผ่านลงบ่อ sump ก่อนถูกปั๊มไปลงบ่อบำบัด

1.6 น้ำเสียที่มีส่วนผสมของเกลือ โซดาไฟ และกรดเกลือ โดยโซดาไฟและเกลือจะถูกใช้ที่แผนกหม้อต้ม (ฤดูหีบ) และแผนกน้ำเชื่อมรีไฟน์กรดเกลือมาจากการล้างเรซิ่นในระบบเตรียมน้ำ น้ำที่ถูกใช้แล้วเหล่านี้ จะไหลลงบ่อ sump ก่อนถูกปั๊มไปลงบ่อรับน้ำเกลือ-โซดาไฟ ซึ่งจะปล่อยให้เกิดการระเหยไปในอากาศ

1.7 น้ำเสียจากหม้อไอน้ำ เป็นน้ำที่เกิดจากการดักเขม่าของปล่องเตา จะมีส่วนผสมของขี้เถ้าลอย ซึ่งจะถูกทำให้ตกตะกอนในบ่อตกตะกอนเพื่อแยกขี้เถ้าออกก่อน น้ำใสส่วนบนจะถูกปั๊มไปลงบ่อบำบัดน้ำเสีย ขี้เถ้าที่เหลือจะนำขึ้นมากำจัดโดยการฝังกลบต่อไป

1.8 น้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม ส่วนหนึ่งจะไหลลงบ่อเกรอะหลังห้องน้ำและส่วนที่เหลือจะไหลลงรางระบายน้ำเสีย น้ำเสียจากห้องพยาบาลจะถูกฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนทิ้งลงรางระบายน้ำเสีย น้ำทิ้งจากการล้างกระสอบน้ำตาล น้ำทิ้งจากห้องวิเคราะห์ซึ่งจะถูกแยกโลหะหนักออกก่อนทิ้งลงรางระบายน้ำเสีย น้ำเสียจากบริเวณโดยรอบโรงงาน

1.9 น้ำเสียจากบ้านพัก โรงครัวและร้านขายอาหาร จัดเป็นน้ำเสียชุมชนและปนเปื้อนไขมันจะผ่านบ่อดักไขมันก่อนทิ้งลงรางระบายน้ำเสีย จากนั้นจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

1.10 น้ำเสียจากส่วนสำนักงาน สาธารณูปโภคของบริษัท ด่านช้างไบโอเอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

2.ระบบบำบัดน้ำเสีย

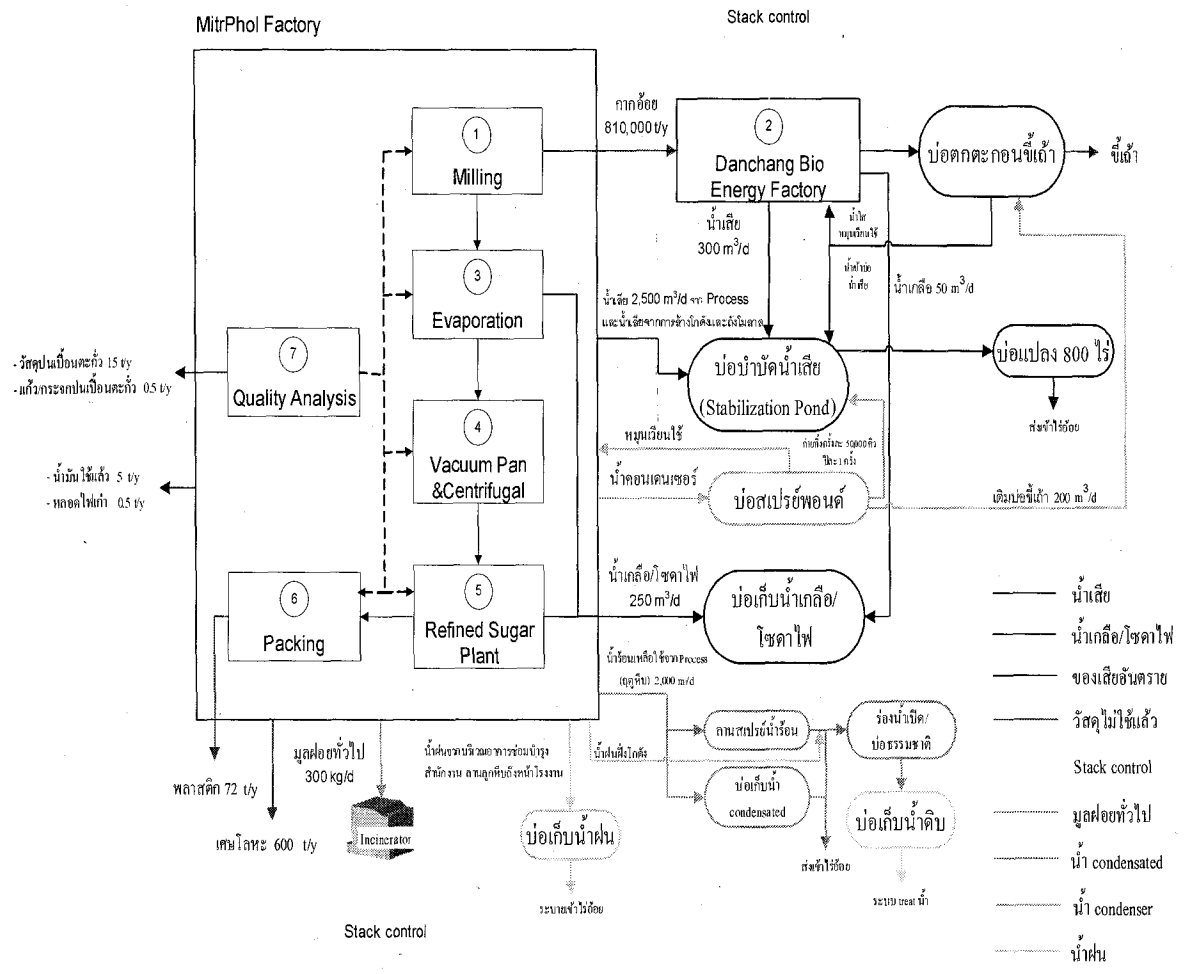
ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานจะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ซึ่งเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดทางชีวภาพ เป็นบ่อดินและเป็นบ่อเปิดทั้งหมด อาศัยกลไกการสังเคราะห์ แสงและกลไกการทำงานของแบคทีเรียและฝ้าไขที่ผิวหน้า มีทั้งแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) และไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ในการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำเสีย จากแผนผังบ่อบำบัดน้ำเสียจะมีทั้งหมด 9 บ่อ คือ บ่อน้ำทิ้ง No.1-9โดยน้ำเสียจะเริ่มเข้าที่บ่อน้ำทิ้ง No.1 และไหลเข้าสู่บ่อต่างๆ จนถึงบ่อสุดท้ายคือบ่อน้ำทิ้ง No.9 จากนั้นจะถูกสูบไปใช้ในไร่อ้อยของโรงงาน โดยทั้ง 9 บ่อนี้แบ่งๆตามกระบวนการบำบัดได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

- บ่อบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Pond) ได้แก่บ่อน้ำทิ้ง No.1-5 มีความจุรวม 73,000 ลบ.ม. เป็นบ่อที่เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

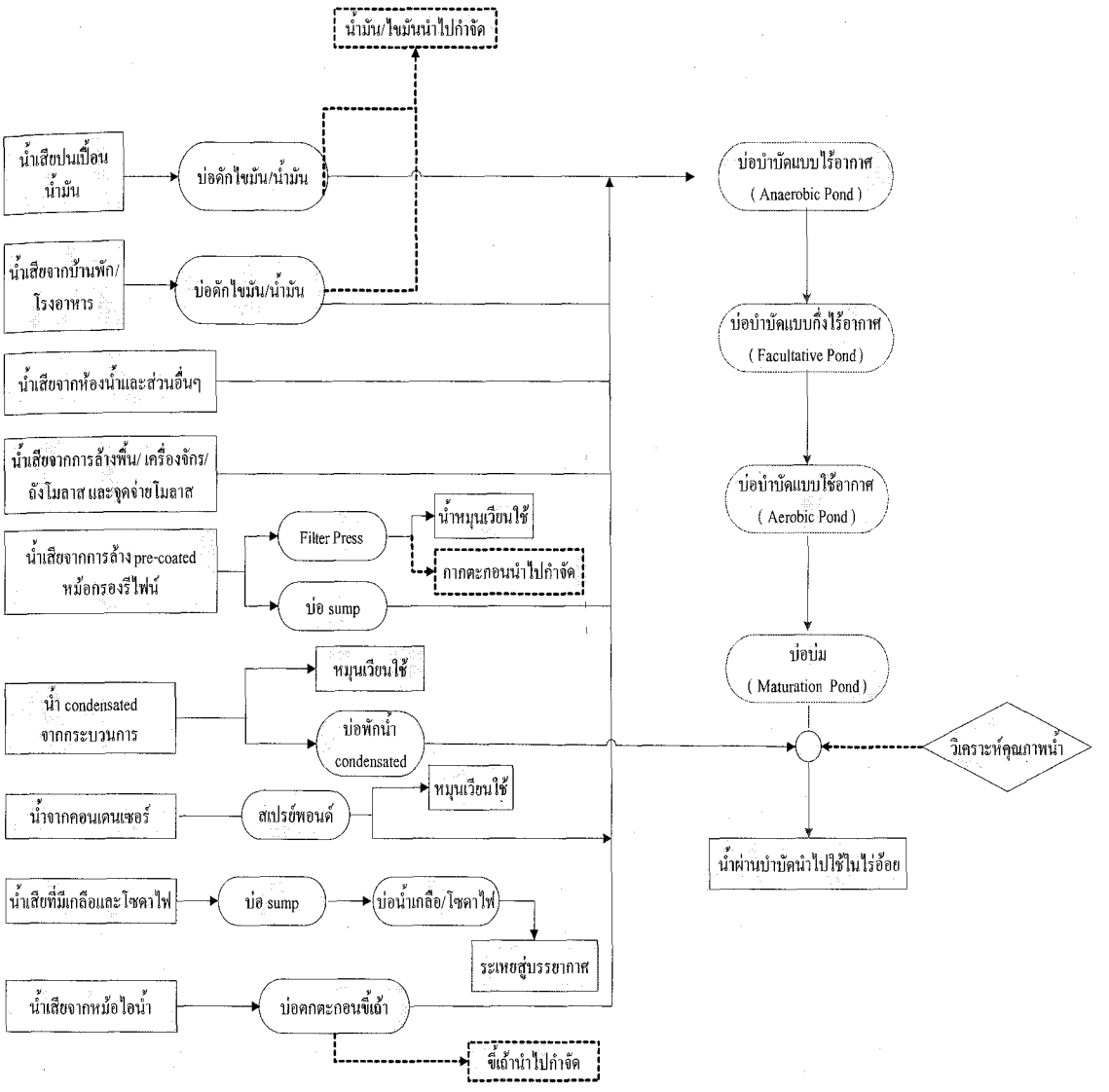
- บ่อบำบัดแบบกึ่งไร้อากาศ (Facultative Pond) ได้แก่บ่อน้ำทิ้ง No.6 มีความจุ 228,000 ลบ.ม. เป็นบ่อที่เกิดปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจนที่ส่วนบนของบ่อ และเกิดปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ส่วนล่างของบ่อ

- บ่อบำบัดแบบใช้อากาศ (Aerobic Pond) ได้แก่บ่อน้ำทิ้ง No.7 – 8 ความจุรวม 358,000 ลบ.ม. เป็นบ่อที่เกิดปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศจำนวน4 เครื่องที่ผิวหน้า (Surface Aerator)

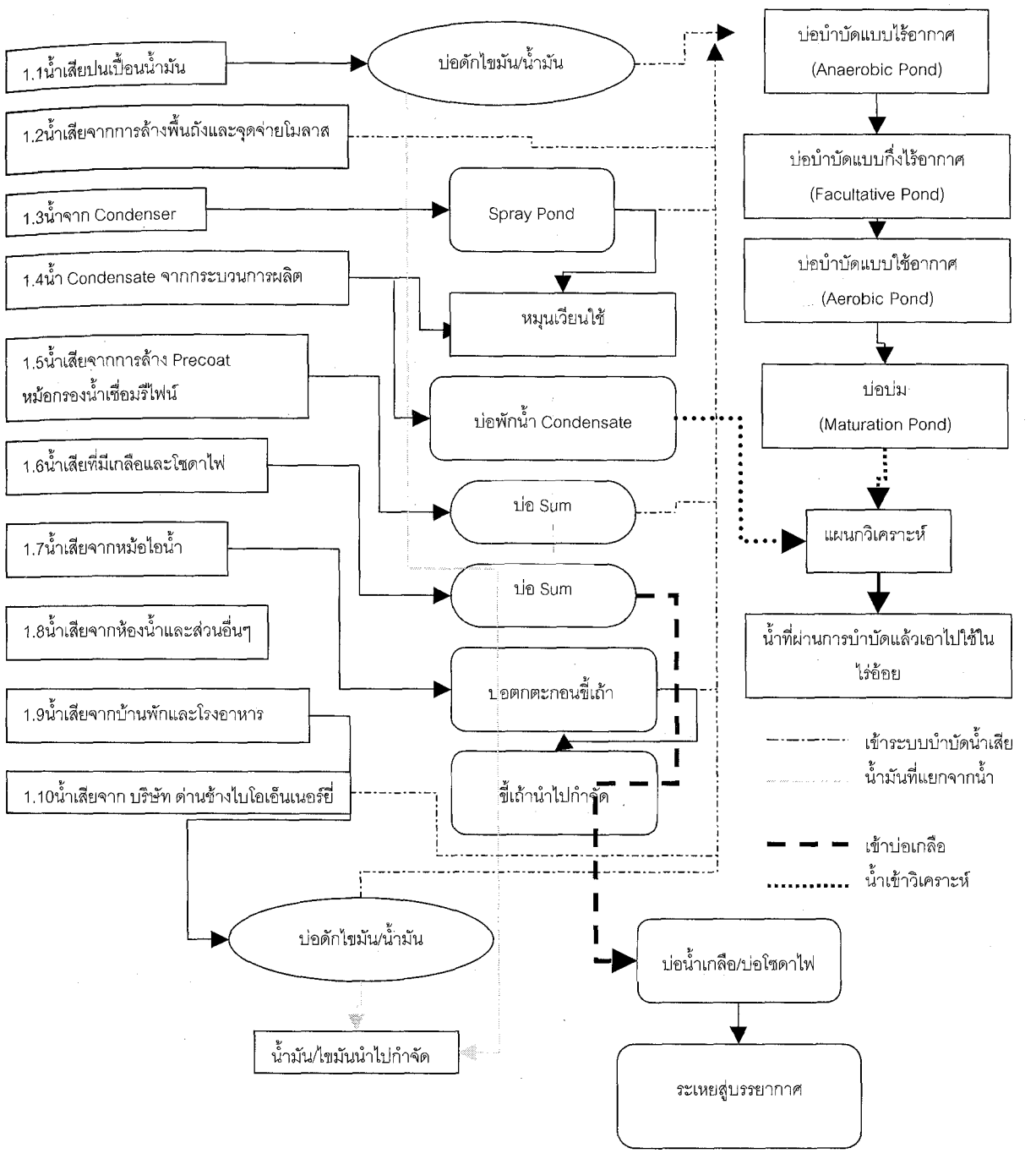
- บ่อบ่ม (Maturation Pond) ได้แก่บ่อน้ำทิ้งNo.9 ความจุ 414,00 ลบ.ม. เป็นบ่อที่มีสภาพเป็น Aerobic ทั้งหมด ทำหน้าที่กำจัดเชื้อโรคพวกคลอริฟอร์มและลดค่า BOD ที่คงเหลือลงได้บางส่วน



รูปที่ 1-5 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมของบริษัทน้ำตาลมิตรผลจำกัด



รูปที่ 1-6 แสดงการรวบรวมน้ำเสียจากจุดต่างๆในโรงงานน้ำตาลมิตรผล



รูปที่ 1-7 การจัดการของเสียทั้งหมดของโรงงานน้ำตาลมิตรผล

1.5.2 การจัดการทางด้านขยะของเสีย

1. ขยะทั่วไป ได้แก่ เศษพลาสติก, กล่องโฟมใส่อาหาร, เศษกระดาษ ขยะทั่วไปจะทิ้งลงในถังขยะสีเหลืองหรือถังที่มีป้ายบ่งชี้ว่าขยะทั่วไป หลังจากนั้นรวบรวมนำไปกำจัดโดยการแยกเผาในเตาขยะแต่ ณ ปัจจุบันเตาขยะโรงงานมีปัญหาจึงได้ให้เทศบาลด่านช้างเข้ามาดูแลเรื่องขยะทั่วไป

2. ขยะรีไซเคิล ได้แก่ ขวดเครื่องดื่ม, กระดาษ, กระสอบน้ำตาล, เศษเหล็ก ขยะรีไซเคิลจะทิ้งลงในถังสีเขียวหรือภาชนะที่ระบุว่าเป็นขยะรีไซเคิลหรือรวบรวมไว้ตามจุดที่กำหนด เมื่อมีปริมาณมาก จะทำการจัดหาผู้รับเหมาซึ่งได้ดำเนินการขออนุญาตและขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมไว้แล้วมาดำเนินการซื้อ โดยทุกครั้งที่มีการซื้อขายจะทำการบันทึกข้อมูลและแจ้งปริมาณต่อกรมโรงงานฯ ตามข้อกำหนดกฎหมาย

3. ขยะอันตราย ขยะอันตรายจะทิ้งลงในถังสีแดงหรือถังที่มีข้อความระบุว่าเป็นขยะอันตราย มีการนำไปจัดเก็บที่โรงเก็บของเสียอันตรายที่ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉินในการหกล้นรั่วไหลของของเสียอันตรายทุกชนิด และดำเนินการบำบัดโดยส่งไปบำบัดภายนอก โดยจัดหาผู้รับเหมาที่มีใบอนุญาตในการบำบัดของเสียมาดำเนินการนำไปบำบัด และมีการเก็บบันทึกใบกำกับการขนส่งกากอุตสาหกรรมจากผู้รับจ้างไว้ตามขั้นตอน พร้อมรายงานปริมาณน้ำออกต่อกรมโรงงานตามข้อกำหนดกฎหมายทุกครั้ง

4. ผลพลอยได้(By-product) ผลพลอยได้ในที่นี้คือกากตะกอนซึ่งมาจากกระบวนการผลิตน้ำตาลดิบหรือเรียกว่า ขี้เค้ก จะนำไปชั่งน้ำหนัก และนำไปลงในไร่และทำปุ๋ยหมัก

1.5.3 การจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านอากาศ

ปัจจุบันการจัดการสิ่งแวดล้อมทางด้านอากาศในส่วน Stack และกองกากอ้อยนั้นอยู่ในความรับผิดชอบของบริษัท ด่านช้างไบโอเอ็นเนอร์ยี่ จำกัด เป็นผู้ดูแล และควบคุม โดยมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมของบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด คอยตรวจติดตามผลต้องผ่านมาตรการควบคุมมลพิษอากาศ เช่น ในเตา Boiler แบบ High Efficiency ที่มีระบบบำบัดฝุ่นแบบ Cyclone Wet Scrubber, สายพานลำเลียงกากอ้อยระบบปิดเพื่อลดการกระจายของฝุ่น, การสเปรย์น้ำกองกาก

อ้อยพร้อมตาข่ายกันฝุ่นและต้นสนโดยรอบการสเปรย์น้ำบริเวณลานจอดรถอ้อยการตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นต้นทั้งนี้การดำเนินงานต่าง ๆ ด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องสอดคล้องตามข้อกำหนดกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และ ISO 14001 โดยจะมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมเป็นผู้ประเมินความสอดคล้องของกฎหมาย

1.6 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

หน้าที่ได้รับมอบหมายขณะที่ได้ไปสหกิจศึกษา คือ ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร มีหน้าที่ช่วยงานในด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับมอบหมายและศึกษา ความเป็นไปได้ในการนำกากตะกอนจากการผลิตน้ำตาลทรายขาว และบ่อบำบัดน้ำเสีย มาผลิตผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพง ระยะเวลาในการปฏิบัติงานตั้งแต่ 17 เมษายน 2550 ถึง 3 สิงหาคม 2550

1.7 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

คุณลาวัณ ใจเย็น วิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด วิศวกรสิ่งแวดล้อม ฝ่ายประกันคุณภาพและสิ่งแวดล้อม อีเมล์ : lawnj@mitrphol.com

1.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ปฏิบัติงานระหว่างวันที่ 17 เมษายน 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

บทที่ 2
งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

รายละเอียดการปฏิบัติงานประจำที่ได้รับมอบหมาย

จากการที่ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษา (Job Supervisor) ให้ปฏิบัติงานต่างๆในระบบการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Section) ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ซึ่งรายละเอียดงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

ลักษณะงานประจำที่ได้รับมอบหมาย (Routine Work Description)

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตในภาพรวมในการผลิตน้ำตาลทราย ตั้งแต่กระบวนการนำอ้อยเข้าสู่แผนกลูกหีบ การทำน้ำตาลดิบ การเคี่ยว การปั่น น้ำตาล ตลอดจนถึงการบรรจุน้ำตาลทราย โดยการศึกษาในหน่วยกระบวนการผลิตโดยตรง รวมถึงศึกษาแหล่งกำเนิดของเสียในแต่ละกระบวนการผลิต

2.2 ศึกษาการดำเนินงานทางด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงานในปัจจุบันพร้อมช่วยงานบางส่วนที่วิศวกรสิ่งแวดล้อมมอบหมาย เช่น ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียในบ่อบำบัดต่างๆว่ามีวิธีการการบำบัดอย่างไรและคุณภาพที่ได้จากระบบบำบัดเป็นอย่างไร โดยการศึกษาจากหน้างานโดยตรงและเอกสารจากวิศวกรพี่เลี้ยง

2.3 ติดตามปริมาณการใช้น้ำประจำวันภายในโรงงาน รวมถึงมาตรการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดการใช้น้ำในส่วนของกระบวนการที่มีการใช้น้ำผิดปกติ ในการปฏิบัติงานคือการเก็บมิเตอร์น้ำและนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำใช้ในแต่ละวันรวบรวมข้อมูลและเสนอเป็นอัตราการใช้น้ำประจำเดือน

2.4 สรุปผลการตรวจสภาพระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นทุกสัปดาห์ เช่น ตรวจสี กลิ่น ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียเช่นการเกิดฟองแก๊ส

2.5 ช่วยควบคุม ประสานงานกับผู้ปฏิบัติการประจำระบบบำบัดน้ำเสีย และผู้รับเหมาในการดำเนินงานต่างๆ ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย งานตรวจวัด/วิเคราะห์ งานซ่อมแซม/ปรับปรุง งานตรวจสภาพระบบตามแผน พร้อมรายงานกรณีเกิดปัญหา และศึกษาวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิศวกรที่ปรึกษา พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ไขปัญหา เช่นงานการควบคุมการขุดลอกตะกอน การประสานงานกับรับเหมาก่อสร้างในในการซ่อมท่อน้ำแตก และอื่นๆ

2.6 ศึกษาหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำดิบที่ใช้ในระบบการผลิตน้ำดิบโดยการทำ Jar test เพื่อศึกษาหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมกับสภาพน้ำดิบตามสภาพจริงเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในใช้สารส้ม โดยวิธีการศึกษาทำโดยการจำลองระบบให้มีความเร็วรอบใกล้เคียงกับการอัดสารส้มในปั๊มจริง และทำการทดสอบในห้องทดลอง ตามวิธีการทดลองจากผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำดิบในปัจจุบันมีค่าความขุ่น 4 NTU ซึ่งจากค่ามาตรฐานนั้นจากกระทรวงสาธารณะสุข ซึ่งมีค่าไม่เกิน 5 NTU ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบน้ำดิบอย่างแท้จริง

2.7 ช่วยงานการจัดการของเสียอันตราย ในการจัดเก็บขยะ โดยศึกษาวิธีการนำของเสียอันตรายออกนอกโดยการคุมงานการขนย้ายขยะของเสียของโรงงานโดย ขยะอันตรายที่โรงงานนั้นได้ติดต่อบริษัทรับกำจัดที่ได้รับการรับรองจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.8 วิเคราะห์สภาพจริงทางชีววิทยาในบ่อบำบัดเสียที่ 6 เพื่อดูว่าจุลชีพที่มีอยู่ในน้ำเป็นประเภทที่มี ประโยชน์ต่อระบบบำบัดน้ำเสียโดยเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียมาเลี้ยงไว้ในอาหารและนำไปส่องดูจุลชีพโดยกล้องจุลทรรศน์

2.9 เข้าร่วมส่งโครงงานเพื่อเข้าประกวดในงานนวัตกรรม ประจำปี 2550 โดยโครงงานที่ร่วมเข้าประกวดคือ โครงงานอิฐบล็อกเพื่อมวลชนและเป็นโครงงานที่ได้รับมอบหมายให้ได้ทำในระยะเวลาที่มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับที่สอง ระดับโรงงาน

บทที่ 3
โครงงาน

3.1 บทนำ

สภาพสถานการณ์ปัจจุบันนี้การจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมของบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด ได้มีการคำนึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้มีการจัดการนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ ให้เกิดประโยชน์ เป็นวิธีในการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย และสามารถควบคุมปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมหากนำของเสียไปกำจัด รวมทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายนั้นได้เกิดของเสียขึ้นไม่ว่าจะเป็น น้ำเสีย อากาศเสีย และกากของเสีย และกากของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวนั้น ในแต่ละช่วงฤดูการผลิตได้มีปริมาณสูงขึ้นตามเป้าหมายของกระบวนการผลิต แต่ในเบื้องต้นได้มีการนำกากตะกอนจากหม้อกรองใสไปเป็นปุ๋ยในทางการเกษตร (กากตะกอนจากถังพักใสจากการทำน้ำตาลทรายดิบ) แต่ในกระบวนการทำน้ำตาลทรายขาวนั้นมีตะกอน (Mud) เป็นของเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการล้าง หม้อกรองน้ำเชื่อมแรงดันสูง (Rotary Pressure Filter) หรือเรียกว่า หม้อ RPF ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตน้ำตาลรีไฟน์ ณ ปัจจุบันนี้ทางบริษัทได้มีการติดตั้งเครื่องฟิลเตอร์เพรสขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่นำความความความหวานออกจากตะกอนของหม้อกรอง RPF เมื่อนำวิเคราะห์สารประกอบของกากตะกอนในเบื้องต้นแล้ว พบว่ามีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เป็นส่วนใหญ่หรือที่เรียกกันว่ากากปูนขาวอยู่ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดนอกจากการถมที่ดิน

ในระบบการจัดการด้านน้ำเสียของบริษัทมิตรผล จำกัด ได้มีการควบคุมดูแลระบบบัดบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและด้านอื่นๆโดย แบ่งเป็นระบบบำบัดแบบไร้อากาศ ระบบกึ่งใช้อากาศ และระบบบำบัดแบบใช้อากาศ โดยทั้งหมดเป็นระบบธรรมชาติทั้งสิ้น ในระบบบำบัดแบบ

ไม่ใช้อากาศเมื่อเดินระบบไปได้ระยะเวลาหนึ่งจะเกิดตะกอนที่ก้นบ่อทำให้ บ่อบำบัดตื้นเขินประสิทธิภาพของบ่อจะลดลง ทำให้ต้องมีการขุดลอกตะกอนออก ซึ่งทำให้เกิดกองตะกอนจาก ปัญหานี้ทางบริษัทได้เล็งเห็นและมีการสนับสนุนให้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการหาวิธีการนำกากของเสียเหล่านี้มาใช้ประโยชน์โดยใช้กากตะกอนจากบ่อบำบัด น้ำเสียและตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวที่เกิดจากการล้างหม้อกรอง RPF และนำน้ำที่ผ่านการล้างมารีดความหวานออกโดยเครื่องฟิลเตอร์เพรส นำมาใช้เพื่อทดสอบหาความสามารถในการนำมาใช้แทนวัสดุแทนปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่1 และ ผลการทดสอบในเบื้องต้นนั้นพบว่ากากตะกอนจากทั้งสองแหล่งมีความสามารถที่จะนำมาใช้ทดแทนวัสดุก่อสร้างได้และจากผลการทดสอบนี้เองข้าพเจ้าได้มีการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์เบื้องต้นมาพัฒนาต่อยอดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพง และทดสอบความสามารถในการรับแรงและความสารถในการซึมผ่านของน้ำ ให้เทียบเท่ากับที่บล็อกก่อกำแพงมีตามท้องตลาดเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานว่าสามารถนำกากตะกอนมาเป็นวัสดุที่ใช้ได้จริงแทนการใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และเป็นการจัดการของเสียที่ยั่งยืนและสามารถนำไปสู่การจัดการของเสียแบบครบวงจร

3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาการนำกากตะกอนจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย มาใช้เป็นวัสดุแทนที่ปูนซีเมนต์ ในสัดส่วนต่างๆสำหรับการผลิตวัสดุก่อสร้างโดยทำการศึกษาในแง่ของความสามารถด้านกำลังรับแรงอัดเบื้องต้นและใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการเลือกส่วนผสมผลิตผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพง ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์และเพื่อส่งเสริมการทำมวลชนสัมพันธ์ของโรงงานและประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ เป็นวัสดุเชื่อมประสานที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆอันได้แก่ หินปูนหรือดินขาวและดินเหนียวหรือดินดาน ที่อุณหภูมิ 1400 – 1500 องศาเซลเซียส ในสัดส่วนที่ถูกต้อง อาจมีการเติมแร่เหล็ก หรือยิปซัม ตามความจำเป็น เพื่อปรับปรุงให้มี คุณสมบัติตามต้องการ คอนกรีตที่ผสมใหม่และยังเหลวอยู่นั้น ส่วนที่เป้นของแข็งของปูนซีเมนต์จะลอยตัวอยู่ในน้ำชั่วคราว เม็ดปูนซีเมนต์แต่ละเม็ดจะถูกแยกไว้ด้วยชั้นน้ำบางๆของน้ำ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่สามารถสร้างแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดปูนซีเมนต์เล็กๆ การเกาะตัวที่ต่อเนื่องทำให้เกิดการยึดตัวรวมกันเป็นก้อนได้ คอนกรีตที่ดีนั้น ได้จากการที่อนุภาคของมวลรวม (Aggregate) ทั้งอนุภาคเล็กและใหญ่ ทุกอนุภาคถูกเคลือบและหุ้มด้วยซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) ซึ่งเป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ล้วนๆกับน้ำ ส่วนมอร์ตาร์ (Mortar) เป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับมวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) ผสมเข้าด้วยกันก็จะกลายเป็นคอนกรีต ปูนซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันคือ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ (Portland Cement)

3.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอนเนต

จากหลักการของ ส่วนประกอบทางเคมีของ $CaCO_3$ จะประกอบด้วย CaO ร้อยละ 56, CO_2 ร้อยละ 44, ความแข็ง 3 , ความถ่วงจำเพาะ 2.71 จะสลายตัวเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 825 องค์ศาเซลเซียสขึ้นไปจะแตกตัวเป็นปฏิกิริยาดังสมการดังนี้

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

และจากแนวคิดตามทฤษฎีนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำตะกอนจากกระบวนการการผลิตน้ำตาลทรายขาวจากการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอนเนตหรือหินปูน $CaCO_3$ ในเตาเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้องค์ประกอบเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

3.3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2530

คอนกรีตบล็อก (Hollow Block or Hollow Concrete Masonry Unit) หมายถึง ก้อนคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่างๆ และมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพนงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน และคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (Hollow Non-Load-Bearing Concrete Masonry Unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกที่ใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักของตัวเอง ซึ่งต้องการการฉาบปูนหรือแต่งปูนต้องมีผิวหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบหรือผิวปูนแต่งได้เป็นอย่างดี จะต้องไม่มีรอยร้าว รอยบิ่น หรือถ้ามีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงค่ามาตรฐานกำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อก (Compressive strength)

ความต้านแรงอัดต่ำสุด (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม) เมกะพาสคัส	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

3.3.4 การคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ได้จากระบบผลิตน้ำตาลทรายขาวและตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย

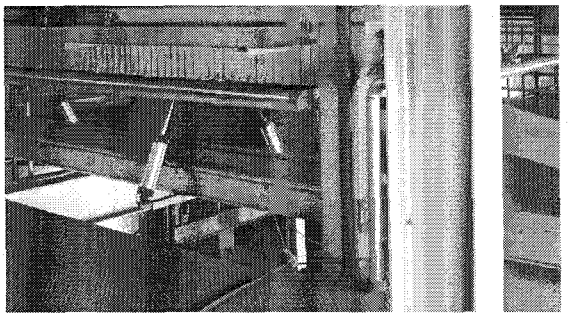
การผลิตน้ำตาลทรายจะมีการคิดเทียบปริมาณ ตะกอนที่ได้จากเครื่องฟิลเตอร์เพรสจากปริมาณการละลายน้ำตาลทรายขาวโดย ในปี 2550 ที่ผ่านมามียอดการละลายน้ำตาล ในระบบคือ 262,788 ตันละลายต่อปี ซึ่งปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีค่า 1.74 กิโลกรัมต่อตันละลาย ดังนั้นปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณ 457,251 กิโลกรัมต่อปี และปริมาณกองตะกอนของบ่อบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น มีปริมาณคิดตามพื้นที่ของกองตะกอนเดิม คือ 3,600 ลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณจะเพิ่มมากขึ้น ตามรอบของการขุดลอกตะกอนบ่อ 1 ถึง บ่อ 4 โดยระยะความถี่ในการขุดลอกขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบบำบัด

3.3.5 คุณสมบัติทั่วไปของตะกอน

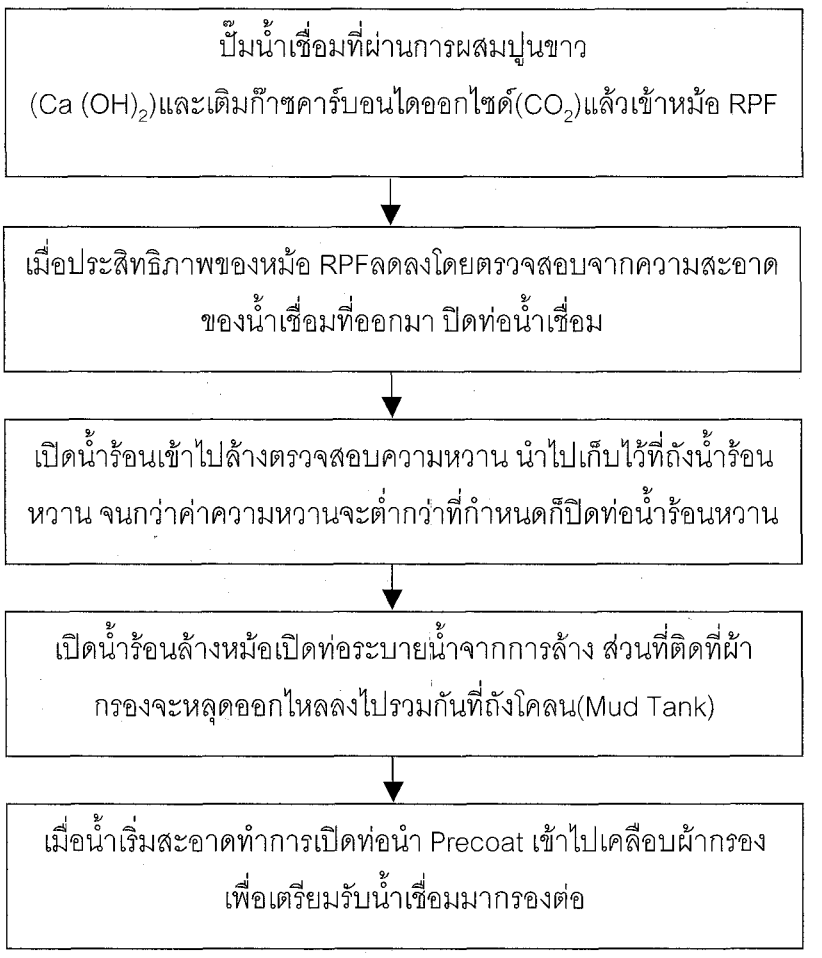
1. อุดมด้วยสารอนินทรีย์
2. ขาดสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. ขาดสารกลุ่ม Fiber
4. ปริมาณมวลสารที่มีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน
5. มีปริมาณมวลสารตะกอนดินปริมาณมากเพียงพอที่จะเป็นวัตถุดิบในเชิงอุตสาหกรรม
6. ตะกอนดินมีคุณสมบัติเป็นเนื้อดินเบา อุ้มน้ำ จะพองตัวเมื่อได้ชุ่มน้ำ

3.3.6 กากตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส

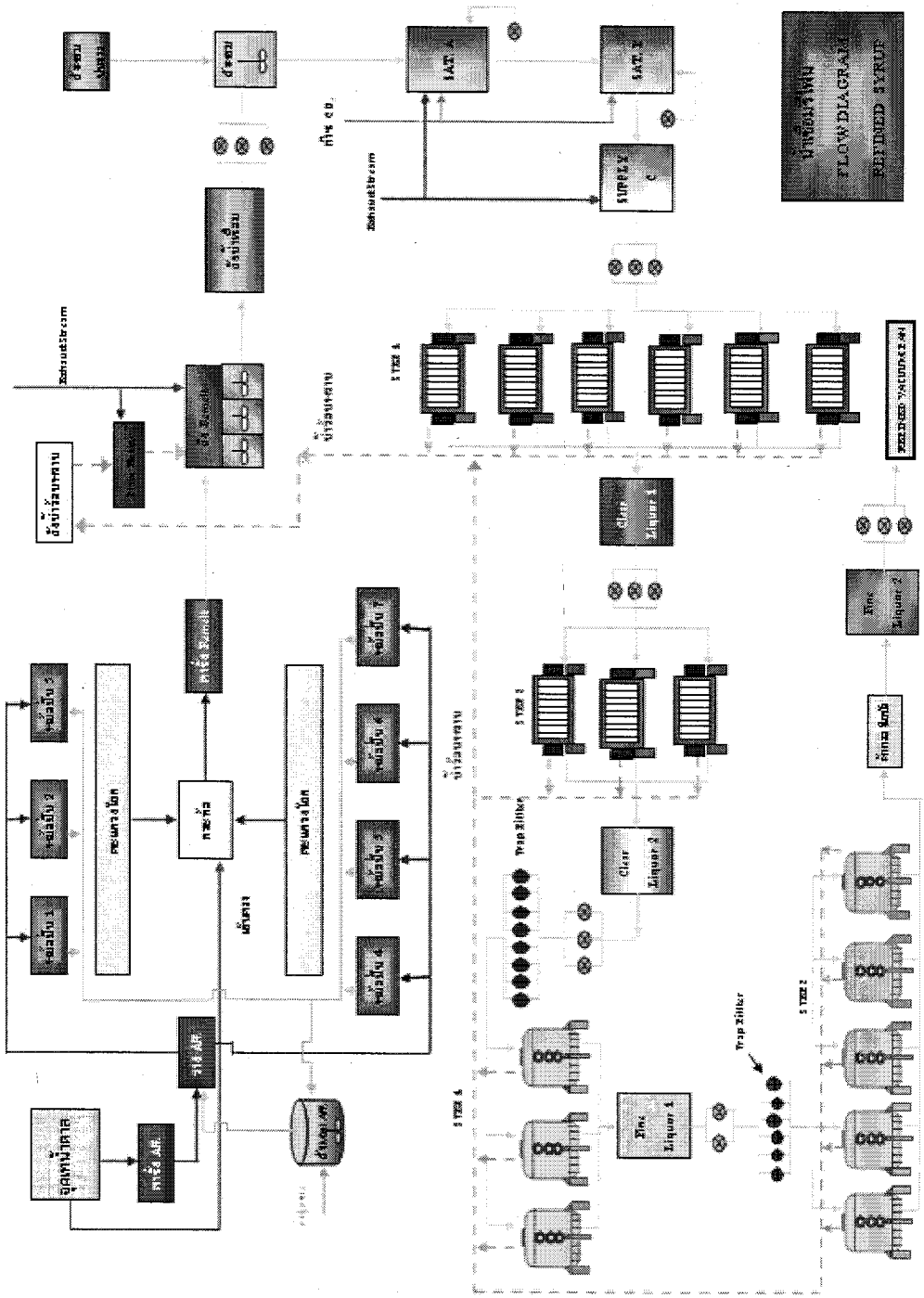
กากตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรสเป็นของเหลือใช้ที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมประเภทนี้ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆที่สลับซับซ้อน แต่กระบวนการหลักที่เกี่ยวข้องกับที่มาของตะกอนกากตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส เป็นของเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการล้าง หม้อกรองน้ำเชื่อมแรงดันสูง (Rotary Pressure Filter) หรือเรียกว่า หม้อ RPF ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตน้ำตาลรีไฟน์และน้ำตาลทรายขาว ของโรงงานน้ำตาลมิตรผล อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่มีแคลเซียมคาร์บอนเนตเป็นองค์ประกอบหลักโดยมีสารอื่นๆปนเปื้อนจากสารเคลือบผ้ากรอง จากการทดสอบการปนเปื้อนและการเป็นพิษจากกรมวิทยาศาสตร์พบว่าไม่ปนเปื้อนโดยกระบวนการเกิดตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส โดยเกิดขึ้นตามกระบวนการดังนี้



