

การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง
ของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน



ปริญญานิพนธ์
ของ
สมพจน์ คำแก้ว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
เมษายน 2559

การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง
ของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
เมษายน 2559

การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง
ของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน



ปริญญานิพนธ์
ของ
สมพจน์ คำแก้ว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เมษายน 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง
ของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
เมษายน 2559

สมพจน์ คำแก้ว. (2558). การทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนที่ความหนาของ
ชีวมวลแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ปรัชญา (วิศวกรรมเครื่องกล) กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท: ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ ดร.ประชา บุญยานิชกุล, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ คุรุเจริญ, ดร.
อิศราฐ์ เชาระกำ, อาจารย์ ดร.รัฐศักดิ์ พรหมมาศ, อาจารย์ ดร.มนัส แป้งใส.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนที่มี
ผลกระทบจากการสิ้นเปลือง แรงจูงใจ การปลูกลำต้น การปลูกลำต้น การปลูกลำต้น การปลูกลำต้น
หนาแน่นชีวมวลที่ 0 2 4 และ 6 ตันต่อเฮกตาร์ และค่าความลึกสองระดับที่ 10 และ 20 เซนติเมตร
โดยทำการทดสอบ 1 และ 2 เทียว ปฏิบัติการทดสอบในแปลงหลังเก็บเกี่ยวอ้อยรุ่นสุดท้ายที่มีการ
เก็บเกี่ยวโดยมีปริมาณความชื้นชีวมวลและดินในแปลงเท่ากับ 22.115 เปอร์เซ็นต์ [d.b] และ
19.202 เปอร์เซ็นต์ [d.b] พบว่าเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนต้นแบบมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน
เชื้อเพลิงในแปลงทดลองเท่ากับ 125 เมตรต่อลิตร ที่ความเร็วของรถแทรกเตอร์เท่ากับ 3.2616
กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองเท่ากับ 4.44 เปอร์เซ็นต์ แรงจูงใจ Drawbar power เท่ากับ
8.30 กิโลวัตต์ กำลังเพลาลำต้น P.T.O Power เท่ากับ 16.56 กิโลวัตต์ และกำลังรวม Total Power
เท่ากับ 24.86 กิโลวัตต์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะและกำลังรวมของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวน
เป็นผลมาจากความลึกของตัวเปิดหน้าดินและความหนาของชีวมวล

PERFORMANCE TEST AND ANALYSIS OF STRUCTURE STRENGTH OF MINIMUM
TILLAGE SUGARCANE PLANTER



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Philosophy Program in Mechanical Engineering
at Srinakharinwirot University

April 2016

Sompot Khomkaew. (2015). *Performance Testing of Sugar Cane Planters with Minimum Tillage at Different Residue Densities*. Doctor of Philosophy thesis, Ph.d. (Mechanical Engineering). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr.Pracha Boonyavanichkul, Asst. Prof. Dr.Jutarat Kurujareon, Dr.Isara Chaorakam, Dr.Rattasak Prommas, Dr.Manat Paengsai.

This study aimed to test the performance of a sugar cane planter with minimum tillage resulting from slippery sliding rate (slip %), drawbar pull, drawbar power and power take of (P.T.O), varied by the different densities of the residues at Zero, Two, Four, and Six ton/ha and two depth levels of soil at ten and twenty centimeters. The test was conducted in two rounds at the crop field after final sugar cane harvesting, with the moisture content at 22.115% [d.b] and 19.202% [d.b]. It was discovered that the fuel consumption rate of the sugarcane planter was at 125 m/l at the tractor's speed at 3.2616 km/h, the slippery sliding rate at 4.44%, drawbar (pulling) power at 8.30kw, power and power take of (P.T.O) at 16.56kw and total power at 24.86kw. The performance and total power of the sugarcane planter with minimum tillage resulted from the depth level of the soil opener and the different densities of the residues.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา บุญยวานิชกุล ดร.อิสราฐ์ เซาะระกำ ผู้ควบคุมการทำโครงการในการทำวิจัย เรื่องการศึกษาการทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน พร้อมทั้งให้ความรู้และคำแนะนำ คำปรึกษา ให้แนวคิด และช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อนุเคราะห์ชุดเครื่องมือบันทึกค่าการทดสอบ ภาคสนามและรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ RCME ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่อนุเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูป COMSOL V.3.5

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่ได้อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจตลอดจนสนับสนุนการศึกษาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

สมพจน์ คำแก้ว

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อย
แบบลดการไถพรวน
ของ
สมพจน์ คำแก้ว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลักประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา บุญยานิชกุล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ คุรุเจริญ)

.....ที่ปรึกษาร่วมกรรมการ
(ดร.อิสราฐ์ เชาระกำ) (อาจารย์ ดร.รัฐศักดิ์ พรหมมาศ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.มนัส แป้งใส)

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	18
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
อุปกรณ์สำหรับดำเนินงานวิจัย.....	33
การดำเนินงานวิจัย.....	41
การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ.....	43
4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	48
ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวน.....	48
ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อย.....	53
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	59
สรุปผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวน.....	59
สรุปผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อย.....	59
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	60
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	66
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	79

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2 ลักษณะการใช้งานของเครื่องวัดกำลังของดินในสนาม.....	26
3 คุณสมบัติของตาข่ายกริด.....	44
4 คุณสมบัติของเหล็ก AISI 4340.....	46



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการติด Strain gage รุ่น KFG-2-350-C1-11 at Lower Link Pins.....	23
2 แสดงการติด Strain gage รุ่น KFG-5-120-D16-11 at Top Link Pins ทำมุม 180 องศา.....	23
3 แสดงลักษณะของเครื่องวัดกำลังของดินในสนาม.....	27
4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของ Slip ratio กับ Thrust ratio	29
5 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ.....	32
6 แสดงอุปกรณ์ใบมีดสับสองข้างต้นแบบ.....	32
7 แสดงอุปกรณ์ที่ปรับปรุงเพิ่มเติมในเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ.....	33
8 รถแทรกเตอร์ NEW HOLLAND-80-66S ขับเคลื่อน 4 ล้อ.....	34
9 แสดง Lower link pins transducer Wheatstone bridge Circuit Pass Bridge boxes.....	35
10 แสดง Top link transducer Wheatstone bridge Circuit Pass Bridge boxes.....	36
11 แสดง PTO Torque Transducer (KYOWA) Type.TPR-A-1500NMS3.....	36
12 แสดง Universal Recorder (KYOWA) รุ่น EDX-100A.....	37
13 แสดงตาชั่ง AND รุ่น FW-100K (ความละเอียด 0.01 กรัม).....	38
14 เครื่องวัดรอบ PTO Torque Transducer (ONO SOKKI) Type.HM-64O.....	38
15 การทดสอบเทียบลูกตุ้มน้ำหนักขนาด 27 กิโลกรัม.....	39
16 แผนภูมิติดตั้งเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณข้อมูล Transducers.....	40
17 แผนภาพแสดงอุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ.....	41
18 แผนการทดลองในแปลงทดลอง.....	42
19 แสดงเอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยมบนชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ.....	44
20 แบบจำลองของเครื่องปลูกอ้อย.....	45
21 ชิ้นส่วน Subsoil opener ทำมุม 31 องศา.....	45
22 แสดงชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ.....	47
23 แสดงสัญญาณจากเครื่องมือวัดไฟฟ้ารอบแรกที่มีความลึก 0-25 เซนติเมตร.....	48
24 แสดงสัญญาณจากเครื่องมือวัดไฟฟ้ารอบสองที่มีความลึก 0-25 เซนติเมตร.....	49
25 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับกำลังเพลลาอำนาจ.....	49
26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกำลังเพลลาอำนาจ.....	50
27 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับแรงฉุดลาก.....	51
28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงฉุดลาก.....	51

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
29 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับกำลังแรงดูดลาก.....	52
30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกำลังแรงดูดลาก.....	53
31 เครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ.....	54
32 แสดงเอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยมบนชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ.....	54
33 แสดงกระจายตัวของความเครียดที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน.....	55
34 แสดงค่าความเค้นที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน.....	56
35 แสดงค่าระยะการเคลื่อนตัวที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน.....	57
36 แสดงการกระจายค่าความปลอดภัยที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน.....	58



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องปลูกอ้อยนับเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการปลูกอ้อยโดยไม่จำเป็นต้องเตรียมดินก่อนทำการเพาะปลูก สามารถปลูกในแนวร่องเดิมได้โดยใช้ใบมีดชุดต่ออ้อยเก่าเปิดร่องเป็นการลดการใช้แรงงานคน ทำให้สามารถปลูกอ้อยได้ปริมาณมากและใช้เวลาในการปลูกที่สั้นและผลผลิตมีแนวโน้มสูงกว่าการใช้แรงงานคน เพราะอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกมากตามภูมิภาคต่างๆ เช่น ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคตะวันตก การปลูกอ้อยส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นการปลูกตามฤดูกาลโดยอาศัยปริมาณน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ การปลูกอ้อยซ้ำพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง นอกจากนี้หากมีการชะล้างพังทลายของดินก็จะทำให้เกิดการเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยขาดการบำรุงรักษาจึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตอ้อยตกต่ำลงทุกปี ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการรักษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้คงที่หรือเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับใช้ในการปลูกอ้อยเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย เนื่องจากอินทรีย์วัตถุและความชื้นมีความสำคัญต่อการปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ในส่วนของดินเหนียวทำให้ความหนาแน่นของดินต่ำลง ในส่วนของดินร่วนดินทรายทำให้มีการจับตัวของดินดีขึ้น ลดการชะล้างพังทลายของดินและอินทรีย์วัตถุยังสลายตัวให้ธาตุอาหารพืชและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน (Singh S.P.; B. Singh; & D.K. Vatsa. 1995)

การไถพรวนไม่ได้มีผลต่อความเจริญเติบโตของพืชโดยตรง แต่มีผลในทางอ้อม เช่น ทำให้ดินมีความร่วนซุยมากขึ้น มีการถ่ายเทอากาศดี เพิ่มการระเหยของน้ำจากผิวน้ำดิน ช่วยกำจัดวัชพืช ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะไปสนับสนุนให้พืชเจริญเติบโตดีขึ้น แม้ว่าการไถพรวนดินจะก่อให้เกิดผลดีแก่การปลูกพืชแต่ก็มีผลเสียต่อระบบเกษตรโดยเฉพาะทำให้คุณสมบัติดินทั้งทางกายภาพและเคมีของดินเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการไถพรวนเพิ่มความหนาแน่นและความเครียดของน้ำ ซึ่งการใช้รถไถขนาดกลางจะทำให้ดินที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร มีความหนาแน่นและความเครียดของน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ (สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน. 2550)

แต่เนื่องด้วยเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนถูกออกแบบและสร้างจากเหล็กขนาดใหญ่จำนวนมาก ทำให้ชุดต่อพ่วงและโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก และจำนวนชิ้นส่วนอุปกรณ์จำนวนมาก ทำให้เกิดความลำบากเสียเวลาในการขนย้าย ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ชุดเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบมีขนาดใหญ่เพราะการสร้างเครื่องได้มีการออกแบบให้สามารถรับภาระเกินการใช้งานจริง เพื่อทำให้เครื่องปลูกอ้อยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการ

จำลองการกระทำในการใช้สภาพจริงต่างๆ ของชุดเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบเพื่อหาการกระจายความเค้นในชุดต่อฟางและโครงไถพรวนจึงเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและทำให้สร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบที่มีขนาดเหมาะสม

เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจำลองสภาพการกระทำที่เกิดขึ้นกับเครื่องปลูกอ้อยในสภาพที่ไถพรวนน้อยที่สุด เราจะได้ทราบถึงภาระกระทำที่มีต่อเครื่องปลูกอ้อยในบริเวณต่างๆ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในบางบริเวณและลดขนาดของโครงสร้างในบางบริเวณที่ไม่จำเป็นต้องรับภาระกระทำมากจะทำให้น้ำหนักของเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบมีน้ำหนักที่เบาลงและมีขนาดเล็กลง เพื่อให้สะดวกในการขนย้ายและเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยไว้ดังนี้

1. ทดสอบหาสมรรถนะต้นแบบเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนแบบ
2. เพื่อประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบภายใต้สภาพการ

ใช้งานจริง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การทดสอบสมรรถนะและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน

1. เครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนโดยใช้ต้นกำลังขนาด 75 แรงม้า
2. วิเคราะห์ภาระกระทำโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบโดยโปรแกรม COMSOL

V.3.5

3. เก็บข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและแรงกระทำภายใต้การทำงานในดินกำแพงแสน

ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าจะประโยชน์ที่จะได้รับการครั้งนี้ไว้ ดังนี้

1. ได้ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยชนิดลดการไถพรวน
2. ได้ข้อมูลปัจจัยที่ทำให้โครงสร้างต้นแบบเครื่องปลูกอ้อยเสียหายจากสภาพทำงาน

จริง

3. ได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาต้นแบบเครื่องปลูกอ้อยให้มีความแข็งแรงและสมรรถนะในการทำงานที่มากขึ้น

4. ได้องค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการปลูกอ้อยเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืนในอนาคต



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบสมรรถนะเครื่องจักรกลเกษตรในประเทศ

พิพัฒน์ เหลืองวงศ์วาน (2542) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของดินร่วนที่มีผลต่อไถระเบิดดินดานชนิดสั้น พบว่าอัตราส่วนแรงฉุดลาก (Draft ratio) จะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนความเร็ว (Velocity ratio) เพิ่มขึ้นที่อัตราส่วนความเร็ว 4.33 (ความเร็วรถแทรกเตอร์ 1.79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) แรงฉุดลากในแนวระดับลดลงสูงสุด 47 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนกำลัง (Power ratio) จะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนความเร็วเพิ่มขึ้น และที่อัตราส่วนความเร็ว 4.33 ส่งผลให้กำลังรวมเพิ่มสูงสุดเท่ากับ 41 เปอร์เซ็นต์ และยังพบอีกว่าเส้นทางการเคลื่อนที่ของปลายขาไถที่ความเร็วรถแทรกเตอร์ 1.79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีระยะในการถอยกลับมากที่สุด มีผลต่อการลดลงของแรงฉุดลากในแนวระดับสูงสุด

สุภาวิชต์ เสงี่ยมพงศ์ และคนอื่นๆ (2544 ก) ออกแบบและพัฒนาไถงานพรวนติดพวงรถแทรกเตอร์สี่ล้อเล็ก โดยออกแบบต่อพวงแบบจุดพวง 3 จุดตามมาตรฐาน ISO Category ใช้ระบบไฮดรอลิกยกชุดงานพรวนขึ้นลงขณะทำงานรูปแบบชุดงานพรวนเป็นแบบ Double acting ใช้กับงานพรวน 2 แถวปรับมุมงานไถได้ชุดงานพรวนนี้ ใช้กับไถงานพรวนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ที่ร้อยอยู่ในเพลาดียวกันจำนวน 8 ใบ 2 ชุด จากการทดลองการไถพรวนโดยใช้รถแทรกเตอร์ 4 ล้อพวงไถงานพรวน ความชันดินเฉลี่ย 12.17 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) ความสามารถในการทำงาน 1.05 ไร่ต่อชั่วโมง ความเร็วในการเคลื่อนที่เฉลี่ย 2.34 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.18 ลิตรต่อไร่ ขนาดก้อนดินเฉลี่ย (MMD) หลังผ่านการย่อยประมาณ 43 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการทำงาน 88.98 เปอร์เซ็นต์ ทดลองแรงฉุดลากที่มุมไถขนาดต่างๆ กันได้ผลดังนี้ ชุดงานไถพรวนหน้ามุมงาน 10 องศา ชุดงานไถพรวนหลังมุมงาน 25 องศา ใช้แรงฉุดลาก 1.80 กิโลนิวตัน ชุดงานไถพรวนหน้ามุมงาน 25 องศาชุดงานไถพรวนหลังมุมงาน 25 องศา ใช้แรงฉุดลาก 0.96 กิโลนิวตัน และน้ำหนักชุดงานไถพรวนเท่ากับ 180 กิโลกรัม

สุภาวิชต์ เสงี่ยมพงศ์ และอัศคพล เสนาณรงค์ (2544 ข) พัฒนาไถงานมีจุดพวงแบบ 3 จุดตามมาตรฐาน ISO Category สามารถปรับชุดไถได้ง่ายงานไถจำนวน 3 งานติดกับชุดขาไถ

พร้อมล้อคัดท้ายของชุดไถงานใช้กับแทรกเตอร์ขนาด 24-30 แรงม้า จากผลการทดลองที่ความชื้นดินเฉลี่ย 7.77 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) ได้ความสามารถในการทำงาน 0.99 ไร่ต่อชั่วโมง ความเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ย 3.81 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.60 ลิตรต่อไร่ ความลึกในการไถ 0.14 เมตร ความกว้างในการไถ 0.81 เมตร ประสิทธิภาพการทำงาน 52.45 เปอร์เซ็นต์ การทดลองโดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก 18 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

ไชยพล มงคล และคนอื่นๆ (2551) ได้ทดสอบสมรรถนะเครื่องพรวนจอบหมุนที่ใช้ใบมีดจอบหมุนต่างชนิดสำหรับรถแทรกเตอร์ พบว่าขนาดก้อนดินเฉลี่ยของใบมีดจอบหมุนยุโรปรูปตัวซีและใบมีดจอบหมุนต้นแบบมีขนาดตั้งแต่ 10.22-20.56 มิลลิเมตร และ 12.17-24.80 มิลลิเมตรตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การสิ้นเปลืองใบมีดจอบหมุนยุโรปรูปตัวซีและใบมีดจอบหมุนต้นแบบอยู่ในช่วง -4.60 เปอร์เซ็นต์ ถึง -7.85 เปอร์เซ็นต์ และ -3.60 เปอร์เซ็นต์ ถึง -7.69 เปอร์เซ็นต์ และเครื่องพรวนจอบหมุนที่ติดตั้งใบมีดจอบหมุนยุโรปรูปตัวซีใช้กำลังจำเพาะน้อยกว่าเครื่องพรวนที่ติดตั้งใบมีดจอบหมุนต้นแบบ

ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ (2546) ได้ศึกษาทดสอบสมรรถนะเครื่องมือไถงานชนิดใช้กำลังขับเคลื่อน พบว่าการใช้หรือไม่ใช้เพลาลำเลียงมีผลต่อขนาดของก้อนดินเฉลี่ย คือที่ทุกความเร็วเดินทางของรถที่เพิ่มขึ้น การใช้เพลาลำเลียงในการไถจะมีขนาดก้อนดินเฉลี่ยโตกว่าใช้เพลาลำเลียงในการไถ ส่วนปัจจัยอื่นเนื่องมาจากมุมงานไถที่แตกต่างกันมีผลต่อขนาดก้อนดินเฉลี่ยคือ ที่มุมงานไถ 30 องศา จะให้ขนาดก้อนดินเฉลี่ยโตกว่าที่มุมงานไถ 25 องศาเกือบจะทุกๆ ความเร็วเดินทางที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลอันเนื่องมาจากจำนวนรอบการไถไม่มีผลต่อขนาดก้อนดินเฉลี่ยมากนัก ทุกๆ ความเร็วเดินทางที่เพิ่มขึ้นและการใช้หรือไม่ใช้เพลาลำเลียงมีผลต่อแรงฉุดลาก กล่าวคือ ที่ทุกความเร็วเดินทางของรถที่เพิ่มขึ้น แรงฉุดลากเมื่อใช้เพลาลำเลียงในการไถจะมีค่ามากกว่าเมื่อไม่ใช้เพลาลำเลียงในการไถ ส่วนแรงฉุดลากที่มุมงาน 25 องศา ทุกๆ ความเร็วที่เพิ่มขึ้นจะมีค่ามากกว่ามุมงาน 30 องศา โดยที่การไถ 2 รอบจะใช้แรงฉุดลากน้อยกว่าไถ 1 รอบทุกๆ ความเร็วเดินทางที่เพิ่มขึ้นส่วนกำลังฉุดลาก เพิ่มขึ้นทุกๆ ความเร็วเดินทางที่เพิ่มขึ้นโดยกำลังฉุดลากของเครื่องมือที่ใช้เพลาลำเลียงจะมากกว่าเครื่องมือที่ไม่ใช้เพลาลำเลียงในการไถ

กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์ (2552) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของไถดินดานชนิดสันทั้งโครง พบว่าการสันสามารถลดแรงฉุดลากมากที่สุด 19.26 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสันที่มีความถี่ 13 เอิร์ตซ์ จะเพิ่มพื้นที่การแตกตัวของดิน 28.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้แรงฉุดลากและกำลังรวมเพิ่มขึ้น โดยสรุปพบว่าความเร็วรถแทรกเตอร์ส่งผลกระทบต่อแรงฉุดลากและกำลังรวม ส่วนความถี่และความกว้างในการสั่นนั้นส่งผลกระทบต่อแรงฉุดลากและพื้นที่การแตกตัวของดิน

Isara Chaorakam และคนอื่นๆ (2555) ได้ศึกษาการประเมินผลด้านการเปิดร่องดินสำหรับการเพาะปลูกด้วยลักษณะงานปลูกที่แตกต่างกัน 4 แบบ สำหรับเครื่องปลูกแบบไม่ไถพรวนเพื่อทำการทดสอบหาปริมาณอนุภาคของดินที่กลบร่องปลูกข้าวหลังจากที่งานเปิดร่องปลูกข้าวแบบ

ต่างๆ พบว่าในการทดลองรูปแบบการเปิดหน้าดินโดยใช้จานเบเกอร์แบบ V-shaped, VR_A , VR_B และ Bubble Coulter ด้วยทำการเก็บตัวอย่างดินภายในร่องปลูกของจานเบเกอร์แต่ละชนิดไปทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณอนุภาคดินที่กลบในร่องปลูก V-shaped มีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับจานเบเกอร์ชนิดอื่นๆ ซึ่งอนุภาคดินที่กลบร่องปลูกนี้จะทำให้การวางเมล็ดที่ร่องปลูกไม่สามารถวางได้ตรงตามระยะความลึกของการเพาะปลูกดังที่ต้องการ ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถดูดซับความชื้นที่ระดับความลึกต่ำกว่าผิวดินที่ 1-2 เซนติเมตร มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มลดลงตามมา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนะให้ปรับทิศทางการหมุนของจานเบเกอร์ปลูกให้มีทิศทางการหมุนสวนทางกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรูปแบบการเปิดหน้าดินดังกล่าวเป็นการทดสอบดินร่วนปนทราย ที่มีความแตกต่างกันของความหนาแน่นของเศษชีวมวล (0, 2, 4, 6 ตันต่อเฮกตาร์) และระดับของความชื้นในดินแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 31.67, 46.34 และ 49.07 เปอร์เซ็นต์

แม็คครี และนิชอลส์ (McCreery; & Nichols. 1956) ศึกษาลักษณะรูปร่างไถจานและความสัมพันธ์ของดิน พบว่าคุณสมบัติในการแทงทะลุและทำลายโครงสร้างดินของไถจานเกิดจากแรงดันโดยจะเกิดการตัด (Cutting) การย่อยขนาดก้อนดิน (Pulverizing) การพลิกกลับดิน (Inversion) น้ำหนักของไถจานเป็นปัจจัยหลักในการแทงทะลุ และขึ้นกับการติดตั้งและลักษณะของไถจานด้วย ค่าการแทงทะลุจะเพิ่มตามมุมเอียงของไถจาน

เวอร์มา (Verma. 1991) เสนอบทความเรื่องการสั่นของอุปกรณ์ไถ พบว่าการสั่นอุปกรณ์ไถมีผลต่อการลดลงของกำลังที่ใช้แต่อย่างไรก็ตามก็ยังขึ้นอยู่กับสมบัติของดินด้วย ส่วนการเพิ่มความถี่ในการสั่นของอุปกรณ์จะสามารถลดแรงจุดลากลงได้ แต่การเพิ่มความถี่ในการเคลื่อนที่จะส่งผลให้เพิ่มแรงจุดลาก อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความถี่ในการสั่นของอุปกรณ์จะส่งผลทำให้กำลังรวมที่ใช้เพิ่มมากขึ้นด้วยและยังกล่าวถึงทิศทางการสั่นของอุปกรณ์ ถือเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ส่งผลต่อแรงจุดลากเช่นกัน

สมิธ และคนอื่นๆ (Smith; et al. 1972a) กล่าวถึงทฤษฎีของเครื่องมือไถแบบสั่น โดยศึกษาลักษณะของการสั่นทั้งหมด 3 แบบ คือ Harmonic motion, Saw motion และ Modified square motion เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเดียวกัน จากผลการคำนวณเพื่อทำนายอัตราส่วนกำลัง (Power ratio) พบว่าอัตราส่วนกำลังของ Harmonic motion และ Modified square motion มีค่ามากกว่า Saw motion และจากการสั่นของอุปกรณ์ไถนั้นไม่สามารถลดกำลังรวมที่ต้องใช้ในการไถได้

สมิธ และคนอื่นๆ (Smith; et al. 1972b) ได้ทำการทดลองทฤษฎีของเครื่องมือไถแบบสั่นโดยการศึกษาทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ มุมของใบมีดกระทำกับแนวตั้ง ความเร็วในการเคลื่อนที่ ความถี่ในการสั่นและความแตกต่างของการสั่น พบว่าการสั่นจะทำให้ต้องใช้อัตราส่วนกำลัง (Power ratio) เพิ่มมากขึ้นประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุจากการต้องทำให้เกิดการแตกตัวของดินส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแรงจุดลากกับมุมของใบมีดและความเร็วแทรกเตอร์เมื่อเปรียบเทียบ

ระหว่างขณะที่สั่นและแบบไม่สั่น จากผลการทดสอบพบว่าที่มุมของใบมีดเดียวกันเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้นขณะเกิดการสั่น (Vibratory test)

บัตสัน และมาคายตี้ (Butson; & Macintyre. 1981) ได้ศึกษาการสั่นในการตัดดินที่ส่งผลต่อแรงฉุดลากและกำลังรวม พบว่าถ้าอัตราส่วนความเร็ว (ความเร็วในการสั่นต่อความเร็วในการเคลื่อนที่) น้อยกว่า 1 จะไม่ส่งผลกระทบบต่อแรงฉุดลาก แต่ถ้ามากกว่า 1 สามารถลดแรงฉุดลากลงได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แต่มีการใช้กำลังรวมเพิ่มขึ้น จึงสรุปว่าการสั่นส่งผลต่อแรงฉุดลากเมื่อใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าหรือที่ค่าอัตราส่วนความเร็วมากกว่า 1

รีเวส และคนอื่นๆ (Reaves; et al. 1981) ศึกษาอิทธิพลของความกว้างและความลึกของการตัดดินของไถจาน พบว่าขนาดของการตัดมีช่วงที่แตกต่างกันสำหรับการทดลองไถจาน 9 ครั้งและมุมจาน (Disk angle) 0.38 เรเดียน ที่ความเร็วเดินหน้า 1.3 เมตรต่อวินาที ค่า Specific draught ของจานจะแตกต่างน้อยกว่าค่า draft ของการปฏิบัติงาน ค่าแรงที่ใช้โดยทั่วไปจะสูงเมื่อจานค่อนข้างกลมและมีรัศมีมีความโค้งต่ำ

ซัมเมอร์ส และคนอื่นๆ (Summers; et al. 1986) ได้ศึกษาการวัดผลกระทบของความเร็วและความลึกในการไถเทียบกับลักษณะของแรงฉุดลากในดิน Oklahoma พบว่าแรงฉุดลากจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วและความลึกในการไถเพิ่มขึ้น

โฮกิ และคนอื่นๆ (Hoki; et al. 1988) ทดลองการใช้เพลลา PTO เป็นต้นกำลังของไถจานชนิดใช้กำลังขับเคลื่อนเปรียบเทียบกับแบบไม่ใช้ต้นกำลังจากเพลลา PTO พบว่าการใช้เพลลา PTO ในการไถดินจะแตกตัวและแหงทะลุได้ดีกว่าเครื่องมือที่ไม่ใช้เพลลา PTO และยังพบว่าในสภาวะดินที่เปียกหรือค่อนข้างนุ่มการใช้เพลลา PTO เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนจะทำงานได้ดีกว่าไถจานที่ไม่ใช้เพลลา PTO ความต้องการพลังงานสำหรับเครื่องมือชนิดนี้เป็นผลมาจากความเร็วเพลลา PTO ความเร็วในการทำงานของรถ และความลึกในการไถ โดยทั่วไปความเร็วของเพลลา PTO ที่สูงขึ้นจะทำให้ความลึกในการไถเพิ่มขึ้น

ชาเฟอร์ และคนอื่นๆ (Schafer; et al. 1991) ศึกษาระยะห่างของจานไถที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการไถ การทดลองทำที่ความเร็ว 1.3 เมตรต่อวินาที ความลึก 150 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางจาน 610 มิลลิเมตร จำนวนจาน 2 จาน พบว่าแรงกระทำต่อไถจานเป็นปฏิภาคโดยตรงกับระยะห่างของจานไถที่เพิ่มขึ้น

สโลเก และชิริน (Salokhe; & Shirin. 1992) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเคลือบหินาเมลบนไถจานโดยทดลองในนาข้าวที่ความชื้นของดิน 23.3 เปอร์เซ็นต์ 29.4 เปอร์เซ็นต์ และ 33.4 เปอร์เซ็นต์ (db) ความเร็วในการไถ 3, 4 และ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าการเคลือบหินาเมลจะช่วยลด Draught ลงถึง 4-21 เปอร์เซ็นต์ โดยจะขึ้นอยู่กับค่าความชื้นของดิน และมุมจานจะช่วยลดความต้องการการใช้ Specific draught แต่พบว่าการเพิ่มความเร็วเดินหน้าจะเพิ่ม Specific draught การตั้งมุมการไถของจาน 45 องศา พบว่าจะให้ค่า Specific draught น้อยที่สุด

บัคคาริ และคนอื่นๆ (Bukhari; et al. 1992) ทดลองไถจานในดิน Silt clay loam ที่ความชื้น 17 เปอร์เซ็นต์ มุม Disk angle 42, 43 และ 45 องศา มุม Tilt angle 16, 18 และ 20

องศา พบว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มตามค่า Disk angle และ Tilt angle ที่เพิ่มขึ้น ค่ามุมงาน 45 องศา มีสมรรถนะในการทำงานสูงสุดคือ สามารถไถได้พื้นที่มากที่สุดในช่วงเวลาทำงานที่เท่ากัน

ชิริน และคนอื่นๆ (Shirin; et al. 1993) ได้ศึกษาค่าความชื้นในดิน Clay มีแนวโน้มที่จะลดค่าความต้องการในการใช้แรงฉุดลากของไถงาน และค่าแรงฉุดลากจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มความเร็วในการไถมากขึ้น

นิยามาปา และสโลเก (Niyamapa; & Salokhe. 1993) ได้ทดลองการสั่นของอุปกรณ์ไถที่ส่งผลต่อการวิบัติของดินในกระบะดิน พบว่าการแตกตัวของดินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชั้นดินส่วนลึก (Deep layer zone) และบริเวณใกล้ชั้นผิวดิน (Near surface zone) ส่วนการแตกกระจายของดิน (Soil fragments) นั้นจะมีค่ามากขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ในการสั่นให้สูงขึ้น นอกจากนี้การแตกกระจายของดินยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความเร็วด้วย

ซาไก และคนอื่นๆ (Sakai; et al. 1993) ได้ทดลองไถระเบิดดินดานแบบสั้น 4 ขา โดยกำหนดตัวแปรในการทดลองคือ มุมในการสั่น ความถี่และความกว้างในการสั่น พบว่าเมื่อความกว้างในการสั่น 50 มิลลิเมตร ความถี่ในการสั่น 3.4 เฮิรตซ์ และมุมในการสั่น 30 องศา จะสามารถลดแรงฉุดลากได้ 60 เปอร์เซ็นต์ และใช้กำลังรวมมากขึ้น 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่สั่นและสำหรับค่าอัตราส่วนแรงฉุดลาก อัตราส่วนกำลังฉุดลากและอัตราส่วนกำลังฉุดลากสุทธิจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้น

สโลเก และคนอื่นๆ (Salokhe; et al. 1994) ทดลอง PTO Powered Disk Tiller ในดิน Bangkok Clay ความเร็วในการทำงาน 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมุมงานในการทำงาน 33, 28 และ 23 องศา ความเร็วเฉลี่ยของเพลลา PTO 540 รอบต่อนาที และความชื้นของดินเฉลี่ย 26 เปอร์เซ็นต์ ค่าการใช้แรงฉุดลากจะถูกวัดจาก Three point dynamometer ค่า PTO torque จะถูกวัดโดย Slip ring และ Torque transducer ค่า Specific draft, Specific torque และค่ากำลังที่ใช้จะถูกคำนวณจากค่ามุมงานของการไถที่ตั้งระหว่างการไถ 1 หรือ 2 เทียว การประเมินจะประเมินจาก Cone index พบว่าการไถที่มุมงานไถ 28 องศา จะดีกว่าการไถที่มุมงานไถ 33 องศา โดยการใช้พลังงานในการไถที่มุมงานไถ 28 องศา จะน้อยกว่าที่มุมงานไถ 33 องศา เมื่อความเร็วในการทำงานและจำนวนเทียวที่วิ่งผ่านค่าเดียวกัน การใช้พลังงานที่มุมงานไถ 33 องศา จะมากกว่าที่มุมงานไถ 28 องศา ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าการใช้พลังงานจะน้อยลงเมื่อจำนวนเทียวในการผ่านเพิ่มขึ้น

ซิงห์ และคนอื่นๆ (Singh; et al. 1995) ออกแบบและพัฒนาพรวนจานแบบหมุนติดรถแทรกเตอร์โดยใช้กำลังในการขับเคลื่อนจากเพลลาอำนาจกำลังทำการทดลองในดินร่วนเหนียว ความชื้น 30.26 เปอร์เซ็นต์ (db), Bulk density 1.64 กรัมต่อซีซี Cone index 8.94 กิโลกรัมฟอ์ซต่อตารางเมตร ไถที่ความเร็วเดินหน้ารถ 4 ระดับความเร็วคือ 2.77, 4.31, 5.14 และ 6.88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอัตราเร็วที่งานพรวนหมุน (คิดที่ความเร็วที่พื้นดิน) ต่อความเร็วเดินหน้า 2.62, 1.90, 1.77 และ 1.42 ตามลำดับ พบว่าอัตราส่วนความเร็วงานพรวนหมุนต่อความเร็วเดินหน้ารถ 2.62 กับ 1.42 ดินจะแตกตัวได้ดี Wheel slip ลดลง 5.97 เปอร์เซ็นต์ Draft ลดลง 146.67 กิโลกรัมฟอ์ซ

อัล จาโนบี และคนอื่นๆ (Al-Janobi; et al. 1998) ทดลองวัดแรงฉุดลากไถงานในดิน Sandy Loam พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการวัดแรงฉุดลากคือความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถและความลึกในการไถ ไถงานที่ใช้ทดลองเป็นไถงานชนิด 3 จาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาน 660 มิลลิเมตร หน้ากว้างในการทำงาน 1,115 มิลลิเมตร การทดลองจะทำการทดลองเปรียบเทียบกับไถหัวหมู ไถสี่ล้อ และชุด Offset Disk Harrow พบว่าไถงานและไถหัวหมูต้องการค่าแรงฉุดลากในแนวระดับ (Draft) มากกว่า Offset Disk Harrow ในช่วงความลึกและความเร็วในการทำงานเดียวกัน

ดาเวลเบท และไวท์ (Dawellbeit; & Wright. 1999) ได้ออกแบบและทดลองเครื่องชุดถั่วลิสงแบบสันโดยศึกษาทั้งหมด 3 ตัวแปร (ความเร็วรถแทรกเตอร์ ความกว้างในการสัน และความถี่ในการสัน) พบว่าสำหรับขาชุดถั่วลิสงแบบสันจะลดแรงฉุดลากลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่สันขณะทำงาน โดยปัจจัยจากการสันทั้งความกว้างในการสันและความถี่ในการสันที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ลดแรงฉุดลากลง รวมทั้งปัจจัยจากความเร็วรถแทรกเตอร์ที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้แรงฉุดลากลดลงเช่นกัน

บันดาลัน และคนอื่นๆ (Bandalan; et al. 1999) ได้ทำการวิจัยประสิทธิภาพของไถระเบิดดินดานแบบสันในการทำลายชั้นดินดานโดยหาค่าแรงฉุดลากและกำลังทั้งหมดที่ใช้ทำลายชั้นดินดานของไถระเบิดดินดานแบบสัน ศึกษาทั้งหมด 3 ตัวแปร คือ ความถี่ในการสัน ความกว้างในการสัน และความเร็วรถแทรกเตอร์ พบว่าไถระเบิดดินดานแบบสันจะทำให้แรงฉุดลากน้อยกว่าแต่กำลังรวมทั้งหมดที่ใช้มากกว่าไถระเบิดดินดานแบบไม่สันขณะทำงาน จากปัจจัยการสันทั้งความถี่ในการสันและความกว้างในการสันเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้อัตราส่วนแรงฉุดลาก (Draft ratio) ลดลง แต่ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้อัตราส่วนแรงฉุดลาก (Draft ratio) เพิ่มมากขึ้น

นิยามาปา และสโลเก (Niyamapa; & Salokhe. 2000b) การวิจัยการแตกตัวของดินและแรงกระทำจากการสันของขาไถแบบมีปีกข้าง พบว่าการสันของอุปกรณ์ส่งผลต่อแรงฉุดลากเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้แรงฉุดลากจะเพิ่มมากขึ้นจนถึงความเร็วระดับหนึ่งแรงฉุดลากจะลดลง ส่วนไถแบบไม่สันเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้นแรงฉุดลากจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และยังพบว่าอัตราส่วนแรงฉุดลาก (ระหว่างแบบสันต่อแบบไม่สัน) มีค่า 0.63 ถึง 0.93 ส่วนกำลังรวมจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น 41-45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแบบไม่สันและการสันของอุปกรณ์ไถจะลดความหนาแน่นของดินในสภาวะแห้งประมาณ 70-270 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแบบไม่สัน

มานิเยน และคนอื่นๆ (Manian; et al. 2000) ได้ศึกษาดิน Black Clay Loam และ Sand ในกระบะดินเทียมค่ามุม Disk angle 40, 44 และ 48 องศา ค่ามุม Tilt angle 16, 20 และ 24 องศา เส้นผ่านศูนย์กลางจาน 51, 56 และ 61 เซนติเมตร ที่ความเร็วในการไถ 4, 7 และ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าแรงฉุดลากและแรงในแนวระดับมีค่าสูงในดิน Black Clay Loam ในขณะที่ค่าแรงกระทำในแนวดิ่งลดลงเมื่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้นในดินทั้งสองชนิด

ซาเฮย์ และคนอื่นๆ (Sahay; et al. 2007) ได้พัฒนากระบวนการสันของชุดไถโดยศึกษาผลกระทบที่เกิดจากความกว้างในการสันและความถี่ในการสันที่มีผลต่อแรงฉุดลากและกำลังในการสันของชุดไถ พบว่ากำลังที่ต้องใช้ทั้งหมดสำหรับชุดไถแบบสันจะมีค่ามากกว่าแบบไม่สันขณะ

ทำงานซึ่งมีค่ามากกว่า 54.9 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนแรงฉุดลาก (Draft ratio) จะมีค่ามากขึ้นถ้าความเร็วในการทำงานเพิ่มมากขึ้นและยังพบอีกว่า การสั่นที่ความถี่สูงสามารถลดแรงฉุดลากลงได้ 46 ถึง 48 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ในการสั่น (14 เฮิร์ตซ์ และ 15 เฮิร์ตซ์) ทำงานคู่กับความกว้างในการสั่น 7.9 มิลลิเมตร และสำหรับการสั่นที่ความถี่ในการสั่นต่ำ (7 เฮิร์ตซ์ และ 8 เฮิร์ตซ์) ทำงานคู่กับความกว้างในการสั่น 14.2 มิลลิเมตร ก็สามารถลดแรงฉุดลากได้ 42 ถึง 44 เปอร์เซ็นต์

รัตนา การบุญบุญยานันท์ และคนอื่นๆ (R. Karoonboonyanan; et al. 2007) ศึกษาประสิทธิภาพของไถระเบิดดินดาน 1 ขา ที่ส่งผลต่อแรงฉุดลากในแนวระดับและแนวตั้ง กำลังรวมแรงฉุดลากต่อพื้นที่การแตกตัวเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างสั่นกับไม่สั่นขณะทำงาน พบว่าไถระเบิดดินดานแบบสั่นสามารถลดแรงฉุดลากในแนวระดับ 29 เปอร์เซ็นต์ และ 34 เปอร์เซ็นต์ แต่จะทำให้แรงยกตัวในแนวตั้งเพิ่มขึ้น 227 เปอร์เซ็นต์ และ 400 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็ว 2.5 และ 3.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับสำหรับความต้องการกำลังรวมของไถระเบิดดินดานแบบสั่นจะมีค่ามากกว่าแบบไม่สั่นถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และ 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบที่กำลังรวมต่อพื้นที่การแตกตัวของดินจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น 127 เปอร์เซ็นต์ และ 112 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็ว 2.5 และ 3.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ

ทาเคโนริ ฟุจิ; ฮิเดโอะ ฮาเซกาวา และทาคุจิ โอยามา (Takanori Fujii; Hideo Hasegawa; & Takuji Ohyama. 2011) ได้ศึกษาความต้องการของพลังงานสำหรับตำแหน่งความลึกในการใส่ปุ๋ย พบว่าการวัดแรงบิด PTO และความเร็วรอบของต้นแบบ (ชั้นดินไถพรวน) และปรับเปลี่ยนรูปแบบ (ประเภทการไถพรวน) ความสามารถทำการไถพรวน การใส่ปุ๋ยและหยอดเมล็ดพร้อมกัน การหาความต้องการพลังงานคำนวณได้จากค่าที่วัดได้จากกำลังทดรอบของต้นกำลัง เมื่อทำการทดสอบหาข้อพบว่าแรงบิดแบบ PTO มีการเพิ่มขึ้นจาก 77 เปอร์เซ็นต์ เป็น 129 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับต้นแบบส่วนใหญ่เป็นเพราะดินติดภายในโรตารีมีแนวโน้มแบบเดียวกันในชั้นความลึกของแปลงปลูกถั่วเหลือง จากผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนการไถพรวนในชั้นความลึกของดินเป็นเรื่องที่ล้ายาก

การศึกษางานวิจัยของเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน

ในปัจจุบันการตัดพันธุ์อ้อยเพื่อใช้ปลูกนับว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเป็นอย่างมาก ส่งผลกระทบต่อกระบวนการปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นทุกปี ในขณะที่มีชาวไร่ส่วนหนึ่งมีรถตัดอ้อยเป็นของตัวเองรวมทั้งโรงงานน้ำตาลหลายแห่งก็มีรถตัดอ้อยไว้บริการชาวไร่ อ้อยด้วย หากสามารถนำรถตัดอ้อยเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในการตัดพันธุ์อ้อย เพื่อใช้ปลูกได้ก็จะเป็นการเพิ่มประโยชน์ของรถตัดอ้อยในอีกด้านหนึ่ง โดยปกติในเขตเพาะปลูกที่เป็นดินทรายการปลูกอ้อยข้ามแล้งหรืออ้อยปลายฝนนั้น จะมีช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมอยู่อย่างจำกัด คือ ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมต่อเนื่องไปจนถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ซึ่งจะเป็นฤดูที่คาบเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวข้าวและเริ่มฤดูปลูกอ้อยพร้อมๆ กัน ทำให้กิจกรรมการปลูกอ้อยในช่วงนี้จะมีเวลาปฏิบัติที่เหมาะสม

ประมาณ 45 วัน เท่านั้น นอกจากนี้เกษตรกรบางส่วนอาจต้องแบ่งแรงงานไปเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังและกรีดยางอีกด้วย จึงเกิดการแย่งแรงงานกันมาก จึงทำให้ในช่วงดังกล่าวจึงมีค่าจ้างแรงงานที่สูงมาก

ปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดสภาวะต้นทุนค่าแรงงานสูงเกินความเป็นจริง และมีการขาดแคลนแรงงานอย่างหนักเป็นประจำทุก ๆ ปี เกษตรกรจำนวนมากพลาดช่วงจังหวะที่ดีในการปลูกอ้อย ซึ่งการพลาดช่วงที่เหมาะสมนี้ จะทำให้การเจริญเติบโตของหน่ออ้อยไม่ดีและมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของอ้อยต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

การพัฒนาเครื่องทุ่นแรงเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกอ้อยของชาวไร่ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ซึ่งเครื่องปลูกอ้อยจากท่อนพันธุ์ที่ตัดเป็นท่อนหรือเครื่องปลูกแบบโรยท่อน (Billet planter) เป็นเครื่องปลูกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันมากนักในหมู่เกษตรกรชาวไร่อ้อยของไทย เพราะสภาพและเงื่อนไขต่าง ๆ ของประเทศไทยที่มีความแตกต่างกับต่างประเทศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรชาวไร่อ้อยของไทยที่ยังขาดการวางแผนการผลิตเพื่อนำเครื่องปลูกชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ ซึ่งต้องมีการวางแผนให้ทุกขั้นตอนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง เช่น การเตรียมแปลงผลิตท่อนพันธุ์ การใช้รถตัดท่อนพันธุ์ การปรับเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนให้เหมาะสมกับสภาพการปลูกของชาวไร่การจัดรูปแปลงปลูก เพื่อให้มีแถวยาวเหมาะสมกับรถตัดอ้อยและเครื่องปลูกชนิดนี้เป็นต้น เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงานในการตัดท่อนพันธุ์อ้อยในช่วงปลูกอ้อยข้ามแล้ง (ตุลาคม-พฤศจิกายน) ซึ่งมีการแย่งแรงงานกันมาก เพราะกิจกรรมในไร่ในช่วงนี้มีทั้งการเก็บเกี่ยวข้าว การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง การตัดพันธุ์อ้อย การไถเตรียมดินเพื่อปลูกอ้อยและการปลูกอ้อย จึงมีการเสนอแนวคิดในการใช้เครื่องปลูกอ้อยแบบตัดเป็นท่อนก่อนปลูกหรือโรยท่อน (billet planter) มาทดแทนแรงงานคนในการปลูกอ้อย จึงจะช่วยแก้ปัญหาทั้งเรื่องการขาดแคลนแรงงานตัดพันธุ์อ้อยและแรงงานในการปลูกอ้อยไปพร้อม ๆ กันและทำให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยสามารถปลูกอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพก่อนที่ความชื้นในดินจะลดต่ำเกินจุดที่เหมาะสมในการงอกของตาอ้อย ทำให้อ้อยงอกได้อย่างสม่ำเสมอส่งผลถึงประสิทธิภาพการผลิตทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2557/2558)

พลประเสริฐ ปิยะอนันต์ และ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ (2538) การทดสอบและพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบไม่ไถพรวน โดยการพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบเสียบลำทั่วไปที่เกษตรกรใช้อยู่ให้สามารถปลูกอ้อยได้โดยไม่ต้องมีการไถเตรียมดินก่อนโดยเฉพาะให้สามารถปลูกในแปลงที่ไม่จำเป็นต้องมีการเผาใบอ้อยก่อนการปลูกได้ซึ่งมีความสามารถในการทำงาน 2.65 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงไร่ 80.81 เปอร์เซ็นต์ (ไม่รวมเวลาขึ้นอ้อย) ในการปลูกอ้อยโดยไม่ไถพรวนและไม่จำเป็นต้องเผาใบอ้อยก่อนการปลูกนอกจากจะเป็นการพัฒนารูปแบบการปลูกอ้อยแบบใหม่ เพื่อเป็นทางเลือกของเกษตรกรและยังช่วยลดการทำลายสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการเผาใบอ้อยที่ยังคงอยู่ในแปลงจะกลายเป็นอินทรีย์วัตถุ ที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นในดินได้นานขึ้นส่งผลให้ผลผลิตอ้อยสูงขึ้นในระยะยาวคุณภาพและโครงสร้างของดินดีขึ้นและการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยที่ได้จาก

รถตัดอ้อยแบบสับเป็นท่อนยังช่วยลดปัญหาการใช้แรงงานคนในการตัดพันธุ์อ้อยสดการสับท่อนพันธุ์อ้อย ตลอดจนเป็นการใช้รถตัดอ้อยอย่างเต็มประสิทธิภาพในฤดูการปลูกอ้อยด้วย นอกเหนือจากใช้เฉพาะฤดูการเก็บเกี่ยวเท่านั้น

รัตนา ตั้งวงศ์กิจ และคนอื่นๆ (2543) ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบไม่เตรียมดิน แบบ กว.44 (วช.-มก.) พบว่าส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปลูกต้นแบบที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ (1) จานตัดดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (2) อุปกรณ์เปิดร่องดินแบบ Hoe-opener พร้อมปิกด้านข้าง (3) ชุดสายพานลำเลียงและช่องรับท่อนพันธุ์อ้อย (4) อุปกรณ์กำหนดและจ่ายปุ๋ยแบบเกลียวลำเลียง (5) จานคุกลบดินและล้อบดอัดดิน (6) ล้อขับเคลื่อนชนิดล้อเหล็ก 1 คู่ เครื่องปลูก กว.44 ต้นแบบ มีขนาดกว้างเท่ากับ 198 เซนติเมตร x ยาวเท่ากับ 298 เซนติเมตร x สูงเท่ากับ 230 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉพาะตัวเครื่อง 1,270 กิโลกรัม ถึงบรรจุท่อนพันธุ์ได้ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัม โดยรับท่อนพันธุ์จากรถตัดอ้อยแบบสับท่อน มีความสามารถทำงานเชิงไร่ 3.22 ไร่ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพในการทำงานเชิงไร่เป็น 48.16 เปอร์เซ็นต์ และมีจุดคุ้มทุน (Break Even Area) ที่ 12.04 ไร่ ทำงานโดยการปลูกอ้อยลงในระหว่างแถวอ้อยเดิมพร้อมใส่ปุ๋ยได้ทันที

กิตติพิชญ์ อังสฤตย์ถาวร (2548) ได้นำรถตัดอ้อยแบบตัดใส่ถุงขนาดใหญ่ (Big bag) เพื่อทดลองใช้ร่วมกับเครื่องปลูกแบบตัดเป็นท่อนที่มีขนาดบรรจุท่อนพันธุ์ได้ครั้งละ 2.5 ตัน พบว่าผลการทดสอบยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ต่อมาในปี พ.ศ. 2550 จึงร่วมมือกับทางไร่อีสานของบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด ในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องต้นแบบยี่ห้อออสทอฟท์ (Austoft) ที่มีขนาดบรรจุ 750 กิโลกรัม ซึ่งเป็นเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อน (Billet planter) ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ และได้มีการนำเข้ามาทดลองใช้ในประเทศไทยไม่ต่ำกว่า 10 ปีมาแล้ว แต่ในระยะแรกเครื่องปลูกชนิดนี้ยังทำงานได้ไม่ดีนักและไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากมีข้อจำกัดมาก ทำให้เครื่องปลูกแบบเสียบท่อนเป็นลำได้รับความนิยมมากกว่า

กิตินัย เทียนแย้ม และคนอื่นๆ (2556) ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยป้อนเป็นลำและแบบโรยท่อนพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องปลูกอ้อยที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำต้องใช้ลำอ้อยที่เก็บเกี่ยว โดยแรงงานและเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนพันธุ์ที่สามารถใช้ท่อนพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวโดยรถตัดอ้อย เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจในการเลือกใช้ของเกษตรกร ในการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่เพาะปลูกอ้อยเขตจังหวัดขอนแก่น โดยวิธีเก็บข้อมูลภาคสนามขณะที่เครื่องมีการใช้งานจริง แล้วนำมาวิเคราะห์ ในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพการทำงาน ความสามารถการทำงาน และสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงาน ผลการศึกษาพบว่าเครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำมีสมรรถนะต่ำกว่าเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนพันธุ์ เนื่องจากเกิดจากการใช้เวลาและแรงงานในการขนถ่ายท่อนพันธุ์ที่มากกว่า โดยเครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำมีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 45.94 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.22 ไร่ต่อชั่วโมง และเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนพันธุ์ มีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 65.36 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.63 ไร่ต่อชั่วโมง

ตาราง 1 สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักวิจัย	หัวข้อวิจัย	ผลการวิจัย
ในปี พ.ศ. 2538 พูลประเสริฐ ปิยะนันต์ และ บพิตร ตั้งวงศ์ กิจ	การทดสอบและพัฒนา เครื่องปลูกอ้อยแบบลดการ ไถพรวน	พบว่าการพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบเสียบลำ ทั่วไปที่เกษตรกรใช้อยู่ให้สามารถปลูกอ้อยได้ โดยไม่มีการไถเตรียมดินก่อนโดยเฉพาะให้ สามารถปลูกในแปลงที่ไม่จำเป็น ต้องมีการเผา ใบอ้อยก่อนการปลูกได้ซึ่งมีความสามารถในการ ทำงาน 2.65 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพใน การทำงานเชิงไร่เป็น 80.81 เปอร์เซ็นต์
ในปี พ.ศ. 2543 รัตนา ตั้งวงศ์กิจ และคนอื่นๆ	การออกแบบและพัฒนา เครื่องปลูกอ้อยแบบ ไม่เตรียมดินแบบ กว.44	พบว่าเครื่องปลูก กว.44 ต้นแบบ มีขนาดกว้าง เท่ากับ 198 เซนติเมตร x ยาวเท่ากับ 298 เซนติเมตร x สูงเท่ากับ 230 เซนติเมตร มี น้ำหนัก เฉพาะตัวเครื่อง 1,270 กิโลกรัม ถึง บรรจุท่อนพันธุ์ได้ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัม โดยรับท่อนพันธุ์จากรถตัดอ้อยแบบสับท่อน มี ความสามารถทำงานเชิงไร่ 3.22 ไร่ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพในการทำงานเชิงไร่ 48.16 เปอร์เซ็นต์ และมีจุดคุ้มทุน (Break Even Area) ที่ 12.04 ไร่ ทำงานโดยการปลูกอ้อยลงใน ระหว่างแถวอ้อยเดิมพร้อมใส่ปุ๋ยได้ทันที
ในปี พ.ศ. 2546 ยุทธนา เครือ หาญชาญพงศ์	การศึกษาทดสอบสมรรถนะ เครื่องมือไถงานชนิดใช้ กำลังขับเคลื่อน	พบว่าจากการทดลองพบว่าการใช้หรือไม่ใช้ เพลลาอานวยกำลังมีผลต่อขนาดของก้อนดิน เฉลี่ยคือ ที่ทุกความเร็วเดินหน้าของรถที่เพิ่มขึ้น การไม่ใช้เพลลาอานวยกำลังในการไถจะมีขนาด ก้อนดินเฉลี่ยโตกว่าใช้เพลลาอานวยกำลังในการ ไถ ส่วนปัจจัยอันเนื่องมาจากมุมงานไถที่ แตกต่างกันมีผลต่อขนาดก้อนดินเฉลี่ยคือ ที่มุม งานไถ 30 องศาจะให้ขนาดก้อนดินเฉลี่ยโตกว่า ที่มุมงานไถ 25 องศา เกือบจะทุกๆ ความเร็ว เดินหน้าที่เพิ่มขึ้น

ตาราง 1 (ต่อ)

นักวิจัย	หัวข้อวิจัย	ผลการวิจัย
ในปี พ.ศ. 2548 กิตติพิชญ์ อึ้งสถิตย์ถาวร	การทดสอบรถตัดอ้อยแบบ ตัดใส่ถุงขนาดใหญ่ (Big bag) เพื่อใช้ร่วมกับเครื่อง ปลูกแบบตัดเป็นท่อนที่มี ขนาดบรรจุท่อนพันธุ์ได้ ครั้งละ 2.5 ต้น	พบว่าการทดสอบครั้งนั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จ เท่าที่ควรต่อมาในปี พ.ศ. 2550 จึงร่วมมือกับ ทางไร่ภาคอีสานของ บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด ในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องต้นแบบ ยี่ห้อ ออสทอฟท์ (Austoft) ที่มีขนาดบรรจุ 750 กิโลกรัม เครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อน (Billet Planter) แต่ในระยะแรกเครื่องปลูกชนิดนี้ยัง ทำงานได้ไม่ดีนักและไม่สะดวกในการใช้งาน เพราะมีข้อจำกัดมาก ทำให้เครื่องปลูกแบบ เสียบท่อนเป็นลำ ได้รับความนิยมมากกว่า
ในปี พ.ศ. 2551 ไชยพล มงคล และคนอื่นๆ	การทดสอบสมรรถนะเครื่อง พรวนจอบหมุนที่ใช้ใบมีด จอบหมุนต่างชนิดสำหรับรถ แทรกเตอร์	พบว่าขนาดก้อนดินเฉลี่ยของใบมีดจอบหมุน โรปรูปตัวซีและใบมีดจอบหมุนต้นแบบมีขนาด ตั้งแต่ 10.22-20.56 มิลลิเมตร และ 12.17- 24.80 มิลลิเมตร ตามลำดับเปอร์เซ็นต์การกลืน ไถลใบมีดจอบหมุนโรปรูปตัวซีและใบมีดจอบ หมุนต้นแบบอยู่ในช่วง -4.60 เปอร์เซ็นต์ ถึง -7.85 เปอร์เซ็นต์และ -3.60 เปอร์เซ็นต์ ถึง -7.69 เปอร์เซ็นต์และเครื่องพรวนจอบหมุนที่ ติดตั้งใบมีดจอบหมุนโรปรูปตัวซีใช้กำลัง จำเพาะน้อยกว่าเครื่องพรวนที่ติดตั้งใบมีดจอบ หมุนต้นแบบ
ในปี พ.ศ. 2552 กิตติคุณ ประเสริฐ กาญจน์	ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะ ของไถดินดานชนิดสัน ทั้งโครง	พบว่าความเร็วรถแทรกเตอร์ส่งผลกระทบต่อ แรงฉุดลากและกำลังรวม ส่วนความถี่และความ กว้างในการสั่นนั้นส่งผลกระทบต่อแรงฉุดลาก และพื้นที่การแตกตัวรวมของดิน
ในปี พ.ศ. 2555 Isara Chaorakam และคนอื่นๆ	การประเมินผลด้านการเปิด ร่องดินสำหรับการเพาะปลูก ด้วยลักษณะจานปลูกที่ แตกต่างกัน 4 แบบ	พบว่าการทดลองรูปแบบการเปิดหน้าดินโดย ใช้จานเบ็กร่องแบบ V-shaped, VR_A , VR_B และ Bubble Coulter ด้วยทำการเก็บตัวอย่างดิน ภายในร่องปลูกของจานเบ็กร่องแต่ละชนิดไป ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

ตาราง 1 (ต่อ)

นักวิจัย	หัวข้อวิจัย	ผลการวิจัย
		เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณอนุภาคดินที่กลบในร่องปลูก V-shaped มีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับงานเบ็กร่องชนิดอื่นๆ
ในปี พ.ศ. 2556 ทิตินัย เทียนแย้ม และ คนอื่นๆ	การศึกษาเปรียบเทียบ สมรรถนะเครื่องปลูกอ้อย ป้อนเป็นลำและแบบโรย ท่อนพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัด ขอนแก่น	พบว่าเครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำมีสมรรถนะต่ำกว่าเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนพันธุ์ ซึ่งเกิดจากการใช้เวลาและแรงงานในการขนถ่ายท่อนพันธุ์ โดยเครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำมีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ 45.94 ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.22 ไร่ต่อชั่วโมงและเครื่องปลูกอ้อยแบบโรยท่อนพันธุ์ มีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 65.36 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.63 ไร่ต่อชั่วโมง
ในปี ค.ศ.1981 Butson and Macintyre	การสันในการตัดดินที่ส่งผล ต่อแรงฉุดลากและกำลังรวม	พบว่าอัตราส่วนความเร็ว น้อยกว่า 1 จะไม่ส่งผลกระทบต่อแรงฉุดลาก แต่ถ้ามากกว่า 1 สามารถลดแรงฉุดลากลงได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แต่จะใช้กำลังรวมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่าการสันจะส่งผลต่อแรงฉุดลากเมื่อใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าหรือที่ค่าอัตราส่วนความเร็วมากกว่า 1
ในปี ค.ศ.1988 Hoki et al.	การใช้เพลลา PTO เป็น ต้นกำลังของไถงานชนิดใช้ กำลังขับเคลื่อนเปรียบเทียบกับ แบบไม่ใช้ต้นกำลังจากเพลลา PTO	พบว่าการใช้เพลลา PTO ในการไถดินจะแตกตัวและแทงทะลุได้ดีกว่าเครื่องมือที่ไม่ใช้เพลลา PTO และยังพบว่าในสภาวะดินที่เปียกหรือค่อนข้างนุ่ม การใช้เพลลา PTO เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนจะทำงานได้ดีกว่าเครื่องมือไถงานที่ไม่ใช้เพลลา PTO ความต้องการพลังงานสำหรับเครื่องมือชนิดนี้เป็นผลมาจากความเร็วเพลลา PTO ความเร็วในการทำงานของรถและความลึกในการไถโดยทั่วไปความเร็วของเพลลา PTO ที่สูง

ตาราง 1 (ต่อ)

นักวิจัย	หัวข้อวิจัย	ผลการวิจัย
		จะเพิ่มความลึกในการไถ
ในปี ค.ศ.1993 Shirin et al.	การศึกษาค่าความชื้นในดิน Clay ต่อกำลังฉุดลากของไถงาน	พบว่าแนวโน้มที่จะลดค่าความต้องการในการใช้แรงฉุดลากของไถงานและค่าแรงฉุดลากจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มความเร็วในการไถมากขึ้น
ในปี ค.ศ.1994 Salokhe et al.	การทดสอบ PTO Powered Disk Tiller ในดิน Bangkok Clay	พบว่าไถที่มุมงานไถ 28 องศา จะดีกว่าการไถที่มุมงานไถ 33 องศา โดยการใช้พลังงานในการไถที่มุมงานไถ 28 องศา จะน้อยกว่าที่มุมงานไถ 33 องศา เมื่อความเร็วในการทำงานและจำนวนเที่ยวที่วิ่งผ่านค่าเดียวกัน การใช้พลังงานที่มุมงานไถ 33 องศาจะมากกว่าที่มุมงานไถ 28 องศา ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าการใช้พลังงานจะน้อยลงเมื่อจำนวนเที่ยวในการผ่านเพิ่มขึ้น
ในปี ค.ศ.1998 Al-Janobi et al.	การวัดแรงฉุดลากไถงานในดิน Sandy Loam	พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการวัดแรงฉุดลากคือความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ ความลึกในการไถ ไถงานที่ใช้ทดลองเป็นไถงานชนิด 3 งาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางงาน 660 มิลลิเมตร หน้ากว้างในการทำงาน 1,115 มิลลิเมตร การทดลอง จะทำการทดลองเปรียบเทียบกับ ไถหัวหมู ไถสี่ และชุด Offset Disk Harrow พบว่าไถงานและไถหัวหมูให้ค่าแรงฉุดลากในแนวระดับ (Draft) มากกว่า Offset Disk Harrow ในช่วงความลึกและความเร็วในการทำงานเดียวกัน
ในปี ค.ศ.2000b Niyamapa and Salokhe	การแตกตัวของดินและแรงกระทำจากการสั่นของขาไถแบบมีปีกข้าง	พบว่าการสั่นของอุปกรณ์ส่งผลต่อแรงฉุดลาก เมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้แรงฉุดลากจะเพิ่มมากขึ้นจนถึงความเร็วระดับหนึ่งแรงฉุดลากจะลดลง ส่วนไถแบบไม่มีสั่นเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้นแรงฉุดลากจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ตาราง 1 (ต่อ)

นักวิจัย	หัวข้อวิจัย	ผลการวิจัย
ในปี ค.ศ. 2000 Manian et al.	แรงฉุดลากในดิน Black Clay Loam และ Sand ใน กระบะดินเทียมของจานไถ สำหรับไถจาน	พบว่าที่ค่ามุม Disk angle 40, 44 และ 48 องศาที่ค่ามุม Tilt angle 16, 20 และ 24 องศา เส้นผ่าศูนย์กลางจาน 51, 56 และ 61 เซนติเมตร จะมีแรงฉุดลากและแรงในแนวระดับที่มีค่าสูงในดิน Black Clay Loam ในขณะที่ค่าแรงกระทำในแนวตั้งลดลงเมื่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้นในดินทั้งสองชนิดที่ความเร็วในการไถ 4, 7 และ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
ในปี ค.ศ. 2007 R. Karoonyboonyan et al.	การศึกษาประสิทธิภาพของไถระเบิดดินดาน 1 ขา ที่ส่งผลต่อแรงฉุดลากในแนวระดับและแนวตั้ง กำลังรวมแรงฉุดลากต่อพื้นที่มีการแตกตัวของดินเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างสันกับไม่สันขณะทำงาน	พบว่าแบบสันสามารถลดแรงฉุดลากในแนวระดับ 29 เปอร์เซ็นต์ และ 34 เปอร์เซ็นต์ แต่จะทำให้แรงยกตัวในแนวตั้งเพิ่มขึ้น 227 เปอร์เซ็นต์ และ 400 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็ว 2.5 และ 3.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับสำหรับกำลังรวมของไถระเบิดดินดานแบบสันจะใช้มากกว่าแบบไม่สันถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และ 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบที่กำลังรวมต่อพื้นที่การแตกตัวของดินจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น 127 เปอร์เซ็นต์และ 112 เปอร์เซ็นต์ที่ความเร็ว 2.5 และ 3.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ
ในปี ค.ศ. 2011 Takanori Fujii, Hideo Hasegawa and Takuji Ohyama	การศึกษาความต้องการของพลังงานสำหรับตำแหน่งความลึกในการใส่ปุ๋ย	พบว่าการวัดแรงบิด PTO และความเร็วรอบของต้นแบบ (ชั้นดินไถพรวน) และปรับเปลี่ยนรูปแบบ (ประเภทการไถพรวน) ความสามารถในการไถพรวน การใส่ปุ๋ย เมล็ดพร้อมกัน การหาความต้องการพลังงานคำนวณได้จากค่าที่วัดได้จากกำลังทดรอบของต้นกำลัง เมื่อทำการทดสอบนาข้าวพบว่าแรงบิดแบบ PTO มีการเพิ่มขึ้นจาก 77 เปอร์เซ็นต์เป็น 129 เปอร์เซ็นต์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลของดิน (Soil condition) ในดินกำแพงแสนมีส่วนประกอบเนื้อดินร่วนปนทรายที่มีดินเหนียวปนบ้างมีความชื้นเฉลี่ย 19.202 เปอร์เซ็นต์ (db) มีค่าความต้านทานการแทงทะลุของกรวย (Cone index) 6.57 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่า Bulk density 2,217.50 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ไชยพล มงคล และคนอื่นๆ. 2553)

การเก็บค่าความชื้นดิน (Moisture Content)

จะถูกสุ่มเก็บตัวอย่างจากดินแต่ละจุดของแปลงทดลองโดยใช้ Standard Core Sampler เพื่อหาค่าความชื้นที่ระดับความลึกระดับ 0-15 และ 0-21 เซนติเมตร จากผิวดินตามลำดับและนำดินที่ได้มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Isara Chaorakam; et al. 2012) จนน้ำหนักคงที่ ซึ่งสามารถหาค่าความชื้นได้จากสมการดังนี้

จากสูตร

$$M_C = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (2.1)$$

เมื่อ

M_C = Moisture Content % (db)

W_w = น้ำหนักของดินเปียก (g)

W_d = น้ำหนักของดินแห้ง (g)

อัตราการลื่นไถล (Slip)

ทำโดยการนับจำนวนรอบการหมุนที่ล้อหลังของรถแทรกเตอร์แล้วคำนวณเป็นระยะทางที่ล้อเคลื่อนที่ตามทฤษฎี (S_T) เปรียบเทียบกับระยะในการเคลื่อนที่จริง (S_A) ที่ได้จากการวัดในการทดลองแล้วนำมาคำนวณอัตราการลื่นไถลได้จากสมการ (ไชยงค์ หาราช. 2543)

จากสูตร

$$\text{Slip}\% = \frac{S_T - S_A}{S_T} \times 100\% \quad (2.2)$$

เมื่อ

Slip = อัตราการลื่นไถล (%)

S_T = ระยะทางที่ล้อเคลื่อนที่ทางทฤษฎี (m)

S_A = ระยะในการเคลื่อนที่จริง (m)

แรงจูงลาก (Drawbar pull) และกำลังจูงลาก (Drawbar Power)

แรงจูงลากในแนวระดับ (Draft) และแรงกระทำในแนวดิ่ง (Vertical force) วัดค่าได้จาก Strain Gages ในการหาค่าแรงทั้งสองนี้ทำโดยติด Strain Gages แบบทางเดียว 4 ตัวที่ Lower Link Pins ทั้งสองข้างและที่ Top Link ใช้วิธีการติด Strain Gages แบบสองทาง 2 ตัวแรงจูงลากในแนวระดับจะเป็นสัญญาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากค่าความต้านทานไฟฟ้าของ Strain Gages เปลี่ยนแปลงไปตามการโก่งงอ (Bending) ของ Lower Link Pins และการอัดตัวตามแกนของ Top Link เนื่องจากแรงกระทำ Strain Gages จะถูกต่อเป็นวงจร Wheatstone Bridge ผ่าน Bridge Boxes เพื่อต่อเข้า Universal Recorder (KYOWA) รุ่น EDX-100A การวัดค่าแรงบิดจะทำผ่าน PTO Torque Transducer ซึ่งจะต่อตรงไปยัง Universal Recorder (ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์. 2546)

ส่วนค่ามุมของ Top link transducer (Inclination of the top link transducer) θ สามารถหาโดยการอ่านค่าจาก Voltmeter ซึ่งภายในเป็นขดลวดตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ตามการหมุนของแกน Potentiometer ซึ่งจะถูกปรับให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ขึ้นลงของ Top Link และอ่านค่าจาก Voltmeter ซึ่งได้จากค่า VR-Slice เพื่อนำค่าที่ได้ไปแตกแรงคำนวณแรงจูงลากในแนวระดับและแนวดิ่ง

ดังนั้นแรงจูงลากหาได้จากการนำค่าแรงจูงลากในแนวระดับที่ได้จากแรงกระทำ Lower link pins transducer (F_{Lower}) มีค่าความต่างศักย์ +0.139 โวลต์และ Top link transducer (F_{Top}) มีค่าความต่างศักย์ +0.146 โวลต์ ซึ่งสามารถนำเอามาคำนวณเป็นแรงจูงลากในแนวระดับ (F_{TOP}) ตามสมการ (2.3) และสามารถนำไปคำนวณหา กำลังจูงลาก (Drawbar power) ตามสมการ (2.4)

สมการกราฟ Calibration Lower link pins transducer (F_{Lower})

$$y = 5.172x + 6.99 \quad (2.3)$$

$$\text{Load}_{(\text{Horizontal})} = 5.172x + 6.99 \text{ (kN)}$$

เมื่อ

X = ค่าความต่างศักย์ (v)

สมการกราฟ Calibration Top link transducer (F_{TOP})

$$y = 5.9x + 1.59 \quad (2.4)$$

$$Load = 5.9x + 159 \text{ (kN)}$$

หามุมในการทำงานของ Top link ค่าความต้านทานไฟฟ้าจาก Potentionmeter คือ 557.1 โอห์ม
เปรียบเทียบมุมในการทำงาน

สมการกราฟ Calibration Potentionmeter

$$y = 0.005x - 25.92 \quad (2.5)$$

มุมในการทำงาน

$$y = 0.005x - 25.92 \text{ (Degree)}$$

เพราะฉะนั้นโหนดที่เกิดขึ้นในแนวดิ่ง (Top link)x(Potentionmeter)

$$Load_{(Toplink)} = 5.9x + 159 \sin(0.005x - 25.92) \text{ (kN)} \quad (2.6)$$

แรงจุดลากในแนวนระดับ (Draft)

$$Load_{(Horizontal)} + Load_{(Toplink)} \quad (2.7)$$

$$Load_{(H)} = 5.172x + 6.99 + Load_{(T)} = 5.9x + 159 \sin(0.005x - 25.92) \text{ (kN)}$$

ความเร็วในการทดลอง 3.2616 km/hr หรือ 0.909 m/s

กำลังจุดลาก (Drawbar power)

จากสูตร

$$F_{(Draft)} \times V \quad (2.8)$$

เมื่อ

$$F_{(Draft)} = \text{แรงจุดลากในแนวนระดับ (kN)}$$

$$V = \text{ความเร็วในการเคลื่อนที่ (m/s)}$$

แรงบิดที่เพลานำกำลัง (PTO torque)

ทำการวัดค่าที่ได้จาก Torque transducer อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 1.364 โวลต์ เปรียบเทียบกับโวลต์จากการทดลองได้ค่าความเร็วรอบหมุนเพลานำกำลัง 495 รอบต่อนาที และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณค่ากำลังจากเพลานำกำลัง (PTO power) ความเร็วรอบของเพลานำกำลัง (PTO speed) ทำการวัดโดยติดตั้งเครื่องมือ Magnetic pick-up เพื่อใช้วัดความเร็วรอบของเพลานำกำลัง และนำไปใช้ในการคำนวณค่ากำลังจากเพลานำกำลัง (PTO power) จากสมการ

สมการกราฟ Calibration Torque transducer

$$y = 1.453x + 183 \quad (2.9)$$

$$\text{Load}_{(\text{Torque})} = 1.453x + 183 \text{ (N-m)}$$

เมื่อ

X = ค่าความต่างศักย์ (v)

จากสูตร

$$P = \frac{2\pi NT}{60,000} \quad (2.10)$$

เมื่อ

P = กำลังของเพลานำกำลัง (kW)

N = ความเร็วรอบของเพลานำกำลัง (rpm)

T = แรงบิดที่เพลานำกำลัง (N-m)

กำลังรวม (Total power) ได้จากสมการ

จากสูตร

$$\text{Total power} = \text{Drawbar power} + \text{PTO power} \quad (2.11)$$

เมื่อ

PTO power = กำลังของเพลานำกำลัง (kW)

Drawbar power = กำลังจุดลาก (kW)

วงจรบริดจ์ (Bridge Circuit)

ในการวัดค่าความต้านทานที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าน้อยนิยมใช้วงจรที่เรียกว่า “วงจรบริดจ์” (Bridge Circuit) เป็นวงจรสำหรับวัดโดยวงจรบริดจ์ประกอบไปด้วยตัวต้านทานทั้งหมดจะเรียกว่า “Wheatstone Bridge Circuit” ดังแสดงในภาพประกอบ 1 ซึ่งตัว R_1 ในวงจรคือตำแหน่งของตัวรับรู้ (Sensor) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามตัวแปรที่ต้องการวัดในวงจรมีแหล่งกำเนิดแรงดันกระแสตรงที่ตกคร่อมจุด A และ D ทำให้เกิดวงจรซ้อน 2 วงจร คือ ABC และ ADC ตัวต้านทานแต่ละตัวมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่เท่ากัน เช่น R_1 มีกระแสไฟฟ้า I_1 ไหลผ่าน R_2 มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านดังแสดงในภาพประกอบ 1 กำหนดให้เป็นสภาวะที่สมดุล (Balance condition) จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ ดังนั้น $I_g = 0$ จึงสรุปได้ว่าไม่มีความต่างศักย์ตกคร่อมระหว่าง B ถึง D ตามสมการ 2.12

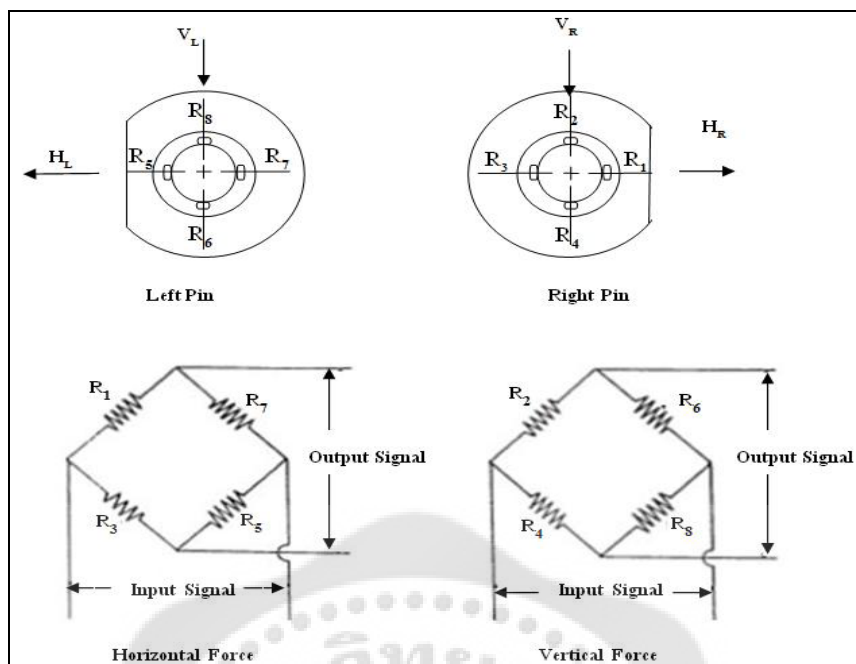
$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 : I_4 R_4 - I_3 R_3 = 0 \quad (2.12)$$

และการพิจารณากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด B และ D พบว่า

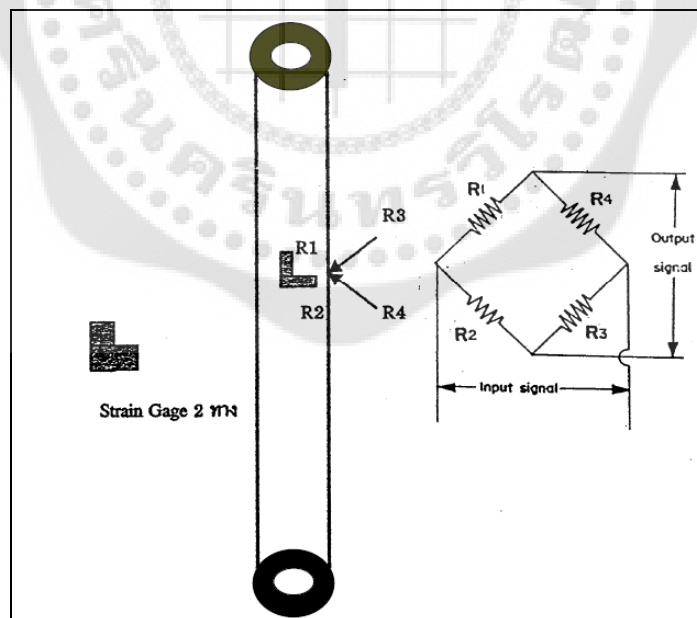
$$I_1 = I_4 : I_2 = I_3 \quad (2.13)$$

จากสมการ (2.6) และ (2.7) เราแก้สมการทั้งสองพบว่าที่สภาวะสมดุลของ Wheatstone Bridge Circuit จะได้

$$\frac{R_4}{R_1} = \frac{R_2}{R_3} \quad (2.14)$$



ภาพประกอบ 1 แสดงการติด Strain gage รุ่น KFG-2-350-C1-11 at Lower Link Pins (ไชยพล มงคล; และคนอื่นๆ. 2553)



ภาพประกอบ 2 แสดงการติด Strain gage รุ่น KFG-5-120-D16-11 at Top Link Pins ทำมุม 180 องศา (ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์. 2546)

การวัดด้วยวิธีการวัดความต่างศักย์ขาออก (Deflection Method)

การวัดความต้านทานโดยวิธีนี้ใช้วิธีการวัดค่าความต่างศักย์ตกคร่อมกัลป์วานอมิเตอร์ ในรูปของกระแสไฟฟ้าที่มีการไหลผ่านวงจร I_g เป็นตัวบ่งชี้ค่าเปลี่ยนแปลงไปของค่าความต้านทานที่ต้องการวัดค่า (δR) พิจารณาที่สภาวะสมดุลของวงจรบริดจ์ตามภาพประกอบ 1 พบว่า ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมกัลป์วานอมิเตอร์ทางออก (E_0) มีค่าดังสมการ

$$E_0 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \quad (2.15)$$

จากสมการ (2.7) ถึง (2.9) แทนค่าลงในสมการ (2.10) ได้ว่า

$$E_0 = E_i \left[\frac{R_1}{R_1 + R_4} - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right] \quad (2.16)$$

การวัดค่าความต้านทานจะกำหนดให้สภาวะสมดุลเป็นจุดอ้างอิง (Reference Point) ของการวัดค่าความต้านทานและเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรที่ต้องการวัดค่าทำให้ R_1 เปลี่ยนค่าไปเป็น

$$\begin{aligned} R' &= R_1 + \delta R \quad \text{พบว่า} \\ E'_0 &= E_0 + \delta E_0 = E_i \left[\frac{R'}{R'_1 + R_4} - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right] \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$E'_0 = E_i \frac{R'_1 R_3 - R_2 R_4}{(R'_1 + R_4)(R_2 + R_3)} \quad (2.18)$$

สำหรับวงจรบริดจ์ที่ใช้งานจริง การวัดค่าความต้านทานมักมีการออกแบบหรือกำหนดให้ค่าความต้านทานในวงจรบริดจ์ทั้งหมดที่สภาวะสมดุลมีค่าเท่ากัน $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$

$$\frac{\delta E_0}{E_i} = \frac{\frac{\delta R}{R}}{4 + 2 \frac{\delta R}{R}} \quad (2.19)$$

เมื่อ

δE_0 = การเปลี่ยนแปลงค่าของความต่างศักย์ทางออกที่ตกคร่อม
กัลป์วานอมิเตอร์

δR = การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของตัวรับรู้ (R_1)

E_i = ค่าของความต่างศักย์ทางเข้าที่ตกคร่อมกัลป์วานอิมิตอร์

R = ค่าความต้านทาน

การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถแทรกเตอร์ ในแปลงทดสอบทำให้ทราบค่าใช้จ่ายต่อครั้งในการทดสอบและทราบถึงสภาพของเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ โดยคำนวณได้จากสมการ 2.20

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

$$\text{Fuel consumption (L/hr)} = \frac{l}{h} \quad (2.20)$$

เมื่อ

l = น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (L)

h = เวลาที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด (hr)

ประสิทธิภาพการทำงานเชิงเวลา

$$\text{Time efficiency (\%)} = \frac{T_p \times 100}{T_T} \quad (2.21)$$

เมื่อ

T_p = เวลาในการทำงานจริง (hr)

T_T = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (hr)

สมรรถนะในการทำงาน

$$\text{EFC (ไร่/ชั่วโมง)} = \frac{A}{H} \quad (2.22)$$

เมื่อ

A = พื้นที่ทำงานจริง (farm)

H = เวลาในการทำงานจริง (hr)

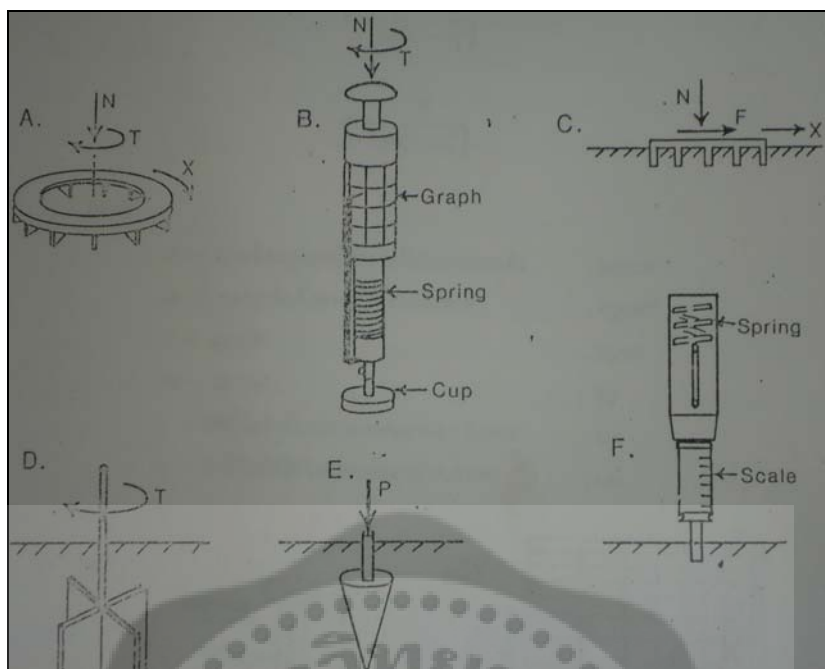
การหาค่าของแรงยึดเหนี่ยวและมุมเสียดทานของดิน

กำลังของดินวัดได้หลายวิธีสำหรับการทดสอบในสภาพสนามได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดขึ้นมาหลายรูปแบบ เช่น Direct shear box, Triaxial shear test, Cone penetrometer และ Annular shear plate (ไชยงค์ หาราช. 2543)

ตามภาพประกอบ 3 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและแสดงค่าของกำลังของดินในรูปของความสัมพันธ์ของแรงเค้นและแรงเฉือนที่กระทำต่อดินเครื่องมือวัดแต่ละชนิดมีความเหมาะสมใช้งานแตกต่างกันดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ลักษณะการใช้งานของเครื่องมือวัดกำลังของดินในสนาม (McKYES E.1985)

Device	<u>Measurements of</u>		Suitable Soils	Commercial Availability
	Strength	Deformation		
Annular shear ring	c, ϕ, C_a, δ	X	All	
Shear graph	c, ϕ, C_a, δ		All	X
Rectangular plate	c, ϕ, C_a, δ	X	All	
Shear vane	c		Cohesional	X
Cone penetrometer	C.I		All	X
Pocket penetrometer	c		Cohesional	X



ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะของเครื่องวัดกำลังของดินในสนาม

Annular shear plate เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กเคลื่อนย้ายและใช้งานได้สะดวกเหมาะสำหรับวัดกำลังของดินในภาคสนาม อุปกรณ์ประกอบด้วยวงแหวนที่มีใบมีดจำนวน 6 ใบติดอยู่ด้านล่างสำหรับให้ดินยึดเกาะกับเครื่องมือในขณะที่วัดจะต้องออกแรงกดผ่านสปริงและก้านต่อลงไปยังวงแหวนให้ใบมีดจมลงไปในดินเมื่อให้แรงบิดผ่าน Torque wrench จะเกิดแรงเฉือนกระทำต่อหน้าดินที่สัมผัสกับวงแหวน จนดินเกิดการแตกสลายทางโครงสร้างค่าแรงเฉือนและแรงเค้นเฉือนหาจากสมการ

$$\tau = \frac{3T \times 100}{2\pi(r_1^2 - r_2^2)} \quad (2.23)$$

$$\sigma = \frac{N}{\pi(r_1^2 - r_2^2)} \quad (2.24)$$

เมื่อ

τ = แรงเฉือนสูงสุดที่ระนาบที่เกิดการแตกตัว (kg/cm^2)

σ = ความเค้นตั้งฉากที่ระนาบที่แตกตัว (kg/cm^2)

T = แรงบิด (N-m)

N = แรงกด (N)

r_1 = รัศมีวัดถึงผิวนอกของวงแหวน (5 mm)

r_2 = รัศมีวัดถึงผิวในของวงแหวน (3 mm)

ระบบต่อพ่วงแบบสามจุด

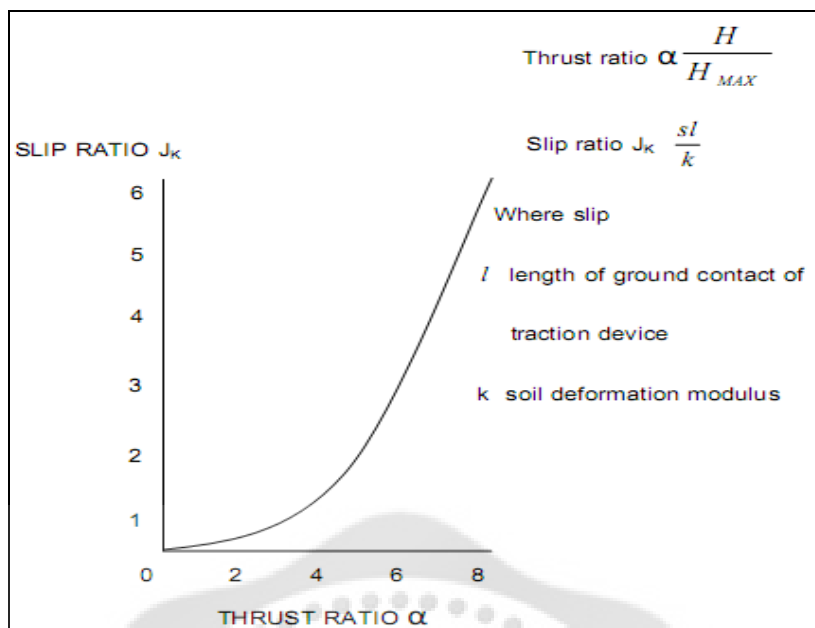
แฮรี เฟอร์กูสัน เป็นผู้คิดระบบการพ่วงอุปกรณ์ของรถแทรกเตอร์แบบจุดต่อติดสามจุด ซึ่งอำนวยความสะดวกดังนี้ (มงคล กวางวโรภาส. 2530)

1. สามารถยกและวางอุปกรณ์ได้โดยระบบไฮดรอลิกของรถแทรกเตอร์ ทำให้สะดวกในการขนย้าย และใช้งาน
2. มีระบบไฮดรอลิกอัตโนมัติให้เลือกใช้ในการควบคุมความลึกการทำงานของอุปกรณ์ประเภทไถให้อยู่ในระดับความลึกที่ต้องการใช้
3. เป็นตัวเชื่อมอุปกรณ์ให้เข้ากันได้กับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดและกำลังพอเหมาะกับอุปกรณ์นั้นๆ
4. ช่วยให้อุปกรณ์มีเสถียรภาพดีควบคุมการทำงานได้สะดวกมีความคล่องตัวและปลอดภัย

ลักษณะกายภาพของดินในแปลง

เมื่อรถแทรกเตอร์ทำงานนอกผิวจราจร โดยเฉพาะดินที่อ่อนนุ่ม ดินจะเกิดการยุบตัวเนื่องจากแรงกดทับ การจมของล้อจะขึ้นกับน้ำหนักของแทรกเตอร์และความสามารถในการต้านทานน้ำหนักของดิน ปกติดินด้านการเกษตร (Agricultural soil) จะรับแรงดิ่งได้น้อย แต่รับแรงอัดได้มาก โดยที่โครงสร้างไม่เสียหาย การแตกตัวและเสียหายของโครงสร้างดิน (Soil failure) จะเกิดมาจากแรงเฉือน (Shear stress) ซึ่งแรงเฉือนนี้อาจเกิดมาจากแรงอัดก็ได้ โดยแรงอัดดังกล่าวจะก่อให้เกิดแรงเฉือนต่อดินในบางระนาบเป็นเหตุให้เกิดการแตกสลายของโครงสร้างดินขึ้น ดังนั้นค่าของ Soil shear stress จึงสามารถใช้บ่งบอกถึงขีดจำกัดของการรับแรงของดินได้ (มงคล กวางวโรภาส. 2530)

ขณะที่รถแทรกเตอร์ทำงานในแปลงเพาะปลูก ดินจะเกิดการเสียรูป (Soil deformation) อยู่ 2 แนว คือ แนวดิ่งอันเนื่องมาจากน้ำหนักกดทับ และแนวราบอันเนื่องมาจากการขับเคลื่อนของล้อ ซึ่ง Soil deformation นี้สามารถใช้นำมาหาแรงฉุดลากของรถแทรกเตอร์ได้



ภาพประกอบ 4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของ Slip ratio กับ Thrust ratio

กำลังจุดลากของรถแทรกเตอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับ Shear stress ซึ่งเราจะสามารถทำนายค่ากำลังจุดลากสูงสุด (Ideal maximum thrust) จากค่าของ Maximum shear stress ได้โดยใช้สมการของ Micklethwaite (ไชยยงค์ หาราช. 2543) ดังสมการ

$$H_{max} = Sc + Q \tan \phi \quad (2.25)$$

เมื่อ

H_{max} = Ideal maximum thrust

S = พื้นที่สัมผัสของล้อแทรกเตอร์กับดิน

Q = น้ำหนักที่กดลงบนล้อ (S_σ)

c = แรงยึดเหนี่ยวของดินต่อหน่วยพื้นที่

ϕ = มุมของความเสียดทานภายในของดิน

เพื่อความสะดวกของการประมาณค่า H_{max} อาจหาได้จากความสัมพันธ์ของกำลังจุดลากและอัตราการสิ้นไถลแทนได้ โดยในสภาพการทำงานปกติดินที่ถูกอัดได้จะไม่อัดตัวเพียงพอที่จะให้เกิดค่าแรงเฉือนสูงสุด ดังนั้นแรงจุดลากจริง (H) จะน้อยกว่า H_{max} และเมื่อล้อมีอัตราการสิ้นไถลคงที่ Soil deformation ตามแนวราบที่ได้ล้อก็จะมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นสัดส่วนตามแนวยาวของหน้าสัมผัส เนื่องจากความยาวของหน้าสัมผัส (l) คงที่ อัตราการสิ้นไถลก็จะคงที่ ลักษณะของการ Deform ก็จะขึ้นอยู่กับ Trust ถ้ากำหนดให้ $a = H / H_{max}$ และ $J_k = Sl / K$ เราสามารถเขียนกราฟ

แสดงความสัมพันธ์ของ α กับ J_k ได้ดังภาพประกอบ 4 ซึ่งใช้ร่วมกับ Micklethwaite equation เพื่อการประมาณค่า Slip-thrust performance และ Slip-pull Performance ของรถแทรกเตอร์ได้ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติการหาค่า Thrust จะต้องคำนึงถึงแรงเสียดทานของล้อขับเคลื่อนกับดิน ลักษณะของล้อ เป็นต้น



บทที่ 3

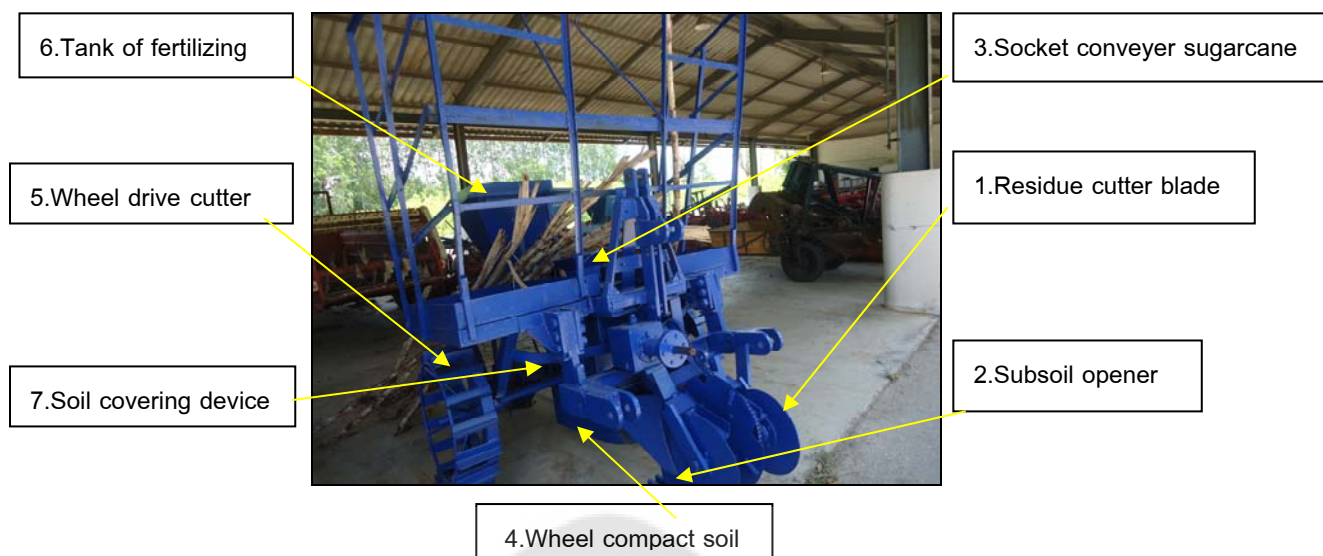
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

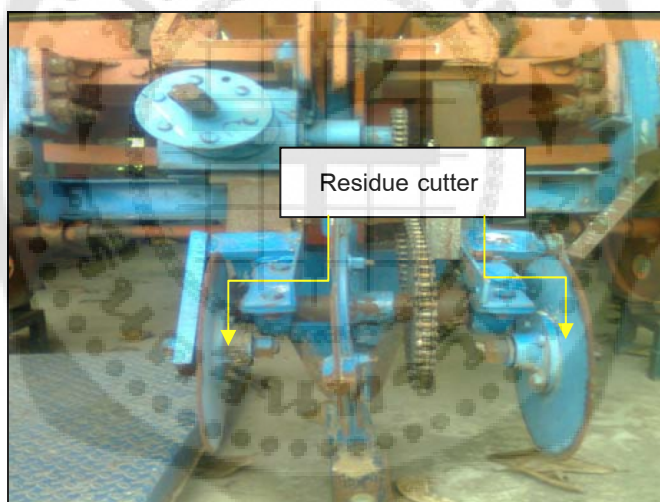
1. อุปกรณ์สำหรับดำเนินงานวิจัย
2. การดำเนินงานวิจัย
3. การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ

โครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนต้นแบบชนิดใช้กำลังขับเคลื่อนจากเครื่องยนต์มีขนาดกว้าง 170 เซนติเมตร x ยาว 243 เซนติเมตร x สูง 232 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉพาะตัว 650 กิโลกรัม และอัตราทดใบมีดชุดต่ออ้อย 2:1 ดังแสดงในภาพประกอบ 5 ดังนี้

1. จานกดและสับใบอ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 450 มิลลิเมตร (Residue cutter Blade)
2. อุปกรณ์เปิดร่องแบบ (Subsoil opener)
3. ชุดช่องลำเลียงพันธุ์อ้อย (Socket conveyer sugarcane)
4. ล้อบดอัดดิน (Wheel compact soil)
5. ล้อเหล็กขับเคลื่อนใบมีดตัดท่อนพันธุ์ (Wheel drive cutter)
6. ถังบรรจุปุ๋ยอ้อย (Tank of fertilizing)
7. จานกลบดินเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ (Soil covering device)



ภาพประกอบ 5 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ



ภาพประกอบ 6 แสดงอุปกรณ์ไถมีดลับสองข้างต้นแบบ



ภาพประกอบ 7 แสดงอุปกรณ์ที่ปรับปรุงเพิ่มเติมในเครื่องปลุกอ้อยต้นแบบ

อุปกรณ์สำหรับดำเนินงานวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณความชื้นของดิน (Moisture content)

- กระป๋องดิน
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
- เครื่องชั่ง AND รุ่น FW-100K (ความละเอียด 0.01 กรัม)

อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดิน (Soil Core Sampling)

- เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินมาตรฐาน (Core sampling)
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
- เครื่องชั่ง AND รุ่น FW-100K (ความละเอียด 0.01 กรัม)

อุปกรณ์ที่ใช้หาค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์

- เทปวัดระยะ
- นาฬิกาจับเวลา
- หลักปักวัดระยะ
- ปูขนาว

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณและวิเคราะห์สัญญาณ

- Strain gage (KYOWA) Ω 120 รุ่น KFG-5-D16-11 Ω 120 $\pm$ 0.4 ใช้ติดตั้งที่ Top

Link

- รูน KFG-20-C1-11 Ω 120 $\pm$ 0.3 ใช้ติดตั้งที่ Lower Link Pins
- PTO Torque Transducer (KYOWA) Type.TPR-A-1500NMS3
- เครื่องวัดรอบ PTO Torque Transducer (ONO SOKKI) Type.HM-64O
- Lower Link Transducer
- Top Link Transducer
- Universal Recorder (KYOWA) รูน EDX-100A
- Potentionmeter
- Multimeter

รถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

รถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการทดลองผลิตจากประเทศอังกฤษยี่ห้อ MASSEY FERGUSON รูน 390 เกียร์ 12 Speed ขับเคลื่อน 4 ล้อ แรงม้าสูงสุด 86 แรงม้า เมื่อรอบเครื่องยนต์ 2,200 รอบต่อนาที



ภาพประกอบ 8 รถแทรกเตอร์ NEW HOLLAND -80-66S ขับเคลื่อน 4 ล้อ

เครื่องมือวัด อุปกรณ์และรถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งทดสอบ

ก่อนทำการทดลองจะต้องมีการตรวจสอบสภาพของเครื่องมืออยู่ในสภาพพร้อมทดลองและค่าสัญญาณที่ได้จากตัว Transducer ที่ผ่านการปรับเทียบค่าสัญญาณหาความสัมพันธ์ระหว่าง Load (kN) กับค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ชุดอุปกรณ์เครื่องมือวัดค่าต่างๆ สำหรับการทดสอบโดยติด Power supply AC 220 โวลต์ ไว้ด้านบนของเครื่องยนต์เป็นต้นกำเนิด

ไฟฟ้า ส่วนในการหาค่าแรงฉุดลาก (Drawbar pull) แรงบิดที่เพลาลำพวยกำลัง (PTO torque) ความเร็วรอบของเพลาลำพวยกำลัง (PTO speed) เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่ากำลังฉุดลาก (Drawbar power) และกำลังทั้งหมด (Total power) ซึ่งสามารถหาค่าแรงฉุดลาก (Drawbar pull) และแรงยกตัวในแนวตั้ง (Vertical force) วัดได้จาก Lower link pin transducer และ Top link transducer โดยส่งสัญญาณในรูปแบบแรงดันไฟฟ้า (Voltage) และเมื่อนำค่าที่ได้นี้มาเทียบกับสมการที่ได้จากการปรับเทียบจะได้เป็นแรงกระทำในหน่วยนิวตัน (N) ซึ่งค่าสัญญาณที่ได้มาจาก Lower link pins transducerb ที่ได้จากการติด Strain gage แบบทางเดียว 8 ตัวต่อข้าง ดังภาพประกอบ 9 และการติด Strain gage แบบทางเดียว 4 ตัวที่ชุด Top link transducer ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 9 แสดง Lower link pins transducer Wheatstone bridge Circuit Pass
Bridge boxes



ภาพประกอบ 10 แสดง Top link transducer Wheatstone bridge Circuit Pass Bridge boxes



ภาพประกอบ 11 แสดง PTO Torque Transducer (KYOWA) Type.TPR-A-1500NMS3



ภาพประกอบ 12 แสดง Universal Recorder (KYOWA) รุ่น EDX-100A

แสดงวงจรการติดตั้งในภาพประกอบ 11 และติดตั้ง Torque transducer เพื่อใช้วัดหาค่าแรงบิดที่เพลลาำนวนยกกำลังและ Magnetic pick-up วัดความเร็วรอบหมุนของเพลลาำนวนยกกำลัง (กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์. 2552) ค่าสัญญาณ Lower link pins transducer, Top link transducer, Torque transducer และ Magnetic pick-up จะส่งมายังเครื่อง Strain amplifier แบบ 6 channels ซึ่งทำหน้าที่รับและขยายสัญญาณค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) เหล่านี้ และจะถูกส่งมาบันทึกค่าไว้ที่ตัว Analyzing recorder ชนิด 4 channels เนื่องจากค่าสัญญาณที่ส่งมาจาก Strain amplifier ใช้ทั้งหมด 5 channels แต่ Analyzing recorder มีเพียง 4 channels จึงต้องใช้ตัว Switching ดังแสดงในภาพประกอบ 12 เพื่อสลับค่าสัญญาณ Input 2 channels ให้ออกมา 1 channel ส่วนค่าที่ได้จากเครื่อง Analyzing recorder จะถูกส่งมายังคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม DAS-100A สำหรับการวัดมุมของ Top link transducer กับแนวระดับใช้ตัว VR-slice โดยค่าที่ได้จะอ่านได้จาก Voltmeter โดยตรงและนำค่าสัญญาณทั้งหมดมาวิเคราะห์ในคอมพิวเตอร์ต่อไป ดังแสดงในแผนภูมิการรับส่งสัญญาณข้อมูลจากชุด Transducers (กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์. 2552) ในภาพประกอบ 16



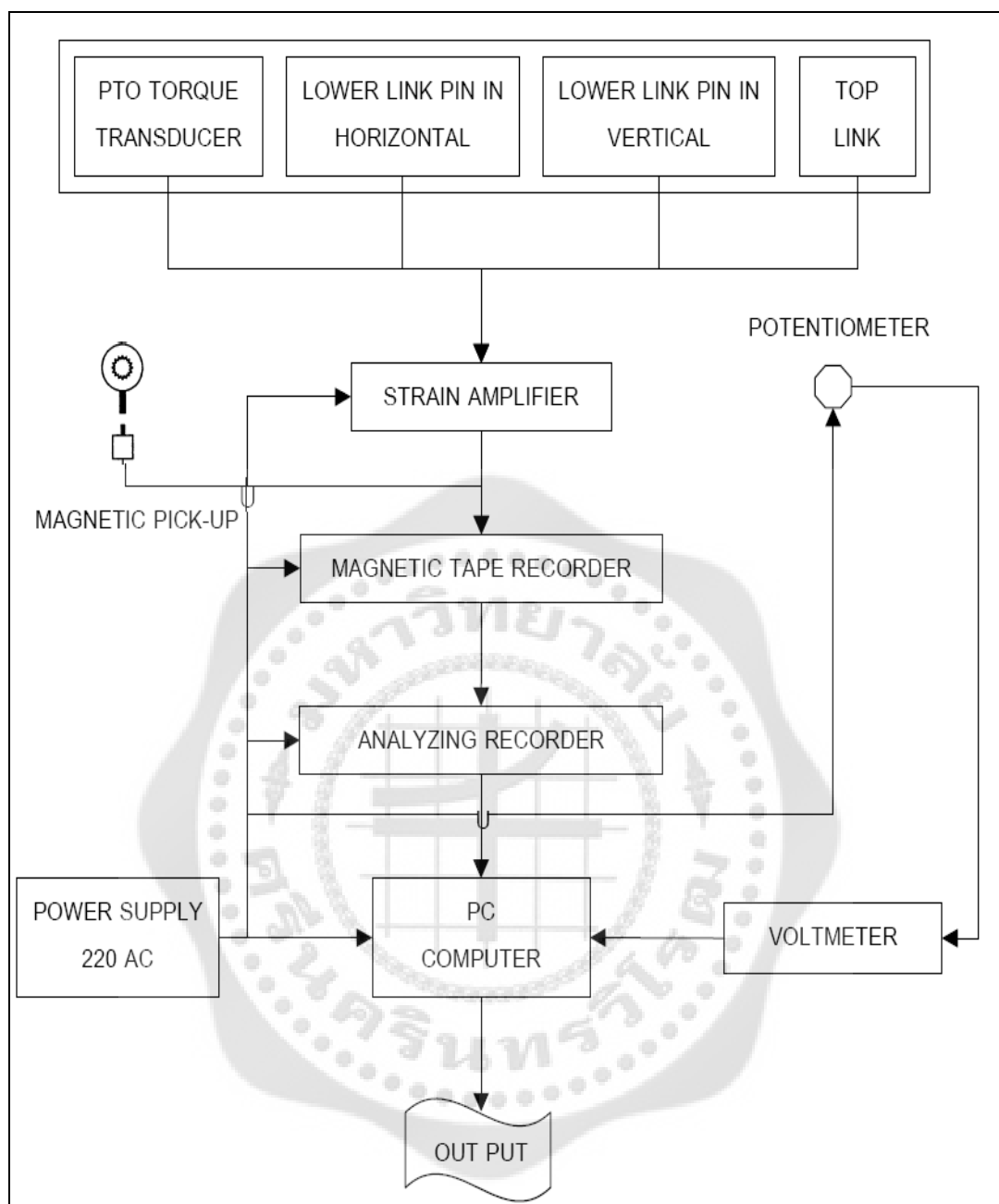
ภาพประกอบ 13 แสดงเครื่องชั่ง AND รุ่น FW-100K (ความละเอียด 0.01 กรัม)



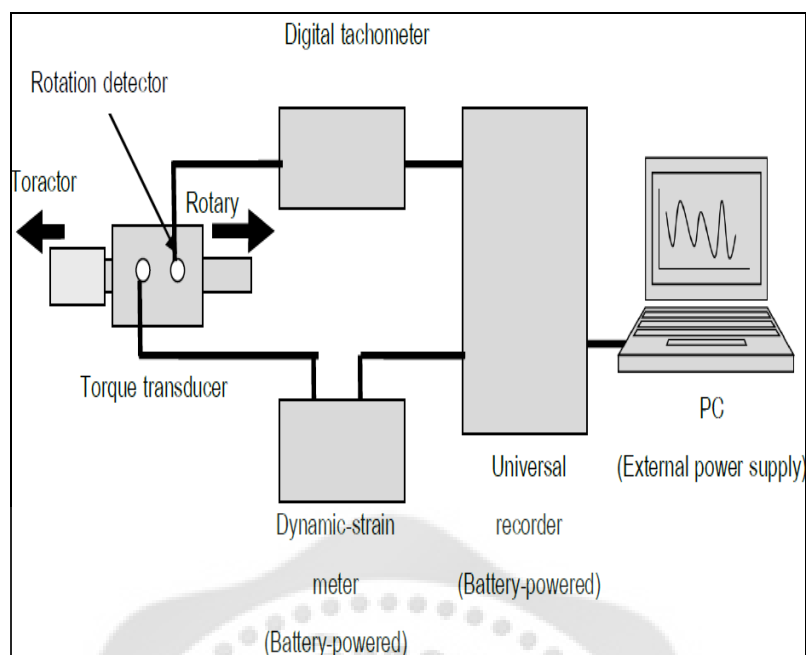
ภาพประกอบ 14 เครื่องวัดรอบ PTO Torque Transducer (ONO SOKKI) Type.HM-640



ภาพประกอบ 15 การทดสอบเทียบลูกต้มน้ำหนักขนาด 27 กิโลกรัม



ภาพประกอบ 16 แผนภูมิติดตั้งเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณข้อมูล Transducers
(กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์. 2552)



ภาพประกอบ 17 แผนภาพแสดงอุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ
(Takanori Fujii; Hideo Hasegawa; and Takuji Ohyama. 2011)

การดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. ศึกษาโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ
2. เตรียมความพร้อมของเครื่องมือในแปลงเกษตรกรรมของศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
3. นำเครื่องมือมาทดลองเบื้องต้นในแปลงทดลองเพื่อศึกษาการใช้งานและวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองในแปลงทดลอง

1. เตรียมแปลงการทดลองโดยกำหนดจำนวนแถวแปลงอ้อยหลังเก็บเกี่ยวเป็นจำนวน 4 แถว แต่ละแถวทำการทดสอบแถวละ 4 ซ้ำ
2. เตรียมแปลงที่ใช้ในการทดลองสมรรถนะของเครื่องปลูกอ้อยโดยจัดแปลงทดลองออกที่มีขนาดแปลงขนาด 20 x 100 เมตร โดยพิจารณาจากการขยายทอม Factorial = 4 คือ ซีวมวล x ความลึก x ความชื้น x รอบไถ
3. กำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบคือ ซีวมวลที่ 0 ตัน/เฮกตาร์ 2 ตัน/เฮกตาร์ 4 ตัน/เฮกตาร์ และ 6 ตัน/เฮกตาร์ ความลึกที่ทดสอบระดับ 0-15 เซนติเมตร และ 0-21 เซนติเมตร และความชื้นของซีวมวล ความชื้นของดิน

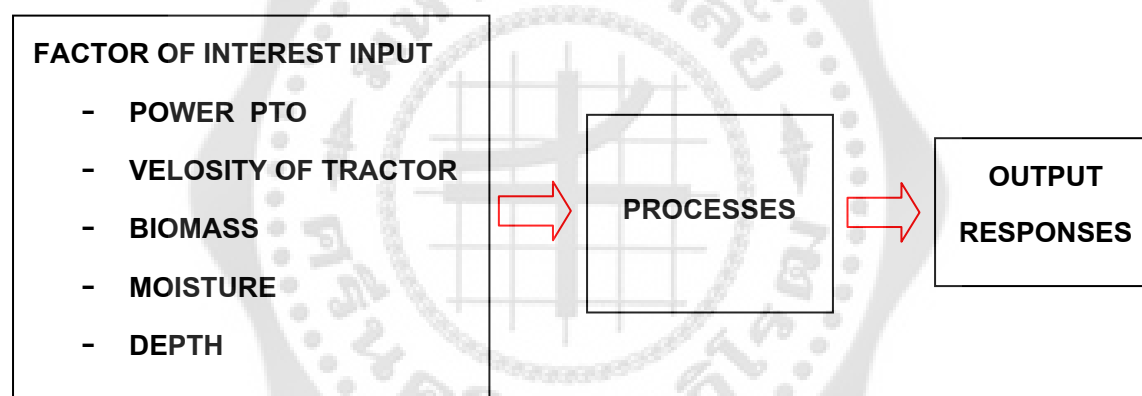
4. กำหนดจำนวนรอบการไถ 4 ซ้ำ การหาความต้องการการใช้พลังงานของเครื่องปลูก เพื่อหาค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลอง

5. นำสมการทำนายค่าความต้องการพลังงานของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนมาคำนวณค่าเพื่อหาความสัมพันธ์ของพลังงานที่ต้องการใช้ที่ระดับความลึกของดินกำหนดไว้

6. เครื่องปลูกอ้อยที่ทำการติดตั้งกับจุดต่อพวง 3 ขาของรถแทรกเตอร์ทำการทดลองเปิดร่องดินในแปลงเก่าที่มีต่ออ้อยจำนวนหนึ่งแถว

7. ปัจจัยที่สนใจทำการศึกษา คือการใช้เพลลา PTO ในการไถทดลอง ผลของชีวมวล ความเร็วรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการไถ 1 ความเร็ว คือที่ความเร็ว 0.906 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของ PTO มาตรฐานที่ 2,200 รอบต่อนาที ใช้เกียร์ Low 1 จำนวนรอบการไถ 4 รอบ

8. ทำการวัดค่าความลึกและความค่าความชื้นของดินในแปลงทดลอง เพื่อหาค่าอิทธิพลต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อย เช่น กำลังที่ใช้ในการจุกดลาก กำลังขับเคลื่อนจากเพลลา อำนาจกำลังและกำลังที่ใช้รวมโดยการทดลองแบบ Multifactor experiment



ภาพประกอบ 18 แผนการทดลองในแปลงทดลอง (กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์. 2552)

ถ้าต้องการทราบว่าปัจจัยต่างๆ ด้าน Input จะให้ผลตอบสนอง Outputs นั้นคือปัจจัยต่างๆ ด้าน Input จะถูกใส่เข้าไปใน Processes (ของการไถ) พร้อมกันในเวลาเดียวกัน 5 ปัจจัยที่กำหนด Inputs เข้าไปใน Processes พร้อมกัน ผลที่ออกมาคือแต่ละ Responses หรือแต่ละ Observation เป็นผลมาจากทั้ง 5 Factors โดยเหตุผลนี้จะเป็นจริง เมื่อปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้ศึกษา เช่น ความลึกในการไถจำนวนงานไถ ความเร็วรอบหมุนของเพลลา PTO จะต้องถูกควบคุมให้เหมือนกันทั้งหมดตลอดการไถเพื่อพิสูจน์ว่าทุก Factors ถูก Inputs เข้าไปใน Process พร้อมกันและให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นแต่ละ One Observation (cell)

ผลที่ต้องการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

ผลที่ต้องการจากการทดลอง เพื่อหาค่ากำลังที่ต้องใช้ในการฉุดลาก ค่ากำลังขับจากเพลาอำนาจกำลัง และค่ากำลังที่ต้องการใช้รวมทั้งหมด ตลอดจนความสิ้นเปลืองพลังเชื้อเพลิงจากลักษณะของดินที่ได้จากการไถในเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองการไถในแต่ละครั้งเก็บข้อมูลระหว่างการทดลองข้อมูลที่เก็บระหว่างการทดลองมีดังนี้

- Soil Moisture Content
- Forward Speed
- Draft
- PTO Torque
- PTO Speed
- Inclination of the Top Link
- Inclination of the Lower Link

การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

1. การวิเคราะห์ข้อมูล
2. คำนวณหาแรงฉุดลาก (Drawbar pull) กำลังฉุดลากของรถแทรกเตอร์ (Drawbar power) และกำลังจากเพลาอำนาจกำลัง (PTO power)
3. คำนวณหา กำลังรวม (Total power) ค่ากำลังที่ต้องการในการฉุดลากค่ากำลังขับจากเพลาอำนาจกำลังค่ากำลังที่ต้องใช้รวมตลอดจนอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในกระบวนการต่างๆ ของการทดลองของการทำงานในแปลง

การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ

การประเมินความเสียหายด้วยวิเคราะห์คำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้การสร้างแบบจำลองแล้วคำนวณการกระจายความเค้นโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Comsol V.3.5 ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาโครงสร้างและชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้เป็นอย่างดี สามารถจำลองการกระทำของภาระในสภาพต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Comsol V.3.5 มาช่วยในการคำนวณการกระจายความเค้นตามทฤษฎีความเสียหายของ Von Mises สามารถทำนายผลการครากของอุปกรณ์เครื่องปลูกอ้อยต้นแบบได้ดีทุกสภาวะความเค้น โดยทำการวิเคราะห์ศึกษาพฤติกรรมความเสียหายของชิ้นส่วนหลักคือ Subsoil opener มีขนาดความสูง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 490 มิลลิเมตร ความหนา 75.6 มิลลิเมตร และความหนาใบมีด 10 มิลลิเมตร ทำมุม 31 องศา กับพื้นระนาบที่ผ่านการทดสอบการใช้งานในแปลงที่มีระดับความลึกของดินคงที่และมีความแตกต่างของชีวมวลบนหน้าดินที่ต่างกัน การประเมินความเสียหายด้วยวิเคราะห์คำนวณโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อหาแนวทางในการลดความ

เสียหาย Subsoil opener ซึ่งจะช่วยให้อายุการใช้งานและการบำรุงรักษาซ่อมแซมที่ถูกวิธีช่วยลดต้นทุน ระยะเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยขั้นตอนการดำเนินงานจะเริ่มจากการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติของชิ้นส่วน Subsoil opener จากนั้นนำไปสร้างแบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปโดยเลือกขนาดของเอลิเมนต์ที่เล็กที่สุดมีขนาดประมาณ 0.0290453 นิ้ว และขนาดของเอลิเมนต์ที่ใหญ่ที่สุดประมาณ 0.580906 นิ้ว ได้เลือกใช้เอลิเมนต์ทรงสามเหลี่ยมมีจำนวนจุดต่อทั้งหมดเท่ากับ 944,964 จุดต่อและจำนวนเอลิเมนต์ทั้งหมดเท่ากับ 54,698 เอลิเมนต์ แสดงดังในตาราง 3

ตาราง 3 คุณสมบัติของตาข่ายกริด

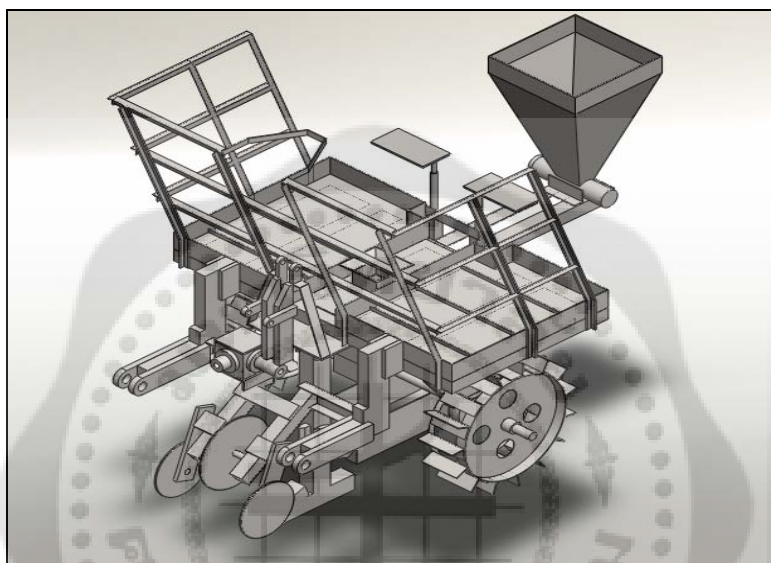
Total Nodes	944964
Total Elements	54698
Maximum Aspect Ratio	18.204
%of elements with Aspect Ratio< 3	80
%of elements with Aspect Ratio> 10	0.208
%of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh (hh:mm:ss)	00:00:17
Computer name	OS7-PC



ภาพประกอบ 19 แสดงเอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยมบนชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์
2. โมเดลเครื่องปลูกอ้อย
3. ตลับเมตรและเวอร์เนียคาลิเปอร์ Mitutoyo
4. คอมพิวเตอร์ Compaq รุ่น V 3000 Intel core 2, RAM 4 Gb
5. โปรแกรมสำเร็จรูป Comsol Simulation V 3.5



ภาพประกอบ 20 แบบจำลองของเครื่องปลูกอ้อย



ภาพประกอบ 21 ชิ้นส่วน Subsoil opener ทำมุม 31 องศา

วิธีการประเมินความแข็งแรงด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

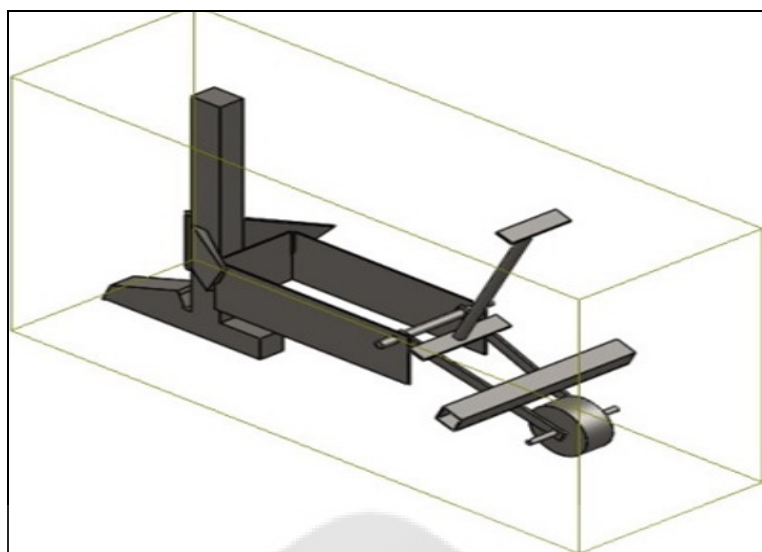
การดำเนินงานจะเริ่มจากการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ของ โครงสร้างเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวนต้นแบบและสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (CAD Model) ของ Subsoil opener ประกอบไปด้วย 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ ชุดใบมีด ฐานรองชุดใบมีดและปีก เปิดหน้าดินทำการวัดขนาดจากต้นแบบจริงตามภาพประกอบ 21 เพื่อแสดงรูปแบบจำลองทาง คอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Comsol V.3.5 โดยกำหนดกำหนดเงื่อนไขการจับยึด (Restrains) กำหนดเงื่อนไขภาระแรง (Load/Pressure) กำหนดคุณสมบัติของชิ้นงานทำการสร้าง โครงตาข่ายกริด (Mesh) ตามภาพประกอบ 22 โดยกำหนดคุณสมบัติของวัสดุและเงื่อนไขขอบเขต เริ่มต้นการทดสอบแบบสมมาตรตามแนวแกน X และเงื่อนไขขอบเขตแบบยึดแน่นในสภาพพื้นที่ ทดลองเป็นแปลงเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยแล้ว 14 วัน และมีลักษณะของดินในแปลงทดลองมี Texture เป็นดินเหนียวประกอบด้วยอนุภาค Sand 41.83 เปอร์เซ็นต์ อนุภาค Silt 27.84 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาค Clay 30.33 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

การประยุกต์เงื่อนไขขอบเขตพร้อมหาค่าผลเฉลย

สำหรับขั้นตอนการประยุกต์ เงื่อนไขขอบเขตในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้จะมีทั้งหมดอยู่ 2 บริเวณที่กำหนดเงื่อนไขค่าขอบเขต คือ ค่าแรงจุดลากขนาด 7,162.99 นิวตัน ขาเข้าและระดับ ความลึกของดิน 20 เซนติเมตร โดยค่าคงที่วัสดุต่างๆ ของ Subsoil opener ได้จากคุณสมบัติของ วัสดุที่ใช้สร้างซึ่งแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 คุณสมบัติของเหล็ก AISI 4340

Model type	Linear Elastic Isotropic
Default failure criterion	Max von Mises Stress
Yield strength	7.1e+008 N/m ²
Tensile strength	1.11e+009 N/m ²
Elastic modulus	2.05e+011 N/m ²
Poisson's ratio	0.32
Mass density	7850 kg/m ³
Shear modulus	8e+010 N/m ²
Thermal expansion coefficient	1.23e-005 /Kelvin



ภาพประกอบ 22 แสดงชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ

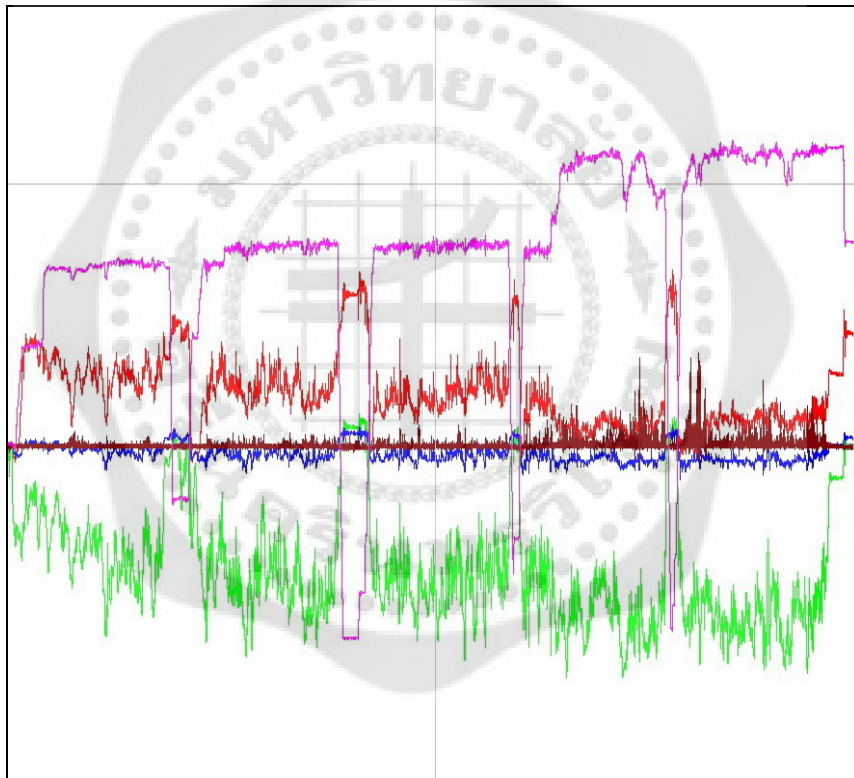


บทที่ 4

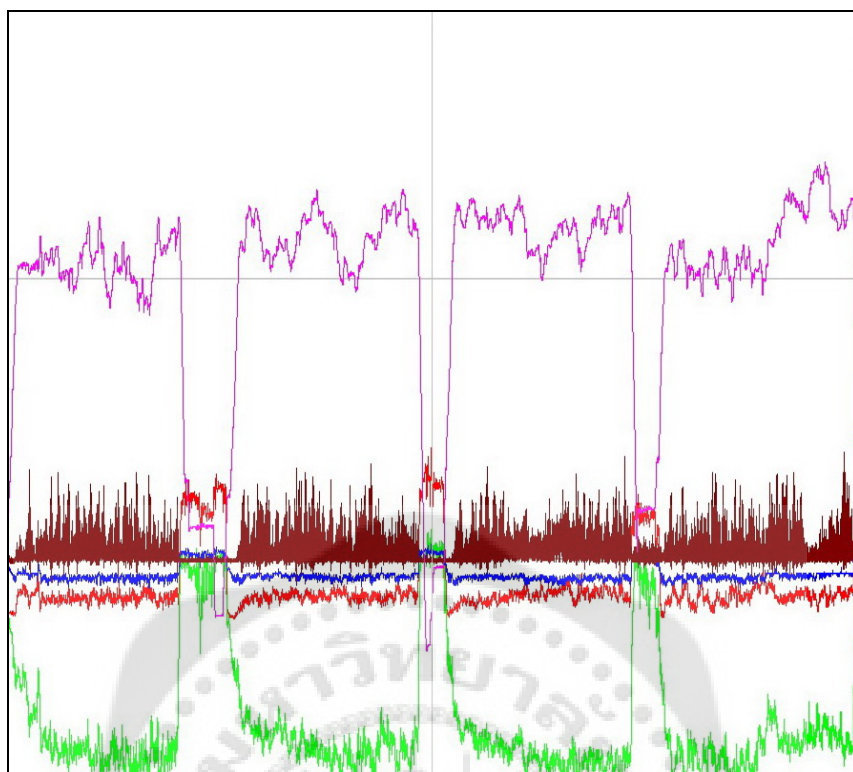
ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวน

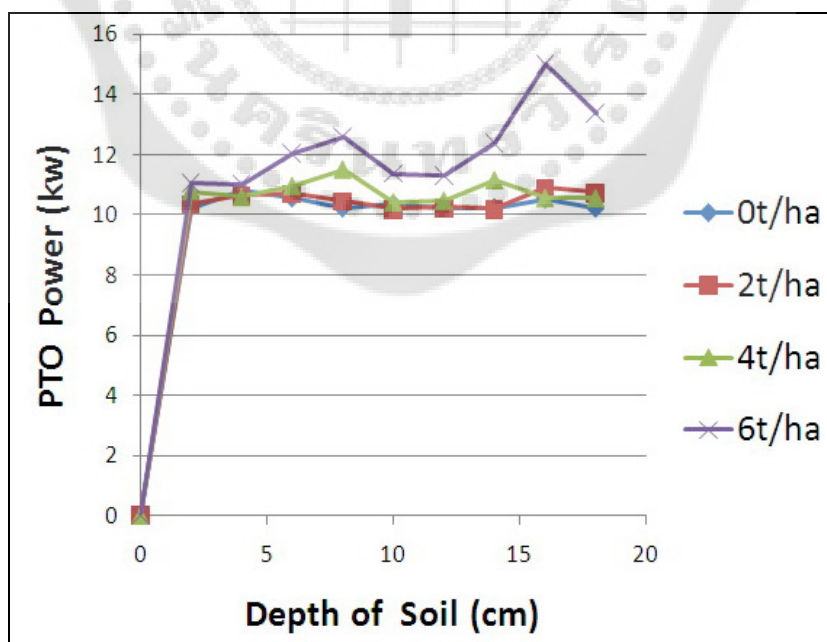
การเปรียบเทียบผลของชีวมวลที่มีต่อสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนโดยพิจารณาความลึก เปอร์เซ็นต์การสิ้นไถล กำลังจุดลาก กำลังที่เพลล่าอำนวยกำลังและกำลังรวมโดยทดลองที่ความเร็วการเดินทางที่ 3.2616 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 2,200 รอบต่อนาที



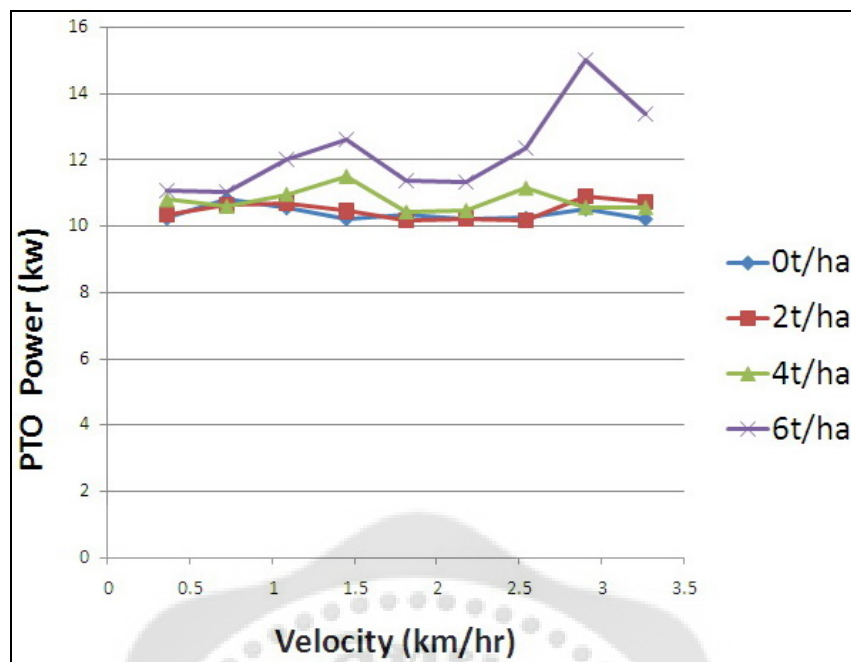
ภาพประกอบ 23 แสดงสัญญาณจากเครื่องมือวัดไฟฟ้ารอบแรกที่มีความลึก 0-25 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 24 แสดงสัญญาณจากเครื่องมือวัดไฟฟ้ารอบสองที่ความลึก 0-25 เซนติเมตร

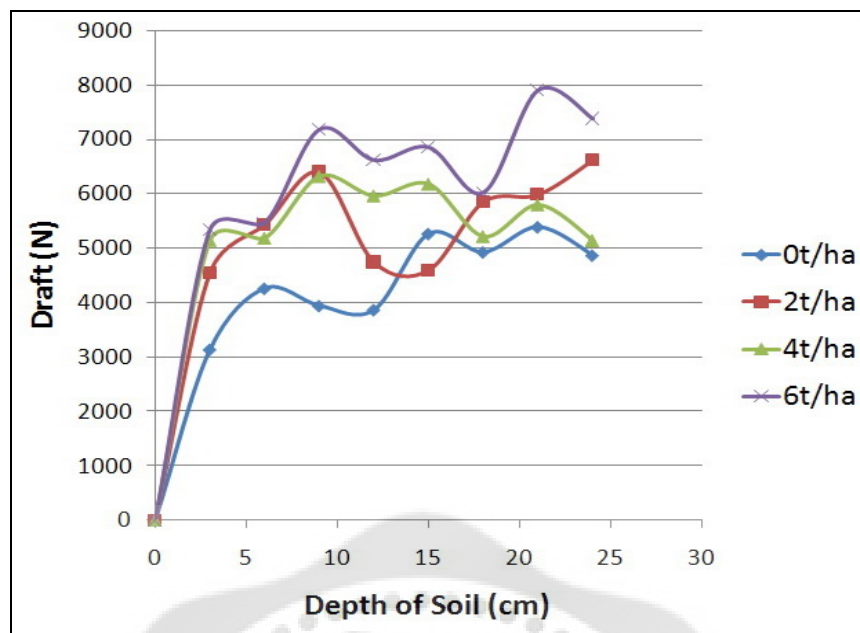


ภาพประกอบ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับกำลังเพลลาำนวย

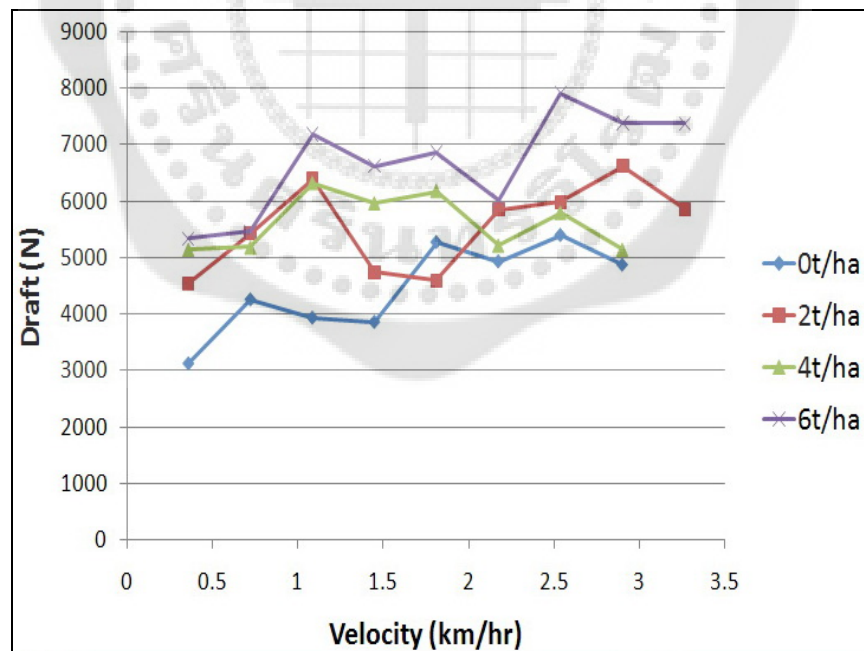


ภาพประกอบ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกำลังเพลลาำนวย

จากภาพประกอบ 23 และ 24 เป็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองในแปลง และแปลงเป็นสัญญาณ lower link top link torque และ Potentionmeter โดย Recorder EDX-100A ที่ระดับความลึกของดิน 25 เซนติเมตร จะเห็นช่วงคลื่นสัญญาณที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากความหนาชีวมวลที่แตกต่างกันที่ 0 2 4 และ 6 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนภาพประกอบ 25 แสดงความสัมพันธ์กำลังเพลลาำนวยเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินจากการเปิดหน้าดินของ Sub soil ความลึกของดิน และความหนาชีวมวลมีผลทำให้แนวโน้มการใช้ PTO power maximum 15.027 กิโลวัตต์ ที่ความเร็ว 2.899 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามภาพประกอบ 26

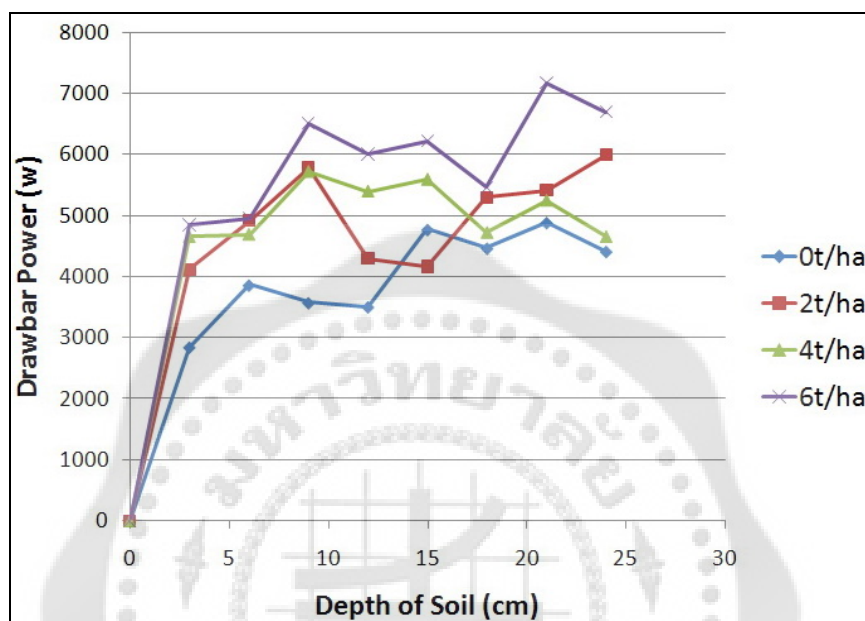


ภาพประกอบ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับแรงฉุดลาก

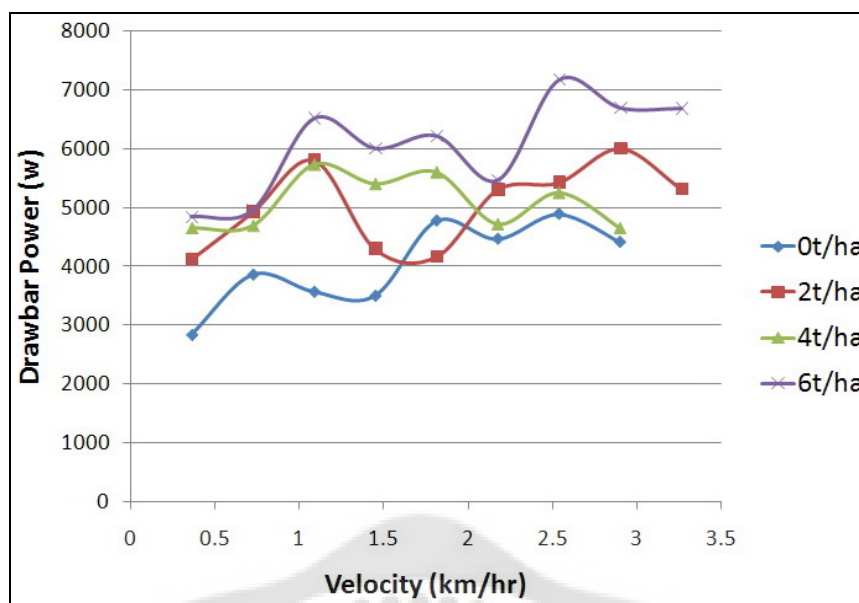


ภาพประกอบ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงฉุดลาก

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของดินที่มีผลต่อแรงฉุดลากที่หน้าดินมีความแตกต่างกันของชีวมวลตามภาพประกอบ 27 ค่าแรงฉุดลากจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความลึกของดินและความหนาของชีวมวลเพิ่มขึ้นมีค่า 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับกำลังแรงฉุดลาก



ภาพประกอบ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกำลังแรงฉุดลาก

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของดินที่มีผลต่อแรงกำลังฉุดลากที่หน้าดินมีความแตกต่างกันของชีวมวลตามภาพประกอบ 29 ค่ากำลังฉุดลากจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความลึกของดินและความหนาของชีวมวลเพิ่มขึ้นมีค่า 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามภาพประกอบ 30

ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องปลูกอ้อย

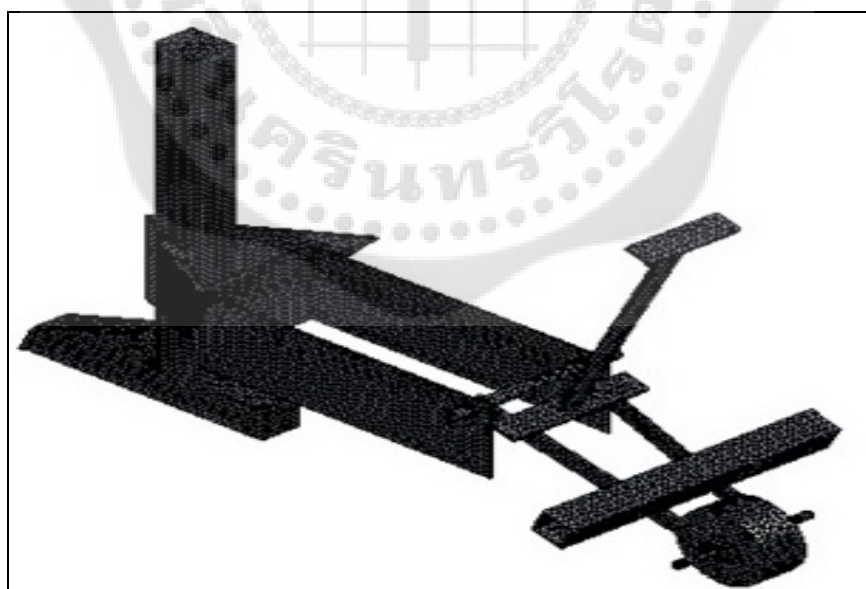
ทำการวิเคราะห์ศึกษาพฤติกรรมความเสียหายของชิ้นส่วน Subsoil opener มีขนาดความสูง 900 มิลลิเมตร ความกว้าง 490 มิลลิเมตร ความหนา 75.6 มิลลิเมตร และความหนาใบมีด 10 มิลลิเมตร ทำมุม 31 องศา กับพื้นระนาบที่ผ่านการทดสอบการใช้งานในแปลงที่มีการเปลี่ยนแปลงความลึกของชั้นดินและความแตกต่างของชีวมวลบนหน้าดิน โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อหาแนวทางในการลดความเสียหาย Subsoil opener ซึ่งจะช่วยเพิ่มอายุการใช้งานและการบำรุงรักษาซ่อมแซมที่ถูกต้อง ช่วยลดต้นทุน ระยะเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ ขั้นตอนการดำเนินงานจะเริ่มจากการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติของชิ้นส่วน Subsoil opener จากนั้นนำไปสร้างแบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ทำการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุและเงื่อนไขขอบเขตการทดสอบ แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

จากผลการทดลองพบว่าการกระจายตัวของแรงฉุดลากที่เกิดขึ้นบน Subsoil opener จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความลึกของดินและความหนาของชีวมวลเพิ่มขึ้นค่าแรงฉุดลากที่ใช้มีค่าสูงสุด

เท่ากับ 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่าความเค้น Von Mises ที่เกิดขึ้น สูงสุดเท่ากับ 6.530 เมกะปาสกาล



ภาพประกอบ 31 เครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ



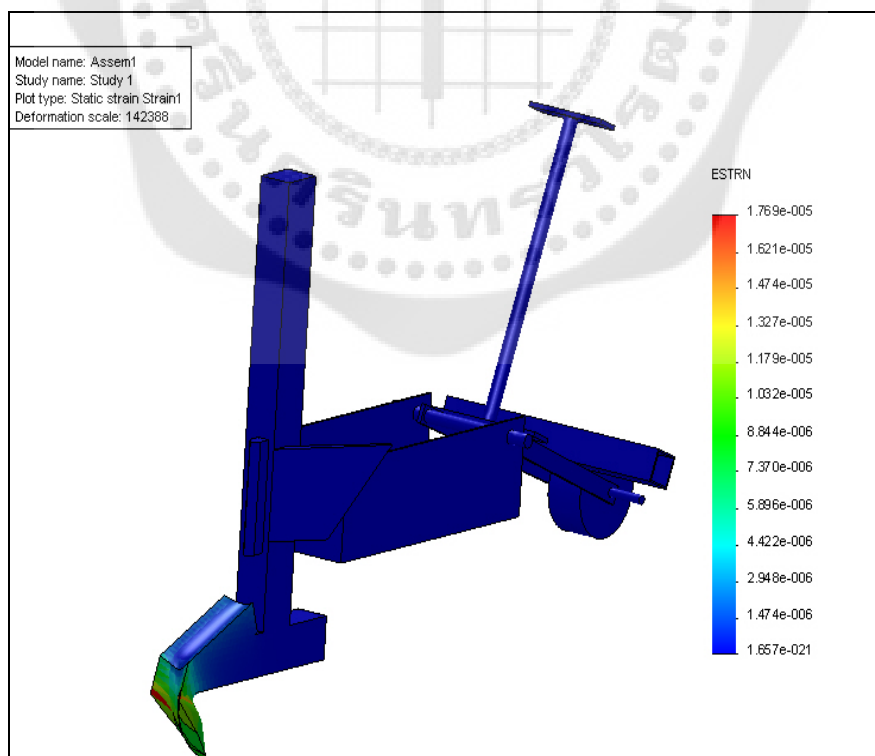
ภาพประกอบ 32 แสดงเอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยมบนชุดเปิดหน้าดิน 3 มิติ

ภาระและเงื่อนไขขอบเขตของปัญหา

ในแบบจำลองของปัญหานี้จะสมมติให้ไม่มีผลกระทบจากความคืบ (Creep) และไม่คิดความต้านทานทางความร้อนที่เกิดขึ้นจากชิ้นงาน (Thermal contact resistance) ภาระโหลดทางความร้อนที่ใช้จะเป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างอุณหภูมิเริ่มต้นของชิ้นงานทั้งหมดจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ในการวิเคราะห์ความเค้นเนื่องจากแรงฉุดลากแบบ Static ที่ใช้กำลังจากรถแทรกเตอร์ NEW HOLLAND -80-66S ขับเคลื่อน 4 ล้อมาทำการฉุดลากเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบที่ติดตั้ง Subsoil opener ขนาดของแรงฉุดลากมีค่าเท่ากับ 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ผลลัพธ์การวิเคราะห์เพื่อหากระจายตัวของความเครียด

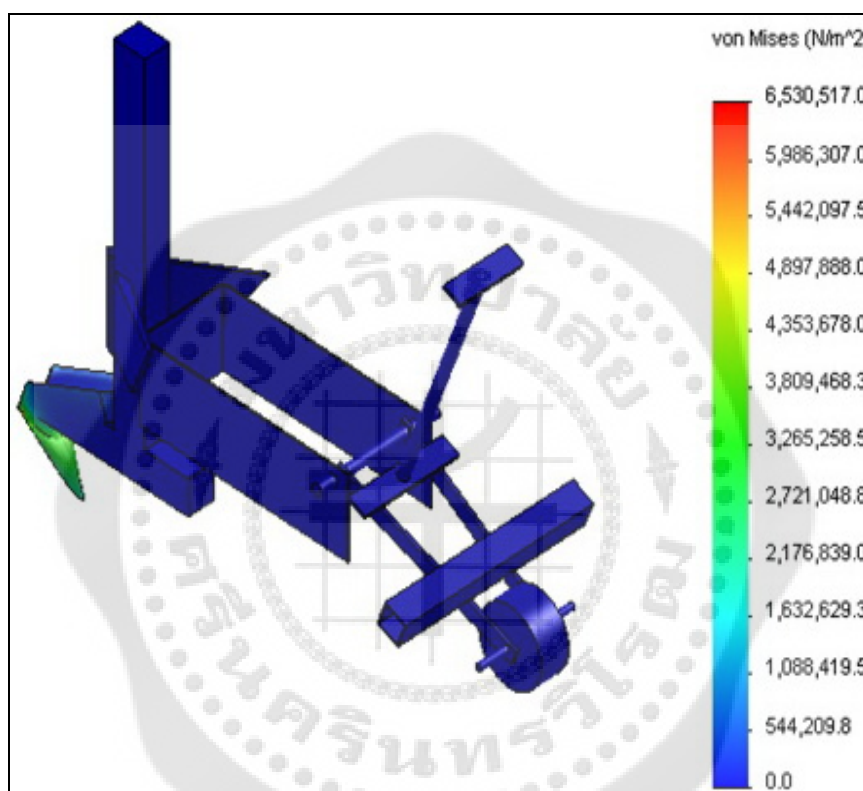
การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อหาการกระจายความเครียดต่อความยาว เนื่องจากแรงฉุดลากจากรถแทรกเตอร์ ที่ทำให้ไถหัวหมูปริเวณไถมีดมีความยาวเพิ่มขึ้นจากความยาวเดิมผลมาจากการรับแรงฉุดลากจากรถแทรกเตอร์ที่มีค่าเท่ากับ 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้บริเวณไถมีดมีการการเสียดสีรูปทรงเกิดค่าความเครียดสูงสุดเท่ากับ 1.769×10^{-5} ตามภาพประกอบ 33



ภาพประกอบ 33 แสดงกระจายตัวของความเครียดที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เพื่อหาความเค้น

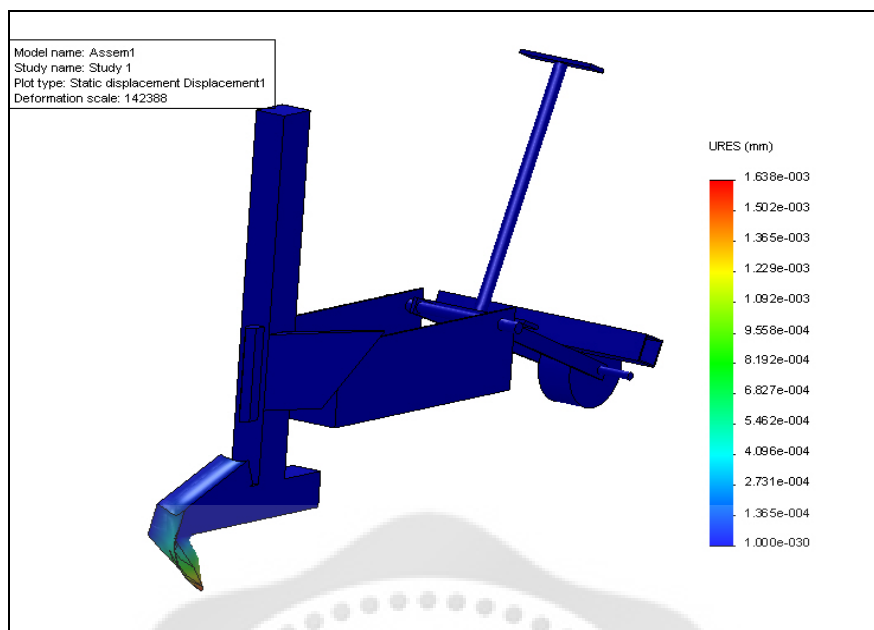
การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์หาความเค้นเนื่องจากแรงจุดลากของรถแทรกเตอร์เกิดความเค้นแบบวอนมิสเสส (Von mises stress) จะแสดงความเค้นสูงสุดในหน่วยเมกะปาสคาล (MPa) ที่เกิดขึ้นบนชิ้น Subsoil opener ที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา 39 วินาที (Time step) ซึ่งในช่วงเวลาจะไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดค่าการกระจายความเค้นสูงสุดบริเวณใบมีดไถหัวหมูเท่ากับ 6.530 เมกะปาสคาล ตามภาพประกอบ 34



ภาพประกอบ 34 แสดงค่าความเค้นที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน

ระยะการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นของ Subsoil opener

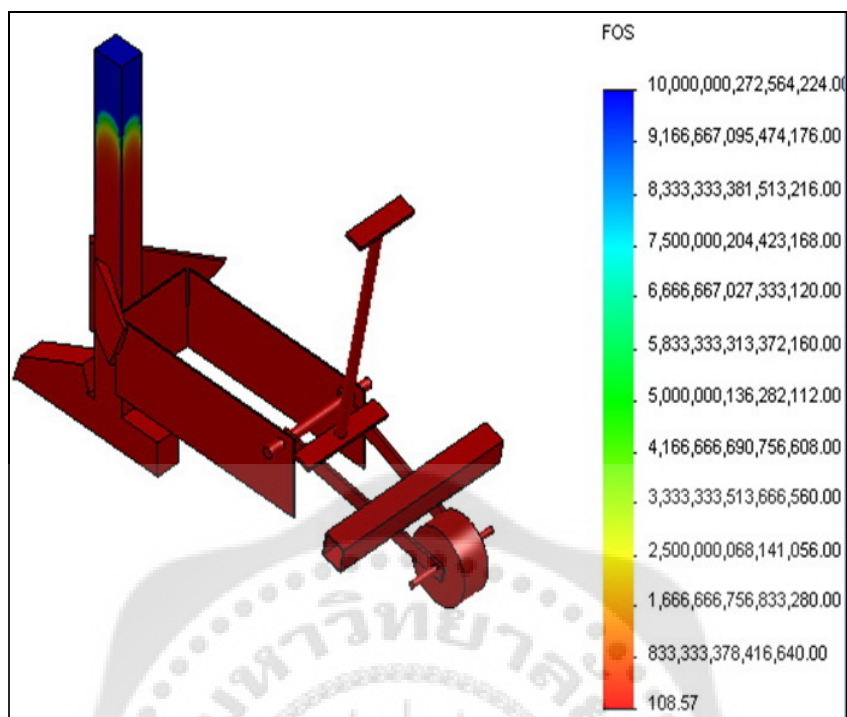
ในภาพประกอบ 35 แสดงระยะการเคลื่อนที่เมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งเดิมตามแกน Y ในหน่วยมิลลิเมตร ณ เวลา 39 วินาที โดยถ้าค่าบวกจะหมายถึงมีการเคลื่อนตัวไปตามทิศทางแนวแกน Y และถ้าค่าเป็นลบจะหมายถึงการเคลื่อนตัวไปตามทิศทางตรงกันข้ามกับแนวแกน Y จากระยะการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นบริเวณใบมีดไถหัวหมูสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.638×10^{-3} มิลลิเมตร ตามลำดับ ในทิศทางตรงกับแนวแกน



ภาพประกอบ 35 แสดงค่าระยะการเคลื่อนตัวที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน

การกระจายค่าความปลอดภัย (Factor of Safety; FoS)

ในภาพประกอบ 36 แสดงการกระจายค่าความปลอดภัยของ Subsoil opener จะพบว่าบริเวณส่วนล่างของ Subsoil opener จะมีค่าความปลอดภัยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 108.57 เนื่องจากมีการรับแรงสองทิศทาง คือ แรงต้านของดินและแรงฉุดลากจากรถแทรกเตอร์ ดังนั้นการออกแบบ Subsoil opener จำเป็นต้องเผื่อค่า Factor of Safety เป็นสองเท่าของการออกแบบ



ภาพประกอบ 36 แสดงการกระจายค่าความปลอดภัยที่เกิดบนชุดเปิดหน้าดิน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยลดการไถพรวน

ผลจากการทดสอบภาคสนามดังกล่าว จึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนต้นแบบสามารถใช้ได้กับแทรกเตอร์ต้นกำลังขนาด 33.337 แรงม้า และใช้แรงฉุดลากที่เกิดขึ้นกับ Top link และ Lower link มีขนาดเท่ากับ 8.30 กิโลวัตต์ พบว่าการเลือกใช้ต้นกำลังของเครื่องจักรกลเกษตรกับอุปกรณ์ทางการเกษตรมีผลต่อสมรรถนะและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทางการเกษตร เนื่องจากการเลือกต้นกำลังที่ไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์ทางการเกษตรนั้น มีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงก่อให้เกิดมลภาวะและป้องกันอุปกรณ์ต่อพ่วงท้ายแทรกเตอร์เสียหาย

ผลของกำลังฉุดลาก (Draft power)

จากการทดสอบพบว่า กำลังฉุดลากจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรถแทรกเตอร์และตามสภาพของความหนาแน่นเชิงมวลในแปลงทดสอบโดยกำลังฉุดลากจะลดลงเมื่อความหนาแน่นเชิงมวลมีความหนาแน่นน้อยลง

ผลของกำลังเพลล่าอานวย (PTO power)

จากการทดสอบพบว่าทุก ๆ ความเร็วเดินหน้าที่เพิ่มขึ้นค่ากำลังเพลล่าอานวยมีค่าเพิ่มขึ้นที่ความหนาแน่นเชิงมวลที่มากขึ้นและค่ากำลังรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุก ๆ ความเร็วเดินหน้าที่เพิ่มขึ้น ค่ากำลังรวมที่ใช้ในการไถทดสอบเป็นผลจากความเร็วยรอบหมุนเพลล่าอานวยกำลัง ความเร็วเดินหนารถแทรกเตอร์ ความลึกในการไถและความหนาแน่นเชิงมวลในแปลงทดสอบ

สรุปผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องปลูกอ้อย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบไฟไนต์เอลิเมนต์ซึ่งแสดงเป็นแถบสีต่างๆ พบว่าบริเวณที่เกิดค่าความเค้น ความเครียด และระยะขจัดการเสียรูปของไถหัวหมู (Subsoil opener) พบที่บริเวณใบมีดคันไถและส่วนปลายของใบมีดจะเริ่มเสียหายก่อนส่วนอื่นๆ เนื่องจากรับแรงฉุดลากขนาด 7,162.99 นิวตัน ที่ความเร็ว 2.536 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ของรถแทรกเตอร์ต้นกำลัง ดังนั้น แนวโน้มการป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนบริเวณดังกล่าว จำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีค่าความแข็งแรงสูงกว่าเหล็ก AISI 4340 ในการทำใบมีดไถหัวหมู

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ควรศึกษาเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบชนิดใช้กำลังเพลลาอานวยขับ ในกระบะดินเทียม (Soil bin) โดยศึกษาหาสมรรถนะและประสิทธิภาพในการทำงานเพื่อหาลักษณะสภาพการทำงานที่เหมาะสม
2. ควรเปลี่ยนระบบขับใบจานขุดหน้าดิน (Residue cutter blade) ของเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ จากระบบโซ่ขับเป็นระบบเฟืองทดรอบขับใบจานขุดหน้าดินโดยตรง เนื่องจากแรงต้านของดินค่อนข้างมาก
3. ควรเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับเคลื่อนตัดท่อนพันธุ์อ้อยบนเครื่องปลูกอ้อยต้นแบบ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นทั้งสองข้าง
4. ควรลดมุมใบมีดคันไถ (Subsoil opener) ให้มีมุมเปิดหน้าดินน้อยกว่า 31 องศา เพื่อลดแรงต้านจากดิน



บรรณานุกรม

- กวี คงมัน; และคนอื่นๆ. (2556). การพัฒนาเครื่องมือวัดแรงแบบสามแนวแกนสำหรับการต่อพ่วงสามจุด. การประชุมสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติครั้งที่ 6.
- กิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์. (2552). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของไถดินดานชนิดสันทั้งโครง. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติพิชญ์ อังสฤตย์ถาวร. (2548). ได้ร่วมมือกับ บริษัท สามารถเกษตรยนต์ จำกัด. ในการนำรถตัดอ้อยแบบตัดใส่ถุงขนาดใหญ่ (big bag) เพื่อทดลองใช้ร่วมกับเครื่องปลูกแบบตัดเป็นท่อน.
- ไชยพล มงคล; และคนอื่นๆ. (2553). การทดสอบสมรรถนะเครื่องพรวนจอบหมุนที่ใช้ใบมีดจอบหมุนต่างชนิดสำหรับรถแทรกเตอร์. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9.
- ไชยรงค์ หาราช. (2543). การวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วลิสงติดท้ายรถแทรกเตอร์. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร. 24-26 และ 30-31.
- ทิตินัย เทียนแย้ม; และคนอื่นๆ. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปลูกอ้อยแบบป้อนเป็นลำและแบบโรยท่อนพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น. การประชุมสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติครั้งที่ 6.
- บพิตร ตั้งวงศ์กิจ; และคนอื่นๆ. (2540). การพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. หน้า 516-523.
- ปฐมพงษ์ คุ่มพล; บพิตร ตั้งวงศ์กิจ; และ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ. (2555). การออกแบบและพัฒนาไถระเบิดดินดานชนิดสันสะท้อนติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13.
- ประชา บุญยวนิชกุล. (2555). หนังสือการวัดและเครื่องมือวัด. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 73, 74 และ 76.
- พิพัฒน์ เหลืองวงศ์วาน. (2542). พฤติกรรมทางพลศาสตร์ของดินร่วนที่มีผลต่อไถดินดานชนิดสัน. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์; และ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ. (2538). การทดสอบและพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบไม่ไถพรวน. การสัมมนาวิชาการ การพัฒนาระบบปลูกพืชโดยลดการไถพรวน. 18-20 ตุลาคม. โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี. หน้า 127-134.
- มงคล กวางวโรภาส. (2530). เครื่องทุ่นแรงในฟาร์ม (Farm machinery). สำนักพิมพ์: กรุงเทพฯ.

- ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์. (2546). ทดสอบสมรรถนะเครื่องมือไถงานชนิดใช้กำลังขับ.
วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- รัตนา ตั้งวงศ์กิจ; พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์; และ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ. (2543). การออกแบบและพัฒนา
เครื่องปลูกอ้อยแบบไม่เตรียมดิน. แบบ กว.44 (วช.-มก.).
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2557/2558) โครงการจัดทำต้นทุนผลผลิตและ
ถ่ายทอดความรู้เพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกรในปีเพาะปลูก.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน. (2550). สนท. 030023-2550.
- สุกรี สุขประเสริฐ; มานะศักดิ์ ทิพย์ภูจอม; และ สามารถ บุญอาจ. (2556). การทดสอบแรงฉุดลาก
ของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง.
การประชุมสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ
ครั้งที่ 6.
- สุภาสิต เสี่ยมพงษ์; และ อัครพล เสนาณรงค์. (2544)ข. ไถงานและไถหัวหมูสำหรับรถแทรกเตอร์
ขนาดเล็ก. เครื่องจักรกลการเกษตร. 33-36.
- สุภาสิต เสี่ยมพงษ์; และคนอื่นๆ. (2544)ก. การออกแบบและพัฒนาไถงานพรวนดินพังกับริด
แทรกเตอร์สี่ล้อเล็ก. วารสารเทคโนโลยีการเกษตร. 1 (1): 3-9.
- Al-Janobi A.A.; & S.A. Al-Suhaibani. (1998). Draft of primary tillage implements in sandy
loam soil. *Applied Engineering in Agriculture*. 14(4): 343-348.
- Bukhari S.; et al. (1992). Effect of disk and tilt angle on field capacity and power
requirements of mounted plow. *Agricultural Mechanization in ASIA, AFRICA and
LATIN AMERICA*. 23(2): 9-13.
- Butson M.J.; & D. MacIntyre. (1981). Vibrating soil cutting. I. Soil tank studies of draught
and power requirements. *Journal of Agricultural Engineering Research*.
26(5): 409-418.
- Dawelbeit M. I; & M.E.Wright. (1999). Design and testing of a vibratory peanut digger.
American Society of Agricultural Engineers. 15(5): 389-392.
- E.P. Bandala; et al. (1999). Performance of an oscillating subsoiler in breaking a hardpan.
Journal of Terramechanics. 36(2): 117-125.
- Gordon, E.D. (1941). Physical reactions of soil on plow disks. *Agricultural Engineering*
22(6): 205-208.
- Hoki M.; et al. (1988). Study of PTO drive powers disk tiller. *Transactions of the ASAE*.
31(5): 1355-1360.
- Isara Chaorakam; et al. (2012). *Field Evaluation of Subsoiling and Liquid Fertilizer Injection
for Minimum Tillage of Sugarcane Planter (Part 2) -Effects of Subsoiling and Liquid*

- Fertilizer Injection on Crop Growth, The International conference of the Thai Society of Agricultural Engineering 2012 April 4 - 5, Chiangmai, Thailand.
- Manian R.,V; Rayan Rao; & K.Kathirvel. (2000). Influence of operating and disk parameters on performance of disk tools. *Agricultural Mechanization in ASIA, AFRICA and LATIN AMERICA*. 31(2): 19-26.
- Mc Creery W.F; & M.L.Nichols. (1956). *The geometry of disks and soil relationships*. Agricultural Engineering, Dec. 808-812.
- McKYES E. (1985). Soil Cutting and Tillage. Elsevier Science publishers B.V., Netherland. 216.
- Niyamapa T; & V.M. Salokhe. (1993). Laboratory investigations into soil failure under vibratory tillage tools. *Journal of Terramechanics*. 30(6): 395-403.
- Niyamapa T; & V.M. Salokhe. (2000)b. Soil disturbance and force mechanics of vibrating tillage tool. *Journal of Terramechanics*. 37(3): 151-166.
- R. Karoonboonyanan; et al. (2007). *Vibration Effectson the Performance of a Single-Shank Subsoiler*. Agricultural EngineeringInternational: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 07 018. Vol. IX. September.
- Reaves C.A.; W.R. Gill; & A.C. Bailey. (1981). Influence of width and depth of cut on disc forces. *Transactions of the ASAE*. 24(3): 572-578.
- RNAM. (1983). *Test code and procedures for farm machinery*. Technical Series No.12.
- Sahay C.S; E.V.Thomas; & K.K.Satapathy. (2007). *Development of a power tiller operated oscillatorytillage tool using crank and follower mechanism*. In: proceeding of international conference for agricultural, food and biological engineers, Khon Kaen, Thailand, 21-24 January.
- Sakai, K.; et al. (1993). Design parameters of four-shank vibrating subsoiler. *Transactions of the ASAE*. 36(1): 23-26.
- Salokhe V.M.; & A.K.M. Shirin. (1992). *Effect of enamel coating on the performance of a disc plough*. J. Agric. Engng Res. 53: 71-80.
- Salokhe V.M.; et al. (1994). *Field testing of a PTO Powered Disk Tiller*. Journal of
- Schafer, R.L.; et al. (1991). Disk spacing model for optimizing gang performance. *Transactions of the ASAE*. 34(3): 711-717.
- Shirin. A.K.M; M.Hoki; & V.M. Salokhe. (1993). Effects of disc and working parameters on the performance of a disk plough in clay soil. *Agricultural Mechanization in ASIA, AFRICA and LATIN AMERICA*. 24(4): 9-12.

- Singh S.P.; B. Singh; & D.K. Vatsa. (1995). Design and development of powered one way plough. *Agricultural Mechanization in ASIA, AFRICA and LATIN AMERICA*. 26 (3): 9-12.
- Smith J. L; J. L. Dais; & A. M. Flikke. (1972)b. Theoretical analysis of vibratory tillage. *Transactions of the ASAE*. 15(5): 834-837.
- Smith J. L; Kermit Hillman; & A. M. Flikke. (1972)a. Experimental analysis of vibratory tillage. *Transactions of the ASAE*. 15(5): 831-833.
- Summers J.D.; A.Khalilian; & D.G. Batchelder. (1986). *Draft relationships for primary*.
- Takanori Fujii; Hideo Hasegawa; & Takuji Ohyama. (2011) *Power and Energy Requirement for Deep-Placement Fertilizer Applicator*, Department of Production and Environmental Science, Faculty of Agriculture, Institute of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181 Japan November 2, 28. *Terramechanics*. 31(2): 139-152.
- Verma, Brahm P. (1991). Oscillating soil tools-A review. *Transactions of the ASAE*. 14(6): 1107-1115, 1121.



บรรณานุกรม



ภาคผนวก ก

คำอธิบายสัญลักษณ์



รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์

M_C	=	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	db
W_w	=	น้ำหนักของดินเปียก	g
W_d	=	น้ำหนักของดินแห้ง	g
S_T	=	ระยะทางที่ล้อเคลื่อนที่ทางทฤษฎี	m
S_A	=	ระยะในการเคลื่อนที่จริง	m
x	=	ค่าความต่างศักย์	v
$F_{(Draft)}$	=	แรงจุดลากในแนวระดับ	kN
v	=	ความเร็วในการเคลื่อนที่	m/s
P	=	กำลังของเพลลาอำนาจกำลัง	kW
N	=	ความเร็วรอบของเพลลาอำนาจกำลัง	rpm
T	=	แรงบิดที่เพลลาอำนาจกำลัง	N-m
δE_0	=	การเปลี่ยนแปลงค่าของความต่างศักย์ทางออกที่ตกคร่อม กัลป์วานอมิเตอร์	
δR	=	การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของตัวรับรู้	Ω
E_i	=	ค่าของความต่างศักย์ทางเข้าที่ตกคร่อมกัลป์วานอมิเตอร์	
R	=	ค่าความต้านทาน	Ω
l	=	น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	L
h	=	เวลาที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด	hr
T_p	=	เวลาในการทำงานจริง	hr
T_T	=	เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด	hr
A	=	พื้นที่จริง	farm
τ	=	แรงเฉือนสูงสุดที่ระนาบที่เกิดการแตกตัว	kg/cm^2
σ	=	ความเค้นตั้งฉากที่ระนาบที่แตกตัว	kg/cm^2
N	=	แรงกด	N
r_1	=	วัดถึงผิวนอกของวงแหวน	mm
r_2	=	วัดถึงผิวในของวงแหวน	mm
S	=	พื้นที่สัมผัสของล้อแทรกเตอร์กับดิน	
Q	=	น้ำหนักที่กดลงบนล้อ	
c	=	แรงยึดเหนี่ยวของดินต่อหน่วยพื้นที่	
ϕ	=	มุมของความเสียดทานภายในของดิน	



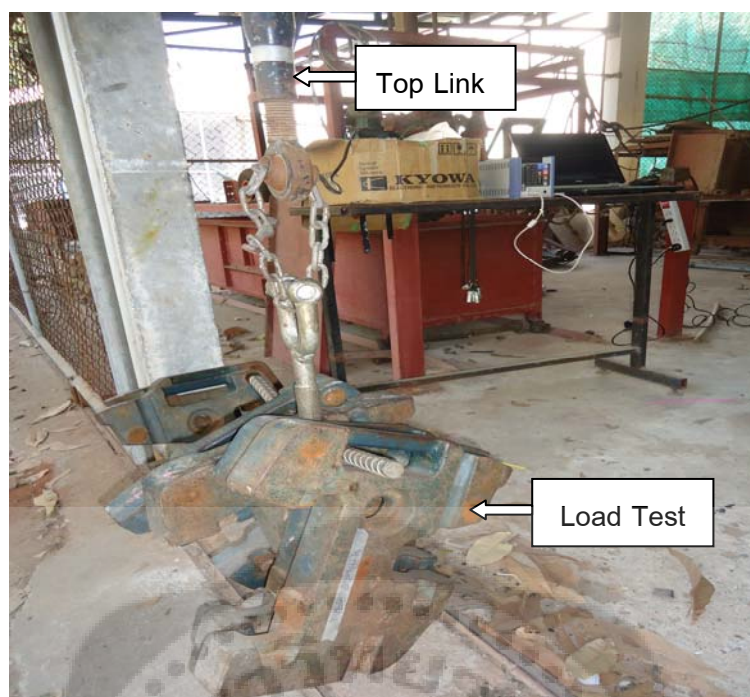
ภาคผนวก ข

การ CALIBRATION TRANSDUCER

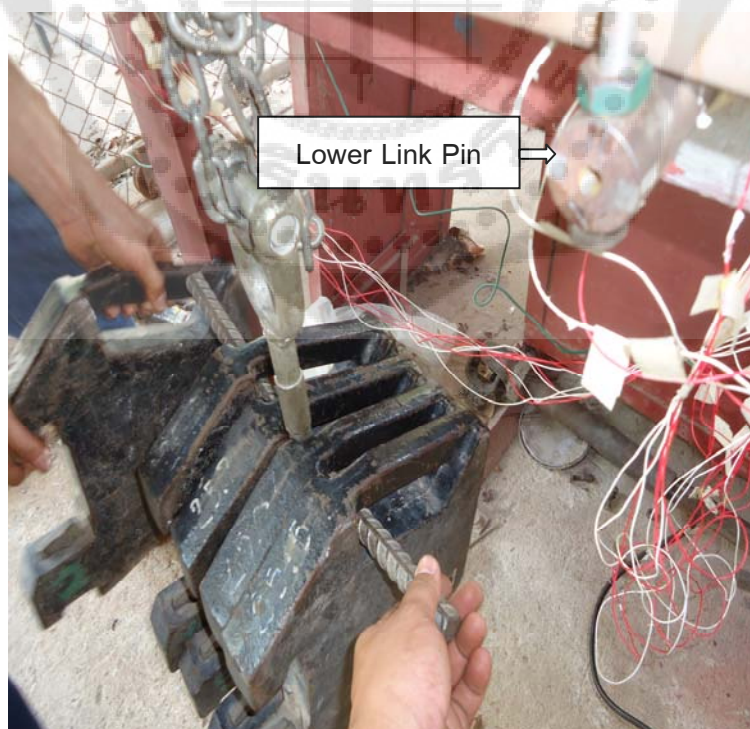
การ Calibration Strain Gage ที่ติดตั้งบน Top link (ภาพประกอบ ข1 และ ข7), Lower Link Pin (ภาพประกอบ ข2, ข5 และข6) และ PTO Torque Transducer (ภาพประกอบ ข3 และข8) ซึ่งความต้านทานไฟฟ้าของวงจรจาก Strain Gage ที่ติดตั้งที่ Top Link, Lower Link Pin และ PTO Torque Transducer จะเปลี่ยนแปลงไปทำให้ความต่างศักย์ไฟฟ้า (voltage) ที่ออกจากวงจรเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยการ Calibration เริ่มต้นด้วยค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ออกจากวงจรเป็นศูนย์ในขณะที่ไม่มี Load กระทำแล้วทำการให้ Load และเพิ่ม Load ขึ้นจนถึงค่า Load สูงสุด และลด Load ลงจนกระทั่งเป็นศูนย์อีกครั้งบันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ Load ต่างๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (Voltage) และได้ผลการ Calibration

ในการ Calibration ต้องอาศัย Strain Amplifier ขยายสัญญาณซึ่งจะต้องปรับตั้งความต่างศักย์ไฟฟ้า (Voltage) กับค่า Micro Strain เพื่อให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าออกมาในช่วงที่เหมาะสม เช่น $1,000 \mu\epsilon = \pm 1 \text{ V}$ เพราะฉะนั้นจึงสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Micro strain ซึ่งจะใช้ในการคำนวณผลการทดลอง (ภาพประกอบ ข5, ข7 และ ข8)

ส่วนการ Calibration potentiometer อาศัยหลักการเปลี่ยนความต้านทานโดยผูกเชือกที่แกนปรับความต้านทานกับ Top link แล้วสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับมุมที่เปลี่ยนแปลงของ Top link (ภาพประกอบ ข4 และ ข9)



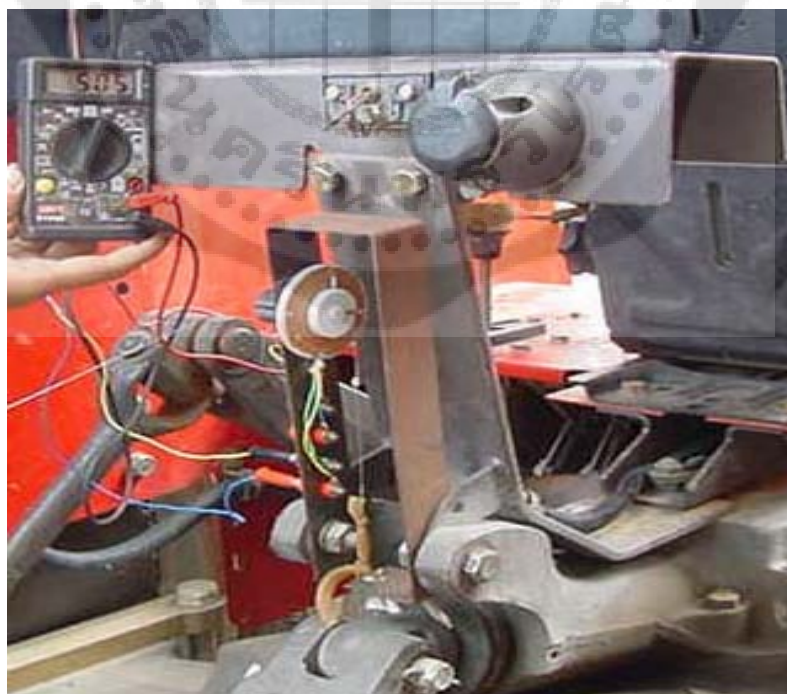
ภาพประกอบ ข1 การ Calibration Strain Gage ที่ติดบน Top Link



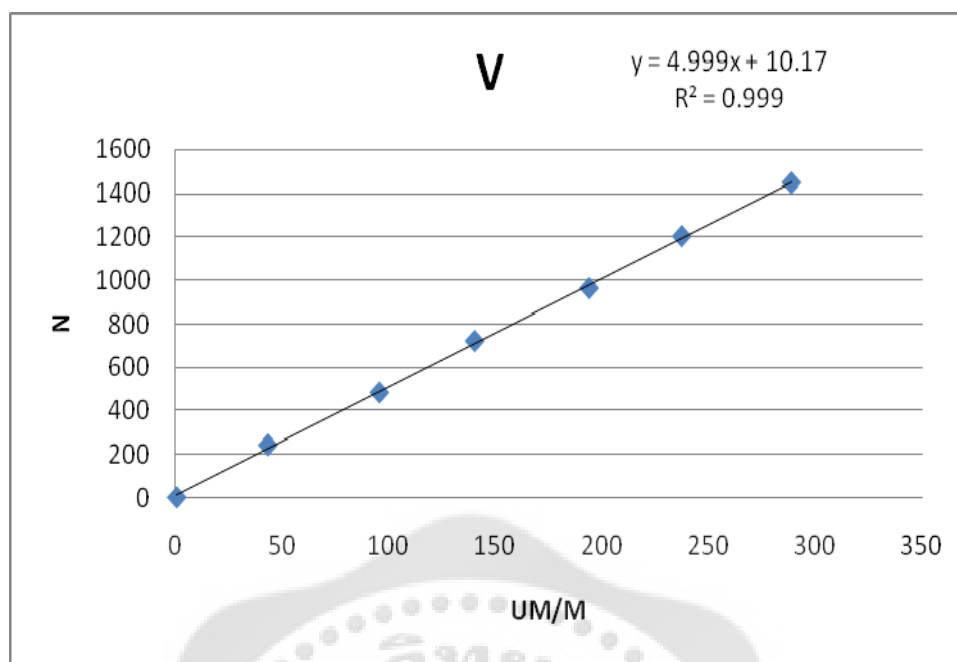
ภาพประกอบ ข2 การ Calibration Strain Gage ที่ติดบน Lower Link Pin



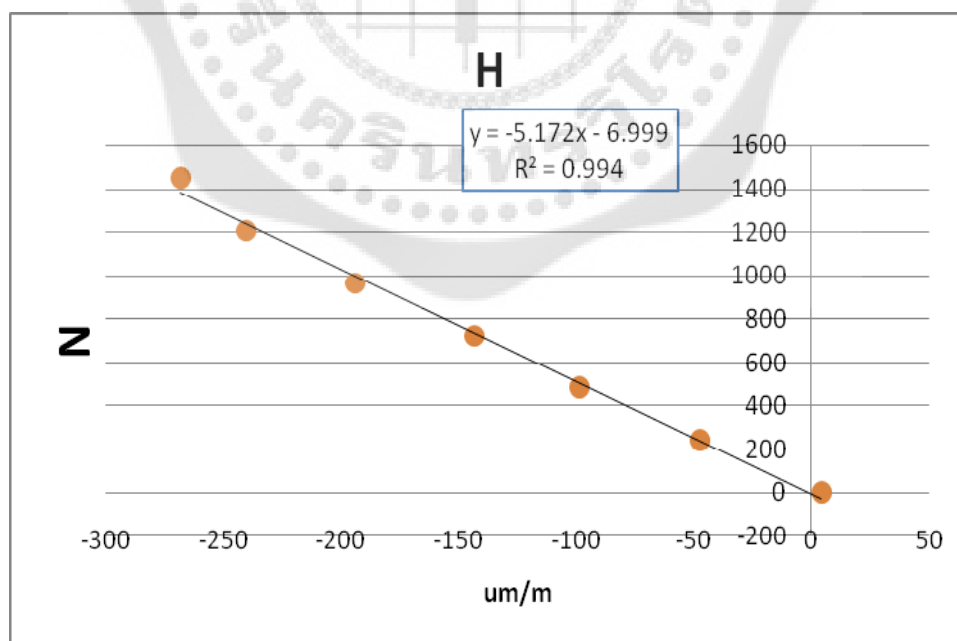
ภาพประกอบ ข3 การ Calibration Strain Gage ที่ติดตั้งบน PTO Torque



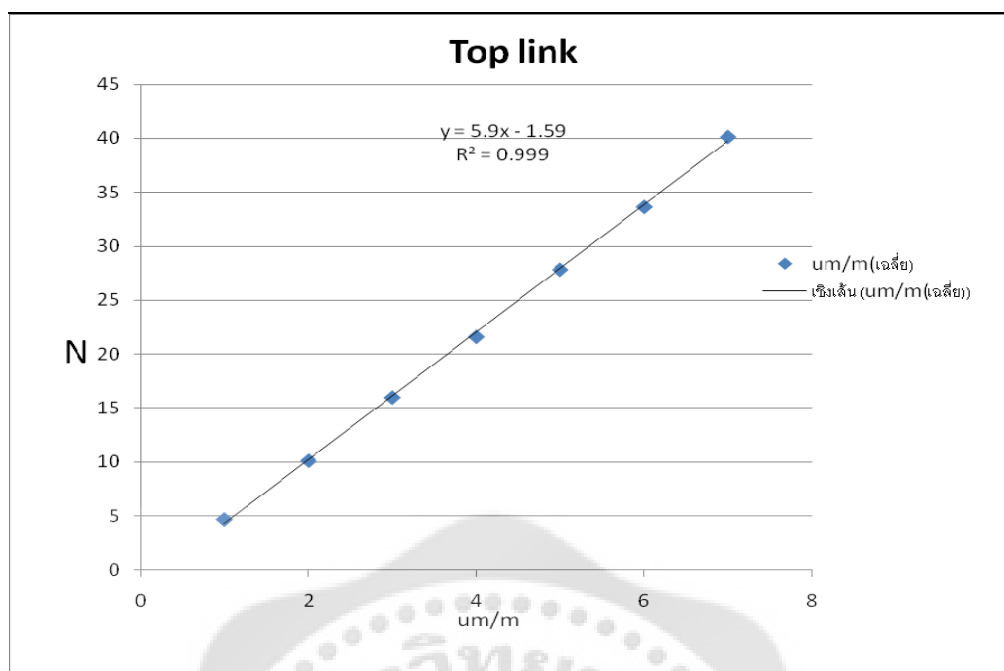
ภาพประกอบ ข4 การ Calibration potentiometer ที่ติดตั้งทำรถแทรกเตอร์



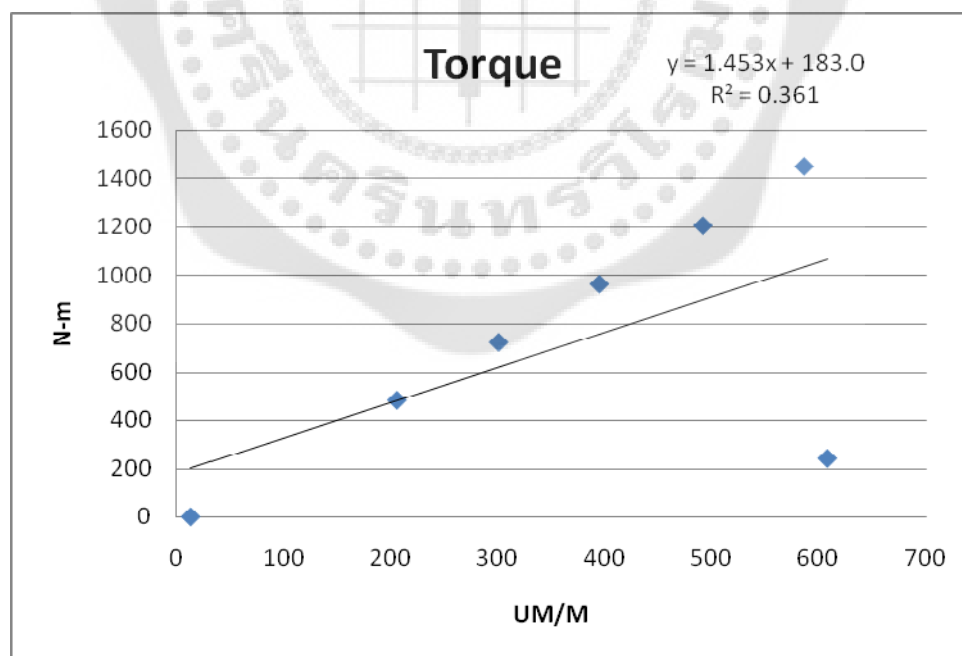
ภาพประกอบ ข5 แผนภูมิการ Calibration Strain Gage Lower Link Pin ในความสัมพันธ์ระหว่าง
สัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load ทิศทาง Vertical



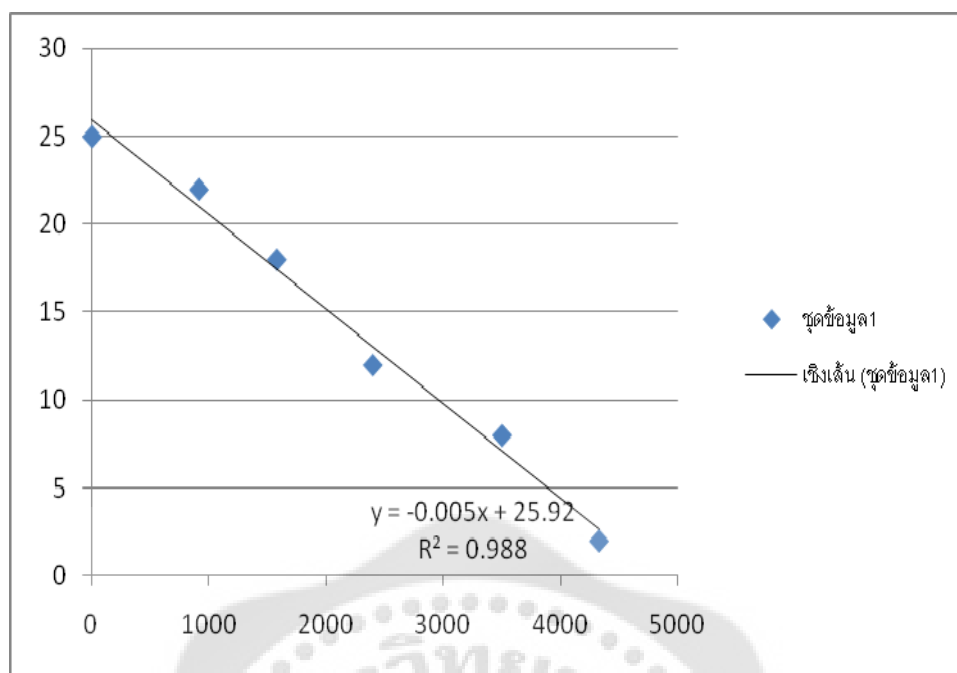
ภาพประกอบ ข6 แผนภูมิการ Calibration Strain Gage Lower Link Pin ในความสัมพันธ์ระหว่าง
สัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load ทิศทาง Horizontal



ภาพประกอบ ข7 แผนภูมิการ Calibration Top Link ในความสัมพันธ์ระหว่าง
สัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load



ภาพประกอบ ข8 แผนภูมิการ Calibration Torque ในความสัมพันธ์ระหว่าง
สัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load



ภาพประกอบ ข9 แผนภูมิการ Calibration Potentionmeter ในความสัมพันธ์ระหว่างมุม (องศา)
เปลี่ยนแปลงของ Top link กับความต้านทาน



ตาราง ค1 Calibration Strain Gage Lower link Pin ในความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load ทิศทาง Vertical

ลูกตุ้มน้ำหนัก (KG)	น้ำหนักเหล็ก (KG)	น้ำหนักรวม (KG)	น้ำหนัก (N)	um/m เข้า	um/m ออก	um/m (เฉลี่ย)
0	0	0	0	4.75	3.92	4.335
1	24.65	24.65	241.72	-45.702	-49.1	-47.401
2	24.56	49.21	482.55	-97.95	-99.81	-98.88
3	24.44	73.65	722.21	-145.95	-141.14	-143.545
4	24.55	98.2	962.95	-195.68	-192.61	-194.145
5	24.67	122.87	1204.9	-240.14	-240.92	-240.53
6	25	147.87	1450	-268.42	-268.42	-268.42

ตาราง ค2 Calibration Strain Gage Lower link Pin ในความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load ทิศทาง Horizontal

ลูกตุ้มน้ำหนัก (KG)	น้ำหนักเหล็ก (KG)	น้ำหนักรวม (KG)	น้ำหนัก (N)	um/m เข้า	um/m ออก	um/m (เฉลี่ย)
0	0	0	0	0.81	0.1	0.455
1	24.65	24.65	241.7179	45.11	41.25	43.18
2	24.56	49.21	482.5533	91.32	99.56	95.44
3	24.44	73.65	722.2119	136.69	143.56	140.125
4	24.55	98.2	962.9492	195	192.56	193.78
5	24.67	122.87	1204.863	242.39	232.01	237.2
6	25	147.87	1450.013	288.6	288.6	288.6

ตาราง ค3 Calibration Torque ในความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้า (um/m) กับ Load

ลูกตุ้มน้ำหนัก (KG)	น้ำหนัก เหล็ก (KG)	น้ำหนัก รวม (KG)	น้ำหนัก (N)	um/m เข้า	um/m ออก	um/m (เฉลี่ย)
0	0	0	0	16.55411	9.82454	13.18933
1	24.65	24.65	241.7179	110.6047	1107.4	609.0022
2	24.56	49.21	482.5533	207.5963	203.28	205.4382
3	24.44	73.65	722.2119	302.4237	299.2609	300.8423
4	24.55	98.2	962.9492	396.0231	394.519	395.2711
5	24.67	122.87	1204.863	491.8075	492.926	492.3668
6	25	147.87	1450.013	587.2465	587.2465	587.2465

ตาราง ค4 Calibration Potentionmeter ในความสัมพันธ์ระหว่างมุม (องศา) เปลี่ยนแปลงของ Top link กับความต้านทาน

ลูกตุ้มน้ำหนัก (KG)	น้ำหนัก เหล็ก (KG)	น้ำหนัก รวม (KG)	น้ำหนัก (N)	um/m เข้า	um/m ออก	um/m (เฉลี่ย)
0	0	0	0	5.56	3.84	4.7
1	25.04	25.04	245.5422	11.18	9.08	10.13
2	24.53	49.57	486.0834	16.71	15.29	16
3	24.57	74.14	727.0168	22.18	21.04	21.61
4	24.62	98.76	968.4406	28.34	27.34	27.84
5	24.88	123.64	1212.414	33.59	33.71	33.65
6	24.59	148.23	1453.543	40.14	40.14	40.14

เงื่อนไขของความลึกของดินปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน (Minimum Tillage)

1. เป็นการทำงานแบบลดขั้นตอนในการเหยียบหน้าดินปลูกพืช ทำให้ใช้เวลาในการเตรียมดินน้อยลง มีการไถระเบิดดินดาน พร้อมทั้งพรวนดินปิดความชื้นในแนวที่ปลูกพืชทำให้พืชที่ปลูกทนแล้งได้ดีกว่า
2. ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการเตรียมดินน้อยขึ้นในการลงแปลง
3. ช่วยรักษาความชื้นของดินชั้นล่าง เนื่องจากไม่มีการพลิกหน้าดิน
4. ช่วยลดการชะล้างหน้าดินเนื่องจากไม่ได้ไถพลิกดินทั้งแปลง เหมือนกับการเตรียมดินปลูกพืชอื่นโดยทั่วไป
5. ลดขนาดรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการเตรียมดิน จากที่ต้องใช้รถแทรกเตอร์ที่มีกำลังมากกว่า 90 แรงม้าเหลือ 75 แรงม้า เพราะเป็นการไถพรวนที่แบ่งครึ่งการทำงานงานคือในตอนแรกเป็นการไถพรวนเฉพาะแนวที่จะปลูกอ้อย
6. สามารถแบ่งพื้นที่ปลูกอ้อยในบางส่วนของแปลงได้ ที่มีปัญหาอ้อยไม่งอกหรือเจริญเติบโตได้ไม่ดี
7. เป็นวิธีการเตรียมดินที่รักษาความชื้นของดินชั้นล่าง และเป็นวิธีการที่ช่วยลดการชะล้างหน้าดิน (soil erosion) เพราะพื้นที่ปลูกอ้อยแปลงหนึ่งยังไม่มีไถพรวนช่วยยึดหน้าดินไว้ ในกรณีที่หลังปลูกอ้อยมีฝนตก
- 8 .ความลึกของดินในการปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน (Minimum Tillage) ถ้ามีความลึกมากกว่า 21 เซนติเมตร กรณีแปลงปลูกเป็นดินเหนียวจะทำให้ต้นกำลังล่างของรถแทรกเตอร์ลดลง และอัตราการกินน้ำมันเพิ่มมากขึ้นทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

วิเคราะห์ต้นทุนการปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน (Minimum Tillage)

ต้นทุนในการเตรียมดินที่ต่ำกว่าการเตรียมดินปลูกอ้อยโดยทั่วไป 2-3 เท่า การปลูกอ้อยอ้อยของเกษตรกรนั้นวันยังมีต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น ปัจจุบันอยู่ที่ 10,549.08 บาทต่อไร่ หรือ 1.10 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินปลูกอ้อย โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยและรายกลางที่ไม่มีเครื่องจักรกลการเกษตรของตนเอง ต้องพึ่งพาเครื่องจักรกลการเกษตรของชาวไร่รายใหญ่หรือผู้จ้างเหมาเตรียมดินปลูกและดูแลรักษาอ้อย การใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็กมีข้อจำกัดเรื่องกำลังในการฉุดลาก ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้ลากพลาไถขนาดใหญ่ในการเตรียมดินปลูก ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและมีต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเตรียมดินปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวน (Minimum Tillage) ซึ่งช่วยลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงลงอยู่ที่ 125 เมตรต่อลิตร หรือประมาณไร่ละ 12.5 ลิตร เปรียบเทียบกับราคาน้ำมันดีเซลเฉลี่ยลิตรละ 25 บาท การปลูกอ้อยแบบลดการไถพรวนจะมีต้นทุนอยู่ที่ 312.5 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพดินแต่ละพื้นที่ หากเป็นดินทรายและดินร่วนต้นทุนการเตรียมดินจะต่ำกว่ามาก



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายสมพจน์ คำแก้ว
วันเดือนปีเกิด	19 กุมภาพันธ์ 2518
สถานที่เกิด	จ.ชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 1 หมู่ 6 ถ.มัลลย์แมน ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์และนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จาก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2559	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