



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาธาตุไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน

โดย

นายอัคคพล เสนาณรงค์

นายสุภาษิต เสงี่ยมพงศ์

กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

เสนอ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สิงหาคม 2542

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการพัฒนาโรงเถลิงตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน ได้รับการจัดสรรทุนในการทำวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทางคณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ คณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร. วินิต ชินสุวรรณ ผู้ประสานงานโครงการที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานโครงการอย่างเต็มที่ตลอดมา คณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ ดร. อนันต์ ดาไลดม อธิบดีกรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนโครงการตลอดจนร่วมส่งเสริมการเผยแพร่ผลงานอย่างเต็มที่ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายสุรเวทย์ กฤษณะเศรณี ผู้อำนวยการกองเกษตรวิศวกรรม และ นายชาญชัย วจนสโรช หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์มากมาย นอกจากนี้ในการดำเนินงานวิจัยนี้จนเสร็จเรียบร้อยคณะผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดีจากภาคเอกชน 13 ราย ในการร่วมวิจัย ออกแบบ และสร้างต้นแบบได้แก่ บ. จักรเพชรแทรกเตอร์ จำกัด, หจก. สามัคคีโลหะกิจ, หจก. จ.เจริญชัย (นายเจ้า) อยู่ธยา, บ. อินเตอร์การเกษตร จำกัด, หจก. มัยเล้งอุตสาหกรรม, บ. รุ่งเพชรเอ็นจิเนียริง จำกัด, บ. กอเลี้ยงเฮง (1997) มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, บ. ไทยแทรกเตอร์อุตสาหกรรม จำกัด, บ. ซี.อาร์.แทรกเตอร์ จำกัด, บ. อุตสาหกรรมเฟื่องเกียรติ จำกัด, บ. สามมิตรมอเตอร์ส์แมนูแฟคเจอร์ จำกัด, บ. เอ เอส ที อินดัสทรี จำกัด และ บ. เค แอนด์ โอ เอ็นจิเนียริง จำกัด ซึ่งต้องขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบคุณข้าราชการและลูกจ้างกองเกษตรวิศวกรรมทุกท่านที่ได้ร่วมดำเนินการวิจัยจนโครงการนี้สามารถประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

บทคัดย่อ

การผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของชิ้นส่วนให้สูงขึ้น โดยเป็นผลจากการผลิตชิ้นส่วนคราวละมากๆ ของผู้ผลิตชิ้นส่วน ตลอดจนยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการหลังการขายของร้านค้าทำให้เกษตรกรสามารถหาอะไหล่ในการซ่อมแซมรถไถเดินตามได้อย่างสะดวก คณะวิจัยซึ่งประกอบด้วยวิศวกรของกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ร่วมกับตัวแทนจากโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามและผู้ผลิตชิ้นส่วนรวม 13 ราย ได้ทำการออกแบบระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังของรถไถเดินตาม เพื่อมอบให้แก่สาธารณะสำหรันำมาใช้เป็นแบบในการผลิตร่วมกัน โดยแบบที่กำหนดจะมีหลักการออกแบบคือ ต้นทุนต่ำ ประกอบง่าย และมีคุณภาพสูง โดยให้รถไถเดินตามมีฟังก์ชันการทำงานเท่าที่จำเป็น คือ มี 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย โดยมีอัตราทดเกียร์ 1, เกียร์ 2 และเกียร์ถอย เท่ากับ 1:20.09, 1:5.78 และ 1:37.67 ตามลำดับ การออกแบบชิ้นส่วนอาศัยหลักวิชาการในการออกแบบโดยอิงมาตรฐาน ISO เป็นหลัก ร่วมกับการศึกษาและพัฒนาจากประสบการณ์ของผู้ผลิตรถไถเดินตาม กลไกการทำงานของเกียร์จะเป็นลักษณะกลไกที่ใช้อยู่ในรถไถเดินตามส่วนใหญ่ คือ ประกอบด้วย 4 เฟลา การเข้าเกียร์เดินหน้าจะใช้ระบบขบกันคงที่ การเข้าเกียร์ถอยจะใช้ระบบเลื่อนขบ แบบของชิ้นส่วนจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ แบบบังคับ และแบบแนะนำ โดยแบบบังคับได้แก่ เฟืองเกียร์ และเฟลา ส่วนแบบแนะนำได้แก่ เสื้อเกียร์ เสื้อลูกปืน และมู่เล่ ในขั้นต้นได้ประกอบรถไถเดินตามต้นแบบรวม 6 คัน และทำการทดสอบความสามารถการถ่ายทอดกำลังของรถไถเดินตามต้นแบบในห้องปฏิบัติการ รวมถึงทำการทดสอบการใช้งานในแปลงเกษตรกรประมาณคันละ 100 ไร่ แม้ว่าจากการทดสอบรถไถเดินตามสามารถทำงานได้ดีตามต้องการ คณะวิจัยก็ยังปรับปรุงแบบบางส่วนอีกครั้งเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์สูงสุด และได้สร้างต้นแบบที่แก้ไขอีก 2 คัน ซึ่งผลการทดสอบพบว่า รถไถเดินตามมีประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลังสูง โดยมีกำลังที่ต้องใช้ในการเอาชนะแรงเสียดทานในระบบถ่ายทอดกำลังขณะเข้าเกียร์ 1 ประมาณ 0.56 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนดใน มอก. รถแทรกเตอร์เดินตาม เพื่อเป็นการส่งเสริมการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดให้ผู้ผลิตรถไถเดินตามที่ผลิตรถไถเดินตามโดยใช้ชิ้นส่วนของระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังตามแบบที่ได้พัฒนานี้สามารถใช้ชื่อรุ่นของรถไถเดินตามว่า 'เกษตร 72' และสามารถติดตราสัญลักษณ์ของกรมวิชาการเกษตรได้ที่รถไถเดินตาม

Abstract

The production of walk-behind tractors with common model can reduce the costs of production and enhance the quality of their parts due to mass production of the parts. Also, it will increase the efficiency of the retailers' after-sale service, making the farmers able to conveniently find parts for the tractor maintenance. A research team, consisting of engineers from Agricultural Engineering Division, Department of Agriculture, together with representatives from the manufacturers of tractors and parts totaling 13 companies, has designed the gear transmission system of walk-behind tractors and granted it to the public for the use as common model of production. The designing principles for the assigned model are low costs, easy assembling and high quality. The tractors consist of necessary functions, i.e. 2 forward gear and 1 reverse gear, with the gear ratio for first gear, second gear and reverse gear of 1:20.09, 1:5.78 and 1:37.67 respectively. The design of parts relies on technical principles for designing, mainly based on ISO standard, together with the study and development by experience of the tractor manufacturers. The gear mechanism, like those used in most of walk-behind tractors, consists of 4 shafts. The engaging of forward gears applies constant mesh system, while the reverse gear applies sliding system. The parts are divided into 2 portions, compulsory parts and voluntary parts. Compulsory parts are gears and shafts while voluntary parts are gear housings, bearing housings and a pulley. At the initial stage, the research team assembled 6 prototype tractors and conducted the test of their transmission capability in the laboratory, including the test of the use in farm plots of approx. 100 Rai for each tractor. Although the test results indicated that the tractors could work well as required, the research team improved some parts of the model again for maximum perfection and produced another 2 modified prototype tractors. The test results showed that the tractors had high transmission efficiency, as the power used to overcome friction in transmission system while engaging first gear was approximately 0.56 kiloWatt

which was only half of the set value in TIS for walk-behind tractors. To promote the production of walk-behind tractors with common model, the Department of Agriculture has stipulated that the manufacturers who produces the tractors with the parts of the gear transmission system in accordance with this developed model can use the name 'Kaset 72' for the generation of tractors, and can fix the logo of the Department of Agriculture on the tractors.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1-1
- ความเป็นมาและความสำคัญของการผลิตรถไถเดินตาม โดยใช้แบบร่วมกัน	1-1
- วัตถุประสงค์	1-3
- ขอบเขตการศึกษา	1-3
บทที่ 2 วิวัฒนาการและสถานภาพการผลิตรถไถเดินตามในประเทศไทย	2-1
- รถไถเดินตามนำเข้าจากต่างประเทศ	2-1
- การพัฒนารถไถเดินตามในประเทศ	2-2
- สถานภาพการผลิตรถไถเดินตามในปัจจุบัน	2-4
- รูปแบบของรถไถเดินตาม	2-6
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตาม (รถไถเดินตาม)	2-7
บทที่ 3 การออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน	3-1
- คณะทำงานเพื่อออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน	3-1
- แนวทางการออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน	3-2
- ขั้นตอนการออกแบบเกียร์ถ่ายทอดกำลัง	3-5
- ข้อจำกัดในการออกแบบรถไถเดินตามให้สอดคล้องกับ มอก.	3-7
- รายละเอียดการออกแบบชุดเฟืองเกียร์	3-7
บทที่ 4 การผลิตรถไถเดินตามต้นแบบ	4-1
บทที่ 5 การทดสอบรถไถเดินตามต้นแบบ	5-1
- ความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนตามแบบของโรงงานผู้ผลิต	5-1
- การทดสอบรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ	5-2
- การทดสอบรถไถเดินตามในแปลงเกษตรกร	5-3
บทที่ 6 การแก้ไขแบบรถไถเดินตาม	6-1

สารบัญ (ต่อ)

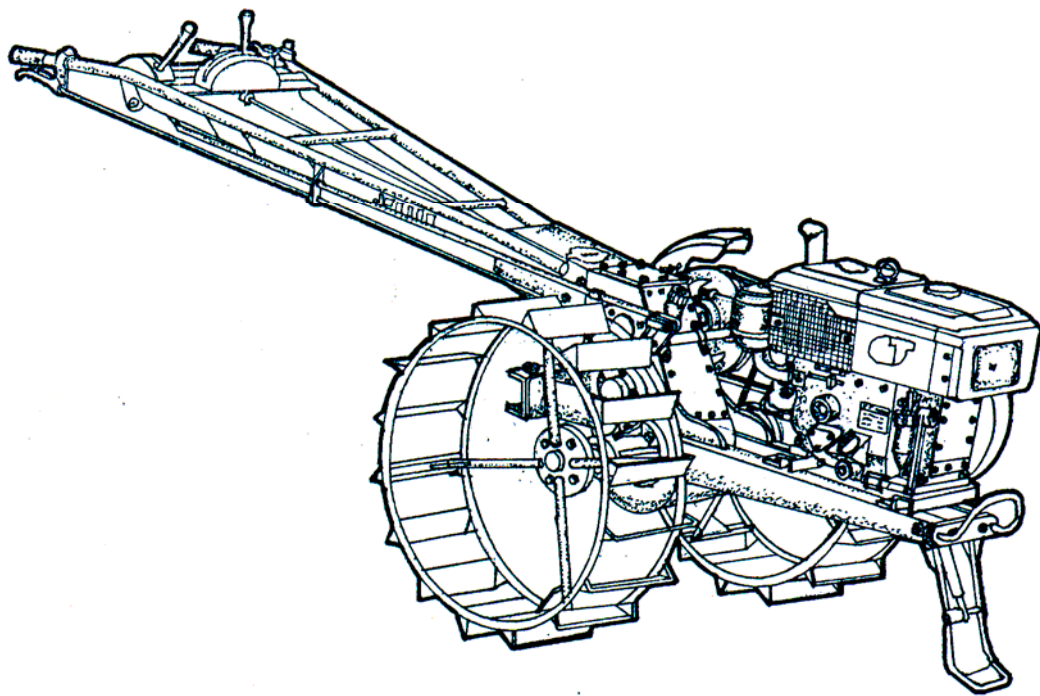
	หน้า
บทที่ 7 การวางแผนทางการส่งเสริมการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน	7-1
บทที่ 8 วิเคราะห์ผลการวิจัย	8-1
บทที่ 9 สรุปผลการวิจัย	9-1
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก. โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม	
ภาคผนวก ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1350-2537 รถแทรกเตอร์เดินตาม	
ภาคผนวก ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 781-2539 จุดพ่วงอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม	
ภาคผนวก สม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 783-2539 หน้าแปลนล้อสำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม	
ภาคผนวก ง. คณะทำงานภาคเอกชน	
ภาคผนวก จ. สูตรการคำนวณเฟืองเกียร์ ในโปรแกรม Excel	

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน

รถไถเดินตาม (ภาพที่ 1) เป็นเครื่องจักรกลเกษตรหลักที่ใช้แพร่หลายในการเกษตรของประเทศไทย รถไถเดินตามจะถูกใช้เป็นตัวนำกำลังในแทบทุกขั้นตอนของการผลิตพืช ตั้งแต่การสูบน้ำ การเตรียมดิน การปลูก การอารักขาพืช การเก็บเกี่ยว และการขนย้ายผลผลิต รถไถเดินตามได้มีการนำเข้ามาเผยแพร่ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2490 และได้มีการพัฒนาให้สามารถผลิตได้ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501 ปริมาณการผลิตรถไถเดินตามก็เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ โดยปัจจุบัน มีปริมาณการผลิตประมาณ 100,000 คันต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,500 ล้านบาท (ไม่รวมมูลค่าเครื่องยนต์ต้นกำลัง)



ภาพที่ 1 รถไถเดินตาม

การใช้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลร่วมกัน เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเครื่องจักรกลที่มีศักยภาพสูง สามารถลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มคุณภาพของชิ้นส่วนให้ได้มาตรฐาน ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการหลังการขาย สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทได้ใช้กลยุทธ์นี้ในการผลิตสินค้าต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค แต่สำหรับการผลิตรถไถเดินตามในประเทศแม้ในอดีตทั้งภาครัฐและภาคเอกชนบางส่วนได้พยายามผลักดันที่จะผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน แต่ด้วยกลไกการค้าเสรีในภาวะเศรษฐกิจรุ่งเรือง ซึ่งโรงงานรถไถเดินตามส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตสูงและมีการแข่งขันสูง จึงทำให้แนวทางดังกล่าวไม่ได้รับความสนใจและทำให้รถไถเดินตามในปัจจุบันไม่สามารถใช้ชิ้นส่วนร่วมกันได้ แม้ว่าจะมีแบบใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตามปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโรงงานรถไถเดินตามในประเทศเป็นอย่างมาก การผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันอาจจะเป็นการพลิกวิกฤติการณ์ครั้งนี้ให้เป็นโอกาส โดยช่วยให้อุตสาหกรรมการผลิตรถไถเดินตามในประเทศมีการเจริญเติบโตไปในทิศทางที่เหมาะสมอย่างยั่งยืน และนำไปสู่การยกระดับการผลิตรถไถเดินตามให้มีมาตรฐานพร้อมที่จะแข่งขันทั้งในและต่างประเทศได้

ในวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2540 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ให้ทุนอุดหนุนในการจัดประชุมเพื่อประมวลปัญหาและความต้องการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น โดยมีผู้ประชุมประกอบด้วยตัวแทนจากโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามและชิ้นส่วน ตัวแทนจากสถาบันการเงิน และนักวิชาการจากภาครัฐ รวม 47 คน จากการประชุมได้มีมติให้กองเกษตรวิศวกรรมดำเนินการร่วมกับโรงงานรถไถเดินตามต่างๆ ออกแบบรถไถเดินตามเพื่อนำมาเป็นแบบที่ใช้ในการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน โดยศึกษาพัฒนาจากรถไถเดินตามที่ใช้อยู่ทั่วไปแต่พัฒนาให้ชิ้นส่วนต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานสากลสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน

วัตถุประสงค์

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการผลิต ตลอดจนลดต้นทุนการผลิตรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อออกแบบชิ้นส่วนสำคัญของรถไถเดินตามเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
2. เพื่อสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงต้นแบบรถไถเดินตาม ตามที่ออกแบบ
3. เพื่อส่งเสริมให้โรงงานผู้ผลิตใช้แบบร่วมกันที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการศึกษา

กำหนดขอบเขตชิ้นส่วนของรถไถเดินตามที่จะผลิตร่วมกันได้แก่ชิ้นส่วนประกอบของระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลัง เช่น เพลา เฟือง เสือลูกปืน เสือเกียร์ มู่เล่ ฯลฯ

บทที่ 2

วิวัฒนาการและสถานภาพการผลิตรถไถเดินตามในประเทศไทย

รถไถเดินตามนำเข้าจากต่างประเทศ

พ.ศ. 2490 บริษัท ส.ธวัชชัยนันท์ จำกัด ได้นำเข้ารถไถเดินตามติดจอบหมุนยี่ห่อ Howard Gem Series II ของบริษัท Rotary Hoes จากประเทศอังกฤษ เข้ามาขายในประเทศไทย Howard Gem Series II ใช้เครื่องยนต์แกสโซลีนขนาด 6 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังโดยใช้คลัทช์แห้งและเฟืองใช้ล้อยาง น้ำหนักรวมประมาณ 220 กิโลกรัม (ปฐม, 2523)

พ.ศ. 2496 บริษัท ส.ธวัชชัยนันท์ จำกัด ได้นำเข้า Howard Gem Series IV ซึ่งใช้เครื่องยนต์แกสโซลีน 2 สูบ ขนาด 9.8 แรงม้า พร้อมทั้งได้เปลี่ยนขนาดของคันมือถือให้ยาวขึ้น และใช้ล้อเหล็กที่มีขนาดโตกว่าล้อยางขนาดเดิมเพื่อให้ห้องเกียร์และเครื่องยนต์อยู่เหนือระดับน้ำในแปลงนาโดยสร้างคันมือถือและล้อเหล็กในประเทศไทย (ปฐม, 2523)

พ.ศ. 2500 ทางบริษัท ส.ธวัชชัยนันท์ ได้ร่วมกับบริษัท Rotary Hoes พัฒนา Howard Gem Series IV รุ่นดีเซล โดยเปลี่ยนเครื่องยนต์เป็นเครื่องยนต์ดีเซล Sachs ขนาด 9 แรงม้า ของเยอรมันตะวันตก (ปฐม, 2523)

ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2500 ได้มีการนำเขารถไถเดินตามยี่ห้อต่างๆ จากประเทศญี่ปุ่น เช่น มิทซูบิชิ ฮอนด้า ยันมาร์ อิเซกิ และคูโบต้า โดยระยะหลังรถไถเดินตามหลายยี่ห้อได้มีการประกอบในประเทศ โดยชิ้นส่วนบางส่วนผลิตในประเทศไทย เช่น การประกอบรถไถเดินตามฮอนด้า รุ่น F 950 CM โดยโรงงานอนุสาร เชียงใหม่ (บัณฑิต และคณะ, 2542)

รถไถเดินตามที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาสูงกว่ารถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศทำให้มีตลาดไม่มากนัก และในปี พ.ศ. 2525 โดยการผลักดันของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จึงมีการคุ้มครองการผลิตรถไถเดินตามในประเทศ โดยใช้มาตรการภาษี และระบบโควตานำเข้าเป็นผลให้รถไถเดินตามที่นำเข้าจากต่างประเทศแทบจะไม่สามารถทำการตลาดได้เลย ส่งผลให้ปัจจุบันมีเพียงรถไถเดินตามจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่มีราคาค่อนข้างต่ำ ซึ่งเริ่มมีการนำเข้าประมาณ พ.ศ. 2520 เท่านั้นที่ยังมีการนำเข้าในปริมาณที่ต่ำมาก (บัณฑิต และคณะ, 2542)

การพัฒนารถไถเดินตามในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2501 กองวิศวกรรม กรมการข้าว (กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ในปัจจุบัน) โดย มรว.เทพฤทธิ์ เทวกุล หัวหน้ากอง ได้พัฒนารถไถเดินตามขึ้น โดยใช้เครื่องยนต์ ดีเซล Lister ขนาด 4.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ใช้ใช้ในการถ่ายทอดกำลัง (ปฐม, 2523)

ในปี พ.ศ. 2501 ปีเดียวกับที่ มรว.เทพฤทธิ์ เทวกุล ได้พัฒนารถไถเดินตามขึ้น โรงงานอาร์ การช่างซึ่งเป็นโรงงานทำขลุ่ยยนต์ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้พัฒนารถไถเดินตามขึ้นเช่นเดียวกัน รถไถเดินตามใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 7-8 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ใช้ใช้ในการถ่ายทอดกำลัง (ปฐม, 2523)

พ.ศ. 2507 - 2508 โรงงานเรือหางยาว และโรงกลึงในอำเภอพระประแดง จังหวัด สมุทรปราการหลายแห่งได้เริ่มทำการผลิตรถไถเดินตาม โรงงานที่มีชื่อเสียงที่สุดได้แก่ โรงงาน สิงห์ ครุอุตสาหกรรม ของกำนันปรง พักแก้ว ซึ่งได้พัฒนาห้องโซ่จากกรุ่นแรกที่ทำด้วยไม้มาเป็น เหล็กเหนียว ใช้ใช้ในการถ่ายทอดกำลัง และได้รับความนิยมจากเกษตรกรในบริเวณใกล้เคียงเป็นอย่างมาก การใช้รถไถเดินตามในแถบนั้นมีมากขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้มีโรงงานผลิตรถไถเดินตามใน อำเภอพระประแดงเพิ่มขึ้นเป็น 4-5 ราย ในปี พ.ศ. 2510 (ปฐม, 2523)