รูปที่ 3-1 เครื่องฟิลเตอร์เพรส



รูปที่ 3-2 กระบวนการล้าง หม้อกรองน้ำเชื่อมแรงดันสูง (Rotary Pressure Filter)



รูปที่ 3-3 กระบวนการล้างหม้อ RPF ที่ทำให้เกิดกากตะกอน

3.3.7 การศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายศตวรรษ ทวงชน (2547) โครงการนี้เป็นการศึกษาผลกระทบระยะยาวของการนำกากปูนขาวจากอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษมาใช้ในงานปูนก่อและปูนฉาบโดยใช้อัตราส่วนผสมและปริมาณกากปูนขาวที่แตกต่างกันซึ่งใช้กากปูนขาวจากโรงงาน ผลิตเยื่อกระดาษ บริษัท ฟินิกซ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด(มหาชน) อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นการทดสอบมี 2 ขั้นตอนคือ (1) การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุที่นำมาใช้ในการผสมมอร์ตาร์ได้แก่ ทรายและกากปูนขาว และ(2) การทดสอบคุณสมบัติของมอร์ตาร์ (1.1)โมดูลัสความละเอียดของทรายสำหรับปูนก่อ เท่ากับ 2.04 และสำหรับปูนฉาบเท่ากับ 1.70 ความถ่วงจำเพาะมีค่าเท่ากันคือ 2.65 (1.2) กากปูนขาวสำหรับปูนก่อ มีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.68 สำหรับปูนฉาบเท่ากับ 1.52 ความถ่วงจำเพาะมีค่าเท่ากันคือ 1.25 (2.1) กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปูนก่อที่ 28 วัน ส่วนผสมที่ 1 เท่ากับ 43.5 Mpa อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ส่วนผสมที่ 2 กำลังรับแรงอัด เท่ากับ 14.74 Mpa อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.8 ส่วนผสมที่ 3 กำลังรับแรงอัด เท่ากับ 5.45 Mpa อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 1.2 ส่วนผสมที่ 4 กำลังรับแรงอัด เท่ากับ 2.46 Mpa อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 1.7 (2.2)การทดสอบการยืดหดตัวเมื่อตากแห้ง ที่อายุ 28 วัน ส่วนผสมที่ 1 มีการหดตัวร้อยละ 0.0011 ส่วนผสมที่2 มีการหดตัวร้อยละ 0.0014 ส่วนผสมที่ 3 มีการหดตัวร้อยละ 0.0033 ส่วนผสมที่ 4 มีการหดตัวร้อยละ 0.0023 (2.3) การทดสอบการทนต่อความร้อน หลังจากอบด้วยแผงโคมไฟ 72 ชั่วโมงพบว่า ส่วนผสมที่ 1และ2 ผิวงานมีรอยร้าวเล็กน้อย ส่วนผสมที่ 3 มีรอยร้าวมากกว่าส่วนผสมที่ 1และ2 เล็กน้อย ส่วนผสมที่ 4 มีรอยร้าวมากที่สุด แต่ยังพอรับได้ (2.4) การทดลองก่อและฉาบจริง ส่วนผสมที่ 1 และ 2 มีความสามารถในการก่อและฉาบดี ส่วนผสมที่ 3 มีความสามารถในการก่อและฉาบดีปานกลาง ส่วนผสมที่ 4 มีความสามารถในการก่อและฉาบต่ำที่สุดแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่พอรับได้

คัมภีร์ สอนเจริญทรัพย์ และ คณะ ศึกษาการนำผงแกรนิตมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อก โดยพบผงแกรนิตมีลักษณะคล้ายคลึงกับหินฝุ่น จากการทดสอบและหาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับแทนที่หินฝุ่น โดยใช้มาตรฐาน มอก.58-2533 เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน ในการทดลอง ได้แบ่งส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีหินเกร็ด และกลุ่มที่ไม่มีหินเกร็ดเป็น

ส่วน ผสม พบว่าผงแกรนิตสามารถใช้แทนหินฝุ่นได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีกำลังแรงอัดเฉลี่ย 33.81 กก/ตร.ซม.การดูดซึมน้ำ 8.44 ซึ่งเป็นได้ตามมาตรฐาน

ชัยพร เบ้าแก้ว (2547) โครงการนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของอิฐสามัญที่นำตะกอนจากระบบประปาและเถ้าแกลบมาเป็นวัสดุผสม ซึ่งการศึกษาได้ทำการศึกษาจากการนำตะกอนจากงานประปา 2 แหล่งด้วยกันคือ กองงานประปามหาวิทยาลัยขอนแก่น และ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 6 จังหวัดขอนแก่นโดยอัตราส่วนที่นำมาทดสอบได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม แบ่งตามแหล่งที่มาที่อัตราส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียวกับ ตะกอนประปาและเถ้าแกลบ90:10:0, 80:20:0 , 70:30:0 , 60:40:0 , 50:50:0 , 80:10:10 , 70:20:10 , 60:40:10 , 50:40:10โดยทำการศึกษาตาม มอก. 77-2517 พบว่าอัตราส่วนผสม 70:20:10 จากตะกอนมหาวิทยาลัยขอนแก่นและตะกอนการประปาส่วนภูมิภาคมีกำลังรับแรงอัดสูงสุดเป็น 48.00 ksc. และ 50.03 ksc. ตามลำดับและมีความดูดซึมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานส่วนความคลาดเคลื่อนของขนาดมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานแต่สามารถแก้ไขได้โดยทำแบบพิมพ์ให้ใหญ่ขึ้น

นพดล ศรีสุภาพ งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาคุณสมบัติ ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าแกลบและปูนสุกโดยทำการทดสอบหาองค์ประกอบทางเคมี ความละเอียด คุณสมบัติทั่วไปของมอร์ต้าร์ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เถ้าแกลบและปูนสุกที่อัตราส่วนต่างๆ และทดสอบกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดึงจากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบหลักทางเคมีของเถ้าแกลบและปูนสุกมีปริมาณซิลิคอนไดออกไซด์และแคลเซียมออกไซด์ร้อยละ95.95 และ 97.93 ตามลำดับ และความละเอียดของเถ้าแกลบและปูนสุกมีค่า 53,698 และ 3,085 ซม.2/กรัม ตามลำดับสำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ถูกแทนที่ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 10 มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนร้อยละ 27และ 39 ขณะที่การแทนที่ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 20 มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนร้อยละ 21 และ 36 ที่อายุ 28และ 90 วัน ตามลำดับสำหรับการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 20 ผสมกับปูนสุกร้อยละ 5 ทำให้ กำลังรับแรงอัดมีค่าสูงที่สุดโดยสูงกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน ถึงร้อยละ 44 ที่อายุ 90 วันอย่างไรก็ตาม สำหรับ

การ แทนที่ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 30, 40 และ 50 ผสมกับปูนสุกร้อยละ 7.5 มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนร้อยละ 20, 15 และ 15 ที่อายุ 90 วัน

3.4 วิธีการดำเนินโครงการ

3.4.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. ตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส และตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงไฟฟ้าที่มีขนาด 100 mesh
3. หินฝุ่น
4. น้ำประปา

ตารางที่ 3-2 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียสที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer power (XRD)

ชื่อตัวอย่าง	สารประกอบที่ตรวจพบ	
ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย	$Ca(OH)_2$	$Ca_2(SiO_4)$
	53%	47%

ตารางที่ 3-3 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียสวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Energy Dispersive Spectrometer

สารประกอบ	ตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส
CaO	86.83%
MgO	0.38%
Al_2O_3	0.13%
Fe_2O_3	896 ppm
SiO_2	0.33%

ตารางที่ 3-4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ และปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

สารประกอบ	ปริมาณในตัวอย่าง	Spec.ปูนขาวของโรงงาน	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
CaO	86.83%	>90%	>63.9%
MgO	0.36%	<1.00%	>1.4%
Al_2O_3	0.13%	<1.00%	>5.8%
Fe_2O_3	896ppm		>5.8%
SiO_2	0.33%	<1.00%	>22.1%

3.4.2 การเตรียมตะกอน

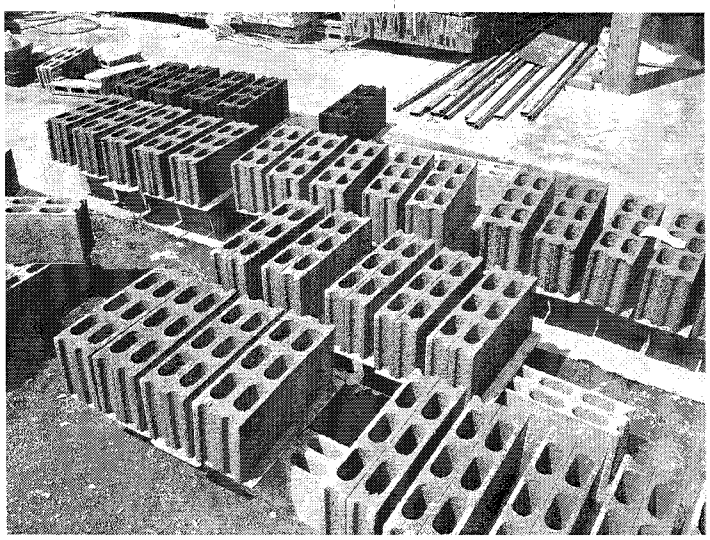
1. เก็บตัวอย่างตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส และ ตัวอย่างจากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียนำมาตากแดดเพื่อไล่ความชื้นออก

2. เมื่อตะกอนแห้งนำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อดูดความชื้นออกนำเอากากตะกอนแห้งที่ได้ไปทำการบดเป็นผงเก็บไว้ในภาชนะที่ปลอดความชื้น

3. นำตะกอนที่ได้นำมาร่อนผ่านตะแกรงไฟฟ้าและใช้ตะกอน ขนาดที่ผ่านตะแกรง 100,200 และ pan mesh

3.4.3 อัตราส่วนผสมการผสมและการขึ้นรูป

1. ชั่งวัสดุที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปตัวอย่าง สำหรับขนาดที่ใช้อัดขึ้นรูป ผลิตผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพง คือขนาด 17 x 39x 6 เซนติเมตร โดยใช้อัตราส่วนผสมคือ กากตะกอน: หินฝุ่น: ปูนซีเมนต์ ตามอัตราส่วนในตาราง (ต่อตัวอย่าง 3 ก้อนทดสอบ)



รูปที่ 3-4 ลักษณะการขึ้นรูปอิฐบล็อก

ตารางที่ 3-5 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของตัวอย่างบล็อกก่อผนังโดยแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียและจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส

วัสดุ (กก./3 ก้อน)	อัตราส่วนการแทนที่ด้วยตะกอนตัวอย่าง (ร้อยละ)		
	0	30	50
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	1.26	0.88	0.63
หินฝุ่น	12	12	12
น้ำ	2.5	2.5	2.5
ตะกอนตัวอย่าง	0	0.38	0.63

2. ชั่งวัสดุที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปตัวอย่าง สำหรับขนาดที่ใช้อัดขึ้นรูป อิฐบล็อกก่อผนังคือขนาด 17 x 39x 6 เซนติเมตร โดยใช้อัตราส่วนผสมคือ หินฝุ่น : ปูนซีเมนต์ เตรียมตัวอย่างที่ลดการใช้ปูนซีเมนต์โดยที่ไม่เติมตะกอนเพื่อเป็นตัวแปรเปรียบเทียบ

ตารางที่ 3-6 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของตัวอย่างบล็อกก่อผนังโดยการลดปูนซีเมนต์

วัสดุ (กก./3 ก้อน)	อัตราส่วนการแทนที่ด้วยตะกอนตัวอย่าง (ร้อยละ)		
	0	30	50
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	1.26	0.88	0.63
หินฝุ่น	12	12	12
น้ำ	2.5	2.5	2.5
ตะกอนตัวอย่าง	0	0	0

3. การผสมใช้เครื่องผสมโดยเทของผสมลงในเครื่องผสมโดยเครื่องจะทำการผสมเป็นเวลาประมาณ 5 นาที

3. การผสมใช้เครื่องผสมโดยเทของผสมลงในเครื่องผสมโดยเครื่องจะทำการผสมเป็นเวลาประมาณ 5 นาที

4. หลังจากผสมส่วนผสมทั้งหมดเสร็จแล้วนำเข้าเครื่องอัดขึ้นรูปไฮดลอริกและ ถอดออกจากแบบเก็บไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. แบ่งก้อนตัวอย่างบ่มต่อจนครบ 7 วันและ 28 วัน อย่างละ 3 ก้อน โดยพรหมน้ำและทิ้งไว้ให้ชื้นด้วยน้ำประปาน้ำประปาตามระยะเวลาบ่มที่กำหนด

3.4.4 การทดสอบ

3.4.4.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเครื่อง Testing Machine

1. ให้ทดสอบกำลังอัดทันที่นำตัวอย่างออกจากห้องบ่ม ก่อนการทดสอบให้เช็ดผิวตัวอย่างให้แห้ง ปัดเอาเม็ดทราย ปัดเอาเม็ดทรายที่ติดตรงผิวหน้าออกให้สะอาด

2. วัดขนาดของหน้าตัด ความสูง และชั่งน้ำหนักของตัวอย่างแต่ละก้อนไว้ เวลานำก้อนตัวอย่างไปทดสอบ ห้ามใช้ด้านข้างที่มีผิวหน้าเรียบทั้งสองหน้ารับแรงอัด ถ้าหน้าด้านบนถ้าด้านบนและล่างของก้อนตัวอย่างไม่เรียบให้ฝนให้เรียบและขนานกัน

3. นำก้อนทดลองเข้าเครื่องทดสอบ ให้อยู่ในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องทดสอบและผิวก้อนตัวอย่างสัมผัสกับแป้นกด เดินเครื่องทดสอบในอัตราที่เหมาะสมสม่ำเสมอ จนกระทั่งก้อนทดลองแตก โดยใช้เวลาทดลองประมาณ 5-30 วินาที ต่อตัวอย่าง

4. อ่านค่าที่ได้จากการทดสอบและนำค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้มาเทียบต่อพื้นที่หน้าตัดที่ได้รับแรงและนำเสนอผลในรูปของกราฟ

3.4.4.2 การทดสอบค่าการซึมผ่านของน้ำ

1. นำตัวอย่างจากอิฐบล็อกจากท้องตลาด และตัวอย่างที่ผสมตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่อัตราส่วนผสมปูนต่อซีเมนต์ 30:70 ที่อายุการบ่ม 28 วัน มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าแล้วบันทึกค่า

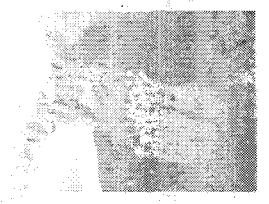
2. นำตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ไปแช่ในอ่างบ่มที่มีน้ำจนท่วมก้อนตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำก้อนตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งและบันทึกค่าของน้ำหนัก และหาเปอร์เซ็นต์การซึมผ่านของน้ำ

รูปที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

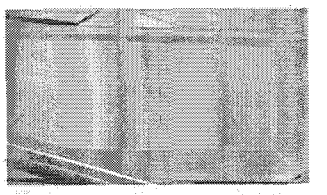
3.5 ผลการดำเนินงานโครงการ

จากการทดสอบการทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในการทำอิฐบล็อกก่อกำแพง (คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก) ด้วยการตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส และ ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย มีผลการทดสอบต่างๆดังนี้

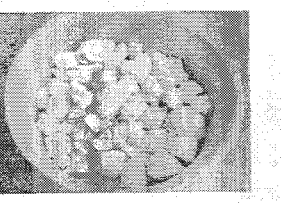
3.5.1 การทดสอบคุณสมบัติของกากตะกอนโดยผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส กากตะกอนที่นามทดสอบแบ่งเป็นสองประเภท คือ กากตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และ กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นกากตะกอนที่ได้จากการรีดน้ำออกตะกอนจากการล้างหม้อกรอง RPF นำมาจากโรงงานผลิตน้ำตาล บริษัท น้ำตาล จำกัด ซึ่งกากตะกอนที่นำมาทดสอบนี้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์เมื่อนำไปเผา



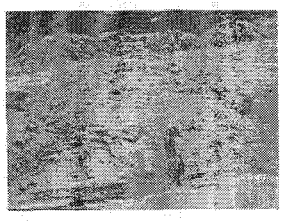
ตัวอย่างที่ออกจากเครื่อง filter press



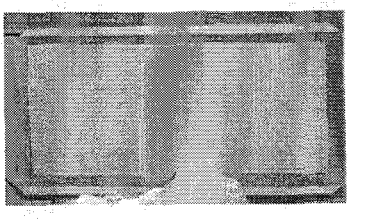
ตัวอย่างที่ผ่านการอบและ sieve คัดขนาด



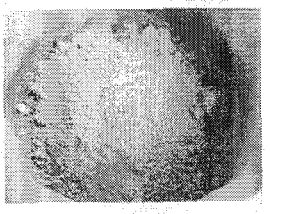
ตัวอย่างผ่านการเผาที่ 1000 °C



ตัวอย่างที่ลอกจากบ่อน้ำเสีย
(บ่อ anaerobic ของระบบ Stabilization Pond)



ตัวอย่างที่ผ่านการอบและ sieve คัดขนาด

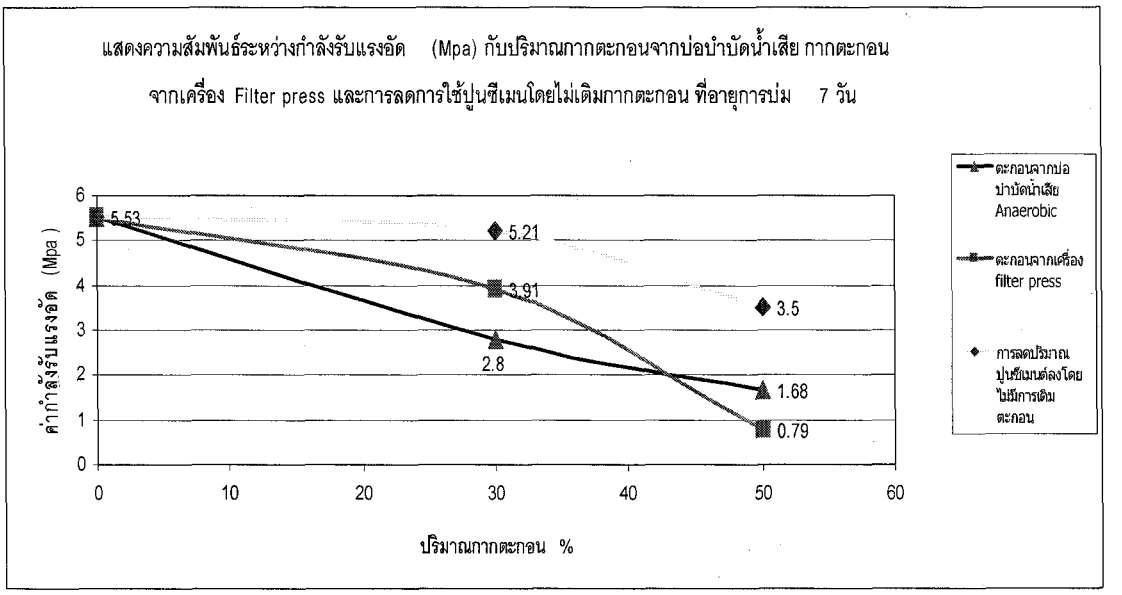


ตัวอย่างผ่านการเผาที่ 1000 °C

รูปที่ 3-6 ที่มาของและตะกอนตัวอย่างจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และ ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย และลักษณะของตะกอนหลังจากที่ทำการเผาที่อุณหภูมิ 1000องศาเซลเซียส

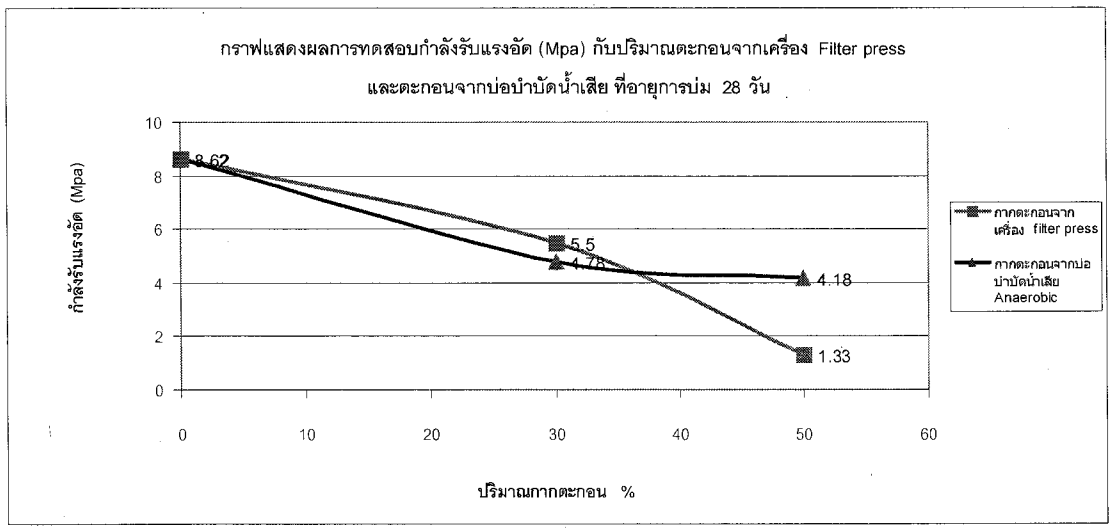
3.5.2 ผลของความสามารถของกำลังรับแรงอัด ทดสอบโดยเครื่อง Testing machine ของอิฐบล็อกก่อกำแพง โดยกระทำการบ่มที่ระยะเวลา 7 และ 28 โดยมีผลการทดลองดังนี้

จากกราฟรูปที่ 3-7 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และการลดการใช้ปูนซีเมนโดยไม่เติมกากตะกอน ที่อายุการบ่ม 7 วัน นั้นค่าของกำลังลังรับแรงอัดของ ปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 30 : 70 มีค่ากำลังรับแรงอัดในตัวอย่างต่างๆดังนี้ คือ การลดปูนซีเมนต์มีค่า 5.21 Mpa. ตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส คือ 3.91 Mpa. และ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย 2.8 Mpa. ส่วนค่ากำลังรับแรงอัดในอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 50:50 มีค่ากำลังรับแรงอัดดังนี้ การลดปูนซีเมนต์มีค่า 3.50 Mpa. ตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส คือ 0.79 Mpa. และ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย 1.68 Mpa. ค่ากำลังรับแรงอัดในตัวอย่างที่ปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 50 : 50 ทั้งในตัวอย่างตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และ ตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย มีค่ากำลังรับแรงอัดไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2530 คือ 2.5 Mpa.



รูปที่ 3-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับปริมาณกากตะกอนจากบ่บำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และการลดการใช้ปูนซีเมนโดยไม่เติมกากตะกอน ที่อายุการบ่ม 7 วัน

จากกราฟรูปที่ 3-8 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส ที่อายุการบ่ม 28 วัน นั้นค่าของกำลังลังรับแรงอัดของ ปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 30 : 70 มีค่ากำลังรับแรงอัดในตัวอย่างต่างๆดังนี้ คือ ตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส คือ 4.78 Mpa. และ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย 5.50 Mpa. ส่วนค่ากำลังรับแรงอัดในอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 50:50 มีค่ากำลังรับแรงอัดดังนี้ตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส คือ 1.33 Mpa. และ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย 4.18 Mpa. ค่ากำลังรับแรงอัดในตัวอย่างที่ปูนซีเมนต์ต่อตะกอนที่อัตราส่วน 50 : 50 ทั้งในตัวอย่างตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส มีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยกว่าค่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2530 คือ 2.5 Mpa.



รูปที่ 3-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Mpa.) กับปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส ที่อายุการบ่ม 28 วัน

3.5.3 ผลการทดสอบความสารถในการซึมผ่านของน้ำ โดยทำการเปรียบเทียบที่อัตราส่วนผสมกากตะกอนต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 30 :70 และ อิฐบล็อกก่อกำแพง จากร้านค้า ทั่วไป โดยการแช่ในอ่างบ่ม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าการผสมตะกอนเป็นผลให้เกิดการลดความสารถในการซึมของน้ำเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ได้มากว่าเนื่องจากทีผิวหน้าของวัสดุเรียบมากขึ้นโดยจากตารางการทดลองอิฐบล็อกก่อกำแพงที่ผสมตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส นั้นมีความสามารถในการซึมผ่านน้ำน้อยที่สุด

ตารางที่ 3-7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสารถในการซึมน้ำโดยเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกก่อกำแพง (คอนกรีตบล็อกไม่น้ำหนัก) โดยการแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กก.)	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กก.)	% ความสามารถในการซึมน้ำ
บล็อคทั่วไป 1	5.76	6.02	4.32
บล็อกทั่วไป 2	5.84	6.09	4.11
เฉลี่ย	5.8	6.06	4.21
ตะกอนบ่อบำบัด : ซีเมนต์ (30:70) 1	5.36	5.58	3.94
ตะกอนบ่อบำบัด : ซีเมนต์ (30:70) 2	5.38	5.62	4.27
เฉลี่ย	5.37	5.60	4.11
ฟิลเตอร์เพรส : ซีเมนต์ (30:70) 1	5.28	5.37	1.68
ฟิลเตอร์เพรส : ซีเมนต์ (30:70) 2	5.16	5.43	4.97
เฉลี่ย	5.22	5.40	3.33

3.6 การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาคุณสมบัติของตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย ของบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด ที่นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ก่อสร้างประเภทคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ชนิดบล็อกก่อกำแพงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 58-2530 คือสามารถรับได้เฉพาะน้ำหนักของอิฐบล็อก มีประโยชน์เช่นในการทำรั้ว ทางเดิน และอื่นๆ นั้น จากการศึกษาและทดลองได้ทำการผสมก้อนตัวอย่างขึ้นโดยการแทนที่ตะกอนในการใช้ปูนซีเมนต์ที่ร้อยละ 0, 30 และ 50 โดยน้ำหนัก สามารถวิเคราะห์ผลการดำเนินงานได้ดังนี้

1. เมื่อเพิ่มสัดส่วนปริมาณของกากตะกอนทั้งสองชนิดคือ ตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรสและตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียพบว่าค่ากำลังรับแรงอัดมีค่าลดลงเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์และกากตะกอนจากทั้งสองแหล่งเป็นคนละประเภทกันคือ ปูนซีเมนต์เป็นแคลเซียมออกไซด์ส่วนกากตะกอนเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้กำลังรับแรงอัดมีค่าลดลง แต่ข้อดีที่พบคือทำให้ก้อนตัวอย่างมีน้ำหนักเบาและรูพรุนลดลงทำให้ทีข้อดีคล้ายอิฐมวลเบา
2. ระยะเวลาในการบ่มตัวอย่างส่งผลให้ค่าของกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างมีมากขึ้นเนื่องจากการทำปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์และน้ำสมบูรณ์มากขึ้น (Hydration)
3. จากการเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่ลดการเติมปูนซีเมนต์ลงและตัวอย่างที่เติมตะกอนทั้งสองชนิดพบว่า ค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่ลดการเติมปูนซีเมนต์มีค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่า แต่จากการที่บริษัทต้องการสร้างทัศนคติที่ดีและภาพลักษณ์กับคนภายนอกเกี่ยวกับการดูแลสังคมและสิ่งแวดล้อมจึงถึงว่าไม่เป็นประเด็นที่สำคัญมากนักเพราะค่ากำลังรับแรงอัดผ่านมาตรฐานและจะมีแนวทางแก้ไขและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นโดยการนำกากตะกอนไปเผาเพื่อให้ได้องค์ประกอบใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
4. การผสมส่วนผสมต่างๆควรผสมส่วนผสมเข้ากันเป็นอย่างดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรวมตัวของวัสดุและจะทำให้กำลังรับแรงอัดของผลิตภัณฑ์มีเพิ่มขึ้น

สรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

1. การเพิ่มปริมาณของตะกอนตัวอย่างในผลิตภัณฑ์นั้นทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดมีค่าลดลง

2. การแทนที่ปริมาณตะกอนตัวอย่างในปูนซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 7 วันนั้นค่าที่ได้จากการทดลองทุกอัตราส่วนมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยกว่าการลดการใช้ปูนซีเมนต์โดยไม่เติมตะกอน

3. อายุในการบ่มของตัวอย่างมีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดในการบ่มที่ 28 วันมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าในอายุการบ่มที่ 7 วัน

4. จากการทดลองวัดความสารถในการซึมผ่านของน้ำในตัวอย่างดังตารางที่ 3.6 การเติมตะกอนมีผลในการทำให้การซึมผ่านของน้ำลดลง

5. ตะกอนตัวอย่างที่ไม่ได้เผา คือตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย นั้นสามารถใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ในการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักได้ตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 โดยร้อยละ 50 ของการแทนที่ พบว่าค่าของกำลังรับแรงอัดที่ 28 วัน เท่ากับ 4.18 Mpa. และตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส โดยร้อยละ 30 ของการแทนที่ พบว่าค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดที่ 28 วัน เท่ากับ 5.5 Mpa. ซึ่งมี ค่าสูงกว่ามาตรฐาน

6. คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส และตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย นั้นเหมาะสมกับงานก่อผนังภายนอกที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมากนัก เช่นการทำรั้ว การทำทางเดิน และอื่นๆ

7. ในการทดลองตัวอย่างค่าซึมผ่านของผ่านของน้ำพบว่าการเติมตะกอนในการทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ สามารถในการซึมผ่านของน้ำลดลง โดยในการทดสอบ ความสามารถในการซึมผ่านของอิฐบล็อกทั่วไปมีค่า 4.21% ตะกอนบ่อบำบัด: ซีเมนต์ (30:70) มีค่า 4.11% และ ฟิลเตอร์เพรส : ซีเมนต์ (30:70) มีค่า 3.33%

8. ในการทดสอบตัวอย่างตะกอนทีตัวอย่างส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับเชิงเศรษฐศาสตร์คือส่วนผสมที่มีร้อยละของการแทนที่ ด้วยตะกอนที่ 50 % โดยมีการลดค่าใช้จ่ายได้ 0.55 สตางค์ต่อราคาอิฐบล็อกหนึ่งก้อน

3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต

1. ควรมีการศึกษาคุณสมบัติด้านอื่นๆให้ครอบคลุม เช่นทดสอบความสามารถทางด้านโยธา เช่นเรื่องค่าการถ่ายเทความร้อน และ การทดสอบเกี่ยวกับการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม
2. จากการทดสอบความเป็นไปได้ในการนำตะกอนตัวอย่างมาทำ เป็นวัสดุแทนปูนซีเมนต์ ควรนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียสเพื่อให้ได้ตะกอนที่มี องค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์แต่ควรทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าการดูดซึมน้ำเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม ด้วย
3. จากการทดสอบการองค์ประกอบของตะกอนจากเครื่อง ฟิลเตอร์เพรส เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส และเทียบกับองค์ประกอบของปูนขาวที่ใช้ในโรงงานมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นถ้าโรงงานมีจุดที่ต้องใช้ปูนขาวในจุดที่ไม่คำนึงถึงความบริสุทธิ์ของปูนขาว ก็สามารถนำไปใช้ได้
4. จากการศึกษาและการทดลองพบว่าน้ำหนักอิฐบล็อกที่ผสมกากตะกอนทั้งสองชนิดมีน้ำหนักเบาจึงมีแนวคิดว่าถ้าไม่นำไปเผาจะศึกษาการนำกากตะกอนมาเป็นวัสดุประสานแทนการทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

บทที่ 4
สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการที่ไปสหกิจศึกษาที่ บริษัท น้ำตาล มิตรผลจำกัด ระหว่างวันที่ 17 เมษายน ถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2550 ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ ที่ได้มีสหกิจศึกษา ข้าพเจ้าได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการการผลิตน้ำตาลทราย น้ำตาลทรายขาว การบรรจุ ตลอดถึงการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำตาลทราย โดยการศึกษานี้ทางบริษัทน้ำตาลมิตรผล ได้ให้โอกาสในการศึกษาโดยศึกษาจากหน้างานโดยตรง กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ และจากการศึกษางานทางด้านสิ่งแวดล้อม วิศวกรสิ่งแวดล้อมที่ปรึกษาได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานและการดูแลระบบทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยมอบหมายงานที่เหมาะสมตามความสามารถและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆโดย บริษัทน้ำตาลมิตรผล ในทางด้านการศึกษาด้านการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย อากาศเสีย กากของเสีย และในด้านมวลชนสัมพันธ์ โดยในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ทางบริษัทได้มีการบำบัดน้ำเสียแบบผสมผสาน โดยมีทั้งระบบบำบัดแบบไร้อากาศ กึ่งไร้อากาศ และระบบใช้อากาศ โดยเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติทั้งสิ้น ได้รับความรู้ด้านวิชาการเกี่ยวกับอาชีพวิศวกรสิ่งแวดล้อม ทำให้ข้าพเจ้าได้เข้าใจถึงหลักการและวิธีการปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมของวิศวกรสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง เกี่ยวกับการดูแลระบบบำบัด การดูแลและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตลอดจนถึงงานทางด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมเช่น ISO 14000, ISO 9000 และกฎหมายอื่นๆภายในโรงงานเช่น GMP และ HACCP เป็นต้น ในการปฏิบัติงานในระบบการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Section) บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด เป็นระยะเวลาประมาณ 16 สัปดาห์นั้น ทำให้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานจริง และการนำเอาความรู้ที่เคยศึกษานำมาประยุกต์ใช้กับงานที่ได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor และได้เรียนรู้หลักการทำงาน กับคนจำนวนมาก การประสานงานกับแผนกต่างๆ ภายในโรงงาน ทำให้มีความมั่นใจ ที่จะออกไปทำงานจริงจากการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ทำให้นักศึกษาสหกิจศึกษา และสถานประกอบการมีผลประโยชน์ในด้านต่าง ๆเพื่อพัฒนาศักยภาพและเตรียมความพร้อมของนักศึกษาที่มาสหกิจศึกษา ที่กำลังจะจบ

การศึกษาออกไปเป็นวิศวกรสิ่งแวดล้อมประจำโรงงานจริงเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้แก่นักศึกษาอีกด้วย อันจะเป็นประโยชน์ในการสมัครงานและทำงานของนักศึกษาในภายภาคหน้าและได้เรียนรู้ การทำงานเป็นทีม การติดต่อประสานงานแผนกอื่นๆภายในโรงงาน เรียนรู้การติดต่อประสานงานระหว่างองค์กรและฝึกฝนความมีมานะอดทนในการทำงานความมีระเบียบวินัยในการทำงานคุณธรรมจริยธรรม ความซื่อสัตย์ สุจริตความมีน้ำใจ รู้จักเสียสละได้เรียนรู้การวางแผนการทำงานให้เสร็จตรงตามเวลาที่กำหนดและ การจัดลำดับความสำคัญของงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่เรียนมา มาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงฝึกวิเคราะห์ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม

งานทางด้านโครงงานที่ได้รับมอบหมายนั้นได้รับมอบหมายให้ทำโครงงานเกี่ยวกับการนำกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย และกากตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส กลับมาใช้โดยมีแนวคิดในการนำมาทดแทนวัสดุก่อสร้างคือปูนซีเมนต์ โดยในขั้นแรกจะนำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิมากกว่า 825 องศาเซลเซียสเพื่อทำให้องค์ประกอบของตะกอนเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบเดียวกับปูนซีเมนต์แต่เนื่องจากไม่สามารถหาที่เผาได้จึงทดลองนำมาขึ้นรูปเป็นบล็อกก่อผนังและจากการทดลองพบว่าในสัดส่วนการเติมตะกอนทั้งสองชนิดที่ 30 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาใช้เป็นอิฐก่อผนังที่ไม่รับน้ำหนักใดๆได้นอกจากน้ำหนักของตัวมันเอง ส่วนที่การแทนที่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์นั้นตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียสามารถมาใช้ได้ และยังได้ข้อดีในแง่ของสีสีนที่แปลกตาและน้ำหนักเบาขึ้นอีกด้วย

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาทางด้านเครื่องมือเครื่องใช้ในการวิเคราะห์หรือเครื่องมือในการทดลองไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน และระยะทางทำให้เกิดความไม่สะดวกต่อการปฏิบัติการทดลอง

2. ในการทำงานทางด้านสิ่งแวดล้อมเมื่อเกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องรู้สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ถึงจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกวิธีซึ่งต้อง อาศัยความรู้และหลักการประสาน

งานที่ดีเป็นอย่างมากเพราะถ้าแก้ปัญหาผิดวิธี จะทำให้แก้ไขลำบาก ในการทำงานต้องวางแผนการทำงานให้ดี เพื่อที่จะทำให้งานที่ได้รับมอบหมายเสร็จส่งตรงตามเวลาที่กำหนดและถูกต้อง

3. ในการออกสหกิจศึกษานั้นควรเตรียมตัวให้พร้อมในด้านความรู้วิชาการทั้งวิชาการในสาขาวิชาที่เรียน และความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ด้วยเนื่องจากการปฏิบัติงานจริงนั้นเมื่อเราเจอปัญหาเราสามารถแก้ไขปัญหาได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอิฐดินซีเมนต์ เอกสารกรมโยธาธิการ 2526

[2] เอกสารฝ่ายเทคโนโลยี่สู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย , [3]

[3] เทคโนโลยี่บล็อกประสาน วว. เพื่อการสร้างอาคารราคาประหยัด

[4] CPAC คู่มือการทดสอบหินทรายและคอนกรีต พิมพ์ครั้งที่ 5 2530

[5] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม THAI INDUSTRIAL STANDARD มอก. 58-2530, พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ, 2547

[6] คู่มือการใช้เครื่องผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ บริษัท ซอยล์เทสติ้งสยาม

[7] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.2549, คู่มือสหกิจศึกษา 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี - สุรนารี

[8] จิรารัตน์ จุลบุญญาสิทธิ์ และ คณะ.รายงานการฝึกงานโรงงานน้ำตาลมิตรผล .คณะเทคโนโลยีและการจัดการ สาขาการจัดการอุตสาหกรรมชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี, 2549

ภาคผนวก ก

- ตารางแสดงการคำนวณค่ากำลังรับแรงอัด
ของอิฐบล็อกตัวอย่างที่การบ่ม 7 และ 28 วัน

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนทดสอบที่มีส่วนผสมของตะกอนจากเครื่อง Filter press ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 วัน

อัตราส่วนปูนซีเมนต์: ตะกอน	อัตราส่วนวัสดุ (kg.) จำนวน 3 ตัวอย่าง				ตัวอย่าง	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	อายุ (วัน)	หน่วยแรงกด (กิโลนิวตัน)	หน่วยแรงกด (kg/cm^2)	หน่วยแรงกด (Mpa)
	ปูนซีเมนต์	ตะกอน	หินฝุ่น	น้ำ							
100 : 0	0	1.26	12	2.5	1	97.50	17	7 วัน	5870.95	60.21	5.91
					2	97.50	17		4843.32	49.68	4.87
					3	97.50	17		5777.06	59.25	5.81
					เฉลี่ย	**97.50**			**5497.11**	**56.38**	**5.53**
70 : 30	0.38	0.88	12	2.5	1	97.50	17		3522.83	36.13	3.54
					2	97.50	17		4017.64	41.21	4.04
					3	97.50	17		4116.62	42.22	4.14
					เฉลี่ย	**97.50**			**3885.69**	**39.85**	**3.91**
50 : 50	0.63	0.63	12	2.5	1	97.50	17		745.77	7.65	0.75
					2	97.50	17		833.84	8.55	0.84
					3	97.50	17		784.51	8.05	0.79
					เฉลี่ย	**97.50**			**788.04**	**8.08**	**0.79**

ตารางที่ ก. 2 ตารางแสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนทดสอบที่มีส่วนผสมของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 วัน

อัตราส่วน ปูนซีเมนต์: ตะกอน	อัตราส่วนวัสดุ (kg.) จำนวน 3 ตัวอย่าง				ตัวอย่าง	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	อายุ (วัน)	หน่วยแรงกด (กิโลนิวตัน)	หน่วยแรงกด (kg/cm^2)	หน่วยแรงกด (Mpa)
	ปูนซีเมนต์	ตะกอน	หินฝุ่น	น้ำ							
100 : 0	0	1.26	12	2.5	1	97.50	17	7 วัน	5870.95	60.21	5.91
					2	97.50	17		4843.32	49.68	4.87
					3	97.50	17		5777.06	59.25	5.81
					เฉลี่ย	**97.50**			**5497.11**	**56.38**	**5.53**
70 : 30	0.38	0.88	12	2.5	1	97.50	17		2700.10	27.69	2.72
					2	97.50	17		2912.03	29.87	2.93
					3	97.50	17		2738.02	28.08	2.75
					เฉลี่ย	**97.50**			**2783.38**	**28.55**	**2.80**
50 : 50	0.63	0.63	12	2.5	1	97.50	17		1764.42	18.10	1.78
					2	97.50	17		1566.46	16.07	1.58
					3	97.50	17		1682.47	17.26	1.69
					เฉลี่ย	**97.50**			**1671.12**	**17.14**	**1.68**

ตารางที่ ก. 3 ตารางแสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนทดสอบที่ทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์โดยไม่เติมตะกอนที่อัตราส่วนการลดปูนซีเมนต์เป็น 0:100, 0:70 และ 0:50 เปอร์เซ็นต์มีส่วนผสมของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 วัน

อัตราส่วนปูนซีเมนต์: ตะกอน	อัตราส่วนวัสดุ (kg.) จำนวน 3 ตัวอย่าง				ตัวอย่าง	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	อายุ (วัน)	หน่วยแรงกด (กิโลนิวตัน)	หน่วยแรงกด (kg/cm^2)	หน่วยแรงกด (Mpa)
	ปูนซีเมนต์	ตะกอน	หินฝุ่น	น้ำ							
100 : 0	1.26	0	12	2.5	1	97.50	17	7 วัน	5870.95	60.21	5.91
					2	97.50	17		4843.32	49.68	4.87
					3	97.50	17		5777.06	59.25	5.81
					เฉลี่ย	**97.50**			**5497.11**	**56.38**	**5.53**
70 : 0	0.38	0	12	2.5	1	97.50	17		5977.98	61.31	6.01
					2	97.50	17		4649.44	47.69	4.68
					3	97.50	17		4895.31	50.21	4.93
					เฉลี่ย	**97.50**			**5174.24**	**53.07**	**5.21**
50 : 0	0.63	0	12	2.5	1	97.50	17		3778.70	38.76	3.80
					2	97.50	17		2677.06	27.46	2.69
					3	97.50	17		3972.48	40.74	4.00
					เฉลี่ย	**97.50**			**3476.08**	**35.65**	**3.50**

ตารางที่ ก. 4 ตารางแสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนทดสอบที่มีส่วนผสมของตะกอนจากเครื่อง Filter press ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 28 วัน

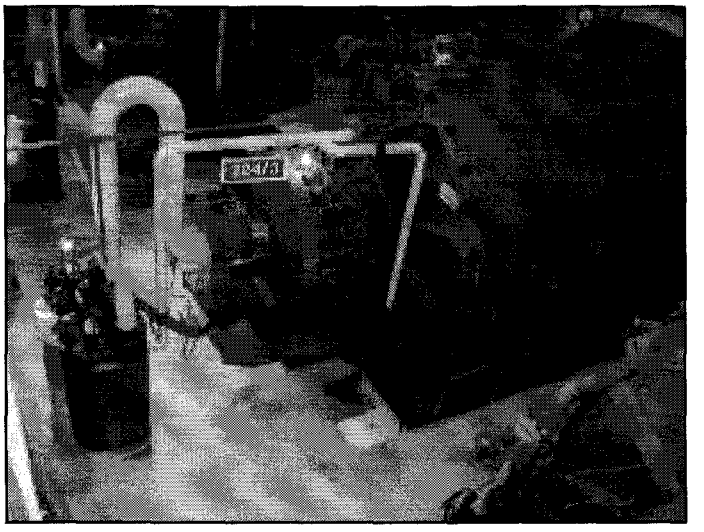
อัตราส่วนปูนซีเมนต์: ตะกอน	อัตราส่วนวัสดุ (kg.) จำนวน 3 ตัวอย่าง				ตัวอย่าง	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	อายุ (วัน)	หน่วยแรงกด (กิโลนิวตัน)	หน่วยแรงกด (kg/cm^2)	หน่วยแรงกด (Mpa)
	ปูนซีเมนต์	ตะกอน	หินฝุ่น	น้ำ							
100 : 0	1.26	0	12	2.5	1	97.50	17	7 วัน	8278.19	84.90	8.33
					2	97.50	17		8903.16	91.31	8.96
					3	97.50	17		8517.84	87.36	8.57
					เฉลี่ย	**97.50**			**8566.39**	**87.86**	**8.62**
70 : 0	0.38	0	12	2.5	1	97.50	17		5212.23	53.46	5.24
					2	97.50	17		5145.26	52.77	5.18
					3	97.50	17		6047.91	62.03	6.09
					เฉลี่ย	**97.50**			**5468.47**	**56.09**	**5.50**
50 : 0	0.63	0	12	2.5	1	97.50	17		1222.12	12.53	1.23
					2	97.50	17		1224.77	12.56	1.23
					3	97.50	17		1517.84	15.57	1.53
					เฉลี่ย	**97.50**			**1321.58**	**13.55**	**1.33**

ตารางที่ ก. 5 ตารางแสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนทดสอบที่มีส่วนผสมของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 28 วัน

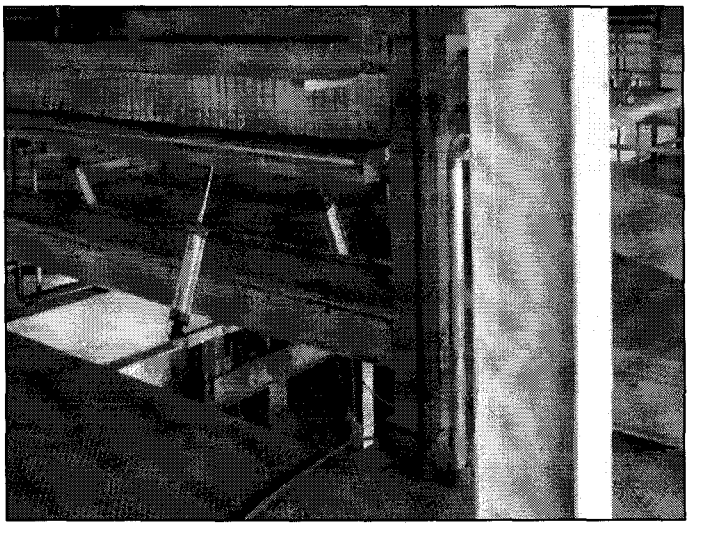
อัตราส่วน ปูนซีเมนต์: ตะกอน	อัตราส่วนวัสดุ (kg.) จำนวน 3 ตัวอย่าง				ตัวอย่าง	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	อายุ (วัน)	หน่วยแรงกด (กิโลนิวตัน)	หน่วยแรงกด (kg/cm^2)	หน่วยแรงกด (Mpa)
	ปูนซีเมนต์	ตะกอน	หินฝุ่น	น้ำ							
100 : 0	1.26	0	12	2.5	1	97.50	17	7 วัน	8278.19	84.90	8.33
					2	97.50	17		8903.16	91.31	8.96
					3	97.50	17		8517.84	87.36	8.57
					เฉลี่ย	**97.50**			**8566.39**	**87.86**	**8.62**
70 : 0	0.38	0	12	2.5	1	97.50	17		5949.95	61.03	5.99
					2	97.50	17		6206.83	63.66	6.25
					3	97.50	17		2098.27	21.52	2.11
					เฉลี่ย	**97.50**			**4751.68**	**48.74**	**4.78**
50 : 0	0.63	0	12	2.5	1	97.50	17		3819.67	39.18	3.84
					2	97.50	17		4187.56	42.95	4.21
					3	97.50	17		4451.58	45.66	4.48
					เฉลี่ย	**97.50**			**4152.94**	**42.59**	**4.18**

ภาคผนวก ข

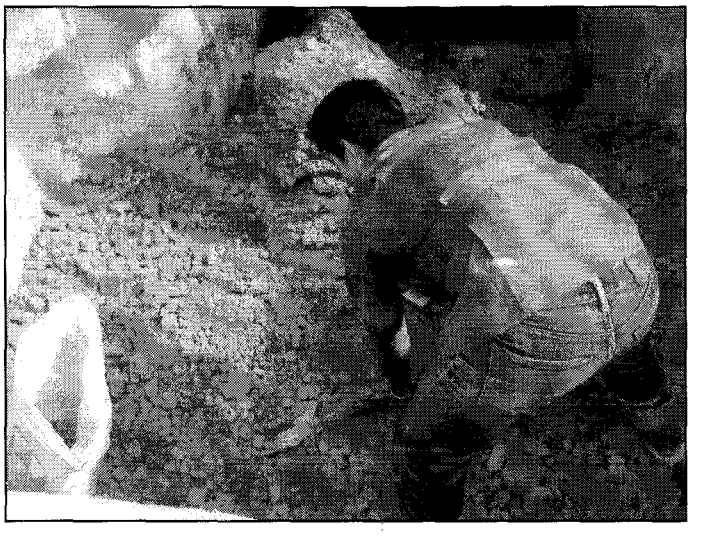
ภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ



รูป ข.1 รูปหม้อกรองน้ำเชื่อมแรงดันสูง(Rotary Pressure Filter)



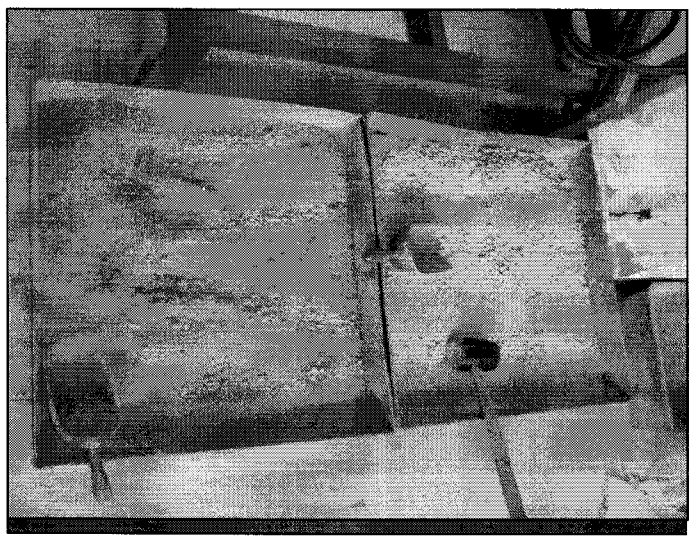
รูป ข.2 รูปเครื่องฟิลเตอร์เพรส Filter press



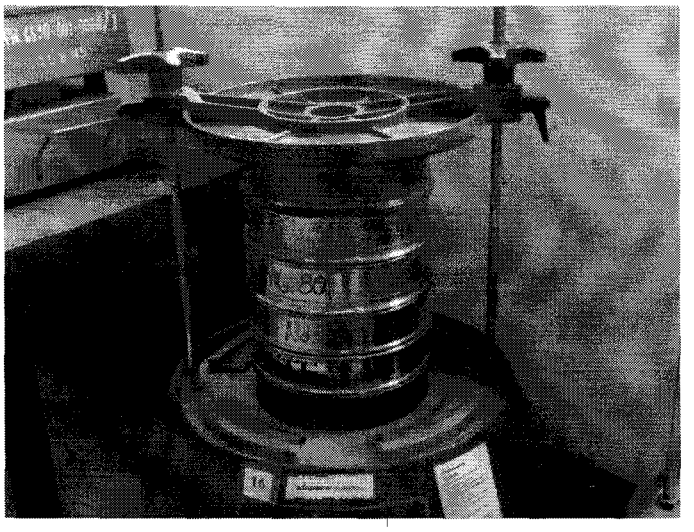
รูป ข.3 รูปตะกอนที่มาจากเครื่องฟิลเตอร์เพรส

