

## การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องร่อนดิน

### The Improvement of screening machine

ชัยยุทธ อาจวิชัย สุทธิพร วารีสุนเนิน และ กันยรัตน์ คมวัชร\*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email : kanyarat@kku.ac.th

### บทคัดย่อ

งานในโครงการนี้ เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องร่อนน้ำดินในโรงงานผลิตถ้วยเซรามิค โดยการแยกทรายออกจากน้ำดินที่นำมาผลิตถ้วยเซรามิคนั้น เนื่องจากทรายจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดความเสียหาย ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวได้ทำการพัฒนาโดยจัดทำเครื่องร่อนดินต้นแบบขึ้นมา เพื่อปรับปรุงปัญหาเรื่องระบบการร่อน ลักษณะถาดร่อน ซึ่งแบบเก่าจะเป็นระบบการร่อนแบบกะ ต้องมีการหยุดเครื่องเพื่อทำการตักเอากากทรายออกจากเครื่อง โดยก่อนร่อนน้ำดินจะมีสัดส่วนของน้ำอยู่ประมาณ 45% ซึ่งหลังจากได้ทำการร่อนสัดส่วนของน้ำในน้ำดินเท่ากับ 60 % จากการทดสอบของเครื่องร่อนที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่เป็นการร่อนแบบต่อเนื่องโดยมีทางเปิดให้กากทรายไหลเป็นมุม 0.04 องศา โดยใช้เวลาในการร่อนอย่างน้อย 1 นาที 36 วินาที พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ สัดส่วนน้ำในน้ำดินที่ 58% ซึ่งจะให้ปริมาณเนื้อดินที่สูญเสียไปกับทรายเฉลี่ย 10.03% โดยน้ำหนัก จากการได้ประเมินทางเลือกในการเลือกใช้เครื่องร่อนผลปรากฏว่า มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของเครื่องร่อนใหม่ในช่วงเวลา 5 ปี พบว่า การเลือกใช้เครื่องร่อนดินใหม่เป็นทางเลือกที่ดีกว่าการใช้เครื่องร่อนแบบเดิมที่โรงงานใช้อยู่

### 1. บทนำ

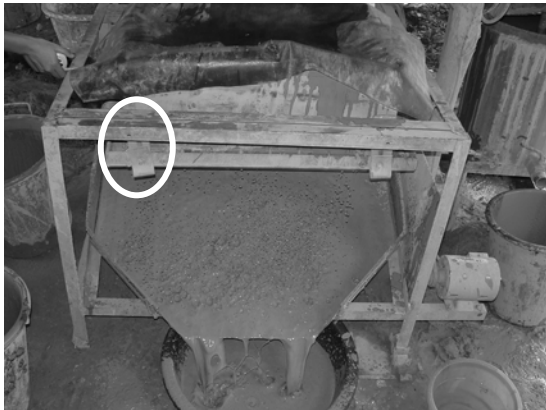
#### 1.1 หลักการและเหตุผล

จากการไปสำรวจ โรงงาน โพนพิสัย พอตเตอร์ ซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมดำเนินการผลิตถ้วยกาแฟเซรามิคโดยมีกระบวนการผลิตถ้วยกาแฟเซรามิคแบบเผาแกร่ง ซึ่งมีกระบวนการหลัก ๆ คือ กระบวนการเตรียมดิน, กระบวนการขึ้นรูป และกระบวนการเผา โดยปัญหาที่พบบ่อยอยู่ในกระบวนการเตรียมดิน เริ่มจากการนำดินวัตถุดิบมาผสมกันซึ่งประกอบด้วย ดินขาว ดินดำ และดินแดง (ดินพื้นบ้านในภาคอีสาน) ในสภาพภูมิอากาศปกติ ก่อนการผสมดินจะมีการนำดินแดงมาบดดินให้ละเอียดแล้วจึงนำเข้าผสม แต่เนื่องจากเป็นฤดูฝน จึงทำให้สภาพของดินไม่เหมาะแก่การบดจึงได้ละขั้นตอนนี้ไป เครื่องร่อนทำหน้าที่ร่อนเอากากของแข็ง เศษหิน ทราย ที่เจือปนอยู่ใน

เนื้อดินออกก่อนที่จะนำไปเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูป ซึ่งจะต้องทรายที่ปนอยู่ในน้ำดินที่จะใช้ในกระบวนการขึ้นรูปมีขนาดเล็กกว่า 120 mesh และ 90 % เล็กกว่า 150 mesh (เบญจวรรณ, 2534)