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 จนถึงปี พ.ศ. 2525 ได้มีโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามก่อตั้งขยายไปทั่วประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลาง และมีการพัฒนารถไถเดินตามมาเป็นลำดับ โดยโรงงานหลักที่เป็นผู้นำในการพัฒนา คือโรงงานสหยนต์ คลองสี่ จังหวัดปทุมธานี โดยได้พัฒนารถไถเดินตามจากการใช้โซ่ถ่ายทอดกำลัง มาใช้เฟืองเกียร์ที่มีเกียร์เดินหน้าและเกียร์ถอย และเพิ่ม ระบบคลัทช์บีบลิ้น โดยการเข้าเกียร์ทุกจังหวะจะใช้ระบบเลื่อนขบ (Sliding) (บัณฑิต และคณะ, 2542)

นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าวยังมีการพัฒนารถไถเดินตามที่มีลักษณะพิเศษแม้จะไม่ประสบความสำเร็จทางการตลาดเท่าใดนัก คือ การผลิตรถไถเดินตามอนุสาร โดย โรงงานอนุสาร และการผลิตรถไถเดินตามเบสโกโดยบริษัทเบสโกอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด รถไถเดินตามอนุสาร พัฒนามาจากรถไถเดินตาม IRRI ของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ซึ่งได้ทดสอบและเผยแพร่โดย กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เป็นรถไถเดินตามที่มีขนาดกระทัดรัด สามารถใส่ล้อ พรวนดินใช้ในแปลงหอม กระเทียม และสตอเบอรี่ ในพื้นที่ภาคเหนือ รถไถเดินตามเบสโกใช้ห้อง

เกียร์ที่ทำด้วยเหล็กหล่อแบบฝา 2 ซีก (ฝาครึ่งห้องเกียร์) ถ่ายทอดกำลังด้วยโซ่ และเป็นรถไถเดินตาม รายแรกที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนและเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (บัณฑิต และคณะ, 2542)

ราวปี พ.ศ. 2529 บริษัทจักรเพชรเทรดเดอร์ จำกัด ได้ร่วมกับ โรงงาน พีซีเอส โคราซ พัฒนารถไถเดินตามแบบ 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอยหลัง มีคลัทช์บีบเดี่ยว มี 4 เฟลา โดยการเข้าเกียร์เดินหน้าใช้ระบบขบกันคงที่ (Constant Mesh) การเข้าเกียร์ถอยหลังใช้ระบบเลื่อนขบ (Sliding) ซึ่งโรงงานผลิตรถไถเดินตามในประเทศส่วนใหญ่ได้นำมาเป็นแบบอย่างในการพัฒนาจนถึงปัจจุบัน เพราะมีความสะดวกในการเข้าเกียร์ขณะรถไถเดินตามเคลื่อนที่ และมีห้องเกียร์ที่กระทัดรัดกว่าเดิม (บัณฑิต และคณะ, 2542)

ในปี พ.ศ. 2530 กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนารถไถเดินตามให้สามารถติดจอบหมุนได้ ใช้คลัทช์แทนจ็อกก็ตึงสายพาน เปลี่ยนเพลาล้อเป็นเพลาลูกเหลี่ยมเพื่อให้สามารถปรับช่วงล้อได้ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 12 แรงม้า (บัณฑิต และคณะ, 2542)

ในปี พ.ศ. 2534 ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ได้ให้ทุนวิจัยแก่ ศ.ดร.สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณะ โดยมี ศ.ดร.จุน ซาโก จากมหาวิทยาลัยกิวซิว เป็นที่ปรึกษาโครงการ ด้วยความร่วมมือของ ห้างหุ้นส่วนจำกัดวิเชียรจักรกลการเกษตร และบริษัท อีเซกิ ใช้เวลาประมาณ 2 ปี พัฒนารถไถเดินตามจุฬา รุ่น SPJS-60 ขึ้นโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 แรงม้า มีเกียร์เดินหน้า 3 เกียร์ เกียร์ถอย 1 เกียร์ มีเพลาลูกเหลี่ยมกำลัง ลักษณะพิเศษคือใช้ระบบเฟืองดาวนพเคราะห์สำหรับเฟืองขับท้ายและคลัทช์ควบคุมการเลี้ยวซึ่งได้นำลักษณะพิเศษไปจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ นับเป็นรถไถเดินตามของไทยรายแรกที่จดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ ส่งผลให้รถไถเดินตามจุฬารุ่น SPJS-60 ได้รับรางวัลชมเชยในการประกวดผลงานวิจัยจากสภาวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2536 (สุรินทร์, 2539)

ในปี พ.ศ. 2535 บริษัทสยามคูโบต้าอุตสาหกรรมได้ผลิตรถไถเดินตามสยามคูโบต้า รุ่น NC131 ซึ่งเป็นรถไถเดินตามที่มีห้องเกียร์เป็นเหล็กหล่อแบบฝา 2 ซีก (ฝาครึ่งห้องเกียร์) มี 3 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย ใช้คลัทช์ในการตัดต่อกำลังจากเครื่องยนต์ เพลาล้อเป็นแบบหกเหลี่ยมปรับระยะห่างของล้อได้ (บัณฑิต และคณะ, 2542)

ในปี พ.ศ. 2536 ศ.ดร.สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิและคณะได้รับทุนจากกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ภายใต้โครงการประดิษฐ์กรรมเพื่อการพัฒนาชนบทพัฒนารถไถเดินตามรุ่นไฮเทค ซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 9 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มี 3 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอยหลัง (สุรินทร์, 2539)

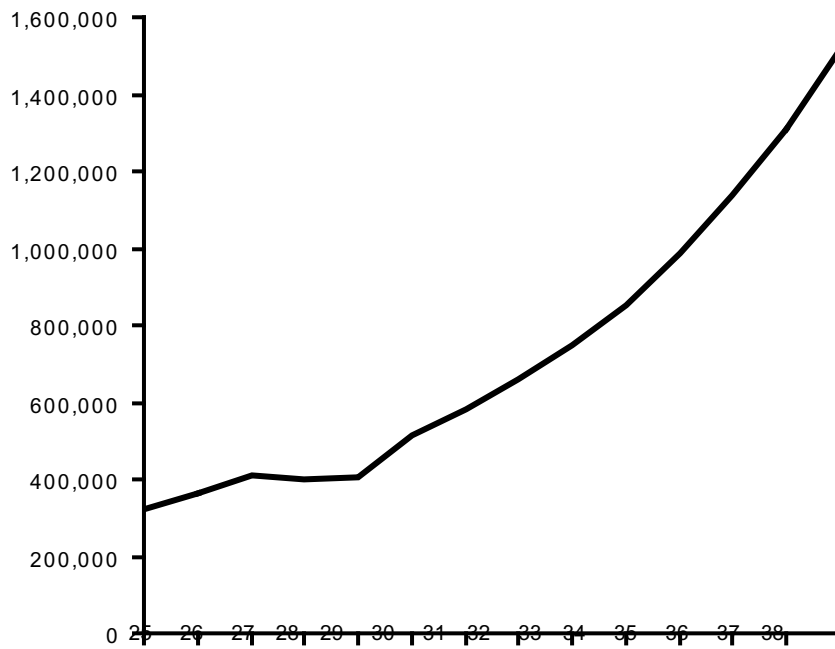
ในปี พ.ศ. 2537 กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนารถไถเดินตามติดจอบหมุนสำหรับใช้พรวนดินในงานไร่ ด้วยความร่วมมือของห้างหุ้นส่วนจำกัดวิเชียรจักรกลการเกษตร โดยมีติดจอบหมุนถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นตัวแอลใช้สายพานในการถ่ายทอดกำลังจากเพลลาอำนวยการมาจอบหมุน โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11 แรงม้าเป็นต้นกำลัง (บัณฑิต และคณะ, 2542)

ในปี พ.ศ. 2538 รศ.ดร. ัญญา นิยามา จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับทุนอุดหนุนจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติพัฒนารถไถเดินตามติดจอบหมุน โดยรถไถเดินตามไม่มีเพลลาอำนวยการ แต่ใช้ชุดถ่ายทอดกำลังด้วยสายพาน ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์สู่ห้องเกียร์รถไถเดินตามและชุดจอบหมุนซึ่งใช้ใบมีดลักษณะเป็นโค้งตัวซี ส่งผลให้รถไถเดินตามจะถูกลดความเร็วการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมต่อการใช้จอบหมุน (บัณฑิต และคณะ, 2542)

สถานภาพการผลิตรถไถเดินตามในปัจจุบัน

โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามในประเทศส่วนใหญ่จะพัฒนามาจากอู่ซ่อมหรือโรงกลึงในท้องถิ่น ซึ่งมีเครื่องมือไม่มากนัก เช่น เครื่องเชื่อม สว่าน เครื่องกลึง เป็นต้น โดยจะซื้อชิ้นส่วนสำคัญของรถไถเดินตาม เช่น เพลลา เฟือง เป็นต้น จากโรงงานผลิตชิ้นส่วนซึ่งรับจ้างผลิตตามสั่งหรือจากผู้นำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ โรงงานส่วนหนึ่งเมื่อประสบความสำเร็จทางธุรกิจก็จะขยายกิจการให้ใหญ่ขึ้น เพิ่มจำนวนลูกจ้าง และซื้อเครื่องมือที่มีราคาแพงเพิ่มเติม เช่น เครื่องมือผลิตเฟือง เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ เครื่องมือชุบแข็งโลหะ เป็นต้น เพื่อผลิตชิ้นส่วนของรถไถเดินตามด้วยตัวเอง แต่ก็มีโรงงานอีกส่วนหนึ่งที่แม้ว่าจะมีปริมาณการผลิตสูงก็ยังซื้อชิ้นส่วนที่สำคัญจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนหรือจากผู้นำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ

แม้ว่าปริมาณการใช้รถไถเดินตามในประเทศจะมากขึ้นเป็นลำดับ (ภาพที่ 2) แต่จากการแข่งขันทางการตลาดที่ค่อนข้างมาก ทำให้โรงงานขนาดเล็กต้องปิดตัวไปเป็นลำดับ โดยปริมาณโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามลดลงเป็นลำดับ โดยในปี พ.ศ. 2523 มีโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามถึง 81 โรงงาน (ปฐุม, 2523) แต่ในปี พ.ศ. 2535 โดยการสำรวจของกองเกษตรวิศวกรรม พบว่า มีโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามเหลือเพียง 27 โรงงาน โดยตั้งอยู่ในภาคกลาง 20 แห่ง ภาคเหนือ 4 แห่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 แห่ง และภาคใต้ 1 แห่ง โดยรายชื่อโรงงานและที่อยู่แสดงในภาคผนวก ก.



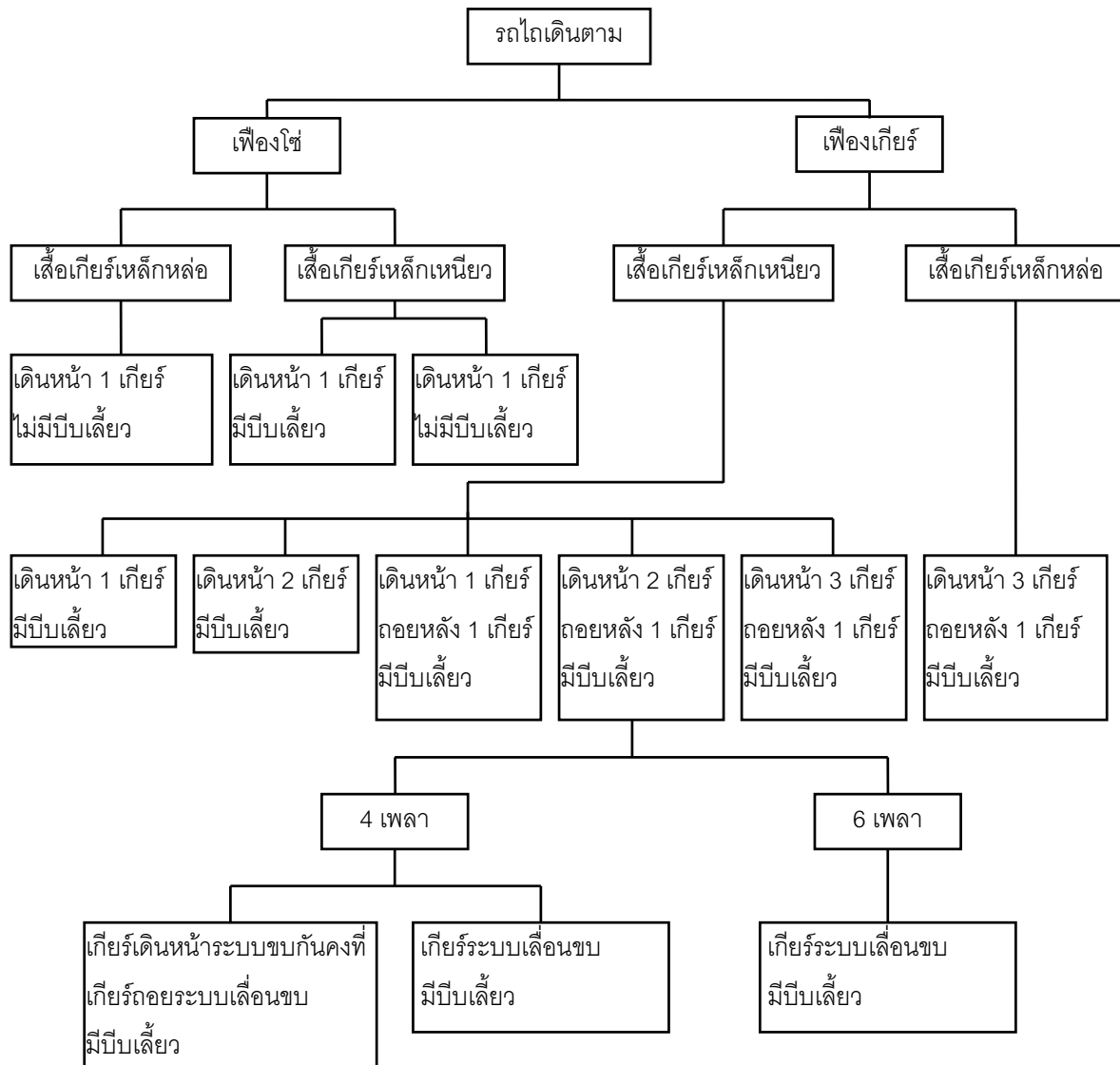
ปี พ.ศ.

ภาพที่ 2 จำนวนรถไถเดินตามในประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

รูปแบบของรถไถเดินตาม

รูปแบบของรถไถเดินตามที่เคยมีการผลิตขายในประเทศ สามารถสรุปได้ดังแผนผังที่ 1



แผนผังที่ 1 รูปแบบของรถไถเดินตาม

จากแผนผังข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่า รถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศจะมีแบบอยู่หลากหลาย อย่างไรก็ตามด้วยกลไกของตลาด ซึ่งเป็นไปตามกลไกการค้าเสรีส่งผลให้รูปแบบของรถไถเดินตามจะเป็นไปตามความต้องการของเกษตรกร โดยประกอบด้วยแรงผลักดันจากการส่งเสริมการขายอีกทางหนึ่ง โดยโรงงานส่วนใหญ่จะมีการคำนวณออกแบบไม่มากนักและชิ้นส่วนสำคัญ เช่น สไปลนก็ไม่ได้เป็นตามมาตรฐานสากล การพัฒนารถไถเดินตามของผู้ผลิตจะเป็นการลอกเลียนและดัดแปลงเป็นหลัก ทำให้ปัจจุบันรูปแบบของรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศไทย มีรูปแบบหลักๆ เหลือเพียง 4 รูปแบบ ได้แก่

1. รถไถเดินตามแบบเสื้อเกียร์หลักเหนียว 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย แบบ 4 เพลา ซึ่งใช้ระบบเกียร์เดินหน้าแบบขบกันคงที่ และระบบเกียร์ถอยแบบเลื่อนขบ ซึ่งโรงงานรถไถเดินตามเกือบทุกแห่งในประเทศจะผลิตแบบนี้เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารูปแบบของรถไถเดินตามที่โรงงานต่างๆ นำไปพัฒนาจะมีหลักสำคัญเหมือนกัน แต่รายละเอียดของชิ้นส่วนในท้องเกียร์ของรถไถเดินตามที่ผลิตโดยแต่ละโรงงานจะต่างกัน ซึ่งแม้ว่าข้อแตกต่างเหล่านั้นจะมีเพียงเล็กน้อยทำให้ไม่เห็นข้อแตกต่างขณะใช้งาน เช่น อัตราทดต่างกันไม่เกิน 5% เป็นต้น แต่ข้อแตกต่างเพียงเล็กน้อยนั้นก็ทำให้รถไถเดินตามเหล่านั้นไม่สามารถใช้ชิ้นส่วนร่วมกันได้

2. รถไถเดินตามแบบเสื้อเกียร์หลักหล่อ 3 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย มีผู้ผลิตไม่มากนัก เช่น รถไถเดินตามสยามคูโบต้า NC131 เป็นต้น

3. รถไถเดินตามแบบเสื้อเกียร์หลักเหนียว 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย แบบ 4 เพลา ซึ่งใช้ระบบเกียร์แบบเลื่อนขบ ซึ่งปัจจุบันมีผู้ผลิตไม่มากนัก ได้แก่ รถไถเดินตามมู่เลี้ยง เป็นต้น

4. รถไถเดินตามแบบเสื้อเกียร์หลักเหนียว 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย แบบ 6 เพลา ซึ่งใช้ระบบเกียร์แบบเลื่อนขบ ซึ่งปัจจุบันมีผู้ผลิตไม่มากนัก ได้แก่ รถไถเดินตามสหยนต์ เป็นต้น

รูปแบบอื่นๆ ของรถไถเดินตามนอกจากนี้แม้ว่าปัจจุบันนี้อาจจะยังมีการผลิต แต่ก็มีปริมาณการผลิตต่ำ และมีจำนวนโรงงานผู้ผลิตน้อยมาก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตาม (รถไถเดินตาม)

ปลายพ.ศ. 2539 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตาม (มอก. 1350-2539) ขึ้น โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม และกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตรเป็นแนวทาง โดยมีกรรมการวิชาการประกอบด้วยตัวแทนจากหลายหน่วยงาน เช่น กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยต่างๆ กองเกษตรวิศวกรรม โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม กรมส่งเสริม

เสริมการเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย เป็นต้น

ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์รถแทรกเตอร์เดินตามนี้ จะกำหนดส่วนประกอบและการทำคุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบรถไถเดินตาม โดยมาตรฐานนี้ครอบคลุมเฉพาะรถไถเดินตามที่ไม่มีเพลลาอานวยกำลัง

ในปลายปี พ.ศ. 2540 บริษัทสยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด ได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้รถไถเดินตามสยามคูโบต้า รุ่น NC131 สามารถแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้

อย่างไรก็ตามในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตามไม่ได้กำหนดมาตรฐานของชิ้นส่วนภายในห้องเกียร์ของรถไถเดินตาม จะกำหนดเพียงแต่มาตรฐานจุดพ่วงอุปกรณ์ (มอก. 781-2539) และมาตรฐานหน้าแปลนล้อ (มอก. 783-2539) ซึ่งก็ไม่ได้กำหนดมิติของชิ้นส่วนดังกล่าวทั้งชิ้น กำหนดแต่มิติที่สำคัญในจุดที่ต้องใช้ในการถอดเปลี่ยนล้อหรืออุปกรณ์เท่านั้น นอกจากนี้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตามก็ไม่ได้เป็นมาตรฐานบังคับทำให้โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตามส่วนใหญ่ไม่ให้ความสนใจเท่าใดนัก เพราะไม่ต้องการลงทุนในด้านการพัฒนาแบบและการควบคุมคุณภาพการผลิตเพิ่มเติม

รายละเอียดของมาตรฐานรถแทรกเตอร์เดินตาม มาตรฐานจุดพ่วงอุปกรณ์ และมาตรฐานหน้าแปลนล้อ แสดงในภาคผนวก ข. ภาคผนวก ค. และภาคผนวก สม. ตามลำดับ

บทที่ 3

การออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน

คณะทำงานเพื่อออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน

คณะทำงานเพื่อออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน นอกเหนือจากคณะผู้วิจัยของกองเกษตรวิศวกรรมแล้ว ยังประกอบด้วยตัวแทนจากโรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม ผู้ผลิตชิ้นส่วนรถไถเดินตาม และผู้นำเข้าชิ้นส่วนรถไถเดินตาม ดังต่อไปนี้ (ตัวเข้มจะใช้ในการย่อชื่อภาคเอกชน สำหรับใช้ในการรายงานต่อไปเพื่อให้เกิดความสะดวก)

โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม

1. บริษัท **จักรเพชร**แทรกเตอร์ จำกัด
2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด **สามัคคีโลหะกิจ**
3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด **จ.เจริญชัย** (นายเจ้า) อยุธยา
4. บริษัท **อินเตอร์การเกษตร** จำกัด
5. ห้างหุ้นส่วนจำกัด **มัยแล้ง**อุตสาหกรรม
6. บริษัท **รุ่งเพชร**เอ็นจิเนียริง จำกัด
7. บริษัท **กอลิเยียงเฮง** (1997) มาร์เก็ตติ้ง จำกัด
8. บริษัท **ไทยแทรกเตอร์**อุตสาหกรรม จำกัด
9. บริษัท **ซี.อาร์.แทรกเตอร์** จำกัด

โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนรถไถเดินตาม

1. บริษัท **อุตสาหกรรมเฟื่องเกียรติ** จำกัด
2. บริษัท **สามมิตรมอเตอร์**สแมคแพคเจอรัง จำกัด
3. บริษัท **เอ เอส ที** อินดัสทรี จำกัด

ผู้นำเข้าชิ้นส่วนรถไถเดินตาม

1. บริษัท **เค แอนด์ ไอ** เอ็นจิเนียริง จำกัด

รายละเอียดของตัวแทนจากภาคเอกชนแสดงในภาคผนวก ง.