รูป ข.4 กองตะกอนที่ขุดลอกออกจากบ่อน้ำเสีย

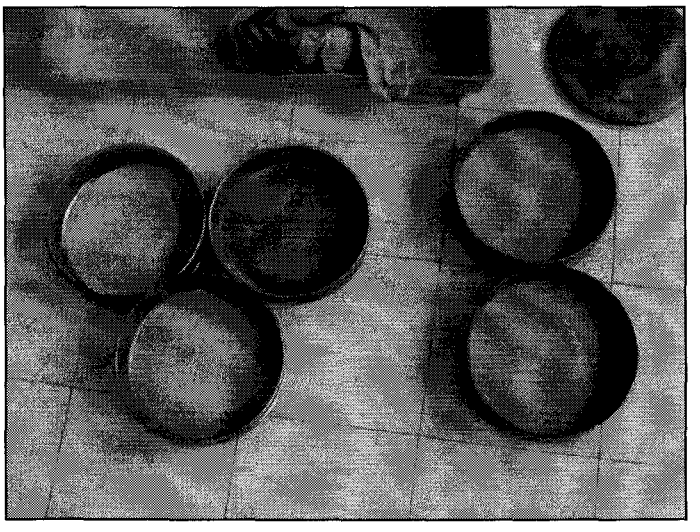
รูป ข.5 ตะกอนตัวอย่างจากเครื่องฟิลเตอร์เพรสและบ่อบำบัดน้ำเสียที่บดที่นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงด้วยเครื่องอบ



รูป ข.6 ตะกอนตัวอย่างจากเครื่องฟิลเตอร์เพรสและบ่อบำบัดน้ำเสียที่บดก่อนนำไปทำการร่อนผ่านตะแกรงไฟฟ้า

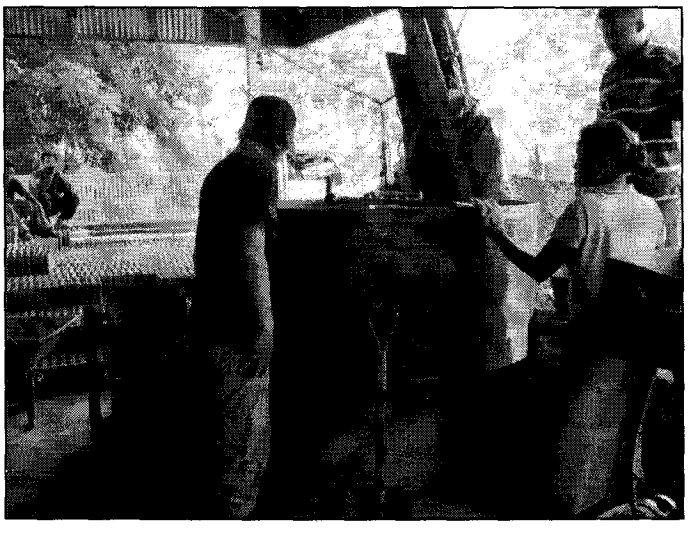


รูป ข.7 รูปตะแกรงร่อนไฟฟ้า

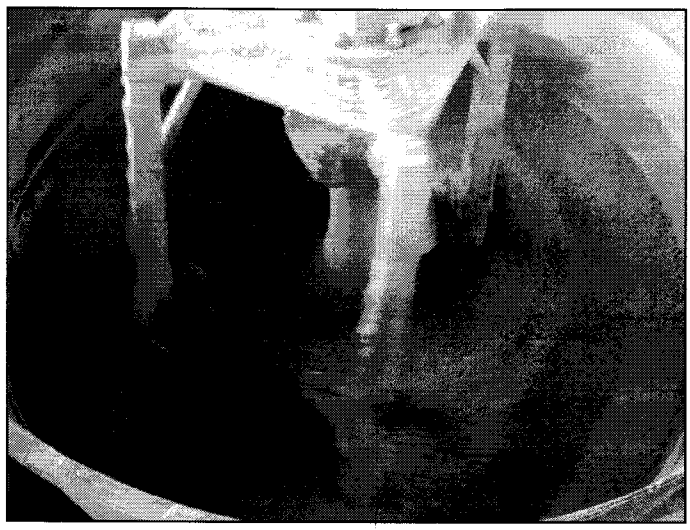


รูป ข.8 รูปตะกอนที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนไฟฟ้า

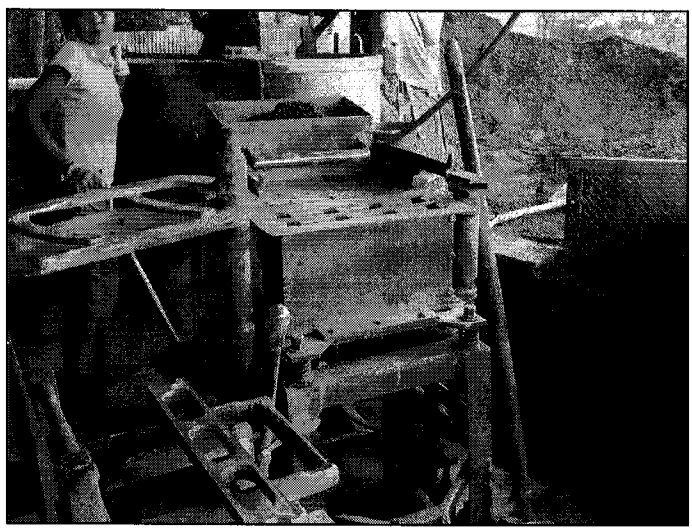
รูป ข.9 การเตรียมส่วนผสมก่อนนำไปโม่ด้วยเครื่องโม่



รูป ข.10 รูปเครื่องโม่ผสมตัวอย่าง



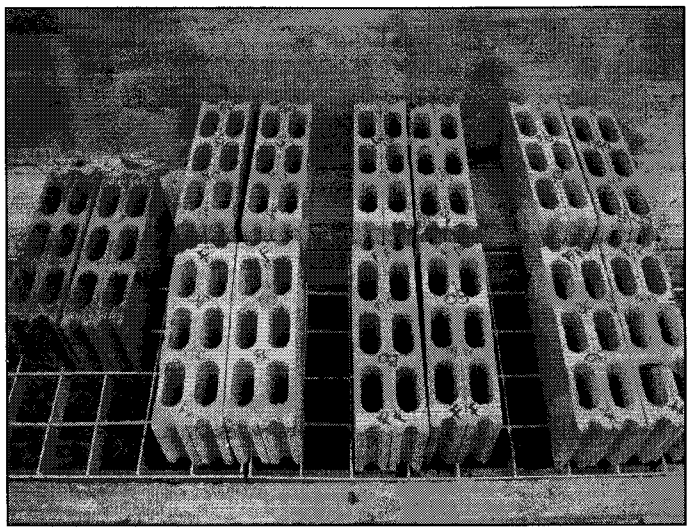
รูป ข.11 การทำงานของเครื่องโม่ผสมตัวอย่าง



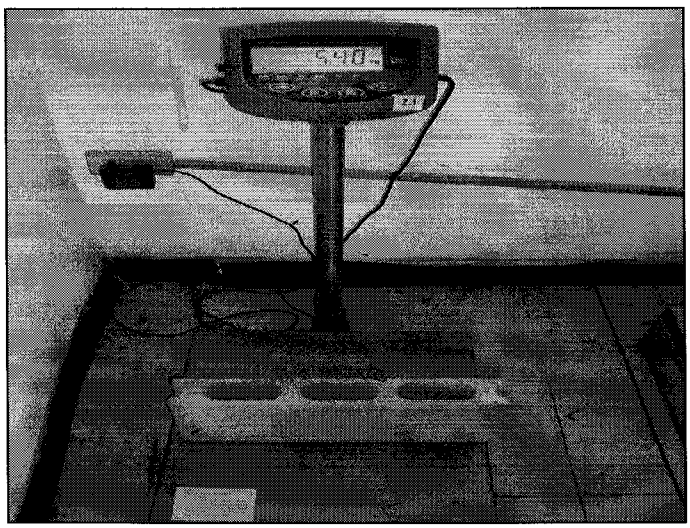
รูป ข.12 รูปเครื่องอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกก่อผนัง

รูป ข.13 ส่วนผสมที่ถูกอัดขึ้นรูปเป็นอิฐบล็อคก่อผนัง

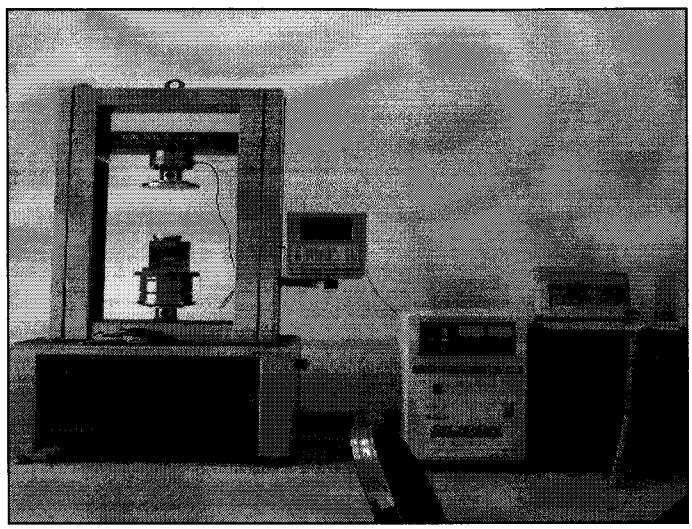
รูป ข.14 ส่วนผสมที่ถูกอัดขึ้นรูปเป็นอิฐบล็อกก่อผนังถอดแบบ
และทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง



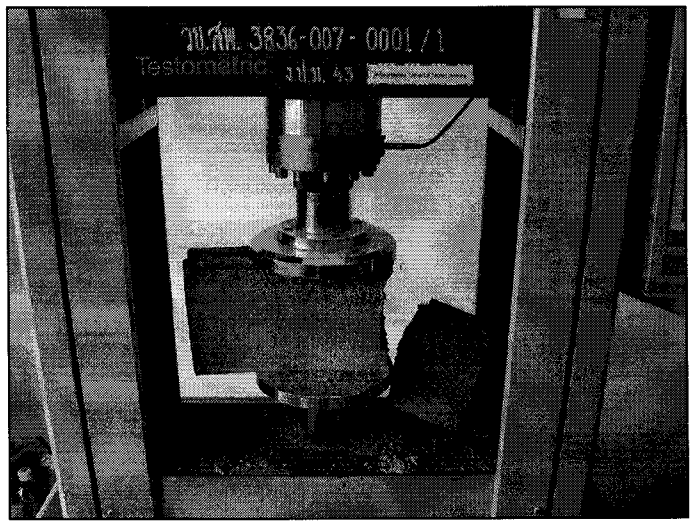
รูปที่ ง.15 ภาพการบ่มตัวอย่าง



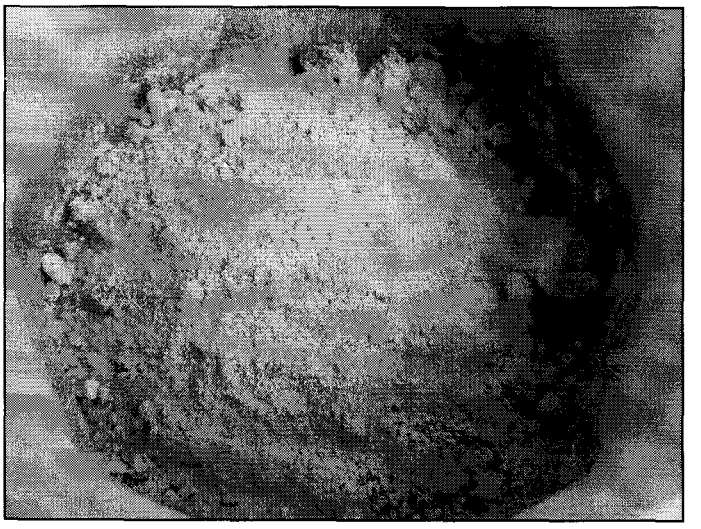
ภาพที่ ง.16 ภาพการชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่าง



รูป ข.17 เครื่องทดสอบกำลัง (Testing Machine) แบบไฮดรอลิก



ข.18 ภาพก้อนทดสอบที่รับแรงสูงสุดและเกิดการวิวัต



ข.19 ภาพตัวอย่างตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียหลังผ่านการเผา
ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส

ข.20 ภาพตัวอย่างตะกอนจากเครื่องฟิลเตอร์เพรสหลังผ่านการเผา
ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ

การประมาณราคา

ในการจัดทำคอนกรีตบล็อกปูพื้น (หนึ่งโม่ 120 ก้อน)มีราคาวัสดุดังนี้

ราคาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตราช้าง)	50	กิโลกรัม	130	บาท
ราคาราคาหินฝุ่น	471	กิโลกรัม	132	บาท
น้ำ	100	กิโลกรัม	1	บาท
ราคาค่าแรงคนงาน 2 คน			15	บาท

รวมราคาต้นทุน = 277 บาท หรือ 2.32 บาท / ก้อน

ในการจัดทำคอนกรีตบล็อกปูพื้นโดยนำตะกอนทดแทนซีเมนต์ 50 % (หนึ่งโม่ 120 ก้อน) มีราคาวัสดุดังนี้

ราคาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตราช้าง)	25	กิโลกรัม	65	บาท
ราคาราคาหินฝุ่น	471	กิโลกรัม	132	บาท
น้ำ	100	กิโลกรัม	1	บาท
ราคาค่าแรงคนงาน 2 คน			15	บาท

รวมราคาต้นทุน = 231 บาท หรือ 1.78 บาท / ก้อน

เท่ากับลดต้นทุนการผลิตอิฐบล็อกลง 0.55 บาท / ก้อน คิดเป็น 16.6 %