รูปที่ 1 ภาพเครื่องเก่าที่โรงงานใช้อยู่



รูปที่ 2 ภาตร้อนของเครื่องร่อนแบบเก่า

จากรูปที่ 1 เป็นเครื่องร่อนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จะใช้หลักการอาศัยแรงเหวี่ยงจากมอเตอร์ทำให้เกิดการสั่นของตะแกรงและเกิดการร่อนขึ้น (Bicudo, 2004) ในกระบวนการร่อนจะอาศัยแรงงานคนในการป้อนน้ำดินเข้าเครื่องร่อนและต้องคอยเติมน้ำเพื่อลดความหนืดให้แก่ดินอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้สัดส่วนของน้ำในน้ำดินจากเริ่มต้น 45 % เพิ่มขึ้นเป็น 60 % ซึ่งเมื่อทำงานไปได้สักระยะจะต้องมีการหยุดเครื่องเพื่อทำการตากอากาศทราย ทำให้กระบวนการร่อนดินเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และยังพบว่ามีการสูญเสียดินวัตถุดิบที่ติดไปกับทรายเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้น จากรูปที่ 2 การใช้สายพานผ้าในการควบคุมการโยกของภาตร้อน ซึ่งจะทำให้เกิดการส่ายของภาตร้อน ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ลูกเบี้ยวยังทำให้ลูกเบี้ยวซึ่งรับน้ำหนักของน้ำดินเกิดการชำรุดและระบบการร่อนแบบนี้ยังทำให้ทรายที่อยู่บนผิวตะแกรงเกิดการเสียดสี ทำให้ชั้นตะแกรงลวดเกิดการขาด ต้องมีการเปลี่ยนใหม่อยู่บ่อยครั้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าของกระบวนการและต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งทางโรงงานได้ตระหนักถึงปัญหานี้และกำลังดำเนินการหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ในส่วนนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.3.1. ศึกษากระบวนการร่อน เพื่อที่จะปรับปรุงเครื่องร่อนให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับกระบวนการผลิต

1.3.2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระบบการร่อนดิน

แบบเปียกกับกระบวนการทำแก้วเซรามิคของโรงงาน

1.3.3. ค้นคว้า วิเคราะห์และออกแบบเครื่องร่อนดินที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต

1.3.4. ติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพของ

เครื่องต้นแบบ โดยมีการกำกับและทำการเก็บข้อมูลอย่างใกล้ชิด

1.3.5. สรุปผลการดำเนินการและประเมิน

ประสิทธิภาพของโครงการ

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1. ลดต้นทุนของปริมาณดินวัตถุดิบที่สูญเสียไประหว่างกระบวนการร่อนดิน

1.2.2. เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตด้วยกาไฟฟ้าที่มีปริมาณของเสียลดลง

1.2.3. ลดจำนวนแรงงานที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการเตรียมดิน

1.2.4. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องร่อนดิน

## 1.4 แนวทางการแก้ไขปัญหาของเครื่องร่อนใหม่

### 1.4.1 ระบบการร่อน

#### ปัญหาที่พบ

เครื่องร่อนอาศัยสายพานผ้าในการควบคุมการโยกของภาตร้อนและยึดติดกับเพลลา ซึ่งทำให้ทิศทางการโยกควบคุมได้ยาก เกิดการสั่นเนื่องจากการโยกหลายทิศทาง ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ลูกเบี้ยว

#### วิธีการแก้ปัญหา

ติดตั้งระบบโยกโดยอาศัยดรัมลูกปืนแทนที่ระบบสายพานผ้า เพื่อควบคุมทิศทางการส่ายของภาตร้อนเป็นทิศทางเดียวของการร่อน

### 1.4.2 ลักษณะภาตร้อน

#### ปัญหาที่พบ

ตะแกรงร่อนยากแก่การถอดเปลี่ยนออกจากตัวเครื่องร่อน มีพื้นที่ในการร่อนน้อย และเมื่อต้องการที่จะนำกากที่ร่อนแยกได้ออกมาจากภาตร้อน ต้องทำการหยุดเครื่องเพื่อนำการตักออกโดยใช้มือโกยออกซึ่งสร้างความเสียหายแก่ตะแกรงลวด

### วิธีการแก้ปัญหา

ออกแบบตะแกรงร่อนให้สามารถถอดเปลี่ยนติดตั้งประกอบได้ง่าย และมีช่องทางให้กากที่แยกออกมาสามารถไหลออกเองได้โดยไม่ต้องทำการหยุดเครื่องเพื่อนำกากออก และเพิ่มพื้นที่ในการร่อนให้มากขึ้น ประมาณ 200 %