ภาพที่ 3 แสดงการประชุมของคณะทำงาน ณ ห้องประชุมกองเกษตรวิศวกรรม



ภาพที่ 3 แสดงการประชุมของคณะทำงาน ณ ห้องประชุมกองเกษตรวิศวกรรม

แนวทางการออกแบบรถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน

คณะทำงานได้วางแนวทางการออกแบบรถไถเดินตามโดย มีข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. รถไถเดินตามจะต้องมีราคาถูกลง แต่ต้องมีคุณลักษณะที่จำเป็นเพียงพอต่อการใช้งาน โดยทั่วไปของเกษตรกร ซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย สามารถผลิตขึ้นส่วนได้โดยโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนใหญ่ ประกอบง่าย โดยมีคุณภาพสูง และควรพัฒนาจากรถไถเดินตามที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบันซึ่งมีการยอมรับจากเกษตรกรอยู่แล้ว

2. การออกแบบจะใช้หลักการวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering) โดยอาศัยแบบของรถไถเดินตามที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นแนวทาง ร่วมกับการคำนวณออกแบบตามทฤษฎีในบางจุด ซึ่งจะเหมาะสมต่อการออกแบบรถไถเดินตามในประเทศไทย ซึ่งผู้ผลิตมีการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขรถไถเดินตามจากประสบการณ์เป็นลำดับ แต่ขาดงานวิจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบรถไถเดินตามอย่างเพียงพอ ไม่มีงานวิจัยหาค่า Safety Factor ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการคำนวณออกแบบอย่างจริงจัง การใช้หลักการวิศวกรรมย้อนกลับจะป้องกันความเสี่ยงในการออกแบบไม่ให้เกิดความผิดพลาด และจะได้รับการยอมรับจากทุกฝ่ายทำให้การออกแบบรวดเร็ว

3. ออกแบบรถไถเดินตามให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถแทรกเตอร์เดินตามเท่าที่จะเป็นไปได้ และออกแบบชิ้นส่วนให้เป็นตามมาตรฐาน ISO ที่เกี่ยวข้อง แต่ทั้งนี้ต้องไม่เพิ่มต้นทุนโดยขัดต่อความต้องการของตลาด

4. รูปแบบรถไถเดินตามอาจมีมากกว่า 1 รูปแบบตามความจำเป็นทางการตลาด แต่ควรมีจำนวนของรูปแบบให้น้อยที่สุด และถ้าจำเป็นต้องออกแบบรถไถเดินตามมากกว่า 1 รูปแบบ จะ

ต้องออกแบบให้ใช้ชิ้นส่วนร่วมกันในแต่ละรูปแบบเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยในโครงการนี้ให้พัฒนารถไถเดินตามแบบล้อเหล็กเหนียว 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย แบบ 4 เฟลา ซึ่งใช้ระบบเกียร์เดินหน้าแบบขบกันคงที่ และระบบเกียร์ถอยแบบเลื่อนขบโดยมีคัลท์ช่วยในการเลี้ยวเพราะมีปริมาณการผลิตรถไถเดินตามรูปแบบนี้สูงสุด ตลอดจนโรงงานส่วนใหญ่ก็ผลิตรถไถเดินตามรูปแบบนี้

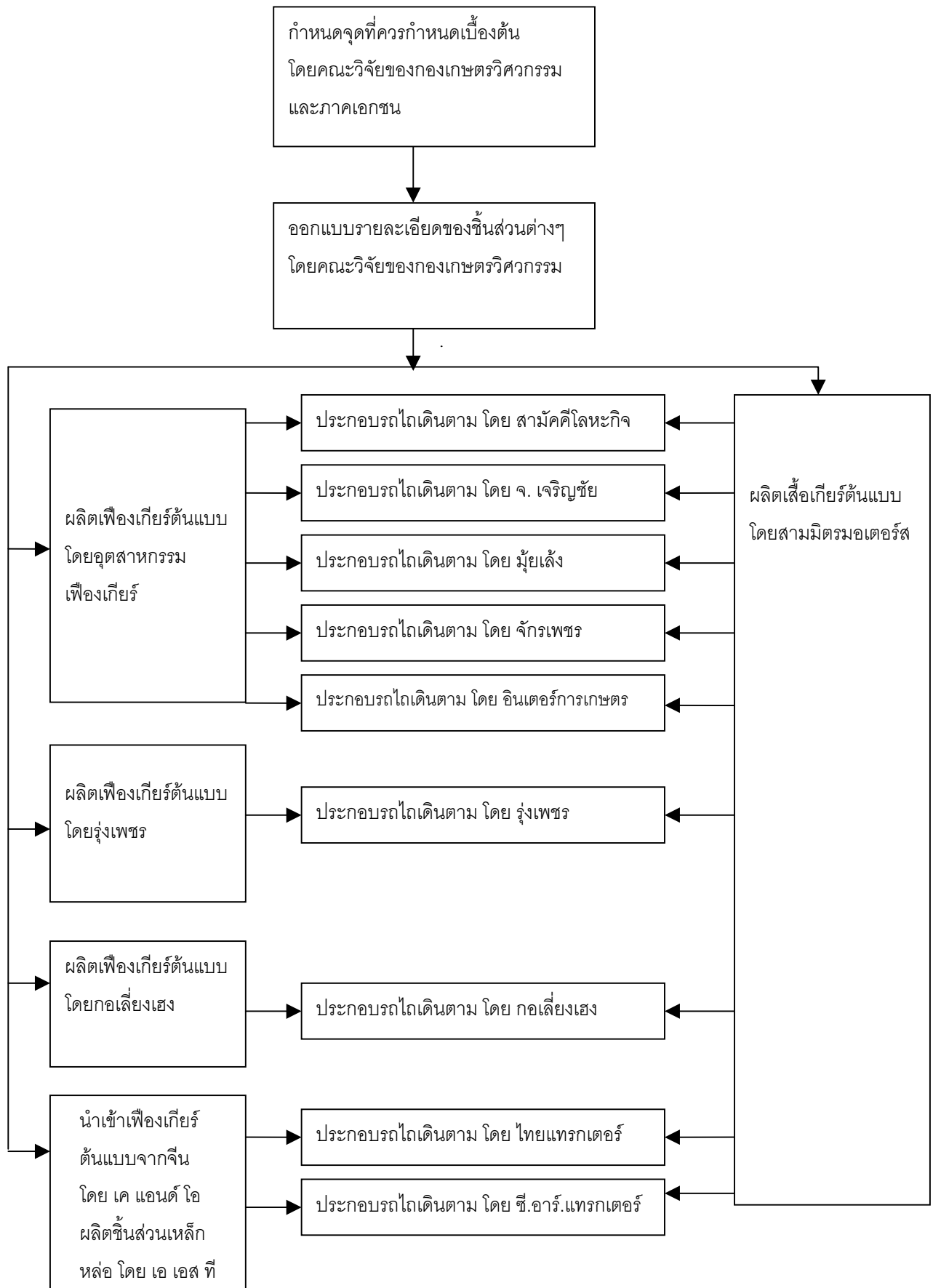
5. การออกแบบจะต้องมีความเป็นกลาง การตัดสินใจต่างๆ จะเน้นที่เหตุผลเป็นหลัก โดยบางครั้งแม้ว่าการตัดสินใจในทางเลือกต่างๆ จะมีเหตุผลที่แพ้หรือชนะกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งในทางปฏิบัติจะดูเหมือนไม่มีความแตกต่าง แต่ก็เลือกทางที่มีเหตุผลดีกว่า เพื่อให้ได้ข้อยุติและชัดเจนชัดแย้งว่าไม่เป็นธรรม โดยการตัดสินใจจะยึดถือหลักวิชาการ ความเป็นธรรม ความเป็นกลาง การประนีประนอม และการเสียสละของทุกฝ่ายเป็นหลัก ถ้ามีความขัดแย้งในการออกแบบมากก็จะแก้ไขโดยกำหนดให้มี Category ต่างๆ ในชิ้นส่วนบางจุด

6. เพื่อลดการขัดแย้งในการออกแบบ และลดการปิดกั้นการพัฒนาในรูปแบบของรถไถเดินตามมากเกินไป การออกแบบรถไถเดินตามจะไม่ออกแบบทุกชิ้นส่วนแต่จะออกแบบเฉพาะชิ้นส่วนที่สำคัญที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตและการซ่อมแซมบำรุงรักษา ซึ่งได้แก่ชิ้นส่วนของเกียร์ถ่ายทอดกำลังของรถไถเดินตาม โดยจะแบ่งเป็นแบบบังคับ เช่น เฟืองเกียร์ เฟลา เป็นต้น และแบบแนะนำ เช่น ล้อเกียร์ ล้อลูกปืน มู่เล่ เป็นต้น

นอกจากนี้คณะทำงานยังได้มีข้อคิดเห็นว่าในเรื่องทางเทคนิคต่างๆ เช่น ค่าความคลาดเคลื่อน วิธีการชุบแข็ง และชนิดของวัสดุ แม้ว่าจะถูกกำหนดในแบบบังคับ แต่ก็ไม่ควรบังคับใช้อย่างสมบูรณ์ในช่วงแรกของโครงการ เพราะยังไม่มีผู้ผลิตรายใดมีความพร้อมอย่างสมบูรณ์หรืออาจส่งผลให้เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตมากเกินไป แต่ก็ควรกำหนดค่าทางเทคนิคดังกล่าวในแบบให้สมบูรณ์ เพื่อเป็นแนวทางและเป็นการวางเป้าหมายในอนาคต

จากแผนผังการดำเนินการวิจัยสร้างต้นแบบรถไถเดินตามในภาพที่ 4 จะเห็นว่าครอบคลุมวิธีการผลิตเฟืองเกียร์ตามที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน คือ ผลิตเฟืองเกียร์ด้วยตนเอง ผลิตเฟืองเกียร์โดยโรงงานผลิตชิ้นส่วน และนำเข้าเฟืองเกียร์จากจีน

สำหรับการผลิตเฟืองเกียร์ต้นแบบ ทางคณะวิจัยได้รับความร่วมมือจาก สามมิตรมอเตอร์ ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์ ในการพัฒนาเฟืองเกียร์ต้นแบบ โดยนำแนวทางจากแบบเฟืองเกียร์แนะนำของคณะวิจัยไปพัฒนาต่อให้สมบูรณ์ ซึ่งนอกจากจะทำให้การผลิตต้นแบบรถไถเดินตามสะดวกขึ้นแล้ว ยังจะส่งผลให้การดำเนินการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะปัจจุบันยังไม่มีโรงงานผู้ผลิตเฟืองเกียร์ในประเทศ โรงงานรถไถเดินตามทุกแห่งต้องผลิตเฟืองเกียร์ด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้ต้องลงทุนสูงในการผลิตเฟืองเกียร์ที่มีคุณภาพ และยากต่อการเปลี่ยนแปลงแบบของเฟืองเกียร์

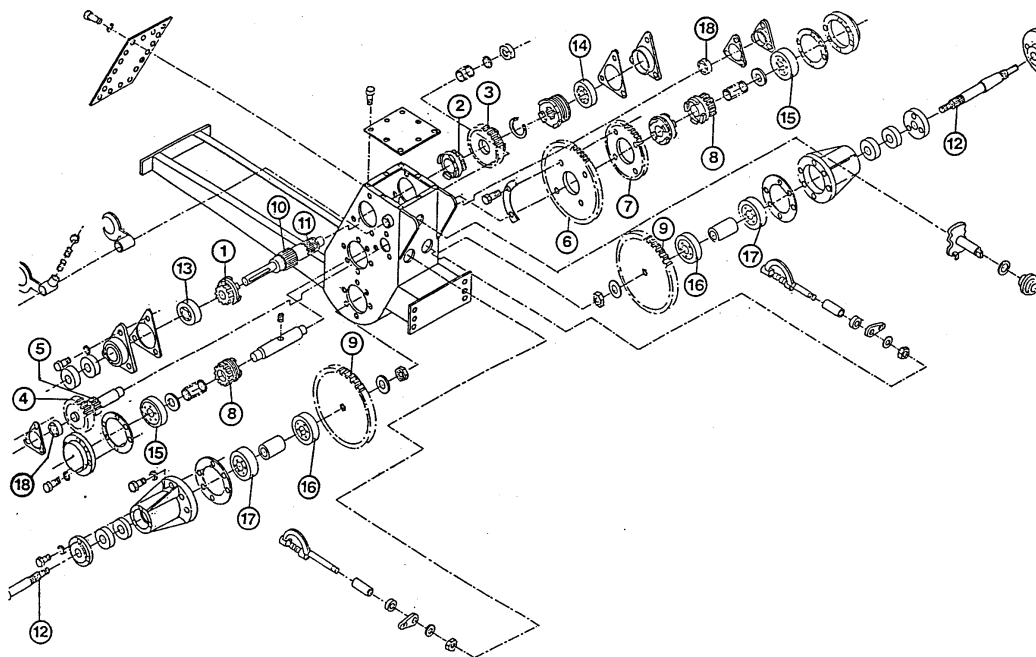


ภาพที่ 4 แผนผังการดำเนินการวิจัยสร้างต้นแบบรถไถเดิน

ขั้นตอนการออกแบบเกียร์ถ่ายทอดกำลัง

1. กำหนดจุดที่ควรกำหนดเบื้องต้น เพื่อใช้ในการออกแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนเกียร์ถ่ายทอดกำลัง

ในการออกแบบชิ้นส่วนของเกียร์ถ่ายทอดกำลังจำเป็นที่จะต้องกำหนดข้อมูลหลักของจุดหลักๆ ขึ้นมาก่อน แล้วจึงออกแบบรายละเอียดภายหลังให้สอดคล้องกัน โดยจุดที่ควรกำหนดเบื้องต้นแสดงในภาพที่ 5



- | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| (1) เฟืองเกียร์ถอย 1 | (7) เฟืองตามเกียร์ 2 | (13) ลูกปืนเพลาลักขวา |
| (2) เฟืองเกียร์ 1 | (8) คลัทช์เดี่ยว | (14) ลูกปืนเพลาลักซ้าย |
| (3) เฟืองเกียร์ 2 | (9) เฟืองเพลาล้อ | (15) ลูกปืนเพลาคลัทช์ |
| (4) เฟืองเกียร์ถอย 2 | (10) สไปลน์เฟืองเกียร์ถอย 1 | (16) ลูกปืนเพลาล้อ 1 |
| (5) เฟืองเกียร์ถอย 3 | (11) สไปลน์คลัทช์เปลี่ยนความเร็ว | (17) ลูกปืนเพลาล้อ 2 |
| (6) เฟืองตามเกียร์ 1, เกียร์ถอย | (12) สไปลน์เพลาล้อ | (18) ลูกปืนเพลารถอย |

ภาพที่ 5 จุดที่กำหนดเบื้องต้น

รายละเอียดของจุดที่กำหนดเบื้องต้นที่ได้ถูกกำหนด โดยคณะวิจัยของกองเกษตรวิศวกรรม ร่วมกับภาคเอกชนแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของจุดที่กำหนดเบื้องต้น

1. เฟืองเกียร์ถอย 1	16 ฟัน โมดูล 3.5
2. เฟืองเกียร์ 1	14 ฟัน โมดูล 3.5
3. เฟืองเกียร์ 2	36 ฟัน โมดูล 3.5
4. เฟืองเกียร์ถอย 2	30 ฟัน โมดูล 3.5
5. เฟืองเกียร์ถอย 3	14 ฟัน โมดูล 3.5
6. เฟืองตามเกียร์ 1, เกียร์ถอย	75 ฟัน โมดูล 3.5
7. เฟืองตามเกียร์ 2	53 ฟัน โมดูล 3.5
8. คลัทช์เดี่ยว	16 ฟัน โมดูล 4
9. เฟืองเพลาล้อ	60 ฟัน โมดูล 4
10. สไปลน์เฟืองเกียร์ถอย 1	ISO 14 – 8x32x38
11. สไปลน์คลัทช์เปลี่ยนความเร็ว	Category0 ISO 14 – 6x26x30 Category1 ISO 4156 – 22Zx1.25m
12. สไปลน์เพลาล้อ	ISO 14 – 8x36x40
13. ลูกปืนเพลาลักขวา	เบอร์ 6306
14. ลูกปืนเพลาลักซ้าย	เบอร์ 6305
15. ลูกปืนเพลาคลัทช์	เบอร์ 6306
16. ลูกปืนเพลาล้อ 1	เบอร์ 6308
17. ลูกปืนเพลาล้อ 2	เบอร์ 6208
18. ลูกปืนเพลารถอย	เบอร์ 6205

* สไปลน์คลัทช์เปลี่ยนความเร็ว กำหนดให้มี 2 Category เพราะภาคเอกชนส่วนหนึ่งต้องการใช้สไปลน์ตรง แต่ภาคเอกชนอีกส่วนหนึ่งต้องการใช้สไปลน์อินโวลูทไม่สามารถตกลงกันได้ การใช้สไปลน์ตรงจะควบคุมคุณภาพได้ง่ายกว่าการใช้สไปลน์อินโวลูท แต่การใช้สไปลน์อินโวลูทสามารถกำหนดขนาดของเพลาล้อได้ละเอียดกว่า ทำให้เลือกขนาดเพลาล้อได้เหมาะสมกับขนาดของเฟืองกว่าการใช้สไปลน์ตรง เพลาล้อไม่โตเกินความต้องการ ซึ่งทำให้เฟืองมีความแข็งแรง

ข้อจำกัดในการออกแบบรถไถเดินตามให้สอดคล้องกับ มอก.

การออกแบบรถไถเดินตามให้สอดคล้องกับ มอก. จะมีข้อจำกัดอยู่ในจุดหนึ่งคือ การให้รถไถเดินตามสามารถเบรคได้ในขณะเข้าเกียร์ว่าง ซึ่งแม้ว่าจะสามารถพัฒนาแบบได้ไม่ยากโดยต่อเพลาลอยออกไปนอกเสื้อเกียร์ แล้วติดตั้งเบรคที่เพลลาที่ต่อออกไปนั้น แต่จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของรถไถเดินตามสูงขึ้น ซึ่งในจุดนี้ผู้ผลิตรถไถเดินตามส่วนใหญ่เห็นว่าไม่จำเป็นและสามารถพัฒนาได้เมื่อลูกค้ามีความต้องการในอนาคต ทางคณะวิจัยจึงไม่ได้ออกแบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังให้สอดคล้องกับ มอก. ในจุดนี้

ส่วนจุดอื่นใน มอก. ที่ควรคำนึงถึงคือ จุดพวงอุปกรณ์และหน้าแปลนล้อ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนภายนอกชุดเกียร์ถ่ายทอดกำลัง โดยในมอก. ไม่กำหนดมิติที่ชัดเจนแต่กำหนดเป็นช่วงของมิติ ทางคณะวิจัยไม่ได้ออกแบบชิ้นส่วนดังกล่าว แต่แนะนำให้ผู้ผลิตรถไถเดินตามไปพัฒนาแบบให้สอดคล้องกับ มอก. ด้วยตนเองตามความเหมาะสม

รายละเอียดการออกแบบชุดเฟืองเกียร์

1. มาตรฐาน ISO ที่ใช้ในการออกแบบ มีดังต่อไปนี้

1.1 ISO 14 : 1928 Straight-sided splines for cylindrical shafts with internal centering – Dimensions, tolerances and verification

1.2 ISO 286 – 2 : 1988 ISO system of limits and fits – Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts

1.3 ISO 4156 : 1981 Straight cylindrical involute splines – Metric module, side fit – Generalities, dimensions and inspection

1.4 ISO/TR 4467 : 1982 Addendum modification of the teeth of cylindrical gears for speed-reducing and speed-increasing gear pairs

2. การคำนวณเฟืองเกียร์ใช้หลักการคำนวณ S-gearing สำหรับ equal root stress เป็นหลัก แต่ทั้งนี้มีการปรับตัวเลขบ้างให้เหมาะสมกับขนาดของเพลลาที่ใช้ในการทำเฟือง โดยใช้โปรแกรมคำนวณ Excel ดังมีรายละเอียดในภาคผนวก จ. โดยผลการคำนวณเฟืองเกียร์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณขนาดเฟืองเกียร์

module,m	3.5	3.5	3.5	3.5	4
number of pinion teeth,Z1	14	36	16	14	16
pitch diameter of pinion	49	126	56	49	64
number of gear teeth, Z2	75	53	30	75	60
pitch diameter of gear	262.5	185.5	105	262.5	240
gear ratio,i	5.357	1.472	1.875	5.357	3.750
standard centre distance, a0	155.75	155.75	80.5	155.75	152
actual centre distance, a	158	158	82	158	154
pressure angle, degree	20	20	20	20	20
pressure angle, radian	0.3492	0.3492	0.3492	0.3492	0.3492
inv pressure angle	0.0149	0.0149	0.0149	0.0149	0.0149
working pressure angle, radian	0.3864	0.3864	0.3964	0.3864	0.3833
inv working pressure angle	0.0205	0.0205	0.0222	0.0205	0.0199
sum of profile correction factor	0.676	0.676	0.457	0.676	0.524
pinion correction factor	0.449	0.290	0.311	0.449	0.330
gear correction factor	0.227	0.386	0.146	0.227	0.194
topping, mm.	0.117	0.117	0.099	0.117	0.095
pinion diameter, mm	58.910	134.796	64.979	58.910	74.450
gear diameter, mm	270.857	194.970	112.822	270.857	249.360
number of measured pinion teeth	3	5	3	3	3
pinion tooth distance	27.603	48.974	27.371	27.603	31.332
number of measured gear teeth	9	7	4	9	7
gear tooth distance	92.082	70.711	37.998	92.082	80.678
pinion root circle diameter	43.393	119.280	49.428	43.393	56.640

gear root circle diameter	255.340	179.454	97.271	255.340	231.550
---------------------------	---------	---------	--------	---------	---------

3. แบบของชิ้นส่วนเกียร์ถ่ายทอดกำลังจะเขียนด้วยโปรแกรม Autocad เพื่อสะดวกต่อการแก้ไขแบบ และแบบยังถูกวาดภาพด้วยโปรแกรม SolidWorks เพื่อแสดงภาพ 3 มิติ ของแบบอีกด้วย โดยการเขียนแบบจะอิงตามมาตรฐาน ISO ดังต่อไปนี้

3.1 ISO 701 : 1988 International gear notation – Symbols for geometrical data

3.2 ISO 1302 : 1992 Technical drawings – Method of indicating surface texture

3.3 ISO 1340 : 1976 Cylindrical gears – Information to be given to the manufacturer by the purchaser in order to obtain the gear required

3.4 ISO 2768-1 : 1989 General tolerances – Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications

3.5 ISO 2768-2 : 1989 General tolerances – Part 2: Geometrical tolerances for feature without individual tolerance indications

3.6 ISO 10578 : 1992 Technical drawings – Tolerancing of orientation and Location – Projected tolerance zone

อย่างไรก็ตามการกำหนดชนิดของวัสดุมีความจำเป็นต้องใช้ตามมาตรฐาน JIS เพราะหาซื้อวัสดุตามมาตรฐาน JIS ได้ง่ายในประเทศไทย

แบบของเกียร์ถ่ายทอดกำลังจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบบังคับ ซึ่งเป็นแบบหลักในการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน ได้แก่ แบบของเฟือง และเพลลา และแบบแนะนำ ซึ่งเป็นแนวทางให้โรงงานผลิตนำไปใช้ ได้แก่ แบบของเสื้อลูกปืน มู่เล่ และเสื้อเกียร์ โดยไม่บังคับให้ทางโรงงานที่เข้าร่วมโครงการต้องทำตามแบบยกเว้นจุดสำคัญ คือ ระยะระหว่างเพลลาต่างๆ ของเสื้อเกียร์

แบบของชิ้นส่วนของเกียร์ถ่ายทอดกำลังจะเขียนออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบที่แสดงค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวอักษรตาม ISO และแบบที่แสดงค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวเลขเพื่อให้เหมาะสมต่อโรงงานในประเทศ

คณะทำงานได้ออกแบบชิ้นส่วนเฟือง เพลลา และเสื้อเกียร์ เสร็จสิ้นในเดือนกันยายน 2542 เพื่อให้โรงงานต่างๆ นำไปผลิตต้นแบบรถไถเดินตามตามแผนที่วางไว้ อย่างไรก็ตามคณะทำงานไม่สามารถออกแบบชิ้นส่วนของแบบแนะนำอื่นๆ นอกจากเสื้อเกียร์ได้ ณ เวลานั้น เนื่องจากข้อ

จำกัดของเวลา จึงจำเป็นต้องให้โรงงานต่างๆ ทดลองกำหนดแบบชิ้นส่วนดังกล่าวด้วยตนเอง โดยแบบที่ออกแบบในขั้นตอนนี้จะแสดงในรายงานความก้าวหน้าของโครงการ โดยจะไม่แสดงในรายงานฉบับนี้เพราะได้มีการแก้ไขแบบ ซึ่งในรายงานฉบับนี้จะแสดงเฉพาะแบบที่แก้ไขสมบูรณ์แล้ว

บทที่ 4

การผลิตรถไฟเดินตามต้นแบบ

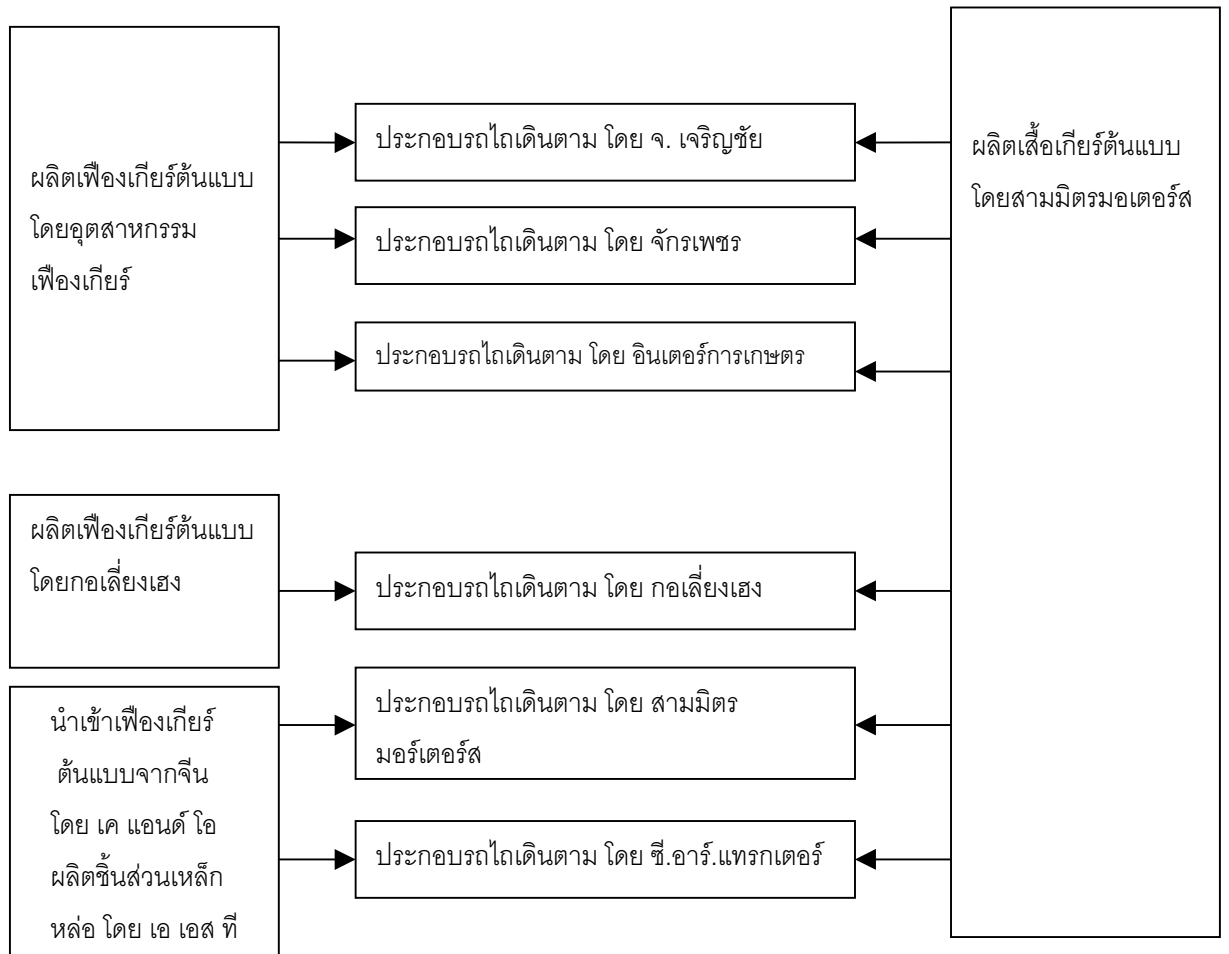
ปลายเดือนมกราคมการผลิตรถไฟเดินตามต้นแบบ 2542 มีความก้าวหน้าดังต่อไปนี้

1. สามมิตรมอเตอร์ส ได้สร้างเสื้อเกียร์ต้นแบบเป็นจำนวน 9 ชุด ส่งให้แก่โรงงานรถไฟเดินตามต่าง ๆ นำไปใช้ในการประกอบรถไฟเดินตามต้นแบบ
2. อุตสาหกรรมเฟืองเกียร์ สามารถผลิตชิ้นส่วนเฟืองเกียร์เป็นจำนวน 5 ชุด ส่งให้แก่โรงงานรถไฟเดินตาม 5 โรงงาน ได้แก่ สามัคคีโลหะกิจ จ. เจริญชัย มัยเล้ง จักรเพชร และอินเตอร์การเกษตร
3. เค แอนด์ โอ ได้ส่งเฟืองซึ่งสั่งผลิตตามแบบจากจีน 2 ชุด ให้แก่ โรงงานรถไฟเดินตาม ซี.อาร์.แทรกเตอร์ และ ไทยแทรกเตอร์
4. กอเลียงเฮงสามารถผลิตเฟืองได้เสร็จสิ้น เพื่อใช้ในการประกอบรถไฟเดินตามของตนเอง

อย่างไรก็ตามได้ประสบปัญหาในการดำเนินงาน คือ

1. แบบที่ออกแบบเสร็จสิ้นมีเฉพาะแบบเฟือง เพลา และเสื้อเกียร์ โดยไม่มีแบบชิ้นส่วนอื่นๆ ซึ่งเป็นแบบแนะนำแต่ยังออกแบบไม่เสร็จสิ้น ทำให้แต่ละโรงงานต้องออกแบบเอง ซึ่งในบางโรงงาน เช่น สามัคคีโลหะกิจ และ มัยเล้ง ไม่สามารถทำได้ในเวลาจำกัด
2. โรงงานรถไฟเดินตามไทยแทรกเตอร์ประสบปัญหาทางธุรกิจไม่สามารถทำต้นแบบได้
3. มีดักส์โพล์ NACHI ซึ่งสั่งมาจากญี่ปุ่นเพื่อให้โรงงานรถไฟเดินตามรุ่งเพชรทดลองใช้ส่งไม่ทันกำหนด

จากปัญหาหลักทั้ง 3 ข้อ จึงปรับแผนการผลิตต้นแบบรถไฟเดินตามเป็นดังแผนผังในภาพที่ 6 และในปลายเดือนมีนาคม 2542 รถไฟเดินตามต้นแบบ 6 คัน สร้างเสร็จสิ้นเพื่อทำการทดสอบ ต่อไป



ภาพที่ 6 แผนผังการผลิตรถไถเดินตามต้นแบบ

บทที่ 5

การทดสอบรถไถเดินตามต้นแบบ

คณะวิจัยได้ทำการทดสอบรถไถเดินตามในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เดือนเมษายน 2542 โดยมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนตามแบบของโรงงานผู้ผลิต

เนื่องจากมีข้อจำกัดของเครื่องมือตรวจสอบ เช่น การตรวจวัดเฟืองต้องใช้ Disc Micrometer (ภาพที่ 7) ถึง 3 ขนาด ซึ่งกองเกษตรวิศวกรรมต้องใช้เวลาคัดซื้อเป็นเวลานาน (ด้วยงบประมาณของกองเกษตรวิศวกรรม) กว่าจะได้รับก็ราวปลายเดือนมิถุนายน 2542 ทำให้ไม่ได้ตรวจสอบความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผู้ผลิตอย่างเป็นระบบ แต่ก็มีการสุ่มตรวจความสามารถโดยใช้เครื่องมือของภาคเอกชนและสรุปเบื้องต้นได้ว่า ความสามารถในการผลิตเฟืองของโรงงานต่างๆ มีความแตกต่างกันพอสมควร โรงงานบางแห่งสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนได้ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดในแบบ แต่โรงงานบางแห่งก็มีค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างจากแบบพอสมควร



ภาพที่ 7 การใช้ Disc Micrometer ในการตรวจสอบเฟือง

นอกจากนี้ โรงงานทุกแห่งจะประสบปัญหาจากการผลิตสไปลน์ให้มีค่าตามคลาดเคลื่อนได้ตามแบบ เพราะวิธีการผลิตอย่างสมบูรณ์จะต้องใช้เครื่องเจียรสไปลน์ ซึ่งยังไม่มีโรงงานใดนำมาใช้ เพราะต้นทุนสูง

สำหรับการชุบแข็งและชนิดของวัสดุ ในแบบได้นำมาใช้การชุบแข็งแบบ Induction ซึ่งมีข้อดีคือต้นทุนต่ำแต่มีข้อจำกัดคือถ้าจะทำให้การชุบแข็งเป็นตามแบบอย่างสมบูรณ์และมีคุณภาพสูงต้องใช้เครื่องชุบแข็งที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของบางโรงงานที่ไม่มีเครื่องดังกล่าวแต่ต้องการผลิตเฟืองที่มีคุณภาพ จึงมีความจำเป็นที่โรงงานเหล่านั้นต้องใช้วิธีชุบแข็งแบบ Carburizing ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่า หรือจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีคุณลักษณะแตกต่างไปเพื่อให้เฟืองมีคุณภาพดีเพียงพอ

การทดสอบรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ทำการทดสอบการถ่ายทอดกำลังตามวิธีการทดสอบในมาตรฐานรถแทรกเตอร์เดินตาม ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อวัดกำลังที่ต้องใช้ในการเอาชนะแรงเสียดทานในห้องเกียร์ เพื่อให้เพลาล้อหมุน ซึ่งในมาตรฐานจะทดสอบเฉพาะที่เกียร์ 1 และกำหนดให้ค่ากำลังที่วัดได้ต้องไม่เกิน 1.12 กิโลวัตต์ แต่ในการทดสอบครั้งนี้จะทำที่เกียร์ 2 และเกียร์ถอยด้วยการทดสอบรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การทดสอบรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบจะใช้เครื่องยนต์ขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 1800 รอบต่อนาที ใช้ Torque Transducer และ Proximity Switch วัดแรงบิด และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อคำนวณหา กำลังที่ใช้ โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{กำลัง (กิโลวัตต์)} = 1.104 \times \text{แรงบิด (กิโลนิวตันเมตร)} \times \text{ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)}$$

ค่าแรงบิดและความเร็วที่วัดได้จะถูกส่งเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ด A/D Converter เพื่อประมวลผล แสดงผล และเก็บข้อมูล

ผลการทดสอบรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งค่ากำลังที่ใช้ที่เกียร์ 1 ของรถไถเดินตามต้นแบบทุกคันอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐาน อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่าในเกียร์ 2 มีเสียงที่เกิดจากการกระทบกันของเฟืองเกียร์ 2 และเพลาดอย ซึ่งต้องแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

รถไถเดินตามที่ประกอบโดย	กำลังที่ใช้ขณะแรงเสียดทาน (กิโลวัตต์)		
	เกียร์ 1	เกียร์ 2	เกียร์ดอย
จ. เจริญชัย	1.10	1.67	1.24
จักรเพชร	1.05	1.44	1.04
อินเตอร์การเกษตร	1.00	1.69	0.92
กอลิเยงเฮง	0.98	1.40	1.15
สามมิตรมอเตอร์ส์	0.90	1.29	0.80
ซี.อาร์.แทรกเตอร์	0.95	1.35	1.12

การทดสอบรถไถเดินตามในแปลงเกษตรกร

รถไถเดินตามต้นแบบทั้ง 6 คัน ถูกส่งไปทดสอบการใช้งานจริงในแปลงเกษตรกร โดยรถไถเดินตามทุกคันจะผ่านการใช้งานประมาณคันละ 100 ไร่ โดยมีรายละเอียดการใช้งานดังตารางที่ 4 และภาพที่ 9, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 แสดงการทดสอบรถไถเดินตามพ่วงด้วยอุปกรณ์ต่างๆ

ตารางที่ 4 การทดสอบการใช้งานรถไถเดินตามในแปลงเกษตรกร

รถไถเดินตามที่ประกอบด้วย	รายละเอียดการใช้งาน	หมายเหตุ
จ. เจริญชัย	จ. สุพรรณบุรี พ่วงไถจานไถกลบร่องอ้อย พ่วงไถจานไถนา, พ่วงลูกทุบตีเทือก, พ่วงคราดปรับหน้าดิน, ลากรถพ่วง สำหรับบรรทุกข้าวเปลือก และขนย้ายอุปกรณ์ในการทำนา	
จักรเพชร	จ. สุพรรณบุรี พ่วงไถจาน , จานไถนาไถกลบร่องอ้อยพ่วงไถ, พ่วงลูกทุบตีเทือก, พ่วงคราดปรับหน้าดิน, ลากรถพ่วง สำหรับบรรทุกข้าวเปลือก และขนย้ายอุปกรณ์ในการทำนา	
อินเตอร์การเกษตร	จ. ปทุมธานี พ่วงไถจานไถนา, พ่วงลูกทุบตีเทือก, พ่วงคราดปรับหน้าดิน, ลากรถพ่วงสำหรับบรรทุกข้าวเปลือก, ใช้ติดเครื่องยนต์นำไปสูบน้ำเข้านา	เนื่องจากสภาพพื้นที่ เป็นดินเหนียวจัดและมี หล่มมากจึงต้องขยาย ขนาดล้อให้กว้างและ สูงขึ้นกว่าเดิมแล้วติด ล้อเสริมกันจม
กอลิเยงเฮง	จ. ปทุมธานี พ่วงติดไถหัวหมูไถนา, พ่วงจานพรวนย่อยดินในแปลงผัก, ติดพ่วงคราดปรับหน้าดิน, ลากรถพ่วงสำหรับบรรทุก ข้าวเปลือก และขนย้ายอุปกรณ์ในการทำนา	เป็นดินเหนียวจัดและมี หล่มมากจึงขยายขนาด ล้อให้กว้างและสูงขึ้น กว่าเดิม
สามมิตรมอเตอร์ส	จ. ปทุมธานี พ่วงไถจานไถนา, พ่วงลูกทุบตีเทือก, พ่วงคราดปรับ หน้าดิน, และลากเทรลเลอร์สำหรับบรรทุกข้าว เปลือก	

รถไถเดินตามที่ประกอบด้วย	รายละเอียดการใช้งาน	หมายเหตุ
ซีอาร์แทรคเตอร์	จ. สุพรรณบุรี ไถนาตีดไถจาน, พ่วงลูกทุบตีเทือก, พ่วงคราดปรับหน้าดิน, และลากเทรลเลอร์สำหรับบรรทุกข้าวเปลือก	เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นดินเหนียวจัดและมีหล่มมากจึงขยายขนาดล้อให้กว้างและสูงขึ้นกว่าเดิม

ผลการทดสอบรถไถเดินตามในแปลงเกษตรกร พบว่า รถไถเดินตามทุกคันไม่มีปัญหาใดๆ ขณะทดสอบรถไถเดินตามสามารถทำงานได้ตามต้องการ และเมื่อผ่านการทดสอบการใช้งานครบ 100 ไร่ ได้ตรวจสอบสภาพทั่วไปของรถไถเดินตาม พบว่ารถไถเดินตามไม่มีความเสียหายใดๆ



ภาพที่ 9 รถไถเดินตามพ่วงไถจานเดินตาม



ภาพที่ 10 รถไถเดินตามพ่วงไถจานยืนบนสกี



ภาพที่ 11 รถไถเดินตามพ่วงไถงานนั่งบนสกี



ภาพที่ 12 รถไถเดินตามพ่วงลูกทุบตีเทือก



ภาพที่ 13 รถไถเดินตามฟ่งไถหัวหมู



ภาพที่ 14 รถไถเดินตามฟ่งจานพรวน



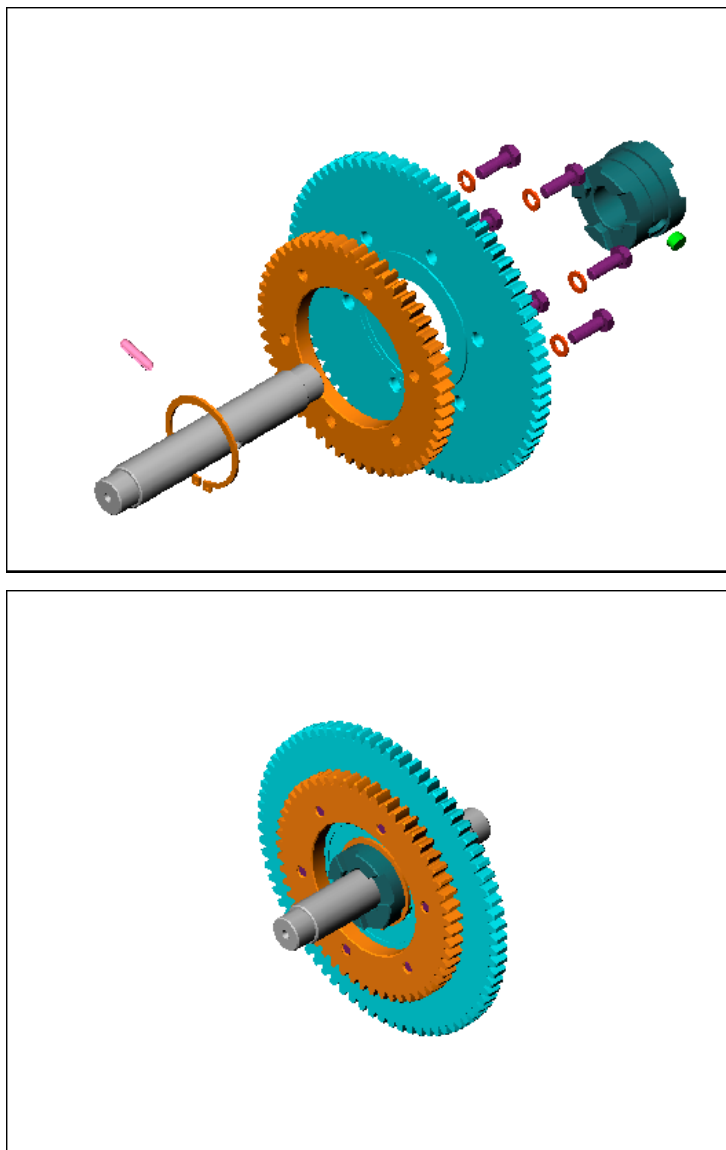
ภาพที่ 15 รถไถเดินตามพ่วงไถจานไถกลบร่องอ้อย

บทที่ 6

การแก้ไขแบบรถไถเดินตาม

จากผลการทดสอบรถไถเดินตามแม้ว่าจะไม่มีปัญหาสำคัญใดๆ แต่จากการประชุมในต้นเดือนพฤษภาคม 2542 คณะทำงานมีความเห็นให้แก้ไขแบบเพื่อให้แบบมีความสมบูรณ์ดังนี้

1. แก้ไขการยึดเฟืองเฟืองตามเกียร์ 2 ให้ยึดไปกับเฟืองตามเกียร์ 1, เกียร์ถอย โดยตรง ซึ่งจะทำให้การประกอบง่ายขึ้นโดยชุดเฟืองจะสามารถประกอบบางส่วนเข้าด้วยกันจากภายนอก และมีคุณภาพสูงขึ้นโดยเฟืองจะตั้งฉากกับเพลาสมบูรณ์มากขึ้น ภาพที่ 16 แสดงการยึดเฟืองตามเกียร์ 2 และเฟืองตามเกียร์ 1 กับเพลาคัลท์



ภาพที่ 16 การยึดเฟืองตามเกียร์ 1 และเฟืองตามเกียร์ 2 กับเพลาคัลท์

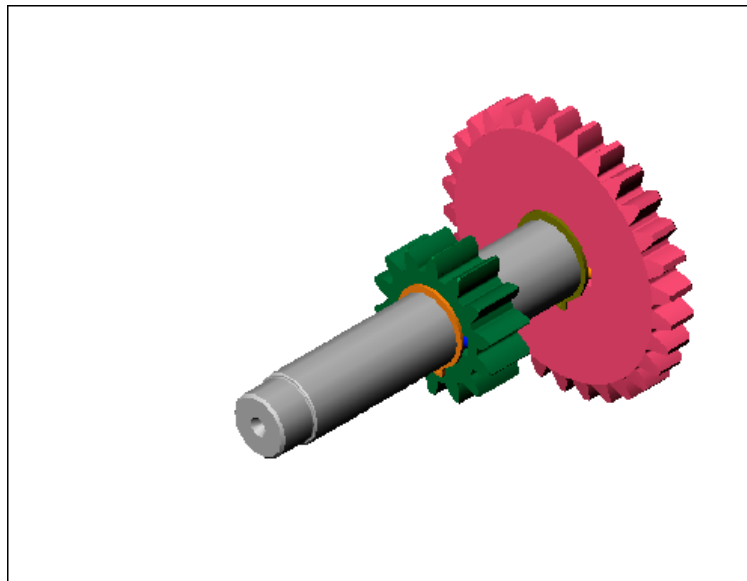
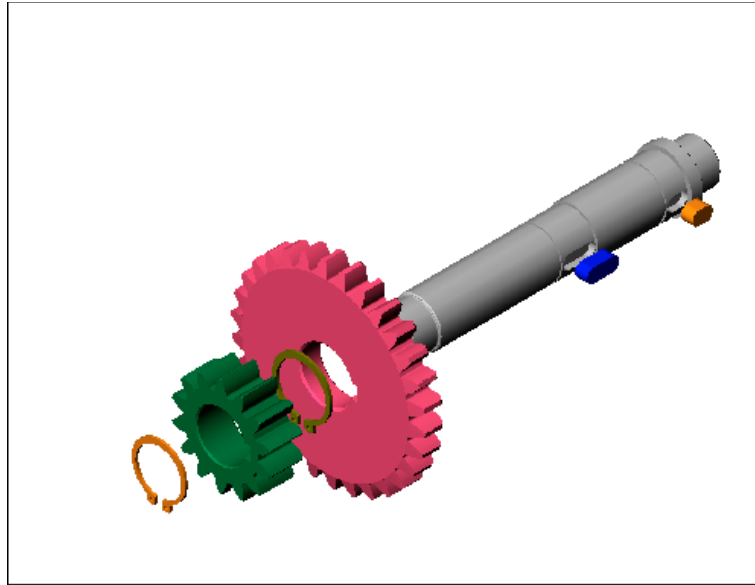
ชุดเฟืองจะยึดกับเพลาคัลท์ด้วยสลักเบ่ง (Spring Pin) (Category 0) หรือ น็อตหัวหกเหลี่ยม (Category 1) การที่ต้องกำหนด 2 Category ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเพราะผู้ผลิตรถไถเดินตามบางส่วนนิยมใช้สลักเบ่งเพราะสะดวกรวดเร็ว แต่ผู้ผลิตรถไถเดินตามบางส่วนมีความเห็นว่าต้องใช้ความชำนาญในการตอกสลักเบ่ง จึงใช้น็อตหัวหกเหลี่ยมแทน

2. เพลหลัก (ภาพที่ 17) แก่ปลายเพลามู่เล่จากปลายตรงให้เป็นปลายเรียว และสไปลน์คัลท์เปลี่ยนความเร็ว ตัด Category ของสไปลน์อินโวลูท ออกให้เหลือแต่ สไปลน์ตรงเท่านั้น เพราะความสามารถการผลิตของโรงงานส่วนใหญ่ยังไม่พร้อม



ภาพที่ 17 เพลหลัก

3. แก้ไขการยึดเฟืองกับเพลาถอย โดยไม่ใช้การเชื่อมแต่ใช้ลิ้มและแหวนล็อกแทนดังแสดง
ในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การยึดเฟืองกับเพลาถอย

4. แก๊สเฟืองเกียร์ 2 จาก 36 ฟัน เป็น 35 ฟัน ($X = 0.240$) และแก๊สเฟืองตามเกียร์ 2 จาก 53 ฟัน เป็น 54 ฟัน ($X = 0.436$) เพื่อไม่ให้เฟืองเกียร์ 2 เกิดการกระทบกับเพลาลอยเมื่อหมุนด้วยความเร็วสูง

นอกจากนี้ยังได้ให้กองเกษตรวิศวกรรมออกแบบชิ้นส่วนในแบบแนะนำให้สมบูรณ์ตลอดจนทดลองผลิตชิ้นส่วนดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ในการประกอบรถไถเดินตามต้นแบบ โดยแบบชิ้นส่วนของเกียร์ถ่ายทอดกำลังที่แก้ไขสมบูรณ์ แสดงในภาพผนวก จ. และ ข. และภาพแสดงแบบชิ้นส่วน 3 มิติ แสดงในภาพผนวก ซ.

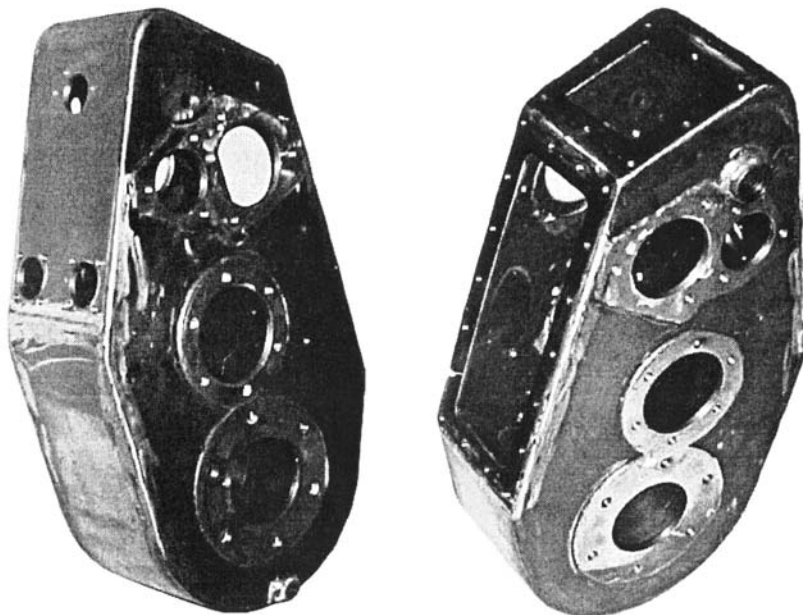
เนื่องจากมีข้อจำกัดของเวลาจึงได้ทำต้นแบบอีกเพียง 2 ตัว ภายหลังการแก้ไขแบบโดยผลิตชุดเฟืองเกียร์ตามแบบ (ภาพที่ 19) โดย เค แอนด์ โอ ผลิตเสื้อลูกปืน (ภาพที่ 20) และมู่เล่ โดย เอ เอส ที ผลิตเสื้อเกียร์ (ภาพที่ 21) และประกอบรถไถเดินตามโดย สามมิตรมอเตอร์ส์ การประกอบต้นแบบ 2 ตัวนี้เสร็จสิ้นในต้นเดือนมิถุนายน 2542 ต้นแบบตัวหนึ่งใช้สลักเบงในการยึดชุดเฟืองกับเพลาคัลท์ (Category 0) ต้นแบบอีกตัวใช้น็อตหัวหกเหลี่ยมในการยึดชุดเฟืองกับเพลาคัลท์ (Category 1)



ภาพที่ 19 ชุดเฟืองเกียร์

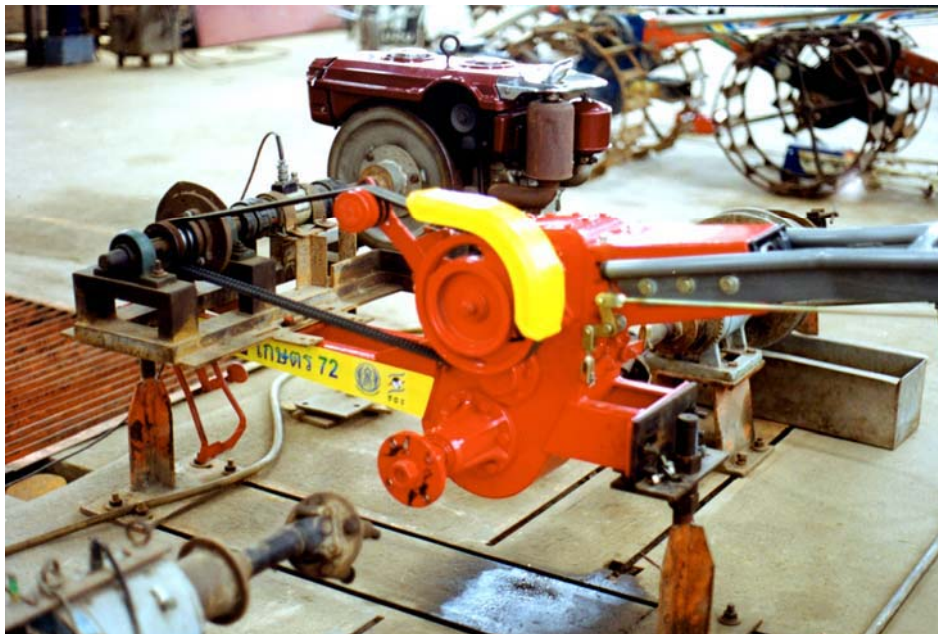


ภาพที่ 20 เสือถูกปืน



ภาพที่ 21 เสือเกียร์ต้นแบบ

ในต้นเดือนมิถุนายน 2542 ได้นำรถไถเดินตามทั้ง 2 ตัว ไปทดสอบในห้องปฏิบัติการดังภาพที่ 22 ผลการทดสอบพบว่า กำลังที่ใช้ขณะแรงเสียดทานต่ำกว่าต้นแบบชุดแรกมาก โดยเฉพาะที่เกียร์ 1 ซึ่งใน มอก. รถแทรกเตอร์เดินตามกำหนดให้ใช้กำลังไม่เกิน 1.12 กิโลวัตต์นั้น รถไถเดินตามต้นแบบใช้กำลังเฉลี่ย 0.56 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเฟืองหมุนได้คล่องมาก โดยคาดว่าเป็นเพราะการใช้ชุดเลื้อยถูกป้อนตามแบบแนะนำ และมีการประกอบชุดเฟืองตามเกียร์ 1, เกียร์ถอย และ เฟืองตามเกียร์ 2 ตามวิธีที่ออกแบบแก้ไขทำให้แนวของเฟืองตั้งฉากกับเพลาค่อนข้างสมบูรณ์



ภาพที่ 22 การทดสอบรถไถเดินตามแบบแก้ไขในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบรถไถเดินตามแบบแก้ไขในห้องปฏิบัติการมีผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบรถไถเดินตามแบบแก้ไขในห้องปฏิบัติการ

แบบ	กำลังที่ใช้ขณะแรงเสียดทาน (กิโลวัตต์)		
	เกียร์ 1	เกียร์ 2	เกียร์ถอย
Category 0	0.58	0.94	0.59
Category 1	0.54	0.82	0.54

ในกลางเดือนมิถุนายน 2542 ได้การทดสอบการใช้งานรถไถเดินตามแบบแก้ไขในแปลงนา จ. ปทุมธานี และ จ. สุพรรณบุรี (ภาพที่ 23) โดยสามารถทดสอบได้ประมาณคันละ 50 ไร่ เนื่องจากมีข้อจำกัดของพื้นที่ทดสอบ ผลการใช้งานไม่พบปัญหาใดๆ รถไถเดินตามสามารถทำงานได้ตามต้องการโดยการใช้งานจะใช้ฟางด้วยไถจานเป็นหลัก จากการตรวจสอบภายหลังการทดสอบพบว่ารถไถเดินตามไม่เกิดความเสียหายใดๆ



ภาพที่ 23 การทดสอบการใช้งานรถไถเดินตามแบบแก้ไขในแปลงเกษตรกร

บทที่ 7

การวางแผนทางการส่งเสริมการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน

คณะทำงานได้มีข้อคิดเห็นร่วมกับกรมวิชาการเกษตร(ผ่านทางผู้เ้าำนวยการกองเกษตรวิศวกรรม) และ สกว. (ผ่านทางผู้ประสานงานโครงการ) วางแผนทางการส่งเสริมการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันดังนี้

แม้ว่าหลักการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันจะเป็นประโยชน์โดยรวม โดยทั้งนี้ภาคเอกชนหลายรายได้วางแผนที่จะผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้เกียรถ่ายทอดกำลังตามแบบที่ได้พัฒนาเพื่อทดลองตลาดภายในปีนี้อย่างไรก็ตามก็ยังเป็นการยากที่จะผลักดันให้การผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันแพร่หลายอย่างรวดเร็วในสภาวะการณปัจจุบัน เพราะผู้ผลิตธัญธไถเดินตามต้องลงทุนเพิ่มในสภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ เพื่อวางสายการผลิตธัญธไถเดินตามเพิ่มเติมจากรุ่นที่มีอยู่เดิม อีกทั้งประโยชน์ของการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันก็ไม่สามารถที่จะแสดงให้เห็นในช่วงแรกที่ปริมาณการผลิตขึ้นส่วนร่วมกันยังต่ำ จึงจำเป็นที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะต้องส่งเสริมในการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันอย่างเต็มที่ ถึงจะทำให้การผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันประสบความสำเร็จ

กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้วางแผนทางการส่งเสริมการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันดังต่อไปนี้

1. เผยแพร่แบบของระบบเกียรถ่ายทอดกำลังของธัญธไถเดินตามที่ได้พัฒนาแก่สาธารณะ โดยกำหนดให้โรงงานธัญธไถเดินตามที่น่าแบบเกียรถ่ายทอดกำลังไปผลิตธัญธไถเดินตามภายใต้การตรวจสอบว่าสามารถผลิตได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยกองเกษตรวิศวกรรมสามารถใช้ชื่อรุ่นของธัญธไถเดินตามว่า 'เกษตร 72' และอนุญาตให้ผู้ผลิตสามารถใช้ตราสัญลักษณ์ของกรมวิชาการเกษตรติดที่ธัญธไถเดินตาม
2. เผยแพร่ประโยชน์ของการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันแก่ภาครัฐและภาคเอกชนผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ หน่วยราชการด้านการเกษตร สถาบันการเงิน ผู้ผลิตธัญธไถเดินตามและชิ้นส่วน ผู้จำหน่ายธัญธไถเดินตาม ตลอดจนกลุ่มเกษตรกร เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องตระหนักถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นต่อทุกฝ่ายในอนาคต เพื่อร่วมกันส่งเสริมการผลิตธัญธไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันตามความเหมาะสม
3. ให้ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรมในภูมิภาคใช้ต้นแบบธัญธไถเดินตาม 'เกษตร 72' ในการฝึกอบรมการใช้และการซ่อมบำรุงรักษารธัญธไถเดินตาม

นอกจากนี้ทางสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ยังได้อนุญาตให้ผู้ผลิตสามารถใช้ตราสัญลักษณ์ของ สกว. ติดที่รถไถเดินตามในฐานะผู้สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ด้วยเช่นกัน

ขณะนี้คณะทำงานได้จัดการประชุมเรื่องการพัฒนารถไถเดินตามเกษตร 72 (ภาพที่ 24) ซึ่งมีผู้เข้าร่วมประชุม ได้แก่ ผู้ผลิตรถไถเดินตามและชิ้นส่วน ผู้ค้ารถไถเดินตาม สถาบันการเงิน กลุ่มเกษตรกร และนักวิชาการจากหน่วยงานต่างๆ และได้มีการแถลงข่าวต่อสื่อมวลชน (ภาพที่ 25) โดยมีอธิบดีกรมวิชาการเกษตรเป็นประธาน ในวันที่ 25 มิถุนายน 2542 ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น



ภาพที่ 24 การประชุมเรื่องการพัฒนาการไถเดินตามเกษตร 72



ภาพที่ 25 การแถลงข่าวรถไถเดินตามเกษตร 72

บทที่ 8

วิเคราะห์ผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาารถไถเดินตามเพื่อผลิตโดยใช้แบบร่วมกัน ซึ่งในการออกแบบ และแก้ไขแบบได้ใช้ประสบการณ์ของผู้ผลิตรถไถเดินตามในการกำหนดลักษณะกลไกการทำงานของเกียร์ถ่ายทอดกำลัง และร่วมในการแก้ไขค่าขนาดของชิ้นส่วนซึ่งนักวิชาการคำนวณตามทฤษฎี แต่อาจมีความไม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงในประเทศไทย ส่งผลให้ต้นแบบรถไถเดินตามมีต้นทุนต่ำ ประกอบง่าย และมีคุณภาพสูง

อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของเวลาที่ยังทำให้แบบยังไม่สมบูรณ์ 100% ต้องมีการแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ ในอนาคตตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีข้อที่ควรคำนึง คือ ปัจจุบันอาจจะยังไม่มีโรงงานผู้ผลิตรายใดในประเทศไทยสามารถควบคุมการผลิตครวละมาก ๆ ให้เป็นไปตามแบบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยอาจจะผลิตชิ้นส่วนได้ตามมิติหลักทั้งหมด แต่ค่าความคลาดเคลื่อนในบางจุดโดยเฉพาะที่สไปนคิงไม่สามารถคุมให้อยู่ในเกณฑ์ได้อย่างสมบูรณ์เพราะต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพสูง ทางกองเกษตรวิศวกรรม จึงได้วางเป้าหมายในการควบคุมความสามารถการผลิตรถไถเดินตาม 'เกษตร 72' ของโรงงานผู้ผลิตเป็นขั้นตอนตามความเหมาะสม โดยจะกำหนดวิธีการและรายละเอียดต่อไป

จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าในรถไถเดินตามต้นแบบ 2 ตัวสุดท้ายซึ่งมีการแก้ไขแบบให้สมบูรณ์มากขึ้น รถไถเดินตามสามารถใช้กำลังเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถแทรกเตอร์เดินตาม ในการเอาชนะแรงเสียดทานในระบบถ่ายทอดกำลังที่เกียร์ 1 แสดงให้เห็นว่ารถไถเดินตามต้นแบบมีความสามารถในการถ่ายทอดกำลังค่อนข้างดี

จากผลการทดสอบการใช้งานในแปลงเกษตรกรรม รถไถเดินตามต้นแบบทุกคันสามารถทำงานได้ดี ไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ในการทดสอบ แต่ทั้งนี้คงไม่นับว่าเป็นจุดเด่นนักเพราะรถไถเดินตามที่ผลิตอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ก็จะใช้งานได้ดีเช่นกัน

จุดเด่นที่สำคัญของเกียร์ถ่ายทอดกำลังของรถไถเดินตามที่ได้พัฒนานี้ คือ ประกอบง่าย โดยจะเป็นการรวมเทคนิคการประกอบที่เด่นๆ ของรถไถเดินตามหลายยี่ห้อมารวมกัน ซึ่งผลของการประกอบง่ายนี้ส่งผลให้รถไถเดินตามมีคุณภาพ คือ เพียงตั้งฉากกับเพลอย่างสมบูรณ์ในทุกจุดต่างกับหลายๆ แบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้เนื่องจากแบบที่กำหนดมีการกำหนดค่าสวมอัดต่างๆ อย่างดี ถ้าผู้ผลิตสามารถผลิตชิ้นส่วนทุกชิ้นได้ตามแบบจะสามารถประกอบห้องเกียร์ได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเสียเวลาปรับแต่ง จุดเด่นที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือการออกแบบชิ้น

ส่วนของเกียร์ถ่ายทอดกำลังได้พัฒนาอิงตาม ISO ทำให้สะดวกในการหาเครื่องมือ เช่น มีด กัดสไปลน์ และอาจเพิ่มความสะดวกต่อการส่งออกรถไฟเหาะตามในอนาคต

นอกจากนี้ในอนาคต กองเกษตรวิศวกรรม คงต้องร่วมกับภาคเอกชนทำการแก้ไขแบบให้เหมาะสมตามข้อมูลที่จะได้รับการผลิตและการใช้ของเกษตรกร ตลอดจนแก้ไขแบบให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใหม่ๆ หรือความสามารถในการผลิตขึ้นส่วนของโรงงานผู้ผลิตอีกทั้งอาจมีการพัฒนารถไฟเหาะตามรูปแบบใหม่ๆ ตามความเหมาะสม

วิธีการวิจัยการผลิตรถไฟเหาะตามโดยใช้แบบร่วมกันนี้อาจประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรกลเกษตรอื่นๆ ได้ในอนาคต โดยทั้งนี้มีหลักสำคัญของความสำเร็จคือ นักวิจัยต้องมีความรอบรู้ทางวิชาการ มีความเป็นธรรมต่อทุกฝ่าย มีความเข้าใจเข้าใจถึงแนวคิดทางการค้าของภาคเอกชน มีเทคนิคการบริหารและดำเนินโครงการ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี โดยทั้งนี้ควรมีความสัมพันธ์พื้นฐานกับภาคเอกชนมาก่อนพอสมควร และมีความเสียสละทุ่มเทต่อการทำงาน โดยไม่หวังผลประโยชน์ตอบแทนใดๆ จากภาคเอกชน

บทที่ 9

สรุปผลการวิจัย

การผลิตโรงเดินตามโดยใช้แบบร่วมกันสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของชิ้นส่วนให้สูงขึ้น โดยเป็นผลจากการผลิตชิ้นส่วนคราวละมากๆ ของผู้ผลิตชิ้นส่วนตลอดจนยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการหลังการขายของร้านค้าทำให้เกษตรกรสามารถหาอะไหล่ในการซ่อมแซมโรงเดินตามได้อย่างสะดวก คณะวิจัยซึ่งประกอบด้วยวิศวกรของกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ร่วมกับตัวแทนจากโรงงานผู้ผลิตโรงเดินตามและผู้ผลิตชิ้นส่วนรวม 13 ราย ได้ทำการออกแบบระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังของโรงเดินตามเพื่อมอบให้แก่สาธารณะสำหรับนำมาใช้เป็นแบบในการผลิตร่วมกัน

แบบที่กำหนดจะมีหลักการออกแบบคือ ต้นทุนต่ำ ประกอบง่าย มีคุณภาพสูง ซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย และผลิตชิ้นส่วนได้โดยโรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่ โดยการคำนวณออกแบบจะใช้หลักการวิศวกรรมย้อนกลับร่วมกับการคำนวณตามทฤษฎีโดยอิงมาตรฐาน ISO และการกำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ จะอาศัยประสบการณ์ของผู้ผลิตเป็นหลัก

ระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังของโรงเดินตามที่ได้พัฒนามีฟังก์ชันการทำงานเท่าที่จำเป็นคือ มี 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย โดยมีอัตราทดเกียร์ 1, เกียร์ 2 และเกียร์ถอย เท่ากับ 1:20.09, 1:5.78 และ 1:37.67 ตามลำดับ กลไกการทำงานของเกียร์จะเป็นลักษณะกลไกที่ให้อยู่ในโรงเดินตามส่วนใหญ่ คือ ประกอบด้วย 4 เพลา การเข้าเกียร์เดินหน้าจะใช้ระบบขบกันคงที่ การเข้าเกียร์ถอยจะใช้ระบบเลื่อนขบ โดยจะมีคลัทช์ช่วยในการเลี้ยวด้วย

แบบของชิ้นส่วนจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ แบบบังคับ และแบบแนะนำ โดยแบบบังคับได้แก่เฟืองเกียร์ และเพลา ส่วนแบบแนะนำได้แก่ เสือเกียร์ เสือลูกปืน และมู่เล่ อย่างไรก็ตามในแบบแนะนำก็จะมีบางจุดสำคัญที่บังคับ เช่น ระยะระหว่างเพลาของเสือเกียร์ เป็นต้น

ในขั้นต้นได้ประกอบโรงเดินตามต้นแบบรวม 6 คัน โดยจะผลิตเสือเกียร์โดย บ. สามมิตรมอเตอร์สแมนูแฟคเจอร์ จำกัด และแบ่งการผลิตชิ้นส่วนอื่นๆ และการประกอบโรงเดินตามต้นแบบไปให้คณะวิจัยภาคเอกชนแต่ละรายรับผิดชอบตามความเหมาะสม

ได้ทำการทดสอบความสามารถการถ่ายทอดกำลังของโรงเดินตามต้นแบบในห้องปฏิบัติการ รวมถึงทำการทดสอบการใช้งานในแปลงเกษตรกรประมาณคันละ 100 ไร่ แม้ว่าจากการทดสอบโรงเดินตามสามารถทำงานได้ดีตามต้องการ คณะวิจัยก็ยังปรับปรุงแบบบางส่วนอีกครั้งเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์สูงสุดโดยแก้ไขให้การประกอบง่ายส่งผลให้เฟืองตั้งฉากกับเพลาสมบูรณ์

มากขึ้น และได้สร้างต้นแบบที่แก้ไขอีก 2 คัน ซึ่งผลการทดสอบพบว่า รถไถเดินตามมีประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลังสูง โดยมีกำลังที่ต้องใช้ในการเอาชนะแรงเสียดทานในระบบถ่ายทอดกำลังขณะเข้าเกียร์ 1 ประมาณ 0.56 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนดใน มอก. รถแทรกเตอร์เดินตาม

เพื่อเป็นการส่งเสริมการผลิตรถไถเดินตามโดยใช้แบบร่วมกัน กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดให้ผู้ผลิตรถไถเดินตามที่ผลิตรถไถเดินตามโดยใช้ชิ้นส่วนของระบบเกียร์ถ่ายทอดกำลังตามแบบที่ได้พัฒนานี้สามารถใช้ชื่อรุ่นของรถไถเดินตามว่า 'เกษตร 72' และสามารถติดตราสัญลักษณ์ของกรมวิชาการเกษตรได้ที่รถไถเดินตาม

เอกสารอ้างอิง

1. The small tractor industry, Master of economics thesis (English language program),
Pathom Taenkam, Faculty of Economics, Thammasat University, June 1980
2. วิศวกรรมรถไถเดินตาม, ดร. สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2539
3. วิวัฒนาการรถไถเดินตามและการผลิตรถแทรกเตอร์ในประเทศไทย, รศ.ดร. บัณฑิต จริโมภาส
อัคคพล เสนาณรงค์ ปิณัย ทองสวัสดิ์วงศ์, หจก. ฟันนี่ พับบลิชซิง, 2542

ภาคผนวก ก.
โรงงานผู้ผลิตรถไถเดินตาม
(จากการสำรวจของกองเกษตรวิศวกรรม ปี พ.ศ. 2535)

1. บริษัท สยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด
101/19-24 เขตนิคมอุตสาหกรรมนวนคร กม. 46
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง
จ. ปทุมธานี 12120
โทร. 5290363-72 โทรสาร. 5290081
2. บริษัท จักรเพชรแทรกเตอร์ จำกัด
290/89 ถ.สุขาภิบาล 3 สะพานสูง บางกุ่ม กรุงเทพฯ 10240
โทร. 3730593, 3730569, 3736676 โทรสาร. 3730525
3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เม่งเส็ง
55/8 หมู่ 3 ซอย 41 (ชูสังข์) ถนนเพชรเกษม แขวงบางแค เขตภาษีเจริญ
กรุงเทพฯ 10160
โทร. 4132902, 4130905 โทรสาร. 4133459
4. บริษัท รุ่งเพชรเอ็นจิเนียริง จำกัด
129/3 หมู่ 4 ถ.เพชรเกษม ต.อ้อมน้อย
อ.กระทุ่มแบน สมุทรสาคร
โทร. 4205378-84 โทรสาร. 4205376
5. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิเชียรจักรกลการเกษตร
1/4-7 ดิิดชุมสายโทรศัพท์หนองแขม ต.อ้อมน้อย
อ.กระทุ่มแบน สมุทรสาคร
โทร. 4200976, 4200986 โทรสาร. 4312518
6. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิจิตรกลการ (ไทเฮงหลง แปดริ้ว)
36 หมู่ 3 ตำบลไสธร อำเภอมะเมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000
โทร. 511292 (โรงงาน) 511144 (สำนักงาน)
7. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคไพบูลย์
6-12 อำเภอบางค้ำ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110

8. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สหยนต์
8/1 หมู่ 4 ถนนรังสิต ตำบลบึงยี่โก อำเภอธัญบุรี
จ.ปทุมธานี 12110
9. ห้างหุ้นส่วนจำกัด มัยแล้งอุตสาหกรรม
18/1 หมู่ 3 ถนนบางนา-ตราด อำเภอบางพลี
จ.สมุทรปราการ 10540
โทร. 3933720, 3151333, 3151130 โทรสาร. 3128247
10. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามัคคีโลหะกิจ
166 หมู่ 8 ถนนสุขสวัสดิ์ 72 ตำบลบางครุ
อำเภอพระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
โทร. 4635602 โทรสาร. 4637472
11. บริษัท ไทยแทรกเตอร์อุตสาหกรรม จำกัด
289 ซอยบัญชา ถนนสุขสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จ. สมุทรปราการ 10270
โทร. 4625592 โทรสาร.4258536
12. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อยุธยาแทรกเตอร์
63/4 หมู่ 1 ถนนโรจนะ ตำบลไผ่ลิง อำเภอเมือง
จ.อยุธยา 13000
โทร. (035) 241794, 241894, 241194
13. ห้างหุ้นส่วนจำกัด จ.เจริญชัย (นายเจ้า) อยุธยา
58/7 ถนนโรจนะ ตำบลไผ่ลิง อำเภอเมือง จ.อยุธยา 13000
โทร. (035) 241852, 241942 โทรสาร. (035) 243008
14. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อยุธยานานาภัณฑ์
68/3 ถนนโรจนะ ตำบลไผ่ลิง อำเภอเมือง จ.อยุธยา 13000
15. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สากลการช่าง
174 หมู่ 6 ถนนกำแพงเพชร-พิจิตร ตำบลเทพนคร อำเภอเมือง
จ. กำแพงเพชร 62000
โทร. 712096

16. บริษัท อินเทอร์เน็ตการเกษตร จำกัด
1011 ถนนเอเชีย ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง
จ. นครสวรรค์
โทร. (056) 222703, 222513 โทรสาร. (056) 221817
17. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ก.รุ่งเรือง 16
260/1 ถนนสิงห์วัฒน์ ตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง
จ. พิจิตร 65000
โทร. 259481, 251295, 251574
18. บริษัท โรงงานทะเลทอง จำกัด
38/1-2 ถนนจารุศิริ (ตรงข้ามสวนธารณะ)
ต.พนัส อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
โทร. (038) 461050, 461350, 462036 โทรสาร (038) 462037
19. บริษัท ราชาแมชชีนเนอร์รี่ จำกัด
267/1-10 ถ. มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น
โทร. 225256, 221303, 221190, 221193
20. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ช. แสงยนต์
36 หมู่ 6 ตำบลไทรน้อย อำเภอปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11150
21. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ณรงค์ชัยเพชรบุรี
297 ถนนพานิชเจริญ ตำบลท่าราบ อำเภอเมือง จ.เพชรบุรี 76100
โทร. 425735, 425801
22. ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิตรชานา
11 หมู่ 2 ถนนบางแวก แขวงคลองขวาง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
โทร. 4101683-4 โทรสาร. 4101685
23. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สหลิ้มเตีย
217-7-8 ถนนมหาจักรพรรดิ อำเภอเมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000
โทร. 511383, 512773
24. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญภัณฑ์
710 หมู่ 1 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองขลุ อำเภอคลองขลุ จ.กำแพงเพชร 62120
โทร. 711797

25. บริษัท กอเลียงเฮง (1997) มาร์เก็ตติ้ง จำกัด
206/2 หมู่ 6 ต. เทพนคร อำเภอเมือง จ.กำแพงเพชร 62000
โทร. (055) 722359-61, 722517 โทรสาร. (055) 722518
26. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ลีนสินเส็ง
78-80 ถนนสวรรควิถี อำเภอเมือง จ.นครสวรรค์ 60000
โทร. 212357
27. บริษัท ซี.อาร์.แทรกเตอร์ จำกัด
191/1 ก. ถ. ยุติธรรม อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000
โทร. (044) 812864, 811633 โทรสาร. (044) 811635

ภาคผนวก ข.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1350-2539
รถแทรกเตอร์เดินตาม

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบรถแทรกเตอร์เดินตาม
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะรถแทรกเตอร์เดินตามที่ไม่มีเพลลาอำนาจกำลัง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 รถแทรกเตอร์เดินตาม หมายถึง รถ 2 ล้อ ที่สับเปลี่ยนเป็นล้อเหล็กหรือล้อยางได้ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเป็นเครื่องยนต์ต้นกำลัง ความเร็วไม่เกิน 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เป็นต้นกำลังในการลากจูงเครื่องมือเกษตรกรรม เช่น ไถหัวหมู เครื่องหยอดเมล็ดพืช รถลากจูง
- 2.2 กำลังที่กำหนดต่อเนื่อง หมายถึง กำลังเพลลาของเครื่องยนต์ที่ทำงานในช่วงเวลาหนึ่งติดต่อกันตามที่ผู้ทำกำหนด
- 2.3 โหลดเต็ม หมายถึง โหลดที่ให้กับเครื่องยนต์ในการทำงานด้วยความเร็วรอบที่กำหนดและให้กำลังที่กำหนดต่อเนื่อง
- 2.4 ความเร็วรอบที่กำหนด หมายถึง ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่เพลลาข้อเหวี่ยงในสภาพมีโหลดเต็มตามที่ผู้ทำกำหนด

3. ส่วนประกอบและการทำ

- 3.1 ฐานรองรับเครื่องยนต์ต้นกำลัง ต้องสามารถปรับระยะห่างได้
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.2 ห้องเกียร์ ต้องสามารถตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่นและถ่ายเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นได้สะดวก
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.3 พูลเลย์ห้องเกียร์ ต้องมีฝาครอบ
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.4 จุดพ่วงอุปกรณ์ ต้องเป็นไปตาม มอก.781
- 3.5 หน้าแปลนล้อ ต้องเป็นไปตาม มอก.783

3.6 สายพานตัววีส่งกำลัง ต้องเป็นไปตาม มอก.146

3.7 ระบบห้ามล้อ ต้องสามารถห้ามล้อได้ในทุกเกียร์
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 กลไกบังคับเบรก

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.2 ล้อเหล็กข้างซ้ายของรถแทรกเตอร์เดินตามต้องหยุดหมุนเมื่อ
บีบคันบังคับเบรกซ้าย และล้อเหล็กข้างขวาของรถแทรกเตอร์เดินตามต้องหยุดหมุน
เมื่อบีบคันบังคับเบรกขวา

4.2 ความเร็วสูงสุด

ความเร็วสูงสุดของรถแทรกเตอร์เดินตามต้องไม่เกิน 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.3

4.3 การถ่ายทอดกำลัง

การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานในการถ่ายทอดกำลัง (FL) ต้องไม่เกิน 1.12 กิโล
วัตต์ การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.4

4.4 ความทนทานต่อการใช้งาน

เมื่อให้ไหลดแก๊วรถแทรกเตอร์เดินตามเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ
ของน้ำมันหล่อลื่นในห้องเกียร์กับอุณหภูมิของอากาศที่วัดทุกๆ 6 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 50
องศาเซลเซียส เมื่อครบ 6 ชั่วโมงแล้ว รถแทรกเตอร์เดินตามต้องไม่เสียหาย และกลไก
บังคับเบรkvังต้องเป็นไปตามข้อ 4.1

การทดสอบปฏิบัติตามข้อ 7.5

4.5 การกั้นน้ำของซีลเพลาล้อ

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.6 แล้ว น้ำมันหล่อลื่นที่เพลาล้อทั้ง 2 ข้างต้องไม่รั่วซึม โคลนต้อง
ไม่ผ่านซีลเพลาล้อเข้าไปในห้องเกียร์

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่รถแทรกเตอร์เดินตามทุกคัน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้อย่างชัดเจน และถาวร

(1) คำว่า “รถแทรกเตอร์เดินตาม”

(2) แบบ (model)

(3) ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.2 รถแทรกเตอร์เดินตามทุกคัน ต้องมีคู่มือแนะนำการใช้ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) คำว่า “รถแทรกเตอร์เดินตาม”

(2) พิกัดและชนิดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

(3) แบบ

(4) ข้อกำหนดรายละเอียดของรถแทรกเตอร์เดินตาม ตามภาคผนวก ก.

(5) กราฟแสดงสมรรถนะซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ สำหรับเกียร์เดินหน้า แต่ละเกียร์ซึ่งได้จากการทดสอบตามภาคผนวก ข. ดังนี้

(5.1) กำลังจุดลากกับแรงจุดลาก

(5.2) อัตราการลื่นของล้อรถแทรกเตอร์เดินตามกับแรงจุดลาก

(5.3) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะกับแรงจุดลาก

(6) การใช้งาน วิธีการปรับแต่ง และความปลอดภัยในการใช้งาน

(7) การบำรุงรักษา

(8) รูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ พร้อมทั้งรายชื่อและหมายเลขชิ้นส่วน

5.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

5.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง รถแทรกเตอร์เดินตามแบบเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

6.2.1 การชักตัวอย่าง

ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 1 ตัวอย่าง

6.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างรถแทรกเตอร์เดินตามต้องเป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่ารถแทรกเตอร์เดินตามรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 7.1.1 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดตาม มอก.787 ที่มีกำลังที่กำหนดต่อเนื่องซึ่งใช้กับรถแทรกเตอร์เดินตามตามที่ทำระบุ
- 7.1.2 แท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่
- 7.1.3 ไดนาโมมิเตอร์ชนิดกลไกห้ามล้อ (Prony brake dynamometer) ที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2 หรืออุปกรณ์อื่นที่ให้ผลเทียบเท่า
- 7.1.4 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2
- 7.1.5 เครื่องวัดแรงบิดที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2

7.2 การทดสอบกลไกบังคับเลี้ยว

7.2.1 การเตรียมการทดสอบ

ติดตั้งรถแทรกเตอร์เดินตามพร้อมล้อหลักเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยล้อหลักต้องไม่สัมผัสพื้น

7.2.2 วิธีทดสอบ

7.2.2.1 เลื่อนคันเกียร์ของรถแทรกเตอร์เดินตามไปที่เกียร์ 1

7.2.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่กำหนด

7.2.2.3 บีบคันบังคับเลี้ยวซ้ายค้างไว้ 1 นาที ตรวจสอบว่าล้อหลักข้างซ้ายของรถแทรกเตอร์เดินตามหยุดหมุนหรือไม่

7.2.2.4 คลายคันบังคับเลี้ยวซ้าย แล้วบีบคันบังคับเลี้ยวขวาค้างไว้ 1 นาที ตรวจสอบว่าล้อหลักข้างขวาของรถแทรกเตอร์เดินตามหยุดหมุนหรือไม่

7.3 การทดสอบความเร็วสูงสุด

7.3.1 การเตรียมการทดสอบ

เตรียมการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 7.2.1

7.3.2 วิธีทดสอบ

7.3.2.1 เลื่อนคันเกียร์ของรถแทรกเตอร์เดินตามไปที่เกียร์ที่ให้ความเร็วสูงสุด

7.3.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบที่กำหนด

7.3.2.3 วัดความเร็วรอบของเพลาล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม (N) เป็นรอบต่อนาที

7.3.2.4 คำนวณความเร็วสูงสุด เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง จากสูตร

$$\text{ความเร็วสูงสุด} = 0.06 \pi DN$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม เป็นเมตร

7.4 การทดสอบการถ่ายทอดกำลัง

7.4.1 การเตรียมการทดสอบ

- 7.4.1.1 ติดตั้งรถแทรกเตอร์เดินตามเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่
- 7.4.1.2 ถอดล้อทั้ง 2 ข้างของรถแทรกเตอร์เดินตามออก
- 7.4.1.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วรอบเพื่อวัดความเร็วรอบของพูลเลย์เครื่องยนต์
- 7.4.1.4 ติดตั้งเครื่องวัดแรงบิดเพื่อวัดแรงบิดของเพลาชัฟพูลเลย์เครื่องยนต์

7.4.2 วิธีทดสอบ

- 7.4.2.1 เลื่อนคันเกียร์ของรถแทรกเตอร์เดินตามไปที่เกียร์ 1
- 7.4.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังเดินเบาเป็นเวลา 15 นาที แล้วค่อยๆ เพิ่มความเร็วรอบให้ได้ร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่กำหนด
- 7.4.2.3 บันทึกความเร็วรอบพูลเลย์ของเครื่องยนต์ (Ne) เป็นรอบต่อนาที และแรงบิดที่เพลาชัฟพูลเลย์เครื่องยนต์ (Te) เป็นกิโลนิวตันเมตร
- 7.4.2.4 คำนวณการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานในการถ่ายทอดกำลัง (FL) เป็นกิโลวัตต์ จากสูตร

$$FL = 0.104 (Ne \times Te)$$

7.5 การทดสอบความทนทานต่อการใช้งาน

7.5.1 การเตรียมการทดสอบ

- 7.5.1.1 ติดตั้งรถแทรกเตอร์เดินตามเข้ากับแท่นทดสอบแบบติดตั้งอยู่กับที่
- 7.5.1.2 ถอดล้อทั้ง 2 ข้างของรถแทรกเตอร์เดินตามออก
- 7.5.1.3 ต่อเพลาล้อของรถแทรกเตอร์เดินตามกับไดนาโมมิเตอร์ชนิดกลไกห้ามล้อ

7.5.2 วิธีทดสอบ

- 7.5.2.1 เลื่อนคันเกียร์ของรถแทรกเตอร์เดินตามไปที่เกียร์ 1
- 7.5.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังเดินเบาเป็นเวลา 15 นาที แล้วค่อยๆ เพิ่มความเร็วรอบให้ได้ร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่กำหนด ค่อยๆ เพิ่มโหลดให้เพลาล้อทั้ง 2 ข้างข้างละเท่าๆ กันหรือใกล้เคียงกันจนเครื่องยนต์ต้นกำลังให้กำลังร้อยละ 80 ของกำลังสูงสุดที่รอบนั้น
- 7.5.2.3 คงโหลดดังกล่าวไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พร้อมกับบีบคันบังคับเลี้ยวซ้ายค้างไว้ 5 วินาที และบีบคันบังคับเลี้ยวขวาค้างไว้ 5 วินาที สลับกันทุกๆ 30 วินาที วัดอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นในห้องเกียร์ และอุณหภูมิของบรรยากาศทุกๆ

ชั่วโมง เมื่อครบ 6 ชั่วโมงแล้วตรวจพินิจความเสียหายของรถแทรกเตอร์
เดินตาม

7.5.2.4 นำรถแทรกเตอร์เดินตามไปทดสอบตามข้อ 7.2 อีกครั้ง

7.6 การทดสอบการกั้นน้ำของซีลเพลาล้อ

7.6.1 การเตรียมการทดสอบ

7.6.1.1 จัดเตรียมบ่อโคลนทดสอบที่มีโคลนซึ่งประกอบด้วยดินเหนียวและน้ำในอัตรา
ส่วนหนึ่งต่อสามโดยน้ำหนัก โดยดินเหนียวที่ใช้ต้องประกอบด้วยทรายร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ตะกอนทรายร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 30 โดย
น้ำหนัก และอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก หรือใช้
ดินชุดที่มีส่วนประกอบดังกล่าว เช่น ดินชุดรังสิต ท่าเรือ สบปราบ เชียงแสน

7.6.1.2 ตัดล้อเหล็กเข้ากับรถแทรกเตอร์เดินตาม แล้วยี่ดรถแทรกเตอร์เดินตามเข้ากับ
แท่นยี่ดให้ล้อเหล็กหมุนได้อย่างอิสระ โดยให้ตัวรถอยู่ในแนวระดับและระดับ
โคลนอยู่สูงถึงแนวแกนเพลาล้อ

7.6.2 วิธีทดสอบ

7.6.2.1 เลื่อนคันเกียร์ของรถแทรกเตอร์เดินตามไปที่เกียร์ที่ให้ความเร็วสูงสุด

7.6.2.2 ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังทำงานที่ความเร็วรอบร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่
กำหนด

7.6.2.3 สังเกตที่เพลาล้อทั้ง 2 ข้างว่ามีน้ำมันหล่อลื่นรั่วซึมออกมาหรือไม่ ถ้ามีการรั่ว
ซึมเกิดขึ้นให้บันทึกเวลาที่เริ่มเดินเครื่องจนถึงขณะที่เกิดการรั่วซึม แล้วหยุด
ทดสอบ

7.6.2.4 ถ้าไม่มีการรั่วซึมตามข้อ 7.6.2.3 ให้ทดสอบต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง

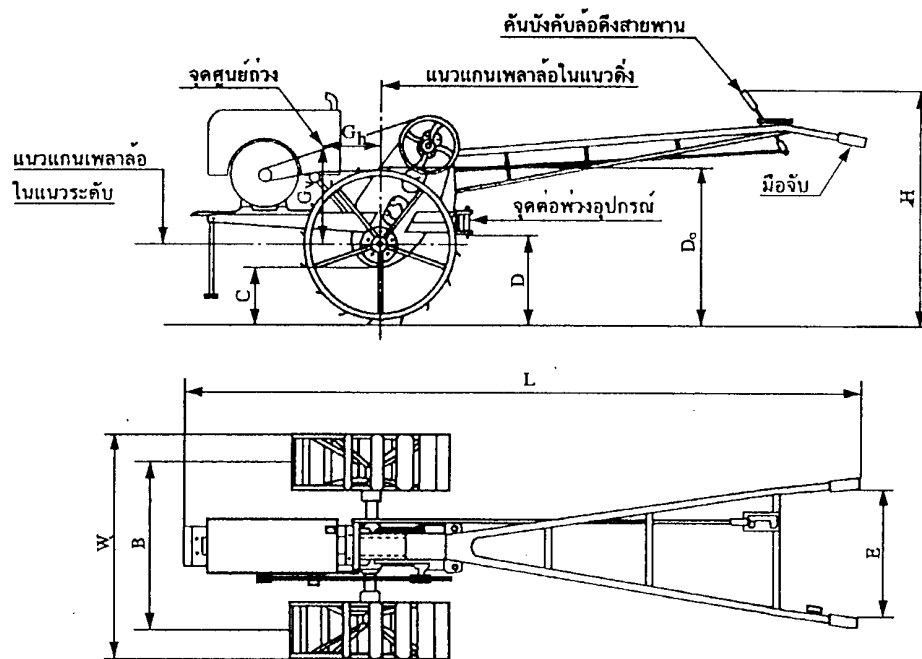
7.6.2.5 เมื่อทดสอบครบ 6 ชั่วโมงแล้ว ให้ดับเครื่องยนต์ต้นกำลัง ยกรถแทรกเตอร์
เดินตามขึ้นจากบ่อโคลนทดสอบและล้างให้สะอาด ถอดซีลเพลาล้อออก
แล้วตรวจพินิจว่าโคลนผ่านซีลเพลาล้อเข้าไปในห้องเกียร์หรือไม่

ภาคผนวก ก.

ข้อกำหนดรายละเอียดของรถแทรกเตอร์เดินตาม

(ข้อ 5.2 (4))

ก.1 มิติของรถแทรกเตอร์เดินตาม ดังรูปที่ ก.1



- เมื่อ B คือ ช่วงกว้างของล้อวัดจากตำแหน่งกึ่งกลาง (ในกรณีที่ปรับช่วยกว้างได้ ให้ระบุช่วงกว้างต่ำและสูงสุด).....มิลลิเมตร
- C คือ ระยะห่างต่ำสุดจากพื้นดิน.....มิลลิเมตร
- D คือ ความสูงของจุดต่อพ่วงอุปกรณ์วัดจากตำแหน่งต่ำสุด.....มิลลิเมตร
- Do คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของล้อเหล็กของรถแทรกเตอร์เดินตาม.....มิลลิเมตร
- E คือ ระยะห่างระหว่างปลายคันบังคับ.....มิลลิเมตร
- Gh คือ ระยะห่างตามแนวระดับระหว่างจุดศูนย์กลางกับแนวแกนเพลาล้อในแนวตั้ง.....มิลลิเมตร
- Gv คือ ระยะห่างตามแนวตั้งระหว่างจุดศูนย์กลางกับแนวแกนเพลาล้อในแนวระดับ.....มิลลิเมตร
- H คือ ความสูงของคันเกียร์หรือคันบังคับล้อดึงสายพานขณะอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุด.....มิลลิเมตร
- L คือ ความยาวทั้งหมด.....มิลลิเมตร
- W คือ ช่วงกว้างของล้อวัดจากขอบนอก.....มิลลิเมตร

รูปที่ ก.1 มิติของรถแทรกเตอร์เดินตาม

(ข้อ ก.1)

ก.2 รายละเอียดของรถแทรกเตอร์เดินตาม ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดของรถแทรกเตอร์เดินตาม
(ข้อ ก.2)

ชนิดของคลัตช์หลัก		
ระบบเกียร์เปลี่ยนความเร็ว	☐ เลื่อนขบกัน (sliding) ☐ ขบกันคงที่ (constant mesh) ☐ ทั้ง 2 ลักษณะ	
ความเร็วเกียร์เดินหน้า ตำแหน่งเกียร์	ความเร็ว กิโลเมตรต่อชั่วโมง	ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ รอบต่อนาที
เกียร์ 1 เกียร์ 2 เกียร์ 3 เกียร์ 4 เกียร์ 5 เกียร์ 6		
ความเร็วเกียร์ถอยหลัง เกียร์ 1		
ความเร็วเกียร์ถอยหลัง เกียร์ 2		
ชนิดของคลัตช์เลี้ยว		
เพลาล้อ	ขนาด.....มิลลิเมตร ☐ เพลา ☐ เพลาคงที่ เพ้า	
ล้อยาง	ขนาด..... ชนิด..... ความดันลม.....เมกะพาสคัล	
ชนิดของห้ามล้อ.....		
มวลของรถแทรกเตอร์เดินตามไม่รวมเครื่องยนต์ต้นกำลัง ในสภาพทำงานโดยไม่ต่อพ่วงอุปกรณ์.....กิโลกรัม		
ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นในห้องเกียร์.....		
ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในห้องเกียร์.....ลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร)		

สายพาน	ชื่อขนาด.....
	ความยาว.....มิลลิเมตร
	จำนวน.....เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของพูลเลย์เครื่องยนต์ต้นกำลัง.....มิลลิเมตร	
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของพูลเลย์รถแทรกเตอร์เดินตาม.....มิลลิเมตร	

ภาคผนวก ข.

การทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะ

(ข้อ 5.2(5))

ข.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

ข.1.1 รถแทรกเตอร์หรือรถกำหนดโหลด (loading car) ที่มีมวลไม่น้อยกว่า 2 เท่าของมวลรวมของรถแทรกเตอร์เดินตามที่จะทดสอบกับเครื่องยนต์ต้นกำลัง

ข.1.2 เครื่องยนต์ต้นกำลัง

ข.1.3 อุปกรณ์วัดแรงจุดลากที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2 โดยมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข.1 อุปกรณ์วัดแรงจุดลากต้องมีล้อช่วยรับแรงกดขณะจุดลากซึ่งสามารถปรับความสูงได้เพื่อที่จะทำให้แนวของแรงจุดลากขนานกับพื้นทดสอบ โดยโหลดเซลล์ X จะวัดแรงจุดลากหลัก และโหลดเซลล์ Y จะวัดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อช่วยรับแรงกด

ข.1.4 อุปกรณ์วัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อชั่วโมง

ข.1.5 อุปกรณ์วัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตามที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2

ข.1.6 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบของเพลapulleyห้องเกียร์ที่ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 2

ข.1.7 ล้อยางใหม่ 1 คู่ ที่มีข้อกำหนดตามที่ผู้ทำรถแทรกเตอร์เดินตามระบุ

ข.1.8 เครื่องวัดอุณหภูมิ ความดัน และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

ข.2 การเตรียมการทดสอบ

ข.2.1 จัดพื้นที่ทดสอบคอนกรีตซึ่งมีความราบเรียบสม่ำเสมอ แห้ง และยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

ข.2.2 ติดล้อยางเข้ากับรถแทรกเตอร์เดินตาม

ข.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วรอบของเพลาพูลเลย์ห้องเกียร์ อุปกรณ์วัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตาม และอุปกรณ์วัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

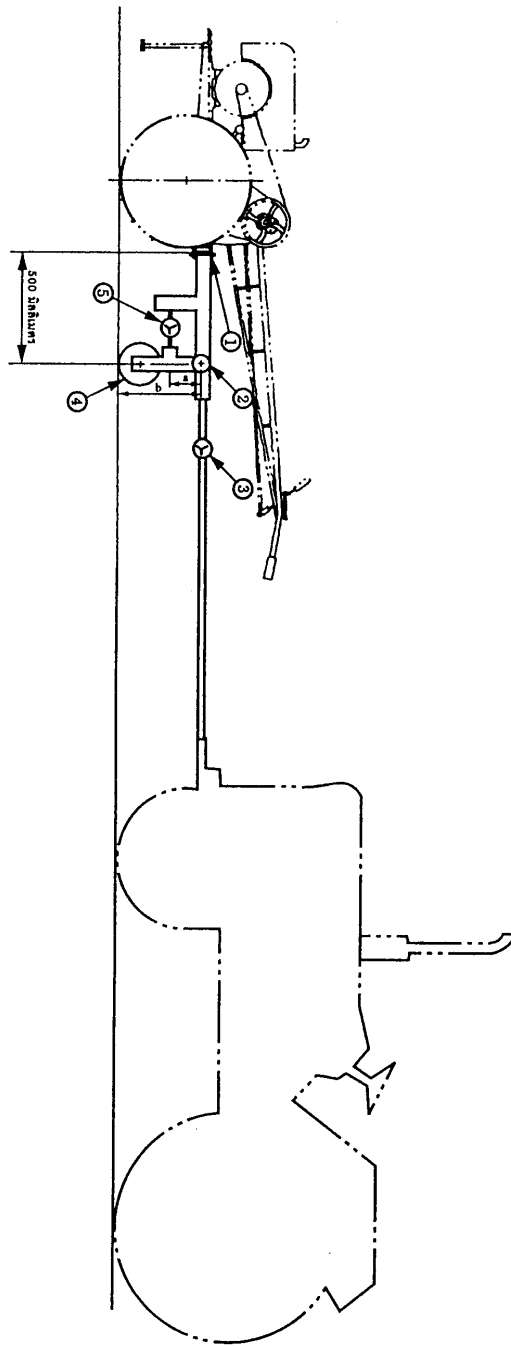
ข.3 วิธีทดสอบ

ข.3.1 บันทึกอุณหภูมิ ความดัน และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

ข.3.2 ให้เครื่องยนต์เดินกำลังเดินเบาเป็นเวลา 15 นาที แล้วค่อยๆ เพิ่มความเร็วรอบให้ได้ร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่กำหนด

ข.3.3 เดินรถแทรกเตอร์เดินตามตัวเปล่าโดยใช้เกียร์ 1 ด้วยความเร็วการเคลื่อนที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อบันทึกความเร็วรอบของเพลาพูลเลย์ห้องเกียร์และความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตาม ขณะไม่มีโหลด

ข.3.4 ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์หรือรถกำหนดโหลดกับอุปกรณ์วัดแรงจูงลาก ตามรูปที่ ข.1



(1) จุดพ่วงรถแทรกเตอร์เดินตาม

(2) จุดหมุน

(3) โหลดเซลล์ X

(4) ล้อช่วยรับแรงกด

(5) โหลดเซลล์ Y

รูปที่ ข.1 อุปกรณ์วัดแรงจุดลาก
(ข้อ ข.1.3 ข้อ ข.3.4 และข้อ ข.4 (1))

ข.3.5 ให้รถแทรกเตอร์เดินตามลากรถแทรกเตอร์หรือรถกำหนดโหลดไปบนพื้นทดสอบ โดยใช้เกียร์ต่ำสุด และปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้ได้ร้อยละ 75 ของความเร็วรอบที่กำหนด แล้วหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้ที่ภาวะคงตัว

- (1) แรงฉุดลาก
- (2) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตาม
- (3) อัตราการสิ้นของล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม
- (4) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ

ข.3.6 ทดสอบและหาค่าต่างๆ ตามข้อ ข.3.5 โดยปรับโหลดให้แก่รถแทรกเตอร์เดินตามเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเครื่องยนต์ดับหรืออัตราการสิ้นของรถแทรกเตอร์เดินตามเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้จะต้องปรับโหลดอย่างน้อย 5 ระดับ

ข.3.7 ทดสอบตามข้อ ข. 3.3 ถึงข้อ ข.3.6 จนครบทุกเกียร์เดินหน้า

ข.4 วิธีคำนวณ

คำนวณค่าต่างๆ จากสูตรดังนี้

$$(1) \text{ แรงฉุดลาก กิโลนิวตัน} = f_1 + f_2 \left(\frac{a}{b} \right)$$

เมื่อ f_1 คือ แรงวัดที่วัดได้จากโหลดเซลล์ X เป็นกิโลนิวตัน

f_2 คือ แรงที่วัดได้จากโหลดเซลล์ Y เป็นกิโลนิวตัน

a คือ ระยะแนวดิ่งจากโหลดเซลล์ Y ถึงจุดหมุน เป็นเมตร (ดูรูปที่ ข.1 ประกอบ)

b คือ ระยะแนวดิ่งจากพื้นถึงจุดหมุน เป็นเมตร (ดูรูปที่ ข.1 ประกอบ)

$$(2) \text{ กำลังฉุดลาก กิโลวัตต์}$$

$$= \frac{\text{แรงฉุดลากเป็นกิโลนิวตัน} \times \text{ความเร็วขณะฉุดลากเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง}}{3.6}$$

3.6

$$(3) \text{ อัตราการสิ้นของล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม ร้อยละ}$$

$$= \frac{(G_{wo} - G_{ow})}{G_{wo}} \times 100$$

G_{wo}

เมื่อ G คือ ความเร็วรอบของเพลาลูกเลี้ยวห้องเกียร์ขณะมีโหลด เป็นรอบต่อนาที

G_o คือ ความเร็วรอบของเพลาลูกเลี้ยวห้องเกียร์ขณะไม่มีโหลด เป็นรอบต่อนาที

W คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตามขณะมีโหลด เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

W_o คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตามขณะไม่มีโหลด เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

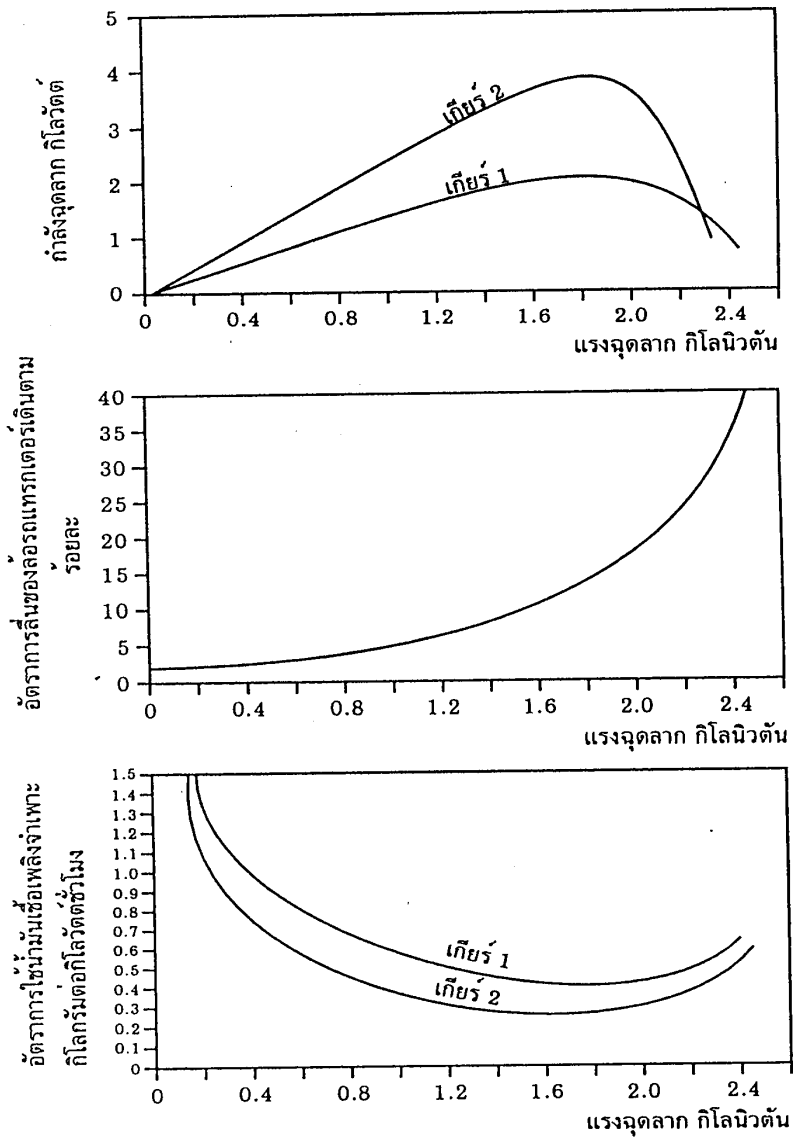
(4) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

= อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

กำลังจุดลาก เป็นกิโลวัตต์

ข.5 นำค่าที่วัดหรือคำนวณได้ไปเป็นข้อมูลในการเขียนกราฟแสดงสมรรถนะดังตัวอย่าง

ตัวอย่างการเขียนกราฟแสดงสมรรถนะ



สถานที่ทดสอบ.....

วัน เดือน ปีที่ทดสอบ.....

สภาพบรรยากาศ

อุณหภูมิ.....องศาเซลเซียส ความดัน.....เมกะพาสคัล ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ.....

ผู้ทดสอบ 1.....

2.....

3.....

ภาคผนวก ค.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.781-2539
จุดพ่วงอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม

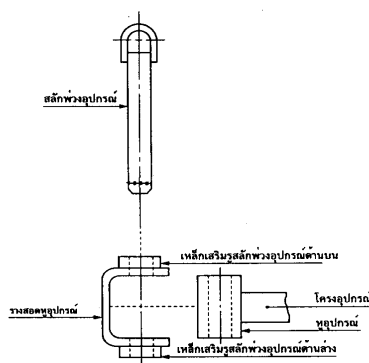
1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดรายละเอียดของจุดอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม โดยกำหนดมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบ วัสดุและการทำลักษณะทั่วไป ความคลาดเคลื่อนของแกนรูสลักพ่วงอุปกรณ์และแกนรูเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 1)

- 2.1 จุดพ่วงอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “จุดพ่วง” หมายถึง ส่วนประกอบที่ติดตั้งที่ด้านท้ายรถแทรกเตอร์เดินตาม มีลักษณะเป็นรางสำหรับสอดหุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับรถแทรกเตอร์เดินตาม และมีรูสำหรับใส่สลักพ่วงอุปกรณ์เพื่อยึดอุปกรณ์กับจุดพ่วงเข้าด้วยกัน
- 2.2 อุปกรณ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ร่วมกับรถแทรกเตอร์เดินตาม เช่น ไถ คราด รถพ่วง
- 2.3 หุอุปกรณ์ หมายถึง ส่วนของอุปกรณ์ที่นำมาพ่วงกับรถแทรกเตอร์เดินตามที่จุดพ่วงมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก มีรูตรงกลางสำหรับใส่สลักพ่วงอุปกรณ์ (ดูภาพผนวก ก.)
- 2.4 สลักพ่วงอุปกรณ์ หมายถึง สลักที่ใช้ยึดหุอุปกรณ์ต่างๆ กับจุดพ่วงเข้าด้วยกัน เพื่อให้อุปกรณ์และรถแทรกเตอร์เดินตามทำงานร่วมกันได้



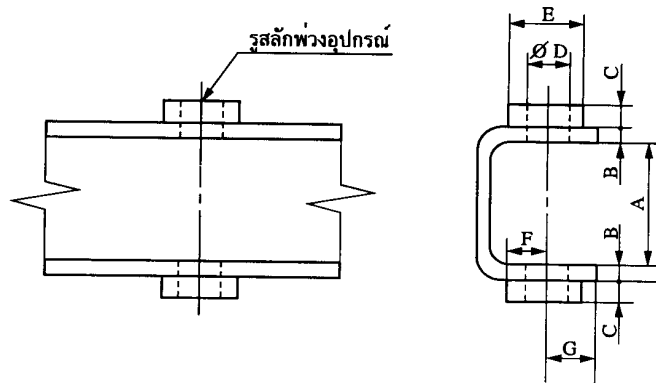
รูปที่ 1 จุดพ่วง หุอุปกรณ์ และสลักพ่วงอุปกรณ์
(ข้อ 2.)

3. มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของจุดพ่วงให้เป็นไปตามตารางที่ 1 และการทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 3.1)



ระยะระหว่างกลางรูสลักพ่วงอุปกรณ์แต่ละรูต้องไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

มิติ	เกณฑ์ที่กำหนด มิลลิเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน มิลลิเมตร
ความกว้างภายในราง (A)	76.0	+3.0 0
ความหนาของราง (B)	8.0	+1.0 0
ความหนาเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ (C)	14.0	± 2.0
เส้นผ่าศูนย์กลางรูสลักพ่วงอุปกรณ์ (ϕD)	26.0	+0.5 0
ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก เหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ (E) ไม่น้อยกว่า	44.0	-
ระยะจากแกนรูสลักพ่วงอุปกรณ์ถึงผนังด้านใน (วัดส่วนที่เป็นเส้นตรง) (F) ไม่น้อยกว่า	23.0	-
ระยะจากแกนรูสลักพ่วงอุปกรณ์ถึงปลายราง (G) ไม่น้อยกว่า	25.0	-

4. ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ

4.1 ส่วนประกอบ

จุดพ่วง อย่างน้อยต้องประกอบด้วยรางสอดหุอุปกรณ์และเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์

4.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำรางสอดหุอุปกรณ์ให้ไว้เป็นข้อแนะนำดังนี้

4.2.1 กรณีรางสอดหุอุปกรณ์ทำโดยการขึ้นรูป วัสดุที่ใช้ควรเป็นเหล็กกล้าอะมุนีรัดร้อน ตาม มอก.528 ชนิดเหล็กแผ่นหนา ชั้นคุณภาพ HR4

4.2.2 กรณีรางสอดหุอุปกรณ์ทำโดยการเชื่อม วัสดุที่ใช้ควรเป็นเหล็กแผ่น ตาม JIS G 3101 สัญลักษณ์ SS41

4.3 การทำ

4.3.1 รางสอดหุอุปกรณ์จะมีรูสลักพ่วงอุปกรณ์กี่รูก็ได้ แต่ต้องมีรูสลักพ่วงอุปกรณ์ 1 รู อยู่ในแนวกึ่งกลางตัวรถแทรกเตอร์เดินตาม

4.3.2 รางสอดหุอุปกรณ์ ถ้าทำโดยการขึ้นรูปให้ทำจากเหล็กกล้าแผ่นเดียว ถ้าทำโดยการเชื่อมราอยู่เชื่อมต้องเรียบร้อยและสม่ำเสมอ

4.3.3 การเชื่อมเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ ต้องกระทำโดยให้มีความยาวรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของความยาวเส้นรอบวงภายนอก

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5. คุณสมบัติที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

แ่งมุมต่างๆ ของจุดพ่วงต้องไม่มีคม ไม่เป็นสนิมขุม ไม่ปริ ไม่แตกร้าวการทดสอบให้ทำโดยการพินิจ

5.2 ความคลาดเคลื่อนของแกนรูสลักพ่วงอุปกรณ์และแกนรูเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ แกนรูสลักพ่วงอุปกรณ์และแกนรูเหล็กเสริมรูสลักพ่วงอุปกรณ์ด้านบนและด้านล่างต้องอยู่ในแนวเดียวกัน โดยเมื่อทดสอบตามข้อ 8.1 แล้ว สลักทดสอบต้องผ่านรูสลักพ่วงอุปกรณ์ได้โดยไม่ติดขัด

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่จุดพ่วงทุกชุด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

(1) รหัสรุ่นที่ทำ

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.2 ที่ภาชนะบรรจุจุดฟ่วงทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “จุดฟ่วงอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม”

(2) จำนวน

(3) รหัสรุ่นที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายค้าที่จดทะเบียน

(5) ประเทศที่ทำ

6.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง จุดฟ่วงที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.2.1 การชักตัวอย่าง

ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 7.2.1 และข้อ 7.2.2)

ขนาดรุ่น ชุด	ขนาดตัวอย่าง	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 500	2	0
เกิน 500	8	1

7.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 4.1 ข้อ 4.3 ข้อ 5. และข้อ 6. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ 2 จึงจะถือว่าจุดฟ่วงรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

8. การทดสอบ

8.1 ความคลาดเคลื่อนของแกนรูสลักฟุ้งอุปกรณ์และแกนรูเหล็กเสริมสลักฟุ้งอุปกรณ์สอด

สลักทดสอบซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง $25.5 \frac{+0.1}{0}$ มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า

150 มิลลิเมตร ผ่านรูสลักฟุ้งอุปกรณ์จากด้านบนลงมา แล้วตรวจพินิจ

ภาคผนวก ก.

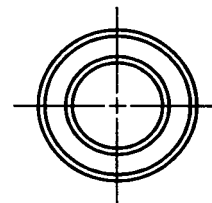
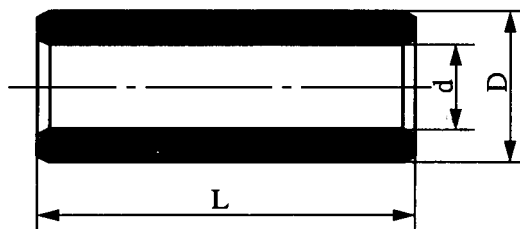
มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของหูอุปกรณ์

(ข้อ 2.3)

ก.1 เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ใช้ร่วมกับจุดฟุ้งตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ได้ มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของหูอุปกรณ์ แนะนำให้เป็นไปตามตารางที่ ก. 1

ตารางที่ ก. 1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของหูอุปกรณ์

(ข้อ ก.1)



มิติ	เกณฑ์ที่กำหนด มิลลิเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน มิลลิเมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (d)	26.0	+0.5 0
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (D)	43.0	± 2.0
ความยาว (L)	74.0	-2.0

ภาคผนวก ข.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 783-2539
หน้าแปลนล้อสำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม

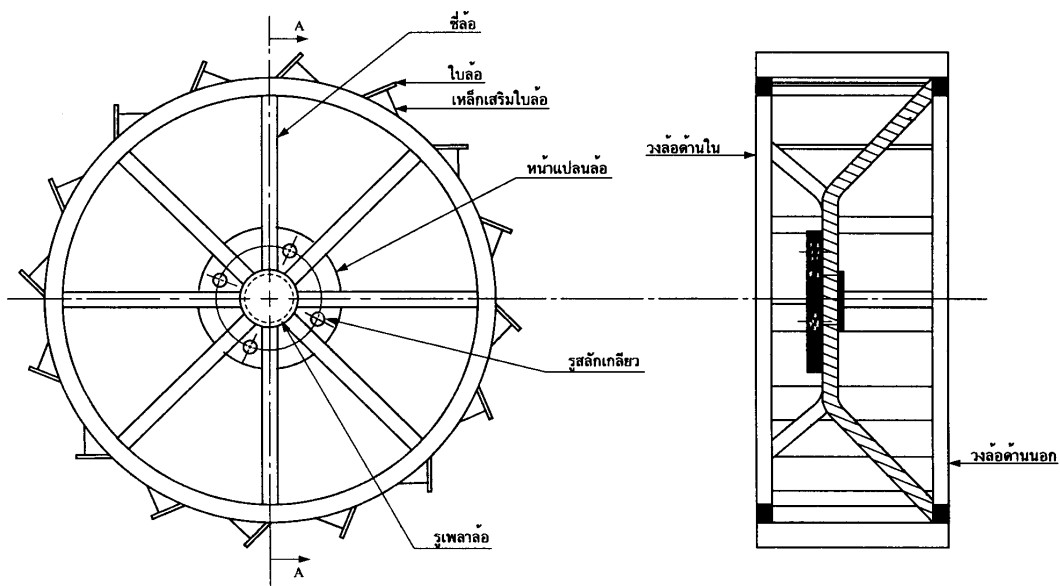
1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณสมบัติที่ ต้องการเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหน้าแปลนล้อสำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 หน้าแปลนล้อสำหรับรถแทรกเตอร์เดินตาม ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “หน้าแปลนล้อ” หมายถึง ส่วนกลางของล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม (ดังตัวอย่างในรูปที่ 1) ซึ่งยึดประกอบหน้าแปลนเพลาล้อโดยสลักเกลียว



ภาคตัด A-A

รูปที่ 1 ตัวอย่างล้อรถแทรกเตอร์เดินตาม (ข้างซ้าย)
(ข้อ 2.1)

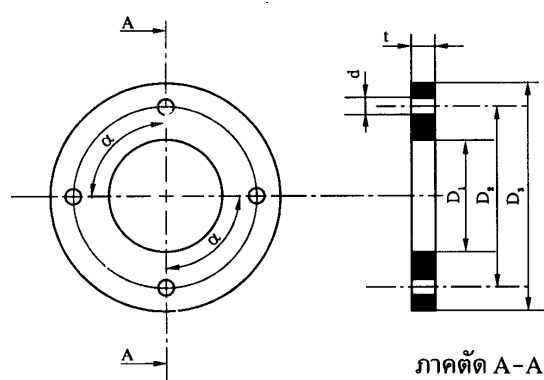
3. มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของหน้าแปลนล้อ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตรสำหรับวัดมิติ และเครื่องวัดแบบผ่านและไม่ผ่านสำหรับเพลลาและเกลียว 4 รูวัดมุมระหว่างรูสลักเกลียว (α) และความสัมพันธ์กับรูเพลลา (ดูรูปในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 3.1)



มิติ	เกณฑ์ที่กำหนด มิลลิเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางรูเพลลา (D_1)		
- กรณีเพลลากลม	60.0	± 1.0
- กรณีเพลลาหกเหลี่ยม	70.0	0
เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ (D_2)	115.0	± 0.5
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลนล้อ (D_3) ไม่น้อยกว่า	142.0	-
เส้นผ่านศูนย์กลางรูสลักเกลียว (d)	13.0	± 0.2
ความหนาแปลนล้อ (t)		
- กรณีไม่มีการเสริมความแข็งแรง	9.0	± 1.0
- กรณีมีการเสริมความแข็งแรง	6.0	0
จำนวนรูสลักเกลียว	4 รู	-
มุมระหว่างรูสลักเกลียว (α)	90 องศา	± 0.5 องศา

4. วัสดุ

- 4.1 หน้าแปลนล้อ ควรทำด้วยเหล็กกล้าอะลูมิเนียมร้อนตาม มอก. 528 ชนิดแผ่นหนา ชั้นคุณภาพ HR2

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

หน้าแปลนล้อต้องไม่โก่ง ไม่งอ ไม่บิด และแฉกต่าง ๆ ของหน้าแปลนล้อต้องไม่มีคม ไม่เป็นสนิมขุม ไม่ปริ ไม่แตก

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. เครื่องหมายและฉลาก

- 6.1 ที่หน้าแปลนล้อทุกอันอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

(1) รหัสรุ่นที่ทำ

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

- 6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง หน้าแปลนล้อที่ทำจากวัสดุเดียวกัน โดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

- 7.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.2.1 การชักตัวอย่าง

ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 7.2.1 และข้อ 7.2.2)

ขนาดรุ่น อื่น	ขนาดตัวอย่าง อื่น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 500	2	0
ไม่เกิน 500	8	1

7.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 5. และข้อ 6. ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่าหน้าแปลนลักรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ง.
คณะกรรมการภาคเอกชน

1. คุณสุวิทย์ เทอดเทพพิทักษ์
บริษัท จักรเพชรแทรกเตอร์ จำกัด
290/89 ถ.สุขาภิบาล 3 สะพานสูง บางกุ่ม กรุงเทพฯ 10240
โทร. 3730593, 3730569, 3736676 โทรสาร. 3730525
2. คุณชัชวาลย์ นารายพิทักษ์, คุณธีรวัฒน์ นารายพิทักษ์, คุณมรกต กลับดี
ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามัคคีโลหะกิจ
166 หมู่ 8 ถนนสุขสวัสดิ์ 72 ตำบลบางครุ
อำเภอพระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
โทร. 4635602 โทรสาร. 4637472
3. คุณปรีชา อัครวราชนัย
ห้างหุ้นส่วนจำกัด จ.เจริญชัย (นายเจ้า) อยุธยา
58/7 ถนนโรจนะ ตำบลไผ่ลิง อำเภอเมือง จ.อยุธยา 13000
โทร. (035) 241852, 241942 โทรสาร. (035) 243008
4. คุณมนตรี สากลบรรเจิด, คุณธรรมศักดิ์ สากลบรรเจิด, คุณไพโรจน์ สากลบรรเจิด
บริษัท อินเตอร์การเกษตร จำกัด
260/1 ถนนสิงห์วัฒน์ ตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง
จ. พิษณุโลก 65000
โทร. (056) 222513, 222703 โทรสาร. (056) 221-817
5. คุณชาคริต จุลลวาทิเลิศ
ห้างหุ้นส่วนจำกัด มัยเล้งอุตสาหกรรม
18/1 หมู่ 3 ถนนบางนา-ตราด อำเภอบางพลี
จ.สมุทรปราการ 10540
โทร. 3128234-6, 7400887, 7400890 โทรสาร. 7400889, 3128247
6. คุณมังกร ลิ้มปะนะโชคชัย
บริษัท รุ่งเพชรเอ็นจิเนียริง จำกัด
129/3 หมู่ 4 ถ.เพชรเกษม ต.อ้อมน้อย
อ.กระทุ่มแบน สมุทรสาคร
โทร. 4205378-84 โทรสาร. 4205376

7. คุณธีระศักดิ์ แซ่ก้อ, คุณดวงนภา คงรัตน์
บริษัท กอเลียงเฮง (1997) มาร์เก็ตติ้ง จำกัด
206/2 หมู่ 6 ต. เทพนคร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000
โทร. (055) 722359-61 , 722517 โทรสาร. (055) 722518
8. คุณอภิสิทธิ์ ไทเศรษฐ์วัฒนกุล
บริษัท ไทยแทรกเตอร์อุตสาหกรรม จำกัด
289 ซอยปัญญา ถนนสุขสวัสดิ์ อำเภอเมือง
จ.สมุทรปราการ 10270
โทร. 4625592 โทรสาร.4258536
9. คุณชัยรัตน์ ชัยวิวัฒนา, คุณเดชนะ สยามวาลา
บริษัท ซี.อาร์.แทรกเตอร์ จำกัด
191/1 ก. ถ. ยุติธรรม อ. เมือง จ. ชัยภูมิ 36000
โทร. (044) 812864, 811633 โทรสาร. (044) 811635
10. คุณชาติรี จุลลวาทิเลิศ
บริษัท อุตสาหกรรมเฟื่องเกียร์ จำกัด
111 หมู่ 2 ต. ชุมแสง อ. วังจันทร์ จ.ระยอง 21210
โทร. (038) 666044, 273250-7, 01-2549089
โทรสาร. (038) 666044
11. คุณยงยุทธ เนียมทรัพย์
บริษัท สามมิตรมอเตอร์สแมนูแฟคเจอร์ จำกัด
39 หมู่ 12 ถ. เพชรเกษม ต. อ้อมน้อย
อ. กระทุ่มแบน จ. สมุทรสาคร 74130
โทร. 4200027, 4201971-2, 4201967, 4201975-6 ต่อ 1504
(01) 8470398 โทรสาร. 4201875
12. คุณอนุศักดิ์ ชี้อตรง
บริษัท เอ เอส ที อินดัสทรี จำกัด
43/5 หมู่ 3 ซอยวัดสว่างอารมณ์
ต. บางแก้ว อ. นครชัยศรี จ. นครปฐม
โทร. (034) 222826, 222827
โทรสาร (034) 325029

13. คุณกรชนินทร์ โอภาสเสถียร

บริษัท เค แอนด์ โอ เอ็นจิเนียริง จำกัด

59/166 หมู่บ้านวิสุทธิาวิลด์ ซอย 17

หมู่ที่ 7 ถ. รามอินทรา เขตคันนายาว แขวงคันนายาว

กรุงเทพฯ 10230

โทร. 9179125-6 โทรสาร. 9179131

ภาคผนวก จ.

สูตรการคำนวณเฟืองเกียร์ในโปรแกรม Excel

	A	B
1	module,m	
2	number of pinion teeth,Z1	
3	pitch diameter of pinion	=B1*B2
4	number of gear teeth,Z2	
5	pitch diameter of gear	=B1*B4
6	gear ratio,i	=B4/B2
7	standard centre distance,a0	=0.5*B1*(B2+B4)
8	actual centre distance,a	
9	pressure angle, degree	20
10	pressure angle, radian	=B9*2*22/(7*360)
11	inv pressure angle	=TAN(B10)-B10
12	working pressure angle, radian	=ACOS(B7*COS(B10)/B8)
13	inv working presure angle	=TAN(B12)-B12
14	sum of profile correction factor	=(B13-B11)*(B2+B4)/(2*TAN(B10))
15	pinion correction factor	=B14/(B6+1)+0.5*(B6-1)/(B6+1)
16	gear correction factor	=B14-B15
17	topping, mm.	=B7+B14*B1-B8
18	pinion diameter, mm	=B3+2*B1*B1+2*B15*B1-2*B17
19	gear diameter, mm	=B5+2*B1+2*B16*B1-2*B17
20	number of measured pinion teeth	
21	pinion tooth distance	=B1*COS(B10)*((B20-0.5)*22/7+B2*B13)+2*B15*B1*SIN(B10)
22	number of measured gear teeth	
23	gear tooth distance	=B1*COS(B10)*((B22-0.5)*22/7+B4*B11)+2*B16*B1*SIN(B10)
24	pinion root circle diameter	=B3-2*(1.25-B15)*B1
25	gear root circle diameter	=B5-2*(1.25-B16)*B1