



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร  
ของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0”

A Study and Development on the Logistics of Agricultural Machinery Production under  
the Policy of Thailand 4.0

โดย ดร.นิติรงค์ พงษ์พานิช และคณะ

เมษายน 2563

สัญญาเลขที่ RDG62T0119

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

ของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0”

A Study and Development on the Logistics of Agricultural Machinery Production under the  
Policy of Thailand 4.0

คณะผู้วิจัย สังกัด

- |                                               |                                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. ดร. นิติรงค์ พงษ์พานิช                     | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 2. รองศาสตราจารย์. ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 3. อาจารย์. ดร. อณจ ชัยมณี                    | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 4. ดร. ธนัญกรณ์ ใจผ่อง                        | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 5. นายทิตินัย เทียนแย้ม                       | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 6. นายกิตติเดช โพธิ์นิยม                      | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 7. นายเสกสรร สีหวงษ์                          | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 8. ดร. สมพจน์ คำแก้ว                          | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 9. นางสมร มะกรวัฒนะ                           | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 10. นางสาวทัศนาวดี นฤทุม                      | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

**บทสรุปสำหรับผู้บริหาร**  
**(Executive Summary )**

**1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย**

**1.1 ชื่อเรื่อง**

**(ภาษาไทย)** การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0

**(ภาษาอังกฤษ)** A Study and Development on the Logistics of Agricultural Machinery Production under the Policy of Thailand 4.0

**2. สรุปโครงการวิจัย**

**2.1 การสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตร**

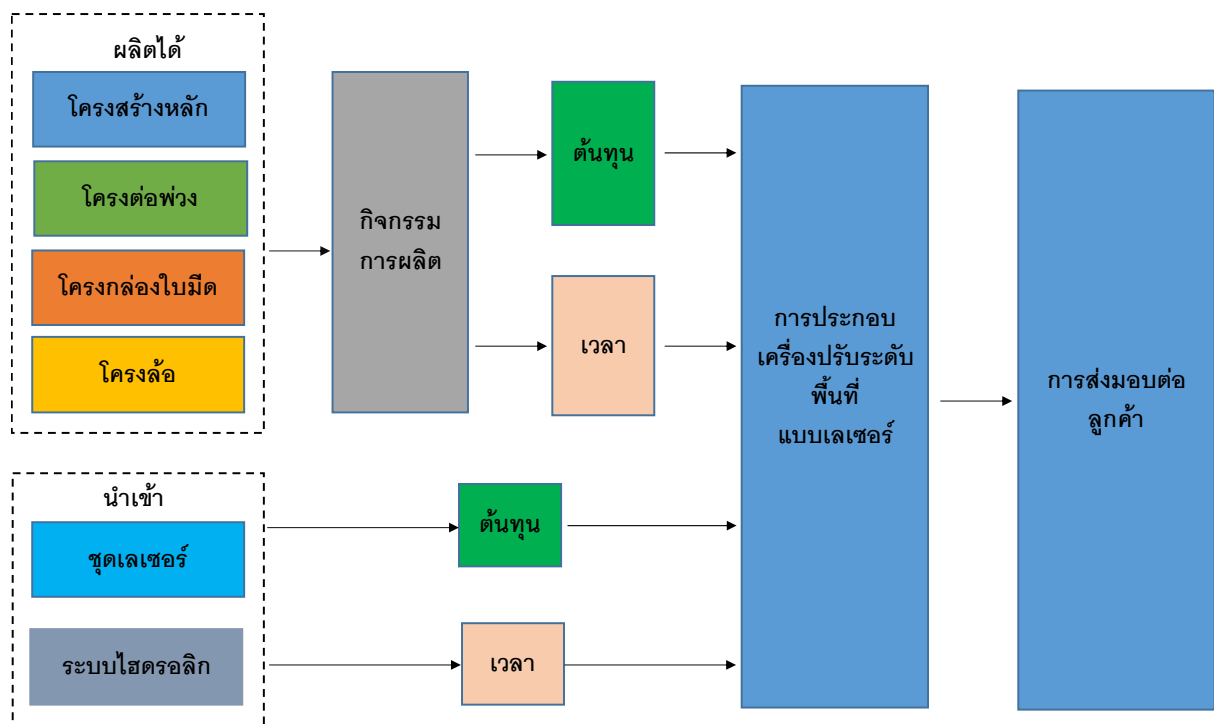
จากการสำรวจเชิงปฐมภูมิร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กลุ่มผู้ประกอบการที่ผลิตและจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ตลอดจนนักวิชาการจากกรมกอง และสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตร ได้ทราบถึงศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย ที่มีอุตสาหกรรมสนับสนุน งานโลหะ 7 ชนิด ได้แก่ การหล่อโลหะ การขึ้นรูปโลหะ การตีขึ้นรูปโลหะ การตัดและขัดผิวงาน งานโลหะแผ่นและการเชื่อม และยังมีฐานการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถขยายผลไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศได้ ตลอดจนแรงงานมีทักษะและความเชี่ยวชาญในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรหลายชนิด เช่น รถแทรกเตอร์เดินตามอุปกรณ์เตรียมดิน อุปกรณ์ปลูกและหยอดเมล็ดพันธุ์ แต่สถานการณ์ปัจจุบัน ตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยได้มีจำนวนลดลงเนื่องจากหลายประเทศได้กำหนดมาตรฐานผลการทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการของประเทศไทยหลายรายขาดโอกาสในการส่งออกไปยังประเทศนั้น ในเรื่องภาษีเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากเครื่องจักรกลการเกษตรบางชนิดจำเป็นต้องนำเข้าอุปกรณ์มาประกอบ แต่ถูกตีความไปเป็นอุปกรณ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะมีอัตราภาษีที่สูงกว่า ทำให้ต้นทุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรภายในประเทศสูงขึ้น

ด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เทคโนโลยีการวัด ควบคุม และประมวลผล เป็นส่วนประกอบสำคัญในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ แต่ในปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีต้นทุนสูงและระยะเวลาในการขนส่งนาน 3-6 เดือน ทำให้ปริมาณเทียบเท่ากับเวลาการผลิตน้อย จากผลการสำรวจ การพัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติของประเทศไทยยังอยู่ในกลุ่มของนักวิชาการจากสถาบันการศึกษาและจากภาครัฐ และกลุ่ม Start up ที่ซึ่งยังไม่ค่อยมีบทบาทต่อภาคเกษตรกรรม ซึ่งถ้ามี

การบูรณาการร่วมกับภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย จะเป็นการเพิ่มโอกาสทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำระดับโลก

## 2.2 การวิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ประเทศไทยมีศักยภาพในการออกแบบและสร้างส่วนประกอบของโครงสร้างและกลไกขับเคลื่อนการทำงาน เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศมีกระบวนการผลิต การขึ้นรูปชิ้นส่วนต่างๆ อย่างครบวงจร ทำให้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ นอกจากนี้ บุคลากรของประเทศไทยมีประสบการณ์และความชำนาญด้านการออกแบบและสร้างชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เห็นได้จาก ผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material flow analysis) กับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกรณีศึกษา เช่น เครื่องปรับระดับพื้นที่ ระยะเวลาตั้งแต่ขั้นต้นของกระบวนการผลิตจนถึงการส่งมอบงานไม่สูงโดยจะใช้ในการผลิตและประกอบเวลาน้อยกว่า 5 วัน และค่าแรงงานอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการพัฒนาด้านโครงสร้างและกลไกการทำงาน of เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ข้อดีที่ประเทศสามารถผลิตในส่วนของโครงสร้างและชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้เอง คือ เมื่อชิ้นส่วนประกอบได้รับความเสียหายยังสามารถซ่อมบำรุงได้จากอุตสาหกรรมและบุคลากรภายในประเทศ



ส่วนประกอบด้านเทคโนโลยีการวัดและควบคุมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนที่กำหนดต้นทุนและระยะเวลาของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ซึ่งจากผลของการวิเคราะห์การไหลของ

วัสดุ (Material flow analysis) กับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำการศึกษา เช่น เครื่องปรับระดับพื้นที่ จะแสดงให้เห็นว่า ต้นทุนและระยะเวลาการผลิตอยู่ที่ส่วนประกอบที่จำเป็นต้องนำเข้า เช่น ชุดเลเซอร์และระบบไฮดรอลิก ซึ่งใช้เวลาจากประเทศต้นทางมายังประเทศไทย ประมาณ 3-6 เดือน โดยที่ส่วนประกอบอื่นที่สามารถผลิตได้เองในประเทศจะใช้ในการผลิตและประกอบเวลาน้อยกว่า 5 วัน

วิธีการวิเคราะห์เพื่อแสดงรายละเอียดของต้นทุนและเวลาในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ งานวิจัยนี้ใช้วิธีการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (Largest processing time, LPT) เพื่อจัดลำดับกิจกรรมของการผลิต เช่น กิจกรรมการตัด กิจกรรมการเจาะ กิจกรรมการเชื่อม ตลอดจนกิจกรรมการทำสี และส่งมอบงาน ช่วยให้ผู้ประกอบการลดการจัดการกับค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุคงคลัง และบริหารจัดการเวลาในแต่ละกิจกรรมการผลิตให้สามารถผลิตส่วนประกอบต่างๆ ให้เสร็จพร้อมประกอบกับส่วนประกอบที่นำเข้าจากต่างประเทศมาถึง เพื่อการส่งมอบงานทันเวลา นอกจากนั้นยังช่วยประเมินศักยภาพในการผลิตของผู้ประกอบการในกรณีของอนาคตที่ธุรกิจเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำภายในประเทศได้ขยายตัว จะทำให้ทราบว่า รายผลิตควรพัฒนาในส่วนไหนเพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าที่มีปริมาณมากได้ตามเวลาที่กำหนด

ดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ประเทศควรจะเน้นไปทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการวัดและควบคุมเพื่อให้ช่วยลดปัจจัยด้านต้นทุนและเวลาของการนำเข้าเทคโนโลยี และยังเป็นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้สำหรับการจัดการกับปัญหาเมื่อระบบเกิดความเสียหายแบบพึ่งพาตนเอง ซึ่งจะทำให้ประเทศมีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้อย่างครบวงจร

### 2.3. ข้อเสนอแนะสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.3.1. ยุทธศาสตร์เครื่องจักรกลการเกษตรและหน่วยงานรับผิดชอบมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการกำหนดเป้าหมายการยกระดับผลิตภัณท์และทิศทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี
- 2.3.2. ประเทศไทยควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรเฉพาะด้าน
- 2.3.3. ควรมีศูนย์ทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตรที่มีมาตรฐานในระดับสากลเพื่อรองรับการทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีที่พร้อมต่อการส่งออกสร้างรายได้ให้กับประเทศ
- 2.3.4. กรอบวิจัยควรกำหนดอย่างชัดเจนเพื่อดึงผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเทคโนโลยีอัตโนมัติทั้งจากภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน ในเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างครบวงจร

2.3.5. ควรมีการบูรณาการและต่อยอดจากงานวิจัยและพัฒนา รวมถึงองค์ความรู้ที่ใกล้เคียงจากภาคอุตสาหกรรมให้เข้ามาสู่ภาคเกษตรกรรม

2.3.6 ผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกันควรมีการรวมกลุ่มเพื่อกระจายองค์ความรู้และสร้างโอกาสการแข่งขันทางการตลาดในระดับสากล

### 3. บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

#### บทคัดย่อ(ภาษาไทย)

จากการปรับตัวทางด้านเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศให้ก้าวเข้าสู่ยุคเกษตรกรรม 4.0 การสำรวจสถานการณ์ของเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีมีความจำเป็นสำหรับการสะท้อนในการจัดการกับจุดบกพร่องในสถานการณ์ปัจจุบัน การสำรวจข้อมูลแบบปฐมภูมิเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาเพื่อให้ทราบข้อมูลสถานการณ์การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจากผู้ประกอบการและนักวิชาการ นำมาการคำนวณหาค่าร้อยละ การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต การคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ เครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ถูกนำมาเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำตัวอย่างเพื่อศึกษาการไหลของวัสดุในขั้นตอนการผลิต และใช้กฎการจัดลำดับงานแบบการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับกิจกรรมในขั้นตอนการผลิตเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วน of วัสดุคงคลังและสามารถผลิตได้อย่างทันเวลา จากผลการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน โครงสร้างของเครื่องปรับระดับพื้นที่ที่จะใช้เวลาในการผลิตก่อนกำหนดมอบงาน เท่ากับ 1,500 นาที หรือ 25 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาในการผลิตการสูญเสียไปกับส่วนประกอบอย่างอื่นที่นำเข้ามาจากประเทศ 3 เดือน

## **บทคัดย่อ (Abstract)**

Due to the “Thailand 4.0” policy, the survey of the situation of agricultural machinery and technology is necessary to explain any problem in current time. Primary data from many operator and academic were surveyed in order to analysis with descriptive statistics to be the precision agricultural processing data. There are calculate the value of percentage, arithmetic mean, standard deviation and many suggestions for development the country’s precision agricultural machinery. In this research, Laser land leveling (LLL) is used as a case study to provide the material flow analysis with transportation type largest processing time (LPT) in order to sequence the activity of LLL production process. Aim to reduce inventory costs and just in time. From the result, production time of main structure equal to 1,500 minutes (25 hours) but overall time loss from the import parts.

## สารบัญ

|                                                                                                              | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                                                                                       | (1)  |
| สารบัญรูป                                                                                                    | (3)  |
| สารบัญตาราง                                                                                                  | (6)  |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>                                                                                          | 1    |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา                                                                                | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                                                                  | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย                                                                                        | 2    |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                                                                                | 2    |
| 1.5 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล                                                     | 3    |
| 1.6 เป้าหมายของผลผลิต (Output) และตัวชี้วัด                                                                  | 5    |
| 1.7 เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) และตัวชี้วัด                                                                | 5    |
| <b>บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง</b>                                         | 6    |
| 2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน และ/หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย                                                         | 6    |
| 2.2 อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร                                                                          | 7    |
| 2.3 ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร                                                            | 8    |
| 2.4 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                              | 11   |
| 2.5 การผลักดันเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                    | 12   |
| 2.6 ความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผลสำหรับ<br>เครื่องจักรกลเกษตรแม่นยำ                         | 14   |
| 2.7 โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน                                                                                   | 16   |
| <b>บทที่ 3 สถานการณ์โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของการอุตสาหกรรม<br/>    เครื่องจักรกล การเกษตรแม่นยำของประเทศ</b> | 21   |
| 3.1 ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการสำรวจสถานการณ์การผลิตเครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ                                 | 22   |
| 3.2 ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่เลือกเป็นกรณีศึกษา                                                  | 23   |
| 3.3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ : กรณีศึกษาเครื่องปรับระดับพื้นที่<br>ด้วยแสงเลเซอร์                         | 24   |
| 3.4 การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ : กรณีศึกษาเครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วย<br>แสงเลเซอร์                          | 35   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                                          | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>บทที่ 4 ผลการศึกษาโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการผลิตเครื่องจักรกล</b>                                   |      |
| <b>การเกษตรแม่นยำของประเทศ</b>                                                                           | 39   |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเชิงสถิติ                                    | 41   |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material flow analysis)                                                | 56   |
| 4.3 การวิเคราะห์โดยใช้ SWOT Analysis                                                                     | 71   |
| <b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ</b>                                                                         | 75   |
| 5.1 การสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตร                                                               | 75   |
| 5.2 การวิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตร                | 75   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                 | 77   |
| <b>เอกสารอ้างอิง</b>                                                                                     | 79   |
| <b>ภาคผนวก ก รายละเอียดของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย</b>                                          | 82   |
| <b>ภาคผนวก ข การศึกษาดูงานเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่ในการปลูกอ้อย ณ จังหวัดโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น</b> | 89   |
| <b>ภาคผนวก ค แบบสอบถามสำหรับโครงการวิจัย</b>                                                             | 103  |
| <b>ภาคผนวก ง แบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)</b>                                                            | 109  |
| <b>ภาคผนวก จ รูปประกอบการสัมภาษณ์</b>                                                                    | 110  |

## สารบัญรูป

| หัวข้อ                                                                                                | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัย                                                         | 3    |
| รูปที่ 2 รายงานมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตร เดือนสิงหาคม ปี 2561                              | 9    |
| รูปที่ 3 รายงานมูลค่าการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร เดือนสิงหาคม ปี 2561                              | 9    |
| รูปที่ 4 ข้อมูลการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรช่วง เดือนพฤษภาคม 61 ถึง พฤษภาคม 62                      | 10   |
| รูปที่ 5 ข้อมูลการออกเครื่องจักรกลการเกษตรช่วง เดือนพฤษภาคม 61 ถึง พฤษภาคม 62                         | 10   |
| รูปที่ 6 เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำกับเกษตร 4.0                                                             | 12   |
| รูปที่ 7 หุ่นยนต์ปลูก (ชาย) และ หุ่นยนต์ไถ (ขวา)                                                      | 14   |
| รูปที่ 8 รถไถพ่วงเครื่องหยอดปุ๋ยจีพีเอส                                                               | 14   |
| รูปที่ 9 รถไร้คนขับ หรือ Unmanned Ground Vehicle (UGV)                                                | 15   |
| รูปที่ 10 เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์                                                   | 16   |
| รูปที่ 11 โลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน                                                             | 17   |
| รูปที่ 12 เครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้ ส่วนโครงสร้างและกลไกการทำงาน                                    | 21   |
| รูปที่ 13 เครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้งานวิจัยและพัฒนาของสถาบันเกษตรวิศวกรรม                           | 22   |
| รูปที่ 14 เครื่องจักรกลปรับระดับพื้นที่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (land plane)                            | 23   |
| รูปที่ 15 การปรับระดับพื้นนากับรถไถเดินตาม                                                            | 26   |
| รูปที่ 16 เครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยการใช้แสงเลเซอร์                                                 | 26   |
| รูปที่ 17 การเตรียมพื้นที่ด้วยการใช้พานไถ                                                             | 27   |
| รูปที่ 18 ขั้นตอนการสำรวจพื้นที่และบันทึกข้อมูล                                                       | 28   |
| รูปที่ 19 วิธีการปรับระดับพื้นที่แบบใช้แสงเลเซอร์                                                     | 29   |
| รูปที่ 20 เครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ตัวอย่าง                                                   | 29   |
| รูปที่ 21 ส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่                                                        | 30   |
| รูปที่ 22 ส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่                                                        | 30   |
| รูปที่ 23 โครงสร้างกล่องใบมีดตัวอย่างของเครื่องปรับระดับพื้นที่ (ชาย) และจุดยึดกับโครงสร้างหลัก (ขวา) | 31   |
| รูปที่ 24 โครงสำหรับการต่อพ่วงของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่าง                                      | 31   |
| รูปที่ 25 โครงสร้างล้อของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่าง                                              | 32   |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| หัวข้อ                                                                                                                                                                                                                                  | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 26 อุปกรณ์รับสัญญาณแสงเลเซอร์ตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane                                                                                                                                                                           | 32   |
| รูปที่ 27 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane                                                                                                                                                                              | 33   |
| รูปที่ 28 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane                                                                                                                                                                              | 33   |
| รูปที่ 29 กระบอกไฮดรอลิกสำหรับเครื่องปรับระดับพื้น                                                                                                                                                                                      | 34   |
| รูปที่ 30 วาล์วไฮดรอลิกไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                            | 34   |
| รูปที่ 31 ถังน้ำมันไฮดรอลิก                                                                                                                                                                                                             | 35   |
| รูปที่ 32 ป้อนน้ำมันไฮดรอลิกและเกียร์เพิ่มรอบ                                                                                                                                                                                           | 35   |
| รูปที่ 33 การวิเคราะห์การไหลของวัสดุของเครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยแสงเลเซอร์                                                                                                                                                            | 36   |
| รูปที่ 34 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามด้านสถานการณ์เครื่องจักรกล<br>การเกษตรของประเทศ                                                                                                                                            | 50   |
| รูปที่ 35 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามด้านข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ                                                                                                                                            | 51   |
| รูปที่ 36 แบบจำลอง 3 มิติของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์                                                                                                                                                                           | 57   |
| รูปที่ 37 แบบจำลอง 3 มิติของส่วนประกอบโครงสร้างหลัก                                                                                                                                                                                     | 58   |
| รูปที่ 38 แบบจำลอง 3 มิติของโครงกล่งใบมีด                                                                                                                                                                                               | 59   |
| รูปที่ 39 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสำหรับการต่อพ่วง                                                                                                                                                                                        | 60   |
| รูปที่ 40 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสร้างล้อ                                                                                                                                                                                                | 61   |
| รูปที่ 41 เข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทดลองด้านสรีระวิทยาพืช และการใช้เทคโนโลยี<br>สมัยใหม่ในการเกษตรในการเกษตร ของคณะเกษตร มหาวิทยาลัยวิริกวิ<br>จังหวัดโอกินาวา                                                                         | 92   |
| รูปที่ 42 การเดินทางไปดูงานด้านเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) ที่เกาะมินา<br>มิโดโตะ (ซาย) และพื้นที่บนเกาะที่มีการปลูกอ้อยเป็นอาชีพหลัก (ชาว)                                                                                     | 93   |
| รูปที่ 43 การเยี่ยมชมโรงงานน้ำตาลไดโตะ                                                                                                                                                                                                  | 94   |
| รูปที่ 44 เยี่ยมชมเครื่องจักรที่ใช้ในอ้อยของโรงงานน้ำตาลไดโตะ (ซาย) และ การ<br>ทดสอบการใช้รถแทรกเตอร์และการปลูกอ้อยแบบใช้ท่อนพันธุ์ด้วยระบบ<br>ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (ชาว)                                                                | 95   |
| รูปที่ 45 การเก็บข้อมูลด้านสรีระวิทยาของพืช (Physiological data collecting) และ<br>การเก็บบันทึกข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศขนาดเล็ก (Micro climate data<br>collecting) เพื่อนำมาประมวลผลกับข้อมูลด้านอื่น ๆ เพื่อหา Growth<br>model ของอ้อย | 96   |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| หัวข้อ                                                                                                                      | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 46 สถานีตรวจอากาศและการติดตั้ง NDVI เพื่อติดตามการเจริญเติบโตของพืช                                                  | 97   |
| รูปที่ 47 การพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบท่อน (billet planter)                                                                   | 98   |
| รูปที่ 48 รถตัดอ้อยขนาดเล็กและขนาดกลางที่เป็นเทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่น                                                      | 98   |
| รูปที่ 49 เครื่องหยอดเมล็ดและใส่ปุ๋ย (ข้าว) และ เครื่องพ่น (ขวา)                                                            | 98   |
| รูปที่ 50 โรงเรือนปลูกไม้ดอกเพื่อการค้า (ข้าว) และ การถ่ายรูปร่วมกับเจ้าหน้าที่ของ<br>ศูนย์วิจัยด้านการเกษตรของจังหวัดโอกิน | 99   |
| รูปที่ 51 อาจารย์และนักวิจัยของมหาวิทยาลัยริวกิว                                                                            | 100  |
| รูปที่ 52 การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Core sampling จากกรบรทุก                                                                  | 101  |
| รูปที่ 53 การนำอ้อยสับย่อยจนละเอียดด้วยเครื่อง Shredder machine                                                             | 101  |
| รูปที่ 54 การสาธิตการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ในการเตรียมดิน                                                                  | 102  |

## สารบัญตาราง

| หัวข้อ                                                                                                                                                           | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 อัตราภาษีเครื่องจักรกลการเกษตรที่ไทยนำเข้า 10 ผลิตภัณฑ์                                                                                               | 13   |
| ตารางที่ 2 ตัวแปรของสถิติเชิงพรรณนา                                                                                                                              | 23   |
| ตารางที่ 3 ตัวแปรของสมการจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร                                                                                                | 24   |
| ตารางที่ 4 การประเมิน IOC ในด้านข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม                                                                                                         | 40   |
| ตารางที่ 5 การประเมิน IOC ในด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของ<br>ประเทศ                                                                                      | 40   |
| ตารางที่ 6 การประเมิน IOC ในด้านข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                                          | 42   |
| ตารางที่ 7 การประเมิน IOC ในด้านเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร<br>แม่นยำของประเทศ | 43   |
| ตารางที่ 8 ผลของแบบสอบถามด้านจำนวนและร้อยละของประเภทผู้ตอบ<br>แบบสอบถาม                                                                                          | 44   |
| ตารางที่ 9 ผลของแบบสอบถามด้านจำนวนชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้อง                                                                                         | 44   |
| ตารางที่ 10 ผลของแบบสอบถามด้านวิธีการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                                             | 45   |
| ตารางที่ 11 ผลของแบบสอบถามด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของ<br>ประเทศ                                                                                        | 50   |
| ตารางที่ 12 ผลของแบบสอบถามด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                                                        | 52   |
| ตารางที่ 13 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างหลัก                                                                                                                 | 58   |
| ตารางที่ 14 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงกล่อบไม่มีด                                                                                                               | 59   |
| ตารางที่ 15 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสำหรับการต่อพ่วง                                                                                                          | 60   |
| ตารางที่ 16 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างล้อ                                                                                                                  | 62   |
| ตารางที่ 17 ต้นทุนและเวลาของระบบไฮดรอลิก                                                                                                                         | 63   |
| ตารางที่ 18 ต้นทุนและเวลาของชุดเลเซอร์                                                                                                                           | 64   |
| ตารางที่ 19 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสร้างหลัก                                                                                                                   | 64   |
| ตารางที่ 20 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงกล่อบไม่มีด                                                                                                                 | 65   |
| ตารางที่ 21 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสำหรับการต่อพ่วง                                                                                                            | 65   |
| ตารางที่ 22 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสร้างล้อ                                                                                                                    | 65   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

กรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560-2579 มี วิสัยทัศน์ “ประเทศมี ความมั่นคง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” นำไปสู่การพัฒนาให้คนไทยมีความสุขและตอบสนองต่อการบรรลุซึ่งผลประโยชน์แห่งชาติ ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตสร้างรายได้ระดับสูงเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยสังคมมีความมั่นคง เสมอภาคและเป็นธรรม ซึ่งจะทำให้ประเทศสามารถแข่งขันได้ในระบบเศรษฐกิจ โดยรัฐบาลได้กำหนดนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” มีความเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม โดยมีฐานความคิดกับการเปลี่ยนผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และเปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้าไปสู่การเน้นภาคบริการให้มากขึ้น

นโยบายประเทศไทย 4.0 ครอบคลุมกับการพัฒนาประเทศในทุกส่วน สำหรับภาคเกษตรกรรม เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำสามารถขับเคลื่อนประเทศไทยให้ก้าวเข้าสู่ “เกษตรกรรม 4.0” ได้ ปัจจุบันเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้แพร่หลาย จากข้อมูลที่ปรากฏจากผู้ประกอบการ ภาครัฐ และสถาบันการศึกษา ทำให้กลุ่มบริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรดั้งเดิมจะต้องปรับตัวร่วมกับบริษัทเทคโนโลยีเกิดใหม่ (start-up) ร่วมพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำร่วมกับภาครัฐและสถาบันการศึกษาโดยการนำผลงานวิจัยมาใช้ภายในประเทศไทยหรือส่งออกสร้างมูลค่ามหาศาลให้กับประเทศไทย ซึ่งเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่เป็นผลลัพธ์จากงานวิจัยจะสอดคล้องกับการขับเคลื่อนประเทศด้วย นวัตกรรม

เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทยมีที่มาจาก 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ผลิตเองในประเทศ กรณีที่ 2 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่นำเข้าจากต่างประเทศ และกรณีที่ 3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ขึ้นส่วนหลักนำเข้าจากต่างประเทศ โดยถ้าพิจารณาตลอดโซ่อุปทาน (supply chain) ต้นทุนและเวลาการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีผลกระทบจากหลายปัจจัย เมื่อพิจารณาด้านโลจิสติกส์ (logistic) จะเกิดผลกระทบตั้งแต่โลจิสติกส์ขาเข้า (inbound logistic) สืบเนื่องโลจิสติกส์ขาออก (outbound logistic) จากการประชุมเรื่อง แนวโน้มและทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของ กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2561 มีประเด็นเกี่ยวกับ แนวทางและทิศทางการตลาดในอนาคตจะมุ่งสู่ตลาดใด และการประเมินความต้องการของตลาด ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เหล็ก อุปกรณ์และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่นำเข้า การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร รวมถึงการกำหนดมาตรฐาน

เครื่องจักรกลการเกษตรและการลดต้นทุนโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรทั้งภายในประเทศและการส่งออก

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตร

1.2.3 เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการเกษตรแม่นยำจาก 3 กรณี คือ

1.3.1 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ผลิตเองในประเทศ

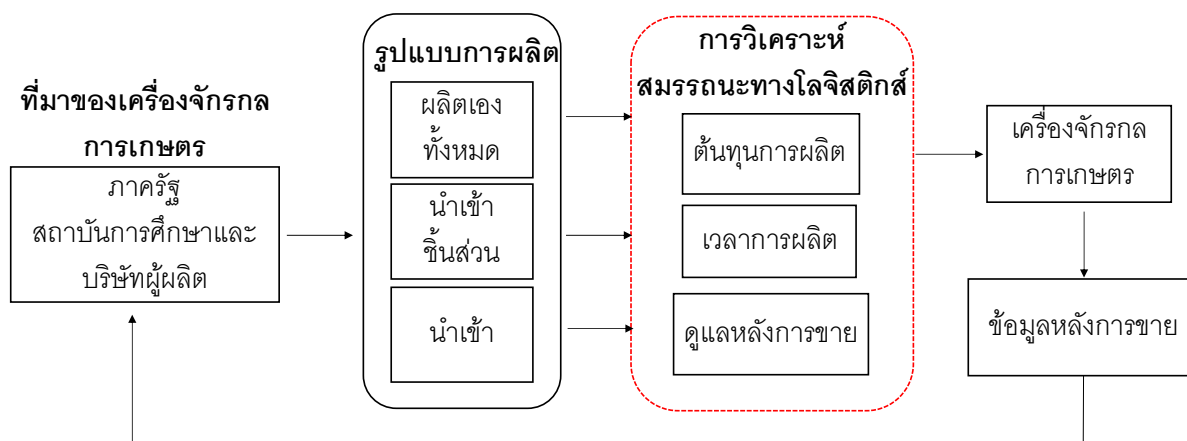
1.3.2 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่นำเข้าจากต่างประเทศ

1.3.3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ชิ้นส่วนหลักนำเข้าจากต่างประเทศ

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงการวิจัยนี้จะมีผลกระทบต่อการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทย สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนและเวลาของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเพื่อให้การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีต้นทุนและเวลาลดลง สามารถแสดงข้อดี-ข้อเสียของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ผลิตเองในประเทศ กลุ่มที่ 2 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่นำเข้าจากต่างประเทศ และกลุ่มที่ 3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ชิ้นส่วนหลักนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานของบริษัทผู้ผลิตและนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งสำหรับการวางแผนเพื่อกำหนดนโยบายของการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทย

## 1.5 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัย

### 1.5.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1.1 ระดมความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดทิศทางและสร้างแบบสอบถามสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลโดยอาศัยวิธีการสำรวจและสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสำหรับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมด้านต้นทุนเทียบกับเวลาของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

1.5.1.2 รวบรวมข้อมูลกลุ่มบริษัทนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำและศึกษาข้อมูลและเปรียบเทียบอัตราภาษีของการนำเข้าชิ้นส่วนจากศุลกากร สิ่งที่ต้องการ คือ

- รายชื่อของบริษัทที่นำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- รายชื่อของบริษัทที่มีการนำเข้าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- อัตราภาษีของการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำและชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- รายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.3 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสำรวจจากการสังเกตและสัมภาษณ์ของหน่วยงานของรัฐ และสถาบันการศึกษา ด้านชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนเทียบกับเวลา สิ่งที่ต้องการ คือ

- บทสัมภาษณ์จากนักวิจัยของภาครัฐและสถาบันการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคสำหรับการวิจัยและพัฒนาสำหรับชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- ความเหมาะสมของต้นทุนกับระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- แนวทางสำหรับการปรับปรุงเพื่อให้ในงานวิจัยที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งาน

- รายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.4. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มบริษัทผู้ผลิตและนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่สำรวจจาก 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ผลิตเองในประเทศ กลุ่มที่ 2 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่นำเข้าจากต่างประเทศ และกลุ่มที่ 3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ขึ้นส่วนหลักนำเข้าจากต่างประเทศ สิ่งที่ต้องการ คือ

- ต้นทุนและเวลาของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของแต่ละกรณี
- ศึกษาต้นทุนและเวลาของการเคลื่อนย้ายของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจากบริษัทผู้ผลิตไปยังกลุ่มเกษตรกร
- การดูแลหลังการขายและบริหารสินค้าคงคลัง เช่น ถ้าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนบางชิ้นเสียหายจะสามารถหาอะไหล่เพื่อซ่อมแซมได้หรือไม่และต้องใช้ระยะเวลานานเท่าไร
- ข้อมูลหลังการขาย เช่น ข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ซื้อ
- แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทย
- รายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.5 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและสัมภาษณ์ เช่น ต้นทุนทั้งหมดของการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตร ค่าเสียโอกาส ค่าจ้างแรงงาน และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีการจัดการและแผนการดำเนินงานของโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ที่มีผลกระทบต่อต้นทุนเทียบกับเวลาของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจากทั้ง 3 กลุ่ม

1.5.1.6 เข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลการวิจัยกับหน่วยงาน/องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและผลักดันนโยบายของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

1.5.1.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

## 1.5.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1.5.2.1 ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

1.5.2.2. หน่วยงานของภาครัฐและสถาบันการศึกษาที่วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

1.5.2.3. บริษัทผู้ผลิตและนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

1.5.2.4. สมาอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งประเทศไทย

## 1.6 เป้าหมายของผลผลิต (Output) และตัวชี้วัด

| ผลผลิต                                                                                                       | ตัวชี้วัด                                                                              |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                   |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | เชิงปริมาณ                                                                             | เชิงคุณภาพ                                                                                                                                                                                              | เวลา                                                                                                                              | ต้นทุน                                                                  |
| การจัดการ<br>โลจิสติกส์และ<br>โซ่อุปทานของ<br>การผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตร<br>แม่นยำของ<br>ประเทศไทย | แสดงข้อดี-ข้อเสีย<br>ของการผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตร<br>แม่นยำของแต่ละ<br>กรณี | -พัฒนาวิธีการ<br>ดำเนินงานของ<br>บริษัทผู้ผลิตและ<br>นำเข้าเครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ<br>-ช่วยกำหนดนโยบาย<br>การขับเคลื่อน<br>อุตสาหกรรมการผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ<br>ของประเทศไทย | สามารถจัดการกับ<br>ปัจจัยของโซ่<br>อุปทานและ<br>โลจิสติกส์ที่มี<br>ผลกระทบกับเวลา<br>ในการผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ | สามารถลดต้นทุน<br>การผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ<br>ให้ลดลง |

## 1.7 เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) และตัวชี้วัด

| ผลผลิต                                                                                                            | ตัวชี้วัด                                                                                                         |                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                   | เชิงปริมาณ                                                                                                        | เชิงคุณภาพ                                                                                                        | เวลา                                                                                                                                         | ต้นทุน                                                                                              |
| นำข้อมูลจาก<br>งานวิจัยไปเป็น<br>แนวทางสำหรับการ<br>พัฒนาอุตสาหกรรม<br>การผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ | ได้วิธีการและ<br>แผนการดำเนินงาน<br>สำหรับการ<br>วิเคราะห์ปัจจัยที่<br>เกี่ยวข้องกับต้นทุน<br>ในกระบวนการ<br>ผลิต | ถ่ายทอดองค์<br>ความรู้จากงานวิจัย<br>ให้กับผู้เกี่ยวข้อง<br>เช่น บริษัทผู้ผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ | ได้วิธีการวิเคราะห์<br>ข้อมูลสำหรับการ<br>ผลิตเครื่องจักรกล<br>แม่นยำโดยคำนึงถึง<br>ความคุ้มค่าของใช้<br>เทคโนโลยี<br>เปรียบเทียบกับ<br>เวลา | สามารถผลิต<br>เครื่องจักรกล<br>การเกษตรแม่นยำ<br>ภายใต้ต้นทุนที่<br>ต่ำลงเหมาะสมต่อ<br>กลุ่มเกษตรกร |

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1. ทฤษฎี สมมติฐาน และ/หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

แนวโน้มการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของโลกมีทิศทางที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้กลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยต้องปรับตัวอย่างรวดเร็วเพื่อให้สามารถก้าวทันต่อสถานการณ์ทางเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป ระบบควบคุมและประมวลผลแบบอัตโนมัติเป็นหัวใจหลักของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำซึ่งสามารถควบคุมการทำงานภายใต้สภาวะที่เครื่องจักรกลการเกษตรแบบดั้งเดิมไม่สามารถทำได้ แต่ปัจจุบันนี้ การผลิตระบบควบคุมและประมวลผลของประเทศยังประสบปัญหาและอุปสรรคจากหลากหลายด้านทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศและมีต้นทุนทั้งหมดอยู่ในระดับสูง ทำให้เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำยังไม่แพร่หลายภายในประเทศเท่าที่ควร ดังนั้นการมีส่วนร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมเพื่อจัดการกับปัญหาและอุปสรรคจากการใช้เครื่องมือเชิงแบบสอบถามกับการคำนวณทางสถิติและการคำนวณจุดคุ้มทุนจะทำให้เห็นถึงปัญหาและแนวทางการพัฒนาโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

ในเชิงภาคอุตสาหกรรมกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ค่าใช้จ่ายเป็นหนึ่งในปัจจัยที่กำหนดความแพร่หลายต่อการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำสำหรับเกษตรกร ซึ่ง วินิต (2530) ได้อธิบายว่า ค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (fixed cost) และ ค่าใช้จ่ายแปรผัน (variable cost) โดยค่าใช้จ่ายคงที่เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่ขึ้นอยู่กับการใช้งาน แต่สำหรับ ค่าใช้จ่ายแปรผันเป็นค่าใช้จ่ายที่ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งถ้านำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์จะปรากฏข้อมูลความคุ้มทุนเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตร และในเชิงภาครัฐกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ การส่งเสริมและผลักดันนโยบายเกี่ยวกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจะต้องอาศัยข้อมูลด้านจุดแข็งและจุดอ่อนสำหรับศักยภาพของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจาก กลุ่มรัฐและภาคอุตสาหกรรมด้วยการใช้แบบสอบถามร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติจะทำให้เห็นแนวทางสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไปในทิศทางที่ถูกต้อง (กฤษดา, 2557)

เครื่องจักรกลปรับระดับพื้นที่ (Land leveling) มีความสามารถในการบริหารจัดการแปลงเกษตรกรรม สามารถเพิ่มผลผลิต และลดรายจ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (องค์ความรู้เรื่องข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) เครื่องปรับระดับพื้นที่ประกอบด้วยโครงสร้าง กลไกการทำงานและระบบควบคุมและประมวลผล ซึ่งมีข้อมูลการผลิตภายในประเทศและการนำเข้าจากต่างประเทศสอดคล้องกับขอบเขตการศึกษาของทั้ง 3 กรณี

## 2.2. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร

เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery) หมายถึง เครื่องจักรสำหรับภาคเกษตรกรรมเกี่ยวกับพืชและสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อการทุนแรง เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มคุณภาพ แปรรูปผลผลิตเกษตร และการสนับสนุนระบบการผลิตทางการเกษตรอุตสาหกรรม ซึ่งมีบทบาทด้านการใช้งานในภาคเกษตรกรรมของประเทศเป็นสำคัญ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุน (Supporting Industry) ที่ผลิตปัจจัยการผลิตหรือบริการให้กับอุตสาหกรรมเกษตรมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และสร้างมูลค่าเพิ่มโดยรวมของอุตสาหกรรมให้สูงขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554)

### 2.2.1. ประเภทของเครื่องจักรกลการเกษตร

เครื่องจักรกลการเกษตรสามารถแบ่งแยกได้เป็น 6 ประเภท ตามลักษณะการทำงานในภาคเกษตร ดังนี้ (ประเทือง, 2556)

- แแทรกเตอร์ (Tractors) เป็นต้นกำลังหลักสำหรับการจัดการและบริหารแปลงเกษตรกรรม เพื่อสร้างแรงฉุดลากและถ่ายทอดกำลังขับเคลื่อนให้กับเครื่องมือทางการเกษตรอื่นๆ
- เครื่องมือเตรียมดิน (Tillage equipment) เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในภาคการเกษตร ที่ใช้สำหรับการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูก เช่น ไถหัวหมู (Moldboard plow) ไถจาน (Disk plow) ไถดินดาน (Subsoiler) ไถยกร่อง (Lister) พรวนจาน (Disk harrow) พรวนซี่สปริง (Spring tooth harrow) คราด (Spike) ลูกกลิ้ง (Land roller) ฟันลาก (Float) และเครื่องปรับระดับพื้นที่ (Land leveling) เป็นต้น
- เครื่องปลูก (Planting equipment) สำหรับการเพาะปลูกพืช เช่น เครื่องหว่านเมล็ดพันธุ์ (Spacing drill) เครื่องปลูกพืชหัว (Planters) เครื่องย้ายต้นกล้า (Tan planters) หรือเครื่องปลูกอ้อย (Sugar cane planter) เป็นต้น
- เครื่องบำรุงรักษา (Crop protection equipment) เช่น เครื่องสูบน้ำ (Water pumps) เครื่องพ่นยา (Sprats) เครื่องพรุนระหว่างแถว (Cultivator) หรือเครื่องหว่านปุ๋ย (Fertilizer distributors) เป็นต้น
- เครื่องเก็บเกี่ยว (Harvesting equipment) เช่น เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Combine harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย (Sugar harvester) เครื่องนวด (Threshing) และเครื่องสี (Hullers and mills) เป็นต้น
- เครื่องมืออื่นๆ (Other equipment) ได้แก่ เครื่องคัดแยกขนาด (Grading) เครื่องอบแห้ง (Dryers) และเครื่องลำเลียง (Conveyors) เป็นต้น

### 2.2.2. การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย

โครงสร้างต้นทุนการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนด้านวัตถุดิบหรือชิ้นส่วน มีเหล็กกล้าคาร์บอนเป็น ส่วนประกอบหลักร้อยละ 79.29 (วัตถุดิบภายในประเทศ ร้อยละ 35.78 วัตถุดิบต่างประเทศ ร้อยละ 43.51)

และต้นทุนด้านแรงงาน ร้อยละ 4.55 ต้นทุนด้านพลังงาน ร้อยละ 3.82 และต้นทุนอื่นๆ ร้อยละ 12.34 ส่วนมากเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม มีลักษณะการผลิตสินค้ามากกว่า 1 ผลิตภัณฑ์ โดยเทคโนโลยีใช้ในการผลิตของภาคอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2553)

- ระดับ High-End Technology มีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย มีความละเอียดสูง แต่จะมีต้นทุนสูงส่วนมากเป็นบริษัทร่วมทุนกับต่างประเทศ หรือได้รับการส่งเสริมลงทุนร่วมกับรัฐบาล
- ระดับ Middle-End Technology เป็นเครื่องจักรสำหรับการผลิตที่มีความแม่นยำพอสมควร ส่วนมากเป็นผู้ประกอบการระดับกลางหรือย่อม
- ระดับ Low-End Technology เป็นเครื่องจักรที่มีความแม่นยำหรือความเที่ยงตรงน้อยทำให้มีศักยภาพในการผลิตเพียงชิ้นส่วนที่มีราคาต่ำ

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรบอกถึงความหน้าเชื่อถือของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับผู้บริโภค จากการสำรวจข้อมูล เทคโนโลยีการผลิตของประเทศไทยระดับ High-End Technology จะเป็นผู้ประกอบการที่มีฐานการผลิตรายใหญ่ มีปริมาณการส่งออกสูง ซึ่งส่วนใหญ่เทคโนโลยีการผลิตของภาคอุตสาหกรรมในประเทศจะอยู่ในระดับ Middle-End Technology และ Low-End Technology ซึ่งเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตออกมามีขนาดมาตรฐาน ซึ่งกระทบต่อ การผลักดันเครื่องจักรกลการเกษตรเหล่านั้นให้เข้าสู่มาตรฐานการส่งออกระดับนานาชาติ

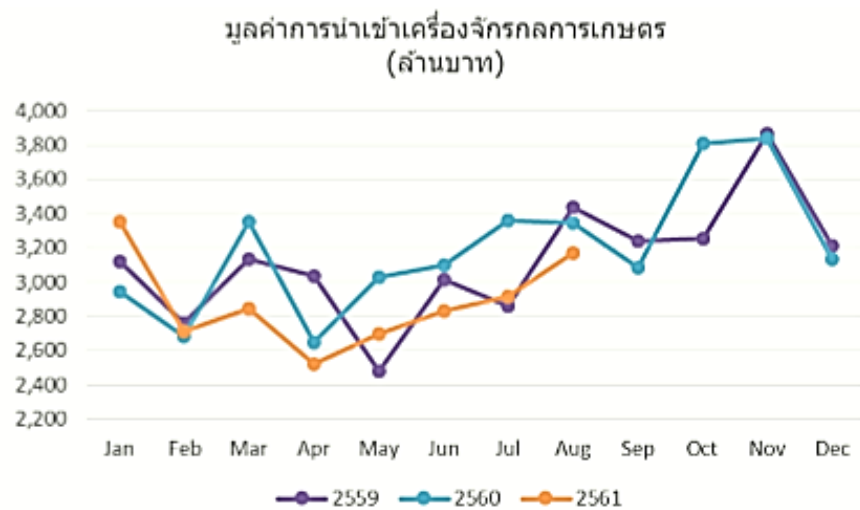
### 2.3. ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร

จากรายงานมูลค่าการค้าเครื่องจักรกลการเกษตรเดือนสิงหาคม ปี 2561 (ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, ตุลาคม 2561)

*การนำเข้า* เครื่องจักรกลการเกษตรมีมูลค่าการนำเข้าเป็น 2,918 ล้านบาท ขยายตัวร้อยละ 3.2 เมื่อเทียบกับเดือนก่อนหน้า และหดตัวร้อยละ 13.2 YoY โดยสินค้าที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงสุด ได้แก่ เครื่องบำรุงรักษาและส่วนประกอบ ซึ่งมีมูลค่าการนำเข้าอยู่ที่ 1,747 ล้านบาท

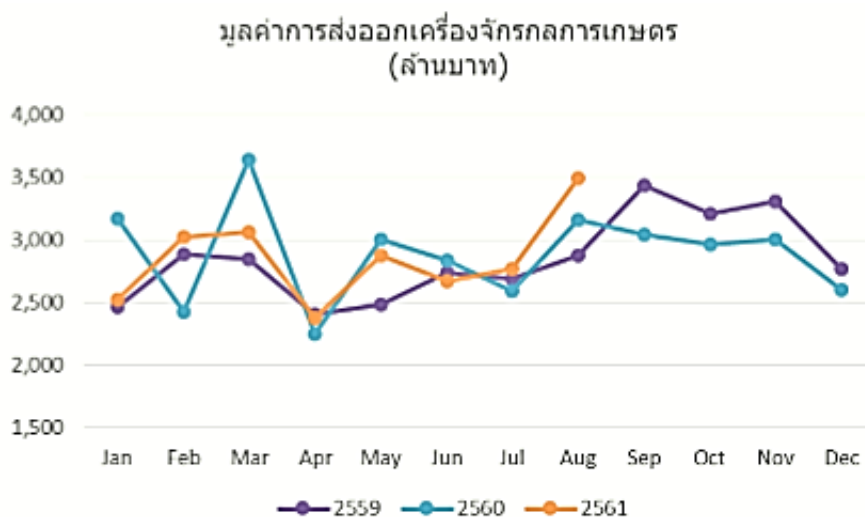
*การส่งออก* เครื่องจักรกลการเกษตรมีมูลค่าการส่งออก เป็น 2,769 ล้านบาท หดตัวร้อยละ 3.7 เมื่อเทียบกับเดือน ก่อนหน้า และหดตัวร้อยละ 6.8 YoY โดยสินค้าที่มีมูลค่า การส่งออกสูงสุด ได้แก่ แทรกเตอร์และส่วนประกอบ ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 957 ล้านบาท

*ดุลการค้า* เครื่องจักรกลการเกษตรของไทยในเดือนนี้ ดุลการค้าขาดดุลอยู่ที่ 148 ล้านบาท



รูปที่ 2 รายงานมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตร เดือนสิงหาคม ปี 2561

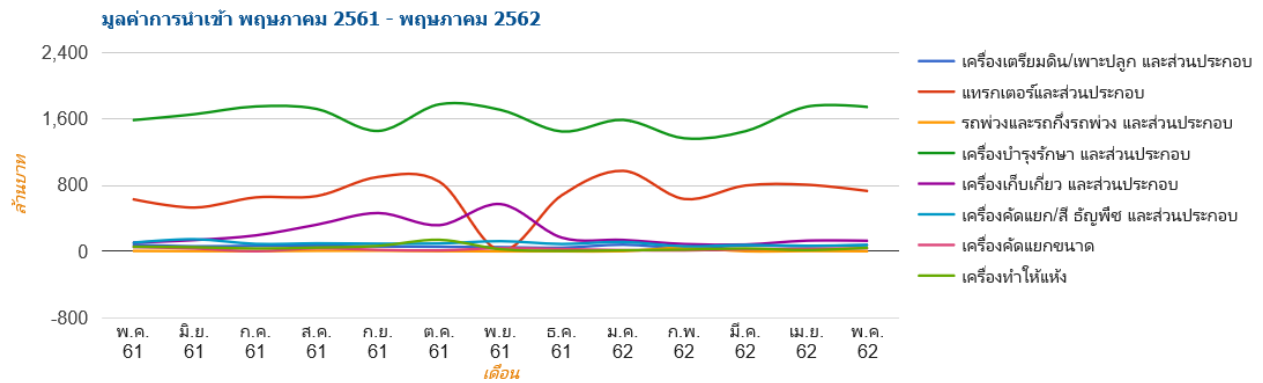
ที่มา: ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย



รูปที่ 3 รายงานมูลค่าการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร เดือนสิงหาคม ปี 2561

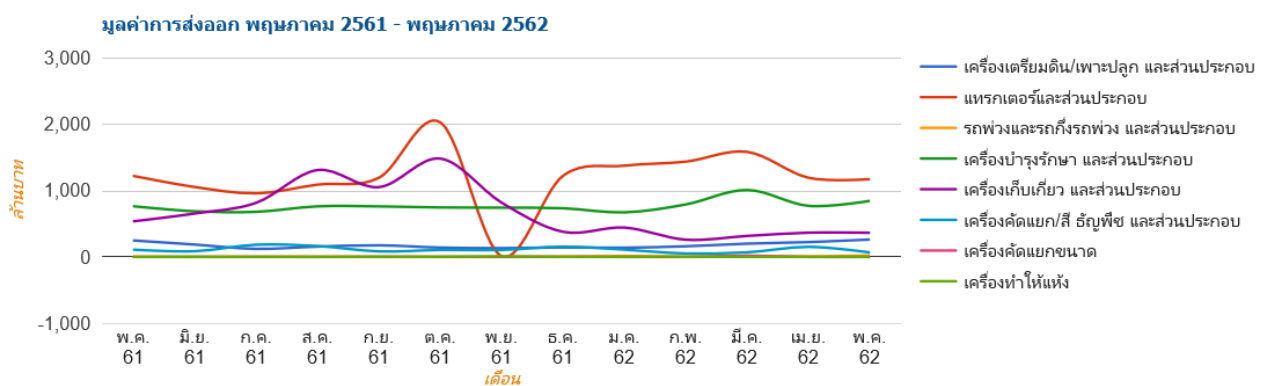
ที่มา: ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

ถ้าพิจารณาเครื่องจักรกลการเกษตรในแต่ละประเภท เช่น แทรกเตอร์และส่วนประกอบ เครื่องบำรุงรักษาและส่วนประกอบ เครื่องเก็บเกี่ยวและส่วนประกอบ เครื่องขุดแยกสั้ญพืชและส่วนประกอบ เครื่องคัดขนาดและรถพ่วงและรถเกี่ยวพ่วงและส่วนประกอบ เป็นต้น จากข้อมูลปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรด้านงานเกษตรกรรมของประเทศไทย (ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2562) จะแสดงมูลค่าการนำเข้าและส่งออกได้ดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



**รูปที่ 4** ข้อมูลการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรช่วง เดือนพฤษภาคม 61 ถึง พฤษภาคม 62

ที่มา: ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย



**รูปที่ 5** ข้อมูลการออกเครื่องจักรกลการเกษตรช่วง เดือนพฤษภาคม 61ถึง พฤษภาคม 62

ที่มา: ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

เครื่องบำรุงรักษาและส่วนประกอบมีมูลค่าของการนำเข้าสูงที่สุด รองลงมา คือ แแทรกเตอร์และส่วนประกอบ เครื่องเก็บเกี่ยวและส่วนประกอบ และเครื่องอื่นๆ มีมูลค่าที่ใกล้เคียงกัน สำหรับมูลค่าของการส่งออก แแทรกเตอร์และส่วนประกอบมีมูลค่าการส่งออกที่สูงที่สุด รองลงมา คือ เครื่องบำรุงรักษาและส่วนประกอบ เครื่องเก็บเกี่ยวและส่วนประกอบ และเครื่องอื่นๆ มีมูลค่าที่ใกล้เคียงกัน

จากข้อมูลการรายงานข้างต้น ประเทศไทยยังไม่ปรากฏข้อมูลการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผล นั้นหมายถึง ประเทศไทยยังมีการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำอยู่ในระดับน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีแม่นยำของต่างประเทศ อย่างเช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมัน และจีน ที่บุคลากรเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมาช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา โดยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีมูลค่า 3,200 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (2557) หรือคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีมูลค่า 200,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (2557) อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีดังกล่าวมีอัตราการเติบโตค่อนข้างสูงหรือร้อยละ 13.47 ต่อปี ในขณะที่เครื่องจักรกลการเกษตรทั่วไปมีอัตราการเติบโตร้อยละ 5-7 ต่อปี คาดว่าภายในปี 2022 ตลาดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจะเพิ่มขึ้นเกือบ

2 เท่าของปัจจุบัน หรือมีมูลค่าประมาณ 7,870 ล้านบาทสหรัฐ (ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยีสวน. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

## 2.4 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

เครื่องจักรกลการเกษตรมีการพัฒนาจากนักวิชาการของภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคอุตสาหกรรมมาอย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องจักรการเกษตรดั้งเดิมที่อาศัยระบบกลไกทางกลในการควบคุมและถ่ายทอดกำลังซึ่งจะมีข้อจำกัดในด้านความถูกต้อง แม่นยำ มิติ และน้ำหนักสูง เป็นต้น ทำให้ทิศทางเครื่องจักรกลการเกษตรในปัจจุบันได้เริ่มผสมผสานระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมการทำงาน ภายใต้ชื่อ เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (Precision machinery) เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจะมีระบบควบคุมและประมวลผลเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นหัวใจการสั่งการควบคุมประกอบด้วย เซนเซอร์ (sensor) บอร์ดควบคุม (control board) และวงจรไฟฟ้าขับอุปกรณ์ทำงาน (actuator driver) เป็นต้น โปรแกรมแบบฝังตัว (embedded control) ถูกออกแบบเข้าไปยังบอร์ดควบคุม หลังจากนั้นระบบควบคุมและประมวลผลจะถูกประกอบเข้าไปยังโครงสร้างและกลไกของเครื่องจักรกลการเกษตรจึงสามารถปฏิบัติงานได้ตามที่ต้องการ

การสำรวจเชิงทฤษฎีกับเอกสารอ้างอิง วารสาร บทความ และข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ และเชิงประจักษ์จากการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง (กฤษฎา, 2557) เช่น นักวิชาการจากภาครัฐ สถาบันการศึกษา บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้อง และสมาคมอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งประเทศไทย การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำภายในประเทศไทยมีที่มาจาก 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ผลิตเองในประเทศ ส่วนใหญ่เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีลักษณะแบบโครงสร้างและส่วนประกอบที่ผลิตจากการใช้เหล็กและอะลูมิเนียม ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตด้านโครงสร้าง การขึ้นรูปชิ้นงาน แต่ยังไม่ปรากฏการผลิตในส่วนของระบบควบคุมและประมวลผลขึ้นภายในประเทศ

กรณีที่ 2 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำหลายชนิดถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น เครื่องปรับระดับพื้นที่และเครื่องจ่ายแบบปรับอัตราได้ ประกอบด้วย โครงสร้างและอุปกรณ์ทำงานกับระบบควบคุมและประมวลผลพร้อมทำงานได้อย่างทันทีแต่จะมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง โดยส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้กับกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ที่ทำเกษตรกรรมสูง เช่น โรงงานน้ำตาลไทยรุ่งเรืองหรือมิตรผล รวมถึงกลุ่มบริษัทที่รับจ้างทำงานด้วยการใช้เครื่องจักรเหล่านี้

กรณีที่ 3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ชิ้นส่วนหลักนำเข้าจากต่างประเทศ ระบบควบคุมและประมวลผลถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อนำมาประกอบกับโครงสร้างและอุปกรณ์ทำงานซึ่งสามารถ

ผลิตได้เองภายในประเทศต่อเนื่องจากกรณีที่ 1 ซึ่งการนำเข้าเฉพาะเทคโนโลยีสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร  
แม่นยำจะปรากฏพบมากจากกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร



รูปที่ 6 เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำกับเกษตร 4.0

ที่มา: ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี สวทช. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป)

นโยบายประเทศไทย 4.0 มีความเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ครอบคลุมกับการพัฒนาประเทศในทุกภาคส่วน สำหรับภาคการเกษตรกรรม เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีศักยภาพอย่างสูงในการขับเคลื่อนเกษตรกรรมของประเทศไทยให้ก้าวเข้าสู่ “เกษตรกรรม 4.0” ดังรูปที่ 6

## 2.5 การผลักดันเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป) ได้รายงานเกี่ยวกับผู้ประกอบการไทยว่ามีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation) ซึ่งมีการเผยแพร่ข้อมูล เช่น โดรนพ่นสารอารักขาพืชขับเคลื่อนอัตโนมัติ เครื่องเกี่ยวนวดขับเคลื่อนอัตโนมัติ หรือแทรกเตอร์ควบคุมด้วย GPS เป็นต้น แต่ยังไม่พบผู้ประกอบการที่พัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูล โดยใช้เซนเซอร์หรือการแปลผลค่าดัชนีพรรณพืช (Normalize Difference Vegetation Index : NDVI) (ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, ม.ป.ป) ซึ่งการที่จะผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศจะเกี่ยวข้องกับหลายภาคส่วน

➤ ภาคอุตสาหกรรม เป็นส่วนกำหนดมูลค่าของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่ขายภายในประเทศหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ จากข้อมูลบทสัมภาษณ์ด้านต้นทุนจากบริษัทผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เมื่อพิจารณาตลอดโลจิสติกส์และโซ่อุปทานมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผล เช่น มูลค่าของเครื่องจักรกลการเกษตรหรือเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผลจากประเทศต้นทาง ค่าภาษีเงินได้ของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรหรือเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผล ค่าขนส่งด้านโลจิสติกส์ มูลค่าการขายภายในประเทศ และค่าภาษีการนำเข้า เป็นต้น

จากมูลค่ารวมทั้งหมด เครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผลจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นประมาณมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนเครื่องจักรกลการเกษตรที่ขายจากประเทศต้นทาง ซึ่งข้อตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน-จีน (ACFTA) ได้มีการกำหนดอัตราภาษีนำเข้าในกลุ่มเครื่องจักรกล การเกษตรร้อยละ 0 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2010 เป็นต้นมา ทำให้ราคาเครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้าจากประเทศจีนต่ำกว่าเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตในประเทศไทย เป็นผลให้ ผู้ประกอบการเลือกที่จะนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรจากจีนแทนการพัฒนาและผลิตขึ้นภายในประเทศไทย ในด้านเทคโนโลยีตรวจวัดและประมวลผลข้อมูล ผู้ประกอบการจะนำเข้ามาจากต่างประเทศ อัตราภาษีการนำเข้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่เพิ่มต้นทุนของการผลิต เนื่องจากอัตราภาษีถูกนิยามว่าไม่ใช่กรณีการนำมาใช้ร่วมกับเครื่องจักรกลการเกษตรซึ่งจะถูกคิดอัตราภาษีที่สูงขึ้น ซึ่งถ้าพิจารณาตามรายการประเภทเครื่องจักรกลการเกษตรที่ไทยนำเข้าพบว่า ภาษีศุลกากรในอัตราร้อยละ 5 เป็นส่วนใหญ่ โดยเรียกเก็บภาษีศุลกากรจากรายการแทรกเตอร์สูงสุดถึง ร้อยละ 20 เนื่องจากเป็นรายการที่ไทยนำเข้ามีมูลค่าสูงและทำให้ไทยขาดดุลการค้าสูงด้วย เพราะความต้องการภายในประเทศอยู่ในระดับสูงเกินกว่าอุตสาหกรรมภายในประเทศจะตอบสนองได้อย่างพอเพียง นอกจากนี้รายการแทรกเตอร์ชนิดเดินตามประเทศไทยนำเข้ามีน้อยแต่ส่งออกมากก็ได้รับการคุ้มครองเต็มที่ มีอัตราภาษีร้อยละ 20 เช่นกัน รวมทั้งรายการเครื่องสูบน้ำ อัตราภาษียังคงสูงถึงร้อยละ 10 แต่ก็มีมีการนำเข้าที่สูงเนื่องจากความต้องการที่เพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2553) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราภาษีเครื่องจักรกลการเกษตรที่ไทยนำเข้า 10 ผลิตภัณฑ์

| ที่ | ชนิดเครื่องจักรกลเกษตร             | อัตราภาษี ตามราคา<br>ร้อยละ |
|-----|------------------------------------|-----------------------------|
| 1   | แทรกเตอร์อื่นๆ                     | 20                          |
| 2   | เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยง        | 10                          |
| 3   | เครื่องเกี่ยวหวด                   | 5                           |
| 4   | หัวฉีดเครื่องฉีดพ่นการเกษตร        | 5                           |
| 5   | เครื่องฉีดพ่นการเกษตร              | 5                           |
| 6   | เครื่องสูบน้ำใช้งานด้วยมือ         | 10                          |
| 7   | เครื่องคัดแยกขนาด/ฝัด ธัญพืช       | 5                           |
| 8   | แทรกเตอร์เดินบนถนน                 | 20                          |
| 9   | เครื่องเลี้ยงสัตว์ปีกอื่นๆ         | 5                           |
| 10  | เครื่องหว่านเมล็ด/ปลูก/ย้ายต้นกล้า | 5                           |

ที่มา: กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง

➤ ภาครัฐและสถาบันการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

นักวิชาการจากภาครัฐและสถาบันการศึกษามีบทบาทต่อการพัฒนาและผลักดันเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำ ในลักษณะของนโยบายและแผนการสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ และการวิจัยและพัฒนาซึ่งจะสามารถสร้างนวัตกรรมและถ่ายทอดองค์ความรู้เข้าสู่ภาคเกษตรกรรมได้ยั่งยืน

## 2.6 ความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผลสำหรับเครื่องจักรกลเกษตรแม่นยำ

งานวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำของจากนักวิชาการภายในประเทศ ไทย แสดงถึงองค์ความรู้ในด้านระบบควบคุมอัตโนมัติของนักวิชาการที่มีศักยภาพพร้อมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ดังนี้

ปัญญา (2561) ได้พัฒนาหุ่นยนต์ปลูกพีและวารีร่วมกับการใช้สัญญาณ GPS เพื่อจุดเจาะสำรวจหน้าดิน เก็บตัวอย่างความอุดมสมบูรณ์ของดินและความเค็มของดิน ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หุ่นยนต์ปลูกพี (ซ้าย) และ หุ่นยนต์วารี (ขวา)

ที่มา: <http://admission.eng.ku.ac.th/highlights/kuagrobot>

อัคคพล (2017) ได้พัฒนาเครื่องหยอดแม่ปุ๋ย N-P-K และระบบควบคุมและประมวลผล ด้วยการใช้โปรแกรม Simulink กับวงจรควบคุม Arduino ร่วมกับการใช้สัญญาณ GPS โดยเครื่องนี้จะหยอดปุ๋ยให้เองอัตโนมัติตามความเหมาะสมสำหรับคุณภาพดินที่ใช้ปลูกพืช ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 รถไถพ่วงเครื่องหยอดปุ๋ยจีพีเอส

ที่มา: <http://miu.isit.or.th/News.aspx?id=3403>

ภาณุวิทย์และคณะ (2017) ศูนย์นวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (AICentre) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้วิจัยและพัฒนาารถไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) ที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ตามพิกัด GPS เพื่อช่วยไถกลบ ดินยาฆ่าแมลง และใส่ปุ๋ย แสดงดังรูปที่ 9

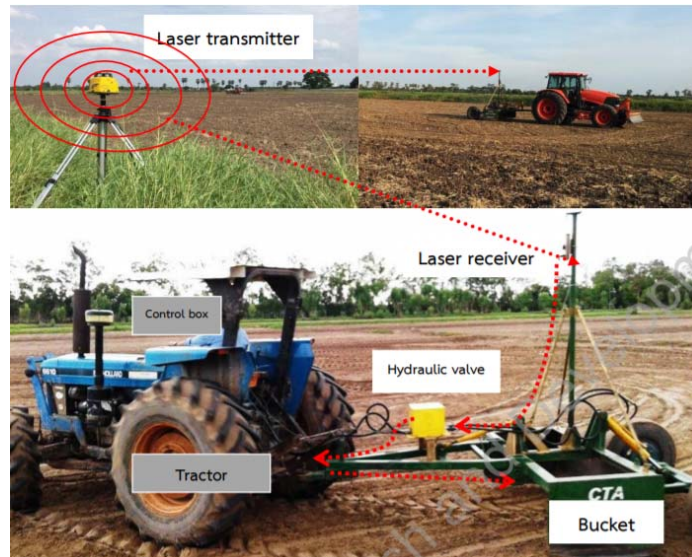


รูปที่ 9 รถไร้คนขับ หรือ Unmanned Ground Vehicle (UGV)

ที่มา: <https://news.thaipbs.or.th/content/155786>

จากความเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของรถแทรกเตอร์ ขวัญตรีและเสรี (2560) ได้อธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของรถแทรกเตอร์ เทคโนโลยีระบบส่งกำลังในรถแทรกเตอร์ ได้แก่ ระบบส่งกำลังแบบแมนนวล ระบบส่งกำลังอัจฉริยะ ระบบส่งกำลังไฮโดรสแตติก ระบบปรับรอบเครื่องยนต์อัตโนมัติ การคำนวณค่าใช้จ่ายและจุดคุ้มทุนของรถแทรกเตอร์ ระบบควบคุมทิศทางของรถแทรกเตอร์อัตโนมัติ และเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่นำมาใช้ร่วมกับรถแทรกเตอร์ เหล่านี้เป็นองค์ความรู้สำคัญด้านระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับรถแทรกเตอร์

ซึ่งอุปกรณ์ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ที่เป็นเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำอีกหนึ่งเครื่องที่เริ่มมีการนำมาใช้ภายในประเทศ คือ เครื่องปรับระดับพื้นที่ซึ่งจะมีระบบควบคุมการทำงานตามสัญญาณพิกัด GPS หรือใช้ระบบเลเซอร์ (Laser) สำหรับการปรับระดับกล่องไถ ซึ่ง เฟื่องลดาและคณะ (2560) ได้ศึกษาและทดสอบเครื่องปรับระดับดินแบบเลเซอร์ (Laser Land leveling) สำหรับควบคุมปริมาณและกำหนดทิศทางการไหลของน้ำ ช่วยในการลดต้นทุนการจัดการด้านน้ำ การกำจัดวัชพืช และทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชมีความสม่ำเสมอขึ้นทั้งแปลง ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 เครื่องจักรกลปรับระดับดินด้วยแสงเลเซอร์

ที่มา : เฟื่องลดา และคณะ (2560)

จากข้อมูลในเชิงปฐภูมิและหัตถภูมิเทคโนโลยีควบคุมและประมวลผลส่วนใหญ่อาศัยการนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยมีมุมมองเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

➤ ข้อดีของเทคโนโลยีนำเข้า

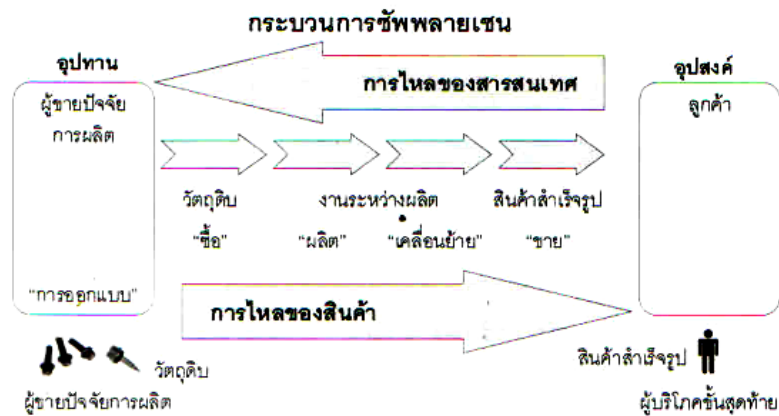
1. การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศจะช่วยลดเวลาในการศึกษาและวิจัย
2. มีความน่าเชื่อถือ
3. ต้นทุนของการนำเข้ามาจากบางประเทศถูกกว่าผลิตเอง

➤ ข้อเสียของเทคโนโลยีนำเข้า

1. เมื่อเกิดความเสียหายจะไม่สามารถซ่อมแซมได้เหมือนดังเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นภายในประเทศ
2. องค์ความรู้ของเทคโนโลยีไม่เกิดภายในประเทศ

## 2.7 โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

ต้นทุนของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญตลอดห่วงโซ่อุปทาน ซึ่ง อนุญา (2541) ได้แบ่งต้นทุนเป็น 1. ต้นทุนที่มองเห็นหรือต้นทุนชัดเจน (explicit cost) คือ ต้นทุนที่มีการจ่ายจริงเป็นตัวแทนหรือสิ่งของ 2. ส่วนต้นทุนที่มองไม่เห็นหรือต้นทุนไม่ชัดเจน (implicit cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงแต่จะไม่มีการจ่ายเป็นตัวแทนหรือสิ่งของ โดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการที่ผู้ผลิตเป็นเจ้าของปัจจัยการผลิตนั้นแล้วนำมาใช้ในการผลิตของงาน ซึ่งโดยส่วนมากจะไม่ได้นำมาคำนวณต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์โดยการใช้วิธีประเมินตามหลักต้นทุนค่าเสียโอกาส เช่น ค่าเช่าพื้นที่ และค่าแรงงาน เป็นต้น



รูปที่ 11 โลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน

ที่มา: คำนาย (2537)

กระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสัมพันธ์ระหว่างโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ดังรูปที่ 11 ประกอบด้วย ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายกระจายสินค้า และฝ่ายการตลาด ผู้ขายปัจจัยการผลิต ผู้ผลิต และลูกค้า โดยหัวใจของกระบวนการผลิตที่ดี คือ วัตถุดิบต้องไหลต่อเนื่องและรวดเร็วเพื่อให้ส่วนอื่นไม่เกิดความติดขัด มีประสิทธิภาพ ความไม่แน่นอนในโซ่อุปทานและพัสดุดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการโซ่อุปทานเพื่อให้การไหลของชิ้นส่วน โดยมีการผลิตชิ้นส่วนและการกระจายสินค้าจากต้นน้ำไปสู่ปลายน้ำอย่างสอดคล้องกัน ทำให้สามารถตอบสนองต่อความไม่แน่นอนของความต้องการของลูกค้าได้ ทั้งนี้ต้องไม่เพิ่มต้นทุนในการเก็บพัสดุดังกล่าว ปัจจัยของความไม่แน่นอนเกิดจากการพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อน ช่วงเวลาน่าที่แปรปรวน การส่งมอบที่ล่าช้าและไม่สมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงสินค้า ราคาที่มีความไม่แน่นอน ความล่าช้าและการส่งมอบที่ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น โดยส่วนมากบริษัทจะป้องกันด้วยใช้พัสดุดังกล่าวในการประกันความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น ดังนั้น กระบวนการผลิตในโซ่อุปทานมักมีการสำรองพัสดุดังกล่าวไว้ในแต่ละขั้นตอนของโซ่อุปทาน เพื่อลดผลกระทบในแง่ลบของความไม่แน่นอน เพื่อให้สินค้าหรือบริการมีการไหลอย่างต่อเนื่องจากผู้ส่งมอบไปยังลูกค้า แต่อย่างไรก็ตาม พาสตุดังกล่าวก็ยังมีมูลค่าที่สูงเนื่องจากวัสดุเหล่านี้ยังไม่ทำให้เกิดมูลค่าเป็นการลงทุนที่ยังไม่ได้รับผลตอบแทน (บุษบา, 2552) ดังนั้น การจัดการโซ่อุปทานที่ดีสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้า โดยการพยากรณ์อุปสงค์ที่มีความแม่นยำมากขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดสินค้าค้างสต็อกในคลังสินค้าและการจัดตารางการผลิตที่สอดคล้องกับการพยากรณ์ สามารถลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต โดยการปรับปรุงการไหลของสินค้าตลอดกระบวนการผลิตและสารสนเทศระหว่างบริษัทผู้ส่งมอบ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายการปรับปรุงกิจกรรมต่างๆของอุปทาน ได้แก่ การจัดตารางการผลิตและการจัดการขนส่งเพื่อลดเวลาที่ไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ ป้องกันการหยุดชะงักจากคอขวด (Bottleneck) ในกระบวนการผลิต และปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและกระบวนการมีความรวดเร็วมากขึ้นกว่าเดิม (บุษบา, 2552)

สำหรับงานวิจัยที่ใช้การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อทำให้กระบวนการทำงานเกิดประสิทธิภาพ เช่น ประเทืองและคณะ (2556) ได้สร้างแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผน

แผนการผลิตอ้อย โดยคำนึงถึง การวางแผนการผลิตและประกอบทำให้โรงงานสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วน จัดสมดุลสายการผลิตและประกอบ ปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ให้สอดคล้องกับเวลาและปริมาณอุปสงค์ของลูกค้า โดยการกำหนดปัญหารูปแบบระบบวางแผนการผลิตโรงงาน เตรียมดินแบบสามผลเป็นกรณีศึกษา ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองพิจารณาจากแผนการผลิตหลักและสามารถแบ่งระบบการผลิตออกเป็น 5 ระดับ เริ่มตั้งแต่การวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบจนถึงการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จส่งขายให้ลูกค้า โดยแบบจำลองจะพิจารณาดำเนินการที่เกิดขึ้น 3 ส่วน คือ ต้นทุนจากการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง และต้นทุนด้านแรงงาน โดยผลการทดสอบทำให้ทราบ ค่าผลลัพธ์ของสมการเป้าหมายกับค่าความเผื่อที่เหมาะสมและต้นทุนการผลิตในส่วน of ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

กาญจนา (2558) ได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งให้มีความเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่การเพาะปลูกและช่วงระยะเวลาการหีบอ้อยเพื่อลดภาระด้านการจัดการโลจิสติกส์เข้าให้แก่เกษตรกรรายย่อยในโซ่อุปทานอ้อยและน้ำตาลทราย โดยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระบบโซ่อุปทานมีความพึงพอใจสูงสุดนำไปสู่การลดต้นทุนโลจิสติกส์เข้าให้แก่เกษตรกรรายย่อย รวมทั้งให้ผู้บริการโลจิสติกส์และโรงงานอ้อยและน้ำตาลทรายในห่วงโซ่อุปทาน โดยได้จัดทำโปรแกรมแผนทางธุรกิจสำหรับหน่วยงานที่เป็นศูนย์กลางด้านการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวและการขนส่งเพื่อประกอบการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับผู้ลงทุนและผลการศึกษานำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อวางแผนการดำเนินงานต่อหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทยได้

บุญศรี (2558) ได้ศึกษาโซ่อุปทานของลานเทปาล์มน้ำมันในลุ่มน้ำปากพนังด้วยการวิจัยเชิงสำรวจ โดยการวิเคราะห์จากผังการไหลในรูปแบบของ mapping the supply chain โดยมีแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากการสัมภาษณ์เชิงลึก (in-dept interview) ด้วยการสัมภาษณ์ตามแนวแบบสอบถามและสัมภาษณ์ด้วยคำถามปลายเปิดและได้จากการจดบันทึกในพื้นที่ศึกษาจริงซึ่งเกิดจากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานจริงของทีมวิจัย

ปัญญา (2552) ได้ศึกษาองค์ประกอบระบบโลจิสติกส์และการจัดการห่วงโซ่อุปทานของโคเนื้อในประเทศไทย ภายใต้การไหลของวัตถุดิบจากต้นน้ำไปสู่สินค้า และผู้บริโภคปลายน้ำ และย้อนกลับของข้อมูลสารสนเทศจากปลายน้ำสู่ต้นน้ำ ด้วยการใช้เทคนิคการวิจัยผสมวิธี (mixed methodology) ทั้งระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เอกสาร และศึกษารายกรณี จากผลการศึกษาได้ตลาดและความต้องการของผู้บริโภค การไหลของข้อมูลสารสนเทศจากความต้องการของผู้บริโภคสู่ต้นน้ำ และการไหลวัตถุดิบจากต้นน้ำไปสู่สินค้าและผู้บริโภค

ศศิธร (2558) ทำการศึกษาการจัดการโซ่อุปทานมะพร้าว น้ำหอม กรณีศึกษา : มะพร้าว น้ำหอมสวนลุงแดง โดยได้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) เป็นแนวทางวิจัยเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการจัดการโซ่อุปทานมะพร้าว น้ำหอมของลุงแดง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ดำเนินการ และเจ้าของสวนมะพร้าว น้ำหอมและสัมภาษณ์ประชากรตัวอย่างที่มีประสบการณ์และหน้าที่รับผิดชอบในสวนของลุงแดง โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ส่วน คือ ข้อมูลของกิจการ ขั้นตอนในการดำเนินงานและการจัดการโซ่อุปทาน ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ และการจัดการโซ่อุปทาน

ในด้านของกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ปรมศ (2551) ได้อธิบายเกี่ยวกับการจัดตาราง (Scheduling) ว่าเป็นกระบวนการในการกำหนดลำดับความสำคัญของกิจกรรมหรือการจัดเรียงกิจกรรมของการกระบวนการทำงาน เพื่อให้ทำให้กิจกรรมเหล่านั้นเป็นไปตามข้อกำหนด เงื่อนไขบังคับ และวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยอาศัยหลักการทางด้านฮิวริสติก ซึ่ง Silver (2002) ได้แสดงว่า เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่มีแนวทางว่ากระบวนการทำงานควรจะเลือกเส้นทางใดหรือสถานะใดเพื่อให้ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพ

พัชรพล และ ปรมศ (2545) ได้จัดหาระบบการจัดการตารางการผลิตที่เหมาะสมกับโรงงานผลิตชิ้นส่วนงานปั๊มขึ้นรูป (Press Part) สำหรับการประกอบคอมพิวเตอร์โดยวิธีการทางฮิวริสติกส์โดยได้ใช้ 7 วิธี คือ Shortest Processing Time (SPT), Longest Processing Time (LPT), Weighted Shortest Processing Time (WSPT), Smallest Ratio by Dividing Total Processing Time (SDT), Longest Ratio by Dividing Total Processing Time (LDT), Smallest Ratio by Multiplying Total Processing Time (SMT) และ Longest Ratio by Multiplying Total Processing Time (LMT) โดยจากผลการทดสอบกับข้อมูลจริงพบว่า ฮิวริสติกส์แบบ LPT มีค่าประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตที่ดีที่สุด

วิจิต และ ปรมศ (2547) ทำการจัดตารางการผลิตในงานขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงตัวถังเครื่องปรับอากาศ โดยได้ศึกษากฎ SPT และ LPT เพื่อพิจารณาเวลาปฏิบัติงานในขั้นตอนแรกของชิ้นงานซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดสภาพคอขวด และทำการเปรียบเทียบกับผลการจัดลำดับงานที่อาศัยประสบการณ์เป็นหลัก โดยมีวิธีการจัดลำดับงานจากกำหนดส่งมอบงานก่อนจะทำก่อน โดยจากการจัดลำดับงานภายใต้เงื่อนไขแบบ SPT ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในด้านเวลาไหลของงาน เวลาปิดงาน และจำนวนงานที่ล่าช้า

ยอดดวงใจ (2555) ได้ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ แบบ FCFS, EDD, SPT, LPT, MST, EDD+LPT และ EDD+MST เพื่อลดจำนวนงานล่าช้า (Number of tardy jobs) และเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) ของโรงงานฟอกย้อม โดยจากผลการศึกษา การจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกส์ผสมผสาน EDD+LPT ให้จำนวนงานที่ล่าช้าลดลง อีกทั้งยังลดจำนวนครั้งของการทำความสะอาดเครื่องย้อม

นมิตา (2560) ทำการศึกษาการจัดลำดับงานโดยเริ่มต้นจากการจัดตามกำหนดการส่งมอบ (EDD) ก่อน เพื่อให้เกิดความล่าช้าน้อยและใช้หลักการเวลาดำเนินการมากเข้าดำเนินการก่อน (LPT) กับบริษัทผู้ผลิตเลนส์ สายตาพลาสติกเพื่อจัดการกับปัญหาด้านการส่งมอบไม่ทันกำหนด เนื่องจากมีการจัดลำดับงานและทรัพยากร

จากการคาดเดา หลังจากการทดลองปรับปรุงทำให้จำนวนงานที่เกิดความล่าช้าลดลง 22 เปอร์เซ็นต์ เวลาการผลิตรวมลดลง 8.79 วัน ระยะเวลาล่าช้าสูงสุดลดลง 3 วัน และอรรถประโยชน์ของการใช้เครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11.5 เปอร์เซ็นต์ เหล่านี้แสดงถึงประโยชน์ของการใช้หลักการทางทฤษฎีมาจัดการกับปัญหาในกระบวนการผลิตเพื่อให้มีการใช้เครื่องจักร ทรัพยากรต่างๆที่เกี่ยวข้อง และให้ทันต่อเวลาการส่งมอบงาน

### บทที่ 3

#### สถานการณ์โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของการอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

ในส่วนนี้เกี่ยวกับ การสำรวจสถานการณ์การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจากการใช้แบบสอบถามกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรและนักวิชาการ เพื่อนำมาพัฒนานโยบายเพิ่มศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ และการวิเคราะห์การไหลของวัสดุของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกรณีศึกษา เพื่อจัดลำดับของกิจกรรมในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำสำหรับการลดค่าใช้จ่ายในด้านวัสดุคงคลังและมีการผลิตทันต่อการส่งมอบงาน

#### 3.1 ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่เลือกเป็นกรณีศึกษา

เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทยจากผลการสำรวจมีความหลากหลาย ตั้งแต่เครื่องจักรกลที่ถูกออกแบบมาสำหรับการทำงานเฉพาะด้าน เช่น เตรียมดิน การปลูก และการดูแลรักษา เป็นต้น สำรวจสถานการณ์ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเลือกจากเครื่องที่มีความแพร่หลายและผลกระทบต่ออาชีพเกษตรกรของประเทศไทย จากประเด็นนี้ ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำตัวอย่างที่ถูกเลือกมาเป็นกรอบการสำรวจของงานวิจัยนี้ ได้แก่ เทคโนโลยีการให้ปุ๋ย/น้ำตามสภาพความแตกต่างของพื้นที่ (Variable Rate Technology) และเครื่องปรับระดับพื้นดิน (Land Leveling) และแทรกเตอร์นำร่องด้วยสัญญาณ จีพีเอส (GPS) เป็นต้น เนื่องจากเทคโนโลยีทั้ง 3 ชนิด ปรากฏและครอบคลุมกับขอบเขตของการศึกษาการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทยจาก 3 กรณี โดยถ้าพิจารณาส่วนประกอบของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. โครงสร้างและกลไกทำงาน และ 2. ระบบควบคุมและประมวลผล

##### 3.2.1 เครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้



รูปที่ 12 เครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้ ส่วนโครงสร้างและกลไกการทำงาน

ที่มา : จากสรุปของโครงการ

ส่วนโครงสร้างและกลไกการทำงานของเครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้ จากบทสัมภาษณ์พบว่าบริษัทด้านเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยได้ผลิตและจำหน่ายเครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้ โดยทำการดัดแปลงโครงสร้างและกลไกการหยอดปุ๋ยแบบดั้งเดิมดังรูปที่ 12 ให้เข้ากับระบบควบคุมและประมวลผลที่ได้นำเข้าจากต่างประเทศ

จากการสัมภาษณ์ ผู้อำนวยการ อัครพล เสนาณรงค์ สถาบันเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผู้ซึ่งได้เผยแพร่งานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับเครื่องจ่ายปุ๋ยตามอัตรากับวารสารการเกษตรและสำนักข่าวภายในประเทศ โดยเครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้จากงานวิจัยนี้เป็นเทคโนโลยีที่ผลิตเองภายในประเทศทั้งหมดตั้งแต่ด้านโครงสร้างและกลไกการทำงานตลอดจนระบบควบคุมและประมวลผล โดยเทคโนโลยีควบคุมนี้ได้ใช้วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของ Arduino และใช้โปรแกรม Matlab Simulink ในการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้ ให้จ่ายแม่ปุ๋ย ตามค่า ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ให้เหมาะสมกับพื้นที่



รูปที่ 13 เครื่องจ่ายปุ๋ยปรับอัตราได้งานวิจัยและพัฒนาของสถาบันเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
ที่มา : จากสรุปของโครงการ

### 3.2.2 ระบบนำร่องด้วยจีพีเอส

จากข้อมูลของการสำรวจบริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรรายใหญ่ เช่น คูโบต้าหรือยันมาร์ ได้นำเข้า รถแทรกเตอร์ไร้คนขับภายใต้การทำงานของระบบ auto steering ซึ่งได้มีการเผยแพร่ผ่านการประชาสัมพันธ์ในหลายช่องทาง ซึ่งจากผลของการสัมภาษณ์ ระบบควบคุม auto steering จำเป็นต้องนำเข้ามาทั้งหมดเนื่องจากระบบประมวลผลยังมีความซับซ้อน ซึ่งจากงานวิจัยภายในประเทศ การพัฒนาเซนเซอร์สามารถทำได้โดยการใช้วงจรควบคุมร่วมกับเซนเซอร์ที่ขายในราคาที่ไม่แพงและใช้วิธีการปรับเทียบค่าสัญญาณ (calibration) กับเครื่องมือมาตรฐาน แต่ผลที่ได้ก็อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมที่สามารถทำงานได้แต่จะยังไม่สามารถควบคุมได้อย่างแม่นยำ

### 3.2.3 เครื่องปรับระดับพื้นที่

เป็นหนึ่งในเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีการเผยแพร่ข้อมูลมากกว่า 10 ปี แต่ยังไม่มีการนำไปใช้ในภาคการเกษตรอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมเริ่มมีการนำเครื่องปรับระดับพื้นที่มาใช้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง หน่วยงานของภาครัฐเริ่มมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปรับระดับพื้นที่ก่อนการเพาะปลูก และในด้านการวิจัยและพัฒนาและทดสอบ เริ่มมีเอกสารเชิงวิชาการของเครื่องปรับระดับพื้นที่เผยแพร่มาจากหลากหลายหน่วยงาน โดยเครื่องปรับระดับพื้นที่มีทั้งเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและเครื่องที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้เอง (นำเข้าเฉพาะเทคโนโลยีเลเซอร์)



รูปที่ 14 เครื่องจักรกลปรับระดับพื้นที่ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (land plane)

ที่มา : จากสรุปของโครงการ

จากการสำรวจข้อมูลผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปรับระดับพื้นที่ภายในประเทศไทย มีจำนวน 4 บริษัท ได้แก่

1. บริษัท ธาอัส จำกัด (Crop Tech Asia, CTA)
2. บริษัท โซคชัยจักรกลเกษตร จำกัด
3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีกำแพงแสนมอเตอร์
4. บริษัท Trimble Solution Thailand

นอกจากนั้น ภายใต้โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดภาวะโลกร้อนจากการทำนาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ ไทย ไรซ์ นามา เป็นความร่วมมือระหว่างประเทศเยอรมัน (GIZ) ได้ก่อตั้งโดยอนุสัญญาแห่งสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระยะเวลาโครงการ 5 ปี (2561-2566) เพื่อดำเนินงานพัฒนาการผลิตข้าวของเกษตรกรหนึ่งแสนครัวเรือน ในเขต 6 จังหวัดภาคกลาง ประกอบด้วย จังหวัด ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และสุพรรณบุรี ครอบคลุมพื้นที่กว่า 2.8 ล้านไร่ มีเป้าหมายเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการทำนาแบบลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงผลิตข้าวที่ได้มาตรฐานการผลิตข้าวที่ยั่งยืน (GAP++) มีมาตรการจูงใจสนับสนุนให้ภาคการผลิตข้าวทั้งระบบในการลดการปล่อยก๊าซ ซึ่งในส่วนหนึ่งของโครงการได้มีส่วนของการนำเครื่องปรับระดับพื้นที่มาใช้ปรับระดับนา ก่อนทำการ

เพาะปลูก และได้จัดทำโครงการร่วมกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.) เพื่อปล่อยเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำให้กับกลุ่มผู้ประกอบการและเกษตรกรที่ต้องการนำเครื่องปรับระดับพื้นที่ไปใช้งาน

จากสถานการณ์ในปัจจุบัน เครื่องปรับระดับพื้นที่จะถูกนำมาใช้งานในภาคการเกษตรของประเทศไทยอย่างแพร่หลายในระยะเวลาอันใกล้ อีกทั้งประเทศไทยยังมีบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ที่ขายภายในและส่งออกไปยังต่างประเทศ ปัจจุบันทั้งหมดที่จึงส่งเสริมเครื่องปรับระดับพื้นที่เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่มีความแพร่หลายมากที่สุด เหมาะสมกับการเลือกเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกรณีศึกษา

### 3.3 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ : กรณีศึกษาเครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยแสงเลเซอร์

เครื่องปรับระดับพื้นที่เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรชนิดหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบอุปกรณ์ต่างพ่วงกับรถแทรกเตอร์ มีหน้าที่ในการปรับระดับของหน้าดินให้มีระดับ ความราบเรียบที่สม่ำเสมอ และสามารถกำหนดทิศทางและอัตราการไหลของน้ำในแปลงปลูกพืชได้ ซึ่งจะทำให้ ต้นพืชมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอกับทั่วทั้งแปลง ส่งผลให้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพมากขึ้น เครื่องปรับระดับพื้นที่มีการนำเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติมาควบคุมความลึกของกล่องไถมัดแบบลากหลัง (Scraper bucket) เพื่อให้ตักและย้ายหน้าดินในพื้นที่สูงไปถมยังพื้นที่ต่ำกว่า ในปัจจุบันชุดควบคุมการทำงานของเครื่องปรับระดับพื้นที่ แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 ควบคุมด้วยการใช้สัญญาณ จีพีเอส (GPS) เป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับระดับพื้นที่อาศัยการอ้างอิงตามพิกัดสัญญาณดาวเทียม ซึ่งเงื่อนไขของการปฏิบัติงาน พื้นดินนั้นจะต้องรองรับระบบสัญญาณ real time kinematic (RTK) ซึ่งระบบ GPS จะมีความแม่นยำและสามารถปฏิบัติงานกับพื้นที่แปลงใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จะมีต้นทุนประกอบการปฏิบัติงานสูงเป็นผลให้ยังไม่ได้รับความแพร่หลายภายในประเทศ

แบบที่ 2 การปรับพื้นที่ชนิดควบคุมด้วยการใช้แสงเลเซอร์ ใช้การควบคุมกล่องไถมัดด้วยคำสั่งจากอุปกรณ์ส่งแสงเลเซอร์ที่ตำแหน่งอ้างอิงมาปรับระดับกล่องไถมัดไม่ต้องอาศัยปัจจัยจากภายนอกอื่นๆ มีความทนทานและแม่นยำ สามารถปฏิบัติงานได้ทั้งพื้นที่ที่มีขนาดเล็กและใหญ่ ที่สำคัญมีต้นทุนถูกกว่าแบบการใช้สัญญาณ จีพีเอส (GPS) จึงทำให้ระบบนี้มีการใช้งานในประเทศอย่างแพร่หลาย

#### 3.3.1 ประโยชน์ของการปรับระดับพื้นที่

การปรับระดับพื้นที่จะอยู่ในขั้นตอนก่อนการเพาะปลูก ทำให้แปลงปลูกพืชเป็นระนาบสม่ำเสมอขึ้น ไม่มีลักษณะแบบลุ่มหรือดอนส่งผลให้พืชได้รับน้ำทั่วถึงกันทั้งแปลง และยังสามารถกำหนดความชันของพื้นที่ได้ช่วยทำให้แปลงปลูกพืชสามารถระบายน้ำและมีทิศทางน้ำได้ตามความเหมาะสม จากข้อมูลงานวิจัยได้แสดงประโยชน์ของการปรับระดับพื้นที่ก่อนการเพาะปลูกไว้ว่า (ADB-IRRI, 2010)

- **ด้านของผลผลิต (yield)** การปรับระดับพื้นที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับระดับพื้นที่สามารถควบคุมการเติบโตของวัชพืชและควบคุมปริมาณน้ำตลอดทั้งแปลงได้เป็นอย่างดี

- **ด้านการควบคุมวัชพืช (weed control)** สามารถลดวัชพืชลงได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ และลดเวลาในการกำจัดวัชพืชได้มากถึง 75 เปอร์เซ็นต์

- **ด้านการบริหารจัดการแปลง (farm operation)** ลักษณะของพื้นที่ที่ดีจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องจักรกลการเกษตรในแต่ละขั้นตอน ลดเวลา และจำนวนแรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังลดปริมาณการใช้สารเคมี ปุ๋ย และสารกำจัดวัชพืชลงได้

- **ด้านของเมล็ดพันธุ์ (seeding practices )** สำหรับแปลงที่มีการปรับระดับพื้นที่จะใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์ในการปลูกลดลง

- **ด้านการใช้ น้ำ (efficiency of water use)** เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการปรับระดับพื้นที่ซึ่งสามารถทำให้การปลูกพืชมีอัตราการใช้น้ำลดลง และสามารถควบคุมปริมาณของน้ำในแปลงปลูกพืชได้เป็นอย่างดี

➤ ข้อดีของการปรับระดับพื้นที่จากข้างต้น เห็นได้ว่า การปรับระดับพื้นที่จะมีประโยชน์ในทุกขั้นตอนการทำงานการเกษตร ตั้งแต่การเตรียมดินตลอดจนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งสามารถลดต้นทุนของการปลูกพืช เพิ่มคุณภาพและผลผลิต ช่วยส่งเสริมการปลูกพืชแบบปลอดสารพิษ และยังสามารถใช้น้ำในสภาวะการณาคาดแคลนน้ำได้อย่างคุ้มค่า

### 3.3.2 เครื่องปรับระดับพื้นที่

วิวัฒนาการของการปรับระดับพื้นที่อยู่คู่กับสังคมไทยมาอย่างช้านาน ในอดีตเกษตรกรจะใช้ควายลากจูงเครื่องมือ เช่น ขลุบหมุน คันไถ และ คราด เป็นต้น ต่อมาเครื่องจักรกลได้เข้ามามีส่วนร่วมในภาคการเกษตรถูกใช้เป็นตัวนำกำลังทดแทนการใช้กำลังจากสัตว์ เช่น รถไถเดินตาม และรถแทรกเตอร์ และจะมีอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น พานไถ (disk) จอบหมุน (rotary) และแผ่นปรับระดับพื้นที่ (land plane) ดังรูปที่ 15 เป็นเครื่องมือเตรียมดินที่ขั้นตอนต่างๆ สำหรับในปัจจุบัน ระบบควบคุมอัตโนมัติได้เข้ามามีส่วนร่วมกับการปรับระดับพื้นที่ ช่วยทำให้พื้นที่หลังจากการปรับมีความราบเรียบเป็นไปตามที่ต้องการมากยิ่งขึ้น และช่วยลดความเครียดของผู้ปฏิบัติงานลงได้ ดังรูปที่ 16



รูปที่ 15 การปรับระดับพื้นน้ำกับรถไถเดินตาม  
ที่มา: กรมการข้าว



รูปที่ 16 เครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยการใช้แสงเลเซอร์  
ที่มา: Rickman (n.d.)

### 3.3.3 ขั้นตอนการปรับระดับพื้นที่แบบใช้เลเซอร์ (Laser land leveling process)

การปรับระดับพื้นที่ให้มีความราบเรียบและสม่ำเสมอจะต้องมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

#### 3.3.3.1 การเตรียมพื้นที่ก่อนการปรับระดับ

หลักสำคัญของการปรับระดับพื้นที่จะต้องทำการเตรียมพื้นที่ให้มีความเหมาะสมก่อน โดยจะต้องทำการกำจัดต้นไม้อและเศษวัสดุที่อยู่บริเวณแปลง จะต้องทำให้ดินมีความร่วนซุย ละเอียด ด้วยการนำร่องปรับพื้นที่แบบหยาบด้วยการใช้เครื่องมือ เช่น พานไถและจอบหมุน เพื่อให้ลักษณะพื้นที่มีความเหมาะสมกับการนำเครื่องปรับระดับพื้นที่มาใช้งาน รูปที่ 17



รูปที่ 17 การเตรียมพื้นที่ด้วยการใช้พานไถ

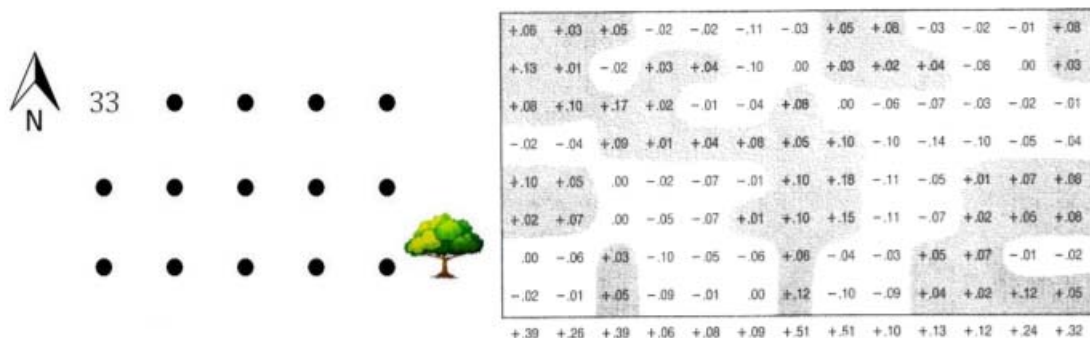
ที่มา: J. F. Rickman (n.d.)

### 3.3.3.2 การสำรวจพื้นที่ (Survey)

ก่อนที่จะใช้เครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยเลเซอร์จะต้องทำการสำรวจและตรวจวัดระดับความต่างของพื้นผิวดิน โดยการเดินสำรวจ ใช้ไม้วัดระดับ (level staff) เป็นเครื่องมือในการอ่านค่าความสูงของพื้นดิน สำหรับเส้นทางการเดินสำรวจกำหนดรูปแบบการเดินในลักษณะแถวตรง โดยในแต่ละข้อมูลความสูงระยะห่างในการวัดและบันทึกข้อมูลจะแบ่งพื้นที่ออกเป็นช่องเล็กๆ (grid) ที่เท่ากัน เช่น 10x10, 20x20 หรือ 50x50 เมตร เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการและพื้นที่ของการปฏิบัติงาน โดยมีขั้นตอนการสำรวจดังนี้ (เฟื่องลดาและคณะ, 2560 )

- ติดตั้งอุปกรณ์ขาตั้ง (Tripods)
- ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ (Laser transmitter) กับขาตั้ง
- เปิดการใช้งานอุปกรณ์ส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ และนำอุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์ (Laserometer) ติดเข้ากับไม้วัดระดับ
- เมื่อตัวส่งสัญญาณ ส่งลำแสงไปยังตัวรับสัญญาณ (Laser receiver) ซึ่งอยู่ในระดับความสูงเดียวกันจะส่งเสียงดังอย่างต่อเนื่องหรือจะสังเกตจากเส้นตรงและตัวเลขบนหน้าจอตัวรับสัญญาณเลเซอร์
- กำหนดเส้นทางการสำรวจในลักษณะแถวตรง (มีระยะห่าง 10x10, 20x20 หรือ 50x50 เมตร) และสร้างจุดอ้างอิงเพื่อใช้ในการจัดทำแผนที่ระดับดิน
- เดินสำรวจและจดบันทึกข้อมูลตัวเลขที่อ่านได้จากไม้วัดระดับ

จากขั้นตอนของการเดินสำรวจนำข้อมูลที่ได้จากการวัดในแต่ละจุดมาบันทึก จะทำให้เห็นถึงระดับความสูงของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ดังเช่นรูปที่ 18 เพื่อใช้ในการประกอบการวิเคราะห์ก่อนที่จะออกแบบและสร้างแบบจำลองการปรับระดับพื้นที่



รูปที่ 18 ขั้นตอนการสำรวจพื้นที่และบันทึกข้อมูล

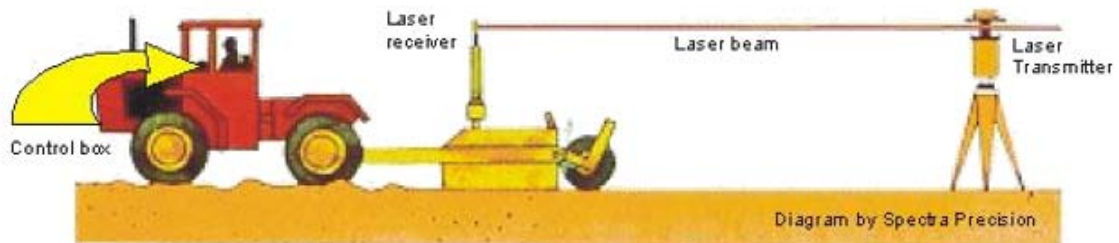
ที่มา: เพ็ญสุดาและคณะ (2560 )

### 3.3.3.3 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง (Design)

ใช้เทคนิคสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในขั้นต้น อยู่ในรูปแบบของ ตัวเลข และแผนภาพหลายมิติ จากโปรแกรม Farm work surface หรือโปรแกรม Microsoft excel เพื่อกำหนด รูปแบบ ขั้นตอน และทิศทางการดำเนินงาน ขั้นตอนนี้จะช่วยประมาณ ปริมาณงาน ระยะเวลาในการ ดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุน การผลิตที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรกลปรับระดับพื้นที่ เช่น อัตราค่าจ้าง แรงงาน ค่าเช่าอุปกรณ์ และค่าน้ำมัน เป็นต้น ต่อจากนั้น นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสร้างแบบจำลองพื้นที่ โดยใช้ฟังก์ชันแผนภูมิ ในโปรแกรม Microsoft excel แบบกราฟพื้นผิว 2 มิติ การปรับระดับพื้นที่โดยใช้ เครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- เริ่มต้นจะต้องทำการประกอบเครื่องปรับระดับพื้นที่เข้ากับรถแทรกเตอร์
- ในเครื่องปรับระดับพื้นที่มีระบบไฮดรอลิกในตัวทำการประกอบปั๊มไฮดรอลิกและเกียร์ เพิ่มรอบเข้ากับเพลอาำนวยกำลัง (Power take off, PTO) สำหรับในกรณีที่ใช้ ไฮดรอลิกร่วมกันกับรถแทรกเตอร์ ติดตั้งชุดควบคุมใบมีด (Machine control) เข้ากับ ชุดวาล์วไฮดรอลิกที่เชื่อมต่อกับระบบไฮดรอลิกของรถแทรกเตอร์
- ติดตั้งและปรับระดับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ให้อยู่ในระดับเดียวกับอุปกรณ์รับ สัญญาณเลเซอร์ที่ตั้งอยู่บนเสาเหนือกระบะลาก (bucket) แล้วเริ่มส่งสัญญาณ ออกเป็นรัศมีวงกลม
- ขับรถแทรกเตอร์พร้อมอุปกรณ์ปรับระดับพื้นที่ไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ต้องการปรับ (set zero)
- ปรับระดับของอุปกรณ์ปรับระดับพื้นที่ให้อยู่ในระนาบเดียวกับผิวดิน พร้อมปรับตัวรับ สัญญาณเลเซอร์ ให้อยู่ในระดับเดียวกับตัวส่งสัญญาณเลเซอร์
- เปิดเครื่องควบคุมการปรับระดับผิวดิน (control box) แบบอัตโนมัติ

- เริ่มทำงานโดยขับเคลื่อนแทรกเตอร์พร้อมพ่วงเครื่องปรับระดับพื้นที่ทั่วแปลง โดยเริ่มจากที่ตอนลาดดินมายังที่ลุ่ม ในขั้นตอนนี้ เมื่ออยู่ที่ตอนระบบควบคุมจะสั่งให้อุปกรณ์ปรับผิวกลง และเมื่อถึงที่ลุ่มอุปกรณ์จะยกขึ้นแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 19 วิธีการปรับระดับพื้นที่แบบใช้แสงเลเซอร์

ที่มา: Rickman (n.d.)

### 3.3.4 ส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบใช้แสงเลเซอร์

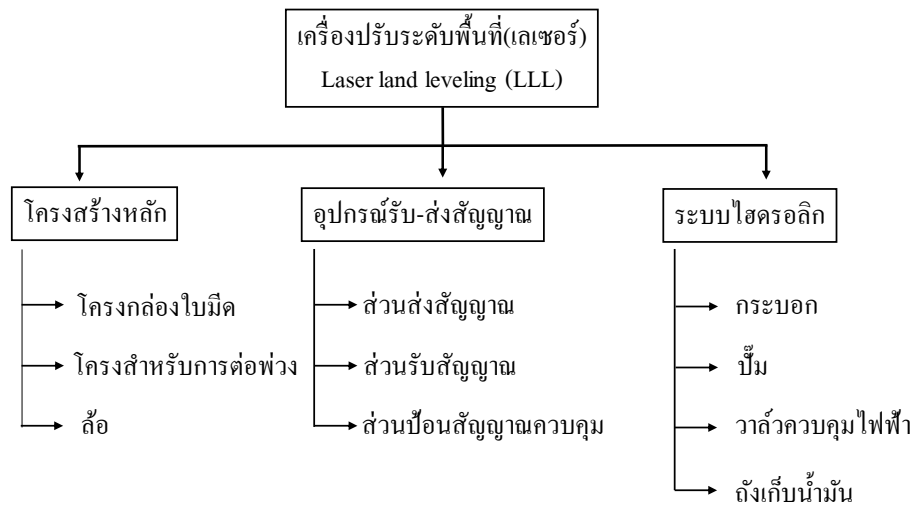
เครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ (Laser Land leveling : LLL) ดังรูปที่ 20 เหมาะสำหรับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาด 80 แรงม้า ขึ้นไป มีการใช้ระบบไฮดรอลิกแยกออกจากรถแทรกเตอร์ที่ ซึ่งจะอาศัยต้นกำลังจากเพลาอำนาจกำลังของแทรกเตอร์ (Power Take Off: PTO) และมีเกียร์ทดรอบสำหรับการเพิ่มรอบให้สอดคล้องกับประสิทธิภาพการทำงานของปั้มน้ำมันไฮดรอลิก (1500 rpm) โดยการทำงานของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ มีกระบอกไฮดรอลิก จำนวน 2 กระบอก สำหรับการผลักกล่องใบมีดให้มีระยะตามที่ได้ทำการออกแบบ



รูปที่ 20 เครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ตัวอย่าง

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ถ้าพิจารณาส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 โครงสร้าง ส่วนที่ 2 อุปกรณ์วัดและควบคุม และ ส่วนที่ 3 ส่วนระบบไฮดรอลิก ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 ส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 3.3.4.1 โครงสร้างหลัก (Main structure)

เป็นส่วนที่มีกรรมวิธีการผลิตจากเครื่องจักรกลภายในโรงงาน เช่น การตัด การเจาะ และการเชื่อม เป็นต้น วัสดุที่ใช้ทำมาจากเหล็กโครงสร้าง การออกแบบและสร้างโครงสร้างหลักจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ในการรับน้ำหนักและภาระในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน ต้องมีความทนทานต่อการเสียหาย โครงสร้างหลักจะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการประกอบ โครงกล่งใบมีด โครงสำหรับการต่อพ่วง ล้อ ระบบไฮดรอลิก และอุปกรณ์รับสัญญาณแสงเลเซอร์ ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 โครงสร้างหลักของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่าง

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### ■ โครงกล่องใบมีด

เป็นโครงสร้างที่ใช้ติดตั้งใบมีดดินมีความยาว เท่ากับ 2 เมตร มีแผ่นเหล็กปิดด้านข้างทั้ง 2 ดังรูปที่ 23 (ซ้าย) และด้านหลังมีจุดยึดจำนวน 4 จุด สำหรับการประกอบเข้ากับโครงสร้างหลัก ดังรูปที่ 23 (ขวา)



รูปที่ 23 โครงสร้างกล่องใบมีดตัวอย่างของเครื่องปรับระดับพื้นที่ (ซ้าย) และจุดยึดกับโครงสร้างหลัก (ขวา)  
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### ■ โครงสำหรับการต่อพ่วง

มีหน้าที่ เป็นจุดเชื่อมต่อกันระหว่างรถแทรกเตอร์กับเครื่องปรับระดับพื้นที่ มีจุดยึดกับเครื่องปรับระดับพื้นที่จำนวน 3 จุด และต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ด้วยการใช้สลัก มีหน้าแปลนสำหรับการประกอบมอเตอร์ไฮดรอลิกซึ่งจะได้รับการถ่ายทอดกำลังมาจากเพลอาานวยกำลังของรถแทรกเตอร์ โครงสร้างในส่วนนี้จำเป็นต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงเพื่อทนต่อโหลด แรงฉุดลากในขณะที่ทำงาน



รูปที่ 24 โครงสำหรับการต่อพ่วงของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่าง  
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### ■ โครงสร้างล้อ

มีหน้าที่สำหรับการติดตั้งล้อ จำนวน 2 ล้อ การเชื่อมต่อกับโครงสร้างหลักมีลักษณะแบบจุดหมุนเพื่อให้โครงสร้างล้อสามารถปรับตัวขึ้นลงตามสภาพของพื้นที่ โครงสร้างด้านข้างทั้งสองติดตั้งหน้าแปลน

สำหรับการประกอบกับกระบอกลูกไฮดรอลิกจำนวน 2 ชุด ทำให้การเคลื่อนที่ของล้อทั้งสองเป็นไปอย่างสมมาตร ดังรูปที่ 25

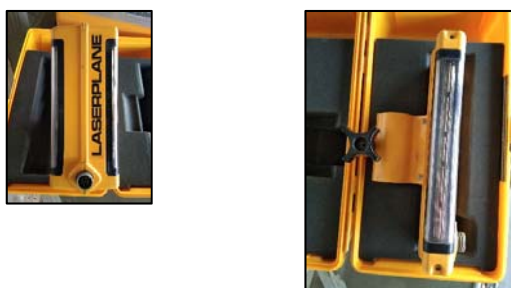


รูปที่ 25 โครงสร้างล้อของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่าง  
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 3.3.4.2 อุปกรณ์ส่งและอุปกรณ์รับสัญญาณแสงเลเซอร์ (Laser transmitter and Laser receiver )

- อุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์

อุปกรณ์รับสัญญาณแสงเลเซอร์ที่ใช้ประกอบในงานวิจัยนี้เป็นของยี่ห้อ Laserplane ดังรูปที่ 26 อุปกรณ์นี้ถูกติดตั้งบนเสาขึ้นไปด้านของเครื่องปรับระดับพื้นที่ มีระยะการอ่านค่าข้อมูล 5 ระดับ แต่ระดับมีระยะ 5 เซนติเมตร มีหน้าที่รับสัญญาณเลเซอร์จากอุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ทำให้ทราบระดับความแตกต่างระหว่างพิกัดอ้างอิงกับพิกัดของเครื่องปรับระดับพื้นที่ในขณะปฏิบัติงาน เพื่อสัญญาณควบคุมส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมสำหรับการปรับระยะของกลองใบมีดให้มีความสูงตามที่ผู้ปฏิบัติงานตั้งค่าไว้



รูปที่ 26 อุปกรณ์รับสัญญาณแสงเลเซอร์ตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane  
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์

อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์จะถูกติดตั้งบนขาตั้ง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้องกำหนดพิกัดอ้างอิงในการระบุตำแหน่งของขาตั้ง โดยจะต้องอยู่ในรัศมีครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการปรับระดับ อุปกรณ์ส่วนนี้ต้องถูกปรับระดับให้มีระดับและความชันสอดคล้องกับรูปแบบของพื้นจากขั้นตอนการออกแบบ



รูปที่ 27 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### ■ อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (control system)

เป็นส่วนที่ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ใกล้กับตำแหน่งของผู้ปฏิบัติงาน โดยจะต้องเชื่อมต่อสายสัญญาณกับอุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์เพื่อรับข้อมูลตำแหน่งที่แตกต่างกันระหว่างพิกัดอ้างอิงกับตำแหน่งของเครื่องปรับระดับพื้นที่ ณ ขณะปฏิบัติงาน และสายสัญญาณเพื่อประมวลผลและป้อนสัญญาณควบคุมให้กับวาล์วไฮดรอลิกสำหรับการควบคุมการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกทั้งสอง



รูปที่ 28 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานตัวอย่างยี่ห้อ Laserplane

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

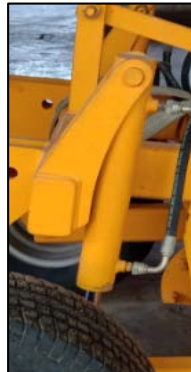
#### 3.3.4.3 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system)

จากการสำรวจข้อมูลในปัจจุบัน เครื่องปรับระดับพื้นที่ที่มีการใช้ระบบไฮดรอลิกแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ 1. เครื่องปรับระดับพื้นที่ที่มีเฉพาะวาล์วไฮดรอลิกไฟฟ้า กระบอกไฮดรอลิก แต่ใช้ปั๊มและถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิกร่วมกับรถแทรกเตอร์ และ 2. มีระบบไฮดรอลิกทั้งหมดอยู่ในเครื่องปรับระดับพื้นที่ ข้อแตกต่างระหว่าง 2 กรณี คือ ถ้าแทรกเตอร์เป็นรถรุ่นเก่า การออกแบบจะไม่มีชุดต่อพ่วงไฮดรอลิกสำหรับใช้กับอุปกรณ์ร่วมอื่นๆ

ดังนั้นถ้าอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆจำเป็นต้องใช้ระบบไฮดรอลิกจะต้องทำการติดตั้งและประกอบระบบขึ้นมาใหม่  
ดังเช่น ตัวอย่างเครื่องปรับระดับพื้นที่ในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะมีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- กระบอกไฮดรอลิก (hydraulic cylinder)

เป็นกระบอกไฮดรอลิกชนิด 2 ทาง จำนวน 2 กระบอก ติดตั้งระหว่างหน้าแปลนของ  
โครงสร้างหลักกับโครงสร้างล้อ



รูปที่ 29 กระบอกไฮดรอลิกสำหรับเครื่องปรับระดับพื้น

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

- วาล์วควบคุมไฟฟ้า (electronic hydraulic valve)

เพื่อควบคุมปริมาณและทิศทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในการควบคุมการทำงานของ  
กระบอกไฮดรอลิกเป็นวาล์วควบคุมไฟฟ้าชนิด 3/2 จำนวน 1 วาล์ว



รูปที่ 30 วาล์วไฮดรอลิกไฟฟ้า

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

- ถังน้ำมันไฮดรอลิก (hydraulic oil tank)

เพื่อบรรจุน้ำมันไฮดรอลิกและมีมาตรวัดปริมาณของน้ำมันไฮดรอลิกและกรองน้ำมันไฮดรอลิก จำนวน 1 ถัง



รูปที่ 31 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

- ปั้มน้ำมันไฮดรอลิก (hydraulic pump) และเกียร์เพิ่มรอบ

เพื่อสร้างแรงดันและอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกจากถังน้ำมันเข้าสู่วาล์วควบคุมไฟฟ้า และมีเกียร์เพิ่มรอบจำนวน 1 ชุด สำหรับการเพิ่มรอบจากเพลาอำนวยการกำลังของรถแทรกเตอร์ให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพการทำงานของปั้มน้ำมันไฮดรอลิกจากประมาณ 540 รอบต่อนาที ไปเป็นประมาณ 1200 รอบต่อนาที

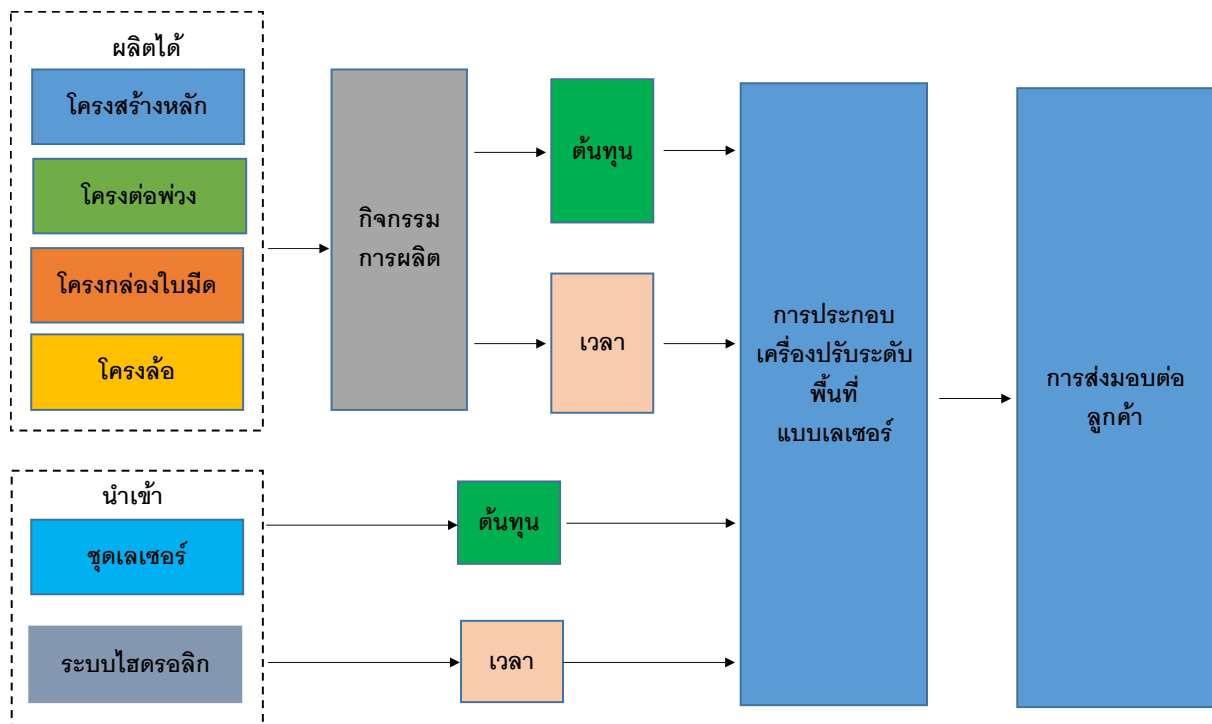


รูปที่ 32 ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกและเกียร์เพิ่มรอบ

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

### 3.4 การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ : กรณีศึกษาเครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยแสงเลเซอร์

เมื่อแยกกระบวนการไหลของวัสดุของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์จะพบว่า การผลิตในด้านส่วนประกอบและเทคโนโลยีภายในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1. ส่วนประกอบที่สามารถผลิตขึ้นได้เองในประเทศ ได้แก่ โครงสร้างหลัก โครงต่อพ่วง โครงกล่องใบมีด และโครงสร้างล้อ สำหรับในส่วน ของ ชุดเลเซอร์ที่ประกอบด้วย อุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์ อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆในระบบไฮดรอลิก อย่างเช่น กระจบอกไฮดรอลิก ปั้มน้ำมันไฮดรอลิก วาล์วควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้า และถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิก จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ



รูปที่ 33 การวิเคราะห์การไหลของวัสดุของเครื่องปรับระดับพื้นที่ด้วยแสงเลเซอร์

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากข้อมูลของผู้ประกอบการที่มีการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่และนำเข้าเทคโนโลยีเลเซอร์ปรับระดับพื้นที่ ทำให้เห็นถึงปัญหาและอุปสรรคของการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ใน 2 ปัจจัย คือ ต้นทุนและระยะเวลาในการผลิต สำหรับส่วนประกอบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศจะต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งประมาณ 3- 6 เดือน โดยการขนส่งมาโดยเรือ แต่สำหรับการขนส่งมาโดยเครื่องบินจะใช้เวลาต่ำกว่า 1 เดือน แต่จะมีต้นทุนในการขนส่งที่สูงมากกว่า ทำให้ผู้ประกอบการเลือกการส่งมาทางเรือเพื่อให้ต้นทุนที่จะนำเครื่องปรับระดับพื้นที่มาจำหน่ายลดลง

ส่วนประกอบที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศจะวิเคราะห์การไหลของวัสดุจากต้นทุนของค่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตในแต่ละชิ้นส่วน ค่าแรงงานในการผลิตและระยะเวลาในการผลิตของแต่ละกิจกรรม โดยในงานวิจัยนี้จะทำการแยกกิจกรรมของการผลิตออกเป็น กิจกรรมการตัดเหล็กกล่อง กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น กิจกรรมการเจาะรู กิจกรรมการติดตั้งแท่นสำหรับการเชื่อม กิจกรรมการเชื่อม และกิจกรรมการเก็บงานและทำสี เพื่อประเมินต้นทุนของแรงงานและระยะเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละกิจกรรม ดังรูปที่ 33

#### 3.4.1 การจัดเตรียมข้อมูล

การจัดลำดับการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ที่จะนำข้อมูลของกิจกรรมในกระบวนการผลิตของแต่ละส่วนประกอบหรือประเภทของเครื่องจักรกลที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต เช่น กิจกรรมการตัดเหล็กกล่องจะใช้เครื่องตัดเหล็กกล่อง กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่นจะใช้เครื่องตัดเหล็กแผ่น กิจกรรมการเจาะจะใช้เครื่องเจาะ

กิจกรรมการเชื่อมจะใช้เครื่องเชื่อม เป็นต้น มาเป็นตัวแปรในการพิจารณา โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย

- เวลาปล่อยงานหรือกำหนดเวลาการผลิต (Ready Time)
- จำนวนชิ้นงานที่ต้องการผลิตของแต่ละส่วนประกอบ
- กำหนดส่งมอบส่งงาน (Due Date)
- ลำดับขั้นตอนการผลิตของการใช้งานเครื่องจักรกลในแต่ละขั้นตอน
- เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละส่วนประกอบ

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาพิจารณาประกอบการจัดทำกระบวนการจัดการเวลาการผลิต

### 3.4.2 กฎการจัดลำดับงาน (Transportation)

กฎการจัดลำดับงานถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตด้วยการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานในแต่ละกิจกรรม ช่วยในการจัดการเวลา กฎการจัดลำดับเวลาที่ใช้ในปัจจุบันนี้มีหลายแบบ เช่น กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (shortest processing time ,SPT) กฎการจัดงานโดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (weighted shortest processing time, WSPT) และกฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (Largest processing time, LPT) โดยทั้ง 3 กฎนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์กับการผลิตจริง เพื่อต้องการให้สามารถผลิตในแต่ละส่วนประกอบได้อย่างทันเวลาภายใต้การจัดการเวลาที่เหมาะสม สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของวัสดุคงคลัง เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า ค่าแรงงาน และค่าไฟฟ้า เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรในด้านต่างอย่างคุ้มค่า อีกด้วย

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้กฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (LPT) สำหรับการจัดการกิจกรรมในขั้นตอนการผลิต เนื่องจากปัจจัยในการเวลาของการนำเข้าอุปกรณ์และในเชิงอุปสงค์และอุปทาน (demand and supply) ที่มีปริมาณไม่มากในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากขั้นตอนการจัดลำดับงานและตารางเวลามีรายละเอียดดังนี้

- **ขั้นตอนที่ 1** พิจารณาการจัดลำดับงานเป็นรายเครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการ งานใดมีเวลาการผลิตยาวสุดจะถูกนำมาทำก่อน โดยให้งานสุดท้ายของแต่ละเครื่องจักรกลเสร็จให้ตรงกับวันกำหนดส่ง

$$P_{[1],k} \geq P_{[2],k} \geq P_{[3],k} \geq \dots \geq P_{[n],k} \quad ; k = 1,2,\dots, m$$

และ

$$\sum_{i=1}^n P_{[i],k} = D$$

- **ขั้นตอนที่ 2** พิจารณาเลื่อนตำแหน่งงานเพื่อให้งานที่ต้องทำต่อเนื่องกันไม่ดำเนินการซ้อนทับกัน

$$C_{i,k} - P_{i,k} \geq C_{i,k-1} \quad ; i = 1, 2, \dots, n; k = 2, 3, \dots, m$$

- **ขั้นตอนที่ 3** จัดตำแหน่งงานใหม่บนเครื่องจักร  $k$  ใดๆ พิจารณา  $W_{[i],k}; i = 1, 2, \dots, n$  และพิจารณาทุกงาน  $i$  ถ้า  $\max_{\forall i} \{P_{i,k}\} \leq W_{[i],k}$  ให้นำงาน  $i$  ใดๆ ไปแทรกในช่วง  $W_{[i],k}$  โดย  $C_{i,k} - P_{i,k} \geq C_{i,k-1} \quad ; i = 1, 2, \dots, n; k = 2, 3, \dots, m$  ในทางตรงข้าม ไม่มีการจัดตำแหน่งงานใหม่
- **ขั้นตอนที่ 4** เลื่อนตำแหน่งตารางการผลิต (พิจารณาทุกงานบนทุกเครื่องจักร) โดยให้  $C_{\max} + T_{asb} = D \quad ; C_{\max} = \max_{\forall i,j} \{C_{i,j}\}$  เพื่อให้งานที่เสร็จช้าที่สุดเสร็จตรงวันกำหนดส่ง

|                 |             |     |                                                     |
|-----------------|-------------|-----|-----------------------------------------------------|
| โดยที่สัญลักษณ์ | $n$         | คือ | จำนวนของงานทั้งหมดในระบบ                            |
|                 | $m$         | คือ | จำนวนของเครื่องจักรทั้งหมดในระบบ                    |
|                 | $i$         | คือ | ดัชนีแสดงถึงงาน ; $i = 0, 1, \dots, n$              |
|                 | $k$         | คือ | ดัชนีแสดงถึงเครื่องจักร ; $k = 1, 2, \dots, m$      |
|                 | $[i]$       | คือ | ดัชนีแสดงถึงตำแหน่งของงานบนลำดับงาน                 |
|                 | $P_{i,k}$   | คือ | เวลาการผลิตของงาน $i$ บนเครื่องจักร $k$             |
|                 | $P_{[i],k}$ | คือ | เวลาการผลิตของงานในตำแหน่งที่ $i$ บนเครื่องจักร $k$ |
|                 | $D$         | คือ | กำหนดส่งงานของงาน                                   |
|                 | $C_{i,k}$   | คือ | เวลาเสร็จงานของงาน $i$ บนเครื่องจักร $k$            |
|                 | $C_{\max}$  | คือ | เวลาเสร็จงานที่มากที่สุด (Makespan)                 |
|                 | $W_{[i],k}$ | คือ | เวลารอคอยของงานตำแหน่งที่ $i$ บนเครื่องจักร $k$     |
| และ             | $T_{asb}$   | คือ | เวลาการประกอบ                                       |

เมื่อจัดทำกระบวนการจัดการผลิตเสร็จสิ้นจากขั้นตอนที่ 1 จนถึง ขั้นตอนที่ 3 ตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับทุกกิจกรรมหรือเครื่องจักรกลในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำจนปรากฏ และสามารถนำไปปฏิบัติในสามารถผลิตส่วนประกอบต่างได้อย่างเป็นระบบและทันเวลาการส่งมอบงาน (Due date)

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

ลำดับแรกจะแสดงผลของข้อมูลสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเชิงสถิติที่ใช้วิธีการสำรวจแบบปฐมนิเทศจากผู้ประกอบการด้านเครื่องจักรกลการเกษตร เทคโนโลยีอัตโนมัติ และในสายงานของนักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีอัตโนมัติ โดยจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับ สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ ลำดับที่สองเกี่ยวกับการวิเคราะห์โลจิสติกส์และโซ่อุปทานของผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ โดยได้เลือกเครื่องประดับพื้นแบบเลเซอร์เป็นกรณีศึกษาสำหรับการพิจารณาในด้านต้นทุนและเวลาของการผลิตและนำเข้าทุกชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบเป็นเครื่องประดับพื้นแบบเลเซอร์ และส่วนสุดท้ายเป็นการแสดงข้อมูลที่รวบรวมของการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพหรือการวิเคราะห์ SWOT ของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเชิงสถิติ

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูล ซึ่งการออกแบบแบบสอบถามเริ่มต้นจาก การรวบรวมหัวข้อที่สำคัญจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำ และนำหัวข้อต่างๆที่ได้มาทำการรวบรวมทำการตัดหัวข้อที่มีความเหมือนกันออก และทำการสร้างแบบสอบถาม(ร่าง)เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลเพื่อหาค่าความสอดคล้องข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย (Item Objective Congruence Index, IOC) หลังจากนั้นนำข้อมูลการประเมิน IOC จากผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาแบบสอบถาม และเมื่อได้แบบสอบถามสมบูรณ์แล้วจึงนำไปเวียนให้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อตอบแบบสอบถาม และนำมาประเมินผลในเชิงสถิติ ต่อไป

##### 4.1.1 ผลของการประเมินผลเพื่อหาค่าความสอดคล้องข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)

ผู้เชี่ยวชาญที่เลือกมาประเมินคุณภาพของแบบสอบถามจะมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำโดยตรง จำนวน 4 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์ศุภชัย กุลมณีวัฒน์
2. อาจารย์. ดร. ภวินท์ ธัญภัทรานนท์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.อาทิตย์ พวงสมบัติ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม

สังกัดภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งผลจากการประเมิน IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 จะนำมาคำนวณกับสมการที่ (6) โดยมีเกณฑ์การแปลความหมาย คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (6)$$

เมื่อ  $IOC$  คือ ดัชนีความสอดคล้อง  
 $R$  คือ คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 $\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 และ  $N$  คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยผลของการประเมินผลเพื่อหาค่าความสอดคล้องข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน แสดงได้ดังตารางที่ 4 ถึง 7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การประเมิน IOC ในด้านข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

| ข้อ | ข้อคำถาม                                             | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC | สรุปความสอดคล้อง |
|-----|------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|------------------|
|     |                                                      | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |                  |
| 1.  | ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม                             | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 2.  | ชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่บริษัทท่านผลิต           | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    | สอดคล้อง         |
| 3.  | เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับบริษัทของท่านอาศัยวิธีการ | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 5 การประเมิน IOC ในด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ

| ข้อ | ข้อคำถาม                                                            | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC | สรุปความสอดคล้อง |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|------------------|
|     |                                                                     | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |                  |
| 1.  | ความแพร่หลายของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 2.  | เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีทิศทางการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |

ตารางที่ 5 การประเมิน IOC ในด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ                                                                                                                   | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC | สรุปความสอดคล้อง |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|------------------|
|     |                                                                                                                           | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |                  |
| 3.  | ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรยอมรับ กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิต | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 4.  | โครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตร                                                                             | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 5.  | ปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                                      | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 6.  | ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับจากต่างชาติ                                     | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 7.  | นโยบายของรัฐบาลมีส่วนผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                                      | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 8.  | ภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร                   | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 9.  | การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอาศัยความร่วมมือกับหน่วยภาครัฐหรือสถาบันการศึกษา                           | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 10. | ความต้องการของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักของการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                     | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 11. | เครื่องจักรกลการเกษตรยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                   | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 12. | ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักรสามารถผลิตเองหรือหาซื้อได้ภายในประเทศ                                                  | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 13. | แนวโน้มการส่งเสริมและผลักดันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องจักรกลการเกษตรจากภาครัฐ                                          | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 14. | ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ                  | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |

ตารางที่ 6 การประเมิน IOC ในด้านข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

| ข้อ | ข้อความ                                                                                                                        | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|
|     |                                                                                                                                | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |
| 1   | ท่านรู้จักเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture)                                                                  | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 2   | ท่านคิดว่าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศ                                                       | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 3   | ท่านเห็นด้วยกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำว่าควรถูกผลักดันเป็นวาระระดับชาติ                                   | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 4   | ประเทศมีศักยภาพด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                          | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 5   | กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                 | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 6   | ส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                         | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 7   | ประเทศมีความพร้อมทางด้านการผลิตส่วนระบบวัดและควบคุม เช่น เซ็นเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน                                     | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 8   | ส่วนระบบควบคุมจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                                    | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 9   | ระบบสารสนเทศ เช่น สัญญาณ จีพีเอส อินเทอร์เน็ต มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                              | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 10  | ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านทางเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                        | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 11  | ต้นทุนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำให้เข้าสู่กลุ่มเกษตรกรในวงกว้าง                                     | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 12  | ควรส่งเสริมและสนับสนุนกลุ่ม start up ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ | 1                 | 0 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |

ตารางที่ 6 การประเมิน IOC ในด้านข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ                                                                              | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|
|     |                                                                                      | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |
| 13  | ความสามารถของการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ            | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    |
| 14  | ความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกับภาคเกษตรกรรมของประเทศ | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |
| 15  | เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่การเกษตรแปลงเล็ก          | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 7 การประเมิน IOC ในด้านเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

| ข้อ | ข้อความ                                                            | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ |   |   |   | ผลรวม | ค่า IOC | สรุปความสอดคล้อง |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------|---------|------------------|
|     |                                                                    | 1                 | 2 | 3 | 4 |       |         |                  |
| 1.  | ด้านการผลักดันเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย          | 1                 | 1 | 1 | 1 | 4     | 1       | สอดคล้อง         |
| 2.  | ด้านต้นทุนของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                    | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    | สอดคล้อง         |
| 3.  | ด้านส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ        | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    | สอดคล้อง         |
| 4.  | ด้านส่วนระบบควบคุมและเซนเซอร์ของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ        | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    | สอดคล้อง         |
| 5   | ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งมอบเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ | 0                 | 1 | 1 | 1 | 3     | 0.75    | สอดคล้อง         |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากผลการประเมิน IOC สรุปความสอดคล้องจะเห็นว่าในแต่ละข้อความของส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามมีความสอดคล้อง ส่วนที่ 2 สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยมีความสอดคล้อง ส่วนที่ 3 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสอดคล้อง และส่วนที่ 4 แบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทยมีความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC > 0.5

#### 4.1.2 ผลจากการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

ในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลประเภทของผู้ตอบแบบสอบถาม ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถผลิตหรือมีความเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงได้ดังตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 ผลของแบบสอบถามด้านจำนวนและร้อยละของประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม

| ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม                     | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|-------------------------------------------|------------|--------|
| ผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร              | 41         | 56.94  |
| นักวิชาการด้านเครื่องจักรกลการเกษตร       | 22         | 30.55  |
| เกษตรกร (ผู้รับเหมาเครื่องจักรกลการเกษตร) | 9          | 12.5   |
| รวม                                       | 72         | 100    |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 72 คน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร จำนวน 41 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 56.94
- นักวิชาการด้านเครื่องจักรกลการเกษตร จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 30.55
- เกษตรกร (ผู้รับเหมาเครื่องจักรกลการเกษตร) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ตารางที่ 9 ผลของแบบสอบถามด้านจำนวนชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้อง

| หัวข้อ                              | จำนวน (ชนิด) |
|-------------------------------------|--------------|
| อุปกรณ์เตรียมดิน                    | 42           |
| แทรกเตอร์ทางการเกษตร                | 15           |
| เครื่องปลูกและหยอดเมล็ดพันธุ์       | 21           |
| เครื่องใส่ปุ๋ย ฉีดพ่นสารเคมี และน้ำ | 11           |
| อุปกรณ์กำจัดวัชพืช                  | 6            |
| เครื่องเก็บเกี่ยว                   | 16           |
| อื่นๆ                               | 30           |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผู้ประกอบการสามารถผลิตได้หรือมีประสิทธิภาพทำงานที่เกี่ยวข้องจากจำนวน 7 ชนิด สามารถแยกออกได้เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรย่อย ดังนี้

- อุปกรณ์เตรียมดิน 42 บริษัท แบ่งเป็น ผานไถ จำนวน 24 บริษัท จอบหมุน จำนวน 10 บริษัท และอุปกรณ์ปรับระดับพื้นที่ จำนวน 8 บริษัท
- แทรกเตอร์ทางการเกษตร 15 บริษัท แบ่งเป็น รถไถเดินตาม 6 บริษัท และรถแทรกเตอร์ 9 บริษัท
- เครื่องปลูกและหยอดเมล็ดพันธุ์ 21 บริษัท แบ่งเป็น เครื่องปลูกข้าว 6 บริษัท เครื่องปลูกอ้อย 10 บริษัท และเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ 5 บริษัท
- เครื่องใส่ปุ๋ย ฉีดพ่นสารเคมี และน้ำ 11 บริษัท แบ่งเป็น แบบปรับอัตราได้ (Variable rate) 7 บริษัท และไม่สามารถปรับอัตราได้ 4 บริษัท
- อุปกรณ์กำจัดวัชพืช 6 บริษัท แบ่งเป็น รถตัดหญ้า 3 บริษัท และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายหลัง 3 บริษัท
- เครื่องเก็บเกี่ยว 16 บริษัท รถเกี่ยววนวดข้าว 7 บริษัท และรถตัดอ้อย 9 บริษัท
- ในส่วนของ อื่นๆ ประกอบไปด้วยนักวิชาการ จำนวน 22 คน และเกษตรกร 9 คน ซึ่งมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในด้าน เครื่องจักรกลการเกษตร และการออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ

**ตารางที่ 10** ผลของแบบสอบถามด้านวิธีการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

| วิธีการผลิต                                           | จำนวน |
|-------------------------------------------------------|-------|
| ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรได้เองทั้งหมดภายในประเทศ     | 23    |
| นำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรจากต่างประเทศ              | 13    |
| นำเข้าเฉพาะชิ้นส่วนหรือเทคโนโลยีที่สำคัญจากต่างประเทศ | 10    |

**ที่มา:** จากการสรุปของโครงการวิจัย

**หมายเหตุ:** มีผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ใส่ข้อมูลในส่วนนี้

ในส่วนของที่สามารผลิตได้เองภายในประเทศ ประกอบด้วย เครื่องสับมันสำปะหลัง เครื่องย่อยกิ่งไม้ ผานไถ 3 จาน ไถ 7 จาน เครื่องปลูกอ้อย รถคืบอ้อย เฟือง โครงสร้าง ชุดเกียร์ และกระบอกไฮดรอลิก เป็นต้น นำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรจากต่างประเทศ ประกอบด้วย ระบบนำร่องด้วยดาวเทียม ระบบปรับพื้นที่ อุปกรณ์ไฮดรอลิก รถตัดอ้อย เครื่องพ่นยา เครื่องตัดหญ้า รถแทรกเตอร์ และหัวพ่นสารเคมี เป็นต้น และการนำเข้าเฉพาะชิ้นส่วนหรือเทคโนโลยีที่สำคัญจากต่างประเทศ ประกอบด้วย Laser land levelling system เซนเซอร์ IMU อุปกรณ์ไฮดรอลิก ไฟฟ้า เครื่องยนต์ คอนโทรลเลอร์, ปั๊ม, เพลา PTO, gearbox, bearing และระบบ GPS เป็นต้น

ตารางที่ 11 ผลของแบบสอบถามด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ

| หัวข้อ                                                                                                                     | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลผล                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------------|
| 1. ความแพร่หลายของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร                                                                              | 3.83      | 1.08 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 2. เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีทิศทางการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                                     | 4         | 0.98 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 3. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรยอมรับ                                        | 3.57      | 0.84 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 4. กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและชิ้นส่วนทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตร                            | 3.86      | 1.09 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 5. ปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                                    | 2.9       | 1.16 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 6. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับจากต่างชาติ                                | 3.47      | 0.94 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 7. นโยบายของรัฐบาลมีส่วนผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                                    | 2.9       | 1.37 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 8. ภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร                 | 2.99      | 1.27 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 9. การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอาศัยความร่วมมือกับหน่วยภาครัฐหรือสถาบันการศึกษา                         | 3.47      | 1.20 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 10. ความต้องการของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักของการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                  | 3.93      | 1.11 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 11. เครื่องจักรกลการเกษตรยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                | 3.42      | 0.97 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 12. ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรสามารถผลิตเองหรือหาซื้อได้ภายในประเทศ                                     | 3.47      | 1.01 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 13. แนวโน้มการส่งเสริมและผลักดันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องจักรกลการเกษตรจากภาครัฐ                                       | 3.04      | 1.26 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 14. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้าจากต่างประเทศ | 3.31      | 1.06 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| ค่าเฉลี่ยโดยรวม                                                                                                            | 3.44      | 1.10 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |

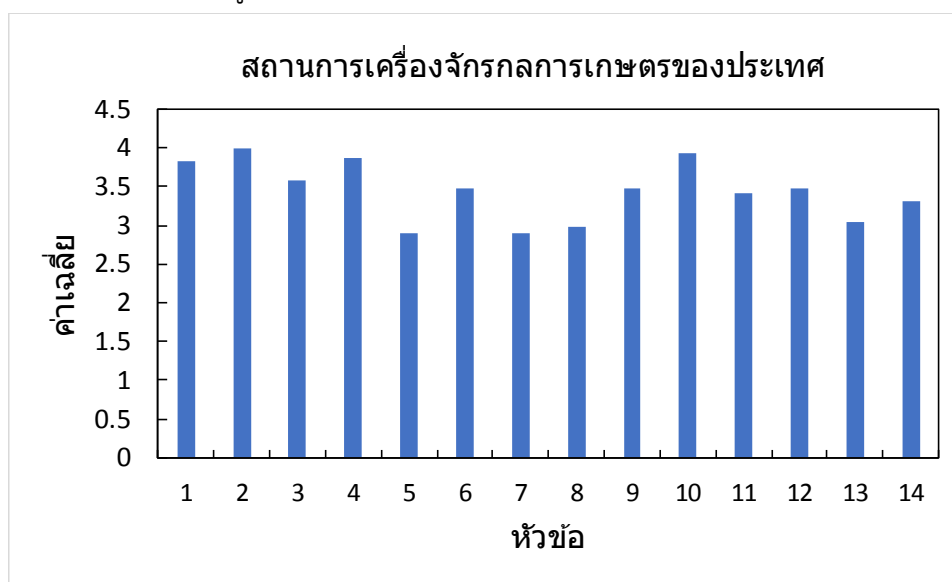
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

เมื่อจำแนกผู้ตอบแบบสอบถามจาก 72 คน ที่กรอกลำดับให้คะแนน 1-5 มีจำนวนดังนี้

- หัวข้อที่ 1 ความแพร่หลายของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 17 คน คะแนน 4 จำนวน 34 คน คะแนน 3 จำนวน 14 คน คะแนน 2 จำนวน 6 คน และคะแนน 1 จำนวน 1 คน
- หัวข้อที่ 2 เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีทิศทางการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 18 คน คะแนน 4 จำนวน 37 คน คะแนน 3 จำนวน 16 คน คะแนน 2 จำนวน 1 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรยอมรับมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 5 คน คะแนน 4 จำนวน 36 คน คะแนน 3 จำนวน 26 คน คะแนน 2 จำนวน 5 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 4 กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและชิ้นส่วนทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตร มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 18 คน คะแนน 4 จำนวน 34 คน คะแนน 3 จำนวน 12 คน คะแนน 2 จำนวน 8 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 5 ปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 0 คน คะแนน 4 จำนวน 21 คน คะแนน 3 จำนวน 30 คน คะแนน 2 จำนวน 14 คน และ คะแนน 1 จำนวน 7 คน
- หัวข้อที่ 6 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับจากต่างชาติ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 7 คน คะแนน 4 จำนวน 29 คน คะแนน 3 จำนวน 28 คน คะแนน 2 จำนวน 7 คน และ คะแนน 1 จำนวน 1 คน
- หัวข้อที่ 7 นโยบายของรัฐบาลมีส่วนผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 9 คน คะแนน 4 จำนวน 12 คน คะแนน 3 จำนวน 22 คน คะแนน 2 จำนวน 21 คน และ คะแนน 1 จำนวน 8 คน
- หัวข้อที่ 8 ภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตรมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 6 คน คะแนน 4 จำนวน 18 คน คะแนน 3 จำนวน 25 คน คะแนน 2 จำนวน 15 คน และ คะแนน 1 จำนวน 8 คน
- หัวข้อที่ 9 การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอาศัยความร่วมมือกับหน่วยภาครัฐหรือสถาบันการศึกษามีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 12 คน คะแนน 4 จำนวน 26 คน คะแนน 3 จำนวน 17 คน คะแนน 2 จำนวน 13 คน และ คะแนน 1 จำนวน 3 คน
- หัวข้อที่ 10 ความต้องการของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักของการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 21 คน คะแนน 4 จำนวน 32 คน คะแนน 3 จำนวน 12 คน คะแนน 2 จำนวน 7 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน

- หัวข้อที่ 11 เครื่องจักรกลการเกษตรยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 6 คน คะแนน 4 จำนวน 30 คน คะแนน 3 จำนวน 25 คน คะแนน 2 จำนวน 10 คน และ คะแนน 1 จำนวน 1 คน
- หัวข้อที่ 12 ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรสามารถผลิตเองหรือหาซื้อได้ภายในประเทศมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 9 คน คะแนน 4 จำนวน 29 คน คะแนน 3 จำนวน 21 คน คะแนน 2 จำนวน 13 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 13 แนวโน้มการส่งเสริมและผลักดันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องจักรกลการเกษตรจากภาครัฐมีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 9 คน คะแนน 4 จำนวน 13 คน คะแนน 3 จำนวน 29 คน คะแนน 2 จำนวน 14 คน และ คะแนน 1 จำนวน 7 คน
- หัวข้อที่ 14 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 6 คน คะแนน 4 จำนวน 27 คน คะแนน 3 จำนวน 25 คน คะแนน 2 จำนวน 11 คน และ คะแนน 1 จำนวน 3 คน

ในแต่ละข้อคำถามด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในระดับ มีผลการดำเนินการพอประมาณ ( $\bar{X}=3.44$ ,  $S.D.= 1.10$ ) และสามารถจำแนกค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถามได้ดังรูปที่ 34



รูปที่ 34 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามด้านสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ  
ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

สำหรับในด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเมื่อจำแนกผู้ตอบแบบสอบถามจาก 72 คน ที่กรอกลำดับให้คะแนน 1-5 มีจำนวนดังนี้

- หัวข้อที่ 1 ทานรู้จักเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 8 คน คะแนน 4 จำนวน 34 คน คะแนน 3 จำนวน 15 คน คะแนน 2 จำนวน 13 คน และ คะแนน 1 จำนวน 2 คน
- หัวข้อที่ 2 ทานคิดว่าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 29 คน คะแนน 4 จำนวน 36 คน คะแนน 3 จำนวน 7 คน คะแนน 2 จำนวน 0 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 3 ทานเห็นด้วยกับการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำควรถูกผลักดันเป็นวาระระดับชาติ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 35 คน คะแนน 4 จำนวน 25 คน คะแนน 3 จำนวน 12 คน คะแนน 2 จำนวน 0 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 4 ประเทศมีศักยภาพด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 15 คน คะแนน 4 จำนวน 35 คน คะแนน 3 จำนวน 27 คน คะแนน 2 จำนวน 15 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 5 กระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 12 คน คะแนน 4 จำนวน 23 คน คะแนน 3 จำนวน 29 คน คะแนน 2 จำนวน 8 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 6 ประเทศมีความพร้อมทางด้านการผลิตส่วนระบบวัดและควบคุม เช่น เซนเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 6 คน คะแนน 4 จำนวน 17 คน คะแนน 3 จำนวน 26 คน คะแนน 2 จำนวน 13 คน และ คะแนน 1 จำนวน 10 คน
- หัวข้อที่ 7 เทคโนโลยีการวัดและควบคุมจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 15 คน คะแนน 4 จำนวน 32 คน คะแนน 3 จำนวน 23 คน คะแนน 2 จำนวน 2 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 8 โครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมและระบบสารสนเทศ เช่น จีพีเอส อินเทอร์เน็ต ของประเทศไทย เหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 13 คน คะแนน 4 จำนวน 26 คน คะแนน 3 จำนวน 19 คน คะแนน 2 จำนวน 12 คน และ คะแนน 1 จำนวน 2 คน
- หัวข้อที่ 9 ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านทางเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 29 คน คะแนน 4 จำนวน 26 คน คะแนน 3 จำนวน 16 คน คะแนน 2 จำนวน 0 คน และ คะแนน 1 จำนวน 1 คน
- หัวข้อที่ 10 ต้นทุนการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำให้เข้าสู่กลุ่มเกษตรกรในวงกว้าง มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 28 คน คะแนน 4 จำนวน 27 คน คะแนน 3 จำนวน 14 คน คะแนน 2 จำนวน 1 คน และ คะแนน 1 จำนวน 2 คน

- หัวข้อที่ 11 ควรส่งเสริมและสนับสนุนกลุ่ม start up ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 29 คน คะแนน 4 จำนวน 34 คน คะแนน 3 จำนวน 9 คน คะแนน 2 จำนวน 0 คน และ คะแนน 1 จำนวน 0 คน
- หัวข้อที่ 12 ประเทศมีศักยภาพในการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 10 คน คะแนน 4 จำนวน 25 คน คะแนน 3 จำนวน 25 คน คะแนน 2 จำนวน 11 คน และ คะแนน 1 จำนวน 1 คน
- หัวข้อที่ 13 ความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกับภาคเกษตรกรรมของประเทศอยู่ในระดับ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 8 คน คะแนน 4 จำนวน 28 คน คะแนน 3 จำนวน 25 คน คะแนน 2 จำนวน 9 คน และ คะแนน 1 จำนวน 2 คน
- หัวข้อที่ 14 เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่การเกษตรของประเทศ มีผู้ประเมินระดับคะแนน 5 จำนวน 10 คน คะแนน 4 จำนวน 27 คน คะแนน 3 จำนวน 26 คน คะแนน 2 จำนวน 7 คน และ คะแนน 1 จำนวน 2 คน

**ตารางที่ 12** ผลของแบบสอบถามด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

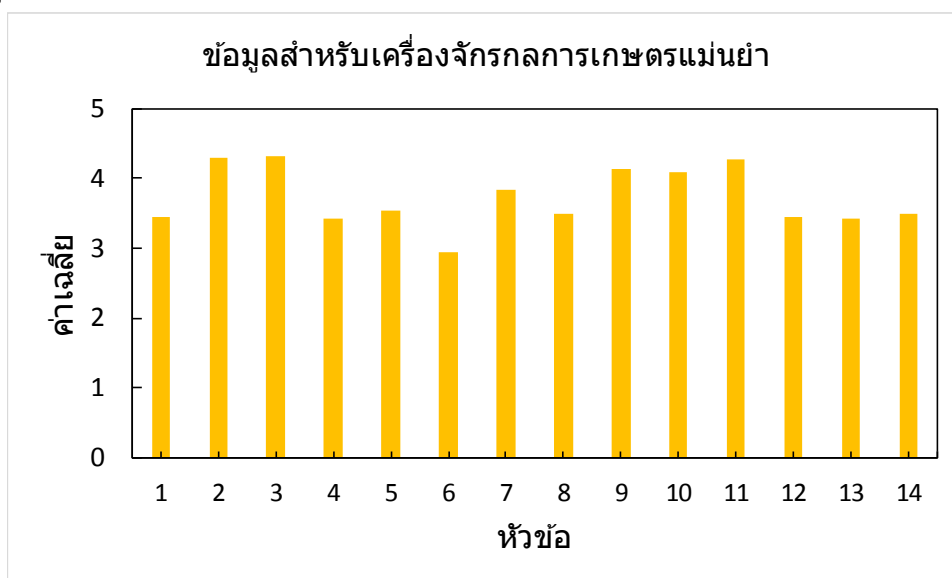
| หัวข้อ                                                                                                                               | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------------|
| 1. ท่านรู้จักเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture)                                                                     | 3.45      | 1.01 | มีผลการดำเนินพอประมาณ |
| 2. ท่านคิดว่าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศ                                                          | 4.30      | 1.07 | มีผลการดำเนินมาก      |
| 3. ท่านเห็นด้วยกับการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำควรถูกผลักดันเป็นวาระระดับชาติ                                                  | 4.31      | 1.15 | มีผลการดำเนินมาก      |
| 4. ประเทศมีศักยภาพด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                                             | 3.41      | 1.04 | มีผลการดำเนินพอประมาณ |
| 5. กระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                             | 2.54      | 0.9  | มีผลการดำเนินพอประมาณ |
| 6. ประเทศมีความพร้อมทางด้านการผลิตส่วนระบบวัดและควบคุม เช่น เซนเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน                                         | 2.94      | 1.25 | มีผลการดำเนินพอประมาณ |
| 7. เทคโนโลยีการวัดและควบคุมจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                             | 3.83      | 0.87 | มีผลการดำเนินพอประมาณ |
| 8. โครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมและระบบสารสนเทศ เช่น จีพีเอส อินเทอร์เน็ต ของประเทศไทย เหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ | 3.5       | 1.06 | มีผลการดำเนินมาก      |

ตารางที่ 12 ผลของแบบสอบถามด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (ต่อ)

| หัวข้อ                                                                                                                             | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------------|
| 9. ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านทางเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                         | 4.13      | 1.11 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 10. ต้นทุนการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำให้เข้าสู่กลุ่มเกษตรกรในวงกว้าง                              | 4.08      | 1.14 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 11. ควรส่งเสริมและสนับสนุนกลุ่ม start up ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ | 4.27      | 1.07 | มีผลการดำเนินงานมาก      |
| 12. ประเทศมีศักยภาพในการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                           | 3.44      | 0.96 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 13. ความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกับภาคเกษตรกรรมของประเทศอยู่ในระดับ                                | 3.43      | 0.94 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| 14. เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่การเกษตรของประเทศ                                                   | 3.5       | 0.95 | มีผลการดำเนินงานพอประมาณ |
| ค่าเฉลี่ยโดยรวม                                                                                                                    | 3.72      | 1.04 | มีผลการดำเนินงานมาก      |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากตารางที่ 12 ในแต่ละข้อคำถามด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในระดับ มีผลการดำเนินงานมาก ( $\bar{X} = 3.72$ ,  $S.D. = 1.04$ ) และสามารถจำแนกค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถามได้ดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามด้านข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

และในส่วนสุดท้ายของแบบสอบถามเกี่ยวกับ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ ดังนี้

■ **ด้านการผลักดันเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย**

- ภาครัฐควรสนับสนุนและบูรณาการความร่วมมือกันระหว่างภาคเอกชน
- ควรผลักดันควบคู่ไปกับการส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตรแบบปัจจุบันให้ทั่วถึงควบคู่กันไป
- ภาครัฐควรมีการสนับสนุนและผลักดันในเรื่องเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อลดปัญหาแรงงานที่ขาดแคลนและเป็นการลดต้นทุนในการผลิตด้านแรงงานแต่ควรมองบริบทโดยมีการสนับสนุนในส่วนเครื่องจักรกลการเกษตรที่เหมาะสมกับพืช สามารถปฏิบัติได้จริง ลดต้นทุนได้จริง
- ควรกำหนดเป็นนโยบายจัดทำแผนแม่บท เพื่อผลักดันเป็นวาระแห่งชาติ
- ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยเฉพาะและมีความเป็นเอกเทศ
- ประเทศควรมีหน่วยงานหลักเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรให้เป็นไปตามนโยบาย 4.0 แต่ไม่ใช่ใครอยากทำก็ทำโดยหน่วยงานเอกชนที่มีปริมาณมากแต่ไม่สามารถนำออกมาใช้ได้ ภาครัฐเองต้องเป็นผู้นำในการพัฒนา
- ควรมีการประชาสัมพันธ์ในเรื่อง การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม
- รวมผู้ใช้แต่ละพื้นที่ ให้มีการใช้ดำเนินงานร่วมกันในเรื่องที่สอดคล้องกัน
- มีผู้ดูแลประจำ ในการดูแลรักษา ซ่อมบำรุง และการใช้งานที่ถูกต้อง
- ภาครัฐควรให้การสนับสนุนการเข้าถึงอุปกรณ์และเทคโนโลยี เช่น มีการเช่า เช่าซื้อ และมีดอกเบี้ยต่ำ
- อยากให้มีการส่งเสริมร้านค้า อุปกรณ์ในพื้นที่ต่างจังหวัดให้มากขึ้นเพราะบางอย่างต้องนำเข้าจากกรุงเทพ
- ควรผลักดันให้มีการร่วมวิจัยกับมหาวิทยาลัยหรือสถาบันที่ทำงานวิจัยมากขึ้น
- มาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ความรู้ด้านวิศวกรรม วัสดุ การออกแบบต้องการการพัฒนาและยกระดับจากช่างท้องถิ่นมาเป็นระดับวิศวกรรม รัฐควรมีมาตรการและการสนับสนุนด้านต่างๆ เพื่อยกระดับผู้ผลิตให้มีมาตรฐาน ส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุน ทำให้สินค้ามีราคาที่แข่งขันกับสินค้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เพิ่มเทคโนโลยีเข้าไปในอุปกรณ์ให้มีมูลค่าเพิ่มแต่ต้นทุนไม่เปลี่ยน ในการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีการเกษตร อาจารย์และนักวิจัยมักมีความคิดแต่ติดขัดอุปกรณ์สำหรับการพัฒนา ทดลอง ทดสอบ และเงินทุนในการสร้างต้นแบบ และควรมีนักวิชาการจากสหสาขา เช่น วิศวกรรม เกษตร และอื่นๆ ให้คำปรึกษา เป็นการส่งเสริมให้ประชาชนที่สนใจหรือผู้ประกอบการ

- สนับสนุนให้ใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยและการอนุญาตให้นำเข้าเครื่องจักรมือสองจากต่างประเทศอย่างเสรี ในระยะยาวเกษตรกรจะมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูงทำงานได้ไม่ต่อเนื่อง
- ผลักดันให้มีความเชื่อมโยงกันระหว่างภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ เหล็ก ไฟฟ้า และ AI
- ควรมีการกำหนดกรอบวิจัยด้านเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างชัดเจน
- ประเทศควรมีหน่วยงานของภาครัฐที่คอยรับผิดชอบยุทธศาสตร์ด้านเครื่องจักรกลการเกษตร

#### ■ ด้านต้นทุนของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- ควรมีต้นทุนไม่สูงเกินกว่าที่เกษตรกรจะเป็นเจ้าของได้
- ควรพัฒนาในรูปแบบ copy and development ด้านการซื้อให้จัดหาเทคโนโลยีที่พัฒนาแล้วจากต่างประเทศมาทำการถอดแบบและศึกษาทางวิศวกรรม (re-engineering)
- ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตอุปกรณ์ที่เป็น hardware แต่มักจะนำเข้า software หรือระบบควบคุมที่มีปัญหาเรื่องค่าภาษีสูงทำให้ต้นทุนในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำสูงไปด้วย ควรมีการจัดการเรื่องภาษีนำเข้าเทคโนโลยีอย่างเป็นรูปธรรม
- รัฐบาล สถาบันการศึกษา ภาคเอกชน และประชาชน ควรมีการร่วมมือกัน เป็นการร่วมทุนแบบรัฐวิสาหกิจ
- ควรสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยหลักเพื่อลดต้นทุน
- ต้นทุนเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องทำการผลักดัน ถ้ามีการผลักดันให้เกษตรกรใช้เครื่องมือได้ ในอนาคต ต้นทุนจะลดลงเอง
- ต้นทุนสูง อยากให้ภาคส่งเสริมลดภาษีการนำเข้าจากต่างประเทศ
- ภาษีการนำเข้าชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่ทางรัฐตีความไปเป็นทางอุตสาหกรรมอื่นทำให้ต้นทุนสูงและแข่งขันยากขึ้น ภาครัฐควรแยกประเภทหากนำมาใช้ในกิจการทางการเกษตร ด้านแหล่งเงินทุน ธนาคารเอกชนจะไม่ปล่อยสินเชื่อให้กับเกษตรกร ธนาคารรัฐมีข้อจำกัดเน้นเกษตรกรมากกว่าผู้ผลิต
- ต้นทุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะต่ำลงเรื่อยๆ ควรเร่งส่งเสริมเพื่อให้เกิดการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในวงกว้าง
- ต้นทุนการผลิตที่นำเข้าซึ่งหากมีหน่วยงานกลางที่จะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ของประเทศ รวมตัวซื้อได้ในราคาพิเศษ รวมถึงการไม่กีดกันการนำเข้าสินค้าที่มีคุณภาพ
- ควรมีการรวมกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อแยกประเภทของชิ้นส่วน จะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

#### ■ ด้านส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- โครงสร้างต้องไม่มีขนาดใหญ่ ให้เข้าถึงเกษตรกรได้ง่าย

- ประเทศไทยสามารถผลิตในส่วนของโครงสร้างได้ดีและเป็นที่ยอมรับ
- ต้องมีการพัฒนาให้สามารถทำงานเข้ากับอุปกรณ์หรือเซนเซอร์ที่นำมาติดตั้งเพื่อให้ได้มาซึ่งความแม่นยำ
- การผลิตของประเทศไทยเป็นที่ยอมรับในระดับหนึ่ง แต่หากเปรียบเทียบกับสินค้าทางเทคโนโลยีของยุโรป/อเมริกายังขาดด้านคุณภาพ มาตรฐาน วัสดุศาสตร์และการออกแบบ
- การสร้างระบบควบคุมและโปรแกรมสามารถทำได้ในประเทศ แต่ MCU กับ IC อื่นๆเป็นของต่างประเทศแต่ราคาไม่สูงมาก ส่วนเซนเซอร์ที่เชื่อถือได้ยังมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศถ้าสามารถทำให้ราคาต่ำลงก็จะมีการใช้งานมากขึ้น ทำให้ความสามารถของเครื่องจักรสูงขึ้น
- ส่วนของโครงสร้างและกลไกต้องการการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ควรส่งเสริมให้ผู้เชี่ยวชาญลงมาบูรณาการร่วมกัน

#### ■ ด้านส่วนระบบควบคุมและเซนเซอร์ของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- ต้องเข้าใจง่าย
- เซนเซอร์ที่หลายส่วนนำมาศึกษาใช้งานนั้นมีราคาถูกและคุณภาพต่ำ ขณะที่เซนเซอร์คุณภาพดีใช้งานกับภาคการเกษตรได้อย่างคงทนจะมีราคาสูง(จากการบวกกำไร/ภาษีของผู้นำเข้า)
- นักวิจัยไทยมีความสามารถในการพัฒนาระบบต่างๆแต่ยังไม่ได้รับการสนับสนุน ดังนั้นการนำเข้าเทคโนโลยีจึงเป็นช่องทางที่สะดวกและรวดเร็วในการนำเทคโนโลยีมาใช้ อีกทั้งเทคโนโลยีต่างๆที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเป็นที่ยอมรับในระดับสากล
- สร้างเครือข่ายการพัฒนาแบบบูรณาการ
- ควรมีงานวิจัยและการศึกษาอย่างจริงจัง
- ควรมีการแนะนำหรือทำเป็นตัวอย่างให้ผู้ประกอบการเข้าใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้
- ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวได้จำเป็นต้องนำเข้า ควรมีมาตรการและการให้ความรู้ผู้ผลิตและผู้พัฒนา ผู้ใช้งานว่าอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถเพิ่มหรือฝังในเครื่องจักรกลการเกษตรจะทำให้การทำงานแม่นยำขึ้น ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต รัฐควรมีมาตรการช่วยเหลือให้ครบวงจรตั้งแต่การผลิตจนถึงการใช้งานของเกษตรกร
- ด้านระบบควบคุมและเซนเซอร์ในส่วนใหญ่แล้วยังอยู่ในขั้นตอนของการวิจัย ควรเร่งพัฒนานำผลงานวิจัยออกมาใช้ในอุตสาหกรรมจริง

- ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมและเซนเซอร์ต่างๆรวมถึงสร้าง SME และ startup ที่มีความสนใจในการสร้างระบบควบคุมและเซนเซอร์หรืออาจจะช่วยเหลือด้านการลดต้นทุนในการนำเข้า
- ด้านระบบควบคุมการส่งข้อมูลออนไลน์ อินเทอร์เน็ตบางพื้นที่ยังเข้าไม่ถึง
- **ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งมอบเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ**
  - ต้องไม่เป็นปัญหาในระบบการขนส่ง
  - ประเทศไทยทำได้ดีในด้านการขายและ after service แต่เนื่องจากยังมีการใช้น้อยจึงทำให้เทคโนโลยีเหล่านั้นมีราคาแพง
  - สร้างความร่วมมือในรูปแบบของระบบเครือข่าย
  - ส่วนใหญ่ไม่มีปัญหา ยกเว้นผู้ประกอบการที่มีสาขาในประเทศเพื่อนบ้านมีข้อจำกัดการนำสินค้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการทหาร เช่น GPS Base station, sensor บางประเภททำให้อุปกรณ์ประกอบในสินค้าหลักติดปัญหาการนำเข้าจากประเทศต้นทาง
  - การนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศจะใช้เวลาประมาณ 4- 6 เดือน
  - กระทรวงคมนาคมต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการพิจารณาข้อจำกัดด้านการขนส่ง
- **ด้านปัญหาและอุปสรรคของการนำเข้าเครื่องจักรกลหรือเทคโนโลยีทางการเกษตร**
  - สภาพแวดล้อม สภาพของดิน การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดการผิดพลาด
  - ภาษีในการนำเข้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สูงและไม่แน่นอน ควรมีการจัดการเรื่องนี้อย่างจริงจังเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีที่รวดเร็วและสามารถแข่งขันได้
  - ต้นทุนการผลิต การเข้าถึงองค์ความรู้และการต่อยอด
  - ระเบียบกฎหมาย
  - ส่วนใหญ่ติดที่อัตราภาษีไม่เอื้อต่อภาคเกษตรกรรมเพราะใช้เหมือนภาคอุตสาหกรรม อุปกรณ์บางชนิดต้องการใบอนุญาตพิเศษที่ซับซ้อนและต้นทุนเพิ่มไม่เหมาะกับภาคเกษตร
  - ส่งเสริมให้กลุ่มบริษัทจัดตั้ง research and development และร่วมมือกับนักวิจัยต่างๆ เพื่อสร้างอุปกรณ์ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ
  - ความคุ้มค่าในการลงทุนของเกษตรกร เพราะถ้าเป็นเครื่องจักรกลนำเข้าจากต่างประเทศก็จะมีราคาสูง ตามด้วยค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูง
- **ด้านอื่นๆ**
  - รัฐต้องมีแนวทางที่ชัดเจนในการส่งเสริมเกษตรแม่นยำ (PA) เทคโนโลยีมีหลายหลายแต่รัฐควรวางพื้นฐานเทคโนโลยีที่เป็นปฏุมภูมิในช่วงแรกและจึงส่งเสริมเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

ตามลำดับ เพื่อให้ PA รองรับการพัฒนา มิฉะนั้น สิ่งที่จะทำจะกลับมาที่ปัญหาว่าพื้นฐานไม่รองรับ เช่น โครงข่ายการสื่อสารด้านพิกัดตำแหน่ง ข้อมูล Bigdata ที่ต้องเข้าถึงได้และเป็นมาตรฐานหรือจัดเก็บในหน่วยเดียวกัน

- มาตรฐานการทดสอบ ตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ รวมถึงห้องปฏิบัติการทดสอบต้องมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับและเป็นสากล
- ควรมีศูนย์การทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรหลักของประเทศไทย

จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในส่วนของโครงสร้างและได้รับการยอมรับจากต่างชาติ โดยเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย เช่น พานไถ เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบไม่สามารถปรับอัตราได้ เหล่านี้ประเทศไทยได้มีปริมาณการส่งออก แต่ยังขาดการสนับสนุนจากภาครัฐในเชิงนโยบาย ด้านการขนส่ง และด้านอัตราการเสียภาษี เป็นต้น ประเด็นในส่วนที่สำคัญของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ประเทศไทยยังจำเป็นต้องนำเข้าเทคโนโลยีแม่นยำ เช่น อุปกรณ์ควบคุมและเซนเซอร์ และโดยส่วนใหญ่ผู้เชี่ยวชาญที่มีองค์ความรู้ทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติจะอยู่ในหน่วยงานของภาครัฐและสถาบันการศึกษายังขาดการบูรณาการองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมอย่างเป็นรูปธรรม

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material flow analysis)

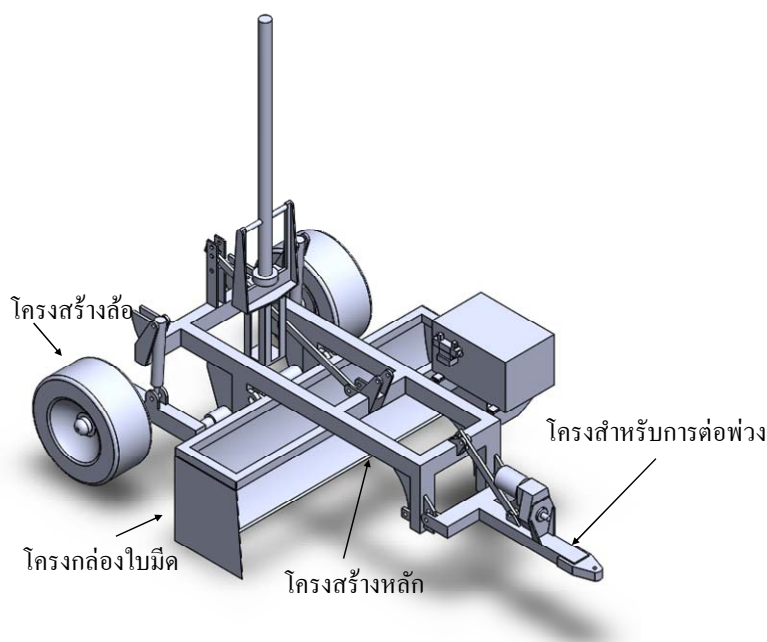
เครื่องปรับระดับพื้นที่ ดังรูปที่ 20 และเทคโนโลยีเลเซอร์ของบริษัท Laserplane ถูกนำมาเป็นตัวอย่างสำหรับประเมินต้นทุนและระยะเวลาในการผลิตจากผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ของประเทศไทย จากการสอบถามโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆของเครื่องปรับระดับพื้นที่ตัวอย่างมีความใกล้เคียงกับของที่บริษัทผู้ประกอบการ แต่จะมีในส่วนของความยาวของกล่องใบมีดซึ่งมีความยาว 3 เมตร ในขณะที่กล่องใบมีดของเครื่องตัวอย่างมีความยาว 2 เมตร เครื่องปรับระดับพื้นที่สามารถแยกเป็น 2 ส่วนประกอบ คือ ส่วนที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศกับส่วนที่จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ในส่วนที่จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ชุดเลเซอร์และระบบไฮดรอลิกซึ่งจะมีราคาต้นทุนที่แน่นอน ในกรณีของชุดเลเซอร์ที่ประกอบด้วย อุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์ อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน เมื่อเข้ามาอยู่ในประเทศไทยจะมีราคา 290,000 บาท (ยี่ห้อและรุ่นที่ผู้ประกอบการได้มีการจัดจำหน่าย) ส่วนระบบไฮดรอลิก ในแต่ละอุปกรณ์จะมีต้นทุนที่แตกต่างกัน รวมประมาณ 255,000 บาท (จากการประเมินราคา) การขนส่งจากประเทศต้นทางใช้ระยะเวลาประมาณ 3-6 เดือน (กรณีเรือ) และน้อยกว่า 1 เดือน (กรณีเครื่องบิน)

ในส่วนที่สามารถผลิตได้เองในประเทศ ได้แก่ โครงสร้างหลัก โครงกล่องใบมีด โครงสำหรับการต่อพ่วง และโครงสร้างล้อ การประเมินต้นทุนจากเครื่องตัวอย่างผู้ประกอบการให้พิจารณาจากน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ใน

การสร้างโครงสร้าง ในส่วนของระยะเวลาในการผลิตให้อ้างอิงกับกิจกรรมของกระบวนการผลิต เช่น กิจกรรมการตัดเหล็กกล่อง กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น กิจกรรมการเจาะรู กิจกรรมการตั้งแท่นประกอบ กิจกรรมการเชื่อมและกิจกรรมการเก็บงานและทำสี เป็นต้น ต้นทุนและระยะเวลาในการผลิตส่วนของโครงสร้างหลักจากการประเมินราคาของผู้ประกอบการได้ใช้วิธีการประเมินราคาต้นทุนของวัตถุดิบจากตามน้ำหนักของเหล็กประมาณ 70-100 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสำหรับโครงการวิจัยนี้เลือกประเมินราคาของเหล็กโครงสร้างมีราคา กิโลกรัมละ 70 บาทต่อกิโลกรัม และต้นทุนค่าแรงงานที่มีความเชี่ยวชาญได้ค่าจ้างวันละ 500 บาท ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

เครื่องปรับระดับพื้นที่ต้นแบบถูกนำมาจัดทำเป็นแบบจำลอง 3 มิติ ดังรูปที่ 36 โดยมีขนาดและโครงสร้างเช่นเดียวกับเครื่องปรับระดับพื้นที่ของจริง สามารถใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักของโครงสร้างได้

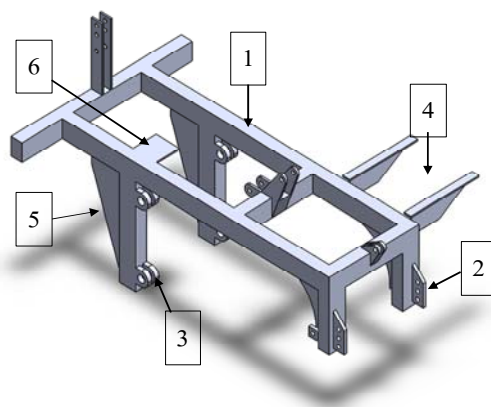


รูปที่ 36 แบบจำลอง 3 มิติของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 4.2.1 โครงสร้างหลัก

เป็นส่วนของรับน้ำหนักของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบและแรงกระทำในขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยโครงสร้างหลักประกอบด้วย โครงสร้างรับน้ำหนัก (1) หน้าแปลนยึดโครงต่อพุ่ง (2) หน้าแปลนยึดโครงเกลี่ยดิน (3) หน้าแปลนติดตั้งถังน้ำมันไฮดรอลิก (4) หน้าแปลนติดตั้งล้อ (5) หน้าแปลนติดตั้งอุปกรณ์วัดสัญญาณ (6) และ หน้าแปลนส่วนเสริมความแข็งแรง (7) ดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 แบบจำลอง 3 มิติของส่วนประกอบโครงสร้างหลัก

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 13 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างหลัก

| ข้อมูลการทำโครงสร้างหลัก                                     | เวลา<br>(นาที) | ต้นทุน<br>(บาท) |
|--------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| - ราคาวัตถุดิบ                                               |                |                 |
| - น้ำหนักโดยรวมของโครงสร้างหลักอยู่ที่ประมาณ 515.37 กิโลกรัม |                | 36,075.9        |
| - แรงงานการผลิต (แบ่งเป็นกรรมวิธีในการผลิต)                  |                | 936.4           |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กกล่อง                                    |                | 124.9           |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 188 ซม. จำนวน 2 ชิ้น       | 30             | 31.25           |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 68 ซม. จำนวน 2 ชิ้น        | 30             | 31.25           |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 36 ซม. จำนวน 1 ชิ้น        | 15             | 15.6            |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 66 ซม. จำนวน 1 ชิ้น        | 15             | 15.6            |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 50 ซม. จำนวน 1 ชิ้น        | 15             | 15.6            |
| - เหล็กกล่องขนาด (8 * 12 ซม.) ยาว 125 ซม. จำนวน 1 ชิ้น       | 15             | 15.6            |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น                                     |                | 156             |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (8*23 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น           | 15             | 15.6            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (30*30 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น          | 15             | 15.6            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (65*24 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น          | 15             | 15.6            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (10*10 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 8 ชิ้น          | 60             | 62.4            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (8*44 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 1 ชิ้น           | 15             | 15.6            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (12*12 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น          | 15             | 15.6            |
| - เหล็กแผ่น ขนาด (17*10 ซม.) หนา 2 มม. จำนวน 2 ชิ้น          | 15             | 15.6            |

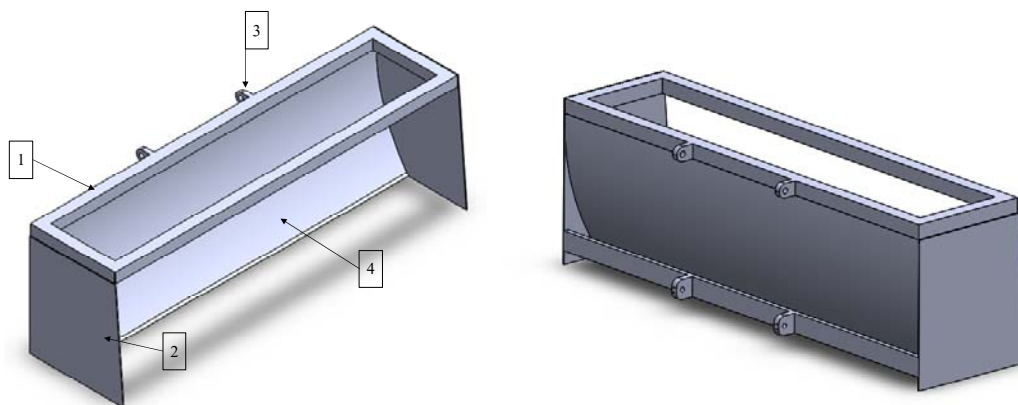
ตารางที่ 13 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างหลัก (ต่อ)

| ข้อมูลการทำโครงสร้างหลัก                        | เวลา<br>(นาท) | ต้นทุน<br>(บาท) |
|-------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| - กิจกรรมการเจาะรู                              |               | 93.6            |
| - รูขนาด 25 mm. จำนวน 17 รู                     | 60            | 62.4            |
| - รูขนาด 50 mm. จำนวน 8 รู                      | 30            | 31.2            |
| - กิจกรรมการติดตั้งแท่นประกอบ                   | 180 (3 ชม.)   | 187.5           |
| - กิจกรรมการเชื่อม                              | 120 (2 ชม.)   | 124.8           |
| - กิจกรรมการเก็บงานและทำสี                      | 240 (4 ชม.)   | 249.6           |
| <b>รวม ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างหลัก</b> | <b>2 วัน</b>  | <b>37,011.4</b> |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 4.2.2 โครงกล่องใบมีด

ประกอบด้วยโครงสร้างที่ยึดใบมีด (1) แผ่นปิดข้าง (2) จุดยึดโครงกล่องใบมีดกับโครงสร้างหลัก (3) และใบมีด (4) ดังรูปที่ 38



รูปที่ 38 แบบจำลอง 3 มิติของโครงกล่องใบมีด

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 14 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงกล่องใบมีด

| ข้อมูลการทำโครงสร้างโครงเกลี่ยดิน                             | เวลา<br>(นาท) | ต้นทุน<br>(บาท) |
|---------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| - ราคาวัสดุดิบ                                                |               |                 |
| - น้ำหนักโดยรวมของโครงกล่องใบมีดอยู่ที่ประมาณ 394.36 กิโลกรัม |               | 27,605.2        |
| - ปากใบมีด                                                    | 3 วัน         | 5,000           |

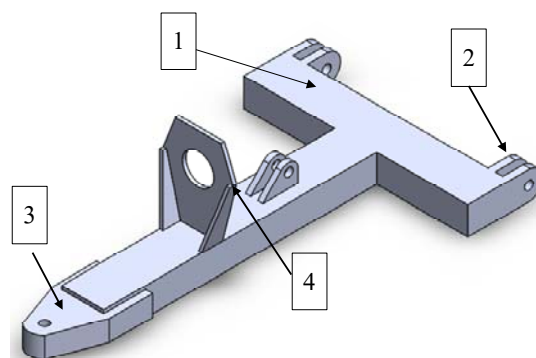
ตารางที่ 14 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงกล่งใบมีด (ต่อ)

| ข้อมูลการทำโครงสร้างโครงเกลี่ยดิน               | เวลา<br>(นาที)  | ต้นทุน<br>(บาท)  |
|-------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| - แรงงานการผลิต (แบ่งเป็นกรรมวิธีในการผลิต)     | 615 (10.25 ชม.) | 644.07           |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กกล่ง                        |                 | 62.5             |
| - เหล็กกล่ง จำนวน 2 ชิ้น                        | 30              | 31.25            |
| - เหล็กกล่ง จำนวน 2 ชิ้น                        | 30              | 31.25            |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น                        |                 | 62.5             |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 2 ชิ้น                        | 30              | 31.25            |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 2 ชิ้น                        | 30              | 31.25            |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น                        | 30              | 31.25            |
| - กิจกรรมการเจาะรู                              |                 |                  |
| - รูขนาด 4 รู                                   | 90 (1.5 ชม.)    | 97.8             |
| - กิจกรรมการติดตั้งแท่นประกอบ                   | 60              | 62.4             |
| - กิจกรรมการเชื่อม                              | 60              | 62.4             |
| - กิจกรรมการเก็บงานและทำสี                      | 240 (4 ชม.)     | 249.6            |
| <b>รวม ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงกล่งใบมีด</b> | <b>5 วัน</b>    | <b>33,249.27</b> |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 4.2.3 โครงสำหรับการต่อพ่วง

ประกอบด้วย โครงสร้างรับแรง (1) หน้าแปลนยึดกับโครงสร้างหลัก (2) หน้าแปลนจุดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ (3) และหน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฮดรอลิกและเกียร์เพิ่มความเร็วยรอบ (4)



รูปที่ 39 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสำหรับการต่อพ่วง

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

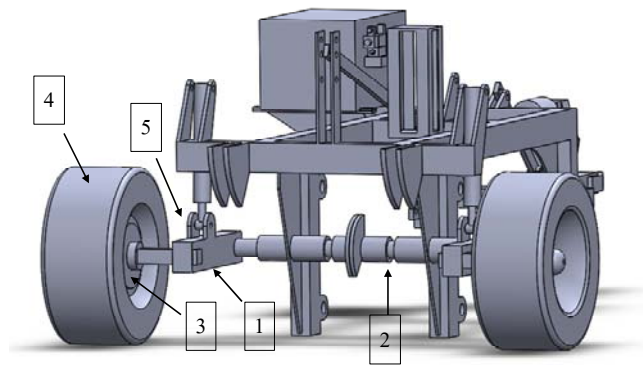
ตารางที่ 15 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างสำหรับการต่อพ่วง

| ข้อมูลการทำโครงต่อพ่วง                                       | เวลา<br>(นาที) | ต้นทุน<br>(บาท)  |
|--------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
| - ราคาวัตถุดิบ                                               |                |                  |
| - น้ำหนักโดยรวมของโครงสร้างหลักอยู่ที่ประมาณ 125.07 กิโลกรัม |                | 8,754.9          |
| - เฟลาต่อพ่วง PTO                                            | 3 วัน          | 8,000            |
| - แรงงานการผลิต (แบ่งเป็นกรรมวิธีในการผลิต)                  |                | 593.25           |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กกล่อง                                    |                |                  |
| - เหล็กกล่องขนาด จำนวน 1 ชิ้น                                | 15             | 15.6             |
| - เหล็กกล่องขนาด จำนวน 1 ชิ้น                                | 15             | 15.6             |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น                                     |                |                  |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 1 ชิ้น                                     | 15             | 15.6             |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 2 ชิ้น                                     | 30             | 31.25            |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 2 ชิ้น                                     | 30             | 31.25            |
| - เหล็กแผ่น จำนวน 4 ชิ้น                                     | 30             | 31.25            |
| - กิจกรรมการเจาะรู                                           |                |                  |
| - รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 mm. จำนวน 7 รู                    | 30             | 31.25            |
| - รู หน้าแปลนมอเตอร์ไฮดรอลิก จำนวน 1 รู                      | 15             | 15.6             |
| - กิจกรรมการติดตั้งแท่นประกอบ                                | 60             | 62.5             |
| - กิจกรรมการเชื่อม                                           | 60             | 62.5             |
| - กิจกรรมการเก็บงานและทำสี                                   | 240 (4 ชม.)    | 249.6            |
| <b>รวม ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างสำหรับการต่อพ่วง</b>  | <b>4 วัน</b>   | <b>17,348.15</b> |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

#### 4.2.4 โครงสร้างล้อ

ประกอบด้วย โครงสร้างของล้อ (1) เฟลาต่อเชื่อมโครงสร้างล้อเข้ากับโครงสร้างหลัก (2) และหน้าแปลนประกอบล้อ (3) ล้อ (4) และหน้าแปลนยึดกระบอกไฮดรอลิก (5) ดังรูปที่ 39



รูปที่ 40 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสร้างล้อ

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 16 ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างล้อ

| ข้อมูลการทำโครงสร้างล้อ                                     | เวลา<br>(นาท) | ต้นทุน<br>(บาท) |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| - ราคาวัตถุดิบ                                              |               |                 |
| - น้ำหนักโดยรวมของโครงสร้างหลักอยู่ที่ประมาณ 346.2 กิโลกรัม |               | 24,234          |
| - ล้อและยาง (สั่งซื้อภายในประเทศไทย)                        | 3 วัน         | 10,000          |
| - แรงงานการผลิต (แบ่งเป็นกรรมวิธีในการผลิต)                 |               | 784.9           |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กกล่อง                                   |               |                 |
| - เหล็กกล่องโครงสร้างของล้อ จำนวน 2 ชิ้น                    | 30            | 31.25           |
| - เหล็กกล่องขนาดหน้าแปลนล้อ จำนวน 2 ชิ้น                    | 30            | 31.25           |
| - กิจกรรมการตัดเหล็กแผ่น                                    |               |                 |
| - เหล็กแผ่นหน้าแปลนกระบอกไฮดรอลิก จำนวน 4 ชิ้น              | 30            | 31.25           |
| - เหล็กแผ่นหน้าแปลนล้อ จำนวน 2 ชิ้น                         | 30            | 31.25           |
| - กิจกรรมการเจาะรู                                          |               |                 |
| - รูขนาด จำนวน 4 รู                                         | 90            | 97.8            |
| - กิจกรรมกลึง                                               | 60            | 62.5            |
| - กิจกรรมการติดตั้งแท่นประกอบ                               | 60            | 62.5            |
| - กิจกรรมการเชื่อม                                          | 60            | 62.5            |
| - กิจกรรมการเก็บงานและทำสี                                  | 240 (4 ชม.)   | 249.6           |
| <b>รวม ต้นทุนและเวลาของการผลิตโครงสร้างล้อ</b>              | <b>5 วัน</b>  | <b>35,018.9</b> |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ผลรวมของต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนแรงงานจากการประเมินของโครงสร้างหลัก โครงกล่องใบมีด โครงสำหรับการต่อฟุ้ง และโครงสร้างล้อ เป็นจำนวนเงิน 37,011.4, 33,249.27, 17,348.15, 35,018.9 ตามลำดับ มีผลรวมต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนแรงงานเป็นจำนวนเงิน 122,627.72 บาท และระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด (2+5+4+5 วัน) เท่ากับ 17 วัน (ในกรณีที่แต่ละส่วนประกอบจนเสร็จแล้วค่อยทำส่วนประกอบอื่น)

โดยช่วงเวลานานจากกระบวนการผลิตในส่วนของการพิจารณาเกิดขึ้นมาจากการขึ้นตอนการสั่งซื้อปากใบมีด เพลตต่อฟุ้ง PTO และล้อ เป็นเวลาอย่างละ 3 วัน ซึ่งถ้าพิจารณาเฉพาะโครงสร้างที่เกิดจากกระบวนการในแต่ละกิจกรรมจะสามารถผลิตได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการทำสียภายในเวลา 2 วัน

#### 4.2.5 ระบบไฮดรอลิก

ตารางที่ 17 ต้นทุนและเวลาของระบบไฮดรอลิก

| ส่วนประกอบ                       | จำนวน<br>(หน่วย) | นำเข้า/<br>ผลิตได้เอง | ระยะเวลาในการสั่งซื้อ<br>(วัน) | ประเมินต้นทุน<br>(บาท) |
|----------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------|
| กระบอกไฮดรอลิก                   | 2                | นำเข้า                | 90 (ทำการ)                     | 40,000                 |
|                                  | กระบอก           |                       |                                |                        |
| วาล์วควบคุมไฟฟ้า                 | 1                | นำเข้า                | 90 (เรือ)                      | 50,000                 |
|                                  | วาล์ว            |                       |                                |                        |
| ปั้มน้ำมันไฮดรอลิก               | 1                | นำเข้า                | 90 (เรือ)                      | 90,000                 |
|                                  | ลูก              |                       |                                |                        |
| ถังน้ำมันไฮดรอลิก                | 1                | นำเข้า                | 90 (เรือ)                      | 20,000                 |
|                                  | ถัง              |                       |                                |                        |
| อื่นๆ                            |                  |                       |                                |                        |
| - สายน้ำมันไฮดรอลิก              | 1 ชุด            | ผลิตได้               | 3                              | 15,000                 |
| - เกียร์ทดรอบ                    | 1 เกียร์         | นำเข้า                | 90 (เรือ)                      | 30,000                 |
| - น้ำมันไฮดรอลิก                 | 1 ถัง            | ผลิตได้               | 2                              | 8,000                  |
| - สายไฟฟ้า                       | 1 ชุด            | ผลิตได้               | 3                              | 2,000                  |
| รวม ต้นทุนและเวลาของระบบไฮดรอลิก |                  |                       |                                | 255,000                |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากตารางที่ 16 ถ้ากรณีของเครื่องปรับระดับพื้นที่ที่ไม่ใช้ระบบไฮดรอลิกร่วมกับรถแทรกเตอร์จะมีต้นทุนของระบบไฮดรอลิก เป็นจำนวนเงิน 255,000 บาท แต่ถ้าในกรณีที่ใช้ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกและถังเก็บ

น้ำมันไฮดรอลิกจะสามารถลดต้นทุนลงได้อีก 110,000 บาท เหลือในส่วนของระบบไฮดรอลิกเป็นจำนวนเงิน 155,000 บาท ในส่วนของระบบไฮดรอลิกใช้ระยะเวลา 3 เดือน เกิดขึ้นมาจากขั้นตอนการนำเข้ามาจากต่างประเทศ

#### 4.2.5 ชุดเลเซอร์

ชุดเลเซอร์ ประกอบด้วย อุปกรณ์รับสัญญาณเลเซอร์ อุปกรณ์ส่งสัญญาณเลเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 18 ต้นทุนและเวลาของชุดเลเซอร์

| ส่วนประกอบ    | จำนวน<br>(หน่วย) | นำเข้า/<br>ผลิตได้เอง | ระยะเวลาในการ<br>สั่งซื้อ(วัน) | จำนวน<br>สินค้าคง<br>คลัง | ต้นทุน(บาท)     |
|---------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------|
| ส่วนรับสัญญาณ | 1                | นำเข้า                |                                | 10:1                      |                 |
| ส่วนส่งสัญญาณ | 1                | นำเข้า                | 90                             | 10:1                      | ราคาขาย 290,000 |
| ส่วนควบคุม    | 1                | นำเข้า                |                                | 10:1                      |                 |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

จากตารางที่ 17 ชุดเลเซอร์มีต้นทุน 290,000 บาท โดยจากการสอบถามผู้ประกอบการบริษัทที่จำหน่ายชุดเลเซอร์จะกำหนดอัตราการขายให้ใช้ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาชุดเลเซอร์จากบริษัทผู้ผลิต เลเซอร์ ใช้ระยะเวลา 3 เดือน เกิดขึ้นมาจากขั้นตอนการนำเข้ามาจากต่างประเทศ สังเกตว่า ต้นทุนรวมของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์ที่ได้จากเครื่องตัวอย่างจะมีราคาประเมิน เท่ากับ 667,627 บาท ( $122,627.72 + 255,000 + 290,000$ ) ซึ่งถ้าพิจารณาในส่วนของต้นทุนแรงงานจะมีค่าจ้างเพียงแค่ 2,958 บาท (ภายใต้เงื่อนไข 1 คน/กิจกรรมการผลิต กับค่าแรงงาน 500 บาท/วัน) ซึ่งเป็นจำนวนเงินที่มีผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่อย่างน้อยมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการไหลของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่จะพิจารณาระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการผลิตให้ทันต่อการส่งมอบและมีช่วงเวลาของวัสดุคงคลังน้อยที่สุด

#### 4.2.6 ผลของการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (Largest processing time, LPT)

ตารางที่ 18 ถึง 21 แสดงการจัดเตรียมข้อมูลประกอบการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อนสำหรับโครงสร้างหลัก โครงกลองใบมีด โครงสำหรับการต่อพ่วง และโครงสร้างล้อ ตามลำดับ

ตารางที่ 19 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสร้างหลัก

| ลำดับ | ขั้นตอนการดำเนินงาน<br>(กิจกรรม) | เครื่องจักร<br>(ชนิด) | จำนวน<br>(เครื่อง) | สามารถทำได้<br>พร้อมกัน | เวลาผลิต<br>(นาที) |
|-------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1     | การตัดเหล็กกล่อง                 | เครื่องตัดเหล็กกล่อง  | 1                  | ทำได้                   | 180                |
| 2     | การตัดเหล็กแผ่น                  | เครื่องตัดเหล็กแผ่น   | 1                  |                         | 150                |
| 3     | การเจาะรู                        | เครื่องเจาะ           | 1                  | ทำไม่ได้                | 90                 |
| 4     | การติดตั้งแท่นสำหรับเชื่อม       | แท่นประกอบ            | 1                  | ทำไม่ได้                | 180                |
| 5     | การเชื่อม                        | ตู้เชื่อม             | 1                  | ทำไม่ได้                | 120                |
| 6     | เก็บงานและทำสี                   | เครื่องพ่นสี          | 1                  | ทำไม่ได้                | 240                |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 20 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงกล่องใบมีด

| ลำดับ | ขั้นตอนการดำเนินงาน<br>(กิจกรรม) | เครื่องจักร<br>(ชนิด) | จำนวน<br>(เครื่อง) | สามารถทำได้<br>พร้อมกัน | เวลาผลิต<br>(นาที) |
|-------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1     | การตัดเหล็กกล่อง                 | เครื่องตัดเหล็กกล่อง  | 1                  | ทำได้                   | 60                 |
| 2     | การตัดเหล็กแผ่น                  | เครื่องตัดเหล็กแผ่น   | 1                  |                         | 90                 |
| 3     | การเจาะรู                        | เครื่องเจาะ           | 1                  | ทำไม่ได้                | 90                 |
| 4     | การติดตั้งแท่นสำหรับเชื่อม       | แท่นประกอบ            | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 5     | การเชื่อม                        | ตู้เชื่อม             | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 6     | เก็บงานและทำสี                   | เครื่องพ่นสี          | 1                  | ทำไม่ได้                | 240                |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ตารางที่ 21 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสำหรับการต่อพ่วง

| ลำดับ | ขั้นตอนการดำเนินงาน<br>(กิจกรรม) | เครื่องจักร<br>(ชนิด) | จำนวน<br>(เครื่อง) | สามารถทำได้<br>พร้อมกัน | เวลาผลิต<br>(นาที) |
|-------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1     | การตัดเหล็กกล่อง                 | เครื่องตัดเหล็กกล่อง  | 1                  | ทำได้                   | 30                 |
| 2     | การตัดเหล็กแผ่น                  | เครื่องตัดเหล็กแผ่น   | 1                  |                         | 105                |
| 3     | การเจาะรู                        | เครื่องเจาะ           | 1                  | ทำไม่ได้                | 45                 |
| 4     | การติดตั้งแท่นสำหรับเชื่อม       | แท่นประกอบ            | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 5     | การเชื่อม                        | ตู้เชื่อม             | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 6     | เก็บงานและทำสี                   | เครื่องพ่นสี          | 1                  | ทำไม่ได้                | 240                |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

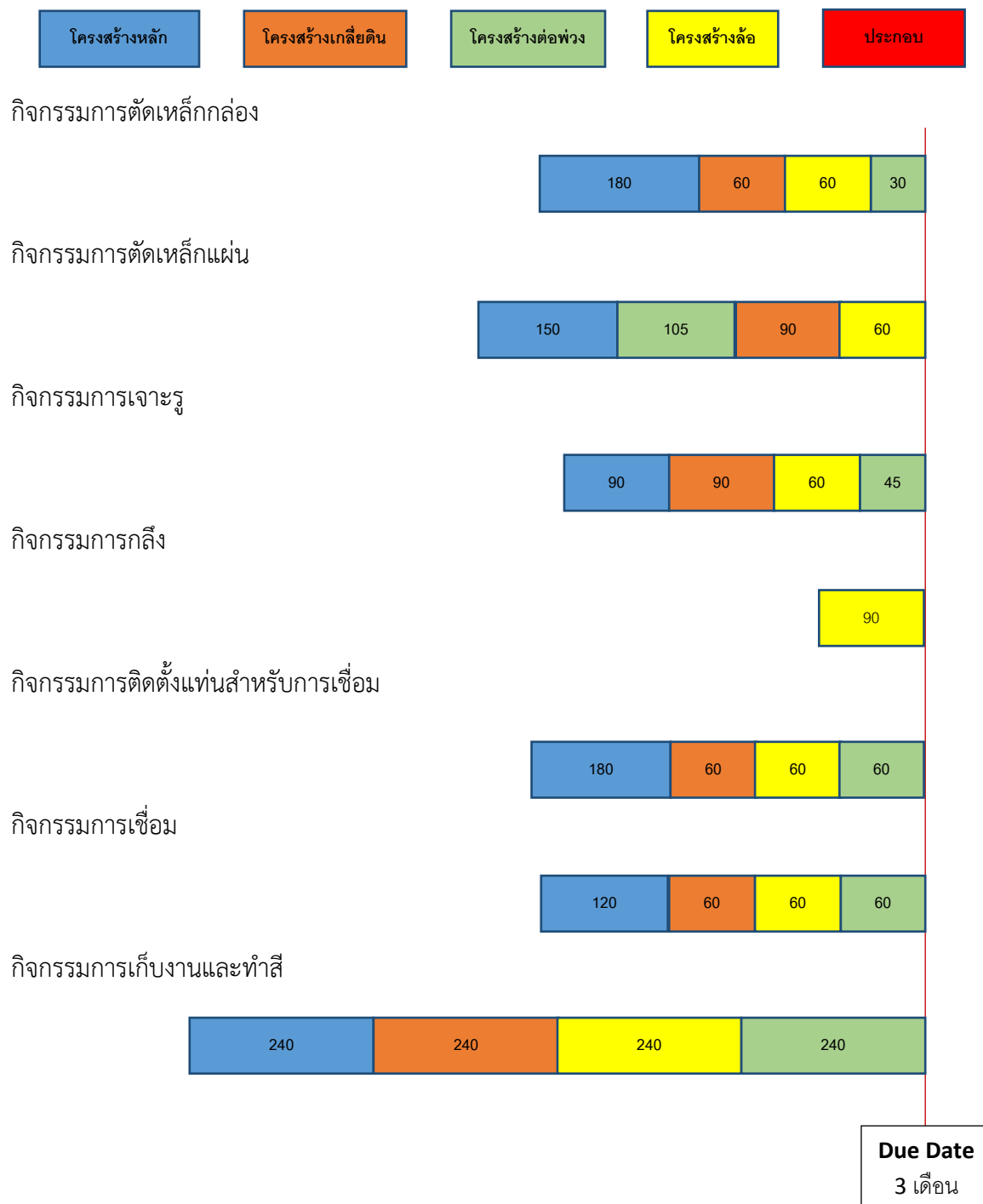
ตารางที่ 22 การจัดเตรียมข้อมูลของโครงสร้างล้อ

| ลำดับ | ขั้นตอนการดำเนินงาน<br>(กิจกรรม) | เครื่องจักร<br>(ชนิด) | จำนวน<br>(เครื่อง) | สามารถทำได้<br>พร้อมกัน | เวลาผลิต<br>(นาที) |
|-------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1     | การตัดเหล็กกล่อ่ง                | เครื่องตัดเหล็กกล่อ่ง | 1                  |                         | 60                 |
| 2     | การตัดเหล็กแผ่น                  | เครื่องตัดเหล็กแผ่น   | 1                  | ทำได้                   | 60                 |
| 3     | การกลึง                          | เครื่องกลึง           | 1                  |                         | 90                 |
| 3     | การเจาะรู                        | เครื่องเจาะ           | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 4     | การติดตั้งแท่นสำหรับเชื่อม       | แท่นประกอบ            | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 5     | การเชื่อม                        | ตู้เชื่อม             | 1                  | ทำไม่ได้                | 60                 |
| 6     | เก็บงานและทำสี                   | เครื่องพ่นสี          | 1                  | ทำไม่ได้                | 240                |

ที่มา: จากการสรุปของโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานของแต่ละส่วนประกอบของเครื่องปรับระดับพื้นที่แบบเลเซอร์มีกิจกรรมการผลิตแสดงได้ดังนี้

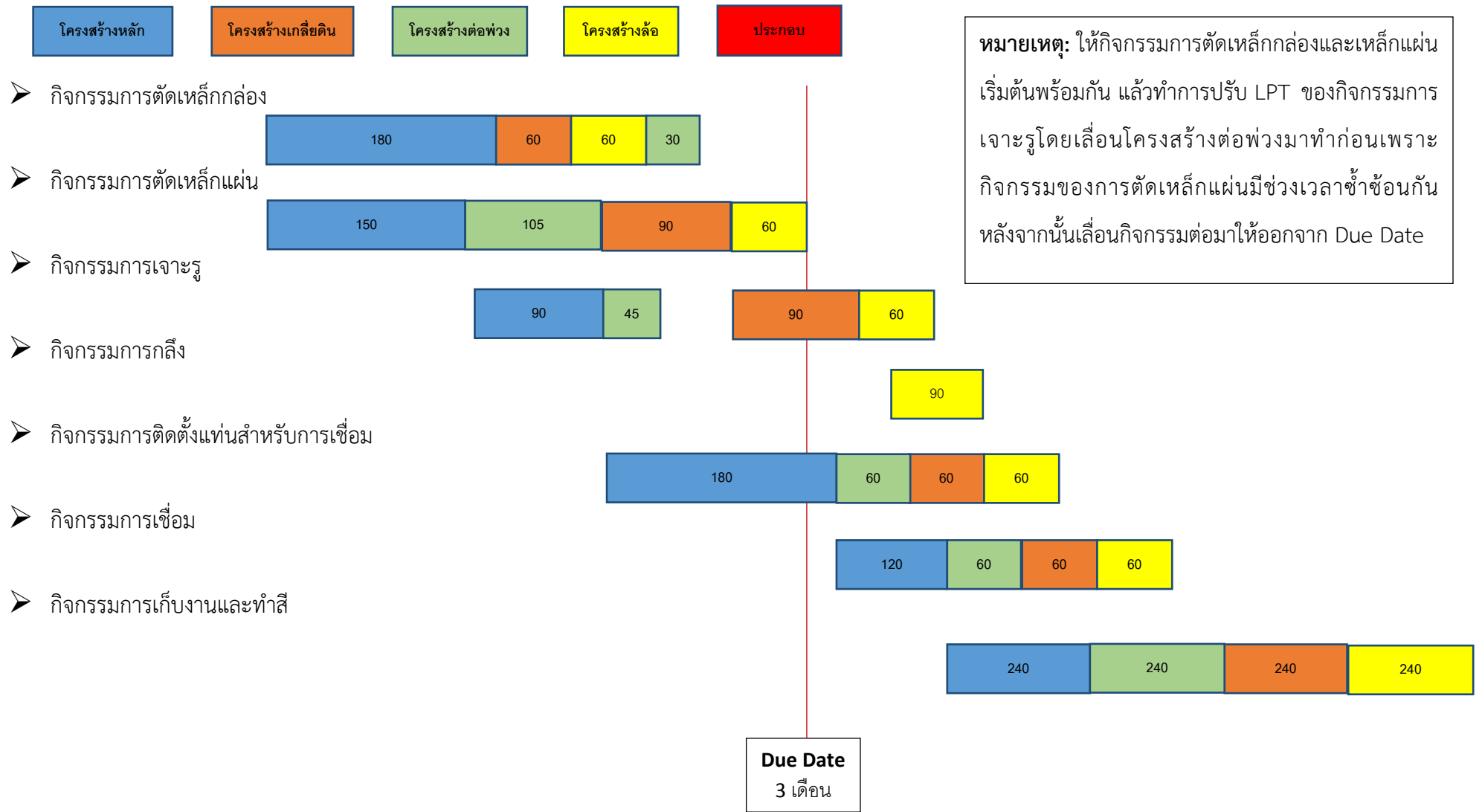
**ขั้นตอนที่ 1** พิจารณาการจัดลำดับงานเป็นรายเครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการ งาน  
ใดมีเวลาการผลิตยาวสุดจะถูกนำมาทำก่อน โดยให้งานสุดท้ายของแต่ละเครื่องจักรกลเสร็จให้ตรงกับวัน  
กำหนดส่ง



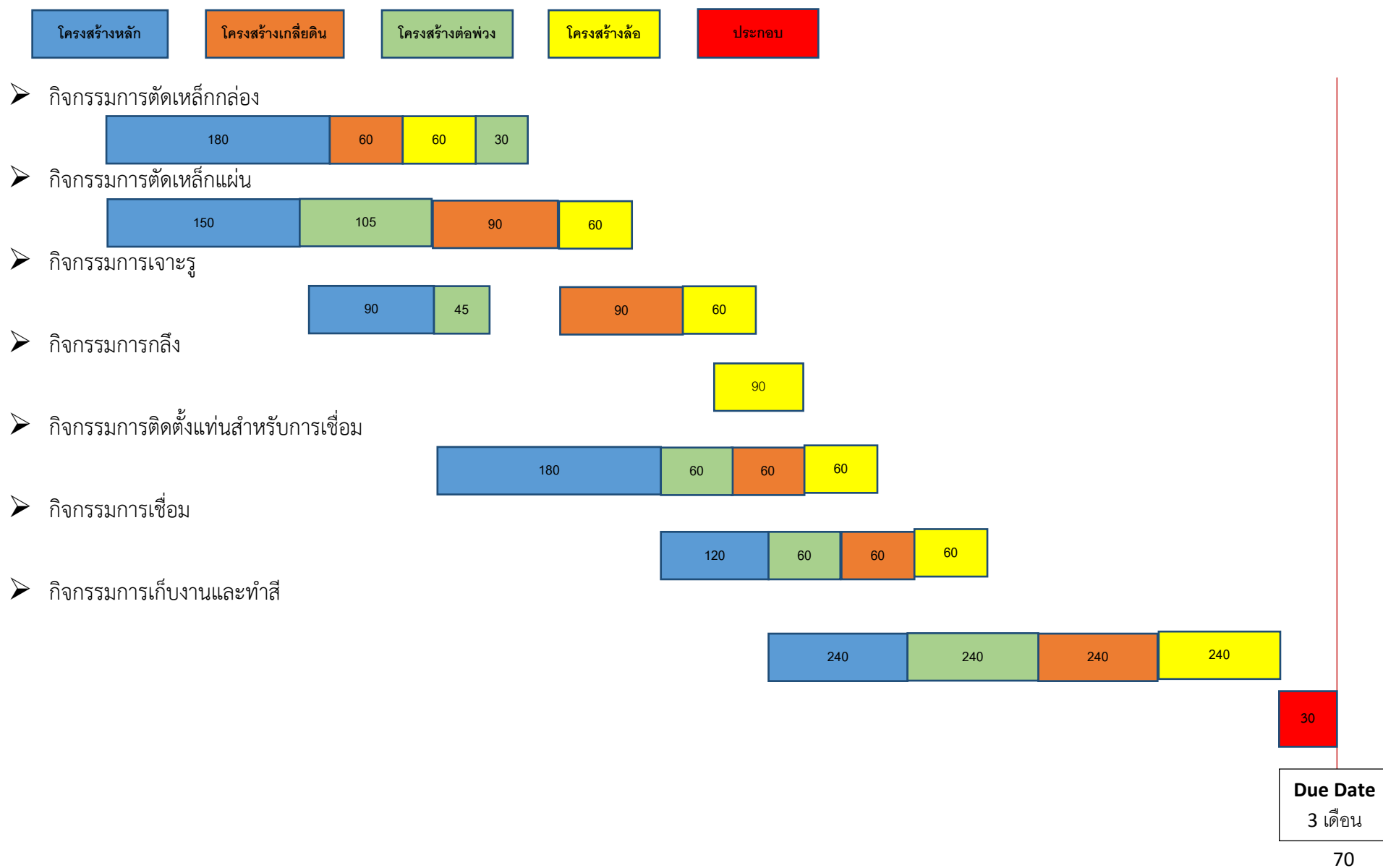
จากขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นจากการจัดเรียงตารางกิจกรรมตามกระบวนการการผลิตที่ใช้ระยะเวลานานที่สุดทำก่อนในแต่ละเครื่องจักร ตามทฤษฎีของการจัดลำดับงานแบบที่มีเวลามากที่สุดทำก่อน โดยกำหนดระยะเวลาการส่งมอบงาน (Due date) จากระยะเวลาในการรอสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ อยู่ที่ 3 เดือน จะเห็นได้ว่า ในแต่ละกิจกรรมจะมีการซ้อนทับกัน ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วจะไม่สามารถทำได้จริง จึงเริ่มพิจารณาเลื่อนตำแหน่งของแต่ละกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเลื่อนตำแหน่งของแต่ละกิจกรรม โดยพิจารณาและทำการจัดลำดับของกิจกรรมต่างๆบนแต่ละเครื่องจักรการผลิตให้สอดคล้องกับตารางการผลิตที่สามารถปฏิบัติได้จริง โดยไม่ให้แต่ละกิจกรรมมีการซ้อนทับกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะไม่สนใจระยะเวลาการส่งมอบงาน ซึ่งอาจจะทำให้เวลาในการผลิตของกิจกรรมสุดท้ายเลยระยะเวลาการส่งมอบงาน ต่อจากนั้นจึงเริ่มในขั้นตอนที่ 3 คือ การเลื่อนเวลาการมอบงานให้ตรงกับกิจกรรมสุดท้ายของกระบวนการผลิต หลังจากนั้น นำผลรวมของระยะเวลาในกระบวนการผลิตในกิจกรรมแรกจนถึงกิจกรรมสุดท้าย จะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตและลำดับกิจกรรมของแต่ละเครื่องจักรเพื่อผลิตเครื่องจักรให้ทันต่อการส่งมอบงาน แสดงได้ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

## ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาเลื่อนตำแหน่งงานเพื่อให้งานที่ต้องทำต่อเนื่องกันไม่ดำเนินการซ้อนทับกัน



ขั้นตอนที่ 3 เลื่อนตำแหน่งตารางการผลิต(พิจารณาทุกงานที่บนทุกเครื่องจักร) เพื่อให้งานที่เสร็จช้าที่สุดเสร็จตรงวันที่กำหนดส่ง



จากผลของการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (LTP) ของแต่ละกิจกรรมในขั้นตอนการผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ โดยมีเงื่อนไขระยะเวลาที่กำหนดมาจกเวลาการนำเข้าชุดเลเซอร์และระบบไฮดรอลิกเป็นเวลา 3 เดือน ภายใต้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คนต่อกิจกรรม ลำดับกิจกรรมต่างๆได้ถูกปรับให้มีความเหมาะสมไม่ซ้ำซ้อนและลดเวลาล่าช้าในขั้นตอนการปฏิบัติงานมากที่สุด ผลจากขั้นตอนที่ 3 การผลิตเครื่องปรับระดับพื้นที่ จะใช้เวลาทั้งหมดก่อน due date เท่ากับ 1,500 นาที หรือ 25 ชั่วโมง หรือ 3.125 วัน

#### 4.3 การวิเคราะห์โดยใช้ SWOT Analysis

จากการสำรวจและสอบถามกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ กลุ่มนักวิชาการจากภาครัฐและสถาบันการศึกษา ได้แสดงข้อคิดเห็นซึ่งมีความสอดคล้องกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2553) ในเชิง จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และข้อจำกัดของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรภายในประเทศไทย จึงทำให้เกิดการจัดทำ SWOT ที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.3.1 จุดแข็ง (Strength)

- 4.3.1.1 อุตสาหกรรมสนับสนุน (Supporting industries) ประเทศมีอุตสาหกรรมงานโลหะ 7 ชนิด ได้แก่ การหล่อโลหะ(metal casting) การขึ้นรูปโลหะ (press working) การตีขึ้นรูปโลหะ (forging) การตัดและขัดผิวงาน (machining) งานโลหะแผ่นและการเชื่อม (mold and die working) ซึ่งสามารถขยายผลไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ
- 4.3.1.2 รัฐบาลได้กำหนดนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” มีความเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม โดยมีฐานความคิดกับการเปลี่ยนผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม
- 4.3.1.3 โลจิสติกส์ (Logistics) ประเทศมีความได้เปรียบทางโลจิสติกส์ เนื่องจากตั้งในบริเวณ “คาบสมุทรอินโดจีน” โดยเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่ใหญ่ระดับโลก จึงเป็นตลาดที่สำคัญของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร อีกทั้ง ประเทศยังตั้งอยู่ในศูนย์กลางของภูมิภาคซึ่งได้เปรียบในด้านการขายสินค้า การหาวัตถุดิบ การขนส่ง และการเสนอบริการหลังการขาย เป็นต้น
- 4.3.1.4 มีภาคการเกษตรกรรมที่เอื้อต่อการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตอ้อยและน้ำตาล และเทคโนโลยีโรงงานผลิตพืช (plant factory)
- 4.3.1.5 มีหน่วยงานทดสอบและรับรองมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตรของรัฐ

##### 4.3.2. จุดอ่อน (Weakness)

- 4.3.2.1 ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ยังต้องนำเข้าอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพสำหรับการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ทำให้ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบต่างๆของเครื่องจักรกลการเกษตรสูงกว่าการนำเข้าชิ้นส่วนสำเร็จรูป
- 4.3.2.2 ขาดการเชื่อมโยงเครือข่ายการผลิต การเชื่อมโยงเครือข่ายอุตสาหกรรมแบบรวมกลุ่มของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเดียวกันและที่เกี่ยวข้อง เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูลข่าวสาร และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ
- 4.3.2.3 ขาดการเชื่อมโยงนวัตกรรมสู่อุตสาหกรรม (Business Matching) อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไทย ยังขาดแคลนเทคโนโลยีระดับ High-End Technology ต้องเชื่อมโยงแหล่งวิจัยพัฒนา การสรรหาเทคโนโลยีจาก ต่างประเทศ (Technology sourcing) และการลงทุนสร้างเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกัน (Shared technology) เพื่อจัดการกับปัญหาความต้องการของภาคอุตสาหกรรม
- 4.3.2.4 ไม่มีหน่วยงานหลักของภาครัฐที่รับผิดชอบในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์เพื่อผลักดันทิศทางการพัฒนาเครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตร
- 4.3.2.5 ไม่มีการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำอย่างเป็นรูปธรรม
- 4.3.2.6 ยังมีกลุ่มบริษัทเกิดใหม่ (Start up) ที่สนใจงานทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำอยู่น้อย
- 4.3.2.7 ขาดการส่งเสริมและสนับสนุนหน่วยงานทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตร และเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ
- 4.3.2.8 ต้นทุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำภายในประเทศสูงกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ
- 4.3.2.9 ภาษีการนำเข้าชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์เครื่องจักรกลการเกษตรสูง เนื่องจากการตีความไปเป็นชิ้นส่วนอุตสาหกรรมอื่นทำให้ต้นทุนการผลิตสูง
- 4.3.2.10 รัฐบาลขาดนโยบายในการผลักดันแหล่งเงินทุนให้สินเชื่อเครื่องจักรกลการเกษตรที่ได้รับรองมาตรฐานกับผู้ประกอบการและเกษตรกร
- 4.3.2.11 เกษตรกรยังไม่นิยมใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำเนื่องจากมีราคาสูงและขาดการถ่ายทอดเทคโนโลยี

#### 4.3.3 โอกาส (Opportunity)

- 4.3.3.1 ความต้องการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงงานภาคการเกษตรมีจำนวนน้อยลง อายุเฉลี่ยมากขึ้นก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ จึงต้องการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่มีความแม่นยำ และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

- 4.3.3.2 ต่างประเทศมีความเชื่อถือในคุณภาพสินค้าเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตจากประเทศไทย ประกอบกับการรวมกลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) ซึ่งมีความต้องการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเป็นจำนวนมาก เกิดเป็นตลาดผู้บริโภคที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับไทยทำให้เกิดตลาดที่มีขนาดใหญ่ของสินค้าเครื่องจักรกลการเกษตร
- 4.3.3.3 นโยบายเกษตร 4.0 และเกษตรแปลงใหญ่ส่งเสริมให้มีการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมากขึ้นช่วยทำให้ต้นทุนการผลิตมีแนวโน้มต่ำลง
- 4.3.3.4 ภาครัฐมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุน กลุ่ม SME และ startup ทำให้มีผู้ประกอบการสร้างอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้น
- 4.3.3.5 สามารถพัฒนาศูนย์ทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีอยู่แล้วเป็นหน่วยงานทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้

#### 4.3.4 ข้อจำกัด (Threat)

- 4.3.4.1 ต้องพึ่งพาการนำเข้าเทคโนโลยีการวัดและควบคุมจากต่างประเทศ เนื่องจากไม่มีการผลิตภายในประเทศ
- 4.3.4.2 การรับทราบข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ของผู้เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมยังมีน้อย เช่น การพัฒนาเทคโนโลยี สภาวะทางการตลาด และขาดการประสานความร่วมมือระหว่างภาคเอกชนและภาครัฐ ทำให้ไม่ทราบถึงทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลการเกษตร การปรับตัวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และความช่วยเหลือต่างๆ จาก หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง
- 4.3.4.3 มีหน่วยงานที่รับผิดชอบในนโยบายที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำหลายหน่วยงานทำให้ขาดเอกภาพในการขับเคลื่อนทิศทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ
- 4.3.4.4 ผู้ประกอบการมีความเห็นว่ามีมูลค่าในการลงทุนผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ โดยเฉพาะระบบวัดและควบคุม ภาครัฐควรสนับสนุนทั้งนโยบายและงบประมาณ
- 4.3.4.5 ไม่มีความคุ้มค่าในการดำเนินงานเกี่ยวกับการทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตร ภาครัฐควรสนับสนุนทั้งนโยบายและงบประมาณ
- 4.3.4.6 รัฐบาลนโยบายในการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน

#### 4.4 ข้อเสนอแนะการสนับสนุนเชิงนโยบายเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

- 4.4.1. ภาครัฐควรจัดตั้งหน่วยงานที่มีภารกิจกำกับและดูแลด้านเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

- 4.4.2. ภาครัฐควรสนับสนุนในเชิงนโยบายและทุนกับหน่วยงานทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำเพื่อให้สามารถทดสอบตามมาตรฐานในระดับสากล
- 4.4.3. ภาครัฐควรมีกรอบและสนับสนุนงบประมาณการวิจัยและพัฒนาด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำอย่างชัดเจน
- 4.4.4. ภาครัฐควรมีนโยบายในการผลักดันแหล่งเงินทุนสินเชื่อหรือจัดตั้งกองทุนเครื่องจักรกลการเกษตรที่ได้รับรองมาตรฐานกับผู้ประกอบการและเกษตรกร
- 4.4.5. ภาครัฐและสถาบันการศึกษาควรมีโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้านเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำร่วมกันระหว่างภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเกษตรกร

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 การสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

จากข้อมูลการลงพื้นที่สำรวจและการเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กลุ่มผู้ประกอบการที่ผลิตและจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ตลอดจนนักวิชาการจากกรม กองและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตร ได้ทราบถึงศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย ที่มีอุตสาหกรรมสนับสนุน (Supporting industries) งานโลหะ 7 ชนิด ได้แก่ การหล่อโลหะ (metal casting) การขึ้นรูปโลหะ (press working) การตีขึ้นรูปโลหะ (forging) การตัดและขัดผิวงาน (machining) งานโลหะแผ่นและการเชื่อม (mold and die working) และยังมีฐานการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถขยายผลไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยได้ ตลอดจนแรงงานมีทักษะและความเชี่ยวชาญในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรหลายชนิด เช่น รถแทรกเตอร์เดินตาม อุปกรณ์เตรียมดิน อุปกรณ์ปลูกและหยอดเมล็ดพันธุ์ แต่สถานการณ์ปัจจุบันตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยได้มีจำนวนลดลง เนื่องจากหลายประเทศได้กำหนดมาตรฐานการทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการของประเทศไทยหลายรายขาดโอกาสในการส่งออกไปยังประเทศนั้น ในเรื่องภาษีเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากเครื่องจักรกลการเกษตรบางชนิดจำเป็นต้องนำเข้าอุปกรณ์มาประกอบแต่ถูกตีความไปเป็นอุปกรณ์สำหรับภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะมีอัตราภาษีที่สูงกว่า ทำให้ต้นทุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรภายในประเทศสูงขึ้น

ในด้านของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เทคโนโลยีการวัด ควบคุม และโปรแกรมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร แต่ในปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีต้นทุนสูงและระยะเวลาในการขนส่งนาน 3-6 เดือน ทำให้ปริมาณเทียบกับเวลาการผลิตน้อย ซึ่งจากผลการสำรวจ การพัฒนาเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติของประเทศไทยยังอยู่ในกลุ่มของนักวิชาการจากสถาบันการศึกษาและจากภาครัฐและกลุ่ม Start up ที่ยังไม่ค่อยมีบทบาทต่อภาคเกษตรกรรม ซึ่งถ้ามีการบูรณาการร่วมกับภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย จะเป็นการเพิ่มโอกาสทางการตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรระดับโลก

#### 5.2 การวิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ประเทศไทยมีศักยภาพในการออกแบบและสร้างส่วนประกอบของโครงสร้างและกลไกขับเคลื่อนการทำงาน เนื่องจากอุตสาหกรรมผลิตภายในประเทศมีกระบวนการผลิต การขึ้นรูปชิ้นส่วนต่างๆอย่างครบวงจร ทำให้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล

การเกษตรแม่นยำ นอกจากนั้น บุคลากรของประเทศมีประสบการณ์และความชำนาญด้านการออกแบบและสร้างชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ เห็นได้จากผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material flow analysis) กับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกรณีศึกษา เช่น เครื่องปรับระดับพื้นที่ ระยะเวลาตั้งแต่ขั้นตอนของกระบวนการผลิตจนถึงการส่งมอบงานไม่สูงโดยจะใช้ในการผลิตและประกอบเวลาน้อยกว่า 5 วัน และค่าแรงงานอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการพัฒนาโครงสร้างและกลไกการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ข้อดีที่ประเทศสามารถผลิตในส่วนของโครงสร้างและชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้เอง คือ เมื่อชิ้นส่วนประกอบได้รับความเสียหายยังสามารถซ่อมบำรุงได้จากอุตสาหกรรมและบุคลากรภายในประเทศ

ด้านส่วนประกอบด้านเทคโนโลยีการวัดและควบคุม ปัจจุบัน เทคโนโลยีเหล่านั้นยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเทคโนโลยีการวัดและควบคุมจะเป็นส่วนที่กำหนดต้นทุนและระยะเวลาของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ซึ่งจากผลของการวิเคราะห์การไหลของวัสดุกับ เครื่องปรับระดับพื้นที่ จะแสดงให้เห็นว่า ต้นทุนและระยะเวลาการผลิตอยู่ที่ส่วนประกอบที่จำเป็นต้องนำเข้า เช่น ชุดเลเซอร์และระบบไฮดรอลิก ซึ่งใช้เวลาจากประเทศต้นทางมายังประเทศไทย ประมาณ 3-6 เดือน อุปสรรคที่สำคัญเมื่อเทคโนโลยีเหล่านี้ถ้าได้รับความเสียหายจะไม่สามารถซ่อมบำรุงได้ภายในประเทศจะต้องทำการส่งกลับไปซ่อมยังประเทศต้นทางซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุนและใช้เวลาในกระบวนการขนส่งไปและกลับ

วิธีการวิเคราะห์เพื่อแสดงรายละเอียดของต้นทุนและเวลาในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ งานวิจัยนี้ใช้วิธีการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน (Largest processing time, LPT) เพื่อจัดลำดับกิจกรรมของการผลิต เช่น กิจกรรมการตัด กิจกรรมการเจาะ กิจกรรมการเชื่อม ตลอดจนกิจกรรมการทำสี และส่งมอบงาน ช่วยให้ผู้ใช้ประกอบการลดการจัดการกับค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุคงคลัง และบริหารจัดการเวลาในแต่ละกิจกรรมการผลิตให้สามารถผลิตส่วนประกอบต่างๆ ให้เสร็จพร้อมประกอบกับส่วนประกอบที่นำเข้าจากต่างประเทศมาถึง เพื่อการส่งมอบงานทันเวลา นอกจากนั้นยังช่วยประเมินศักยภาพในการผลิตของผู้ประกอบการในกรณีของอนาคตที่ธุรกิจเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำภายในประเทศได้ขยายตัว จะทำให้ทราบว่า รายผลิตควรพัฒนาในส่วนไหนเพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าที่มีปริมาณมากได้ตามเวลาที่กำหนด

ดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ ประเทศควรจะเน้นไปทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการวัดและควบคุมเพื่อให้ช่วยลดปัจจัยด้านต้นทุนและเวลาของการนำเข้าเทคโนโลยี และยังเป็นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้สำหรับการจัดการกับปัญหาเมื่อระบบเกิดความเสียหายแบบพึ่งพาตนเอง ซึ่งจะทำให้ประเทศมีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำได้อย่างครบวงจร

### 5.3 ข้อเสนอแนะสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศไทย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 5.3.1. ยุทธศาสตร์เครื่องจักรกลการเกษตรและหน่วยงานรับผิดชอบมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการกำหนดเป้าหมายการยกระดับผลิตภัณฑ์และทิศทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี
- 5.3.2. ประเทศไทยควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีแม่นยำเฉพาะด้าน
- 5.3.3. ควรมีศูนย์ทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตรที่มีมาตรฐานในระดับสากล เพื่อรองรับการทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีที่พร้อมต่อการส่งออกสร้างรายได้ให้กับประเทศ
- 5.3.4. กรอบวิจัยควรกำหนดอย่างชัดเจนเพื่อดึงผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเทคโนโลยีอัตโนมัติทั้งจากภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน ในเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างครบวงจร
- 5.3.5. ควรมีการบูรณาการและต่อยอดจากงานวิจัยและพัฒนา รวมถึงองค์ความรู้ที่ใกล้เคียงจากภาคอุตสาหกรรมให้เข้ามาสู่ภาคเกษตรกรรม
- 5.3.6. ผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรและเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกันควรมีการรวมกลุ่มเพื่อกระจายองค์ความรู้และสร้างโอกาสการแข่งขันทางการตลาดในระดับสากล หรือสร้าง Business matching กับประเทศคู่ค้าเพื่อสร้างความแข็งแกร่งตลอดโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

ทั้งนี้การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรมีความเกี่ยวข้องกันเป็นระบบจากหน่วยงานของภาครัฐ สถาบันการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม และเกษตรกร เป็นต้น เช่น กรณีของศูนย์ทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตร ในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยได้มีสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ซึ่งได้มีข้อกำหนดของมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตรและวิธีการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา และได้มีหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ทดสอบตามมาตรฐานที่ได้กำหนดจากหน่วยงานของภาครัฐ และสถาบันการศึกษา แต่ในปัจจุบันประเทศยังขาดการรวมกลุ่มหน่วยงานทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตร และการประชาสัมพันธ์ข้อมูลของศูนย์ทดสอบกับภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งทำให้กลุ่มผู้ประกอบการไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับศูนย์ทดสอบว่าหน่วยงานไหนสามารถทดสอบและมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตรประเภทใด ซึ่งถ้าประเทศมีหน่วยงานกลางที่มีหน้าที่เชื่อมโยงและประสานงานกับหน่วยงานทดสอบต่างๆได้ ก็จะทำให้การทดสอบมาตรฐานเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีความแข็งแกร่งมากขึ้น ในส่วนของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่จะต้องทำ

การร่างมาตรฐานการทดสอบกับประเภทของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำที่มีความแพร่หลายและความต้องการในตลาดโลก เพื่อให้ผู้ประกอบการของประเทศไทยมีโอกาสผลิตและจำหน่ายออกสู่ต่างประเทศได้

และที่สำคัญเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติซึ่งเป็นหัวใจการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีสมัยใหม่ องค์ความรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาต่อบุคลากรของประเทศ ไม่ว่าจะเป็น นักวิชาการของภาครัฐและสถาบันการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกร ซึ่งจะเป็นกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำโดยตรง ถ้าเกษตรกรไม่มีองค์ความรู้ก็จะไม่สามารถนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสัมฤทธิ์ผลและไม่รู้ถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี การพัฒนาให้เทคโนโลยีทางการเกษตรของประเทศก็จะเป็นไปได้ยาก ดังนั้น การถ่ายทอดองค์ความรู้กับกลุ่มผู้ใช้หรือเกษตรกรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากต่อการผลักดันให้มีการใช้เทคโนโลยีแม่นยำในเกษตรกรรมของประเทศ

## เอกสารอ้างอิง

Beamon, B.M. 1998. **Supply chain design and analysis: models and method**. International journal of production economics, 55(1), 281-294.

Silver, E.A. 2002. **An overview of heuristic solution methods**. Journal of the Operational Research Society. 55(9): 936-956.

กฤษฎา หยกอุบล. 2557. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการเตรียมดินของเกษตรกรในเขตอำเภอสรรพยาจังหวัดชัยนาท**. การค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเนชั่น.

กาญจนา เศรษฐนันท์ ดนัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์ และ อนรรักษ์ ทองสุโขวงศ์. 2557. **การพัฒนาระบบการบริหารจัดการเก็บเกี่ยวและขนส่งสำหรับเกษตรกรรายย่อยในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล**. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ขวัญตรี แสงประชานารักษ์ และ เสรี วงศ์พิเชษฐ. 2560. **เทคโนโลยีรถแทรกเตอร์สำหรับสมาร์ทฟาร์ม**. ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ แอนนาออฟเซต. ขอนแก่น.

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2537. **โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน: กลยุทธ์สำหรับการลดต้นทุนและเพิ่มกำไร**. บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิง จำกัด.

เจษฎา อุดมกิจมงคล. 2554. **อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร**. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

ธีรพงศ์ มังคะวัฒน์. 2011. **การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบจัดการฟาร์ม**. Journal of Agricultural Extension and Communication. Vol.7, No 2. pp. 102-109.

นมิตา ศรีผล. 2560. **การจัดตารางการผลิตเพื่อปรับปรุงปริมาณงานล่าช้า : กรณีศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บุษบา พุกกาพันธุ์รัตน์. 2552. การวางแผนและการควบคุมการผลิต. บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. กรุงเทพฯ.

บุญตรี จันทร์กลับ. 2558. การศึกษาโซ่อุปทานของลานเทปาล์มน้ำมันในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง. วารสารการขนส่งและโลจิสติกส์. ฉบับที่ 8.

ปรเมศ ชูติมา. 2551. การประยุกต์เทคนิคการจัดตารางในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม ชัยมงคล ลี้มเพียรชอบ ปริญญา พัฒนวิวัฒน์พร ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล และวัชรชาญ สุขเจริญเกียรติพล. 2556. การศึกษาระบบโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยภายใต้บริบท AEC. รายงานฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการย่อยที่ 5. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ปัญญา เหล่าอนันต์. 2561. ทุนยนต์ต้นแบบเพื่อเกษตรกรรมความแม่นยำสูง. งานบริการการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัญญา หมั่นเก็บ และธำรงค์ เมฆโหรา. 2552. โลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทานของโคเนื้อในประเทศไทย. การสัมมนาวิชาการเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัชรพล แสนอรุณ. 2545. การจัดตารางการผลิต : กรณีศึกษาโรงงานผลิต คอมเพรสเซอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยอดดวงใจ นาคปฐม . 2555. การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิจิต ศรีอ่อน . 2547. การจัดตารางการผลิตในงานขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงตัวถังเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร ฟักคง และ ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์. 2558. การจัดการโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอม : กรณีศึกษา “มะพร้าว น้ำหอมสวนลุงแดง” จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารวิชาการการตลาดและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปีที่ 2. ฉบับที่ 1.

สมปอง รัตนพรหม. 2553. การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงพยาบาล : กรณีศึกษา โรงพยาบาลสงฆ์. การศึกษาตามหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุรัชย์ สกิตคุณรัตน์ และ สุรินยา ลิ้ม. ม.ป.ป. รายงานการคาดการณ์นวัตกรรมอุตสาหกรรม. ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อนัญญา โปราณนนท์. 2541. เศรษฐศาสตร์ทั่วไป. ฝ่ายเอกสารและตำรา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต. กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก ก.  
รายละเอียดของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย

## ชื่อและสังกัดของคณะวิจัย

### หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ-นามสกุล ดร.นิติรงค์ พงษ์พานิช  
สถานที่ทำงาน ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-351-397 E-mail: rdinrp@ku.ac.th

### ผู้ร่วมงานวิจัย

2. ชื่อ-นามสกุล รองศาสตราจารย์. ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์  
สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-281064-5 ต่อ 7054 E-mail: fengptu@ku.ac.th
3. ชื่อ-นามสกุล อาจารย์. ดร. อณจ ชัยมณี  
สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-281-064-5 ต่อ 7054 E-mail: fenganc@ku.ac.th
4. ชื่อ-นามสกุล ดร. ธัญกรณ์ ใจผ่อง  
สถานที่ทำงาน ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-351-397 E-mail: rdiwtj@ku.ac.th
5. ชื่อ-นามสกุล นายทิตินัย เทียนแย้ม  
สถานที่ทำงาน ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-351-397 E-mail: ple4173@gmail.com
6. ชื่อ-นามสกุล นายกิตติเดช โพธิ์นิยม  
สถานที่ทำงาน ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-351-397 E-mail: rdikit@ku.ac.th
7. ชื่อ-นามสกุล นายเสกสรร สี่หวงษ์  
สถานที่ทำงาน ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ 034-351-397 E-mail : rdisss@ku.ac.th

### ชื่อและสังกัดของคณะวิจัย (ต่อ)

8. ชื่อ-นามสกุล     ดร.สมพจน์ คำแก้ว  
      สถานที่ทำงาน   ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
                              มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
      โทรศัพท์         034-351-397                     E-mail: sku18me@gmail.com
9. ชื่อ-นามสกุล     นางสมร มะกรวัฒนะ  
      สถานที่ทำงาน   ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
                              มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
      โทรศัพท์         034-351-397                     E-mail: rdisam@ku.ac.th
10. ชื่อ-นามสกุล    นางสาวทัดชาวดี นฤทุม  
      สถานที่ทำงาน   ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขต  
                              มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
      โทรศัพท์         034-351-397                     E-mail: kpstdsi@ku.ac.th

### ผู้ให้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม

รายชื่อและที่อยู่ของผู้ให้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และจากการประเมินแบบสอบถามที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ แสดงได้ดังนี้

| ที่ | ชื่อ-นามสกุล               | ที่อยู่                                                 |
|-----|----------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1.  | คุณกลศ จัยเจริญ            | บริษัทจำกัด ไทเฮงการช่างและการหล่อ(1959)                |
| 2.  | คุณไพรัตน์ สังข์เขต        | บริษัท เค.เค.เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด                  |
| 3.  | คุณลัดดาวัลย์ ชดช้อย       | บริษัท ซี.ซี. ออโตพาร์ท จำกัด                           |
| 4.  | คุณณภูมิ ไวทยะพันธ์        | บริษัท ซี.ซี. ออโตพาร์ท จำกัด                           |
| 5.  | คุณวิชาญ พิมพ์เจริญ        | อู่วิชาการช่าง                                          |
| 6.  | คุณสันติภาพ ศรีสุขจร       | ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีกำแพงแสนมอเตอร์                    |
| 7.  | คุณคณิตกุล อาบุญงาม        | ร้านศรีรุ่งเรืองการเกษตร                                |
| 8.  | คุณพิมพ์ภัส กาญจนครพงศ์    | บริษัท คูโบต้า นครปฐม จำกัด                             |
| 9.  | คุณขวัญเรือน               | ร้าน ณะทรัพย์-ณะสิน                                     |
| 10. | คุณสุพัฒน์                 | บริษัท ที.เค.อีคริปเมนต์ จำกัด                          |
| 11. | อ. ทองไทยท่ามะกา           | ตำบลท่ามะกา อำเภوتاมะกา จังหวัดกาญจนบุรี                |
| 12. | คุณชนิดา นิคมชัยประเสริฐ   | บริษัท ทะเลทอง แพลคตอรี จำกัด                           |
| 13. | คุณชัชชนันท์ ฅนอมวรสิน     | บริษัท ไทยเอเย่นซี เอ็นจิเนียริง                        |
| 14. | คุณณรงค์ นารายพิทักษ์      | บริษัทสามัคคีการเกษตร                                   |
| 15. | คุณบุญยง มานิตยโชติพิสิฐ   | บริษัท พัฒนากิจบ้านโป่ง จำกัด                           |
| 16. | ดี ดี เกษตรมอเตอร์         | ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม                |
| 17. | คุณสุรฤกษ์ มีอุดมพงศ์      | บริษัท คอมมิท ออโตเมชั่น จำกัด                          |
| 18. | คุณชำนาญ ด้วงโสน           | วิสาหกิจชุมชนเครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรลานตากฟ้า |
| 19. | คุณพิสัย แยมประสวน         | บริษัท คอมมิท ออโตเมชั่น จำกัด                          |
| 20. | คุณธนัท ทรงเมธากฤตย์       | ที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีการเกษตร                          |
| 21. | คุณกิตติคุณ ประเสริฐกาญจน์ | ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ                      |
| 22. | คุณอัมพร ศรีโชติ           | บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด                    |
| 23. | คุณโสภณ กิติ               | วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีแพร่                           |
| 24. | คุณภิราญ กลั่นเขตกิจ       | บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด                    |
| 25. | คุณประวิทย์ สมบูรณ์พงศ์    | 31/4 ต.อรัญประเทศ อ.อรัญประเทศ จ. สระแก้ว               |
| 26. | คุณนฤตล สุปัญญา            | บริษัท ศิริศรีอุตรฟาร์ม จำกัด                           |
| 27. | คุณพัชรินทร์ โพธิ์ศิริสุข  | บริษัท สามมิตรมอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด             |

รายละเอียดของผู้ให้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม (ต่อ)

| ที่ | ชื่อ-นามสกุล                   | ที่อยู่                                                      |
|-----|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 28  | คุณญาณพล ลิมนะโชคชัย           | บริษัท โชคชัยจักรกลเกษตร จำกัด                               |
| 29  | คุณเกรียงไกร นาวัน             | บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด                         |
| 30  | รศ.ดร. สุระพันธ์ สุปัญญา       | นายกสมาคมส่งเสริมธุรกิจ                                      |
| 31  | คุณวราชาติ ระว้า               | บริษัท บี.ซี.เอเซียกรุ๊ป จำกัด                               |
| 32  | ดร. รัตน์ะ บุลประเสริฐ         | มหาวิทยาลัยมหิดล                                             |
| 33  | คุณกิติกร หลักหนองบุ           | บริษัท ทropicana ออยล์ จำกัด                                 |
| 34  | คุณวุฒิชัย ทองดอนแอ            | ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง                     |
| 35  | คุณอนรรักษ์ คงทน               | บริษัท สวิฟท์ จำกัด                                          |
| 36  | คุณนพพล เกตุประสาท             | ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง                     |
| 37  | คุณสังวรณ์ ศรีหิรัญต์          | ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง                     |
| 38  | คุณราวุฒิ น่วมปฐม              | ไร่ ว. วัฒนา                                                 |
| 39  | คุณณัฐวุฒิ พูลเกิด             | ตำบลหนองปรือ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี               |
| 40  | คุณไพโรจน์ ณรงค์วงศ์วัฒนา      | ไร่ ชัยเจริญ                                                 |
| 41  | คุณพิสิษฐ์ อินทรวีรัตน์        | ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ                            |
| 42  | คุณปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์ | คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน             |
| 43  | คุณอภิวัฒน์ ตั้งธนเจริญพงษ์    | ตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม                  |
| 44  | รศ.ดร. บัญชา ขวัญยืน           | ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ                            |
| 45  | คุณเสกสรร สีหวัช               | ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ                            |
| 46  | คุณเอนก สุขเจริญ               | ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ                            |
| 47  | คุณชนิษฐา                      | คูโบต้า ก. แสงยนต์ ลูกแก                                     |
| 48  | คุณบัญญัติ บุตรจันทร์          | บริษัท ไอเอสที ฟาร์ม แมชชีนเนอรี จำกัด                       |
| 49  | คุณฉลองภูมิ กุลมี              | บริษัท ไอเอสที ฟาร์ม แมชชีนเนอรี จำกัด                       |
| 50  | คุณนเรศ เปาะทองคำ              | ตำบลลิ้งชัน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม                      |
| 51  | คุณอังคณา อัดถาวร              | วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย                                        |
| 52  | คุณจรัส เกิดแก้ว               | ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก                      |
| 53  | คุณดำรงค์ สุภาเนตร             | ดำรงการช่าง                                                  |
| 54  | รศ.ดร. ขวัญตรี แสงประชานารักษ์ | ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 55  | ผอ. อัครพล เสนาณรงค์           | สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม                                     |
| 56  | กรรมการผู้จัดการ               | บริษัท อาร์แอนด์ดีเอ็นไอน์โนเทค จำกัด                        |

หมายเหตุ : ผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ได้ให้ข้อมูลชื่อและที่อยู่เป็นจำนวน 18 ราย

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแบบสอบถามจะมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำโดยตรง จำนวน 4 ท่าน ได้แก่

- 87

### ชื่อและสังกัดของผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

|                  |                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. ชื่อ-นามสกุล  | ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.อาทิตย์ พวงสมบัติ                                                                                                                                                                                                    |
| สังกัด           | ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน                                                                                                                                                  |
| โทรศัพท์         | 034-351-896                                                                                                                                                                                                                                 |
| อีเมล            | fengatp@ku.ac.th                                                                                                                                                                                                                            |
| สาขาที่เชี่ยวชาญ | วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, การวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร, การวิเคราะห์<br>คุณภาพด้วยเทคนิค NIR, การทดสอบแบบไม่ทำลายในผลไม้                                                                                                                      |
| วุฒิการศึกษา     | Ph.D. (Agricultural Engineering), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ไทย,<br>2556<br>M.S. (Agricultural Engineering ), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ไทย,<br>2549<br>B.S. (Agricultural Mechanization), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ไทย,<br>2545                 |
| 4. ชื่อ-นามสกุล  | ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม                                                                                                                                                                                                 |
| สังกัด           | ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน                                                                                                                                                  |
| โทรศัพท์         | 034-351-896                                                                                                                                                                                                                                 |
| อีเมล            | _fengwra@ku.ac.th                                                                                                                                                                                                                           |
| สาขาที่เชี่ยวชาญ | Terramechanics, Precision Agriculture, Artificial Neural Networks<br>in Biosystems Engineering                                                                                                                                              |
| วุฒิการศึกษา     | Doctor of Philosophy in Agriculture Science, University of<br>Tsukuba, ญี่ปุ่น, 2549<br>Master of Agricultural Science, University of Tsukuba, ญี่ปุ่น,<br>2546<br>วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเกษตร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,<br>ไทย, 2541 |

ภาคผนวก ข

การศึกษาดูงานเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่ในการปลูกอ้อย ณ จังหวัดโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น

## การศึกษาดูงานเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่ในการปลูกอ้อย ณ จังหวัดโอคินาวา ประเทศญี่ปุ่น

### หลักการและเหตุผล

โลกของการเกษตรในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อผลิตอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของการบริโภคของประชากรโลกซึ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการผลิตตลอดทั้งขบวนการผลิต เพื่อให้มีผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยิ่งไปกว่านั้นเทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ยังทำให้มีการใช้ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ น้ำ ธาตุอาหาร และอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ มีการจัดการแปลงปลูกเหมาะสมกับพืชปลูกและสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่หรือที่เรียกกันว่า การเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) และเทคโนโลยีในปัจจุบันยังสามารถติดตามการเจริญเติบโต และประเมินคุณภาพของผลผลิตตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาในการจัดการผลผลิต การตลาด รวมถึงราคาซึ่งพิจารณาจากคุณภาพของผลผลิต

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยเริ่มมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้ในภาคการเกษตรตามนโยบาย Thailand 4.0 แนวคิดเกษตรกร 4.0 หรือ Smart Farmer เปลี่ยนวิธีการจากการปลูกพืชแบบเดิมๆ มาเป็นการทำเกษตรที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมยุคใหม่มาช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น เทคโนโลยีการปรับพื้นที่เพาะปลูก (Land Leveling) ที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชและการบริหารจัดการน้ำ เทคโนโลยี IoT (Internet of Thing) ที่การเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ มาประมวลผลเป็นการจัดการ การใช้อากาศยานไร้คนขับ (Drone) ในการดูแลแปลงปลูกและการติดตามการเจริญเติบโต เทคโนโลยีเรือนปลูกพืชอัจฉริยะ (Smart greenhouse, Plant factory) ที่สามารถจัดการปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชที่เหมาะสมทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและสามารถปลูกได้ทุกฤดูการ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายเทคโนโลยีที่เริ่มมีการนำมาใช้ในภาคการเกษตร อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีต่างๆ ที่กล่าวมานั้นส่วนใหญ่ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นทดลองใช้หรือกำลังพัฒนาศึกษาและวิจัยว่ามีความเหมาะสมกับบริบทของภาคการเกษตรของประเทศไทยได้อย่างไรบ้าง ซึ่งพบว่าเทคโนโลยีที่กล่าวมานั้นมีประสิทธิภาพสูงจริงแต่ยังมีราคาสูงเนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงยังไม่เป็นที่สนใจของเกษตรกรมากนัก ด้วยเหตุนี้จึงเป็นคำถามว่าจะทำอย่างไรให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยี ยอมรับและนำมาใช้จริงในภาคการเกษตรของประเทศในปัจจุบันและอนาคต

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับจากนานาประเทศว่าเป็นประเทศที่มีการสร้างและนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการเกษตรอย่างกว้างขวาง เกษตรกรมีความเข้าใจและยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะเรื่องแรงงานที่มีราคาสูงมากในประเทศ และแม้จะเป็นประเทศที่ประสบภัยธรรมชาติอยู่เสมอแต่ยังคงสามารถผลิต และรักษาคุณภาพของผลผลิตได้ด้วยเทคโนโลยี

จังหวัดโอกินาวาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เป็นเกาะและตั้งอยู่ทางใต้สุดของประเทศญี่ปุ่น ในเขตสภาพอากาศกึ่งเขตร้อน (Sub-tropical) ด้วยสภาพอากาศเช่นนี้ทำให้พืชที่เพาะปลูกรวมทั้งพืชพรรณต่างๆ มีความคล้ายคลึงกับประเทศไทยมาก เช่น อ้อย ข้าว ไม้ผลเขตร้อน ไม้ดอก ด้วยเหตุที่จังหวัดโอกินาวาที่มีสภาพเป็นเกาะจึงประสบภัยธรรมชาติ เช่น พายุไต้ฝุ่น เฉลี่ย 5-10 ลูกต่อปีส่งผลต่อการเกษตรของจังหวัด อย่างไรก็ตาม ภายใต้อิทธิพลของเทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่มาซึ่งมากขึ้นทำให้ลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ เช่น การสร้างโรงเรือนอัจฉริยะ (Smart greenhouse) โรงงานผลิตพืช (Plant factory) รวมไปถึงเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่ให้เหมาะสมกับพืชปลูก (Zoning Agriculture) เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพ

อ้อย พืชที่สำคัญและเป็นพืชหลักของจังหวัดโอกินาวา โดยมีผลผลิตอ้อยประมาณ 1.3 ล้านตันต่อปี มีโรงงานน้ำตาลที่ตั้งอยู่ในจังหวัดถึง 10 โรงงาน จาก 17 โรงงานทั่วประเทศ การปลูกอ้อยในจังหวัดโอกินาวามีการปลูกกระจายไปตามพื้นที่เกาะต่างๆ โดยมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตอ้อยตั้งแต่การปลูกจนถึงขั้นตอนการนำเข้าโรงงาน เช่น เทคโนโลยีการเตรียมพื้นที่ การปลูกและการจัดการแปลงด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัย มีการใช้เทคโนโลยี IoT (Internet of Thing) ที่การเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลดิน ความชื้น สภาพอากาศ (Weather station) มาประมวลผลเป็นวิธีการจัดการแปลงปลูกและการดูแลรักษาตลอดการเจริญเติบโตในแต่ละพื้นที่ปลูกให้ได้ผลผลิตสูงสุด การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการอ้อย เช่น พื้นที่ปลูก พื้นที่เก็บเกี่ยว ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ รวมไปถึงการประเมินผลผลิตและการจัดลำดับการนำผลผลิตเข้าสู่โรงงาน และเมื่อนำผลผลิตเข้าสู่โรงงานจะมีการใช้เทคโนโลยี NIR (Near Infrared Spectroscopy) เพื่อวัดคุณภาพของผลผลิตอ้อยที่สัมพันธ์กับราคาที่ได้รับ และลดเวลาในการวัดค่าความหวานของอ้อยจากเดิม 22 นาที เหลือ 3 นาทีต่อหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นมาตรฐานเดียวกันในการรับซื้ออ้อยในประเทศญี่ปุ่น ทั้ง 17 โรงงาน โดยทุกโรงงานจะส่งข้อมูลเข้ามาสู่ระบบควบคุมกลางที่มหาวิทยาลัยริวกิว (University of the Ryukyus) ซึ่งควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญของมหาวิทยาลัย ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากโรงงานทั่วประเทศนี้สามารถนำมาวิเคราะห์คุณภาพของอ้อยแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจนด้วยค่าวิเคราะห์ต่าง ๆ เช่น ข้อมูลคุณภาพของอ้อยตลอดฤดูเก็บเกี่ยวในแต่ละพื้นที่ นำไปใช้ประโยชน์ในการทำ Mapping ผลผลิตและคุณภาพเพื่อการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพและรู้ว่าเมื่อใดควรเก็บเกี่ยวให้ได้ที่มีอ้อยมีคุณภาพสูงสุด ซึ่งในปัจจุบันมีพื้นที่ของเกาะมินามิไดโตะเป็นต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิตแบบเต็มรูปแบบ และนำไปศึกษาอย่างยิ่ง

ดังนั้น การผลิตอ้อยด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยในจังหวัดโอกินาวาจึงนับได้ว่าเป็น ตัวอย่างในการศึกษาหาแนวทางการปฏิบัติที่ดี (Best practice) ในการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่องการพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่ของประเทศญี่ปุ่นมาปรับใช้กับประเทศไทย ในการเดินทางไปศึกษาดูงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สืบค้นพื้นที่ภาคสนามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีรวมทั้งเครื่องจักรกลสมัยใหม่กับการผลิตอ้อยและน้ำตาล การผลิตพืชในโรงงานผลิตพืช (Plant factory) ในจังหวัดโอกินาวา เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการบริหารจัดการเทคโนโลยีกับการผลิต ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็นข้อมูลสำคัญในการนำมาปรับใช้กับเทคโนโลยีการ

ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่ การใช้เทคโนโลยี การยอมรับของเกษตรกร ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ต่อไป

#### คณะผู้ร่วมเดินทาง

| ลำดับที่ | ชื่อ-นามสกุล                 | หน่วยงาน                                                                                               |
|----------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | รศ.ดร.ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ | ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน             |
| 2.       | ดร.อนจ ชัยมณี                | ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน         |
| 3.       | ดร.ธัญกรณ์ ใจผ่อง            | ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 4.       | นายทิตินัย เทียนแย้ม         | ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |

#### กิจกรรมดูงาน : วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

คณะเดินทางได้ไปถึงจังหวัดโอกินาวาประเทศญี่ปุ่น และได้ประชุมร่วมกับ Prof.Yoshinobu Kawamitsu และ Dr.Kenta Watanabe ที่ห้องปฏิบัติการทดลองด้านสรีระวิทยาพืชและการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยรียวกิว และร่วมวางแผนการเดินทางไปดูงานที่เกาะมินาโมโตะ ซึ่งเป็นเกาะที่ห่างออกไปจากจังหวัดโอกินาวา 360 กิโลเมตร ทางตะวันออก ซึ่งเกาะมินาโมโตะเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยขนาดใหญ่ มีการนำเทคโนโลยีด้านเกษตรแม่นยำมาใช้ในระบบการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวอ้อยที่ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 41 เข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทดลองด้านสรีระวิทยาพืชและการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการเกษตร ของคณะเกษตร มหาวิทยาลัยรียวกิว จังหวัดโอกินาวา

#### กิจกรรมดูงาน : วันที่ 4 ถึง 5 กุมภาพันธ์ 2563

คณะเดินทางไปดูงานด้านเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) ที่เกาะมินามิโดโตะ อยู่ในหมู่บ้านของอำเภอชิมาจิ จังหวัดโอกินาวา โดยเกาะมินามิโดโตะ เกษตรกรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพปลูกอ้อยเป็นหลัก โดยมีแปลงอ้อยทั้งหมด 1,300-1,500 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ 7,500 ไร่ ภายในเกาะมีโรงงานน้ำตาล 1 แห่ง ที่สามารถรองรับผลผลิตอ้อยประมาณ 60,000-100,000 ตัน ในแต่ละปี โดยผลผลิตขึ้นกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละปี เนื่องจากเกาะมินามิโดโตะเป็นเกาะที่ตั้งอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิกที่มีพายุไต้ฝุ่นเกิดขึ้นบ่อยครั้งในแต่ละปี ในช่วงเดือน มิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งหากปีใดได้รับผลกระทบจากพายุไต้ฝุ่นก็จะส่งผลผลิตอ้อยโดยตรงทำให้ผลผลิตลดลงมาก



รูปที่ 42 การเดินทางไปดูงานด้านเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) ที่เกาะมินามิโดโตะ (ซ้าย) และพื้นที่บนเกาะที่มีการปลูกอ้อยเป็นอาชีพหลัก (ขวา)

เมื่อเดินทางมาถึงเกาะมินามิโดโตะทางทีมผู้วิจัยได้เดินทางไปยังโรงงานน้ำตาลโดโตะ เพื่อเยี่ยมชมโรงงานน้ำตาลและเข้าร่วมประชุมเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการจัดการอ้อยบนเกาะมินามิโดโตะ และได้เข้าชมการใช้เครื่องจักรต่างๆ ของโรงงาน และผู้วิจัยได้สอบถามประเด็นของการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศและการใช้เครื่องจักรภายในประเทศในกรณีรถเก็บบักเกี่ยวอ้อย พบว่า รถเก็บบักเกี่ยวอ้อยส่วนใหญ่บนเกาะแห่งนี้เป็นรถเก็บบักเกี่ยวอ้อยขนาดใหญ่ซึ่งมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยพบว่า ทั้งเกาะมีรถตัดอ้อยทั้งหมด 25 คัน มีเพียง 3 คัน เป็นรถเก็บบักเกี่ยวอ้อยขนาดเล็กที่เป็นเทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นในประเทศญี่ปุ่น ขณะที่อีก 22 คัน เป็นรถเก็บบักเกี่ยวอ้อยขนาดกลางและขนาดใหญ่ซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น บริษัท CANECO จากประเทศสหรัฐอเมริกา บริษัท CANE TECH และ AUSTOF จากประเทศออสเตรเลีย และอีกหลาย ๆ บริษัทจากต่างประเทศ จากการสอบถามถึงการใช้เทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นเองในประเทศหรือเพราะเหตุใดจึงไม่สร้างรถตัดอ้อยขนาดใหญ่ใช้เองในประเทศ พบว่า ประเทศญี่ปุ่นมีพื้นที่ปลูกอ้อยในพื้นที่อื่นๆ เป็นแปลงขนาดเล็กจำนวนมาก ดังนั้น จึงผลิตรถตัดอ้อยขนาดเล็กและขนาดกลางจำหน่ายได้มากกว่าการผลิตรถตัดอ้อยขนาดใหญ่จำหน่ายภายในประเทศ ซึ่งหากจะกล่าวให้เห็นภาพคือมีเฉพาะเกาะมินามิโดโตะ และคิเซโดโตะเท่านั้นที่

ใช้รถตัดอ้อยขนาดใหญ่เป็นหลัก ขณะที่เกาะอื่น ๆ ทางใต้ของประเทศจะมีแปลงอ้อยขนาดเล็กเกษตรกรจึงนิยมใช้รถตัดอ้อยขนาดเล็กมากกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อความต้องการรถตัดอ้อยขนาดใหญ่ในประเทศมีน้อย รัฐบาลจึงนำเข้ารถตัดอ้อยขนาดใหญ่จากต่างประเทศเป็นหลัก อีกทั้งรัฐบาลยังสนับสนุนให้เกษตรกรสามารถซื้อเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยโดยที่รัฐบาลสนับสนุนถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของราคารถตัดอ้อย ขณะที่เกษตรกรออกส่วนต่างอีก 20 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือและสามารถผ่อนจ่ายได้ตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป หรือตามเงื่อนไขของรัฐบาล

ทำให้ เกษตรกรที่มีแปลงขนาดใหญ่หรือมีการรวมกลุ่มกันขนาดใหญ่สามารถซื้อรถเก็บเกี่ยวอ้อยได้ในราคาถูกจากการสนับสนุนของรัฐบาล โดยรถเก็บเกี่ยวอ้อยแต่ละคันจะมีการแบ่งพื้นที่เพื่อเก็บเกี่ยวที่ชัดเจนเพื่อที่จะทำการตัดอ้อยให้กับลูกไร่ของตัวเองก่อนนำอ้อยเข้าสู่โรงงาน ซึ่งการสนับสนุนของรัฐบาลนี้ช่วยลดปัญหาการใช้แรงงานภาคการเกษตรไปได้มากโดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นซึ่งขนาดแคลนแรงงานอยู่แล้วเพราะคนหนุ่มสาวส่วนใหญ่จะเข้าไปประกอบอาชีพในเมืองและไม่ประกอบอาชีพเกษตรกร ขณะเครื่องจักรกลการเกษตรอื่นๆ เช่น รถแทรกเตอร์ จะมีการใช้แทรกเตอร์ทั้งที่ผลิตภายในประเทศ เช่น ยันมาร์ คูโบต้า อิเซกิ และมีการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น บริษัทจอห์นดีเออร์และบริษัทนิวฮอลแลนด์ เป็นต้น เช่นเดียวกับการนำเข้าเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยที่มีทั้งในและต่างประเทศ ด้วยเหตุผลที่คล้ายๆ กัน คือ ถ้าขนาดเล็กประเทศญี่ปุ่นผลิตได้ก็จะใช้สินค้าภายในประเทศ ขณะที่รถขนาดใหญ่จะนำเข้ามาจำหน่าย ซึ่งในส่วนของรถแทรกเตอร์ รัฐบาลจะสนับสนุน 1 ใน 3 ของราคาเมื่อซื้อพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์



รูปที่ 43 การเยี่ยมชมโรงงานน้ำตาลโคโตะ

การเยี่ยมชมเครื่องจักรกลที่เกี่ยวกับการผลิตอ้อย พบว่า เครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องปลูกอ้อยด้วยท่อนพันธุ์ (billet planter) แทรกเตอร์ และรถเก็บเกี่ยวอ้อย ได้เริ่มมีการนำระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติมาใช้ทดสอบใช้แล้ว ซึ่งขณะนี้อยู่ในช่วงทดลองและทำการศึกษาวิจัยในด้านของการลดต้นทุน โดยถ้าผลการศึกษา

แสดงถึงการลดต้นทุนการผลิตได้และสามารถเพิ่มผลกำไรได้มากขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์จะถือว่าเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติเหล่านี้จะเป็นเทคโนโลยีที่แม่นยำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง สาเหตุหลักที่มีการนำเทคโนโลยีแม่นยำและการขับเคลื่อนอัตโนมัติรวมกับการใช้ GPS เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีคนทำการเกษตรน้อยลง ซึ่งทำให้ขาดบุคลากรที่มีประสบการณ์และความชำนาญในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ด้วยเหตุนี้เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนผู้ใช้เครื่องจักรกลที่มีประสบการณ์ในอนาคตจึงเกิดโครงการการนำเทคโนโลยีที่แม่นยำในการเพาะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ดี ผู้บริหารของโรงงานน้ำตาลได้ให้มุมมองว่า การจะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ความพร้อมของเกษตรกร การแนะนำส่งเสริมจากรัฐบาล และรวมไปถึงการนำเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ได้จริงและเห็นผลที่เป็นรูปธรรม ทำให้เกษตรกรเห็นถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี ระบบเกษตรแม่นยำก็จะแพร่หลายในประเทศ อีกทั้งยังแสดงข้อคิดว่าหากทั้งระบบมีการใช้เทคโนโลยีจะมีวิธีการจัดการสมดุลของแรงงานและเทคโนโลยีได้อย่างไร และยังฝากถึงประเทศไทยด้วยว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ สูง แม้แต่ที่ญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆ ก็นำเข้ามาใช้ และกล่าวว่าเครื่องจักรต่างๆ ในไทยทั้งที่ผลิตเองและนำเข้ามีราคาไม่สูงนัก แต่จะอย่างไรให้เกษตรกรในประเทศสามารถเข้าถึงการใช้นั้นเป็นเรื่องสำคัญมากกว่า เพื่อการใช้ประโยชน์ที่แท้จริงรัฐบาลควรให้การสนับสนุนก็จะเกิดประโยชน์มากขึ้น เกษตรกรกล้าซื้อ กล้าเป็นเจ้าของเครื่องจักรมากขึ้น เมื่อมีการใช้มากขึ้นก็จะกลายเป็นการพัฒนาเพราะเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น แต่หากเกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงการเป็นเจ้าของเครื่องจักรที่แม้ผลิตเองภายในประเทศได้ก็จะทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีเป็นไปได้ยาก เพราะผลิตมาก็ขายไม่ได้

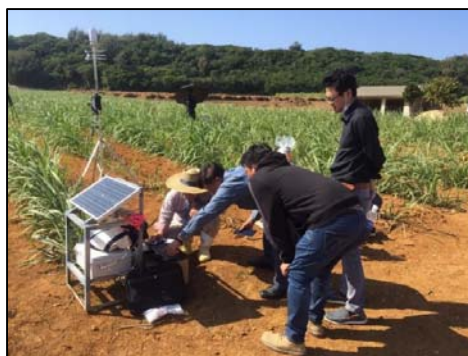


รูปที่ 44 เยี่ยมชมเครื่องจักรที่ใช้ในอ้อยของโรงงานน้ำตาลโคโตะ (ซ้าย) และ การทดสอบการใช้รถแทรกเตอร์และการปลูกอ้อยแบบใช้ท่อนพันธุ์ด้วยระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (ขวา)

## กิจกรรมดูงาน : วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563

คณะวิจัยได้เดินทางไปยังแปลงทดลองของ Prof.Yoshinobu Kawamitsu เพื่อเข้าดูงานวิจัยในการผลิตอ้อยแบบครบวงจรด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ตั้งแต่การปลูก การจัดการน้ำ การจัดการธาตุอาหาร การดูแลรักษา ไปจนถึงการประเมินผลผลิตและการเก็บเกี่ยว ซึ่งใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาติดตามการเจริญเติบโตของอ้อยเพื่อศึกษา Growth model เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ให้อ้อยมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยได้มีการศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษาสิ่งแวดล้อมและด้านภูมิอากาศขนาดเล็ก (Micro climate) เพื่อศึกษาปัจจัยด้านสภาพอากาศในพื้นที่นั้น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ แสง และความชื้นสัมพัทธ์ ที่สัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ การใช้น้ำของพืช และทางด้านสรีระวิทยาอื่น ๆ ของพืช เพื่อเป็นการนำข้อมูลมาใช้ในการส่งเสริมปัจจัยด้านต่างๆ ให้พืช และมีการติดตามการเจริญเติบโตตลอดช่วงอายุของพืชตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว บนพื้นที่ของเกาะมีการติดตั้งสถานีตรวจอากาศที่ทันสมัยถึง 8 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดบนเกาะ
2. การศึกษาด้านสรีระวิทยาการเจริญเติบโตของอ้อย (Physiological data) ในพื้นที่นั้นๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ข้อมูลน้ำตาลและคุณภาพของน้ำตาลในแต่ละช่วงอายุ
3. การศึกษาด้านการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของพืช (Growth check)
4. การใช้อากาศยานไร้คนขับหรือโดรน (Drone monitoring) กับเทคโนโลยีในการประเมินลักษณะของพืช เช่น RGB, NDVI, heat, 3D image เพื่อประเมินผลผลิตและคุณภาพของอ้อย
5. การนำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1-4 มาสังเคราะห์เพื่อพัฒนาเป็น การเจริญเติบโตของพืช (Growth model)
6. และเมื่อได้ Growth model แล้วก็จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการด้านต่างๆ ของพืช เช่น น้ำ ธาตุอาหาร ได้อย่างแม่นยำ สามารถวางแผนในการจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับการทำงานและการทำงานได้อย่างแม่นยำสามารถนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาจัดการได้แม่นยำและถูกต้อง



**รูปที่ 45** การเก็บข้อมูลด้านสรีระวิทยาของพืช (Physiological data collecting) และการเก็บบันทึกข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศขนาดเล็ก (Micro climate data collecting) เพื่อนำมาประมวลผลกับข้อมูลด้านอื่น ๆ เพื่อหา Growth model ของอ้อย



รูปที่ 46 สถานีตรวจอากาศและการติดตั้ง NDVI เพื่อติดตามการเจริญเติบโตของพืช

Prof.Yoshinobu Kawamistu ได้พูดเรื่องอุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่างๆ มีทั้งการนำเข้าจากต่างประเทศและผลิตขึ้นเองภายในประเทศแล้วจึงนำมาประกอบกันเป็นเครื่องมือ โดยให้ข้อคิดว่าสิ่งไหนที่ได้อยู่แล้วเป็นที่ยอมรับอยู่แล้วให้นำมาใช้ไม่ต้องมาผลิตเอง เช่น เซนเซอร์ต่างๆ หลายชิ้นล้วนนำเข้าเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติก็จะนำเข้ามาใช้ได้ แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับของภายในประเทศนั่นก็คือเทคโนโลยีเช่นกัน ซึ่งประเทศญี่ปุ่น การนำเข้าเทคโนโลยีสมัยใหม่จากต่างประเทศนั้น จะไม่ต้องเสียภาษีซึ่งต่างกับไทยที่ยังเสียภาษีอยู่ ถ้ารัฐบาลไทยมีการเข้ามาช่วยก็จะทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เร็วขึ้นในประเทศไทย

#### กิจกรรมดูงาน : วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563

คณะวิจัยได้เข้าเยี่ยมชมศูนย์วิจัยด้านการเกษตรของจังหวัดโอกินาวา โดยได้พาเข้าชมเครื่องจักรกลการเกษตรหลายประเภท เช่น เครื่องปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์ (billet planter) รถตัดอ้อยขนาดเล็กและขนาดกลางที่เป็นเทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่น อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆที่ใช้ในการเกษตร รวมไปถึงได้ศึกษาดูงานโรงเรือนปลูกไม้ดอกและนิทรรศการงานวิจัยของศูนย์วิจัยด้านการเกษตรของจังหวัดโอกินาวา



รูปที่ 47 การพัฒนาเครื่องปลูกอ้อยแบบท่อน (billet planter)



รูปที่ 48 รถตัดอ้อยขนาดเล็กและขนาดกลางที่เป็นเทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 49 เครื่องหยอดเมล็ดและใส่ปุ๋ย (ซ้าย) และ เครื่องฟั่น (ขวา)



รูปที่ 50 โรงเรือนปลูกไม้ดอกเพื่อการค้า (ซ้าย) และ การถ่ายรูปร่วมกับเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยด้านการเกษตรของจังหวัดโอกิน

ต่อจากนั้น คณะวิจัยได้เดินทางไปยังมหาวิทยาลัยริวกิวเพื่อเข้าประชุมกับอาจารย์และนักวิจัยของมหาวิทยาลัยในเรื่องเกษตรแม่นยำ และได้มีการนำเสนองานวิจัยของมหาวิทยาลัยในด้านการเกษตรสมัยใหม่ในหลายด้าน เช่น การใช้เทคโนโลยี NIR (near infrared) ในภาคการผลิตอ้อยเพื่อวัดความหวานและคุณภาพโดยไม่มีการทำลาย (Non-destructive method) หลังจากนั้นได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องของเทคโนโลยีการเกษตรที่แม่นยำ (precision Agriculture) และในเรื่องของการพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรกับคณะอาจารย์และนักวิจัยของมหาวิทยาลัยริวกิว ประกอบด้วย

1. Prof. Masami Ueno (ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกลการเกษตรสมัยใหม่)
2. Prof. Yoshinobu Kawamitsu (ผู้เชี่ยวชาญด้าน Crop Physiology)
3. Prof. Eizo Taira (ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี NIR)
4. Dr. Yoshiki Shinzato (ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกลการเกษตร)
5. Dr. Kenta Watanabe (ผู้เชี่ยวชาญด้าน Crop Physiology)

โดย Prof.Masami Ueno ได้กล่าวว่าในด้านของการทำงานวิจัยด้านเกษตรแม่นยำ หรือ Precision Agriculture (PA) มีหลายรูปแบบ ปัจจุบันรัฐบาลญี่ปุ่นสนับสนุนให้มีการพัฒนาด้านนี้ทั้งหมด 69 โครงการ และโครงการ “Project for Demonstration of Smart Farming for Minamidaito Island” ของมหาวิทยาลัยก็เป็นหนึ่งในนั้น ซึ่งโครงการต่างๆ จะกระจายอยู่ทั่วประเทศตามบริบทภาคการเกษตรหรือพืชสำคัญในพื้นที่นั้นๆ อย่างไรก็ดี การพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้เกิดจากความร่วมมือของหน่วยงานภาคเอกชนกับมหาวิทยาลัย จึงทำให้การพัฒนาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในด้าน Precision Agriculture ของประเทศญี่ปุ่นยังอยู่ในช่วงพัฒนาและทดลอง ในเรื่องการนำเข้าเทคโนโลยีถือว่าเป็นเรื่องปกติ เพราะอันไหนที่ไม่สามารถผลิตได้ก็นำเข้ามาประกอบ โดยประเทศญี่ปุ่นมีข้อดีตรงไม่ต้องเสียภาษีในการนำเข้าเทคโนโลยี จึงไม่ติดปัญหา

เหมือนกับที่เกิดขึ้นในประเทศไทย อีกทั้งยังให้คำแนะนำว่า รัฐบาลของประเทศไทยควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการเกษตร เพราะเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการผลิตและส่งออกไปขายทั่วโลก ดังนั้น รัฐบาลต้องกล้าตัดสินใจในเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องภาษีการนำเข้า มุ่งเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ ขึ้นส่วนไหนผลิตได้ก็ผลิตเอง ขึ้นส่วนไหนไม่ได้ก็นำเข้าแต่รัฐบาลต้องช่วยด้าน ภาษี ที่สำคัญต้องรู้ถึงความต้องการของเกษตรกรและพัฒนาเทคโนโลยีให้ดีและเหมาะสม สุดท้ายเกษตรกร ต้องสามารถเป็นเจ้าของเทคโนโลยีได้ โดยให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันเพื่อซื้อหรือซื้อเองโดยรัฐบาลให้การ สนับสนุน

และ Prof.Yoshinobu Kawamitsu ได้เสนอแนะว่าจะสร้างเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรนั้นควรมี ความร่วมมือทั้งในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเทคโนโลยีและด้านพืช ในด้านการศึกษาองค์ประกอบต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ สรีรวิทยาของพืชด้านต่างๆ เป็นต้น ล้วนมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อกันจึง เป็นเรื่องสำคัญมาก ขอให้มีการศึกษาควบคู่กันไป ส่วนในด้านการใช้เทคโนโลยี ขอให้ผสมผสานกับสิ่งที่ ประเทศมีและรู้จุดอ่อนจุดแข็งของเทคโนโลยีและใช้ให้เหมาะสม และรัฐบาลควรให้ความสำคัญในการวิจัยด้าน นี้และควรทำวิจัยร่วมกับหน่วยงานหรือประเทศที่มีความพร้อมก็จะทำให้การวิจัยพัฒนาไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น



รูปที่ 51 อาจารย์และนักวิจัยของมหาวิทยาลัยวริกิว

#### กิจกรรมดูงาน : วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

คณะวิจัยเดินทางไปดูงาน ณ โรงงานน้ำตาลยูกาคุ (Ukaku) ซึ่งเป็นโรงงานน้ำตาลเพียงโรงงานเดียว บนเกาะหลักของจังหวัดโอกินาวา อ้อยทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์จะถูกนำมาทำน้ำตาลเพื่อบริโภค 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลืออีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำไปผลิตน้ำตาลกรวด โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก Dr.Kenta Watanabe ในการติดต่อเพื่อขอเข้าเยี่ยมชมระบบการซื้อขายอ้อยและการจ่ายเงิน ซึ่งถ้าเป็นในประเทศไทยจะ ใช้วิธีเก็บตัวอย่างน้ำอ้อยจากลูกหีบมาเพื่อวัด CCS (Commercial Cane Sugar) และจ่ายเงินตามค่า CCS เช่นเดียวกับประเทศญี่ปุ่นแต่มีวิธีการต่างกันออกไป ทางประเทศญี่ปุ่นจะใช้หน่วย Pol in cane ในการ จ่ายเงิน ซึ่งปัจจุบัน 17 โรงงาน ในประเทศญี่ปุ่นใช้ระบบเดียวกัน คือ NIR มีการ calibration เหมือนกันทุก โรงงานด้วยเครื่องมือจากหน่วยงานกลาง คือ มหาวิทยาลัยวริกิว จึงมีมาตรฐานเหมือนกันทุกโรงงาน เชื่อถือได้

และที่สำคัญการวัดมีความรวดเร็วมาก (หนึ่งตัวอย่างใช้เวลาเพียง 10 นาที และสามารถวัดได้ถึง 270 ตัวอย่างต่อวัน) ช่วยลดปัญหาการติดรออ้อยเข้าโรงงานได้มาก

การเข้าเยี่ยมชมโรงงานครั้งนี้ได้เข้าชมขั้นตอนการวัดโดยละเอียดจากเจ้าหน้าที่ของโรงงาน โดยขั้นตอนการวัดค่าความหวานของอ้อยเมื่อเข้าสู่โรงงานด้วยระบบ NIR

1. สุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Core sampling จากระบบรถบรรทุก บริเวณตรงกลางรถ
2. นำอ้อยที่สุ่มมาชั่งน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ตัดแพ็คเกจ์เจ้าของอ้อยและรถ
3. นำอ้อยมาแยกระหว่างอ้อยกับสิ่งเจือปนเพื่อหาอัตราส่วนสิ่งเจือปนต่ออ้อย จากนั้นชั่งน้ำหนักสิ่งเจือปน
4. นำอ้อยสับย่อยจนละเอียดด้วยเครื่อง Shredder machine
5. นำตัวอย่างอ้อยที่สับย่อยแล้ว จำนวน 100 กรัม เข้าวิเคราะห์ในเครื่อง NIR เพื่อหาค่า Pol in cane



รูปที่ 52 การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Core sampling จากระบบรถบรรทุก



รูปที่ 53 การนำอ้อยสับย่อยจนละเอียดด้วยเครื่อง Shredder machine

ต่อจากนั้น คณะวิจัยได้เดินทางไปยังงาน Farmer meeting for ratooning practice ซึ่งจัดโดย JA Okinawa Tamagusuku และ Sugarcane society (Southern part of Okinawa) with Nanbu

Agricultural Center ซึ่งการร่วมงานครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก Dr.Yoshiki Shinzato นำชมการสาธิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับอ้อย และเข้าร่วมประชุมกับกลุ่มเกษตรกรของจังหวัดโอกินาวา



รูปที่ 54 การสาธิตการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ในการเตรียมดิน

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามสำหรับโครงการวิจัย

### แบบสอบถามสำหรับโครงการวิจัย

เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0” โดยได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) กลุ่มเรื่อง โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ประจำปีงบประมาณ 2562 มีวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ วิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ และเป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม .....ตำแหน่ง.....0.....

ชื่อหน่วยงานหรือบริษัท.....

ที่อยู่ .....

เบอร์โทรศัพท์ ..... แฟกซ์.....

อีเมล .....

#### ชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่บริษัทท่านผลิต

☐ อุปกรณ์เตรียมดิน

☐ ผาลไถ ☐ จอบหมุน ☐ อุปกรณ์ปรับระดับพื้นที่ ☐ อื่นๆ .....

☐ แทรกเตอร์ทางการเกษตร

☐ รถไถเดินตาม ☐ รถแทรกเตอร์ ☐ อื่นๆ .....

☐ เครื่องปลูกและหยอดเมล็ดพันธุ์

☐ เครื่องปลูกข้าว ☐ เครื่องปลูกอ้อย ☐ เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ ☐ อื่นๆ.....

☐ เครื่องใส่ปุ๋ย ฉีดพ่นสารเคมี และน้ำ ☐

☐ แบบปรับอัตราได้ (Variable rate) ☐ ไม่สามารถปรับอัตราได้ ☐ อื่นๆ.....

☐ อุปกรณ์กำจัดวัชพืช

☐ รถตัดหญ้า ☐ เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายหลัง ☐ อื่นๆ.....

☐ เครื่องเก็บเกี่ยว

☐ รถเกี่ยวนวดข้าว ☐ รถตัดอ้อย ☐ อื่นๆ.....

☐ อื่นๆ .....

#### เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับบริษัทของท่านอาศัยวิธีการ

☐ ผลิตเองทั้งหมดภายในประเทศ

เช่น.....

ส่วนใหญ่ผลิตเอง.....เปอร์เซ็นต์ตามมูลค่าราคาขาย นำเข้า.....เปอร์เซ็นต์ ชิ้นส่วนที่นำเข้าคือ.....

ระยะเวลาของการนำเข้าชิ้นส่วนหรือเทคโนโลยี .....

☐ นำเข้าจากต่างประเทศ

เช่น .....

ระยะเวลาของการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตร .....

บริษัทของท่านมีความเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำหรือไม่(ดูคำอธิบายเกษตรแม่นยำในเอกสารประกอบ)

☐ มี เช่น .....

☐ ไม่มี เช่น .....

**ส่วนที่ 2** สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน)

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด

| หัวข้อการสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตร                                                              | ระดับคะแนน |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|
|                                                                                                           | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1.ความแพร่หลายของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                                     |            |   |   |   |   |
| 2.เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศมีทิศทางการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                     |            |   |   |   |   |
| 3.ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรยอมรับ                           |            |   |   |   |   |
| 4.กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตร                |            |   |   |   |   |
| 5.ปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                    |            |   |   |   |   |
| 6.ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับจากต่างชาติ                   |            |   |   |   |   |
| 7.นโยบายของรัฐบาลมีส่วนผลักดันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                    |            |   |   |   |   |
| 8.ภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร |            |   |   |   |   |
| 9.การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของ                                                               |            |   |   |   |   |

|                                                                                                             |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| ประเทศอาศัยความร่วมมือกับหน่วยภาครัฐหรือสถาบันการศึกษา                                                      |  |  |  |  |  |
| 10.ความต้องการของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักของการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                    |  |  |  |  |  |
| 11.เครื่องจักรกลการเกษตรยังต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ                                                  |  |  |  |  |  |
| 12.ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักรสามารถผลิตเองหรือหาซื้อได้ภายในประเทศ                                 |  |  |  |  |  |
| 13.แนวโน้มการส่งเสริมและผลักดันเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องจักรกลการเกษตรจากภาครัฐ                         |  |  |  |  |  |
| 14.ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ |  |  |  |  |  |

**ส่วนที่ 3** ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ โดยที่ เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ คือ เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเทคโนโลยีด้านควบคุมอัตโนมัติมาเป็นระบบควบคุมการทำงาน เช่น เครื่องปรับระดับพื้นดิน (Land leveling) หรือเทคโนโลยีจ่ายตามอัตรา (variable rate) เป็นต้น (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน)

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด

| หัวข้อข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                    | ระดับคะแนน |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|
|                                                                                                  | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1.ท่านรู้จักเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture)                                  |            |   |   |   |   |
| 2.ท่านคิดว่าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศ                       |            |   |   |   |   |
| 3.ท่านเห็นด้วยกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำว่าควรถูกผลักดันเป็นวาระระดับชาติ   |            |   |   |   |   |
| 4.ประเทศมีศักยภาพด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                          |            |   |   |   |   |
| 5.กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ |            |   |   |   |   |

|                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 6.ส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                          |  |  |  |  |  |
| 7.ประเทศมีความพร้อมทางด้านการ ผลิตส่วนระบบวัดและควบคุม เช่น เซ็นเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน                                     |  |  |  |  |  |
| 8.ส่วนระบบควบคุมจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                                                     |  |  |  |  |  |
| 9.ระบบสารสนเทศ เช่น สัญญาณ จีพีเอส อินเทอร์เน็ต มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                               |  |  |  |  |  |
| 10.ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านทางเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                        |  |  |  |  |  |
| 11.ต้นทุนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำให้เข้าสู่กลุ่มเกษตรกรในวงกว้าง                                     |  |  |  |  |  |
| 12.ควรส่งเสริมและสนับสนุนกลุ่ม start up ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ |  |  |  |  |  |
| 13.ความสามารถของการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ                                                      |  |  |  |  |  |
| 14.ความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกับภาคเกษตรกรรมของประเทศ                                           |  |  |  |  |  |
| 15.เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่การเกษตรแปลงเล็ก                                                    |  |  |  |  |  |

**ส่วนที่ 4** เป็นแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

- ด้านการผลักดันเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย

.....

.....

.....

.....

- ด้านต้นทุนของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

.....

.....

- ด้านส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- ด้านส่วนระบบควบคุมและเซ็นเซอร์ของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งมอบเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

- ด้านอื่นๆ

หมายเหตุ : หากท่านมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมกรุณาติดต่อเบอร์โทรศัพท์มือถือ 089-255-6024 (นายนิติรงค์ พงษ์พานิช) อีเมล [rdinrp@ku.ac.th](mailto:rdinrp@ku.ac.th) และขอความอนุเคราะห์ส่งแบบสอบถามส่งมาที่ ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ สำนักงานวิทยาเขตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เลขที่ 1 หมู่ 6 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 เบอร์โทรศัพท์ : 034-351397 ภายใน 3705-14 โทรสาร : 034-351946

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC)

เรื่อง “แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0”

---

### คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาและพัฒนาโลจิสติกส์ด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยภายใต้บริบทไทยแลนด์ 4.0 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ วิเคราะห์กระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ และเป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายสนับสนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

2. แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 4 ส่วน

3.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.2 ส่วนที่ 2 สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ

3.3 ส่วนที่ 3 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

3.4 ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

4. ขอความกรุณาผู้ทรงคุณวุฒิหรือท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาแบบสอบถาม(ร่าง)ว่ามีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามในระบบ IOC โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง โดย

เกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC

- ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
- ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
- ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

5. ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็น เพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยการเขียนข้อเสนอแนะไว้ท้ายข้อความนั้นๆ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์

นายนิติรงค์ พงษ์พานิช

หัวหน้าโครงการวิจัย

## ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงสำหรับผู้ตอบแบบสอบถาม : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

| ข้อ | ข้อความ                                                  | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|----------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
|     |                                                          | +1                          | 0 | -1 |            |
| 1.  | ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม                                 |                             |   |    |            |
| 2.  | ชนิดเครื่องจักรกลการเกษตรที่บริษัทท่านผลิต               |                             |   |    |            |
| 3.  | เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับบริษัทของท่าน<br>อาศัยวิธีการ |                             |   |    |            |

## ส่วนที่ 2 สถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อสถานการณ์เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศสำหรับสอบถามกับหน่วยงาน บริษัทอุตสาหกรรม หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยสอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่จะวัดหรือไม่ โปรดตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

| ข้อ | ข้อความ                                                                                  | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
|     |                                                                                          | +1                          | 0 | -1 |            |
| 1.  | ความแพร่หลายของการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                      |                             |   |    |            |
| 2.  | เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยมีทิศทางการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                   |                             |   |    |            |
| 3.  | ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรยอมรับ            |                             |   |    |            |
| 4.  | กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตร |                             |   |    |            |

| ข้อ | ข้อความ                                                                                                          | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                  | +1                          | 0 | -1 |            |
| 5.  | ปริมาณการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของ<br>ประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง                                         |                             |   |    |            |
| 6.  | ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิต<br>ภายในประเทศอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับจาก<br>ต่างชาติ                    |                             |   |    |            |
| 7.  | นโยบายของรัฐบาลมีส่วนผลักดันอุตสาหกรรม<br>เครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศ                                         |                             |   |    |            |
| 8.  | ภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจขนาด<br>กลางและเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี<br>เครื่องจักรกลการเกษตร  |                             |   |    |            |
| 9.  | การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร<br>ของประเทศอาศัยความร่วมมือกับหน่วยภาครัฐ<br>หรือสถาบันการศึกษา          |                             |   |    |            |
| 10. | ความต้องการของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักของ<br>การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร<br>ของประเทศ                    |                             |   |    |            |
| 11. | เครื่องจักรกลการเกษตรยังต้องอาศัยการนำเข้า<br>จากต่างประเทศ                                                      |                             |   |    |            |
| 12. | ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักรสามารถผลิต<br>เองหรือหาซื้อได้ภายในประเทศ                                     |                             |   |    |            |
| 13. | แนวโน้มการส่งเสริมและผลักดันเพื่อพัฒนา<br>เทคโนโลยีของเครื่องจักรกลการเกษตรจาก<br>ภาครัฐ                         |                             |   |    |            |
| 14. | ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกล<br>การเกษตรของประเทศอยู่ในระดับใกล้เคียงกับ<br>เครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ |                             |   |    |            |

### ส่วนที่ 3 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ

**คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ :** โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับความคิดเห็นข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเพื่อเป็นแนวทางต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยสำหรับสอบถามกับหน่วยงาน บริษัทอุตสาหกรรม หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยสอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่จะวัดหรือไม่ โปรดตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความจริง

| ข้อ | ข้อความ                                                                                           | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | ข้อเสนอแนะ |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|---|------------|
|     |                                                                                                   | +1                          | 0 | 1 |            |
| 1   | ท่านรู้จักเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture)                                     |                             |   |   |            |
| 2   | ท่านคิดว่าเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำมีความสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศ                          |                             |   |   |            |
| 3   | ท่านเห็นด้วยกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำว่าควรถูกผลักดันเป็นวาระระดับชาติ      |                             |   |   |            |
| 4   | ประเทศมีศักยภาพด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                             |                             |   |   |            |
| 5   | กระบวนการผลิตของโรงงานมีความพร้อมต่อการผลิตโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ    |                             |   |   |            |
| 6   | ส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                            |                             |   |   |            |
| 7   | ประเทศมีความพร้อมทางด้านการผลิตส่วนระบบวัดและควบคุม เช่น เซ็นเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน        |                             |   |   |            |
| 8   | ส่วนระบบควบคุมจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ                                                       |                             |   |   |            |
| 9   | ระบบสารสนเทศ เช่น สัญญาณ จีพีเอส อินเทอร์เน็ต มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ |                             |   |   |            |

| ข้อ | ข้อความคำถาม                                                                                                                   | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|---|------------|
|     |                                                                                                                                | +1                          | 0 | 1 |            |
| 10  | ประเทศควรมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านทางเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ                                                        |                             |   |   |            |
| 11  | ต้นทุนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำให้เข้าสู่กลุ่มเกษตรกรในวงกว้าง                                     |                             |   |   |            |
| 12  | ควรส่งเสริมและสนับสนุนกลุ่ม start up ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ |                             |   |   |            |
| 13  | ความสามารถของการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ                                                      |                             |   |   |            |
| 14  | ความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำกับภาคเกษตรกรรมของประเทศ                                           |                             |   |   |            |
| 15  | เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่การเกษตรแปลงเล็ก                                                    |                             |   |   |            |

**ส่วนที่ 4** เป็นแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำของประเทศ

**คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ :** โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับความคิดเห็นข้อมูลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำเพื่อเป็นแนวทางต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยสำหรับสอบถามกับหน่วยงาน บริษัทอุตสาหกรรม หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยสอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่จะวัดหรือไม่ โปรดตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความต้องการ

| ข้อ | ข้อความ                                                                | ความคิดเห็น<br>ผู้เชี่ยวชาญ |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
|     |                                                                        | +1                          | 0 | -1 |            |
| 1.  | ด้านการผลักดันเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกล<br>การเกษตรของประเทศไทย          |                             |   |    |            |
| 2.  | ด้านต้นทุนของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร<br>แม่นยำ                    |                             |   |    |            |
| 3.  | ด้านส่วนโครงสร้างและกลไกทางกลของ<br>เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ        |                             |   |    |            |
| 4.  | ด้านส่วนระบบควบคุมและเซนเซอร์ของ<br>เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ        |                             |   |    |            |
| 5   | ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งมอบ<br>เครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ |                             |   |    |            |

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก จ

รูปประกอบการสัมภาษณ์



การประชุมร่วมกับ ผศ.ดร.วันรัฐ อับดุลลาการิม เพื่อสอบถามสถานการณ์ของเครื่องจักรกลการเกษตรแม่นยำ  
และงานวิจัยและพัฒนาด้านเครื่องประดับพื้นที่



การประชุมร่วมกับสภาอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งประเทศไทย เพื่อนำเสนอเนื้อหาและขอ  
ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย



การประชุมร่วมกับสภาอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งประเทศไทย เพื่อนำเสนอเครื่องจักรกล  
การเกษตรแม่นยำกรณีตัวอย่าง อาทิเช่น เครื่องปรับระดับพื้นที่ (land leveling) เทคโนโลยีปรับอัตรา  
(variable rate) และ GPS แทรกเตอร์ (Guidant)



การประชุมร่วมกับ ผู้อำนวยการ อัครพล เสนาณรงค์ สถาบันเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวง  
เกษตรและสหกรณ์



การประชุมร่วมกับคุณสันติภาพ ศรีสุขจร ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีกำแพงแสนมอเตอร์



การประชุมร่วมกับผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.ขวัญตรี ศรีประชาธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



การประชุมร่วมกับบริษัทโซคชัยจักรกลการเกษตร



การประชุมร่วมกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



การประชุมเพื่อร่วมจัดทำแผนยุทธศาสตร์กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร  
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย