

การพัฒนาวัตกรรมการประดิษฐ์เครื่องขุดดินฝังท่อ ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน Development of Innovation on a Pipe Trenching Machine through Project-based Learning

Received : 20 เม.ย. 2568 Revised : 5 พ.ค. 2568 Accepted : 15 พ.ค. 2568

จิตวัฒนา บุญเลิศ¹ ศรีปราษฎ์ ทิพย์เศวก² เทวนา สุตใจ³ พณิตา ตะนสะ⁴ สิริลักษณ์ บุญเลิศ⁵

Jitwattana Boonlert¹ Sriprat Theppaseuk² Thewanat Sudjai³ Pannita Tanasah⁴ Sirilak Boonlert⁵

¹⁻⁴ อาจารย์สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77140

Department of Production Technology, Bangsaphan Technical College, Prachuap Khiri Khan 77140, Thailand

⁴ อาจารย์สาขาวิชาสามัญ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Department of General Education, Bangsaphan Technical College, Prachuap Khiri Khan 77140, Thailand

Corresponding Author: E-mail: machine.bspc@gmail.COM, 081-1950793

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาวัตกรรมการประดิษฐ์เครื่องขุดดินฝังท่อผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สร้างขึ้นเพื่อศึกษาและออกแบบแผนการใช้วิธีการขุดดินแบบเดิมคือ ใช้แรงงานคนขุดด้วยจอบ หรือ ใช้รถไถ ซึ่ง วิธีการแบบเดิมนั้น ต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมากและเสียค่าใช้จ่ายมากไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีขั้นตอนการศึกษา 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องขุดดินฝังท่อ จากการศึกษา พบว่าเครื่องขุดดินฝังท่อสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.24) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความเร็วในการขุด ขนาดของร่องที่ขุด (ความกว้าง) ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของร่องที่ขุด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ข้อมูลประสิทธิภาพผลการ ทดลองเปรียบเทียบการขุดดินฝังท่อด้วยเครื่องขุดดินฝังท่อกับใช้แรงงานคน เมื่อนำเครื่องขุดดินฝังท่อ ไปให้ประชาชนที่ไม่มีประสบการณ์ในการขุดดินฝังท่อใช้ เปรียบเทียบกับใช้วิธีแบบเดิม เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 10 คน กับการขุดดินฝังท่อพีวีซีขนาด $\varnothing 1/2"$ และ 6" เครื่องขุดวางท่อสามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และงานออกมาเรียบร้อยกว่าวิธีแบบเดิมซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.56$, S.D. = 0.97) ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาหาประสิทธิภาพความพึงพอใจของเครื่องขุดดินฝังท่อ จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการศึกษาความพึงพอใจ

ของประชากรกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.91, S.D. = 0.21) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน การบำรุงรักษา ความปลอดภัยในการใช้งานระบบกลไกมีความง่ายและเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00) เครื่องขุดดินฝังท่อที่ศึกษาและสร้างขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่ง เพื่อแก้ปัญหาในการขุดดินฝังท่อให้แก่เกษตรกร อีกทั้งเป็นการลดค่าใช้จ่ายให้เกษตรกร

คำสำคัญ: การพัฒนานวัตกรรม, สิ่งประดิษฐ์, เครื่องขุดดินฝังท่อ, การเรียนรู้แบบโครงงาน, การศึกษาอาชีวศึกษา

Abstract

The research titled “Development of Innovation on a Pipe Trenching Machine through Project-based Learning” was conducted to study and design an innovation for alternative to traditional soil digging methods, such as manual labor using hoes or tractors requiring a large workforce and high costs resulting in inefficient and ineffective for long-term investment.

The study was carried out in two phases, i.e., the efficiency assessment and the investigation of users’ satisfaction. Phase 1: the evaluation of the performance of the pipe trenching machine revealed that the developed machine achieved the highest level of performance ($\bar{X}$ = 4.78, S.D. = 0.24). The aspects with the highest average scores included digging speed, trench width, and neatness of the trench rated at the highest level ($\bar{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00). The performance comparison between the machine and traditional manual digging was conducted with 10-unskilled individuals. The test involved earth digging and laying PVC pipes with diameters of Ø1½" and 6". The results showed that the machine could operate faster, easier, with neater trenching than the traditional method which was rated at a moderate level ($\bar{X}$ = 2.56, S.D. = 0.97). Phase 2: The assessment of the users’ satisfaction regarding the effectiveness of the pipe trenching machine showed that the sample group reported very high satisfaction ($\bar{X}$ = 4.91, S.D. = 0.21). The highest-rated aspects included ease of use, maintenance, safety, and simplicity in operating the mechanical system at the maximum score ($\bar{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00).

In conclusion, the developed pipe trenching machine serves as a practical solution for addressing the challenges of underground pipe installation in agriculture. It also helps reduce

labor costs and improve efficiency, offering a beneficial alternative for farmers.

Keywords: innovation development, invention, pipe trencher, project-based learning, vocational education

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในภาคอุตสาหกรรม และงานด้านช่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุนแรงงาน และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานด้วยมนุษย์โดยตรง [1] งานขุดเจาะดินเพื่อฝังท่อ เช่น ท่อประปา ท่อไฟฟ้า หรือท่อร้อยสายอินเทอร์เน็ต ถือเป็นหนึ่งในกระบวนการพื้นฐานที่ยังอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งไม่เพียงแต่สิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากรเท่านั้น แต่ยังเสี่ยงต่ออันตรายและข้อผิดพลาดจากมนุษย์ เช่น การขุดโดนท่อเก่า หรือสายไฟใต้ดินโดยไม่ตั้งใจ [2] การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพ [3][4]

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งประชาชนส่วนใหญ่ในจังหวัดประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น การปลูกสวนเงาะ สวนทุเรียน และสวนมะพร้าว เป็นต้น การปลูกพืชเหล่านี้ให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี จำเป็นต้องได้รับการดูแลอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งในด้านการใส่ปุ๋ยและการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ [5] การให้น้ำแก่พืชผลทางการเกษตรที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ ซึ่งระบบนี้ต้องอาศัยการเดินท่อหลัก และท่อแขนงครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดเพื่อรองรับสปริงเกอร์จำนวนมาก โดยท่อที่นิยมใช้ คือ ท่อพีวีซี (PVC) อย่างไรก็ตาม การติดตั้งท่อพีวีซีโดยวางลอยเหนือพื้นดินมีความเสี่ยงต่อความเสียหายจากสภาวะแวดล้อมและการแตกหัก เนื่องจากการถูกเหยียบจากเครื่องจักรกลทางการเกษตร ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายและเวลาสำหรับการบำรุงรักษาสูง [6] วิธีการป้องกันและรักษาคุณภาพของท่อให้คงทนที่สุด คือ การฝังดินท่อดังกล่าวไว้ใต้พื้นดิน แต่การขุดดินเพื่อฝังท่อในปริมาณมากเป็นปัญหาสำหรับเกษตรกร เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าราคาท่อ นอกจากนี้การขุดฝังท่อและสายไฟต่าง ๆ ยังเป็นปัญหาสำหรับผู้ปฏิบัติงานทั้งในด้านค่าใช้จ่ายและวิธีการขุดดินที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งได้แก่ 1. การใช้รถแบคโฮ ข้อเสียคือมีค่าใช้จ่ายสูงเฉลี่ยไร่ละ 4,000 บาท และทำลายสภาพพื้นที่รอบข้าง ร่องที่ขุดได้มีขนาดใหญ่และกว้างเกินความจำเป็น อีกทั้งเมื่อมีปริมาณงานน้อย เจ้าของรถไม่รับงาน 2. การใช้แรงงานคนขุด ซึ่งเป็นวิธีที่ยากลำบาก ผลงานไม่มีคุณภาพ และขาดแคลนแรงงาน จึงไม่เป็นที่นิยม 3. การใช้เครื่องขุดดินมือสองนำเข้าจากต่างประเทศ ข้อเสียคือราคาแพง ประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามโฆษณา

และต้องใช้ช่างผู้ชำนาญในการซ่อมบำรุง เมื่อเครื่องชำรุดไม่มีอะไหล่เปลี่ยน 4. การใช้เครื่องขุดดินนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพง หาซื้อยาก ซ่อมบำรุงลำบาก และไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของประเทศไทย อีกทั้งยังส่งผลให้ประเทศเสียดุลการค้ากับต่างประเทศ [7]

ด้วยเหตุนี้คณะผู้ประดิษฐ์จึงได้คิดค้นและพัฒนาเครื่องขุดดินฝังท่อเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมุ่งเน้นลดค่าใช้จ่ายทั้งแรงงานและค่าจ้างเครื่องจักร รวมถึงเพิ่มคุณภาพของงานให้สูงขึ้น หลักการทำงานของเครื่องขุดดินฝังท่อ คือ การใช้หลักการทำงานของดอกกัด (Milling Cutter) จากสาขาวิชาช่างกลโรงงานมาประยุกต์ใช้ในการขุดดินให้เป็นร่องพอดีกับขนาดท่อ โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในพื้นที่ มีความคงทน และประหยัดต้นทุนในการประดิษฐ์ เครื่องขุดดินฝังท่อนี้ถูกออกแบบให้มีหลักการทำงานง่ายต่อการใช้งานและบำรุงรักษา สามารถซ่อมบำรุงโดยช่างในชุมชนทั่วไปได้ ใช้กำลังจากเครื่องยนต์อเนกประสงค์ที่ทดรอบให้ได้ความเร็วต่ำเพื่อเพิ่มแรงในการขุดดิน พร้อมทั้งพัฒนาระบบฟันขุดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามลักษณะดินและพื้นที่ใช้งานใช้น้ำหนักของเครื่องเป็นแรงกดเพื่อช่วยในการขุดดิน สามารถควบคุมความเร็วในการขุดได้ทั้งระบบอัตโนมัติและด้วยกำลังคนตามความเหมาะสมของพื้นที่ นอกจากนี้ความกว้างของร่องขุดสามารถกำหนดได้ตามขนาดของท่อ ส่วนความลึกสามารถปรับได้ตามความต้องการ ความแข็งแรงของฟันขุดสามารถเลือกใช้ได้ตามลักษณะของพื้นที่ ตัวเครื่องมีระบบความปลอดภัยโดยมีการตัดปัดในส่วนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย โครงสร้างไม่ซับซ้อนสามารถซ่อมบำรุงและเคลื่อนย้ายได้ง่าย การเคลื่อนย้ายและการทำงานของเครื่องไม่ทำลายสภาพแวดล้อมรอบข้าง [8]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของการขุดดินฝังท่อด้วยเครื่องขุดดินฝังท่อ
- 2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องขุดดินฝังท่อ

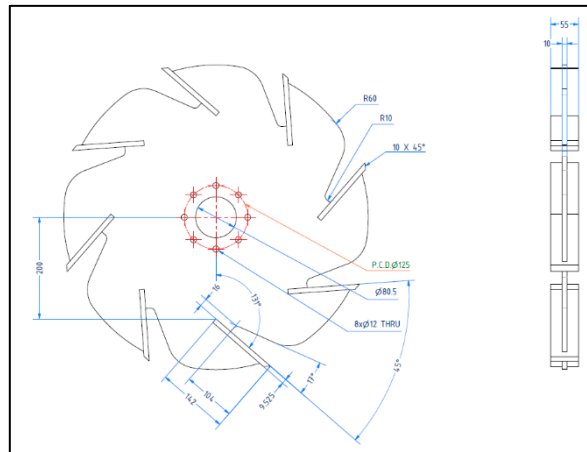
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พัฒนาเครื่องขุดดินฝังท่อ

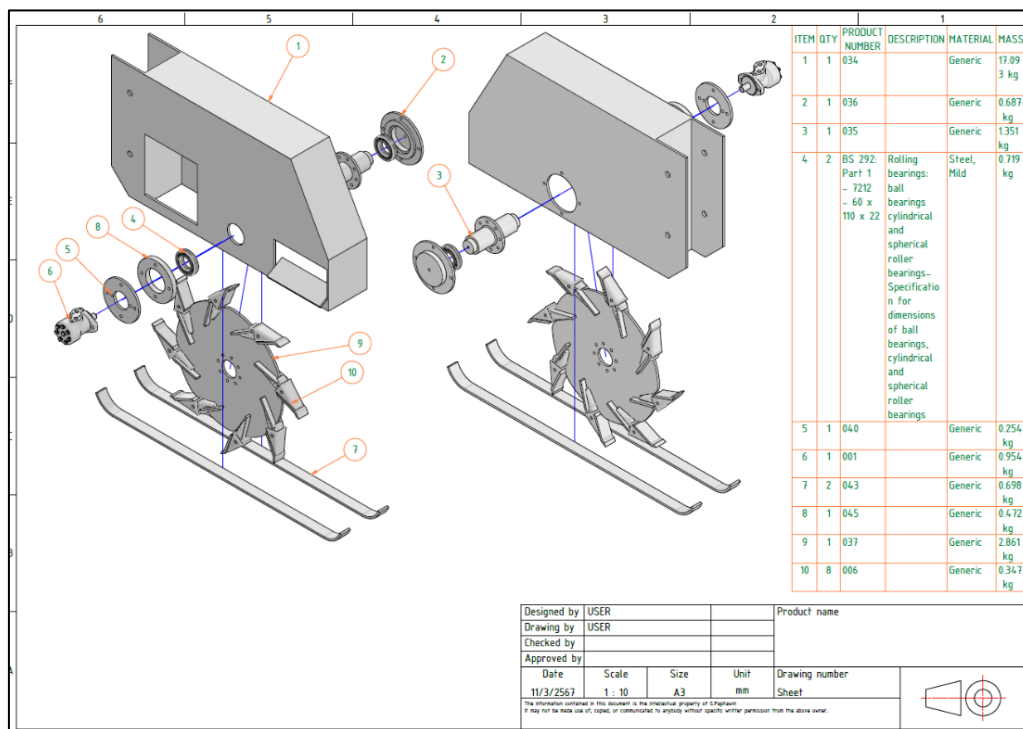
1) การออกแบบเครื่องขุดดินฝังท่อ มีความกว้าง 150 ซม. ความยาว 275 ซม. น้ำหนัก 765 กก. ลักษณะโครงสร้างทำจากเหล็กกล้า แหล่งพลังงานจากเครื่องยนต์อเนกประสงค์ 13 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง เครื่องยนต์หนึ่งเครื่องขับเคลื่อนระบบไฮดรอลิกส์เพื่อนำไปควบคุมระบบเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง ระบบเลี้ยวบังคับและระบบยกของขุดใบขุด อีกหนึ่งเครื่องใช้สำหรับขับเคลื่อนระบบขุดใบขุดผ่านชุดเกียร์ทดอัตราทด 10:1

2) หลักการทำงานทางวิศวกรรม ใช้หลักการใช้ใบชุด หลักการ Cutter Milling มีเครื่องยนต์

อเนกประสงค์ 13 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ส่งกำลังผ่านชุดเกียร์ทดอัตราทด 10:1 เพื่อให้ชุดใบชุดได้ความเร็วรอบต่ำแรงบิดสูง



ภาพที่ 1 ชุดใบชุดเครื่องชุดดินฝัगतอ



ภาพที่ 2 ภาพประกอบชุดใบชุดเครื่องชุดดินฝัगतอ

3) การสร้างต้นแบบ (Prototype) การสร้างเครื่องขุดดินฝังท่อนี้ได้มีการปรับปรุงและพัฒนา มาจากเครื่องต้นแบบตั้งแต่เครื่องขุดดิน version 1 จนถึงเครื่อง version 5 คือ เครื่องปัจจุบัน เพื่อให้เครื่อง มีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น



ภาพที่ 3 เครื่องขุดดิน



ภาพที่ 4 เครื่องขุดดิน



ภาพที่ 5 เครื่องขุดดิน version 3



ภาพที่ 6 เครื่องขุดดิน version 4



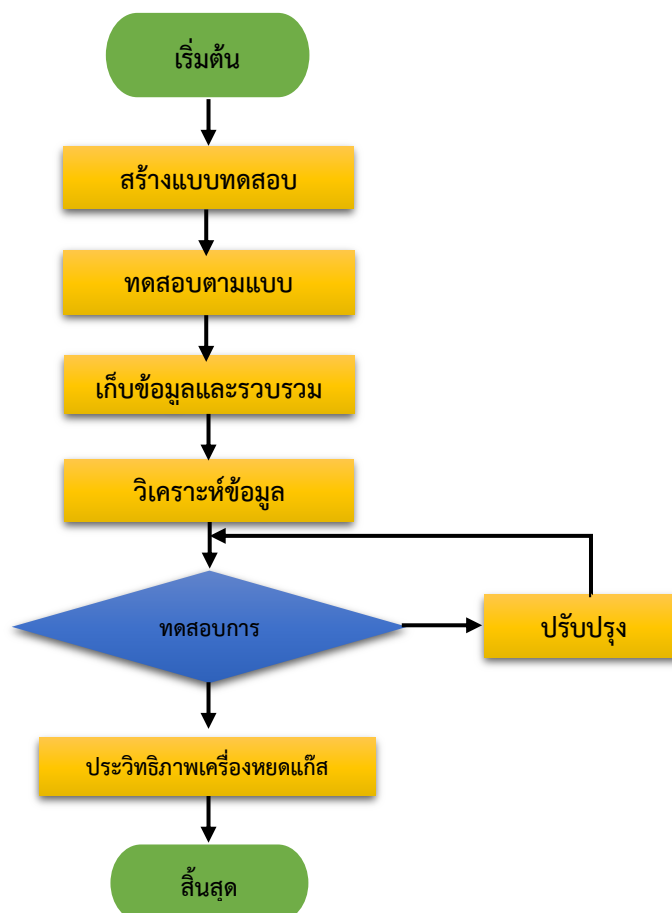
ภาพที่ 7 เครื่องขุดดิน version 5 (ปัจจุบัน)

4) การทดสอบเชิงเทคนิค ได้นำเครื่องชุดดินฝังท่อไปใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องในสภาพแวดล้อมแบบดินร่วน และดินลูกรัง โดยได้ขอสรุปตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ข้อที่	สภาพพื้นที่	ความกว้างของร่อง(ซม.)	ระดับความลึก (ซม.)	ความเร็วเฉลี่ยสูงสุด
1	ดินร่วน	7.5	10	382 ม./ชม.
2	ดินร่วน	17	37	200 ม./ชม.
3	ดินลูกรัง	7.5	10	152 ม./ชม.
4	ดินลูกรัง	17	37	77 ม./ชม.

5) แผนผังกระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อ



ภาพที่ 8 กระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ด้านคุณภาพ

1.1 ประชากร คือ กลุ่มประชาชนที่อยู่ในวัยเรียน อายุระหว่าง 17 - 23 ปี มีพื้นฐานด้านวิชาช่างแต่ยังไม่มีประสบการณ์ในการชุดวางท่อ และกลุ่มประชาชนทั่วไปในพื้นที่ชุมชน อายุระหว่าง 24 - 65 ปี ซึ่งเป็นผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านการชุดดินวางท่อ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 กับครูผู้สอนของวิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อควบคุมตัวแปรให้เหมาะสม โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2) ด้านประสิทธิภาพ

2.1 ประชากร คือ วิธีการชุดดินฝังท่อที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

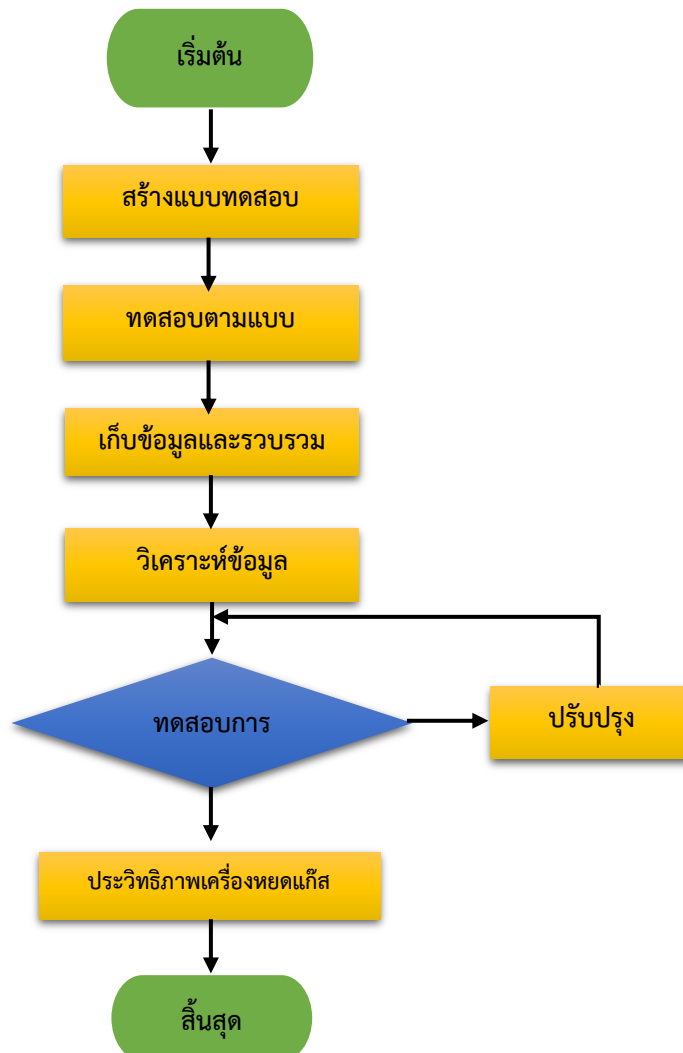
2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ เครื่องชุดดินฝังท่อ

3) ด้านความพึงพอใจ

3.1 ประชากร คือ ประชาชนที่อยู่ในวัยเรียน และประชาชนทั่วไปที่ไม่เคยมีประสบการณ์ชุดวางท่อ

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) จำนวน 10 คน

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องวิจัย



ภาพที่ 9 แสดงการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การหาคุณภาพ

- 1.1 ประสานกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) จำนวน 10 คน
- 1.2 ชี้แจงทำความเข้าใจการใช้แบบประเมินคุณภาพ
- 1.3 ตอบข้อซักถามหากมีข้อสงสัย
- 1.4 ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) จำนวน 10 คน ตอบแบบประเมิน
- 1.5) รวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบประเมิน

2) การหาประสิทธิภาพ

2.1 ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมการจัดหาหาอุปกรณ์และพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

2.2 หาประสิทธิภาพของเครื่องชุดดินฝังท่อ จำนวน 10 ครั้ง

2.3 หาประสิทธิภาพของระยะเวลาในการทดสอบ 1 ครั้ง ใช้เวลาเท่าไร

2.4 หาประสิทธิภาพของเครื่องชุดดินฝังท่อ

3) การหาความพึงพอใจ

3.1 ประสานกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) จำนวน 10 คน

3.2 ชี้แจงทำความเข้าใจการใช้แบบประเมินความพึงพอใจ

3.3 ตอบข้อซักถามหากมีข้อสงสัย

3.4 ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับ ประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช.3) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) จำนวน 10 คน ตอบแบบประเมิน

3.5 รวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบประเมิน

3.6 สรุปวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวกับการหาคุณภาพเครื่องชุดดินฝังท่อวิเคราะห์โดยหาค่า $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำเสนอเป็นตารางประกอบความความเรียงตามเกณฑ์ของ Best กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2) ข้อมูลเกี่ยวกับการประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อ วิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ เกณฑ์ต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 นำเสนอเป็นตารางประกอบความความเรียง

3) ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจเครื่องทดสอบเครื่องชุดดินฝังท่อวิเคราะห์โดยหาค่า

4) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอเป็นตารางประกอบความความเรียง ตามเกณฑ์ของ Best กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 กระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝัगतอ

ผลของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝัगतอโดยใช้ทดลองกับพื้นที่ทำการเกษตรจริงการทดสอบจำนวน 10 คน ผลการทดสอบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝัगतอ

ข้อที่	รายการตรวจสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
1	ความเร็วในการชุด	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ขนาดของร่องที่ชุด (ความกว้าง)	5.00	0.00	มากที่สุด
3	ขนาดของร่องที่ชุด (ความลึก)	4.20	0.75	มาก
4	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของร่องที่ชุด	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ความเมื่อยล้าจากการชุด	4.70	0.46	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.78	0.24	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝัगतอแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ($\bar{X}=4.78$, S.D.=0.24)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการชุดวางทอวิธีใช้แรงงานชุด

ข้อที่	รายการตรวจสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
1	ความเร็วในการชุด	2.70	0.90	ปานกลาง
2	ขนาดของร่องที่ชุด (ความกว้าง)	2.60	1.02	ปานกลาง
3	ขนาดของร่องที่ชุด (ความลึก)	2.60	1.28	ปานกลาง
4	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของร่องที่ชุด	2.20	0.75	น้อย
5	ความเมื่อยล้าจากการชุด	2.70	0.90	ปานกลาง
รวมเฉลี่ย		2.56	0.97	ปานกลาง

จากข้อมูลตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการชุดวางทอวิธีใช้แรงงานชุดแสดงให้เห็นว่าการชุดวางทอวิธีใช้แรงงานชุด สามารถใช้งานได้อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง ($\bar{X}= 2.56$, S.D.= 0.97) เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝัगतอซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด ($\bar{X}= 4.78$, S.D.= 0.24)

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการชุดวางทอวิธีใช้รถชุดไฮดรอลิก (แบคโฮ)

ข้อที่	รายการตรวจสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
1	ความเร็วในการชุด	4.30	0.78	มาก
2	ขนาดของร่องที่ชุด (ความกว้าง)	2.60	1.11	ปานกลาง
3	ขนาดของร่องที่ชุด (ความลึก)	3.50	0.81	ปานกลาง
4	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของร่องที่ชุด	2.50	0.81	น้อย
5	ความเมื่อยล้าจากการชุด	4.8	0.40	ปานกลาง
รวมเฉลี่ย		3.54	0.78	มาก

จากข้อมูลตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการขุดวางท่อวิธีใช้รถชุดไฮดรอลิก (แบคโฮ) แสดงให้เห็นว่าการขุดวางท่อวิธีใช้รถชุดไฮดรอลิก (แบคโฮ) สามารถใช้งานได้อยู่ในเกณฑ์ มาก ($\bar{X}$ = 3.54, S.D. = 0.78) เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ เครื่องชุดดินฝังท่อ ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.78, S.D. = 0.24)

4.1 ผลการพัฒนาและการหาประสิทธิภาพเครื่องเครื่องชุดดินฝังท่อ

ตารางที่ 5 ข้อสังเกตการณ์ประเมิน

ลำดับ	รายการ	วิธีการขุด		
		รถแบคโฮ	แรงงานคนขุด	เครื่องชุดดิน
1	ความเร็วในการขุดดิน	333 เมตร/ชม.	272 เมตร/ชม.	382 เมตร/ชม.
2	รายได้ต่อชั่วโมง (เมตรละ 10 บาท)	3,310 บาท	2,720 บาท	3,820 บาท
3	ความเมื่อยล้า	ไม่มี	มีมาก	ไม่มี
4	ทักษะในการใช้เครื่องมือ	ใช้ทักษะสูง	ไม่ต้องใช้ทักษะ	ไม่ต้องใช้ทักษะ
5	ความกว้างของร่อง	กว้างเกินความจำเป็นมาก	ขนาดของร่องไม่ได้มาตรฐาน	ขนาดของร่องมีความพอดี
6	ความลึกของร่อง	มีความเหมาะสม	ขนาดของร่องไม่ได้มาตรฐาน	มีความเหมาะสม
7	ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	พอใช้	ต้องปรับปรุง	ดีมาก
8	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน/ชั่วโมง	10 ลิตร x 35 บาท = 350 บาท	-	3.5 ลิตร/ชม. x 37 บาท = 129 บาท
9	ค่าใช้จ่าย (ค่าแรง)	150 บาท/ชม. x 8 = 1,200	500 บาท/วัน (ไม่มีคนรับจ้าง)	ค่าแรงงาน 500 บาท/ วัน
10	ความสะดวกในขั้นตอนฝังกลบ	ลำบาก เสียค่าใช้จ่าย จ้างแบคโฮอีกครั้ง	ลำบาก	กลบง่าย สะดวก รวดเร็ว
11	ขุดในสถานที่แคบ	ไม่สามารถทำได้	ทำได้ด้วยความลำบาก	สามารถทำงานได้
12	การทำลายสภาพแวดล้อมโดยรอบ	ทำลายอย่างมาก	-	ไม่ทำลาย
13	ราคาผลิตภัณฑ์	800,000-1,500,000	-	150,000
14	ค่าใช้จ่ายในการขุดต่อ 1,000 เมตร ประมาณ 3-3.5 ไร่	ค่าขุด 10,000	ค่าขุด 1 วัน x 500 = 500	ค่าขุด 1 วัน x 500 = 500
		ค่ากลบ 10,000 รวม 20,000	ค่ากลบ 1 วัน x 500 = 500 รวม 1,000	ค่ากลบ 1 วัน x 500 = 500 รวม 1,000

ตารางที่ 6 ข้อสังเกตการณ์ประเมิน

วิธี	ความเร็ว	ความลึก	ความกว้างของร่อง	ความเรียบร้อย
แรงงานคน	272 เมตร/ชม. (ความเร็วไม่แน่นอน)	10-20 ซม. (ไม่แน่นอน)	ไม่มีความเรียบร้อย	ต่ำ
รถแบคโฮ	333 เมตร/ชม.	เกินลึก	ใหญ่เกินความจำเป็น ไม่มีความเรียบร้อย	ต่ำ
เครื่องที่พัฒนา	382 เมตร/ชม.	จำกัดความลึกได้ตามความต้องการลึกสุด 37 ซม.	7.5-17 ซม.	สูงมาก

ใช้รถแบคโฮขุด



ใช้เครื่องขุดดินขุด



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบการใช้รถแบคโฮและเครื่องขุดดินขุด

ใช้แรงงานขุด



ใช้เครื่องขุดดินขุด



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบการใช้แรงงานและเครื่องขุดดินขุด



ภาพที่ 12 เครื่องขุดดินฝังท่อ



ภาพที่ 13 ความลึกร่องที่ได้จากเครื่องขุดดินฝังท่อ



ภาพที่ 14 ความกว้างร่องที่ได้จากเครื่องขุดดินฝังท่อ

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพผลการศึกษาความพึงพอใจของประชาชนที่อยู่ในวัยเรียน ประชาชนทั่วไปในพื้นที่ชุมชน ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ขุดวางท่อที่มีต่อเครื่องขุดดินฝังท่อ

ข้อที่	รายการตรวจสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
1	ความสะดวกในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ระบบกลไกมีความง่ายและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้	4.90	0.30	มากที่สุด
4	การบำรุงรักษา	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
6	ขนาดมีความเหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
7	น้ำหนักมีความเหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
8	การผลิตเชิงพาณิชย์	4.80	0.60	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.91	0.21	มากที่สุด

จากข้อมูลตารางที่ 6 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูลผลแสดงค่าเฉลี่ย ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพ และคุณภาพเครื่องขุดดินฝังท่อ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสอบถาม มีความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.21) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน ระบบกลไกมีความง่ายและเหมาะสม การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00)

6. สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

กระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อผลของการทดสอบ ประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อโดยใช้พื้นที่ทำการเกษตร และผู้ทำการทดลองจำนวน 10 คน ผลการ ทดลองใช้สามารถชุดวางท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพจากการศึกษา สามารถสรุปผลการศึกษา ได้ว่า เครื่องชุดดินฝังท่อที่ได้จากการออกแบบแล้วนำไปตรวจสอบ ประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ค่าเฉลี่ย ผลการตรวจสอบ ประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อที่ตอบ แบบสอบถาม มีความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.24) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ได้แก่ ความเร็วในการชุด ขนาดของร่องที่ชุด (ความกว้าง) และความเป็น ระเบียบเรียบร้อยของร่องที่ชุด

ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องชุดดินฝังท่อได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูล โดยนำ แบบสอบถามที่เสร็จสมบูรณ์ ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ที่ได้ทดลองใช้งาน และนำมาวิเคราะห์ ระดับความคิดเห็นการใช้เครื่องชุดดินฝังท่อ 8 ด้าน โดยใช้ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.21) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน ระบบกลไกมีความง่ายและเหมาะสม การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้งาน

6.2 อภิปรายผล

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเครื่องชุดดินฝังท่อที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความเร็วในการชุด ความเรียบร้อยของร่องดิน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะในมิติของการใช้งานจริง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน มีความเห็นในระดับ “มากที่สุด” ต่อประเด็นต่าง ๆ เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ระบบกลไกที่เหมาะสม ความง่ายในการบำรุงรักษา และความปลอดภัย โดยได้ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.21) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่มุ่งวิเคราะห์และพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยลดเวลาและแรงงานในการชุดดินวางท่อ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ ผลการวิจัยสอดคล้องกับผลงานของ[9] ซึ่งระบุว่าเครื่องจักรที่สามารถควบคุมความกว้างและความลึกของร่องได้อย่างแม่นยำจะช่วยลดความล้มเหลวของระบบท่อในระยะยาว และสามารถลดต้นทุนด้านการซ่อมบำรุงของถนนและระบบท่อได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับงานของ [10] ที่เน้นถึงความสำคัญของพารามิเตอร์ทางเรขาคณิต เช่น ความกว้างของร่องดิน และความลึกของดินคลุม ที่มีผลต่อการกระจายแรงในระบบดิน-ท่อ และการหลุดตัวของ ผิวถนนเหนือท่อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องชุดดินฝังท่อที่สามารถควบคุมความลึกและความกว้างของร่องได้ดี ย่อมส่งผลดีต่อประสิทธิภาพของระบบท่อในภาพรวม ในแง่ของระบบดิน-ท่อโดยรวม งานของ [11] ได้เน้นให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างวัสดุท่อ ความแข็งแรง และสภาพของร่องดิน ซึ่งสนับสนุนแนวคิดที่ว่า สมรรถนะของระบบระบายน้ำ

ไต้ดินไม่ได้ขึ้นอยู่เพียงแค่ลักษณะของตัวทอ แต่ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการติดตั้งและพารามิเตอร์ทางเรขาคณิตของร่องดินด้วย ดังนั้น การที่เครื่องชุดดินสามารถควบคุมลักษณะร่องได้อย่างแม่นยำ ย่อมมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของงานติดตั้งและอายุการใช้งานของระบบทอ การศึกษาครั้งนี้ยังสะท้อนแนวคิดของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) ตาม [3] ที่เสนอว่า การเรียนรู้โดยลงมือทำโครงการจริงและประเมินผลจากการใช้งานจริง ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์จริงได้ดี อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดในด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่างซึ่งยังอยู่ในวงจำกัดเพียง 10 คน และไม่มี การทดสอบภาคสนามในสภาพพื้นที่ที่หลากหลาย เช่น พื้นที่ลาดชันหรือพื้นที่น้ำท่วมขัง ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องชุดดิน นอกจากนี้ยังไม่มี การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในแง่ของต้นทุนการผลิต การบำรุงรักษา และต้นทุนตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง

6.3 ประโยชน์

- 1) ใช้งานง่าย ชุดได้อย่างรวดเร็ว ร่องที่ได้มีความสม่ำเสมอทั้งในด้านความลึก และความกว้างไม่ทำให้พื้นที่เสียหาย
- 2) ประหยัดเวลา น้ำหนักพอดิ รูปแบบกะทัดรัด บำรุงรักษาง่าย
- 3) มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้

6.4 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตเครื่องชุดดินฝัगतอและ การใช้งานให้กับเกษตรกรที่ต้องการใช้เครื่องชุดดินฝัगतอ
- 2) ควรนำเครื่องชุดดินฝัगतอที่สร้างขึ้นไปพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพการผลิตให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป
- 3) เพื่อสามารถนำไปจำหน่ายได้และเข้าถึงเกษตรกรอย่างแท้จริงควรมีการ เผยแพร่ผลงานของเครื่องชุดดินฝัगतอทางสื่อมวลชน

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2562). รายงานภาพรวมสถานการณ์นวัตกรรมประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ.
- [2] กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2564). แนวทางการชุดวางระบบสาธารณูปโภคไต้ดินอย่างปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงมหาดไทย.
- [3] Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. San Rafael, CA: The Autodesk Foundation.

- [4] ศูนย์ส่งเสริมการสอนแบบโครงงาน มหาวิทยาลัยมหิดล. (2561). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [5] กรมวิชาการเกษตร. (2563). คู่มือการจัดการน้ำเพื่อการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เกษตรกรรม.
- [6] สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. (2564). รายงานสถานการณ์เกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.
- [7] กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. (2562). รายงานการวิเคราะห์ตลาดเครื่องจักรกลเกษตร.
- [8] การศึกษา. นวัตกรรม. (2025). งานวิจัยการเรียนรู้แบบโครงงานสำหรับนวัตกรรมการขุดเจาะดินและการฝังท่อ.
- [9] Yilmaz, I., Gunaydin, O., & Bascetin, A. (2017). Selection of trench excavation machines using analytic hierarchy process (AHP): A case study from Turkey. *Automation in Construction*, 81, 60–68.
- [10] Tomaselli, A., Di Mariano, A., & Giardina, G. (2019). Soil-pipe interaction in buried pipeline systems: Influence of trench geometry and pipe stiffness. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 88, 113–124.
- [11] Moser, A. P., & Folkman, S. (2001). *Buried pipe design* (3rd ed.). McGraw-Hill.