โครงการศึกษาและพัฒนา
เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

นายวิสุทธิ์ เลิศไกร
นางสาวโชติวรรณ พัฒนจันทร์
นายวุฒิชัย แพงคำรัก
กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร
สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน
สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คำนำ

โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรได้ดำเนินการวิจัยภายใต้กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน โดยดำเนินการวิจัยตั้งแต่ ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลการวางท่อส่งน้ำเกษตรของเกษตรกรและนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาสร้างต้นแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรที่เหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกรรายย่อย ในการทำการวิจัยนี้จะเริ่มตั้งแต่การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ วางแผนการทำการทดสอบและเก็บข้อมูล และสรุปผลการทดสอบ

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยชิ้นนี้จะมีประโยชน์แก่นักวิจัย ตลอดจนเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน และ ผู้สนใจโดยทั่วไป ที่จะได้ศึกษาและนำเทคโนโลยีทางการเกษตรนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คณะผู้วิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

กิจกรรมการเกษตรที่เกี่ยวกับการปลูกพืชได้พัฒนาการจากการปลูกเพื่อไว้บริโภคมาสู่การปลูกพืชในระบบเศรษฐกิจเพื่อเป็นการค้า ความต้องใช้น้ำภาคการเกษตรมีมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลิตผลต่อพื้นที่และมีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค การใช้น้ำอย่างมีคุณค่าและประหยัดทำให้มีประสิทธิภาพ วิธีการส่งน้ำและการกระจายน้ำที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจะมีส่วนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงขึ้น การส่งน้ำด้วยท่อจึงเป็นทางเลือกที่ดีช่วยลดการสูญเสียน้ำ เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย ภาครัฐดำเนินการจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่และโครงข่ายระบบส่งน้ำสำหรับจัดส่งน้ำให้แก่เกษตรกร โดยการก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดใหญ่ต่าง ๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย สระเก็บน้ำ ฯลฯ ให้เป็นแหล่งน้ำต้นทุนและจัดส่งผ่านระบบชลประทานต่าง ๆ เพื่อให้การใช้น้ำครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น นอกจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ภาครัฐจัดหายังมีแหล่งน้ำในแปลงของเกษตรกรที่ได้จัดหาตามศักยภาพของแต่ละพื้นที่ เช่น สระประจำไร่นา บ่อบาดาล เพื่อให้มีน้ำเพียงพอแก่การเพาะปลูก

ในการใช้น้ำหรือนำน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เป็นกิจกรรมในแปลงที่เกษตรกรต้องลงทุนและดำเนินการเอง การใช้น้ำในการทำการเกษตรจะขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูกและวิธีการดูแลบำรุงรักษา โดยพืชที่ปลูกและต้องการใช้น้ำจำนวนมาก เช่น การทำนา ต้องให้น้ำแบบท่วมเป็นผืนเกษตรกรสามารถเปิดหรือนำน้ำจาก แหล่งน้ำด้วยวิธีการที่สามารถนำน้ำได้ง่ายและปริมาณมากที่สุด ส่วนใหญ่มีระบบปิด-เปิด ด้วยบานประตูจากคลองชลประทาน ระบบส่งน้ำเป็นลักษณะคู คลอง เนื่องจากต้องการปริมาณน้ำจำนวนมาก และมีพื้นที่ราบเรียบ แต่ในกลุ่มของพืชสวนหรือพืชที่ปลูกไม่ให้น้ำท่วมขัง หรือพืชที่ปลูกในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำต้นทุน เกษตรกรนิยมใช้ระบบการส่งน้ำด้วยท่อเนื่องจากเป็นวิธีการที่ลดการสูญเสียน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรต้องลงทุนในระบบท่อส่งน้ำค่อนข้างสูงจึงมีการดูแลรักษาไม่ให้เกิดความเสียหายกับระบบส่งน้ำ และการวางท่อต่าง ๆ ให้เรียบร้อยไม่กีดขวางการทำงานในแปลง จึงนิยมการฝังท่อไว้ในดิน ที่ผ่านเกษตรกรต้อง จ้างแรงงานเพื่อขุดดินวางท่อ หรือดำเนินการด้วยตัวเองซึ่งมีอัตราค่าจ้างค่อนข้างสูงและหากดำเนินการเองจะทำให้เหนื่อยยาก ประกอบกับในปัจจุบันเกษตรกรไทยส่วนใหญ่เป็นผู้สูงวัย จึงทำให้การขุดดินเพื่อวางท่อน้ำเกษตรในแปลงเป็นปัญหาที่เกษตรกรต้องพบเจอมาอย่างต่อเนื่อง กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน ส.ป.ก. จึงมีแนวคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือในการขุดร่องเพื่อวางท่อน้ำเกษตรให้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ต้นทุนไม่สูง กลไกการทำงานไม่ซับซ้อน และสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคาดหวังจะให้เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้โดยง่าย จะส่งผลให้เกษตรกรมีความสะดวกและรวดเร็วในการวางท่อส่งน้ำในการทำเกษตรได้ตามที่ต้องการ

ในการวิจัยโดยการศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร มีการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการวางท่อน้ำเกษตร ได้แก่ คุณลักษณะของดิน ความลึกที่ต้องการ ชนิดและประเภทของท่อส่งน้ำที่เกษตรกรต้องใช้ในแปลง และทฤษฎีเกี่ยวกับวัสดุเหล็ก สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการขุดดินวางท่อต่างๆ จนนำมาสู่การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องขุดวางท่อเกษตรขึ้นมา

<u>รูปแบบของเครื่องขุด</u>

ในการออกแบบสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเป็นลักษณะรถเข็นติดตั้งเครื่องยนต์เบนซิน 8 แรงม้าส่งกำลังและทดรอบด้วยสายมู่เล่สายพาน กำหนดรอบการทำงานประมาณ 150 รอบต่อนาที ล้อขุดเป็นล้อเหล็กติดตั้งใบมีดขุดที่ทำจากเหล็กแหนบรถยนต์ จำนวน 6 ใบ ขนาดล้อขุดวัดจากแกนเพลาไปถึงปลายใบมีดมีรัศมี 0.35 เมตร ขนาดความหนาล้อขุด 10 เซนติเมตร

<u>ผลการทดสอบ</u>

การทดลองเพื่อต้องการทราบข้อมูลคุณสมบัติของเครื่องขุด ได้แก่ ความสามารถในการทำงานต่อเวลา ขนาดความกว้างและความลึกของร่องที่ขุด การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการขุดร่องวางท่อด้วยจอบ เมื่อได้ผลเปรียบเทียบแล้วจึงมาวิเคราะห์จุดคืนทุนในการสร้างเครื่อง ในการทดลองโดยเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถัง กำหนดแนวทดสอบแล้วทำการทดสอบ ผลปรากฏว่าเครื่องขุดร่องวางท่อมีความสามารถทำงาน 1.01 เมตรต่อนาที ขนาดร่องกว้าง 14 เซนติเมตร ร่องลึก 21 เซนติเมตร อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 0.16 ลิตรต่อเมตร (0.5 ลิตรต่อระยะทาง 30 เมตร) และการทดสอบการขุดด้วยจอบ มีความสามารถทำงานได้ 0.261 เมตรต่อนาที ที่ความลึกเท่ากัน แต่ความกว้างปากร่องวัดได้ 27 เซนติเมตร และจากการทดสอบได้พบสิ่งที่ต้องมีการปรับปรุงพัฒนาเครื่องขุดที่เกิดขึ้นเล็กน้อย ได้แก่ 1) การลื่นของสายพานเกิดขึ้นเมื่อเร่งขุด 2) มีการสั่นสะเทือนของการขุดถึงมือผู้ทำการขุดทำให้ปวดเมื่อได้ง่าย 3) ยังมีเศษดินบางส่วนหล่นไปในร่องที่ขุดผ่านไปแล้ว ซึ่งบางครั้งต้องมีการนำดินออกจากร่องก่อนการวางท่อ

การวิเคราะห์จุดคืนทุน

เพื่อทำให้ทราบถึงความคุ้มค่าหากเกษตรกรสนใจจัดหาหรือสร้างขึ้นมาใช้งาน โดยต้นทุนของเครื่องขุดอยู่ที่ 7,500 บาท ในการประเมินสมมติอัตราค่าจ้างแรงงาน 350 บาท /วัน ในการทำงาน 6 ชั่วโมงต่อวัน โดยประเมินความสามารถการทำงานของเครื่องขุดได้ระยะทาง 363.27 เมตรต่อวัน ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 6 ลิตรต่อวัน ราคาน้ำมันที่ 30 บาทต่อลิตร เมื่อรวมค่าใช้จ่ายทำให้ทราจึงมีค่าต้นทุนน้ำมัน 180 บาท รวมกับค่าแรงงานอีก 350 บาท ทำให้หากมีเครื่องขุดจะมีค่าใช้จ่ายต่อวันรวม 530 บาทต่อวัน แต่เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานต่อหน่วย ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขุดด้วยเครื่องขุดร่องประมาณ 1.46 บาทต่อเมตร แต่การขุดด้วยจอบมีค่าใช้จ่ายประมาณ 3.72 บาทต่อเมตร เมื่อนำตัวเลขต่างๆ มาทำการวิเคราะห์จุดคุ้มของต้นทุนเครื่องคือการทำงานของเครื่องในระยะทาง 3,318.5 เมตร จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องขุดเท่ากับค่าต้นทุนในการจัดหาหรือสร้างเครื่องขุดร่องขึ้นมาใช้งานแล้ว

.

บทสรุป

เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกต่อเกษตรกรโดยเฉพาะชาวสวนผลไม้หรือแปลงพืชไร่พืชผักที่ต้องการฝังท่อกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูกไม่ให้ท่อไปกีดขวางในแปลง อีกทั้งเพื่อยืดอายุการใช้งานของท่อเกษตร โดยตัวเครื่องขุดฯ มีขนาดกระทัดรัดสะดวกต่อการใช้งานสามารถเข้าทำงานในพื้นที่แคบได้ จะช่วยลดความเหนื่อยยากในการขุดร่องวางท่อเกษตรของเกษตรกร และมีราคาหรือต้นทุนในการสร้างค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีขนาดใหญ่นั่งขับได้แต่ราคาสูงกว่าหลายเท่า เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเป็นผลงานวิจัยที่สร้างขึ้นมีผลการทดสอบในสภาพพื้นที่จริงมีอัตราการทำงานที่ 1.01 เมตรต่อนาที แต่การขุดด้วยจอบจะมีความสามารถขุดร่องให้มีความลึกเท่ากันมีอัตราการทำงาน 0.261 เมตรต่อนาที จึงสรุปได้ว่าเครื่องขุดทำงานได้เร็วกว่าการขุดด้วยจอบ 0.749 เมตรต่อนาที จึงนับได้ว่าเครื่องขุดมีศักยภาพมากกว่าจอบมากถึง 3.87 เท่า

ในการทำงานจริงจะใช้แรงงานเท่ากันทั้งการขุดด้วยจอบและการขุดด้วยเครื่องขุด แต่การขุดด้วยเครื่องจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมา คือ น้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นนอกจากค่าแรงงานแล้วจะต้องรวมค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าด้วยกัน ในการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 8 แรงม้า และจากการทดสอบรวมระยะทางขุด 30 เมตร ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 0.5 ลิตร สำหรับขนาดของร่องขุดจะมีความลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ขนาดร่องออกแบบไว้ 10 เซติเมตร แต่เมื่อทำงานจริงขนาดร่องจะโตกว่าที่ออกแบบไว้เนื่องจากการทำงานของเครื่องต้นกำลังส่งแรงสั่นสะเทือนไปถึงชุดขุดจึงมีโอกาสที่มีการขยับตัวของล้อขุด ในการทดสอบจะมีขนาดร่องกว้าง 14 เซนติเมตร ขนาดท่อที่นำมาฝังได้สูงสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และแนวร่องขุดจะสวยงามเป็นระเบียบ

สำหรับส่วนประกอบของเครื่องสร้างจากเหล็กเป็นหลัก ประกอบด้วยโครงสร้างหลักทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนประกอบต่างๆ โดยมีล้อขุดและระบบส่งกำลังทำงานพร้อมกัน ขนาดของเครื่องกว้าง 0.50 เมตร สูง 0.40 เมตร ความยาวตัวเครื่อง 1.20 เมตร น้ำหนักประมาณ 45 กิโลกรัม มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุ 7,500 บาท

ข้อเสนอแนะ

1) การใช้งานเครื่องขุดวางท่อเกษตรที่สร้างขึ้นจะมีความลึกจำกัดที่ 20 เซนติเมตร ทำให้คงเหลือความลึกดินถมหลังท่อไม่มากนัก ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงเหมาะกับการใช้ในกลุ่มพืชสวนหรือในพื้นที่ที่ไม่มีการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่วิ่งเหยียบแนวท่อ มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับท่อส่งน้ำได้

2) ในขณะเครื่องขุดทำงานดินที่ขุดขึ้นมาจะยังมีบางส่วนยังหล่นลงไปในร่องจึงควรมีการกวาดดินที่ตกหล่นขึ้นมาจากร่องก่อนทำการวางท่อและฝังกลบต่อไป

3) เนื่องจากเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยสามารถใช้งบประมาณไปสนับสนุนต่อยอดการพัฒนาต่อไป

4) นอกจากเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรจะใช้เพื่อการวางท่อของเกษตรกรแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ขุดร่องเพื่อระบายน้ำขังในแปลงเกษตรได้

5) การวางท่อเกษตรมักจะเป็นการวางแบบถาวร ในแปลงปลูกแต่ละแปลงจะวางเพียงครั้งเดียวในช่วงเวลาหลายปี เครื่องขุดร่องเกษตร 1 เครื่อง ทำงานได้มากเพื่อลดต้นทุนการทำเกษตรและประหยัดงบประมาณของเกษตรกร ควรมีการรวมกลุ่มเกษตรกรและจัดหามาใช้ร่วมกัน จะทำให้เกิดความคุ้มค่ามากกว่าจัดหามาเป็นเจ้าของเดิม

6) หากเกษตรกรประสงค์ที่จะจัดหามาใช้ประจำแปลงของตนเอง แต่การใช้งานไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สามารถนำเครื่องต้นกำลังไปใช้กับเครื่องจักรกลอื่นๆ จะส่งผลให้เกษตรกรประหยัดต้นทุนและใช้ต้นกำลังอย่างคุ้มค่าในที่สุด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเพื่อเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกต่อเกษตรกรโดยเฉพาะชาวสวนผลไม้ หรือแปลงพืชไร่ พืชผักที่ต้องการฝังท่อกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูกไม่ให้ท่อไปกีดขวางในแปลง เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบสร้างจากเหล็กเป็นหลัก ประกอบด้วยโครงสร้างหลักทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ โดยมีล้อขุดและระบบส่งกำลังทำงานพร้อมกัน ขนาดของเครื่องกว้าง 0.50 เมตร สูง 0.40 เมตร ความยาวตัวเครื่อง 1.20 เมตร น้ำหนักประมาณ 45 กิโลกรัม เครื่องต้นกำลังคือเครื่องยนต์เบนซินขนาด 8 แรงม้า ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำทดสอบการทำงานของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเปรียบเทียบกับการขุดด้วยจอบโดยใช้แรงงานคนในสภาพพื้นที่จริง พบว่าเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรมีอัตราการทำงานที่ 1.01 เมตรต่อนาที และการขุดด้วยจอบจะมีอัตราการทำงาน 0.261 เมตรต่อนาที ที่ขนาดความลึกของร่องเท่ากัน ในการทดสอบเครื่องขุดร่องวางท่อการเกษตรระยะทางขุด 30 เมตร ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 0.5 ลิตร ขนาดร่องขุดจะมีความลึกประมาณ 20 ขนาดความกว้างของร่อง 14 เซนติเมตร ขนาดท่อที่นำมาฝังได้สูงสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และแนวร่องขุดจะสวยงามเป็นระเบียบ

คำสำคัญ: เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร, เครื่องยนต์เบนซิน

Abstract

This research aims involves and develop of an agricultural pipe mini-trench digger machine as a tool to for helping farmers, particularly in orchards, field crops, etc. Plant plots that desire to bury water distribution pipes so that the pipes do not interfere with the plot. The prototype agricultural mini-trench digger machine is mainly made of steel. It is constituted of a primary structure that holds the other components together. The excavator's wheels and transmission are both turning at the same time. The machine is 0.50 meters wide, 0.40 meters tall, and 1.20 meters long, with a weight of 45 kilograms. The power is an 8-horsepower gasoline engine. In this study, a manual hoe digging was compared to the functioning of an agricultural pipe mini-trench digger machine. The agricultural pipe mini-trench digger machine worked at a rate of 1.01 m/min, while the hoe dig worked at a rate of 0.261 m/min, where the depth of the same. The overall fuel consumption in the 30-meter agricultural pipe mini-trench digger machine test was 0.5 liters. The trench will be approximately 20 cm deep, 14 cm wide, and the largest diameter of pipe that can be buried is 4 inches, with a beautiful and orderly trench line.

Key words: agricultural pipe mini-trench digger, a gasoline engine

สารบัญเรื่อง

หน้า

คำนำ (1)

บทสรุปผู้บริหาร (2)

บทคัดย่อ (6)

Abstract (7)

สารบัญเรื่อง (8)

สารบัญตาราง (10)

สารบัญภาพ (11)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (13)

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการวิจัย 3

1.5 แผนการดำเนินการวิจัย 3

2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการวางท่อน้ำเกษตร 4

2.2 ระบบการให้น้ำพืชทางท่อส่งน้ำ 7

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 12

2.4 รูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 23

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 28

3.1 วางแผนกระบวนงานวิจัย 28

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ 28

4 ผลการทดสอบ 35

4.1 องค์ประกอบในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการขุดของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 35

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ 35

4.3 ผลการทดสอบ 39

4.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ 40

สารบัญเรื่อง

หน้า

4.5 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน 41

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 42

5.1 สรุปและอภิปรายผล 42

5.2 ข้อเสนอแนะ 43

บรรณานุกรม 44

ภาคผนวก 45

ภาคผนวก ก รายการวัสดุและรูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 46

ภาคผนวก ข ภาพการทดสอบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ตารางแผนการดำเนินงานวิจัย 3
2.1 ข้อดี – ข้อด้อยของการส่งกำลังด้วยสายพาน 13
2.2 ระยะกดจมสำหรับปรับการตึงสายพานวี 19
2.3 ค่าคงที่ C เพื่อหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยสำหรับสายพานร่อง B 21
2.4 อุปกรณ์และเครื่องจักรสำหรับขุดร่องวางท่อเกษตรที่มีการใช้งานในประเทศไทย 26
4.1 ผลการทดลองเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 39
4.2 แสดงผลที่เกิดขึ้นหลังการทดลอง 40
4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบการทำงานขุดร่องวางท่อเกษตรด้วยจอบและด้วยเครื่องขุด 40
4.4 ปัญหาที่ตรวจพบจาการทดสอบเครื่อง 41

ภาคผนวก

ก.1 รายการวัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 47

สารบัญภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างองค์ประกอบที่สำคัญของดิน 5

2.2 ลักษณะเนื้อดินต่าง ๆ 6

2.3 เครื่องสูบน้ำ 7

2.4 อุปกรณ์กรองน้ำ 7

2.5 ประตูน้ำหรือวาล์วน้ำ 8

2.6 องค์ประกอบของระบบให้น้ำพืชแบบท่อ 8

2.7 ท่อพีวีซีสีฟ้า ตามมาตรฐาน มอก. 14-2532 9

2.8 ท่อพีวีซีสีเหลือง 10

2.9 ท่อพีวีซีสีเทา (ท่อเกษตรพีวีซี) 10

2.10 ท่อเหล็กอาบสังกะสี 11

2.11 ท่อพีอี ชนิด HDPE 12

2.12 ท่อพีอี ชนิด LDPE 12

2.13 การวางขับส่งกำลังของสายพานแบนแบบปกติ 13

2.14 การใช้งานของสายพานกลม 14

2.15 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานวี 15

2.16 ลักษณะโครงสร้างสายพานวี 15

2.17 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดปกติ 16

2.18 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดแคบ 16

2.19 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดแคบท้องฟันเป็นซี่ 17

2.20 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดวีคู่ 17

2.21 ลักษณะสายพานวีแบบหลายแถว 18

2.22 ลักษณะสายพานไทมิ่ง หรือ สายพานซิงโครนัส 18

2.23 การปรับความตึงสายพานวี 19

2.24 โค้ดสัญลักษณ์สายพานวีมาตรฐาน ISO 20

2.25 โค้ดสัญลักษณ์สายพานวีมาตรฐานอังกฤษ 20

2.26 การหาค่าเฉลี่ยของมู่เล่สายพานวี 21

2.27 มู่เล่ร่องวี V-Pulley 23

2.28 มู่เลไทม์มิ่ง Timing Pulley 23

สารบัญภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

2.29 การขุดวางท่อเกษตรโดยใช้รถแบล็คโฮลเล็ก 24
2.30 เครื่องขุดวางท่อแบบโซ่ติดพ่วงรถแทรกเตอร์ 24
2.31 ชุดขุดร่องดินแบบโซ่สำหรับรถขุดดิน (Excavator) 25
2.32 รถขุดร่องดินแบบโซ่ขุดชนิดเดินตาม 25
2.33 เครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร 26
3.1 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติของเครื่องขุดวางท่อเกษตร 29
3.2 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติ ชุดขุดร่อง 30
3.3 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติ ระบบส่งกำลังและกลไกควบคุม 32
3.4 เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ 33
3.5 สรุปขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 34
4.1 การขุดร่องด้วยเครื่องขุด 36
4.2 ลักษณะของร่องภายหลังจากการขุดด้วยเครื่องขุด 36
4.3 แสดงขนาดความลึกและความกว้างของร่อง 37
4.4 แสดงขณะทดสอบการทำงานด้วยแรงคน 38
4.5 ขนาดของร่องขุดด้วยแรงคน 38
4.6 ลักษณะของร่องภายหลังจากการขุดด้วยแรงคน 39

ภาคผนวก

ก.1 ภาพ 3 มิติของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร (1) 48
ก.2 ภาพ 3 มิติของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร (2) 49
ก.3 เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ 50
ข.1 การทดสอบโดยใช้เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร 52
ข.2 การทดสอบแรงงานคนโดยใช้จอบ 53

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

A	แทน	สายพานหน้าตัดฟอร์ม A
C	แทน	ค่าคงที่สำหรับหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย
D	แทน	เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่
d_m	แทน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย
d_{m1}	แทน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อขับ
d_{m2}	แทน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อตาม
HDPE	แทน	High Density Polyethylene, Polyethylene ชนิดความหนาแน่นสูง
i	แทน	อัตราทด
IRRI	แทน	International Rice Research Institute, สถาบันวิจัยข้าวระหว่างชาติ
ISO	แทน	International Organization for Standardization, องค์การมาตรฐานสากล
L	แทน	ความยาวของสายพาน
La	แทน	ความยาววัดขอบนอกของสายพาน
LDPE	แทน	Low Density Polyethylene, Polyethylene ชนิดความหนาแน่นต่ำ
n_1	แทน	ความเร็วรอบล้อขับ
n_2	แทน	ความเร็วรอบล้อตาม
PVC	แทน	Polyvinylchloride
R	แทน	ระยะห่างระหว่างเพลามู่เล่ตัวขับและตัวตาม
rpm	แทน	รอบต่อนาที
ซม.	แทน	เซนติเมตร (หน่วยวัด)
ม.	แทน	เมตร (หน่วยวัด)
มม.	แทน	มิลลิเมตร (หน่วยวัด)
ส.ป.ก.	แทน	สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเกษตรมีความเกี่ยวพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคน เป็นอาชีพที่มีผลิตอาหารเลี้ยงมวลมนุษย์ ถึงแม้ว่าอาหารที่มนุษย์รับประทานจะมีแหล่งที่มาทั้งพื้นดินและในน้ำแต่การผลิตบนพื้นดินมีผลกับการเกษตรอื่นๆ เนื่องจากการเริ่มต้นของอาหารนั้นมาจากการผลิตพืช ซึ่งทั้งมนุษย์และการปศุสัตว์ล้วนต้องใช้ผลผลิตจากพืชมาเป็นวัตถุดิบผลิตอาหาร ในการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น มีความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทางการเกษตรได้วิวัฒนาการเพื่อให้ระบบการผลิตทันต่อความต้องการอาหารของประชากร ระบบการผลิตพืชต่าง ๆ พัฒนาให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น การแข่งขันทางการตลาดสูง เทคโนโลยีต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตในทุกกระบวนการ

กิจกรรมการเกษตรที่เกี่ยวกับการปลูกพืชได้พัฒนาการจากการปลูกเพื่อไว้บริโภคมาสู่การปลูกพืชในระบบเศรษฐกิจเพื่อเป็นการค้า ความต้องใช้น้ำภาคการเกษตรมีมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลิตผลต่อพื้นที่และมีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค การใช้น้ำอย่างมีคุณค่าและประหยัดทำให้มีประสิทธิภาพ วิธีการส่งน้ำและการกระจายน้ำที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจะมีส่วนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงขึ้น การส่งน้ำด้วยท่อจึงเป็นทางเลือกที่ดีช่วยลดการสูญเสียน้ำ เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย ภาครัฐดำเนินการจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่และโครงข่ายระบบส่งน้ำสำหรับจัดส่งน้ำให้แก่เกษตรกร โดยการก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดใหญ่ต่าง ๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย สระเก็บน้ำ ฯลฯ ให้เป็นแหล่งน้ำต้นทุนและจัดส่งผ่านระบบชลประทานต่าง ๆ เพื่อให้การใช้น้ำครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น นอกจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ภาครัฐจัดหายังมีแหล่งน้ำในแปลงของเกษตรกรที่ได้จัดหาตามศักยภาพของแต่ละพื้นที่ เช่น สระประจำไร่นา บ่อบาดาล เพื่อให้มีน้ำเพียงพอแก่การเพาะปลูก

ในการใช้น้ำหรือนำน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เป็นกิจกรรมในแปลงที่เกษตรกรต้องลงทุนและดำเนินการเอง การใช้น้ำในการทำการเกษตรจะขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูกและวิธีการดูแลบำรุงรักษา โดยพืชที่ปลูกและต้องการใช้น้ำจำนวนมาก เช่น การทำนา ต้องให้น้ำแบบท่วมเป็นผืนเกษตรกรสามารถเปิดหรือนำน้ำจากแหล่งน้ำด้วยวิธีการที่สามารถนำน้ำได้ง่ายและปริมาณมากที่สุด ส่วนใหญ่มีระบบปิด-เปิด ด้วยบานประตูจากคลองชลประทาน ระบบส่งน้ำเป็นลักษณะคู คลอง เนื่องจากต้องการปริมาณน้ำจำนวนมาก และมีพื้นที่ราบเรียบ แต่ในกลุ่มของพืชสวนหรือพืชที่ปลูกไม่ให้น้ำท่วมขัง หรือพืชที่ปลูกในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำต้นทุน เกษตรกรนิยมใช้ระบบการส่งน้ำด้วยท่อเนื่องจากเป็นวิธีการที่ลดการสูญเสียน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรต้องลงทุนในระบบท่อส่งน้ำค่อนข้างสูงจึงมีการดูแลรักษาไม่ให้เกิดความเสียหายกับระบบส่งน้ำ และการวางท่อต่าง ๆ ให้เรียบร้อยไม่กีดขวางการทำงานในแปลง จึงนิยมการฝังท่อไว้ในดิน ที่ผ่านเกษตรกรต้องจ้างแรงงานเพื่อขุดดินวางท่อ หรือดำเนินการด้วยตัวเองซึ่งมีอัตราค่าจ้างค่อนข้างสูงและหากดำเนินการเอง-

จะทำให้เหนื่อยยาก ประกอบกับในปัจจุบันเกษตรกรไทยส่วนใหญ่เป็นผู้สูงวัย จึงทำให้การขุดดินเพื่อวางท่อน้ำเกษตรในแปลงเป็นปัญหาที่เกษตรกรต้องพบเจอมาอย่างต่อเนื่อง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน ส.ป.ก. จึงมีแนวคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือในการขุดร่องเพื่อวางท่อน้ำเกษตรให้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ต้นทุนต่ำ กลไกการทำงานไม่ซับซ้อน และสามารถได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคาดหวังจะให้เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้โดยง่าย จะส่งผลให้เกษตรกรมีความสะดวกและรวดเร็วในการวางท่อส่งน้ำในการทำเกษตรได้ตามที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางท่อส่งน้ำเกษตรของเกษตรกร

1.2.2 เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องขุดดินวางท่อน้ำเกษตรที่เหมาะกับการใช้งานของเกษตรกรรายย่อย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรโดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.3.1 <u>ขอบเขตการศึกษาข้อมูล</u>

1) ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องมีการวางท่อน้ำเกษตร

2) ชนิดและขนาดของท่อที่ใช้กับระบบน้ำเพื่อการเกษตร

3) ขนาดของร่องขุดที่เหมาะสมกับขนาดท่อที่เกษตรกรนิยมใช้

4) รูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรในท้องตลาดทั่วไป

1.3.2 <u>ขอบเขตการทดสอบและเก็บข้อมูล</u>

1) ความสามารถในการทำงานเกี่ยวกับ อัตราการทำงานต่อระยะเวลาที่ใช้ หน่วยเป็นเมตรต่อนาที

2) ผลของร่องวางท่อเมื่อขุดแล้วเสร็จ เกี่ยวกับ รูปร่างลักษณะและความเรียบร้อยของผลงานที่ปรากฏ

1.3.3 <u>ขอบเขตด้านเวลา</u>

ช่วงเวลาการดำเนินงานระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 - กันยายน พ.ศ. 2564

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลการวิจัย

1.4.1 ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางท่อส่งน้ำเกษตรของเกษตรกร

1.4.2 ต้นแบบเครื่องขุดดินวางท่อเกษตรที่สามารใช้งานได้จริง

1.5 แผนการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานวิจัย

รายละเอียดแผนงาน	**ระยะเวลาดำเนินการ**											
	พ.ศ. 2563			พ.ศ. 2564								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ย.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.คัดเลือกกลุ่มพื้นที่เป้าหมาย (พื้นที่แปลงใหญ่, พื้นที่ คทช.)	↔	↔										
2. ประสานงานกับกลุ่มเป้าหมายและวางแผนลงพื้นที่		↔	↔									
3. ลงพื้นที่จัดทำแผนการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีกับกลุ่มเป้าหมาย			↔	↔								
4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากการทำแผน				↔	↔							
5. กำหนดเป้าหมายวิจัย					↔	↔						
6. จัดหาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและออกแบบร่างต้นแบบของชิ้นงาน							↔	↔	↔			
7. ออกแบบและจัดทำแบบรูปชิ้นงาน									↔	↔		
8. สร้างชิ้นงานต้นแบบ										↔	↔	
9. ทดสอบเก็บข้อมูล											↔	↔
10. สรุปผลการทดสอบและจัดทำเล่มวิจัย												↔

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร มีการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

- ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการวางท่อน้ำเกษตร
  - องค์ประกอบและลักษณะเนื้อดิน
  - ความลึกของดิน (Effective soil depth)
- ระบบให้น้ำพืชทางท่อส่งน้ำ
  - องค์ประกอบของระบบการให้น้ำพืชทางท่อ
  - ท่อส่งน้ำเพื่อการเกษตร
- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร
- รูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

2.1 ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการวางท่อน้ำเกษตร

2.1.1 องค์ประกอบและลักษณะเนื้อดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2556) ได้อธิบายความสำคัญของดินในด้านเกษตรกรรมว่า มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะการที่พืชจะเจริญเติบโตออกดอกออกผลได้ ต้องอาศัยยึดเหนี่ยวเพื่อให้พืชยืนต้นได้อย่างมั่นคงแข็งแรง นอกจากนี้ดินยังเป็นที่กักเก็บน้ำหรือความชื้นที่พืชจะนำไปใช้หล่อเลี้ยงลำต้นเป็นแหล่งให้อากาศแก่พืชในการหายใจอีกด้วย ดินที่มีอากาศถ่ายเทดี รากพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรง ดูดน้ำและธาตุอาหารได้มาก ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตแข็งแรงและให้ผลผลิตสูง

(1) <u>องค์ประกอบที่สำคัญของดิน</u> ได้แก่

1. อนินทรียวัตถุ เป็นชิ้นส่วนที่สลายตัวทางเคมีของแร่และหินต่างๆ เป็นที่กักเก็บน้ำให้พืชใช้ ให้ธาตุอาหารส่วนใหญ่แก่พืช

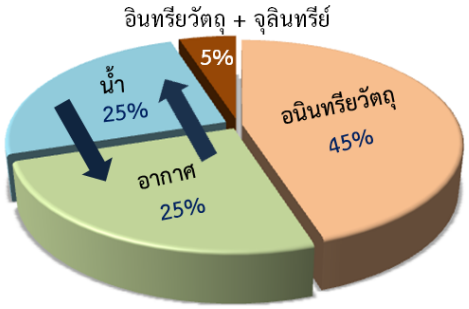
2. อินทรียวัตถุ เป็นชิ้นส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุผังสลายตัวของเศษพืชและซากสัตว์ที่ทับถมกัน ให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมแก่พืช ช่วยอุ้มน้ำทำให้ดินร่วนซุยให้อาหารและพลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน

3. น้ำในดิน อยู่ในช่องว่างระหว่างเมล็ดดินหรือในอนุภาคดิน ช่วยให้เกิดการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินทำให้พืชดูดไปใช้เพื่อลำเลียงธาตุอาหาร

4. อากาศในดิน จะแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างของเม็ดดินหรืออนุภาคดินร่วมกับน้ำ ให้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจของเซลล์ของรากพืช เพื่อให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แก่พืช ให้ออซิเจนและไนโตรเจนแก่จุลินทรีย์ดิน

5. จุลินทรีย์ดิน เป็นพวกสิ่งมีชีวิตที่เล็กมาก เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย แอคติโนไมซิส ฯลฯ จุลินทรีย์มีบทบาทในการย่อยสลายอินทรียสารพวกเศษซากพืช ซากสัตว์ และย่อยสลายอินทรียวัตถุของดินให้ได้อาหารแร่ธาตุ ตลอดจนช่วยสลาย ละลาย หรือปลดปล่อยแร่ธาตุบางชนิดที่อยู่ในดินออกมาให้พืชใช้ได้ง่ายขึ้น

ดินเพื่อการเพาะปลูก ต้องมีสัดส่วนขององค์ประกอบทั้ง 5 อย่างนี้เสมอ ขาดไปเพียงองค์ประกอบเดียว ดินนั้นย่อมขาดคุณสมบัติที่ดีต่อการเจริญเติบโตของพืช



รูปภาพที่ 2.1 โครงสร้างองค์ประกอบที่สำคัญของดิน

(2) <u>ลักษณะเนื้อดิน</u>

เนื้อดินเป็นลักษณะที่รับรู้ได้จากสัมผัสถึงความหยาบ ความเนียน ความเหนียว เป็นสมบัติที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการอุ้มน้ำ การดูดซับธาตุอาหารเนื้อดินเป็นผลจากการรวมตัวของอนุภาคดินขนาดต่างๆ กัน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป อนุภาคดินเกิดจากการผุพังของหินและแร่ชนิดต่างๆ หรือการตกตะกอน อนุภาคดินแบ่งออกเป็นประเภทตามขนาด ได้แก่ อนุภาคทราย (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.00 - 0.05 มม.) อนุภาคทรายแป้ง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 - 0.002 มม.) และอนุภาคดินเหนียว (เส้นผ่านศูนย์กลาง <0.002 มม.) การรวมตัวกันของอนุภาคทั้งสามขนาดในสัดส่วนต่างๆ ทำให้เกิดเป็นเนื้อดินที่แตกต่าง แบ่งเป็น 3 เนื้อดินหลัก ได้แก่

1. *ดินทราย* เป็นดินที่มีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 85 ปกติดินทรายเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก แต่การอุ้มน้ำต่ำ น้ำซึมผ่านได้อย่างรวดเร็วมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเพราะความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารพืชน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งธาตุอาหารและน้ำ อย่างไรก็ดี ดินทรายในพื้นที่ลุ่มอาจมีการขังของน้ำได้ เนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดินทราย ดินทรายปนดินร่วน และดินร่วมปนทราย

2. *ดินร่วน* เป็นดินที่มีสัดส่วนอนุภาคทั้งสามขนาดในระดับที่สมดุลกัน ในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นดินจะยืดหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือแต่เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายออก ดินจะจับกันเป็นก้อนและไม่แตกออกจากกัน โดยทั่วไปดินร่วนเป็นดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก เพราะไถพรวนง่าย มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี อย่างไรก็ดีดินร่วนที่มีอนุภาคทรายมาก หรือดินร่วนปนทรายอาจพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดูดซับธาตุอาหารได้น้อย ขณะที่ดินร่วนที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งมากเกินไป ดินจะจับตัวแน่นเมื่อแห้งหรือจับตัวเป็นแผ่นแข็งทำให้ การซอนไช

ของรากพืช หรือการงอกของเมล็ดทำได้ยากขึ้น เนื้อดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วมปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย

3. *ดินเหนียว* เป็นดินที่มีอนุภาคดินเหนียวในปริมาณสูง ทำให้มีเนื้อละเอียดโดยปกติดินเหนียวในที่ลุ่มเมื่อแห้งจะเกาะตัวกันเป็นก้อนแข็งทำให้ไถพรวนลำบากเมื่อเปียกจะเหนียวมากจนติดเครื่องมือไถพรวน ดินเหนียวโดยทั่วไปมีความยืดหยุ่นสูง สามารถปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ ดูดซับและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี แต่ในดินเหนียวสีแดง เม็ดดินจะมีการเกาะตัวน้อย การดูดซับและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่ำ แต่จะมีโครงสร้างดีเมื่อแห้งไม่แข็งมากทำให้ไถพรวนได้ง่าย เนื้อดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง

ดินทราย

ดินร่วน

ดินเหนียว

รูปภาพที่ 2.2 ลักษณะเนื้อดินต่าง ๆ
(ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2556), www.ldd.go.th)

2.1.2 ความลึกของดิน (Effective soil depth)

ความลึกของดิน หมายถึง ความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือชั้นลูกรัง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้รากพืชชะงักงัน ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ โดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ขึ้นไป ความลึกของดินสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1) ดินตื้นมาก คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน 25 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป
2) ดินตื้น คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 25 – 50 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน
3) ดินลึกปานกลาง คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 50 – 100 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน
4) ดินลึก-ลึกมาก คือ ดินที่มีความหนามากกว่า 100 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป

2.2 ระบบการให้น้ำพืชทางท่อส่งน้ำ

ระบบการให้น้ำพืชทางท่อน้ำ เป็นเทคโนโลยีทางการเกษตรประเภทหนึ่ง ที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยสะดวกให้แก่เกษตรกร สามารถให้น้ำเท่าที่พืชต้องการ การใช้น้ำจึงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งช่วยลดความเสี่ยงจากความเสียหายของพืชอันเนื่องมาจากการขาดน้ำ ปัจจุบันนิยมใช้ระบบการให้น้ำพืชทางท่อเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานทางการเกษตรและลดความเสี่ยงจากสถานการณ์ภัยพิบัติทางการเกษตรด้านภัยแล้งอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสวนผลไม้ สวนผัก และพืชไร่

2.2.1 องค์ประกอบของระบบการให้น้ำพืชทางท่อ

องค์ประกอบของระบบการให้น้ำพืชทางท่อ ประกอบด้วย

1) เครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่สูบน้ำและเพิ่มแรงดันให้กับระบบ มีหลายประเภทแยกตามหลักการทำงาน เช่น เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง เครื่องสูบน้ำแบบเจ็ท เครื่องสูบน้ำแบบโรตารี่ เครื่องสูบน้ำแบบปั๊มชัก เป็นต้น

รูปภาพที่ 2.3 เครื่องสูบน้ำ

2) อุปกรณ์กรองน้ำ ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกหรือตะกอนต่าง ๆ ที่ติดมากับน้ำเพื่อลดการอุดตันของ หัวจ่ายน้ำ ตัวกรองน้ำที่ใช้โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 3/4 ถึง 3 นิ้ว และแบ่งออกตามชนิดของไส้กรองได้เป็น 2 แบบ คือ ไส้กรองแบบตะแกรง หรือไส้กรองแบบดิสก์

แบบดิสก์ แบบตะแกรง

รูปภาพที่ 2.4 อุปกรณ์กรองน้ำ

3) ท่อน้ำ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำมาถึงหัวปล่อยน้ำ

4) ประตูน้ำหรือวาล์วน้ำ ทำหน้าที่ควบคุมการ ปิด-เปิดน้ำ ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมีลักษณะการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ (1) แบบ Gate Valve ใช้เกลียวเป็นตัวยกเปิด-ปิดจานควบคุมช่องทางการไหลของน้ำ (2) แบบ Ball Valve ใช้ลูกปืนกลมเป็นตัวควบคุมช่องทางไหลของน้ำ

แบบ Gate Valve

แบบ Ball Valve

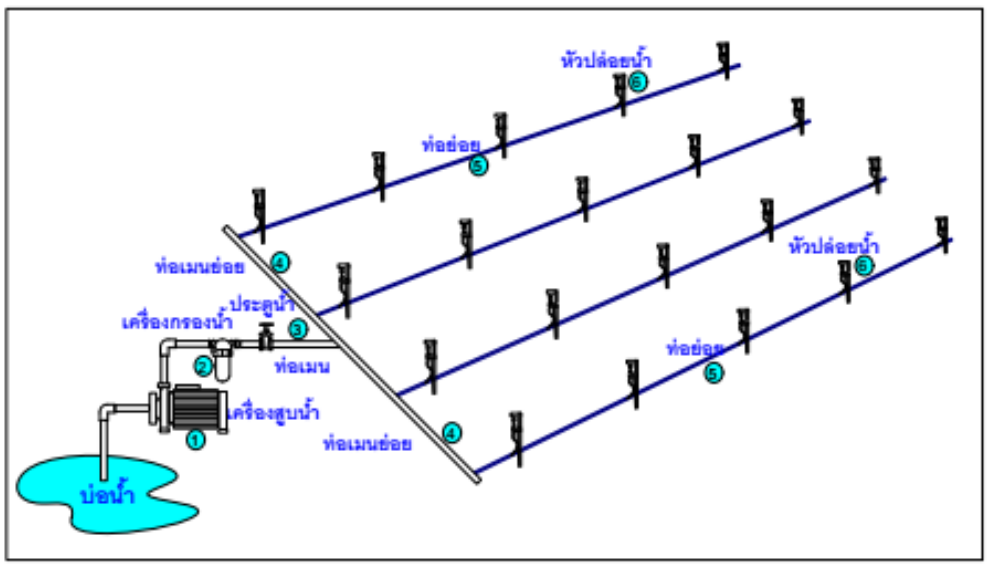
รูปภาพที่ 2.5 ประตูน้ำหรือวาล์วน้ำ

5) ข้อต่อต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างท่อชนิดต่าง ๆ มีทั้งข้อต่อแบบเหล็ก แบบพีวีซี หรือแบบพีอี เพื่อสะดวกในการใช้งานดังนั้นจึงต้องเลือกใช้อุปกรณ์ข้อต่อตามชนิดของท่อให้ถูกต้องและเหมาะสม

6) เกจวัดแรงดันน้ำ (Presser Gate) เป็นอุปกรณ์วัดแรงดันน้ำ ใช้ควบคุมแรงดันในระบบไม่ให้เกินหรือต่ำกว่าที่ออกแบบไว้

7) วาล์วระบายอากาศ (Air Valve) เป็นอุปกรณ์ช่วยในการระบายอากาศออกจากระบบท่อ ซึ่งมักมีอากาศขังอยู่บนจุดสูงสุดของท่อ และขัดขวางการไหลของน้ำ เนื่องจากอากาษทำให้พื้นที่ของท่อลดลง การระบายอากาศออกจะช่วยให้การไหลของน้ำสะดวกขึ้น

8) วาล์วกันน้ำไหลกลับ (Check Valve) ทำหน้าที่ให้น้ำไหลไปทางเดียว และวาล์วปิดป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับ เมื่อเครื่องสูบน้ำหยุดกะทันหันหากไม่ติดตั้งวาล์วกันน้ำไหลหลับ น้ำอาจจะไหลย้อนกลับกระแทกทำให้เครื่องสูบน้ำเสียหายหรือข้อต่อท่อดูดหลุดได้



รูปภาพที่ 2.6 องค์ประกอบของระบบให้น้ำพืชแบบท่อ

(ที่มา: ส่งเสริมการเกษตร, มปป.)

2.2.2 ท่อส่งน้ำเพื่อการเกษตร

ในการออกแบบระบบส่งน้ำเพื่อการเกษตรโดยระบบท่อส่งน้ำ มีการแบ่งออกตามใช้งาน ดังนี้

1) ท่อประธานหรือท่อเมน เป็นท่อที่ส่งน้ำออกจากเครื่องสูบน้ำไปยังท่อย่อย เกษตรกรจะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของปั๊มน้ำ มีขนาดไม่เกิน 3 นิ้ว โดยทั่วไปนิยมใช้ขนาด 2 -3 นิ้ว เป็นแบบ PVC และ HDPE (High Density Polyethylene)

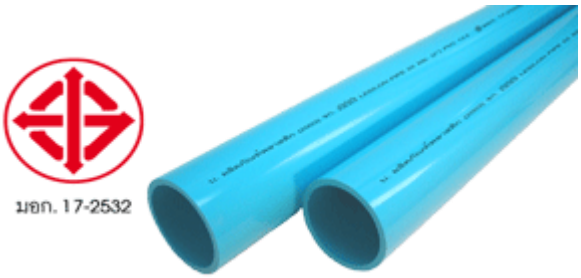
2) ท่อรองประธานหรือท่อแยก เป็นท่อแยกออกมาจากท่อเมนและส่งน้ำไปยังท่อจ่าย ขนาดที่ไม่เกินไปกว่าท่อเมนของระบบ ตัวอย่างกรณีท่อเมนขนาด 2 นิ้ว ท่อแยกจะมีขนาด 1 – 1.5 นิ้ว เป็นต้น โดยทั่วไปนิยมใช้ขนาด 1 นิ้ว เป็นแบบ PVC และ LDPE (Low Density Polyethylene) ขนาด 16, 20, 25 มิลลิเมตร เป็นต้น

3) ท่อย่อยหรือท่อจ่าย เป็นท่อที่ติดตั้งหัวปล่อยน้ำและจ่ายน้ำให้กับหัวปล่อยน้ำโดยตรง โดยทั่วไปนิยมใช้ขนาด 0.5 นิ้ว เป็นแบบ PVC และ ไมโคร PE ขนาด 4/7, 3/5 มิลลิเมตร เป็นต้น

เมื่อพิจารณาท่อส่งน้ำเพื่อการเกษตรที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ตามชนิดของท่อส่งน้ำสามารถแบ่งได้ดังนี้

(1) *ท่อพีวี (Polyvinyl Chloride, PVC)* เป็นท่อที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน ข้อดีของท่อพีวีซี คือ เป็นท่อที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ราคาถูก สมารถดัดงอได้และไม่เกิดสนิมน้ำในท่อ มีราคาไม่แพง แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถทนต่อแรงกระแทกแรง ๆ ไม่ทนต่อความดันลุณหภูมิที่สูง ท่อพีวีในปัจจุบันที่มีจำหน่ายมีดังนี้

- <u>ท่อพีวีซีสีฟ้า</u> เป็นท่อพีวีแข็งเหมาะสำหรับใช้เป็นท่อประปา ท่อส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค ท่อรับความดันสูงและสามารถนำไปใช้เป็นท่อระบายน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลในอาคารบ้านเรือนได้อีกด้วย มีขนาดตั้งแต่ 1/2 นิ้ง ถึง 16 นิ้ว โดยมีระดับชั้นความดันของท่อ (Class) แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ ชั้น 5, 8.5 และ 13.5 ตามมาตรฐาน มอก. 17-2535 ชั้นหนาสุด คือ PVC 13.5 (ตัวเลข 13.5 เป็นค่าแรงดันใช้งานมีหน่วยเป็น kgf/cm^2) ซึ่งมักใช้กับปั๊มน้ำแรงดันสูงส่งน้ำระยะไกล ขนาดความยาว 4 เมตร และ 6 เมตร ขึ้นอยู่กับประเภทของท่อ



รูปภาพที่ 2.7 ท่อพีวีซีสีฟ้า ตามมาตรฐาน มอก. 17-2532

- <u>ท่อพีวีซีสีขาวและสีเหลือง</u> เป็นท่อพีวีแข็งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ทนความชื้น ไม่ขึ้นสนิม สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิปกติจนสูงถึง 60 องศาเซลเซียส และไม่ลามไฟเมื่อเกิดไฟไหม้จึงเหมาะสำหรับใช้งานร้อยสายไฟฟ้า สายเคเบิ้ลโทรศัพท์ รวมถึงสายสัญญาณต่าง ๆ

รูปภาพที่ 2.8 ท่อพีวีซีสีเหลือง

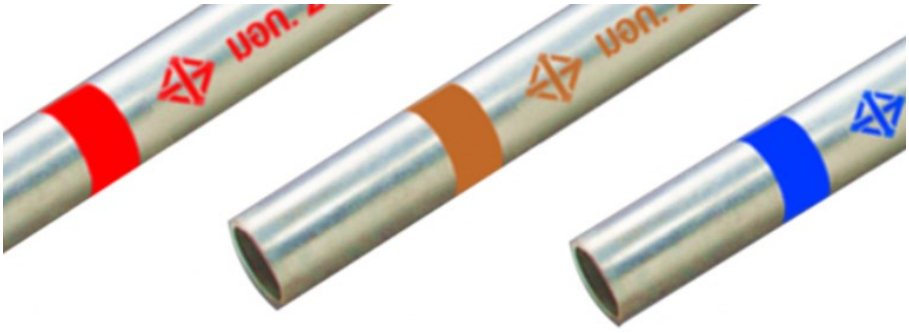
- <u>ท่อพีวีซีสีเทา</u> เป็นท่อพีวีแข็ง เหมาะสำหรับใช้ในงานเกษตร ชลประทาน และระบบท่อรับความดันต่ำ มีลักษณะบางทนแรงดันต่ำมีอายุการใช้งานสั้น ไม่ทนต่อแสงแดด มีขนาดตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) ถึง 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) ความหนา 1.10 ถึง 3.90 มิลลิเมตร ความยาวมาตรฐาน 4 เมตร ท่อพีวีซีสีเทามีทั้งแบบชนิดปลายเรียบ (Plain End) และชนิดบานหัว (End Socket)

(ก) ชนิดปลายเรียบ (ข) ชนิดบานหัว

รูปภาพที่ 2.9 ท่อพีวีซีสีเทา (ท่อเกษตรพีวีซี)

(2) *ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)* เป็นท่อทำจากเหล็กกล้าผ่านการอาบสังกะสี ทำให้เป็นสนิมได้ยาก ข้อดีของท่อเหล็กอาบสังกะสี คือ สามารถทำเกลียวได้ง่าย รับน้ำหนักได้ดี ทนทานต่อแรงกระแทกไม่หักงอ ทนต่อความดันและอุณหภูมิที่สูง ๆ ข้อเสีย คือ ราคาค่อนข้างแพง ถ้าใช้ไปนาน ๆ อาจเกิดสนิมได้โดยเฉพาะงานที่ต้องฝังท่ออยู่ในดิน ท่อเหล็กอาบสังกะสีส่วนใหญ่จะผลิตขนาดตั้งแต่ 1/2 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว ความยาวมาตรฐาน 6 เมตร ความหนาตั้งแต่ 1.9 – 4.85 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อ โดยแบ่งเป็น 3 สี คือ

- <u>สีแดง</u> (BS-H) เป็นท่อที่มีความหนาของผนังหนาสุด เป็นท่อเหล็กชนิดหนา ส่วนใหญ่ใช้ในการต่อท่อระบายน้ำที่ต่อใต้พื้นถนน หรือบริเวณที่รับน้ำหนักกด หรือสั่นสะเทือนมาก
- <u>สีเหลือง</u> (BS-S) เป็นท่อที่มีความหนาของผนังบางสุด เป็นท่อเหล็กบาง นำมาใช้ในการต่อท่อระบายน้ำทิ้งทั่วไป
- <u>สีน้ำเงิน</u> (BS-M) เป็นท่อที่มีความหนาของผนังระหว่างสีแดงและสีเหลือง เหมาะสมกับการใช้งานทั่วไป เช่น ท่อส่งน้ำ ท่อน้ำทิ้ง เป็นต้น เป็นที่นิยมหาซื้อได้ง่าย



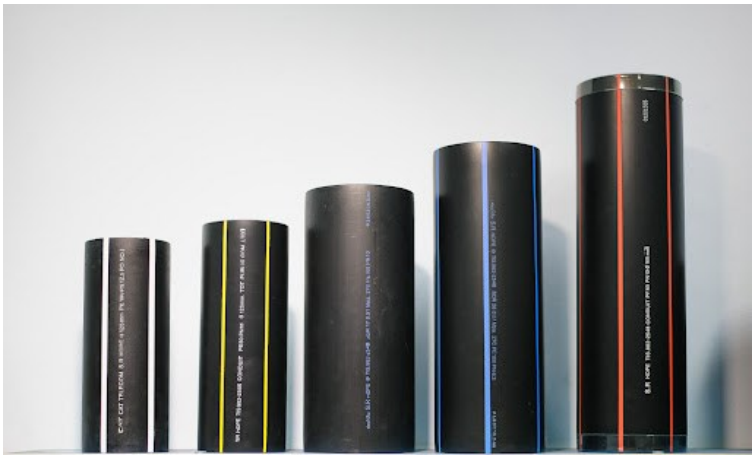
รูปภาพที่ 2.10 ท่อเหล็กอาบสังกะสี

(3) *ท่อพีอีหรือโพลีเอทีลีน (Polyethylene Pipe, PE)* เป็นท่อพลาสติกสีดำนิยมใช้ลำเลียงน้ำสำหรับอุปโภคบริโภค รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร ท่อพีอีมีข้อดีและจุดเด่นสำหรับการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- ทนต่อสารเคมีและการสึกจากการขูดขีด ท่อพีอีสามารถทนต่อสารเคมีหลายชนิด รวมถึงกรดแก่และเบสแก่ได้ได้ ไม่เกิดสนิม ทำให้มีความปลอดภัยไม่ส่งผลกระทบถึงคุณภาพน้ำ
- มีน้ำหนักเบาทำให้การขนส่งง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ อีกทั้งยังลอยน้ำได้
- มีความยืดหยุ่น และห้อยตัวได้ดี สามารถม้วนได้ทำให้สามารถเพิ่มความยาวของท่อต่อรอบการขนส่ง (200 เมตรต่อม้วน) ประหยัดค่าขนส่ง และลดปริมาณการเชื่อต่อท่อ รวมถึงเหมาะกับการวางท่อในพื้นที่ที่เข้าถึงลำบาก เช่นที่ลาดชัด ทางคดเคี้ยว เป็นต้น
- ด้วยความเหนียว และความยืดหยุ่นทำให้รากต้นไม้ไม่สามารถเจาะ ทำลายท่อพีอีได้เหมือนกับท่อที่ทำจากวัสดุแข็งเปราะชนิดอื่น จึงสามารถลดโอกาสท่อเสียหายและระบบท่อล้มเหลวได้
- มีประสิทธิภาพการไหลที่ดี เนื่องจากท่อพีอีมีผิวที่เรียบและไม่เกิดการกัดกร่อน หรือเป็นสนิม ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของไหลเทียบเท่าท่อพีวีวีและสูงกว่าท่อชนิดอื่น ๆ
- อายุการใช้งานยาวนานถึง 50 ปี
- สามารถเชื่อมต่อท่อได้ด้วยวิธีการเชื่อมชนด้วยความร้อนทำให้ท่อหลอมเป็นเนื้อเดียวกันทำให้ประหยัดข้อต่อและลดโอกาสกสนรั่วไหลของน้ำระหว่างการใช้งาน

ท่อพีอีที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(3.1) <u>ชนิดความหนาแน่นสูง</u> (High Density Polyethylene, HDPE) มีค่าความหนาแน่นของเนื้อวัสดุมากกว่า 0.94 g/cm^2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 16 – 1,200 มิลลิเมตร ขนาดที่เป็นที่นิยมคือ 32 – 400 มิลลิเมตร ชั้นความดันที่ผลิตมี 5 ระดับ คือ PN 6.3, PN 8, PN 10, PN 12.5 และ PN 16 (หน่วยวัดบาร์) นิยมใช้เป็นท่อประธานส่งน้ำ (ท่อเมน) และท่อรองประธาน (ท่อแยก) การเชื่อมท่อ HDPE ทำได้ 2 วิธี คือ วิธีเชื่อมต่อชนโดยใช้ความร้อนหลอมและอัดด้วยแรงดันให้เป็นเนื้อเดียวกัน และวิธีใช้ข้อต่อชนิดสวมรัด



รูปภาพที่ 2.11 ท่อพีอี ชนิด HDPE

(3.2) ชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene, LDPE) มีค่าความหนาแน่นของเนื้อวัสดุ 0.915 -0.935 g/cm^2 เป็นท่อขนาดเล็กใช้เป็นท่อแยกหรือท่อจ่าย สำหรับติดตั้งหัวกระจายน้ำขนาดเล็กหรือหัวน้ำหยดสำหรับพืช ผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และไม้ผลหรือพืชล้มลุกต่าง ๆ มีขนาดตั้งแต่ 4 – 40 มิลลิเมตร ขนาดที่นิยมเป็นท่อแยกและท่อจ่ายคือขนาด 16 – 25 มิลลิเมตร ชั้นความดันที่ผลิตมี 4 ระดับ คือ PN 2.5, PN 4, PN 6 และ PN 10 (หน่วยวัดบาร์) ความยาวม้วนละ 50 เมตร 100 เมตร และ 200 เมตร

รูปภาพที่ 2.12 ท่อพีอี ชนิด LDPE

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

2.3.1 สายพาน (Belts)

สายพาน ทำหน้าที่ส่งถ่ายกำลังทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเพลาขับและเพลาตาม ตลอดจนเพิ่มหรือลดความเร็วรอบในการหมุนของเพลา การส่งกำลังเป็นการส่งกำลังชนิดแบบอ่อนตัวได้มีข้อดีข้อเสียหลายอย่าง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการส่งกำลังแบบเฟืองและการส่งกำลังแบบโซ่ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อดี – ข้อด้อยของการส่งกำลังด้วยสายพาน

ข้อดี	ข้อด้อย
1. ติดตั้งง่ายไม่ซับซ้อน 2. บริเวณทำงานสะอาดไม่ต้องหล่อลื่น 3. ส่งกำลังได้ดีกรณีเพลาวางตัวห่างกันมาก ๆ 4. ซับแรงกระตุกส่งถ่ายกำลังได้นุ่มนวลและรับการสั่นสะเทือนได้ดี 5. ราคาถูก 6. ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง 7. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำ	1. อัตราการทดที่ไม่แน่นอนนักเนื่องจากการสลิป (Slip) ทำให้เกิดการลื่นไถลขณะส่งกำลัง 2. มีแรงกระทำที่จุดรองรับสูง 3. ใช้พื้นที่การติดตั้งมาก 4. ต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างการใช้งาน 5. ไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้

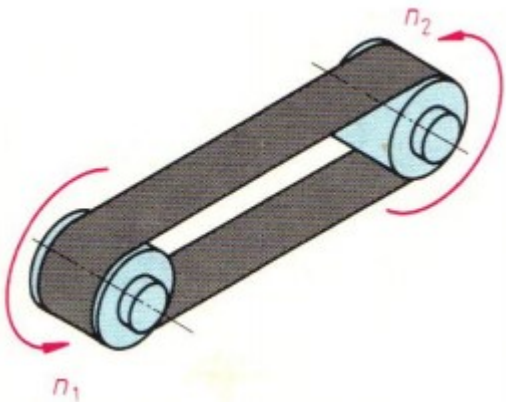
โดยทั่วไปสามารถแบ่งชนิดของสายพานตามลักษณะหน้าตัดของสายพานได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. สายพานแบน (Flat Belts)

สายพานแบนมีลักษณะหน้าตัดของสายพานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การส่งถ่ายกำลังของสายพานจะอาศัยการส่งถ่ายกำลังโดยแรงเสียดทานระหว่างมู่เล่กับสายพานเป็นหลัก สภาพการใช้งานของสายพานแบบสามารถใช้งานได้ที่ความเร็วรอบสูงถึง 120 เมตร/นาที อัตราทดที่เหมาะสม (i) < 20

ข้อดีของสายพานแบน คือ เพลาที่มีการวางตัวห่างกันมาก ๆ การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานแบนจะส่งกำลังได้ดี

ข้อด้อยของสายพานแบน คือ เกิดการลื่นไถลของสายพานได้ง่าย



รูปภาพที่ 2.13 การวางขับส่งกำลังของสายพานแบนแบบปกติ

(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

2. สายพานกลม (Ropes Belts)

สายพานกลมมีลักษณะหน้าตัดของสายพานเป็นรูปวงกลม การส่งกำลังของสายพานกลมจะอาศัยการส่งถ่ายกำลังโดยแรงเสียดทานระหว่างมู่เล่กับสายพานเป็นหลัก การส่งกำลังด้วยสายพานกลมจะให้ความยืดหยุ่นสูงมาก และสามารถตั้งปรับทิศทางการหมุนได้หลายทิศทางตามความต้องการของผู้ใช้ สายพานกลมทำจากพลาสติกโพลียูริเทน จะต้านทานน้ำ น้ำมัน จาระบี และน้ำมันเบนซิน ขณะทำงานจะไม่เกิดเสียงดัง สภาพการใช้งานของสายพานกลมใช้กับงานที่ต้องการส่งกำลังน้อย ๆ เช่น จักรเย็บผ้า ส่วนในเครื่องจักรไม่ค่อยนิยมนำมาใช้เพราะส่งกำลังได้น้อย

ข้อดีของสายพานกลม คือ ติดตั้งง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ

ข้อด้อยของสายพานกลม คือ ส่งกำลัง หรือลำเลียงได้ในรอบต่ำ มุมสัมผัสน้อยทำให้เกิดโอกาสลื่นไถลมาก

รูปภาพที่ 2.14 การใช้งานของสายพานกลม
(ที่มา: ดำรง สัพโส, 2559)

3. สายพานวี หรือสายพานลิ่ม (V- Belts)

สายพานวีหรือสายพานลิ่มมีลักษณะภาคหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู การส่งถ่ายกำลังอาศัยแรงเสียดทานผิวด้านข้างเป็นตัวขัดส่งกำลัง สายพานวีส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรกลตามโรงงานต่าง ๆ สามารถส่งกำลังได้ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้ แต่ไม่สามารถส่งกำลังแบบไขว้เหมือนสายพานแบน สายพานวีเป็นสายพานที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนอื่น ๆ และมีราคาถูก ลักษณะการใช้งานของสายพานวี เช่น สายพานของเครื่องกลึง สายพานของรถไถนาเดินตาม เป็นต้น

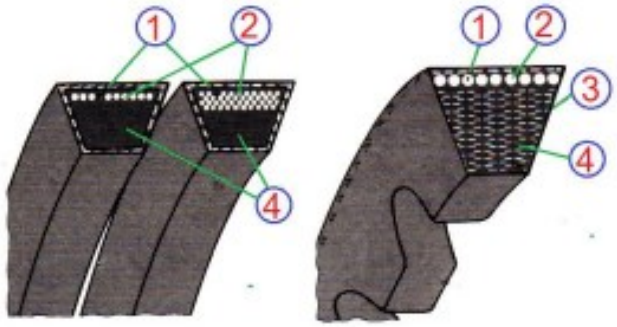
ข้อดีของสายพานวี คือ สามารถขับส่งกำลังด้วยขนาดอัตราทดที่สูงกว่าโดยมีมุมโอบเพียงเล็กน้อย เกิดการลื่นไถลน้อยกว่าสายพานแบน และเมื่อออกแรงตามแนวรัศมีเท่า ๆ กันกับสายพานแบน สายพานวีสามารถส่งถ่ายแรงขับได้มากกว่าสายพานแบน 3 เท่า

ข้อด้อยของสายพานวี คือ สายพานวีไม่เหมาะกับเพลาที่วางตำแหน่งห่างกันมาก ๆ

รูปภาพที่ 2.15 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานวี
(ที่มา: ดำรง สัพโส, 2559)

ลักษณะโครงสร้างสายพานวี โครงสร้างสายพานวีมีส่วนต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.16 ดังนี้

1. ผ้าใบ ทำหน้าที่ หุ้มส่วนประกอบต่าง ๆ ให้คงรูปและป้องกันการสึกหรอ
2. เส้นใยรับแรงดึง ทำจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่รับแรงดึงได้สูงและไม่ยืด
3. ยางยึดเส้นใย ทำหน้าที่ยึดเส้นใยรับแรงดึง
4. เบาะยางทำมาจากยางสังเคราะห์ทนความร้อน มีความอ่อนตัวดีเป็นตัวเสริมให้เต็มพื้นที่หน้าตัด

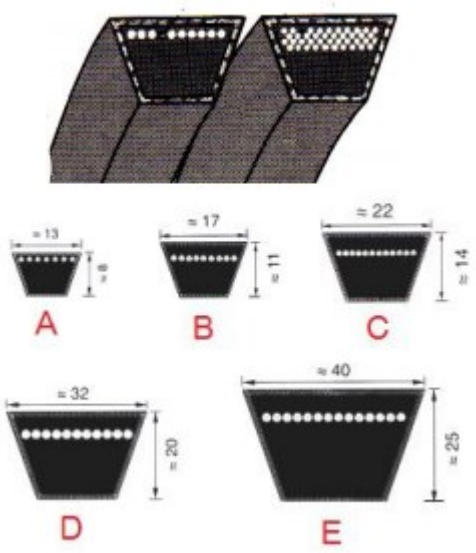


รูปภาพที่ 2.16 ลักษณะโครงสร้างสายพานวี
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

สายพานวีสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะหน้าตัดได้ดังนี้

- สายพานลิ่มหน้าตัดปกติ (Classical V – Belt)

เป็นสายพานที่ใช้งานกันทั่วไปกับเครื่องจักรกลธรรมดา ที่ใช้ความเร็วรอบไม่มากนัก ทำด้วยแผ่นยางสลับกับผ้าใบเป็นชั้น ๆ การใช้งานจะใช้กับงานส่งกำลังหนัก สามารถรับแรงกระตุกได้ดี ทนอุณหภูมิสูงระหว่าง -30 °C ถึง +80 °C ความเร็วขอบหมุนส่งถ่ายกำลังสูงถึง 30 เมตร/วินาที และมีขนาดหน้าตัด 5 ขนาด โดยกำกับด้วยอักษร A B C D และ E โดยที่หน้าตัด A จะมีขนาดเล็กสุดและหน้าตัด E จะมีขนาดโตสุด



รูปภาพที่ 2.17 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดปกติ
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

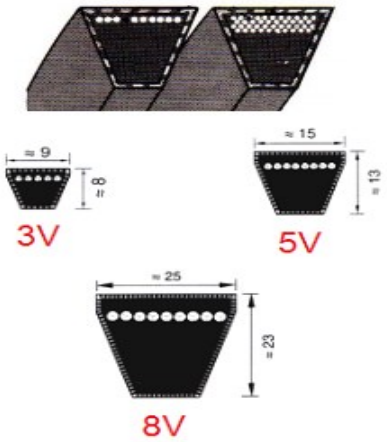
- สายพานวีหน้าตัดแคบ (Narrow V – Belt)

เป็นสายพานที่สามามารถส่งถ่ายกำลังได้สูงกว่าหน้าตัดปกติ 3 เท่า เนื่องจากมีผิวสัมผัสร่องมู่เล่ลึกมากกว่าหน้าตัดปกติ ความเร็วขอบหมุนส่งถ่ายกำลังสูงถึง 40 เมตร/วินาที ขนาดหน้าตัดสายพานมี 3 ขนาด คือ หน้าตัด 3V 5V 8V โดยการเทียบขนาดหน้าตัดระหว่างหน้าตัดธรรมดากับหน้าตัดแคบที่ใช้งานทดแทนกันชั่วคราวกรณีสายพานหน้าตัดปกติขาดฉุกเฉิน นั่นคือ

3V เทียบเท่าหน้าตัด A และ B

5V เทียบเท่าหน้าตัด B และ C และ D

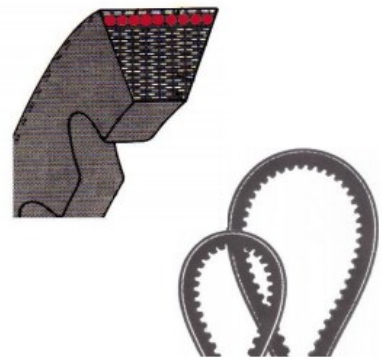
8V เทียบเท่าหน้าตัด D และ E



รูปภาพที่ 2.18 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดแคบ
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

- สายพานวีหน้าตัดแคบท้องเป็นซี่ฟัน

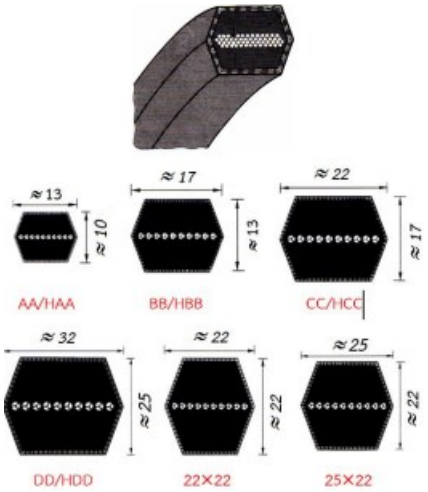
เป็นสายพานที่สามารถคล้องโอบมู่เล่ขนาดเล็กได้โดยไม่เกิดการปริแตก ทำให้สายพานสวมสัมผัสผิวร่องมู่เล่ได้แนบสนิทพอดี ซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนสายพาน ทำให้ไม่ต้องทำการทดสายพานหลายชั้น เหมาะกับงานที่มีอัตราทดสูงมาก ๆ ความเร็วขอบหมุนส่งถ่ายกำลังสูงถึง 50 เมตร/วินาที



รูปภาพที่ 2.19 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดแคบท้องเป็นซี่ฟัน
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

- สายพานวีหน้าตัดวีคู่ (Double V – Belt)

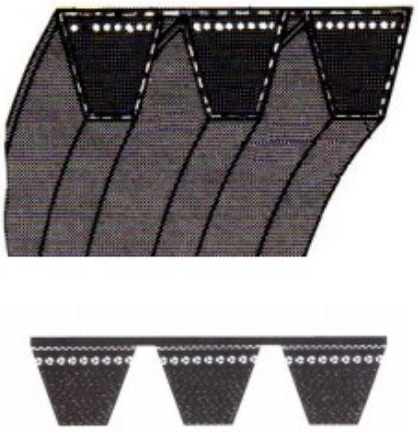
สายพานวีหน้าตัดวีคู่ เหมาะกับการรับภาระที่มีการหมุนเปลี่ยนทิศทางหรือภาระดันกลับไป – มา ความเร็วขอบหมุนส่งถ่ายกำลังสูงถึง 30 เมตร/วินาที มาตรฐานหน้าตัด มี 4 ขนาด คือ AA BB CC และ DD และหน้าตัดพิเศษ คือ 22 x 22 และ 25 x 22



รูปภาพที่ 2.20 ลักษณะสายพานวีหน้าตัดวีคู่
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

- สายพานวีแบบหลายแถว

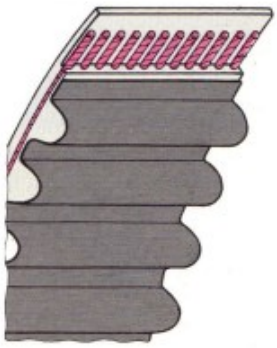
เป็นสายพานที่สร้างลิ่มหลายลิ่มมารวมกันในเส้นเดียว ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก สายพานแบบนี้จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์ สามารถกระจายภาระบนสายพานแต่ละเส้นได้ดี ซึบซับแรงกระสั่นสะเทือนได้ดี จึงเหมาะสมกับงานที่มีการถ่ายเทโมเมนต์หมุนที่ไม่สม่ำเสมอ การส่งถ่ายกำลังที่เพลาวางห่างกันมาก ๆ โดยไม่ต้องใช้ล้อช่วยกด ความเร็วขอบหมุนส่งถ่ายกำลังสูงถึง 30 เมตร/วินาที



รูปภาพที่ 2.21 ลักษณะสายพานวีแบบหลายแถว
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

- สายพานไทมิ่ง หรือสายพานซิงโครนัส (Synchronous Belt)

สายพานไทมิ่งมีหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู และจะมีฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน เป็นสายพานที่มีแกนรับแรงด้วยลวดเล็กกล้า หรือทำด้วยลวดไฟเบอร์ฝังอยู่ในยางเทียม ฟันของสายพานทำด้วยยางเทียม มี 2 รูปทรง คือ แบบฟันคางหมูและแบบฟันโค้ง เหมาะสำหรับการส่งกำลังงานที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรงแน่นอน ส่งถ่ายกำลังได้สูง เสียงเงียบเบาไม่ต้องใช้สารหล่อลื่น ซึบซับแรงสั่นสะเทือนได้ดี



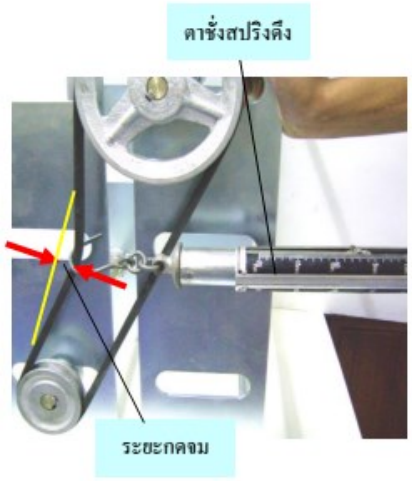
รูปภาพที่ 2.22 ลักษณะสายพานไทมิ่ง หรือ สายพานซิงโครนัส
(ที่มา: ปรีชา ทิมทอง, 2543)

การปรับตึงสายพานวี การปรับค่าความตึงในสายพาน หากทำการตึงมากไปจะเกิดความร้อนสูงและส่งผลถึงแบริ่งรองรับเพลาอายุการใช้งานจะสั้นกว่าปกติ แต่หากตึงน้อยไปสายพานจะลื่นไถล หรือสายพานพลิกในร่องมู่เล่ได้

การตรวจความตึง วัดจากระยะที่สายพานถูกกดจมลงไปจากหลังสายพานด้วยขนาดแรง 10 กิโลกรัม โดยระยะที่ถูกกดขึ้นอยู่กับระยะห่างศูนย์กลางของเพลาทั้งสองดัง ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระยะกดจมสำหรับปรับการตึงสายพานวี

ระยะห่างศูนย์กลางเพลา (มม.)	ระยะกดจม (มม.)
200 – 300	11 – 14
301 – 400	17 – 20
401 – 500	23 – 26
501 ขึ้นไป	28



รูปภาพที่ 2.23 การปรับความตึงสายพานวี
(ที่มา: ดำรง สัพโส, 2559)

โค้ดสัญลักษณ์สายพานวีตามมาตรฐาน ISO และมาตรฐานอังกฤษ

- สายพานวีตามาตรฐาน ISO นิยมใช้บอกขนาดหน้าตัดสายพานและความยาวสายพาน โดยมีสัญลักษณ์และความหมายดังนี้

ตัวอย่างโค้ดสัญลักษณ์สายพาน **12.5 x 1225 La**

โดย 12.5 คือ ความกว้างหลังสายพาน (มม.)
1225 คือ ความยาวรวมสายพาน (มม.)
La คือ ความยาววัดขอบนอกของสายพาน

รูปภาพที่ 2.24 โค้ดสัญลักษณ์สายพานวีมาตรฐาน ISO
(ที่มา: ดำรง สัพโส, 2559)

- สายพานวีตามาตรฐานอังกฤษ นิยมใช้บอกขนาดหน้าตัดสายพานและความยาวสายพาน โดยมีสัญลักษณ์และความหมายดังนี้

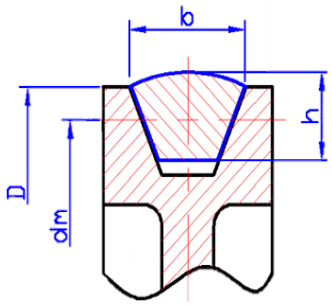
<u>ตัวอย่างโค้ดสัญลักษณ์สายพาน</u> | A - 87 |

โดย A คือ สายพานหน้าตัดฟอร์ม A
87 คือ ความยาวรวมสายพาน (นิ้ว)

รูปที่ 2.25 โค้ดสัญลักษณ์สายพานวีมาตรฐานอังกฤษ

<u>การคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานวี</u>

การหาอัตราทดส่งกำลังด้วยสายพานวี เนื่องจากมู่เล่ที่ใช้กับสายพานวีมีลักษณะเป็นร่อง ทำให้พื้นที่บางส่วนของสายพานได้เข้าไปอยู่ในร่องพลูเล่ย์ ดังนั้นการหาอัตราทดจากความโตล้อมู่เล่หาได้จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (d_m) โดยหาได้จากค่า C ซึ่งจะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับความกว้างของสายพาน ดังแสดงในตาราง 2.3



รูปภาพที่ 2.26 การหาค่าเฉลี่ยของมู่เล่สายพานวี
(ที่มา: วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, 2556)

ตาราง 2.3 ค่าคงที่ C เพื่อหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยสำหรับสายพานร่อง B

ความกว้างสายพาน (mm)	10	13	17	20	22	25	32	40
ค่า C	3	4	5	6	7	8	10	12

ที่มา: วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, 2556

การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทำงานสามารถหาได้จาก สมการ (1)

$$d_m = D - 2C \qquad (2.1)$$

โดยที่ d_m คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย
D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่
C คือ ค่าคงที่สำหรับหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

$$\text{อัตราทด } (i) = \frac{\text{ความเร็วรอบล้อขับ}}{\text{ความเร็วรอบล้อตาม}} = n_1 / n_2 \qquad (2.2)$$

หรือ

$$\text{อัตราทด } (i) = \frac{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อขับ}}{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อตาม}} = d_{m1} / d_{m2} \qquad (2.3)$$

หรือ

$$\text{อัตราทด } (i) = n_1 / n_2 = d_{m1} / d_{m2} \qquad (2.4)$$

โดยที่ i คือ อัตราทด

n_1 คือ ความเร็วรอบล้อขับ

n_2 คือ ความเร็วรอบล้อตาม

d_{m1} คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อขับ

d_{m2} คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยล้อตาม

การคำนวณหาความยาวสายพาน สามารถหาได้ดังสมการที่ (2.5)

$$L = [3.1416 (d_{m1} - d_{m2}) / 2] + 2R \qquad (2.5)$$

โดยที่ L คือ ความยาวของสายพาน

R คือ ระยะห่างระหว่างเพลามู่เล่ตัวขับและตัวตาม

2.3.2 มู่เล่ (Pulley)

มู่เล่ เป็นชิ้นส่วนสำคัญชิ้นหนึ่งในระบบสานพานลำเลียง (Belt conveyor system) ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงทิศทาง (Direction) และควบคุม (Control) ความตึง (Tension) หรือความหย่อน (Slack) ของสายพานในระบบลำเลียง และในบางครั้งก็ทำหน้าที่ปรับสายพาน (train) เพื่อให้สายพานเดินได้แนวตลอดการเคลื่อนที่ของสายพาน

ในระบบสายพานส่งกำลัง การส่งถ่ายกำลังจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยผ่านมู่เล่ ตั้งแต่ 2 ลูกขึ้นไป มู่เล่ที่เป็นจุดกำเนิดต้นกำลัง เรียกว่า มู่เล่ขับ (Drive Pulley) และมู่เล่ที่รับแรงส่งผ่านมาจากการสายพานส่งกำลัง เรียกว่า มู่เล่ตาม (Tail Pulley)

มู่เล่มี 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1) มู่เล่วี (V - Pulley) เป็นมู่เล่แบบใช้งานมาตรฐาน (Standard duty conveyor pulley) ซึ่งถูกเรียกตามลักษณะรูปลักษณ์ของสายพานคล้ายตัว “วี” ในยุคแรกเริ่มมู่เล่ไม่ได้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูหรือรูปตัววี แต่เมื่อเกิดปัญหา การสลิป อันก่อให้เกิดเสียงดัง อาการไหม้ ซึ่งสร้างความเสียหายทั้งมู่เล่และสายพาน จึงมีการปรับเปลี่ยนมามีรูปลักษณ์เหมือนในปัจจุบัน มู่เล่ชนิดนี้มีราคาย่อมเยา หาซื้อได้ง่าย และใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับงานรอบเร็วหรือเป็นการทดรอบครั้งแรกจากมอเตอร์โดยตรง ขนาดหรือชนิดของร่อง เช่น 3V, 5V, 8V, A, B, C, D, E, SPZ, SPA, SPB, SPC

รูปภาพที่ 2.27 มู่เล่ร่องวี V-Pulley

2) มู่เลไทม์มิ่ง (Timing Pulley) เป็นมู่เล่ที่มีลักษณะทางกายภาพที่เป็นฟัน และยังมีปีกประกบทำให้สายพานยึดติดและประคองมู่เลได้อย่าง มู่เลไทม์มิ่งถูกนำไปใช้งานเพื่อเชื่อมต่อเพลา 2 ชุด ซึ่งต้องการรอบที่แม่นยำจากสายพานส่งกำลังในเส้นเดียวกัน

รูปภาพที่ 2.28 มู่เลไทม์มิ่ง Timing Pulley

2.4 รูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

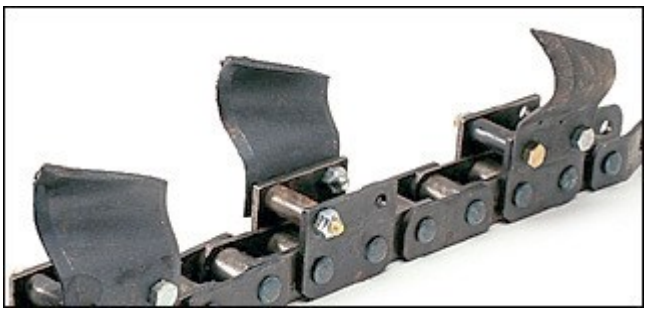
2.4.1 เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เดิมการขุดวางท่อส่งน้ำเพื่อการเกษตร เกษตรกรจะใช้แรงงานคนในการขุดดินโดยใช้เพียงจอบและเสียม ต้องใช้แรงงานและเวลาในการดำเนินการค่อนข้างมาก ต่อมาเมื่อมีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการขุดวางร่องการเกษตร จากการศึกษาพบว่ามีหลากหลายรูปแบบและวิธีการ ดังนี้

1) <u>การขุดวางท่อเกษตรโดยใช้รถขุดเล็กขนาดเล็ก</u> วิธีการนี้จะมีการปรับเปลี่ยนบุ้งกี๋ของรถรถขุดขนาดเล็กจากขนาดมาตรฐานที่ติดมากับตัวรถ เป็นบุ้งกี๋สำหรับงานขุดวางท่อมีขนาดหน้ากว้าง 20, 25 และ 30 เซนติเมตร สามารถทำงานได้รวดเร็วแต่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

รูปภาพที่ 2.29 การขุดวางท่อเกษตรโดยใช้รถแบล็คโฮลเล็ก

2) เครื่องขุดวางท่อแบบโซ่ติดพ่วงรถแทรกเตอร์ ใช้สำหรับการขุดวางท่อ ความกว้างของร่องประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร ความลึกประมาณ 150 -220 เซนติเมตร ต้นกำลังมาจากเพลาของรถแทรกเตอร์ น้ำหนักประมาณ 850 – 1,050 กิโลกรัม ราคาเครื่องขุดประมาณ 367,800 – 424,000 บาท (ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของร่องขุด)



รูปภาพที่ 2.30 เครื่องขุดวางท่อแบบโซ่ติดพ่วงรถแทรกเตอร์

3) ชุดขุดร่องดินแบบโซ่สำหรับรถขุดดิน (Excavator) เป็นอุปกรณ์เสริมของรถขุดดินขนาด 3 - 5 ตัน เหมาะกับการใช้งานขุดร่องสวน งานชลประทาน วางท่อประปา วางท่อสายไฟ เป็นต้น สามารถ

ขุดร่องได้กว้าง 10 – 30 เซนติเมตร ความลึกของร่องที่ขุดได้ 60 - 90 เซนติเมตร อัตราการไหล 45 -80 ลิตรต่อนาที สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็วกว่าบุ้งกี๋ขุด

รูปภาพที่ 2.31 ชุดขุดร่องดินแบบโซ่สำหรับรถขุดดิน (Excavator)

4) รถขุดร่องดินแบบโซ่ขุดชนิดเดินตาม เหมาะสำหรับงานขุดวางท่อน้ำ ใช้เครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ระยะช่องขุดสามารถขุดได้กว่างถึง 35 เซนติเมตร ความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร รถขุดร่องดินที่จำหน่ายในท้องตลาดโดยส่วนมากเป็นรถขุดมือสองที่นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น ราคาขายประมาณ 62,000 – 130,000 บาท ขึ้นอยู่กับสภาพของเครื่อง

รูปภาพที่ 2.32 รถขุดร่องดินแบบโซ่ขุดชนิดเดินตาม

2.4.2 การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน (2563) ได้พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้านการประกอบอาชีพ เครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร โดยใช้หลักของดอกกัด (Milling Cutter) มาประยุกต์ใช้ในการขุดดินเพื่อให้เป็นร่องสำหรับฝังท่อโดยใช้กำลังจากเครื่องยนต์ขนาดเล็กทำการทดรอบให้ได้ความเร็วรอบต่ำสุดเพื่อเพิ่มแรงในการขุดดิน การควบคุมความเร็วใช้แรงผู้ใช้งานเพื่อให้ได้ความเร็วและความลึกตามต้องการและเพื่อความสอดคล้องต่อสภาวะพื้นทีที่ทำการขุดดิน เครื่องขุดวางท่อเพื่อการเกษตรสามารถขุดฝังท่อได้ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว, 3/4 นิ้ว และ 1 นิ้ว เหมาะสำหรับขุดดินร่วน ดินทราย และดินเหนียว ไม่เหมาะสำหรับขุดในพื้นที่ที่มีหินเป็นจำนวนมาก

รูปภาพที่ 2.33 เครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร
(ที่มา: วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน, 2563)

เมื่อนำข้อมูลจากการศึกษาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรที่มีการใช้งานในประเทศไทย สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 อุปกรณ์และเครื่องจักรสำหรับขุดร่องวางท่อเกษตรที่มีการใช้งานในประเทศไทย

อุปกรณ์/เครื่องจักรขุดร่องดิน	ต้นกำลัง	หลักการทำงานของอุปกรณ์/เครื่องจักร	ข้อดี / จุดเด่น	ข้อจำกัด / จุดด้อย
จอบ/เสียม	แรงงานคน	เป็นการใช้แรงเฉือนกระทำต่อดิน ทำให้มวลของดินแตกออกจากกัน	- ประหยัด ราคาถูก - หาอุปกรณ์ซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด	- ใช้กำลังในการทำงานมาก - ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมาก
บุ้งกี๋ขนาดเล็ก	รถขุดขนาดเล็ก (3 – 5 ตัน)	เป็นการใช้แรงเฉือนกระทำต่อดิน ทำให้มวลของดินแตกออกจากกัน	- ใช้แรงงานคนน้อย - ระยะเวลาดำเนินงานไม่มาก	- การทำงานไม่ต่อเนื่อง - ต้องการพื้นที่ในการทำงานมากเนื่องจากใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ - มีราคาค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง (กรณีว่าจ้างรถขุดดิน)
ชุดขุดร่องดินแบบโซ่	รถขุดขนาดเล็ก (3 – 5 ตัน)	เป็นการใช้ใบมีดวางสลับทิศทางติดตั้งบนโซ่สายพาน ใบมีดจะใช้แรงจากต้นกำลังที่ส่งผ่านโซ่ เป็นการกัดเฉือนมวลดินแนวนอน ลักษณะการทำงานเป็นการเดินถอยหลัง	- ใช้แรงงานคนน้อย - ระยะเวลาดำเนินงานไม่มาก - การทำงานต่อเนื่อง	- ต้องการพื้นที่ในการทำงานมาก - มีราคาค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง (กรณีว่าจ้างรถขุดดิน)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

อุปกรณ์/เครื่องจักรขุดร่องดิน	ต้นกำลัง	หลักการทำงานของอุปกรณ์/เครื่องจักร	ข้อดี / จุดเด่น	ข้อจำกัด / จุดด้อย
รถขุดร่องดินแบบโซ่ขุดชนิดเดินตาม	เครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้าขึ้นไป	เป็นการใช้ใบมีดวางสลับทิศทางติดตั้งบนโซ่สายพาน แรงจากต้นกำลังจะส่งผ่านมู่เล่สายพานมาขับชุดโซ่ขุด ใบมีดจะกัดเฉือนมวลดินในแนวนอน ลักษณะการทำงานเป็นการเดินถอยหลัง	- ใช้แรงงานคนน้อย - ระยะเวลาดำเนินงานไม่มาก - ทำงานต่อเนื่อง	- ส่วนมากเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งเครื่องใหม่และมือสอง ราคาค่อนข้างสูง - อะไหล่ในการซ่อมบำรุงหายาก
เครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร (งานวิจัย)	เครื่องตัดหญ้า 2 / 4 จังหวะ	เป็นการใช้หลักการดอกกัดโดยติดตั้งใบมีดกัดบนแผ่นจานหมุน ส่งผ่านกำลังผ่านเพลาที่ต่อประกอบกับแผ่นจานหมุน ลักษณะการทำงานเป็นการเดินถอยหลัง	- ใช้แรงงานคนน้อย - ระยะเวลาดำเนินงานไม่มาก - ทำงานต่อเนื่อง	- เครื่องต้นกำลังขนาดเล็กหากเจอสภาพดินที่เป็นหินปะปน อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร มีรายละเอียดกระบวนการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 วางแผนกระบวนงานวิจัย

3.1.1 วางแผนกำหนดแนวทางการดำเนินงานวิจัย

3.1.2 กำหนดขอบเขตงานวิจัย

1) ขอบเขตด้านการศึกษาข้อมูล

- ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการวางท่อส่งน้ำกระจายน้ำในการเกษตร ประกอบด้วยองค์ประกอบและลักษณะเนื้อดิน และความลึกของดิน
- ระบบส่งน้ำและระบบกระจายน้ำ รวมถึงการส่งกระจายน้ำในแปลง ประกอบด้วย ท่อประธาน ท่อย่อย ท่อแขนงต่างๆ ในการให้น้ำแก่พืช
- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร
- รูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

2) ขอบเขตการทดสอบเก็บข้อมูล

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

3.2.1 การออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร มีรายละเอียดดังนี้

1) <u>แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร</u>

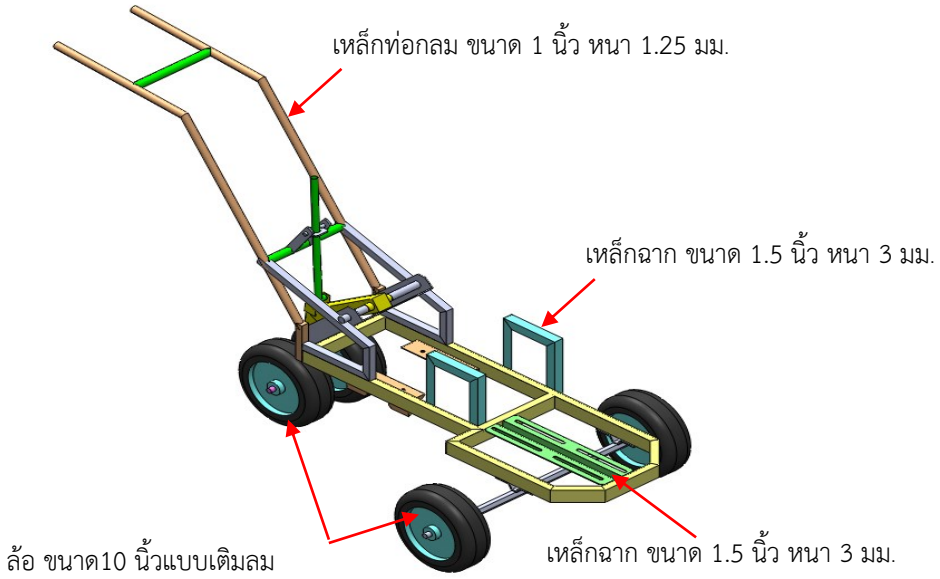
- กลไกการทำงานไม่ซับซ้อน เกษตรกรที่สนใจสามารถเรียนรู้ในการสร้างประกอบได้เอง
- วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ สามารถประยุกต์ใช้หรือหาซื้อได้โดยทั่วไป
- ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องต่ำ เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้
- ต้นกำลังที่ใช้ต้องจัดหาได้สะดวก เช่น เครื่องยนต์เล็กขนาด 5 แรงม้า เป็นต้น

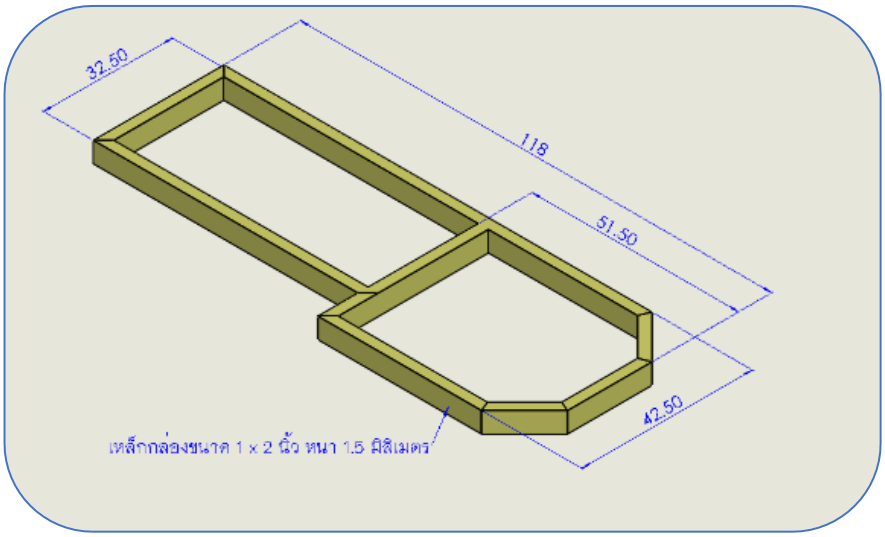
2) <u>หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร</u>

เครื่องขุดร่องวางท่อการเกษตร ประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนหลัก ๆ คือ โครงสร้างหลัก ชุดล้อขุดร่อง และระบบส่งกำลัง หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบมีรายละเอียด ดังนี้

2.1) ชุดโครงสร้างหลัก (Structure) หรือโครงสร้างของเครื่องขุดร่องวางท่อการเกษตรทำหน้าที่ยึดติดของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ให้เครื่องสามารถทำงานได้ตามต้องการ กำหนดแนวทางการออกแบบโดยคำนึงถึงความเข็งแรง ซึ่งต้องรับแรงที่เกิดจากการสั่นของเครื่องยนต์ต้นกำลังและการทำงานของล้อชุดล้อขุด และให้มีขนาดกระทัดรัด ประหยัด เลือกใช้วัสดุที่สามารถจัดหาได้สะดวก สามารถรับน้ำหนักของชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง โดยใช้เหล็กกล่องขนาด 2x1 นิ้ว หนา 1.5 มิลลิเมตร (มม.) ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและ

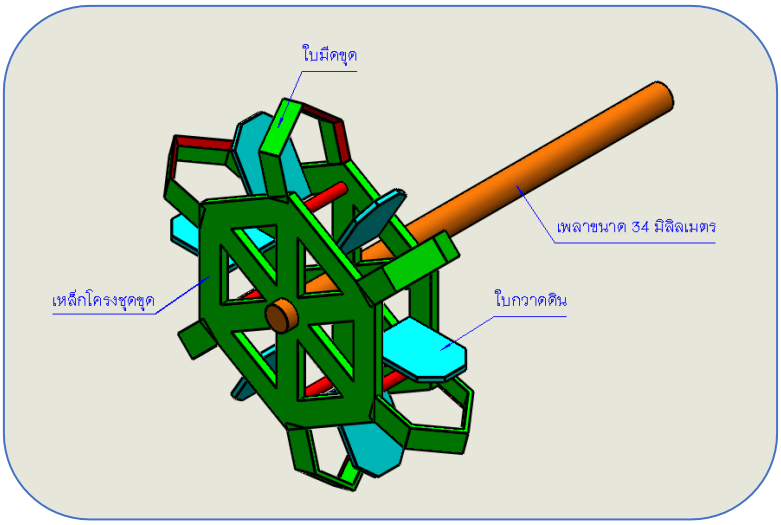
ราคาไม่สูง และนอกจากนี้ยังมีการติดตั้งล้อเดินในตำแหน่งด้านหน้าจำนวน 2 ล้อ ล้อบังคับเลี้ยวด้านหลัง 1 ชุด ในการประกอบกันให้ได้รูปร่างตามรูปแบบที่กำหนด ดังแสดงไว้ในรูปภาพที่ 3.1





รูปภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติของเครื่องขุดวางท่อเกษตร

2.2) ชุดล้อขุดร่อง ทำหน้าที่ขุดเปิดดินให้เป็นร่องสำหรับวางท่อ ติดตั้งอยู่กับโครงสร้างหลัก ส่วนประกอบหลักของชุดล้อขุดประกอบด้วย ใบมีดขุดจำนวน 6 ใบ ใบกวาดดินจำนวน 3 ใบ ล้อยึดใบมีด และเพลา ทำงานด้วยการรับแรงหมุนจากต้นกำลังส่งกำลังผ่านมู่เล่และสายพานที่มีการทดรอบให้มีความเร็วที่เหมาะสม การติดตั้งใบมีดมีองศาระหว่างใบมีด 60 องศา ปลายใบมีดต้องเอียงออกจากรัศมีของล้อยึดใบมีดประมาณ 15 องศา เพื่อเพิ่มมุมจิกของใบมีด และหลบส่วนท้ายของใบมีดไม่ให้เกิดการสัมผัสกับดินเพราะจะเกิดแรงต้านขึ้น ทำให้เครื่องยนต์เสียกำลัง ชุดขุดร่อง ประกอบด้วย ใบมีดขุดทำจากเหล็กแหนบขนาด 1.5 – 2 เพลาชุดขุดขนาด 34 มม. ใบกวาดดินทำจากเหล็กแบนขนาด 3 นิ้ว หนา 4 มม. และล้อยึดใบมีดสร้างจากเหล็กแบนขนาด 1.5 นิ้ว หนา 6 มม. เพื่อใช้เป็นโครงทำยึดใบมีด



รูปภาพที่ 3.2 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติ ชุดขุดร่อง

2.3) ระบบส่งกำลังและกลไกควบคุม ทำหน้าที่ส่งกำลังทดรอบและตัดต่อกำลัง ประกอบด้วย ชุดลูกปืนตุ๊กตา เพลา มู่เล่ สายพาน และกลไกตัดต่อกำลัง รอบของชุดขุดที่ไม่เร็วมากและมีแรงบิดที่สูง การออกแบบให้มีความเร็วรอบที่เหมาะสมกับการทำงาน มีความปรอดภัยต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ จึงเลือกใช้การส่งกำลังด้วยระบบสายพานรับกำลังการหมุนจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง ส่งด้วยมู่เล่ตัวขับ ชนิดร่องวี 2 ร่อง ขนาด 2.5 นิ้ว ผ่านสายพานไปยังมู่เล่ตัวตามของชุดเพลากลางขนาด 14 นิ้ว และส่งกำลังจากเพลากลางด้วยมู่เล่ขนาด 3 นิ้ว ผ่านสายพานไปยังมู่เล่ของเพลาล้อ ขนาด 8 นิ้ว เพื่อไปขับให้ล้อขุดทำงาน และมีกลไกตัดต่อกำลังด้วยลูกรอกกดสายพาน สำหรับความเร็วรอบของล้อขุดกำหนดความเร็วไม่เกิน 150 รอบต่อนาที ซึ่งสามารถหาอัตราทดได้จากการแทนค่าในสูตรการคำนวณ

<u>การคำนวณรอบการทำงานของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร</u>

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ คือ รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 2,200 รอบต่อนาที (rpm) กำหนดความเร็วรอบของเพลาขุด 150 รอบต่อนาที ต้องการทดที่อัตราทด 15:1 ซึ่ง ต้องทำการทดรอบจำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกทดกำลังไม่เกิน อัตรา 6 :1 และทดรอบครั้งที่ 2 ไม่เกิน 1:3 โดยใช้มู่เล่เพลาเครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 2.5 นิ้ว (63.50 มม.) มู่เล่เพลาทดรอบขนาด 14 นิ้ว (355.60 มม.) มู่เล่ขับจากเพลากลางทดรอบ คือ ขนาด 3 นิ้ว และมู่เล่ตามที่เพลาขุด ขนาด 8 นิ้ว

หารอบของเพลาทดรอบจากสูตรการคำนวณ $\frac{R1}{R2} = \frac{D2}{D1}$

โดยที่

D_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวขับ = 63.50 มม.

D_2= ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวตาม = 355.60 มม.

R_1 = ความเร็วรอบของเพลาขับ = 2,200 มม.

R_2 = ความเร็วรอบตัวตามหรือความเร็วรอบของถังผสม

แทนค่า $\frac{2,200}{R2} = \frac{355.60}{63.50}$

$$R_2 = \frac{63.5 \times 2,200}{355.60}$$

จะได้ R_2 = 392.8 รอบต่อนาที

นำไปคำนวณหารอบการหมุนของเพลาทดรอบกับเพลาขุด

จากสูตรการคำนวณ $\frac{R1}{R2} = \frac{D2}{D1}$

โดยที่

D_1 = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวขับ = 76.2 มม.

D_2= ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวขุด = 203.2 มม.

R_1 = ความเร็วรอบของเพลาขับ = 392.8 มม.

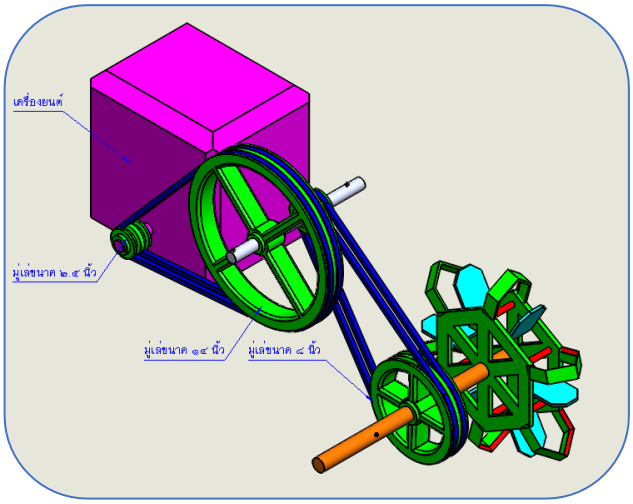
R_2 = ความเร็วรอบเพลาขุด

แทนค่า $\frac{392.8}{R2} = \frac{203.2}{76.2}$

$$R_2 = \frac{76.2 \times 392.8}{203.2}$$

จะได้ R_2 = 146.91 รอบต่อนาที

จากการคำนวณจะพบว่า ความเร็วรอบของเพลาล้อขุดนั้นมีความเร็ว 146.91 รอบต่อนาที ซึ่งไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ถือว่าสามารถใช้งานได้



รูปภาพที่ 3.3 แสดงโครงสร้างแบบ 3 มิติ ระบบส่งกำลังและกลไกควบคุม

3.2.2 การสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ

ทำการสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ เพื่อใช้นำมาทดสอบเก็บข้อมูล โครงสร้างต่างๆ ที่ไม่มีการเคลื่อนไหวใช้วิธีการยึดติดกันด้วยการเชื่อไฟฟ้า ส่วนเครื่องต้นกำลังและชุดลูกปืนตุ๊กตายึดติดด้วยน๊อตและโบ้ลต่างๆ มีลำดับการสร้างดังนี้

1) พิจารณาแบบรูปให้ละเอียด โดยทำความเข้าใจในส่วนประกอบต่างๆให้ครบถ้วน

2) จัดเตรียม จัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องนำมาใช้ในการสร้างตามรายละเอียดที่ระบุตามแบบรูป

3) จัดสร้างโครงสร้างหลักโดยตัดเชื่อมเหล็กติดกันเพื่อขึ้นรูปโครงสร้าง และติดตั้งชุดล้อเข้ากับโครงสร้างเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

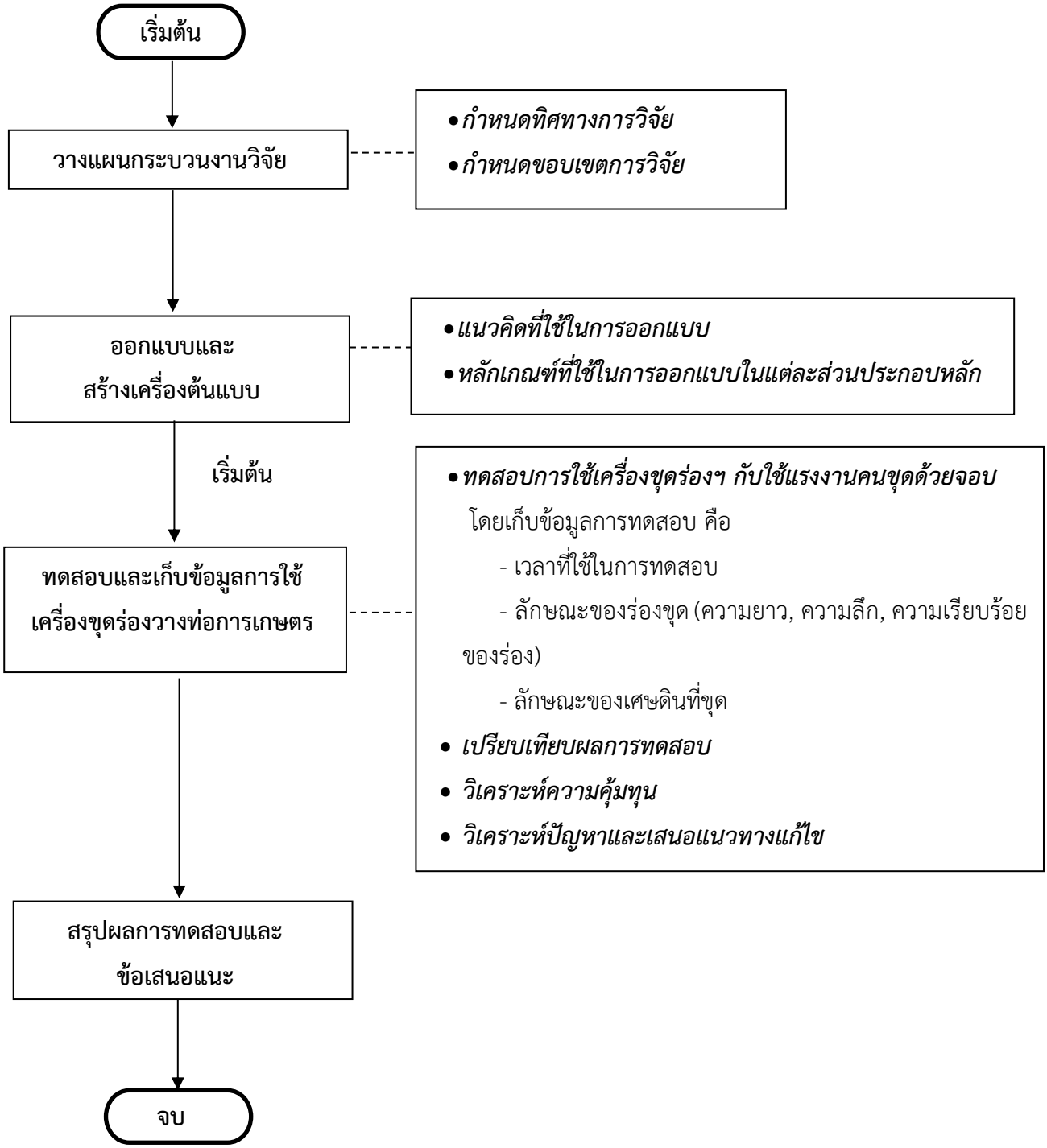
4) จัดสร้างชุดล้อขุดโดยติดตั้งใบมีดขุดเข้ากับล้อขุด และชุดเพลาขุด พร้อมติดตั้งใบกวาดดินเข้ากับล้อขุด แล้วนำมาติดตั้งบนชุดขุดในตำแหน่งที่กำหนด

5) ติดตั้งชุดส่งกำลังโดยลูกปืนตุ๊กตา ในตำแหน่งที่กำหนด โดยให้แนวสายพานตรงกับแนวมู่เล่ทั้งตัวขับและตัวตาม หลังจากนั้นจึงทำกลไกตัดต่อกำลังเพื่อกดสายพาน

6) ติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยทิศทางการหมุนของเพลาต้องอยู่ในทิศทางเดียวกันกับการทำงานของชุดล้อขุด

7) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ออกเพื่อทำสีของชุดโครงสร้าง

รูปภาพที่ 3.4 เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ



รูปภาพที่ 3.5 สรุปขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

ในการทดลองเพื่อต้องการทราบผลการทำงานของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร เปรียบเทียบกับการทำงานด้วยแรงคนในสภาพการทำงานเดียวกัน ที่ความลึกของดินและขนาดของร่องที่ขุดสามารถวางท่อได้ในขนาดเดียวกัน ดังนี้

4.1 องค์ประกอบในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการขุดของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

1) ขนาดของล้อขุด มีรัศมี 35 เซนติเมตร ขนาดหน้ากว้างของล้อขุด 10 เซนติเมตร

2) ต้นกำลัง เครื่องยนต์เบนซินสูบเดียว 200 ซีซี ขนาด 8 แรงม้า

3) ระบบส่งกำลัง แบบมู่เล่-สายพาน ทดรอบ ตัดต่อกำลังด้วยคลัชลูกรอก

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

4.2.1 การทดสอบด้วยเครื่องขุด (แสดงตามรูปภาพที่ 4.1 – 4.3)

1) เริ่มต้นด้วยการกำหนดแนวร่อง และวัดระยะทางที่ต้องการทดลอง 10 เมตร/ร่อง จำนวน 3 ร่อง

2) นำเครื่องขุดฯ มาตั้งในแนวขุดที่กำหนดไว้ เติมน้ำมันให้เต็มถัง

3) สตาร์ทเครื่องยนต์ เร่งเครื่องให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 2,200 รอบต่อนาที เมื่อผ่านการทดรอบของระบบส่งกำลังจะทำให้ล้อขุดมีความเร็วรอบประมาณ 202 ต่อนาที

4) จับเวลาและทำการขุดโดยกดคลัชให้ระบบส่งกำลังทำงานและควบคุมเครื่องขุดให้ล้อขุดจากจุดเริ่มต้นจนได้ความลึกสุดของเครื่อง และเดินไปข้างหน้าไปเรื่อยๆ ตามแนวร่องจะเกิดเป็นแนวร่องตามที่ต้องการ

5) ตัดระบบส่งกำลังด้วยคลัชพร้อมจับเวลาที่ใช้ไป และทำงานจับเวลาจนครบ 3 ร่อง

6) เติมน้ำมันให้เต็มถังพร้อมจดบันทึกน้ำมันที่เติมเข้าไป

รูปภาพที่ 4.1 การขุดร่องด้วยเครื่องขุด

รูปภาพที่ 4.2 ลักษณะของร่องภายหลังจากการขุดด้วยเครื่องขุด

รูปภาพที่ 4.3 แสดงขนาดความลึกและความกว้างของร่อง

4.2.2 การทดสอบจับเวลาขุดด้วยจอบ

ในการทดสอบด้วยจอบต้องใช้พลังงานของผู้ขุดค่อนข้างสูง โดยให้ผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานขุดดินและร่างกายแข็งแรง โดยให้ขุดแบบธรรมชาติมากที่สุด ไม่มีการเร่งหรือถ่วงเวลา และกำนดระยะแนวขุดเพียง 2 เมตร โดยเริ่มจากการกำหนดแนวขุดพร้อมการจับเวลา และทำการขุดจนกว่าจะแล้วเสร็จเพื่อให้ได้ความลึกของร่องขุดไกล้เคียงกับการขุดด้วยเครื่อง ผลการขุดแสดงตามรูปภาพที่ 4.4 - 4.6

รูปภาพที่ 4.4 แสดงขณะทดสอบการทำงานด้วยแรงคน

รูปภาพที่ 4.5 ขนาดของร่องขุดด้วยแรงคน

รูปภาพที่ 4.6 ลักษณะของร่องภายหลังจากการขุดด้วยแรงคน

4.3 ผลการทดสอบ

การขุดด้วยเครื่องขุด พบว่า ขนาดร่องมีความกว้าง 14 เซนติเมตร ความลึก สูงสุด 21 เซนติเมตร ในการทดสอบระยะทาง 30 เมตร ใช้เวลาทำงาน 29 นาที 44 วินาที ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 0.50 ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

ลำดับ	**ความยาวร่องทดสอบ (เมตร)**	**ระยะเวลา (นาที)**	**ปริมาณเชื้อเพลิง (ลิตร)**
ร่องที่ 1	10	10:25	-
ร่องที่ 2	10	9:36	-
ร่องที่ 3	10	9:43	-
รวม	**30**	**29:44**	**0.5**

การขุดด้วยจอบขุด เพื่อให้ได้ระดับความลึกเดียวกันด้วยจอบ ความกว้างร่องมากกว่า 20 เซนติเมตร และหากขุดต่อเนื่องจนเสร็จใช้เวลา 7 นาที 40 วินาที ระยะทาง 2 เมตร ซึ่งสังเกตได้ว่าผู้ทำการขุดมีอาการเหนื่อยต้องหยุดพัก และเมื่อคำนวณให้ได้ระยะขุด 10 เมตร ต้องใช้เวลา 38 นาที 20 วินาที และในความเป็นจริง ต้องมีการหยุดพักของผู้ขุดเพื่อลดอาการเหน็ดเหนื่อย ดังนั้นการขุดด้วยแรงคนจะมีความสามารถการขุดได้ไม่แต่ต่างจากค่าที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้

4.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ

โดยใช้แรงงานคนขุดด้วยจอบให้ได้ขนาดความลึกของร่องไกล้เคียงกัน พบว่า ระยะทาง 2 เมตร ใช้เวลา 7 นาที 40 วินาที ความเร็วในการทำงานต่อเวลา 0.261 เมตรต่อนาที ในขณะที่การขุดด้วยเครื่องขุดระยะทาง 30 เมตร ใช้เวลา 29 นาที 44 วินาที มีความเร็วในการขุด 1.01 เมตรต่อนาที (ตารางที่ 4.1) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 0.5 ลิตร

ตารางที่ 4.2 แสดงผลที่เกิดขึ้นหลังการทดลอง

รายการเปรียบเทียบ	**เครื่องขุดฯ**	**แรงงานคนใช้จอบ**
ลักษณะร่องขุด	เป็นร่องสวยงามผนังร่องตั้งฉาก	ไม่ทำให้ผนังร่องตั้งฉากได้ ขนาดร่องโตกว่าที่ความลึกเท่ากัน
ลักษณะของเศษดินที่ขุด	เป็นก้อนขนาดเล็ก แตกกระจายนำมากลบดินหลังวางท่อได้ง่ายและดูเรียบร้อย	ลักษณะดินที่ได้จากการขุดเป็นก้อนโต เมื่อนำมากลบท่อจะต้องจัดการเพิ่มขึ้นจึงจะเรียบร้อย
การใช้แรงของผู้ปฏิบัติงาน	ใช้กำลังน้อย สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	ใช้แรงมากกว่า และต้องหยุดพักอยู่บ่อยครั้ง
ความรวดเร็วการขุด	1.01 เมตรต่อนาที	0.261 เมตรต่อนาที

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบการทำงานขุดร่องวางท่อเกษตรด้วยจอบและด้วยเครื่องขุด

ลำดับ	**รายการ**	**แรงงานคนใช้จอบ**	**เครื่องขุดฯ**
1	ความสามารถการทำงาน (เมตร/นาที)	0.261	1.01
2	ระยะทางขุดต่อวัน	93.91	363.27
2	เวลาที่ใช้ (ชม.)	6	6
3	ค่าใช้จ่ายต่อวัน (บาท)	350	530
4	ค่าใช้จ่ายต่อเมตร (บาท)	3.72	1.46

การทดลองใช้เครื่องขุดฯ ได้ตรวจพบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในพื้นที่จริง โดยนำข้อตรวจพบไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปัญหาที่ตรวจพบจากการทดสอบเครื่อง

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1	การลื่นของสายพาน-มู่เล่ บางจังหวะทำให้ล้อขุดหยุดหมุนเมื่อการเดินหน้าเครื่องเร็วเกินไป	แรงกดลูกรอกไม่เพียงพอ	ปรับตำแหน่งของลูกรอก และควบคุมการเดินเครื่องให้คงที่ด้วยความเร็วที่เหมาะสม
2	มีเศษดินบางส่วนยังตกอยู่ในร่อง	ดินที่ขุดมีความชื้นสูง ทำให้การสลัดเศษดินออกไปไม่หมด	1. ต้องขุดในขณะที่มีความชื้นในดินไม่สูงเกินไป 2. เดินเครื่องถอยหลังเพื่อรื้อเศษดินขึ้นมาอีกครั้ง
3	แร่งสันสะเทือนส่งมาที่ด้ามบังคับต่อนข้างสูง	การกระแทกในจังหวะขุดและการทำงานของต้นกำลัง	1. ติดตั้งยางรองแท่นเครื่อง 2. ใส่ปลอกยางที่ด้ามจับ

4.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ในการทำงานสำหรับจ้างแรงงานเกษตรโดยทั่วไปจะคิด 6 ชั่วโมงต่อวัน (ในอัตราค่าจ้างแรงงาน 350 บาท ต่อวัน) เมื่อเปรียบเทียบความสามารถการทำงานเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องขุดที่สร้างขึ้นกับการขุดด้วยแรงคน ซึ่งใช้แรงงาน 1 คนเท่ากัน ขุดด้วยจอบมีความสามารถในการขุด 0.261 เมตรต่อนาที อัตราการทำงานด้วยเครื่องขุด 1.01 เมตรต่อวินาที และเมื่อคิดเวลาทำงานตลอดวัน ขุดด้วยจอบจะขุดร่องได้ 93.91 เมตร ในขณะที่ใช้เครื่องขุดสามารถขุดได้ระยะทาง 363.27 เมตร และเมื่อประเมินค่าขุดต่อระยะทาง 1 เมตร มีค่าต้นทุนการขุดด้วยจอบ 3.72 บาทต่อเมตร ขุดด้วยเครื่องขุดมีค่าใช้จ่ายการขุด 1.46 บาทต่อเมตร มีความแต่กต่าง 2.26 บาทต่อเมตร (3.72-1.46) โดยการขุดด้วยแรงคนมีเฉพาะค่าจ้างแรงงาน 350 บาท แต่การใช้เครื่องขุดจะมีค่าน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย (ปัจจุบันประมาณ 30 บาทต่อลิตร) ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 6 ลิตรต่อวัน จึงทำให้การขุดด้วยเครื่องขุด มีค่าใช้จ่ายรวม 530 บาทต่อวัน เมื่อมาคิดต้นทุนในการลงทุนสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรจำนวน 7,500 บาท จะมีการใช้งานเครื่องขุดฯ ระยะทาง 3,318.5 เมตร (7500/2.26) หากนับระยะเวลาจะมีค่าเท่ากับ 9.13 วัน (3,318.5/363.27) หรือเท่ากับ 10 วัน จะประหยัดค่าใช้จ่ายมีมูลค่าเท่ากับการลงทุนจัดหาเครื่องขุดมาใช้งานแทนการขุดด้วยจอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

สำหรับการประเมินการทำงานเป็นพื้นที่ โดยในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องมีการขุดร่องวางท่อประมาณ 180 เมตร ดังนั้นจุดคุ้มทุนจะใช้เครื่องขุดทำงานในพื้นที่ 18.44 ไร่ (3,318.5/180) ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการวางท่อส่งน้ำเกษตรในแปลงและมีพื้นที่มากกว่า 19 ไร่ จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนจัดหาเครื่องขุดไว้ใช้งาน

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผล

เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกต่อเกษตรกรโดยเฉพาะชาวสวนผลไม้ หรือแปลงพืชไร่พืชผักที่ต้องการฝังท่อกระจายน้ำในแปลงเพาะปลูกไม่ให้ท่อไปกีดขวางในแปลง อีกทั้งเพื่อยืดอายุการใช้งานของท่อเกษตร โดยตัวเครื่องขุดฯ มีขนาดกระทัดรัดสะดวกต่อการใช้งานสามารถเข้าทำงานในพื้นที่แคบได้ จะช่วยลดความเหนื่อยยากในการขุดร่องวางท่อเกษตรของเกษตรกร และมีราคาหรือต้นทุนในการสร้างค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีขนาดใหญ่นั่งขับได้แต่ราคาสูงกว่าหลายเท่า เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรเป็นผลงานวิจัยที่สร้างขึ้นมีผลการทดสอบใสสภาพพื้นที่จริงมีอัตราการทำงานที่ 1.01 เมตรต่อนาที แต่การขุดด้วยจอบจะมีความสามารถขุดร่องให้มีความลึกเท่ากันมีอัตราการทำงาน 0.261 เมตรต่อนาที จึงสรุปได้ว่าเครื่องขุดทำงานได้เร็วกว่าการขุดด้วยจอบ 0.749 เมตรต่อนาที จึงนับได้ว่าเครื่องขุดมีศักยภาพมากกว่าจอบมากถึง 3.87 เท่า

ในการทำงานจริงจะใช้แรงงานเท่ากันทั้งการขุดด้วยจอบและการขุดด้วยเครื่องขุด แต่การขุดด้วยเครื่องจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมา คือ น้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นนอกจากค่าแรงงานแล้วจะต้องรวมค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าด้วยกัน ในการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 8 แรงม้า และจากการทดสอบรวมระยะทางขุด 30 เมตร ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 0.5 ลิตร สำหรับขนาดของร่องขุดจะมีความลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ขนาดร่องออกแบบไว้ 10 เซติเมตร แต่เมื่อทำงานจริงขนาดร่องจะโตกว่าที่ออกแบบไว้เนื่องจากการทำงานของเครื่อต้นกำลังส่งแรงสั่นสะเทือนไปถึงชุดขุดจึงมีโอกาสที่มีการขยับตัวของล้อขุด ในการทดสอบจะมีขนาดร่องกว้าง 14 เซนติเมตร ขนาดท่อที่นำมาฝังได้สูงสุดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และแนวร่องขุดจะสวยงามเป็นระเบียบ

สำหรับส่วนประกอบของเครื่องสร้างจากเหล็กเป็นหลัก ประกอบด้วยโครงสร้างหลักทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนประกอบต่างๆ โดยมีล้อขุดและระบบส่งกำลังทำงานพร้อมกัน ขนาดของเครื่องกว้าง 0.50 เมตร สูง 0.40 เมตร ความยาวตัวเครื่อง 1.20 เมตร น้ำหนักประมาณ 45 กิโลกรัม มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุ 7,500 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การใช้งานเครื่องขุดวางท่อเกษตรที่สร้างขึ้นจะมีความลึกจำกัดที่ 20 เซนติเมตร ทำให้คงเหลือความลึกดินถมหลังท่อไม่มากนัก ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงเหมาะกับการใช้ในกลุ่มพืชสวนหรือในพื้นที่ที่ไม่มีการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่วิ่งเหยียบแนวท่อ มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับท่อส่งน้ำได้

2) ในขณะเครื่องขุดทำงานดินที่ขุดขึ้นมาจะยังมีบางส่วนยังหล่นลงไปในร่องจึงควรมีการกวาดดินที่ตกหล่นขึ้นมาจากร่องก่อนทำการวางท่อและฝังกลบต่อไป

3) เนื่องจากเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยสามารถใช้งบประมาณไปสนับสนุนต่อยอดการพัฒนาต่อไป

4) นอกจากเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรจะใช้เพื่อการวางท่อของเกษตรกรแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ขุดร่องเพื่อระบายน้ำขังในแปลงเกษตรได้

5) การวางท่อเกษตรมักจะเป็นการวางแบบถาวร ในแปลงปลูกแต่ละแปลงจะวางเพียงครั้งเดียวในช่วงเวลาหลายปี เครื่องขุดร่องเกษตร 1 เครื่อง ทำงานได้มากเพื่อลดต้นทุนการทำเกษตรและประหยัดงบประมาณของเกษตรกร ควรมีการรวมกลุ่มเกษตรกรและจัดหามาใช้ร่วมกัน จะทำให้เกิดความคุ้มค่ามากกว่าจัดหามาเป็นเจ้าของเดิม

6) หากเกษตรกรประสงค์ที่จะจัดหามาใช้ประจำแปลงของตนเอง แต่การใช้งานไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สามารถนำเครื่องต้นกำลังไปใช้กับเครื่องจักรกลอื่นๆ จะส่งผลให้เกษตรกรประหยัดต้นทุนและใช้ต้นกำลังอย่างคุ้มค่าในที่สุด

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). **ดินของประเทศไทย, ชุดองค์ความรู้กึ่งศตวรรษพัฒนาที่ดิน**. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2564 จาก http://ofs101.ldd.go.th/LDDNews/RAPR/ชุดองค์ความรู้กึ่งศตวรรษพัฒนาที่ดิน/ดินของประเทศไทย/ดินของประเทศไทย.pdf

กรมส่งเสริมการเกษตร. (ม.ป.ป.). **ระบบการให้น้ำพืช**. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2564 จาก http://www.royalagro.doae.go.th/download/ebook/ระบบการให้น้ำพืช.pdf

ดำรง สัพโส. (2556). **เอกสารประกอบการสอน วิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล. หน่วยที่ 2: งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน**. วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์, สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. หน้า 13-33 สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561 จาก http://tl.ac.th/documant/damrong/2.pdf.

ปรีชา ทิมทอง. (2543). **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล**. กรุงเทพมหานครฯ: สำนักพิมพ์จิตรวัฒน์.

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน. (2563).**เครื่องขุดดินวางท่อเพื่อการเกษตร**. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2564 จาก http://www.thaiinvention.net/idetail.php?p=cHJvamVjdF9pZD01NzU3MCZ jZmdfaWQ9MzYmY29tcGV0X2lkPTI=&cond=

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

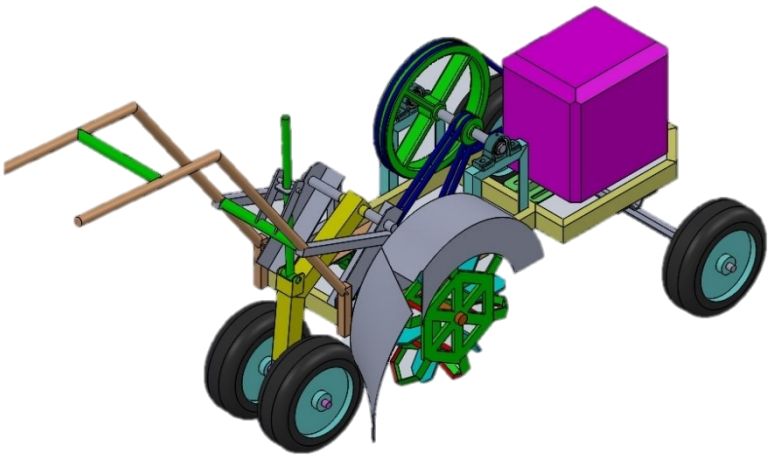
รายการวัสดุและรูปแบบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

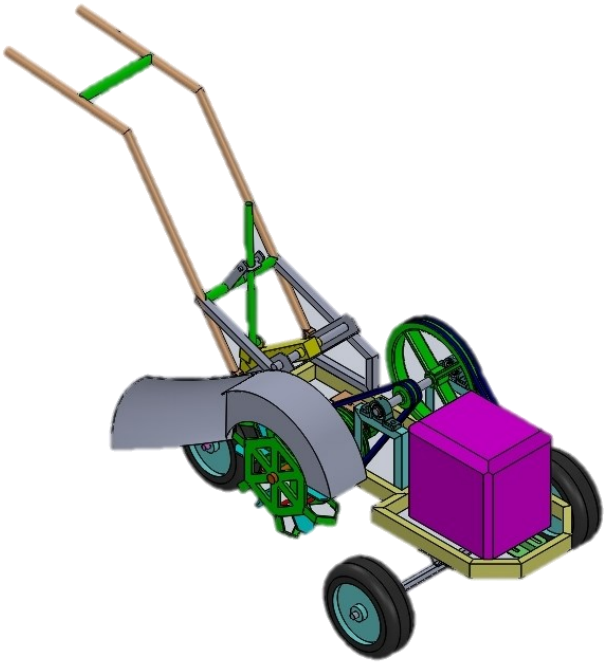
1. รายการวัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

ตารางที่ ก.1 รายการวัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

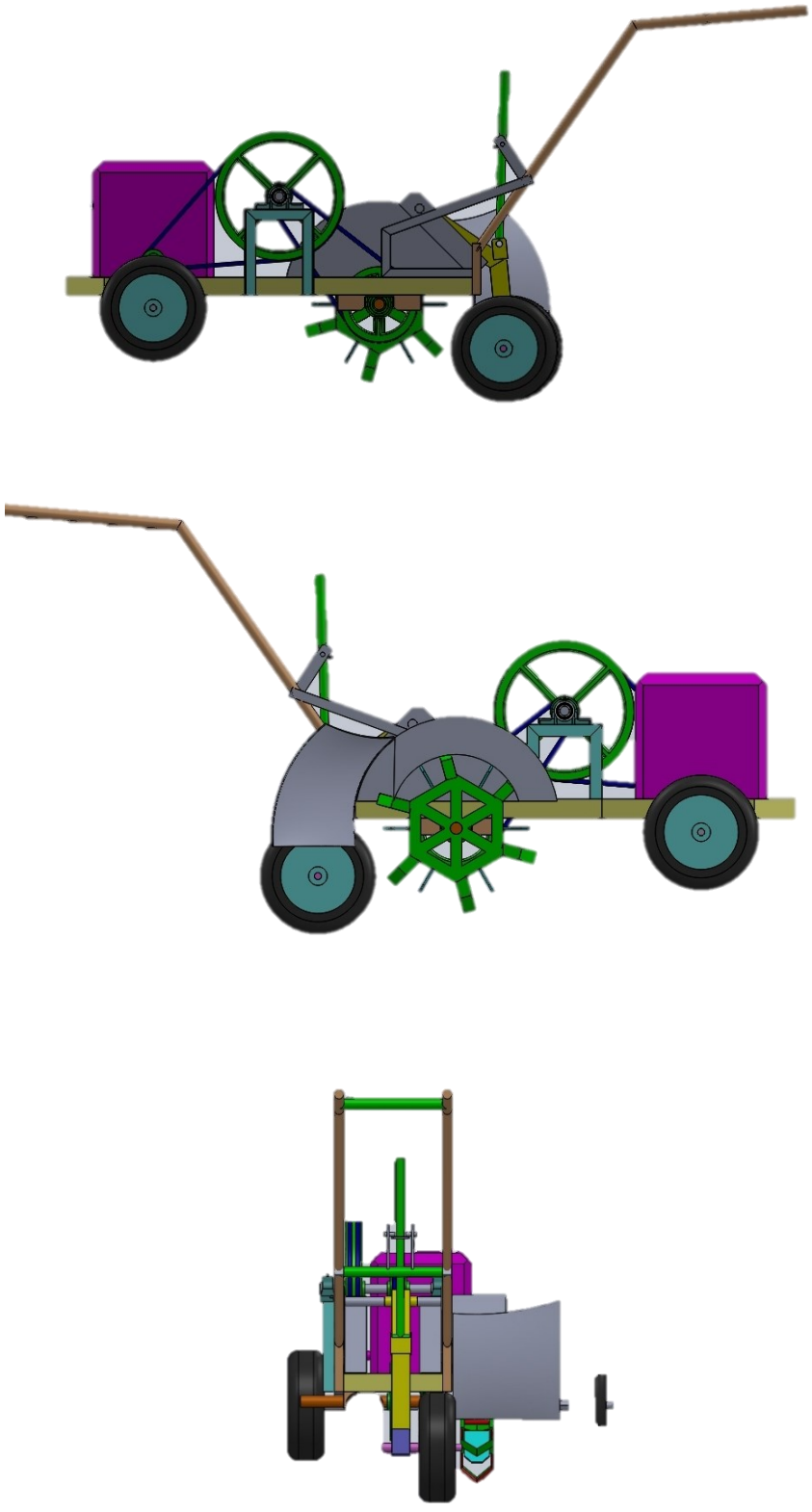
ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย
1	เหล็กกล่องขนาด 2x1 นิ้ว หนา 1.5 มม.	6	เมตร
2	เหล็กแป๊ปกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว	6	เมตร
3	ผานไถขนาด 22 นิ้ว	2	ผาน
4	เหล็กแบนขนาด 1.5 นิ้ว หนา 4 มม.	2	เมตร
5	บู๊ช รู 1 นิ้ว ยาว 3 นิ้ว	2	อัน
6	เพลา 1 นิ้ว	1	เมตร
7	เหล็กเครื่องมือแบนขนาด 1.5 นิ้ว หนา 5 มม.	1	เมตร
8	มู่เล่ ร่อง B 2.5 นิ้ว รูเพลา 1/4 นิ้ว	1	อัน
9	มู่เล่ ร่อง B 8 นิ้ว รูเพลา 1 นิ้ว	1	อัน
10	มู่เล่ ร่อง B 14 นิ้ว รูเพลา 1 นิ้ว	1	อัน
11	มู่เล่ ร่อง B 3 นิ้ว รูเพล่า 1 นิ้ว	1	อัน
12	ลูกปืนตุ๊กตาขนาด 1 นิ้ว	2	ตัว
13	ลูกปืนตุ๊กตาขนาด 34 มิลิเมตร	2	ตัว
14	เครื่องยนต์เบนซินสูบเดียว	1	เครื่อง
15	ล้อรถเข็น 10 นิ้ว	4	ล้อ
16	เพลารถเข็น	1	ชุด
17	สายพาน V ร่อง B ยาว 52 นิ้ว	2	เส้น
18	สายพาน V ร่อง B ยาว 64 นิ้ว	2	เส้น
19	น๊อตตัวผู้-ตัวเมีย M 12 ยาว 3 นิ้ว	20	ชุด
20	สีและอุปกรณ์	1	ชุด

2. รูปแบบ 3 มิติเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร





รูปภาพที่ ก.1 ภาพ 3 มิติ ของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร (1)



รูปภาพที่ ก.2 ภาพ 3 มิติ ของเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร (2)

3. เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ

รูปภาพที่ ก.3 เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตรต้นแบบ

ภาคผนวก ข

ภาพการทดสอบเครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

1. การทดสอบโดยใช้เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

รูปภาพที่ ข.1 การทดสอบโดยใช้เครื่องขุดร่องวางท่อเกษตร

2. การทดสอบแรงงานคนโดยใช้จอบ

รูปภาพที่ ข.2 การทดสอบแรงงานคนโดยใช้จอบ