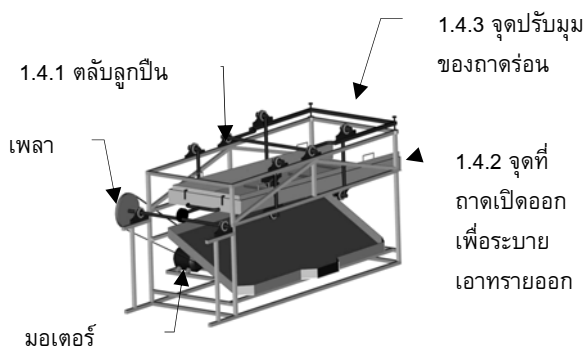
#### 1.4.3 มุมของถาดร่อน

##### ปัญหาที่พบ

มุมถาดร่อนในลักษณะแนวระนาบไม่สามารถปรับแต่งให้มีการเอียงได้ซึ่งส่งผลให้อนุภาคเกิดการอุดตันบนตะแกรง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของถาดร่อนลดลง

### วิธีการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ถาดร่อนสามารถปรับความเอียงของการร่อนได้ ในช่วงที่เหมาะสม



รูปที่ 3 ภาพแบบเครื่องร่อนเครื่องใหม่

ซึ่งเครื่องร่อนมีขนาดกว้าง 92 ซม. ยาว 200 ซม. และสูง 117 ซม. มีน้ำหนักประมาณ 300 กก. ซึ่งใช้ตะแกรงร่อนขนาด 150 mesh ในการร่อนแยกทราย

## 2. การทดลอง

### 2.1 อุปกรณ์การทดลอง

- น้ำดินจากโรงงาน โพนพิสัยพอตเตอร์ จ. ขอนแก่น
- ตู้อบแห้ง ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- แผ่นตะแกรงลวด ขนาด 150 Mesh
- เครื่องชั่งละเอียด รับน้ำหนักสูงสุดได้ 250 กิโลกรัม

- เครื่องชั่ง ที่สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 100 กิโลกรัม
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องร่อนน้ำดินแบบใหม่ (เครื่องต้นแบบ)
- เครื่องร่อนน้ำดินแบบเก่า (ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน)

### 2.2 วิธีการทดลอง

การทดลองสำหรับการออกแบบเครื่องร่อนดินที่เหมาะสมนั้น ได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง โดยแต่ละการทดลองจะมีความสำคัญแตกต่างกันไปดังนี้

#### 2.3.1 การทดลองที่ 1 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับเครื่องร่อนชนิดใหม่

เป็นการทดลองเพื่อหาค่าสัดส่วนของน้ำในน้ำดินเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุมสำหรับการทำการทดลอง ซึ่งจะใช้หลักการระเหยให้แห้งแล้วหาน้ำหนักที่หายไปทำการเปรียบเทียบกับน้ำหนักทั้งหมด

หลังจากทำการทดลองแล้วจะได้ คำน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในน้ำดิน นำมาหาค่าสัดส่วนของน้ำในเนื้อดินโดย

$$\text{Moisture Content (MC)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำ} \times 100}{\text{น้ำหนักน้ำดิน}} \dots (1)$$

หลังจากที่ได้ค่าสัดส่วนน้ำในน้ำดินมาแล้วต่อไปจะเป็นการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการร่อนในกรณีเครื่องร่อนน้ำดินใหม่ที่ได้ทำขึ้น ซึ่งจะมีการควบคุมค่าสัดส่วนของน้ำในน้ำดินและระดับความเอียงของถาดร่อน ซึ่งปริมาณน้ำดินที่ใช้จะใช้น้ำดิน 1 ถึงเท่ากัน และระดับความเอียงสูงสุดที่สามารถปรับได้จะอยู่ที่ 0.04 องศา ซึ่งเราจะนำผลการทดลองที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกัน โดยการนำเนื้อทรายที่แยกได้นำไปหาสัดส่วนเนื้อดินที่ต้องการให้หลุดผ่านตะแกรงต่อเนื้อทรายที่ต้องการให้ติดอยู่บนตะแกรง และยังมีเวลาที่ใช้สำหรับการร่อน ซึ่งเราจะเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มเทน้ำดิน จนกระทั่ง ทรายที่อยู่บนตะแกรงร่อนไหลตกออกไปจากตะแกรงร่อน

ทำการเปลี่ยนระดับความลาดเอียงของถาดร่อนจากแนวระนาบจนกระทั่งมุมของถาดร่อนมีค่า 0.05 องศา เมื่อครบแล้วจึงทำการเปลี่ยน สัดส่วนของน้ำต่อเนื้อดิน ซึ่งสัดส่วนของน้ำต่อเนื้อดินสูงสุดที่

ยอมรับได้จะอยู่ที่ 60 % ซึ่งเป็นสัดส่วนเดียวกับน้ำดินที่ผ่านการร่อนแล้วของโรงงาน

ซึ่งจากการทดลองนี้ เราจะได้กากทรายที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อนได้ ซึ่งจะตกออกจากเครื่องร่อนออกมาและทรายที่ได้จากการทดลองข้างต้นเราจะนำมาร่อนแยกอย่างละเอียดเพื่อหาสัดส่วนร้อยละของเนื้อดินต่อเนื้อทรายที่ต้องการแยก ซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

ร้อยละของเนื้อดินต่อเนื้อทรายที่ต้องการแยก

$$= \frac{\text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักกากทรายและดินแห้ง}} \times 100 \dots (2)$$

ซึ่งน้ำหนักดินหาได้จาก

น้ำหนักกากทรายและดินแห้ง – น้ำหนักทรายแห้ง

### 2.3.3 การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนน้ำดิน

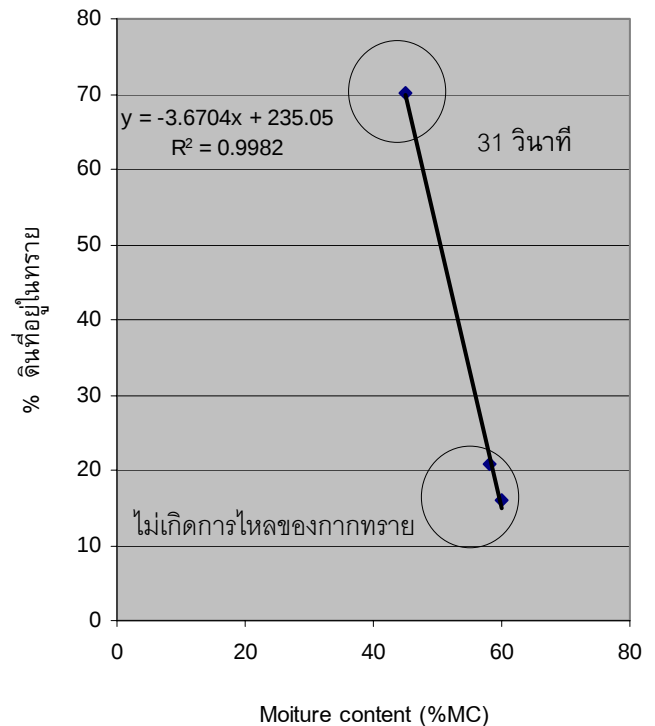
หลังจากได้เครื่องต้นแบบจากการทดลองที่ 2 แล้ว ต่อไปจึงเป็นการทดลองเครื่องต้นแบบกับสภาวะปฏิบัติการจริงในโรงงาน โดยเก็บข้อมูล เวลาที่ใช้ในการร่อนน้ำดินต่อปริมาณน้ำดิน 1 ถึง สัดส่วนของเนื้อดินที่ต้องการต่อปริมาณทรายที่ผ่านตะแกรงร่อนของเครื่องร่อน เปรียบเทียบกับ เครื่องร่อนดินชนิดเดิม จากนั้นจึงนำข้อมูลมาสรุปผลการทำงานของเครื่องร่อนดิน ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนดิน และเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการเปลี่ยนติดตั้งเครื่องร่อนดินชนิดใหม่

## 3. ผลการทดลองและอภิปราย

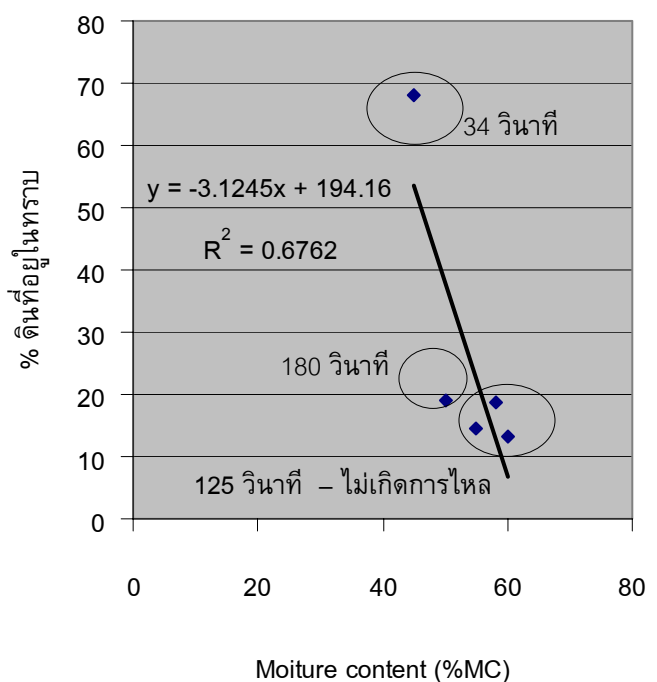
### 3.1 ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 ทางกลุ่มได้ทำการทดลองโดยใช้ค่า Moisture Content (MC) เป็นตัวแปรควบคุมในการทดลอง ซึ่งจากน้ำดินที่ได้มาจากโรงงานนั้นจะมีค่า MC อยู่ที่ 45 % ซึ่งไม่สามารถทำการร่อนได้ ทางกลุ่มจึงทำการปรับค่ามาเรื่อยๆจนกระทั่งได้ที่ MC 50 % จึงจะสามารถทำการร่อนได้ และเพื่อให้เกิดการไหลออกของทรายที่ค้างอยู่บนถาดร่อน ทางกลุ่มได้ทำการปรับความลาดเอียงของถาดร่อนจากระดับระนาบกับพื้นจนกระทั่งถึงระดับความลาดเอียง 3 ซม. จึงทำให้เกิด

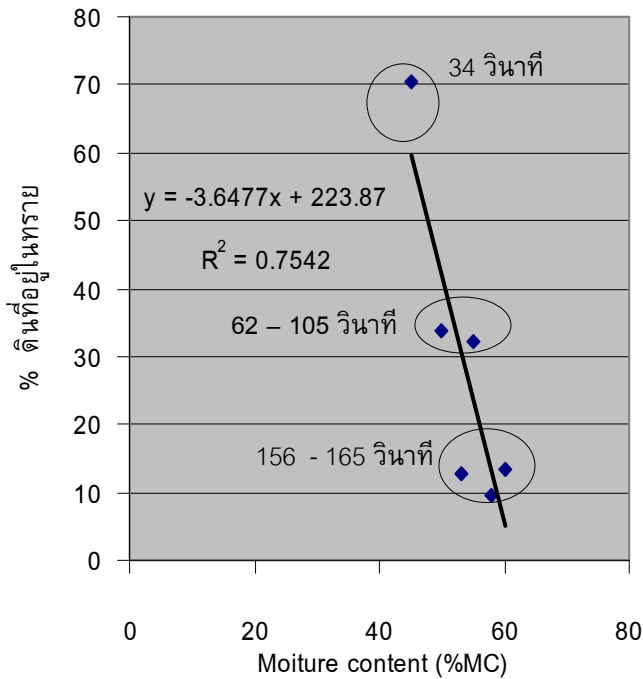
การไหลของทรายที่ติดอยู่บนตะแกรงร่อนได้



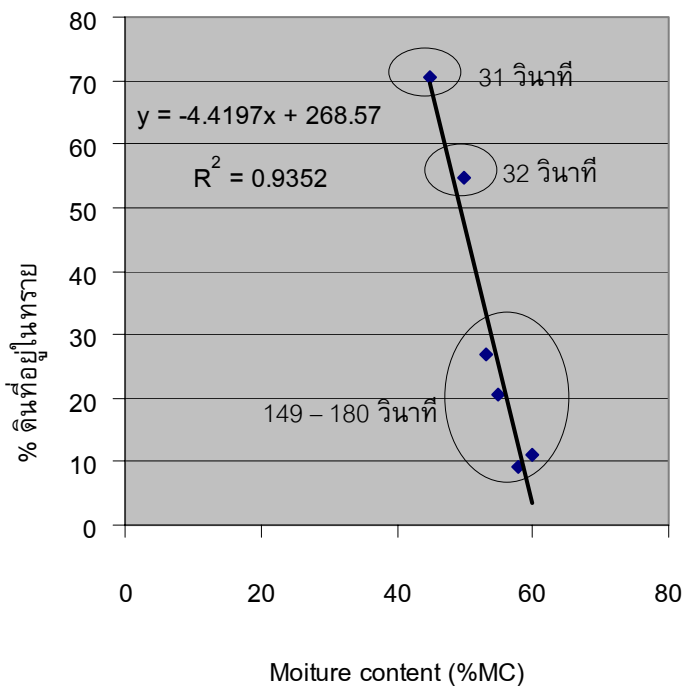
รูปที่ 4 กราฟผลการทดลองที่มุม 0.02 องศา



รูปที่ 5 กราฟผลการทดลองที่มุม 0.03 องศา



รูปที่ 6 กราฟผลการทดลองที่มุม 0.04 องศา

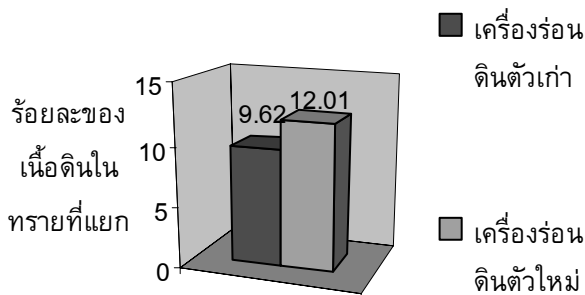


รูปที่ 7 กราฟผลการทดลองที่มุม 0.05 องศา

จากการทดลองจะพบว่า เมื่อค่าสัดส่วนของน้ำสูงขึ้นจะทำให้ค่า สัดส่วนของดินที่อยู่ในทรายที่ร้อน แยกออกมามีค่าลดลง นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อค่า สัดส่วนของน้ำในน้ำดินเพิ่มขึ้นยังทำให้เวลาที่จะทำให้ ทรายที่แยกได้ตกออกจากตัวเครื่องมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟทั้ง 4 รูปแล้ว พบว่ากราฟรูปที่ 6 และ 7 เมื่อสัดส่วนของน้ำในน้ำดินมีค่าเท่ากับ 60 จะ ทำให้เกิดการร้อนได้ดีที่มีการสูญเสียดินที่ต้องการซึ่งจะ ปนออกไปกับทรายน้อย แต่ในรูปที่ 5 นั้นจะใช้ ระยะเวลาน้อยกว่าสำหรับการที่จะทำให้ทรายตกออก จากเครื่อง และได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการ ร้อนนั้น อยู่ที่สัดส่วนของน้ำในน้ำดิน 58 % มุมของ ภาดร้อน 0.04 องศา ซึ่งทางกลุ่มได้ทำการทดลองซ้ำ อีก 6 ครั้ง จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปหาค่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.76% (สมเกียรติ, 2542)

หลังจากที่ได้สภาวะที่เหมาะสมของเครื่องร้อน ชนิดใหม่แล้ว จึงได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เครื่องร้อนเก่ากับเครื่องร้อนใหม่ โดยใช้ค่าสัดส่วนของ น้ำ 58 % และเวลาที่ใช้ในการแยกกากทรายคือ 156 วินาที จากรูปที่ 7 จะพบว่า เครื่องร้อนดินชนิดเก่า ร้อย ละของเนื้อดินในทรายที่อยู่บนตะแกรงจะสูงกว่าชนิด ใหม่ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องร้อนชนิดเก่าไม่สามารถระบาย เอาทรายออกจากภาดร้อนได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตัน ของภาดร้อน และจะทำให้เกิดการชำรุดของตะแกรงร้อน ได้ และจากผลการทดลองนี้ยังชี้ให้เห็นว่า ความสามารถ ในการระบายทรายที่อยู่บนตะแกรงร้อนออกของเครื่อง ร้อนชนิดใหม่นั้น สามารถลดการสูญเสียของวัตถุดิบเนื้อ ดินที่จะติดไปกับทรายที่ร้อนแยกได้อีกด้วย

### การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องร่อนน้ำดิน

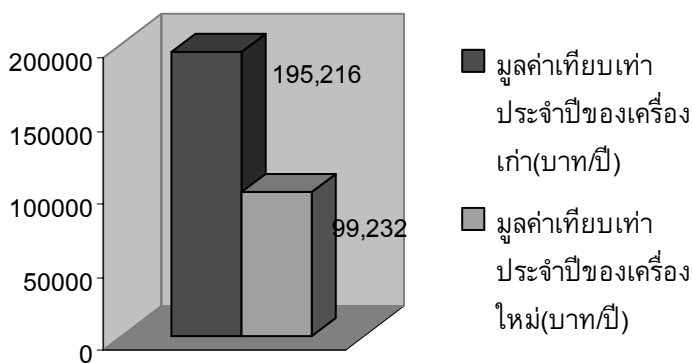


รูปที่ 8 กราฟผลการเปรียบเทียบปริมาณเนื้อดินที่ติดออกไปกับทรายที่ร่อนแยกออกมา

### 3.2 การประเมินหาทางเลือกที่จะเลือกใช้เครื่องร่อนดินเครื่องเก่าหรือเครื่องใหม่

เลือกใช้วิธีการประเมินโดยใช้การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันทางเลือกที่มีอายุเท่ากัน

#### การประเมินด้วยการเปรียบเทียบมูลค่าเทียบเท่า



รูปที่ 9 กราฟผลการประเมินด้วยการเปรียบเทียบมูลค่าเทียบเท่าประจำปี

จากกราฟรูปที่ 9 การประเมินด้วยการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบัน (Net Present value) ซึ่งประกอบด้วย เงินลงทุนติดตั้ง ค่าแรงงาน ค่าไฟ และค่าซ่อมบำรุง (สมเกียรติ, 2542) พบว่าทางเลือก

ที่ดีที่สุดคือเลือกใช้เครื่องร่อนใหม่ เนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันน้อยกว่าเครื่องร่อนเก่า

### 4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 4.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1.1 จากรูปที่ 4 ถึง 7 จะพบว่า สัดส่วนเนื้อดินที่สูญเสียไปกับกากทรายที่ร่อนแยกได้ มีค่าผกผันกับสัดส่วนของน้ำในน้ำดิน นอกจากนั้นเมื่อสัดส่วนของน้ำในน้ำดินสูงขึ้น ยังทำให้เวลาที่จะทำให้ทรายที่ร่อนแยกได้ตกออกจากตะแกรงร่อนเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนมุมของถาดร่อนนั้นมีความสัมพันธ์กับเวลาโดยตรงคือ เมื่อมุมของถาดร่อนมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการแยกกากทรายก็จะลดลง แต่เมื่อค่าของการปรับมุมมากถึงระดับหนึ่งมีผลทำให้น้ำดินไหลออกจากถาดร่อนโดยไม่เกิดการร่อนได้ จากการทดลองโดยการปรับมุมตั้งแต่ 0.02 องศา – 0.04 องศา พบว่า สภาวะที่ทำให้เกิดการร่อนที่ดีที่สุดที่ทำให้เครื่องร่อนใหม่สามารถทำงานได้ดีที่สุดสัดส่วนของน้ำในน้ำดิน 58 % และ ถาดร่อนเอียง 0.04 องศา ต้องใช้เวลาในการแยกกากทราย 156 วินาที ซึ่งจากการทดลองนี้ เรานำสภาวะดังกล่าวไปใช้กับการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนดินใหม่และเครื่องร่อนดินเก่า

4.1.2 ผลการทดลองค่อนข้างที่จะน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก วัสดุดิบที่ใช้ในการทดลองมีจำกัด และการปรับ ค่าสัดส่วนน้ำในน้ำดินทำได้ยาก

4.1.3 จากรูปที่ 7 การเปรียบเทียบผลการทำงานของเครื่องร่อนเก่าและใหม่ จะพบว่า เครื่องใหม่มีการสูญเสียของวัสดุดิบในกากที่แยกได้น้อยกว่า เครื่องร่อนเก่า ที่สภาวะการร่อนเดียวกัน เนื่องจากเครื่องร่อนดินใหม่สามารถที่จะระบายเอาทรายที่ติดอยู่บนตะแกรงร่อนออกทั้ง และยังมีส่วนที่ในการร่อนมากกว่าเครื่องร่อนเก่า ทำให้อัตราการหลุดตันของทรายที่อยู่บนตะแกรงลดลง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการร่อนสูงขึ้น และสูญเสียวัสดุดิบไปกับทรายที่ติดอยู่บนตะแกรงน้อยลง

4.1.4 การใช้สภาวะที่ดีที่สุดของเครื่องร่อนตัวใหม่ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนนั้น เนื่องจากเครื่องร่อนตัวใหม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสภาวะ

การทำงานเพื่อให้เกิดการร่อน ซึ่งช่วงของค่าสัดส่วนของน้ำในน้ำดินที่เครื่องร่อนชนิดใหม่สามารถร่อนได้จะมีค่าตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป และต้องมีการปรับความลาดเอียงของถาดร่อนซึ่งจะต้องเอียงอย่างน้อย 0.02 องศา ซึ่งต่างจากเครื่องเก่าตรงที่เครื่องเก่านั้นไม่มีขีดจำกัดทางด้านเรื่องค่าสัดส่วนของน้ำในน้ำดินทำให้สามารถทำงานได้ทุกสภาวะน้ำดิน

## 4.2 สรุปผลการใช้งานเครื่องร่อนดินที่ถูกพัฒนา

4.2.1 เครื่องร่อนสามารถทำงานได้ดี และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องมีการหยุดเครื่องเพื่อทำการตักเอาทรายและเศษหินออก

4.2.2 สามารถถอดเปลี่ยนถาดร่อนและตะแกรงร่อนทำได้ง่าย และติดตั้งง่าย การชำระชุดของตะแกรงร่อนเกิดขึ้นน้อยลง เนื่องจากไม่เกิดการยับของตะแกรงร่อน และมีการตกค้างของทรายบนตะแกรงร่อนน้อยลง

4.2.3 สามารถใช้คนเพียงแค่คนเดียวในการควบคุมกระบวนการร่อน โดยสามารถทำงานได้โดยไม่ติดขัดต่อกระบวนการร่อน

4.2.4 การชำระชุดของลูกเบี้ยวลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนมาใช้ถาลับลูกปืน ทำให้แรงที่เกิดจากการส่ายในทิศทางอื่นๆ ของถาดร่อนลดลง

4.2.5 จากการประเมินความพอใจของผู้ใช้พบว่าเครื่องต้องการพื้นที่ขนาดกว้างในการติดตั้งและใช้งานซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งและเคลื่อนย้ายบ้าง แต่เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพแล้ว นับว่าทำงานได้ขึ้นและสูญเสียเวลาในการทำงานน้อยลง

## 4.3 สรุปผลการประเมินหาทางเลือกที่จะเลือกใช้เครื่องร่อนดินเครื่องเก่าหรือเครื่องใหม่

การประเมินด้วยการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันจากการคำนวณสรุปได้ว่าทางเลือกที่ดีที่สุดคือเลือกใช้เครื่องร่อนน้ำดินใหม่ เนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบัน 99,232 บาท ซึ่งน้อยกว่าเครื่องร่อนแบบเก่าที่มีมูลค่า 195,216 บาท ซึ่งหมายถึงเครื่องร่อนน้ำดินแบบใหม่ลงทุนต่ำกว่าจึงถือว่าเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

## 4.5 ข้อเสนอแนะ

4.5.1 เพื่อให้การติดตั้งของทรายบนตะแกรงร่อนลดน้อยลง และเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

มากขึ้น ควรมีการติดตั้งหัวฉีดสเปรย์น้ำบนถาดร่อนเพื่อให้ทรายสามารถไหลได้ดีขึ้น

4.5.2 ควรบำรุงรักษาการแก้ไขให้ถาดสามารถปรับระดับความลาดเอียงได้มากขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับความยาวของแกนเพลายึดถาดด้านหน้าให้มีความยาวมากขึ้น หรือทำได้โดยวิธีอื่นๆ ตามสมควร

4.5.3 ควรมีการตรวจสอบสารหล่อลื่นบริเวณถาลับลูกปืนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะบริเวณด้านล่างของถาดร่อน และบริเวณลูกเบี้ยวเป็นประจำ เพื่อป้องกันการชำรุดของเครื่องร่อน

4.5.4 การปรับระดับของถาดร่อนควรปรับให้ได้ระนาบเดียวกัน เพื่อป้องกันการชำรุดของถาลับลูกปืนและลูกเบี้ยว

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทบทวนโครงการนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 พร้อมกับขอขอบคุณโรงงานโพนพิสัย พอตเตอร์รี่ ที่อำนวยความสะดวกและข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และขอบคุณบุคลากรทุกท่านที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

สมเกียรติ จูริเกียรติกำจร (2542), เศรษฐนันยวิศวกรรมพิมพ์ครั้งที่ 2 : หน่วยงานบรรณ งานบริการและธุรการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เบญจวรรณ จารุลิส (2534), ทรายแก้ว เอกสารเศรษฐธรณี กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีวิทยาเล่มที่ 35.

Bicudo J. R. (2004). Extension Engineer, Frequently Asked Questions about Solid-Liquid Separation Prepared, the University of Minnesota. <http://www.bae.umn.edu/>