บทที่ 1

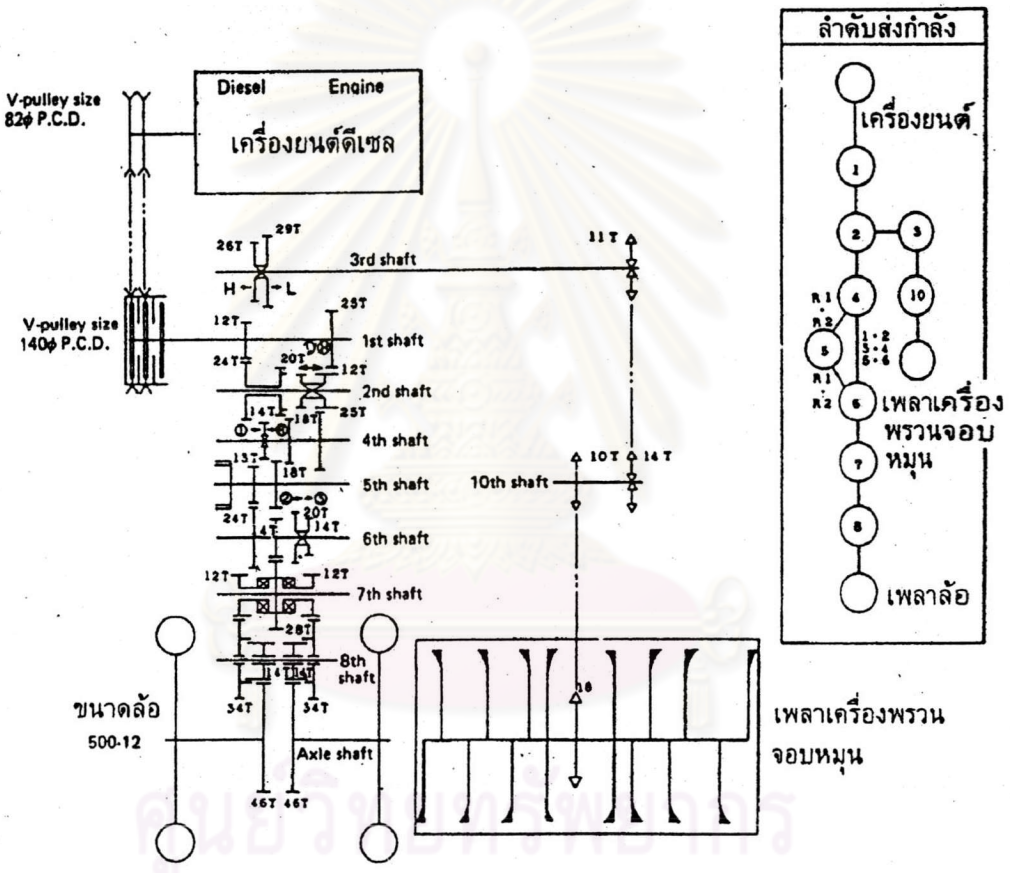
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

รถไถเดินตามเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่ถูกนำมาใช้ทดแทนแรงงานสัตว์ สามารถติดอุปกรณ์การเกษตรชนิดต่างๆ ได้ จึงใช้ทำงานด้านการเกษตรได้หลายอย่าง ได้แก่ การเตรียมดินเพาะปลูก การสูบน้ำ และใช้ลากจูง เป็นต้น ดังนั้นรถไถเดินตามช่วยในการทำงานของเกษตรกรได้อเนกประสงค์จึงเป็นที่ต้องการมากในปัจจุบัน ส่งผลให้มีการนำเข้ารวมถึงการผลิตภายในประเทศจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี รถไถเดินตามมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการออกแบบเพื่อใช้งานได้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การเกษตรในแต่ละประเทศ เช่น รถไถเดินตามเล็กชนิดพรวนดิน (Mini-tiller type walk-behind tractor) รถไถเดินตามชนิดลาก (Traction type walk-behind tractor) รถไถเดินตามชนิดลากและติดเครื่องพรวนจอบหมุน (Dual type walk-behind tractor) และรถไถเดินตามชนิดติดเครื่องพรวนจอบหมุน (Drive type walk-behind tractor or power tiller) เป็นต้น รถไถเดินตามเหล่านี้มีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่หลักเหมือนกัน ได้แก่ เครื่องยนต์ ระบบส่งกำลัง คลัตช์หลัก คลัตช์บังคับเลี้ยว เบรก อุปกรณ์ตะกุยดิน อุปกรณ์พ่วงทำงาน และกลไกควบคุมการทำงานเป็นต้น การทำงานของรถไถเดินตามส่วนใหญ่จะเหมือนกัน คือ ใช้เครื่องยนต์ 4 จังหวะแบบแก๊สโซลีนหรือดีเซลชนิดสูบเดียว ระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำ กำลังจากเครื่องยนต์ถ่ายทอดมายังเพลาหลัก (Main shaft) ในห้องส่งกำลังด้วยสายพานตัววี จำนวน 1-3 เส้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องยนต์ กำลังจากเพลาหลักจะถูกส่งผ่านต่อมายังเพลาตัวถัดไปที่ขนานกันโดยการขบกันของเฟืองตรง (Spur gear) ที่อยู่บนเพลา ในที่สุดกำลังจะส่งต่อมาที่เพลาล้อทั้งสองข้าง กลไกในการบังคับเลี้ยวของรถไถเดินตามนิยมใช้คลัตช์เดือย (Dog clutch) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 คลัตช์เดือยติดตั้งอยู่บนเพลาที่ 7 ทำงานโดยการเลื่อนเฟืองขบ รายละเอียดของคลัตช์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในรถไถเดินตามจะกล่าวถึงในบทที่ 3

รถไถพรวนดินขนาดเล็ก (Small motor tiller) เป็นรถไถเดินตามชนิดลากใช้สำหรับพรวนดินหรือทำสวนขนาดเล็ก อุปกรณ์การเกษตรที่ใช้กับรถไถเดินตามชนิดนี้ ได้แก่ ล้อพรวนดิน (Drum rotor) ไถหัวหมู (Moldboard plow) อุปกรณ์ยกร่อง และรถพ่วง (Trailer) เป็นต้น รถไถเดินตามชนิดนี้มีขนาดกะทัดรัดทำงานได้สะดวก อุปกรณ์การเกษตรจำพวกไถหัวหมู อุปกรณ์ยกร่องและรถพ่วงจะนำมาติดตั้งที่หูพ่วงอุปกรณ์หลังของรถไถพรวนดิน ในขณะทำงานรถไถพรวนดินจะลากอุปกรณ์ที่นำมาต่อพ่วงเหล่านั้น ในกรณีของไถหัวหมูและอุปกรณ์ยกร่อง เกษตรกรอาจจะกดคันมือถือเพื่อช่วยให้การทำงานมีเสถียรภาพ ส่วนล้อพรวนดินจะถูกนำมาติดตั้งที่เพลาล้อแทนล้อยาง ดังนั้นอัตราเร็วรอบหมุนของใบมีดจะเท่ากับอัตราเร็วรอบหมุนของเพลาล้อ ใบมีดพรวนดินที่ติดกับเพลาล้อจะ

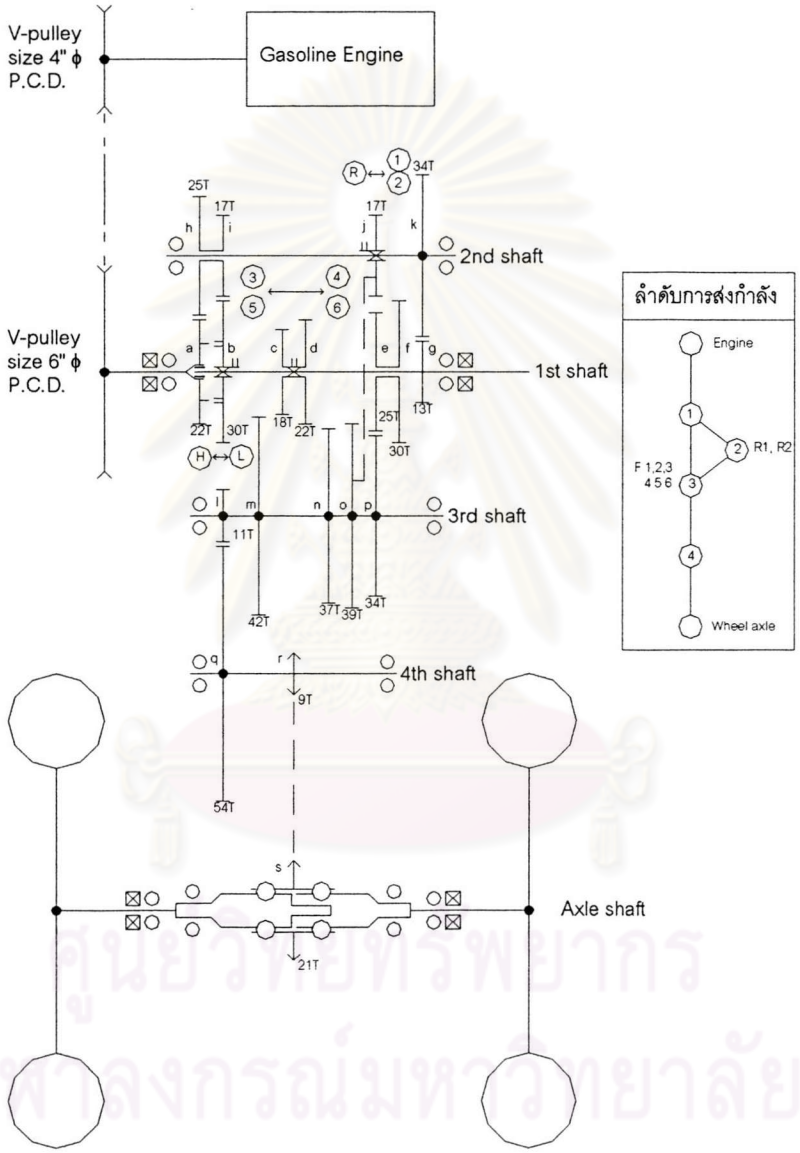
ทำหน้าที่ย่อยขนาดของก้อนดิน เนื่องจากขนาดของก้อนดินขึ้นอยู่กับอัตราเร็วรอบหมุนของใบมีดและความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถพรวนดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดสกีหลัง (Rear skid) เข้าที่หูพ่วงอุปกรณ์หลังเพื่อช่วยหน่วงการเคลื่อนที่ และช่วยการพรวนดินให้ได้ขนาดของก้อนดินตามต้องการ นอกจากนี้สกีหลังยังช่วยเพิ่มเสถียรภาพในการทำงานและความสะดวกในการเลี้ยว เมื่อเกษตรกรกดคันมือถือจะทำให้สกีหลังกดดิน เกิดแรงต้านทานดินกระทำต่อสกีหลังมากขึ้น มีผลให้รถไถพรวนดินเคลื่อนที่ไปข้างหน้าช้าลงทำให้ขนาดของก้อนดินที่ได้จากการพรวนเล็กลง ในทางกลับกันหากสกีหลังกดดินเพียงเล็กน้อย แรงต้านทานดินที่กระทำต่อสกีหลังก็จะน้อยทำให้รถไถพรวนดินเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้เร็ว ก้อนดินที่ได้จากการพรวนก็จะมีขนาดใหญ่



รูปที่ 1.1 แผนผังเฟืองส่งกำลังของรถไถเดินตามติดเครื่องพรวนจอบหมุน [1]

ระบบส่งกำลังของรถไถพรวนดินขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาและทดลองนี้ จะใช้สายพานตัววี 1 เส้น ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเครื่องยนต์เข้าสู่ห้องส่งกำลัง ภายในห้องส่งกำลังประกอบด้วยเฟืองตรง เฟืองโซ่และโซ่ ซึ่งติดตั้งอยู่บนเพลาที่วางขนานกันดังแสดงในรูปที่ 1.2 เป็นตัวส่งกำลังมาขับเพลาล้อทั้งสองข้าง โดยมีคลัตช์บังคับเลี้ยวเป็นคลัตช์ชนิดลูกปืน (Ball clutch) ซึ่งติดตั้งอยู่ที่เพลาล้อทำหน้าที่ตัดต่อกำลังในแต่ละเพลาล้อ อนึ่งคลัตช์ชนิดลูกปืนนี้ยังไม่มีการนำมาใช้งานในรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศ ทั้งนี้เพราะว่ายังไม่มีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของคลัตช์ชนิดนี้ใน

ประเทศไทย แต่คลัตช์ชนิดลูกปืนนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับรถไถพรวนดินที่ผลิตและใช้งานในประเทศญี่ปุ่น เพราะว่าการใช้คลัตช์ชนิดนี้สามารถใช้ระบบส่งกำลังที่เรียกกันว่า ชุดขับสุดท้าย เป็นเฟืองโซ่ได้ ซึ่งการใช้เฟืองโซ่จะมีจุดเด่นอยู่สองประการ คือ เฟืองโซ่ตัวขับและตัวตามจะหมุนไปในทิศทางเดียวกันทำให้ลดจำนวนเพลาส่งกำลังลงได้หนึ่งเพลา และระยะห่างระหว่างเฟืองขับกับเฟืองตามก็สามารถออกแบบได้ตามความเหมาะสมของโครงสร้างห้องส่งกำลัง



รูปที่ 1.2 แผนผังเฟืองส่งกำลังของรถไถพรวนดินขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาและทดลอง

เนื่องจากการติดอุปกรณ์การเกษตรต่างชนิดกันจะทำให้เกิดแรงบิดที่เพลาล้อต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการคำนวณออกแบบขนาดของเครื่องยนต์ ระบบส่งกำลัง และคลัตช์บังคับเลี้ยว จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ระบบส่งกำลัง กลไกการทำงานของคลัตช์ชนิดลูกปืน และผลของการ

ติดอุปกรณ์การเกษตร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นกรณีศึกษาหรือแนวทางในการเลือกขนาดของเครื่องยนต์ และเสนอค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบคลัตช์ชนิดลูกปืนที่เหมาะสมกับรถไถพรวนดินขนาดเล็กต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ระบบส่งกำลังของรถไถพรวนดินขนาดเล็ก และกลไกการทำงานของคลัตช์บังคับเลี้ยวชนิดลูกปืน อันเนื่องมาจากการติดอุปกรณ์ต่อพ่วงชนิดต่างๆ แล้วนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกขนาดของเครื่องยนต์ และเสนอค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบคลัตช์ชนิดลูกปืนที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.3.1 ทำการศึกษาและทดลองโดยใช้รถไถพรวนดิน Honda FA500 ของบริษัท เอเชี่ยนฮอนด้ามอเตอร์ จำกัด ในระดับห้องปฏิบัติการ

1.3.2 ศึกษาและทดลองหาการสูญเสียสถิต และการสูญเสียจลน์ ภายในระบบส่งกำลังของรถไถพรวนดินขนาดเล็ก

1.3.3 ศึกษาและทดลองหาประสิทธิภาพการส่งกำลังของรถไถพรวนดินจากเครื่องยนต์ถึงเพลาล้อ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะไม่มีภาระเป็น 2800 3000 3200 3400 และ 3600 รอบต่อนาที และให้ภาระที่เพลาล้อของรถไถพรวนดินตามลักษณะของภาระที่เกิดจากการต่อพ่วงอุปกรณ์เกษตร 3 ชนิด คือ รถพ่วง ไถหัวหมู และล้อพรวนดิน

1.3.4 ศึกษากลไกการทำงานและการคำนวณแรงของคลัตช์ชนิดลูกปืน

1.3.5 สร้างชุดทดลอง ได้แก่ แท่นจับยึดรถไถพรวนดินในการทดลองหาการสูญเสียสถิต แท่นจับยึดรถไถพรวนดินในการทดลองหาประสิทธิภาพการส่งกำลัง และอุปกรณ์วัดแรงบีบคลัตช์ เป็นต้น

1.3.6 นำผลการทดลองมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกขนาดของเครื่องยนต์ และเสนอค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบคลัตช์บังคับเลี้ยวชนิดลูกปืนที่เหมาะสมกับการใช้งานในรถไถพรวนดินขนาดเล็ก

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์

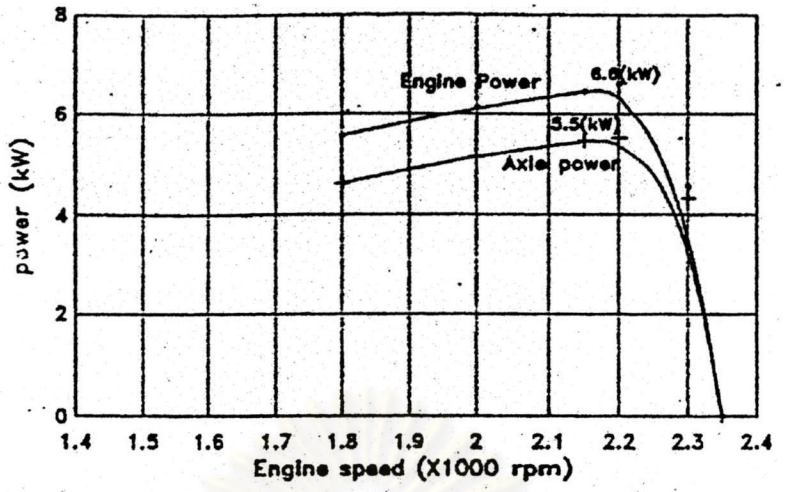
จากการทดลองจะทำให้ทราบช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่เหมาะสมกับการทำงานเกษตรกรรมต่างๆ เช่น การไถ การลากรถพ่วง และการพรวนดิน เป็นต้น เป็นการช่วยให้เกษตรกรใช้งานรถไถพรวนดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่าย

นอกจากนั้นยังเป็นกรณีศึกษาหรือแนวทางขั้นพื้นฐานในการเลือกขนาดเครื่องยนต์ และเสนอค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบคลัตช์บังคับเลี้ยวชนิดลูกปืนที่เหมาะสมกับรถไถพรวนดินขนาดเล็กที่จะผลิตและใช้งานในประเทศไทย

1.5 ปริทัศน์วรรณกรรม

เนื่องจากยังไม่มีผลการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับระบบส่งกำลังและโดยเฉพาะคลัตช์ชนิดลูกปืนของรถไถพรวนดินขนาดเล็กในประเทศไทย จึงได้นำงานวิจัยอื่นที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการส่งกำลังของรถไถเดินตามชนิดลาก และแรงที่ใช้ในการบีบคันคลัตช์บังคับเลี้ยวในกรณีที่คลัตช์บังคับเลี้ยวเป็นคลัตช์เดือย มาเป็นแนวทางขั้นต้นในการทำวิทยานิพนธ์นี้ โดยรายละเอียดของงานวิจัยเหล่านั้นได้นำมากล่าวถึงแต่พอสังเขป ดังต่อไปนี้

Agung Hendriadi [2] ทำการประเมินสมรรถนะของรถไถเดินตามที่ผลิตและใช้งานกันทั่วไปในประเทศอินโดนีเซีย การประเมินนี้จะพิจารณาถึงการสำรวจภาคสนามซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรที่มีรถไถเดินตามเป็นของตนเองจำนวน 40 คน ทำให้ทราบว่าเกษตรกรนิยมใช้รถไถเดินตามที่ไม่มีเพลาอำนวยกำลัง มีเกียร์ความเร็วเดินหน้าเพียงหนึ่งเกียร์ ดังนั้นจึงเลือกรถไถเดินตามไม่มีเพลาอำนวยกำลังใช้เครื่องยนต์ Kubota G–900B ขนาด 6.46 กิโลวัตต์ในการทดลอง การวัดสมรรถนะเพลาล้อและสมรรถนะของคลัตช์บังคับเลี้ยวซึ่งเป็นคลัตช์เดือยซึ่งได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนการวัดสมรรถนะการฉุดลากได้ทำการทดลองในสนาม และประมาณค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถไถเดินตาม ในการทดลองวัดสมรรถนะเพลาล้อได้เลือกความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะไม่มีภาระเป็น 1650 2200 และ 2350 รอบต่อนาที ในกรณีของการวัดสมรรถนะเพลาล้อและสมรรถนะคลัตช์บังคับเลี้ยวนั้น หลังจากปรับตั้งความเร็วรอบเริ่มต้นได้แล้วจึงทำการเพิ่มภาระเข้าที่เพลาล้อประมาณ 10 ค่า ทำการบันทึกความเร็วรอบเครื่องยนต์ ความเร็วรอบมู่เล่เข้าห้องส่งกำลัง ความเร็วรอบเพลาล้อ แรงบิดที่เพลาเครื่องยนต์และเพลาล้อทั้งข้างซ้ายและข้างขวา นำมาคำนวณหากำลังเครื่องยนต์ กำลังที่เพลาล้อรวม เปอร์เซ็นต์การลื่นของสายพาน และประสิทธิภาพการส่งกำลัง อนึ่งในขณะที่เพิ่มภาระเข้าที่เพลาล้อนั้น กำลังของเครื่องยนต์และเพลาล้อจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์จะลดลง กำลังของเครื่องยนต์และเพลาล้อจะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดแล้วจะลดลงดังแสดงในรูปที่ 1.3 ค่าที่ได้จากการทดลอง คือ กำลังจากเพลาล้อสูงสุด และประสิทธิภาพการส่งกำลังสูงสุด ซึ่งจะกล่าวถึงโดยใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็นค่าเปรียบเทียบ แต่ให้เข้าใจว่าค่าสูงสุดเหล่านี้เกิดขึ้นในขณะที่ให้ภาระ ซึ่งความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ตำแหน่งสูงสุดนั้นได้ลดลงจากค่าเริ่มต้นที่ยังไม่ให้ภาระแล้ว



รูปที่ 1.3 กำลังของเครื่องยนต์และเพลาล้อที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 รอบต่อนาที

กำลังที่เพลาล้อสูงสุดของรถไถเดินตามที่วัดได้เป็น 3.1 5.1 และ 5.5 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 1650 2200 และ 2350 รอบต่อนาทีตามลำดับ ประสิทธิภาพการส่งกำลังที่กำลังส่งออกสูงสุดมีค่าเป็น 83.3% ในการทดลองวัดสมรรถนะการฉุดลากได้เลือกความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 1650 2200 และ 2350 รอบต่อนาที ให้ภาระ 8 ค่า ทำการวัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถ แรงฉุดลาก และความเร็วมู่เล่หลัก พบว่ากำลังฉุดลากสูงสุดเป็น 1.6 2.6 และ 3 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 1650 2200 และ 2350 รอบต่อนาทีตามลำดับ ประสิทธิภาพการฉุดลากสูงสุดบนพื้นแห้งและใช้ล้อเหล็กเป็น 56 59.1 และ 60.3% ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 1650 2200 และ 2350 รอบต่อนาทีตามลำดับ ตัวแปรที่เหมาะสมในการทำงานภาคสนาม คือ แรงฉุดลาก 2.27 กิโลนิวตัน ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามเป็น 1.2 เมตรต่อวินาที โดยมีเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อเป็น 26.1% กำลังฉุดลากสูงสุดที่ตำแหน่งประสิทธิภาพการฉุดลากสูงสุดเป็น 2.6 กิโลวัตต์ การลื่นไถลของล้อจะมากขึ้นและความเร็วของรถไถเดินตามจะลดลง เมื่อแรงฉุดลากเพิ่มขึ้น

จากการทดลองวัดสมรรถนะของคลัตช์บังคับเลี้ยว เมื่อเพิ่มภาระที่เพลาล้อขึ้นจนความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงมาประมาณ 7–10% แรงที่ต้องใช้ในการบีบคันคลัตช์บีบเลี้ยว จะมีค่าสูงกว่าความสามารถของกล้ามเนื้อที่มือของเกษตรกรที่จะใช้บีบคันคลัตช์ (แรงที่กล้ามเนื้อมือของผู้ชายที่จะใช้ในการบีบเป็น 36.5 kgf) ดังนั้นจึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงคลัตช์บังคับเลี้ยวเพื่อลดแรงที่ต้องใช้ในการบีบคันคลัตช์ลง ส่วนค่าใช้จ่ายโดยประมาณในการทำงานเตรียมดินเพาะปลูกของรถไถเดินตามคันนี้ที่ BEP = 17 เฮกตาร์ต่อปี เท่ากับ 66,475 รูปีต่อเฮกตาร์

Swapan Kumar Roy [3] ทำการประเมินสมรรถนะการส่งกำลังของรถไถเดินตามที่ผลิตและใช้งานทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นรถไถเดินตามที่ไม่มีเพลาอำนวยกำลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงจุดที่ทำให้เกิดการสูญเสียกำลัง และแนะนำวิธีหรือแนวทางที่จะปรับปรุงการออกแบบเพื่อลดการสูญเสียนี้ลง โดยทำการทดสอบรถไถเดินตามซึ่งมีเกียร์เดินหน้า 2 เกียร์ ถอยหลัง 1 เกียร์ ประกอบเข้ากับเครื่องยนต์ดีเซล ยันม่าร์ (TFL 85) ขนาด 6.3 กิโลวัตต์ กำลังจากเครื่องยนต์ถูกส่งไปยังเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนและเพลาล้อ โดยสายพานตัววี 3 เส้น และชุดเฟืองในห้องส่งกำลัง ระบบบังคับเลี้ยวเป็นแบบคลัตช์เดือยซึ่งติดตั้งอยู่บนเพลาที่ถัดจากเพลาล้อขึ้นไป 1 เพลา ทำการวัดกำลังของเครื่องยนต์ กำลังเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนและกำลังที่เพลาล้อ โดยให้ภาระที่เพลาล้อและเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนในห้องปฏิบัติการ

ทำการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ คือ ภาระที่เพลาล้อ ภาระที่เพลาเครื่องพรวนจอบหมุน ระยะระหว่างมู่เล่ จำนวนสายพาน และขนาดของมู่เล่ พบว่า กำลังที่เพลาล้อเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของภาระที่เพลาล้อที่ทุกๆ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ กำลังของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าสูงสุด เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงจาก 2300 รอบต่อนาที ถึง 2250 รอบต่อนาที และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงต่อไปเนื่องจากการเพิ่มภาระ กำลังเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนมีแนวโน้มเป็นเช่นเดียวกันกับกำลังเครื่องยนต์ โดยกำลังจากเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนจะมีค่าน้อยกว่ากำลังเครื่องยนต์แต่จะมากกว่ากำลังจากเพลาล้อ กำลังจากเพลาเครื่องพรวนจอบหมุนสูงสุดมีค่า 4.24 กิโลวัตต์ ขณะที่กำลังจากเพลาล้อมีค่า 0.08 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพของการส่งกำลังด้วยสายพานตัววี ขึ้นอยู่กับแรงตึงของสายพานและการลื่นไถล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะระหว่างมู่เล่และขนาดของมู่เล่ ถ้าขนาดของมู่เล่ใหญ่แรงเสียดทานจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของหน้าสัมผัสระหว่างสายพานกับมู่เล่ ประสิทธิภาพการส่งกำลังสูงสุดเกิดที่ระยะห่างในแนวดิ่งของสายพาน (Belt sag) เป็น 21 มม./ม.

Desrial [4] ได้ทำการประเมินรถไถเดินตามที่ได้รับการปรับปรุงแล้วและผลิตในประเทศอินโดนีเซีย โดยการทดสอบสมรรถนะของเพลาล้อและสมรรถนะการลากจูงในพื้นที่เปียกโดยใช้ล้อเหล็กชนิดวงคู่ สมรรถนะของรถไถเดินตามนี้ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับสมรรถนะของรถไถเดินตามรุ่นก่อนหน้านี้ กำลังที่เพลาล้อที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 2200 และ 1650 รอบต่อนาที มีค่าเท่ากับ 5.18 4.78 และ 3.11 กิโลวัตต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการส่งกำลังจากเครื่องยนต์สู่เพลาล้อของรถไถเดินตามที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 รอบต่อนาที มีค่า 78.5% กำลังฉุดลากสูงสุดในพื้นที่เปียกที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 2200 และ 1650 รอบต่อนาที มีค่าเป็น 2.24 1.91 และ 1.55 กิโลวัตต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการฉุดลากและสัมประสิทธิ์การฉุดลากเมื่อกำลังฉุดลากสูงสุดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 2200 และ 1650 รอบต่อนาที คือ 51.1 49.2 และ 53.7%

และ 0.55 0.52 และ 0.47 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการส่งกำลังสูงสุดจากเครื่องยนต์ถึงกำลังฉุดลากที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ขณะยังไม่ให้ภาระเป็น 2350 รอบต่อนาที มีค่าเป็น 33.9%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย