



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาระบบโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตร
เพื่อการผลิตอ้อยภายใต้บริบท AEC”

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และคณะ

วันที่ 15 กรกฎาคม 2556

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สัญญาเลขที่ RDG5550086

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การศึกษาระบบโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตร
เพื่อการผลิตอ้อยภายใต้บริบท AEC”

คณะผู้วิจัย

สังกัด

รองศาสตราจารย์ ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์
ดร.วันรัฐ อับดุลลากาซิม
นายชัยมงคล ลี้มเพียรชอบ
นางสาวปริญญา พัฒนวิวัฒน์พร
ดร.ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล
นายวัชรชาญ สุขเจริญวิภารัตน์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการย่อยที่ 5

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การศึกษาระบบโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยภายใต้บริบท AEC

(ภาษาอังกฤษ) A Study on the Logistics System of Agricultural Machinery for Sugarcane Production under the Context AEC

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

1.2.1 รศ.ดร.นายประเทือง อุษาบริสุทธิ์ หัวหน้าโครงการ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ 034-351-896

1.2.2 ดร.วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม ผู้ร่วมงานวิจัย อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ 034-351-896

1.2.3 นายชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ ผู้ร่วมงานวิจัย อาจารย์ โครงการจัดตั้งสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ 034-351404

1.2.4 นางสาวปริญญญา พัฒนวิวัฒน์ ผู้ร่วมงานวิจัย อาจารย์ โครงการจัดตั้งสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ 034-351404

1.2.5 ดร.ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล ผู้ร่วมงานวิจัย อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ 034-351-896

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2555 จำนวนเงิน 1,521,850.00 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 15 กรกฎาคม 2555 ถึง 14 กรกฎาคม 2556

2. สรุปโครงการวิจัย

2.1 การส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อยไปยังกลุ่มประเทศอาเซียน

ประเทศไทยมีการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรไปในกลุ่มประเทศอาเซียนเรียงตามลำดับผู้ค้าคือประเทศกัมพูชา ลาว เมียนมาร์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ และบรูไน โดยสินค้าที่ส่งออกหลัก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม เครื่องมือเตรียมดิน เครื่องปลูกเครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดยา การเกษตรเครื่องเกี่ยวนวด และชิ้นส่วนอะไหล่

มีการส่งออกมีทั้งทางบกและทางเรือ ในการส่งออกนั้นผู้ซื้อจะเป็นคนรับภาระในส่วนของการขนส่ง และการดำเนินธุรกรรมต่างๆเกี่ยวกับการส่งออก โดยบริษัทส่วนใหญ่จะใช้บริการของบริษัทส่งออก ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการดำเนินธุรกรรมต่างๆเกี่ยวกับการส่งออกผู้ซื้อเป็นคนรับผิดชอบ โดยค่าใช้จ่ายอยู่ที่ประมาณ 20,000-30,000 บาท

เมื่อมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน จะเป็นผลดีกับผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากการมีการขยายฐานการผลิตของโรงงานน้ำตาลไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน เช่นในลาว กัมพูชา และเมียนมาร์

จากการศึกษาระบบโลจิสติกส์ พบว่าบริษัทส่วนใหญ่มีปัญหาด้านแรงงาน และการจัดการโซ่อุปทานของบริษัทการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร บริษัทเหล่านี้ไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตและประกอบเครื่องจักรกลการเกษตร ทำให้ขาดประสิทธิภาพด้านการผลิต

2.2 ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย เพื่อส่งออกไปยังประเทศอาเซียน เริ่มตั้งแต่บริษัทได้รับใบสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งอาจเป็นจากตัวแทนจำหน่ายหรือเกษตรกรโดยตรง บริษัทจะกำหนดเวลาในการส่งสินค้ากับผู้ซื้อเมื่อตกลงกันได้แล้วจะเริ่มการผลิตสินค้าตามที่ผู้ซื้อต้องการและดำเนินการส่งออกโดยใช้บริษัทส่งออก ในการผลิตโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร จะทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนและวัสดุที่ใช้ในการผลิตสินค้ามาเก็บไว้เพื่อลดระยะเวลาในการผลิต ชิ้นส่วนอะไหล่ที่หล่อ หรือขึ้นรูป และวัสดุเหล็กจะสั่งจากทั้งโรงงานภายในประเทศและจากต่างประเทศ เมื่อโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเสร็จแล้วจะทำการจัดส่งให้กับผู้ซื้อ โดยการจัดส่งมีทั้งทางบกซึ่งจะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยังด่านศุลกากรเพื่อผ่านไปยังต่างประเทศ หรือทางน้ำโดยใช้เรือในการขนส่ง นำสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งไปยังผู้ซื้อ โดยโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 11

2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์เพื่อการผลิตและการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย

จากปัญหาด้านการจัดการโซ่อุปทานของโรงงานการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อย เพื่อให้โรงงานเหล่านี้สามารถปรับตัวและแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้หลังจากประเทศไทยก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ.2558 โรงงานผลิตและประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อยกว่าร้อยละ 80 เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก และมีปัญหาหลักอยู่ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ปัญหาด้านการสั่งซื้อชิ้นส่วนในการผลิต ในปัจจุบันโรงงานขนาดกลางใช้วิธีการสั่งซื้อชิ้นส่วนโดยสั่งซื้อมาทีละียวหลายๆ ชิ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นเมื่อชิ้นส่วนถูกส่งเข้ามาที่โรงงาน ทำให้โรงงานต้องจัดหาโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนเหล่านี้ไว้ เป็นผลให้เพิ่มต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น ปัญหาในส่วนที่สอง คือแผนการผลิตและประกอบชิ้นส่วน ซึ่งจะมีชิ้นส่วนบางชิ้นต้องผ่านกระบวนการก่อนถึงจะใช้ชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ การขาดการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะทำให้มีบางชิ้นส่วนผลิตไม่ทัน หรือผลิตเกินความต้องการ ทำให้มีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ในแต่ละกระบวนการ เป็นผลทำให้เกิดต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลัง และปัญหาสุดท้ายที่ทุกโรงงาน

ประสบอยู่คือ แรงงานที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะโรงงานขนาดกลางจะมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนแรงงานที่มีในแต่ละวัน และการควบคุมต้นทุนทางด้านแรงงานเป็นไปได้ยาก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก คือ คำนึงถึงในด้านการวางแผนการผลิตและประกอบ เพื่อให้ทางโรงงานสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วน การจัดสมดุลสายการผลิตและประกอบ รวมถึงปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ให้สอดคล้องกับเวลา และปริมาณอุปสงค์ของลูกค้า เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนและตัดสินใจของโรงงานผลิตในการวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยกำหนดปัญหารูปแบบระบบการวางแผนการผลิตใงานแบบสามผาล เป็นกรณีศึกษา เพื่อให้ทางโรงงานเห็นต้นทุนการดำเนินการรวมทั้งหมดได้ และเพื่อช่วยในการปรับแผนการผลิตและประกอบ รวมถึงเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการวางแผนการผลิต ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองจะพิจารณาจากแผนการผลิตหลัก (Master production plan) และสามารถแบ่งระบบการผลิตเป็น 5 ระดับ โดยเริ่มตั้งแต่ระดับต่ำสุดเป็นการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ จนถึงระดับสูงสุดประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จส่งขายให้ลูกค้า โดยภายในแบบจำลองจะพิจารณาด้านทุนที่เกิดขึ้น 3 ส่วน คือต้นทุนจากการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง และต้นทุนด้านแรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาที่โรงงานประสบอยู่

จากการทดสอบหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ด้วยโปรแกรม CPLEX 8.0 พบว่าคุณภาพของผลลัพธ์ของระบบการวางแผนการผลิตสูงมาก ค่าผลลัพธ์ของสมการเป้าหมายมีค่าความเผื่อจากค่าที่เหมาะสมที่สุดเพียง 0.01% เท่านั้น และระบบการวางแผนการผลิตที่ได้จากแบบจำลองมีค่านีมีต้นทุนการผลิตในส่วนองค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมต่ำกว่าที่บริษัทดำเนินการอยู่ถึง 14.81%

3. บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

เครื่องจักรกลการเกษตรเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการผลิตอ้อย บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรส่วนใหญ่มีขนาดกลางใช้เทคโนโลยีระดับปานกลาง (Middle-End Technology) และใช้ประสบการณ์ในการวางแผนการผลิต การส่งออกไปยังประเทศอาเซียนนั้นผู้ซื้อจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนของการขนส่งและการส่งออก เมื่อมีการเปิดการค้าเสรีในกลุ่มประเทศอาเซียนจะทำให้ตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้มีแนวโน้มในการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยในประเทศไทย เพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อย การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain management) ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม ซึ่งวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนการผลิตอ้อย คำนึงถึงในด้านการวางแผนการผลิตและประกอบ เพื่อให้ทางโรงงานสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วน การจัดสมดุลสายการผลิตและประกอบ รวมถึงปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ให้สอดคล้องกับเวลา และปริมาณอุปสงค์ของลูกค้า โดยกำหนดปัญหารูปแบบระบบการวางแผนการผลิตใงานเตรียมดิน แบบสามผาล เป็นกรณีศึกษา ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองพิจารณาจากแผนการผลิตหลัก

(Master production plan) และสามารถแบ่งระบบการผลิตเป็น 5 ระดับ โดยเริ่มตั้งแต่ระดับต่ำสุดเป็นการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ จนถึงระดับสูงสุดประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จส่งขายให้ลูกค้า โดยภายในแบบจำลองจะพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้น 3 ส่วน คือต้นทุนจากการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง และต้นทุนด้านแรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาที่โรงงานประสบอยู่

จากการทดสอบหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ด้วยโปรแกรม CPLEX 8.0 พบว่าคุณภาพของผลลัพธ์ของระบบการวางแผนการผลิตสูงมาก ค่าผลลัพธ์ของสมการเป้าหมายมีค่าความเผื่อจากค่าที่เหมาะสมที่สุดเพียง 0.01% เท่านั้น และระบบการวางแผนการผลิตที่ได้จากแบบจำลองมีค่านี้นี้มีต้นทุนการผลิตในส่วน of ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมต่ำกว่าที่บริษัทดำเนินการอยู่ถึง 14.81%

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

Agricultural machinery is of important input in sugarcane production. The majority of manufacturers of agricultural machinery have been relying on middle-end technology and production planning is based on owner's experience. In the export to ASEAN countries, the customers are responsible for expenses in shipping and exporting processes. It is predictable the opening of ASEAN Economic Community (AEC) would expand the market of sugarcane machinery and export opportunity, resulting in substantial development of agricultural machinery industry in Thailand. An efficient management of supply chain and logistic systems for the exportation of sugarcane machinery is therefore crucially important.

The present study has applied the mixed-integer linear programming to improve the sugarcane machinery production by scheduling manufacturing and assembling processes in order that a factory could efficiently manage the orders and balance the production and labor allocation with time and demand. In this study, the production of three-bottom disc plow was used as a case study. Its master production plan was divided into five sub-processes from parts ordering to final assembling which ready to hand in to customers. In the modeling, three sources of costs including those due to parts ordering process, warehousing, and labors, were taken into account since these costs have been considered problematic for the case.

Optimization using CPLEX 8.0 demonstrated a higher effectiveness obtainable from the proposed manufacturing system. Solving the objective function resulted in a minimal tolerance of only 0.01% associated to the optimal value. In conclusion, the proposed system contributes to reducing the operating cost by 14.81%.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	iii
สารบัญภาพ	iv
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	4
1.7 เป้าหมายของผลผลิต (Output) และตัวชี้วัด	5
1.8 เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) และตัวชี้วัด	5
1.9 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัยที่มีอยู่	5
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย	7
2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	8
2.3 กระบวนการเพาะปลูกอ้อย	10
2.4 เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery)	12
บทที่ 3 สถานการณ์โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร ในภูมิภาคอาเซียน	
3.1 บทนำ	18
3.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในเครื่องจักรกลการเกษตร	18
3.3 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการตลาด	32
3.4 การนำเสนอร่างแผนแม่บทของเครื่องจักรกลการเกษตรของไทย	34
3.5 การวิเคราะห์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	38

บทที่ 4 ผลการศึกษาระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	
4.1 บทนำ	42
4.2 ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับระบบโลจิสติกส์เครื่องจักรกลการเกษตร	42
4.3 ข้อมูลสัมภาษณ์ผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร	49
บทที่ 5 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์	
5.1 บทนำ	58
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร	58
5.3 การส่งออกของโรงงานตัวอย่าง	58
5.4 ขั้นตอนในการส่งออก	58
5.5 ปัญหาของโรงงานตัวอย่าง	59
5.6 ตัวอย่างเครื่องจักรกลการเกษตร	59
5.7 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Formulate a Model)	64
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1 การส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยไปยังกลุ่มประเทศอาเซียน	86
6.2 ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	86
6.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์เพื่อการผลิตและการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	87
เอกสารอ้างอิง	89
ภาคผนวก	94

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายงานผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายปีการผลิต 2552/2553	9
2 มูลค่าการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ปี พ.ศ. 2550 – 2553	14
3 แสดงเกณฑ์กำหนดวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม	19
4 แสดงประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม	20
5 แสดงบทบาทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย	22
6 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร กับประเทศในอาเซียน	23
7 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไทย	27
8 ประเทศที่มีศักยภาพอุตสาหกรรมที่จะแข่งขันในการค้าของประเทศไทย	28
9 แสดงการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการตลาด	33
10 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	35
11 ตารางวิเคราะห์ TOWS matrix เพื่อกำหนดกลยุทธ์ของอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลการเกษตรในภาพรวมของประเทศไทยที่เหมาะสม	40
12 ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตร	42
13 จำนวนโรงงาน เงินลงทุน และคนงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน	43
14 เงินลงทุนต่อโรงงาน และคนงานต่อโรงงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน	44
15 มูลค่าการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ปี พ.ศ. 2551 – 2555	45
16 การนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในกลุ่มอาเซียน	46
17 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกรวมของกลุ่มอาเซียน	46
18 ขนาดของปัญหา	80
19 ผลลัพธ์การคำนวณ	81
20 การเปลี่ยนแปลงของต้นทุน	83

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กระบวนการโซ่อุปทาน (The supply chain process)	7
2 กรอบการดำเนินงานวิจัยระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	8
3 พื้นที่แปลงเพาะปลูกอ้อย	10
4 การเตรียมดินเพาะปลูกอ้อย ใช้ไถงานแบบสามผาล และไถระเบิดดินดาน	11
5 การใช้เครื่องฉีดยาฆ่าแมลงทางอากาศ	11
6 การขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกสิบล้อและรถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์	12
7 ข้อมูลการส่งออกของศุลกากร ปี 2554	32
8 สัดส่วนจำนวนโรงงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน	43
9 ประเทศในอาเซียนที่ไทยนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในปี พ.ศ.2554	47
10 โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	56
11 ไถงานแบบสามผาล	60
12 ขั้นตอนผลิตไถงานแบบสามผาล	60
13 ชุดขาไถ (ขาหน้า)	61
14 ชุดขาไถ (ขาหลัง)	62
15 ชุดทางคัตและเพลาคัตท้าย	63
16 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	64
17 โครงสร้างแบบจำลอง	66
18 ตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL	78
19 ตัวอย่างการเขียนข้อมูลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL	79
20 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง	81
21 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของต้นทุนแต่ละประเภท	84
ภาพผนวกที่	หน้า
1 ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีกำแพงแสนมอเตอร์	95
2 โรงกลึงชัยมอเตอร์ P.T. ท่ามะนาว	95
3 อู่ชุศิลป์ การช่าง	96
4 บริษัทสยามอิมพลีเม้น จำกัด	96
5 บริษัทชลบุรีเมืองทอง จำกัด	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
6 ด้านศุลกากรแม่สอด	98
7 ด้านศุลกากรเชียงของ	99
8 ด้านศุลกากรแม่สาย	100

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากการที่อาเซียนให้ความสำคัญในการเสริมสร้างความแข็งแกร่งทางเศรษฐกิจร่วมกันอย่างต่อเนื่อง นำไปสู่การจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียนหรืออาฟตา (ASEAN Free Trade Area: AFTA) ในปี 2546 และได้เห็นชอบให้อาเซียนกำหนดทิศทางการดำเนินงานเพื่อมุ่งไปสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ภายในปี 2563 (ค.ศ.2020) (สำนักอาเซียน กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ)

จุดมุ่งหมายหลักของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน คือ การนำอาเซียนไปสู่การเป็นตลาดและฐานการผลิตร่วมกัน (Single Market and Production Base) ซึ่งหมายถึงการทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายอย่างเสรีใน 5 สาขา ประกอบด้วย สินค้า บริการ การลงทุน แรงงานฝีมือและเงินทุน ซึ่งแน่นอนว่าการเปิดเสรีดังกล่าวย่อมมีทั้งผู้ที่ได้ประโยชน์และเสียประโยชน์ไม่น้อยแตกต่างกันตามศักยภาพของผู้ประกอบการในแต่ละประเทศ อ้อยเป็นพืชที่สำคัญของประเทศไทย ผลผลิตอ้อยที่ได้จากเกษตรกรเป็นวัตถุดิบที่นำเข้าโรงงานเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นน้ำตาล นอกจากจะให้น้ำตาลที่ใช้บริโภคเป็นอาหารประจำวันแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผลิตแอลกอฮอล์ และเป็นเชื้อเพลิงนอกจากนี้น้ำตาลยังใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารเคมีหลายชนิด ปัจจุบันไทยส่งออกน้ำตาลทรายเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศบราซิล อินเดีย จีน ตามลำดับ

ในปีการผลิต 2552/53 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ ในเขตพื้นที่สำรวจรวม 47 จังหวัด จำนวน 7.13 ล้านไร่ (7,134,846 ไร่) แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 6,741,412 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 393,434 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2551/52 จำนวน 0.29 ล้านไร่ หรือร้อยละ 4.3 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2553) ได้กำหนดราคาอ้อยขึ้นต้นปีการผลิต 2552/53 ต้นละ 965 บาท ซึ่งสูงกว่าราคาอ้อยขึ้นสุดท้ายปี 2551/52 ที่ราคาต้นละ 917.87 บาท (ที่ 10 ซีซีเอส) และผลตอบแทนการผลิตน้ำตาลทรายราคาต้นละ 413.57 บาท ซึ่งสูงกว่าผลตอบแทนการผลิตน้ำตาลทรายขึ้นสุดท้ายปี 2551/52 ที่ต้นละ 393.37 บาท (ที่ 10 ซีซีเอส) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการคาดการณ์ว่าพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจะเพิ่มมากขึ้น

จากการคาดการณ์การปลูกอ้อยจะสูงขึ้นทำให้อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรเข้ามาเป็นส่วนจำเป็นสำคัญในกระบวนการผลิตอ้อย เพราะเครื่องจักรกลเกษตรเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตอ้อยทั้งการเตรียมดิน การปลูกอ้อย การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และรวมไปถึงการขนส่ง

เครื่องจักรกลเกษตรทั้งหมด (Agricultural Machinery) ในปี 2553 มีการนำเข้าคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 31,258 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2552 คิดเป็นร้อยละ 3.72 ขณะที่การส่งออกเครื่องจักรกลเกษตร คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 9,699 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2552 ร้อยละ 56.61 โดยเป็นส่งออกไปยังประเทศในเขตอาเซียนเป็นส่วนใหญ่

ปัจจุบันกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรผลิตรายของไทยมีการดำเนินการหรือการบริหารกิจการในรูปแบบครอบครัวและมีการพัฒนาค่อนข้างน้อย ประกอบกับการแข่งขันทางตลาดสูงทั้งในประเทศ และจากคู่แข่งนอกประเทศ ที่มีการพัฒนาทั้งทางด้านการบริหารจัดการ การผลิต เทคโนโลยีที่สูงกว่า และการส่งออก ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายได้เองเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมีบางที่ที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรและชิ้นส่วนเพื่อนำเข้ามาประกอบเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายที่นำเข้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต หรือเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายที่ได้รับการพัฒนาทางด้านเทคนิคให้มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นผลสำเร็จจากการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มูลค่าการนำเข้ามีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่มูลค่าการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตรายของไทยยังมีมูลค่าที่ต่ำ เนื่องจากต้นทุนในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายมีต้นทุนที่สูง ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากต้นทุนในระบบโลจิสติกส์ที่สูง

การพัฒนาระบบโลจิสติกส์จำเป็นต้องพัฒนาตั้งแต่ระบบการจัดการการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain management) ที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเป็นสิ่งจำเป็นมาก ในการพัฒนาศักยภาพการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรผลิตราย เพื่อให้สามารถแข่งขันใน AEC ได้ ทั้งนี้การจัดการโซ่อุปทานที่ดีจะช่วยให้ลดต้นทุนการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรส่งผลให้เกษตรกรผู้ผลิตรายลดต้นทุนในการจัดหาเครื่องจักรกลเกษตรลงในอีกด้านหนึ่งเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางด้านการตลาดทั้งในประเทศและการส่งเครื่องจักรกลเกษตรไปยัง AEC

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตราย
2. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ เพื่อการผลิตและการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตราย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายที่ผลิตในประเทศไทยและมีศักยภาพในการส่งออก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษามาพัฒนาระบบโลจิสติกส์เครื่องจักรกลการเกษตรผลิตรายเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งและการส่งออกได้
2. ได้เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรผลิตราย
3. ภาครัฐสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการกำหนดแนวทางเพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เกษตรกร องค์กรการเกษตร ผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อการส่งออก และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีระบบ

โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ มีผลตอบแทนเพิ่มขึ้นและลดการสูญเสีย ซึ่งทำให้ลดต้นทุนของการผลิต

4. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษานำมาพัฒนาแผนกลยุทธ์การส่งออก

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรกลการเกษตรจากศุลกากร เพื่อรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการผลิตอ้อยและบริษัทผู้ผลิตที่สำคัญ
2. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสำรวจ และข้อมูลจากการสังเกตและสัมภาษณ์จากกลุ่มบริษัทผู้ผลิตและ หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องการเคลื่อนย้าย การปฏิบัติและต้นทุนในแต่ละกิจกรรมในระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดและคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย เช่น เส้นทางขนส่ง แหล่งวัสดุและปริมาณการผลิต ต้นทุนการขนส่ง แหล่งและสาเหตุของความเสียหายในโซ่อุปทาน เป็นต้น
3. ออกแบบแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการสำรวจและสัมภาษณ์ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ (Parameters) ซึ่งมีผลกระทบกับปัญหาของกรณีศึกษา การประมาณค่าพารามิเตอร์จะถูกใช้เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของโซ่อุปทานและโลจิสติกส์
4. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Formulate a Model) ซึ่งในขั้นตอนนี้ คณะวิจัยได้แบ่งหัวข้อในการทำวิจัย ประกอบด้วย
 - 4.1 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทั้งหมดที่เกี่ยวข้องของโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย
 - 4.2 ข้อสมมติ (Assumptions) ที่คณะวิจัยได้กำหนดขึ้นมาในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure) เพื่อเป็นการกำหนดกรอบการสร้างแบบจำลองและตัวแปรตัดสินใจในแต่ละกระบวนการ
 - 4.4 รายละเอียดของปัญหา ในส่วนนี้จะอธิบายถึงข้อสรุปรายละเอียดของปัญหาในแต่ละกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการศึกษาปัญหาและเก็บข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 เพื่อการสร้างแบบจำลอง
 - 4.5 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย
 - 4.6 การเขียนแบบจำลองลงบนคอมพิวเตอร์ (Coding)

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model validation and verification) ซึ่งขั้นตอนนี้จะป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการประยุกต์ใช้จริงของแบบจำลอง บริษัทและหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องต้องยอมรับกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 3 ว่ามีความเที่ยงตรงแม่นยำสามารถใช้แทนระบบจริงได้ ประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

5.1 ข้อมูลนำเข้า (Input data structures) เป็นข้อมูลจริงที่ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท และ หน่วยงานรัฐ เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

5.2 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model verification) เพื่อตรวจสอบแบบจำลองสามารถถ่ายทอดลงบนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

5.3 การตรวจสอบผลลัพธ์ร่วมกับบริษัทและหน่วยงานรัฐ (Model validation) ซึ่งนำผลลัพธ์ของ แบบจำลองให้กับทางบริษัทและหน่วยงานรัฐ ได้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง (Validation) เพื่อตรวจสอบแบบจำลองสามารถใช้แทนระบบจริงได้อย่างถูกต้อง

5.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) เพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นหลังจากที่ได้คำตอบที่เหมาะสม ที่สุดแล้ว

6. สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพโซ่อุปทานและโลจิสติกส์

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.วางแผน ออกแบบแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูล												
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง												
3.สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์รวมทั้งทดสอบและปรับแก้แบบจำลอง												
4.สรุปผลการวิจัย												

1.7 เป้าหมายของผลผลิต (Output) และตัวชี้วัด

ผลผลิต	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
ได้กลไกระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย	ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อยในการส่งออก	เกิดระบบที่มีประสิทธิภาพลดความเสียหายของการขนส่งตลอดโซ่อุปทานของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย	ลดเวลาที่ใช้ในการขนส่งและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย	ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย

1.8 เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) และตัวชี้วัด

ผลลัพธ์	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
นำผลการวิจัยใช้ผลักดันการในระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลเกษตรของไทย	ได้แผนการดำเนินงานในภาพรวมของประเทศของการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรของไทย	มีการถ่ายทอดความรู้ระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพให้กับผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ บริษัทผลิตเครื่องจักรกลเกษตรของไทย	ลดเวลาที่ใช้ในการขนส่งและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย	ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย

1.9 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัยที่มีอยู่

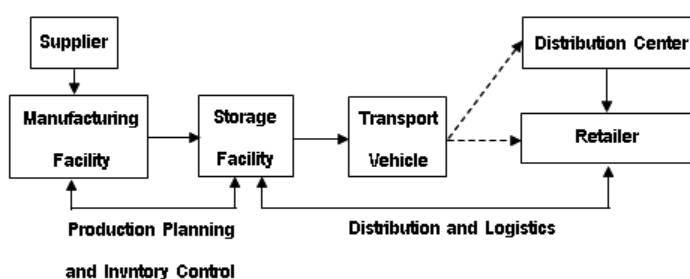
มีบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลการเกษตรและโลจิสติกส์ และมีความพร้อมในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

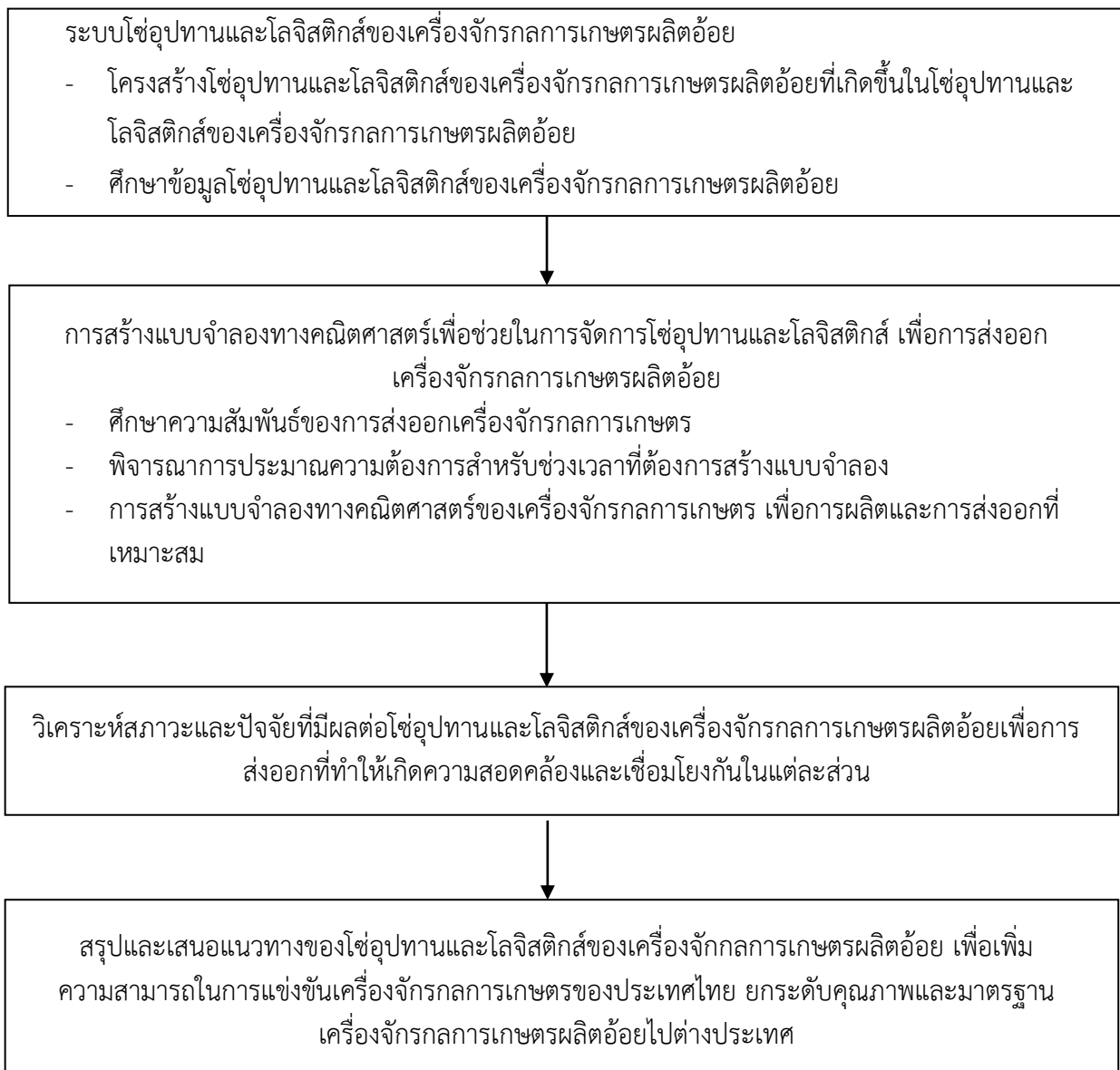
การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain management) ที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเป็นสิ่งจำเป็นมากในการประกอบกิจการการผลิตสินค้า เนื่องจากทุกส่วนภายในองค์กร และภายนอกองค์กรมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง และมีผลกระทบซึ่งกันและกัน การจัดการโซ่อุปทานสามารถครอบคลุมการตัดสินใจได้ใน 3 ส่วนหลัก คือ การวางแผนการผลิต (Production planning) การควบคุมวัสดุคงคลัง (Inventory control) และรูปแบบการกระจายสินค้า (Physical distribution) ดังภาพที่ 1 (Beamon, 1998)



ภาพที่ 1 กระบวนการโซ่อุปทาน (The supply chain process)

การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการผลิตอ้อยนอกจากต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆเช่นเดียวกับการผลิตเครื่องจักรกลทั่วไปแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นอีก เช่น ช่วงเวลาที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว

กรอบความคิดของการวิจัยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยภายใต้บริบท AEC ดังนี้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย ยกกระดับคุณภาพและมาตรฐานของเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย ทำให้ทราบถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพ และระบบโลจิสติกส์โดยรวมของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย โดยมีกำหนดกรอบการวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบการดำเนินงานวิจัยระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตร้อย

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ในปีการผลิต 2552/53 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั้งประเทศในเขตพื้นที่สำรวจรวม 47 จังหวัดจำนวน 7.13 ล้านไร่ (7,134,846 ไร่) แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 6,741,412 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 393,434 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากการผลิต 2551/52 จำนวน 0.29 ล้านไร่ หรือร้อยละ 4.3 โดยมีปริมาณอ้อยส่งโรงงานรวม 68 ล้านตัน โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 รายงานผลผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายปีการผลิต 2552/2553

ภาค	ปริมาณอ้อยส่งโรงงาน			CCS	ปริมาณ น้ำตาลทราย (ตัน)	กิโลกรัม /ตันอ้อย
	อ้อยสด	อ้อยไฟไหม้	รวม			
เหนือ	5,016,911.972	14,151,142.528	19,168,054.500	11.71	1,935,687.061	100.99
กลาง	8,507,554.030	13,467,601.640	21,975,155.670	11.13	2,166,462.025	98.59
ตะวันออกเฉียงเหนือ	10,009,398.970	13,791,432.850	23,800,831.820	11.95	2,475,672.279	104.02
ตะวันออก	1,183,482.360	2,357,775.470	3,541,257.830	11.09	350,891.760	99.09
ทั่วประเทศ	24,717,347.332	43,767,952.488	68,485,299.820	11.58	6,928,713.125	101.17

คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายได้กำหนดราคาอ้อยขั้นต้นปีการผลิต 2552/53 ต้นละ 965 บาท ซึ่งสูงกว่าราคาอ้อยขั้นสุดท้ายปี 2551/52 ที่ราคาต้นละ 917.87 บาท (ที่ 10 ซีซีเอส) และผลตอบแทนการผลิตน้ำตาลทรายราคาต้นละ 413.57 บาท ซึ่งสูงกว่าผลตอบแทนการผลิตน้ำตาลทรายขั้นสุดท้ายปี 2551/52 ที่ต้นละ 393.37 บาท (ที่ 10 ซีซีเอส) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการคาดการณ์ว่าพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในฤดูกาลผลิต 2553/54 จะเพิ่มมากขึ้น

เนื่องจากอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญจึงมีการทำวิจัยอย่างกว้างขวาง ส่วนหนึ่งนั้นเกี่ยวข้องกับด้านโลจิสติกส์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การผลิต เช่น การทำวิจัยด้านการเพาะปลูกอ้อยเพื่อหาผลผลิตอ้อยด้วยแบบจำลองการเจริญเติบโต (Bezuidenhout & Singels, 2007) การเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อหาผลตอบแทนรวมสูงสุดด้วยวิธีฮิวริสติกและแบบจำลองการเจริญเติบโต (กัลปพฤกษ์ และ กาญจนา, 2004) การเก็บเกี่ยว เช่น การจัดการลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย เพื่อหาผลตอบแทนรวมสูงสุดโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (ครองสิทธิ์ และคณะ, 2004 และ Higgins, 1999) หาความหวานสูงสุดในรูปแบบคณิตศาสตร์ (Jiao et al, 2005) การเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อลดต้นทุนของระบบการหีบอ้อยด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (Grunow et al, 2007) ผลตอบแทนรวมสูงสุดและผลผลิตน้ำตาลรวมสูงสุด (Higgins & Muchow, 2003) และการขนส่งอ้อย เช่น การขนส่งอ้อยเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (เชษฐา, 2004) การลดเวลาในการคอกในการเข้าคิวของรถบรรทุกอ้อยที่จะเข้าโรงงานและเวลารอทำงานของการหีบอ้อยด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Higgins, 2006)

2.3 กระบวนการเพาะปลูกอ้อย

1. การเลือกพื้นที่เพาะปลูกอ้อย

เนื่องจากการปลูกอ้อยแต่ละครั้งจะสามารถเก็บรักษาอ้อยให้อยู่ได้นานหลายปี (อย่างน้อย 3 ปี) ดังนั้นการเลือกพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญในการผลิตอ้อยให้มีกำไรหรือขาดทุน สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมประกอบด้วยดังนี้

- (1) ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง เพราะอ้อยเป็นพืชที่มีการดูดธาตุอาหารที่สูงมาก และในพื้นที่ควรมีความสม่ำเสมอมีความลาดเอียงไม่เกิน 0.3% ถ้าพื้นที่ปลูกมีความลาดเอียงเกินไปควรมีการปรับระดับหน้าดินก่อนการเพาะปลูกอ้อย
- (2) เป็นพื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง เป็นพื้นที่ระบายน้ำได้ดี
- (3) เป็นพื้นที่มีน้ำใต้ดินสูงเพื่ออ้อยปลูกจะได้ทนแล้ง
- (4) ควรมีแหล่งน้ำเพื่อลดความเสี่ยงในกรณีที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
- (5) การคมนาคมสะดวกต่อการขนส่งอ้อยเพื่อเข้าสู่โรงงานน้ำตาล



ภาพที่ 3 พื้นที่แปลงเพาะปลูกอ้อย

2. การเตรียมดินเพาะปลูกอ้อย

การเตรียมดินเป็นการทำให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและสามารถทำให้อ้อยไว้ได้นานหลายปี การเตรียมดินมีการใช้เครื่องมือหลายชนิด ตัวอย่างเช่น

- (1) การรื้อตอเก่าด้วยการใช้เครื่องสับใบและกลบเศษซากอ้อยไม่ควรใช้วิธีการเผา
- (2) ไถระเบิดดินดานให้ลึก 50 – 100 เซนติเมตร ด้วยไถระเบิดดินดาน (Subsoiler)
- (3) ไถด้วยไถงานแบบสามผาล หรือเครื่องสับใบและกลบเศษซากอ้อย
- (4) ทำการปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอด้วยการใช้ใบมีดหลัง (Land plain)
- (5) ไถแปรด้วยไถงานแบบสามผาล หรือ ไถพรวน เพื่อย่อยดินให้ก้อนเล็กลง
- (6) ยกร่องปลูกอ้อยโดยการใช้เครื่องยกร่องอ้อย

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเพาะปลูกการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละราย การใช้แรงงานคนในการตัดอ้อยระยะระหว่างแถว 1.2 – 1.3 เมตร ถ้าใช้รถตัดควรใช้ระยะ 1.5 เมตร



ภาพที่ 4 การเตรียมดินเพาะปลูกอ้อย ใช้ไถงานแบบสามผาล และไถระเบิดดินดาน

3. การเตรียมพันธุ์อ้อย

- (1) ควรเลือกพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่และสภาพดินในไร่อ้อยแต่ละพื้นที่
- (2) ควรเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง คุณภาพความหวานมากกว่า 10 ซีซีเอส
- (3) เป็นพันธุ์ที่ต้านทานโรค
- (4) เลือกพันธุ์ที่สามารถไว้ต่อได้มากกว่า 2 ครั้ง และให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ของอ้อยปลูก
- (6) เป็นพันธุ์ที่ได้มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้

4. การดูแลรักษา

- (1) การควบคุมและกำจัดวัชพืช มีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีทางเขตกรรม การคลุมดิน การปลูกพืชแซม การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช
- (2) การให้น้ำอ้อย
- (3) การใส่ปุ๋ย
- (4) การป้องกันกำจัดโรคอ้อย
- (5) การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูอ้อย



ภาพที่ 5 การใช้เครื่องฉีดพ่นทางการเกษตร

5. การเก็บเกี่ยวอ้อย

- (1) วางแผนการส่งอ้อย คือ เตรียมวางแผนหาแรงงานคน เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือตัด และขนส่งอ้อย ตรวจสอบรถคืบและรถบรรทุกให้พร้อมใช้งาน
- (2) สางใบอ้อย
- (3) ตัดอ้อย มีด้วยกัน 2 แบบ คือ ใช้แรงงานคนตัด และใช้รถตัดอ้อย
- (4) ขนส่งอ้อย ในการขนส่งมีด้วยกันหลายแบบ เช่น แทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์ รถบรรทุกหกล้อ รถบรรทุกสิบล้อ แล้วแต่ความเหมาะสมในเรื่องระยะทางและปริมาณ

อ้อย



ภาพที่ 6 การขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกสิบล้อและรถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์

2.4 เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery)

เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery) หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้ในภาคเกษตรกรรม เกี่ยวกับพืชและสัตว์ ทั้งที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการฟื้นฟู การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การเพิ่มคุณภาพ การแปรรูปผลผลิตเกษตร และการสนับสนุนระบบการผลิตทางการเกษตรอุตสาหกรรม ซึ่งมีบทบาทด้านการใช้งานในภาคเกษตรกรรมของประเทศเป็นสำคัญ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุน (Supporting Industry) ที่ผลิตปัจจัยการผลิตหรือบริการให้กับอุตสาหกรรมเกษตร มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและสร้างมูลค่าเพิ่มโดยรวมของอุตสาหกรรมให้สูงขึ้น ลักษณะการใช้งานทั่วไปของเครื่องจักรกลการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กุมภาพันธ์, 2554)

1) แทรกเตอร์ (Tractors) เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความสำคัญต่อการทำเกษตรกรรมแผนใหม่ เนื่องจากใช้เป็นแหล่งต้นกำลังหลักสำหรับลากและขับเคลื่อนหรือเครื่องมือการเกษตรอื่นๆ เช่น เครื่องเตรียมดิน เครื่องบำรุงรักษา เครื่องเก็บเกี่ยว ฯลฯ โดยแทรกเตอร์ที่ใช้ในประเทศไทย สามารถแบ่งตามแรงม้าได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กต่ำกว่า 18 แรงม้า ขนาดกลาง 18-50 แรงม้า และขนาดใหญ่ 50 แรงม้าขึ้นไป

2) เครื่องเตรียมดิน (Tillage equipment) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตรสำหรับการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูก แบ่งเป็นเครื่องเตรียมดินครั้งแรก เช่น ไถหัวหมู (Moldboard plow) ไถจาน (Disk plow) ไถดินดาน (Subsoiler) ไถยกร่อง (Lister) ฯลฯ และเครื่องมือเตรียมดินครั้งที่สอง เช่น พรวนจาน (Disk harrow) พรวนซี่สปริง (spring tooth harrow) คราด (Spike) ลูกกลิ้ง (Land roller) ฟันลาก (Float) ฯลฯ

3) เครื่องปลูก (Planting equipment) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางการเกษตร เพื่อการเพาะปลูกพืชด้วยวิธีการต่างๆ ตามกรรมวิธีในการปลูกและเลี้ยงดูต้นไม้ตั้งแต่เพาะเมล็ดหรือนำต้นที่โตแล้วหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของต้น ได้แก่ หัว กิ่ง ต้นอ่อน ไปปลูกแล้วบำรุงให้เจริญเติบโต เช่น เครื่องหว่านเมล็ด (Spacing drill) เครื่องปลูกพืชหัว (Planters) เครื่องย้ายต้นกล้าหรือดำนานา (Tran planters) เครื่องปลูกอ้อย (Sugar cane planter) ฯลฯ

4) เครื่องบำรุงรักษา (Crop protection equipment) เช่น เครื่องสูบน้ำ (Water pumps) เครื่องพ่นยา (Sprats) เครื่องพรุนระหว่างแถว (Cultivator) เครื่องหว่านปุ๋ย (Fertilizer distributors) เครื่องตัดหญ้า (Mowers) ฯลฯ

5) เครื่องเก็บเกี่ยว (Harvesting equipment) เช่น เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Combine harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย (Sugar harvester) เครื่องทำฟ่อนฟาง (Straw or fodder balers) เครื่องเก็บเกี่ยวรากหรือหัวพืช (Root or tuber harvesting) เครื่องนวด (Threshing) เครื่องสี (Hullers and Mills) ฯลฯ

6) เครื่องมืออื่นๆ (Other equipment) ได้แก่ เครื่องจักรที่ใช้ในงานปศุสัตว์ (Livestock machine) เช่น เครื่องรีดนม (Milking machines) เครื่องเตรียมอาหารสัตว์ (Feeding stuffs) เครื่องเลี้ยงสัตว์ปีก (Poultry keeping) ฯลฯ และเครื่องทุ่นแรงที่ทำให้ผลิตผลสำเร็จรูป (Crop processing equipment) เช่น เครื่องคัดแยกขนาด (Grading) เครื่องอบแห้ง (Dryers) เครื่องยก (Conveyors) ฯลฯ

การส่งออกและการนำเข้า ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2553 มีปริมาณส่งออกเพิ่มขึ้น โดยการนำเข้าระหว่างปี พ.ศ. 2552-2553 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 26.25 ต่อปี ส่วนมูลค่าลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.31 ต่อปี ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 พบว่า ไทยมีศักยภาพการผลิตเครื่องจักรกลเพื่อส่งออกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ที่สำคัญได้แก่ แทรกเตอร์เดินตาม แทรกเตอร์เพื่อการเกษตรขนาดเล็ก เครื่องสูบน้ำ เครื่องสีและขัดธัญพืช และเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ส่วนการนำเข้ามีปริมาณเครื่องจักรนำเข้าค่อนข้างคงที่เฉลี่ยร้อยละ 0.37 ต่อปี แต่มูลค่าการนำเข้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.90 ต่อปี โดยนำเข้าเครื่องจักรประเภทที่มีเทคโนโลยี ระดับ High-End Technology และยังไม่มีการผลิตในประเทศ

ตารางที่ 2 มูลค่าการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ปี พ.ศ. 2550 – 2553

ปี พ.ศ.	การนำเข้า	การส่งออก	การบริโภค	การผลิต
2550	26,870.134	10,644.086	32,131.130	15,905.082
2551	33,674.198	9,122.417	1,650.055	27,098.273
2552	31,599.522	8,049.156	7,013.450	3,463.054
2553	31,916.352	10,545.948	46,638.785	25,268.381
CAGR%	5.90 %	-0.31 %	13.22%	16.68 %

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

ปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร คือ คุณภาพ มาตรฐานการผลิต ความร่วมมือระหว่างผู้ผลิต การสนับสนุนจากภาครัฐ การพัฒนาที่เป็นไปอย่างไม่มีระบบและขาดประสิทธิภาพ การขาดความเชื่อถือในสายตาของผู้ใช้ภายในประเทศ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรและหากอยู่ภายใต้สถานะข้อตกลงเสรีทางการค้าระหว่างประเทศ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรจะมีศักยภาพในการแข่งขันด้านการตลาดที่ต่ำลงเรื่อยๆ และอาจจะประสบปัญหาในอนาคต

ปัญหาของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร คือ ยังมีความจำเป็นต้องนำเข้าชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานเทคโนโลยี (High-End Technology) และไม่มีการผลิตในประเทศ และในเวลาเดียวกันต้องแข่งขันกับเครื่องจักรสำเร็จรูปจากต่างประเทศ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ชัดเจน เพื่อเพิ่มผลิตภาพด้านการผลิต และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน รวมทั้งยกระดับเทคโนโลยีการผลิตให้สูงขึ้น เพื่อสนองตอบความต้องการทั้งภายในและต่างประเทศ

ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ เป็นดังประเทศคู่ค้าเครื่องจักรกลกับประเทศไทย โดยมีมูลค่าการส่งออกและนำเข้าค่อนข้างสูง โดยกลุ่มเครื่องจักรที่มีมูลค่าการค้าสูงที่สุด คือกลุ่มเครื่องจักรอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามคาดว่าประเทศไทยจะสามารถขยายตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียได้อีก เนื่องจากเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยเฉพาะประเทศอินโดนีเซียที่มีลักษณะการทำการเกษตรที่มีความล้าหลังกว่าประเทศไทย ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบที่ไทยจะสามารถส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรที่ไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีมากนัก เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่เป็นการใช้งานอย่างง่าย นอกจากนี้หลายประเทศในกลุ่มอาเซียน โดยเฉพาะกลุ่ม CLMV ที่เป็นประเทศเกษตรกรรมเช่นเดียวกันได้มีการขยายตัวด้านการเกษตรเป็นอย่างมาก มีการส่งออกสินค้าเกษตรเพิ่มมากขึ้น จึงมีความต้องการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามคาดว่าหากตลาดเครื่องจักรกลมีการขยายตัวตลาดชิ้นส่วนเครื่องมือกลย่อมขยายตัวได้ดีด้วยเช่นกัน (แผนกข้อมูลและวิเคราะห์อุตสาหกรรม ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล, 2554)

การสร้างแบบจำลองโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ เพื่อมาใช้ในการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร มีงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองโซ่อุปทาน เช่นการสร้างแบบจำลองโซ่อุปทานผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการบริโภค (Ahumada and Villalobos, 2009)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรกรรม ซึ่งรวมทั้งการผลิตและแปรรูปสินค้าทางการเกษตรเพื่อการบริโภคด้วย ประกอบด้วยงานวิจัยของ Schuster and Allen, 1998; Apaiah and Hendrix, 2005; Blanco, et al., 2005; Ioannou, 2005; Milan, et al., 2006; Bligen and Ozkaran, 2007; Grunow, et al., 2007; Ferrer, et al., 2008) ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้กำหนดการเชิงเส้นตรงในการแก้ไขปัญหาโซ่อุปทานทางการเกษตรได้เป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าการตัดสินใจต่างๆ ในอุตสาหกรรมทางการเกษตรโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการวางแผนการดำเนินการของเกษตรกรเอง (France and Thornley, 1984)

การนำแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มผสมไปใช้ในการออกแบบเครือข่ายโซ่อุปทานสำหรับอาหารประเภทถั่วลิสงในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Apaiah and Hendrix, 2005) บริษัทผลิตน้ำตาลที่ใหญ่ที่สุดในประเทศกรีซ (Ioannou, 2005) โรงงานผลิตน้ำตาลในประเทศบราซิล (Milan, et al., 2006) บริษัทส่งออกข้าวสาลี (Bligen and Ozkaran, 2007) โดยสร้างเป็นแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มผสม เพื่อหาปริมาณการขนส่งวัตถุดิบต่างๆ เช่น ถั่วลิสง เป็นต้น ไปยังกระบวนการผลิตต่างๆ รวมไปถึงการส่งมอบให้กับลูกค้าให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองสำหรับการผลิตอาหารประเภทถั่วลิสง สามารถลดต้นทุนลงได้ถึง 1,000 ยูโรเมื่อเปรียบเทียบกับยังไม่ได้ใช้แบบจำลอง ส่วนบริษัทผลิตน้ำตาล (Ioannou, 2005) สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 1 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี เป็นต้น

นอกจากนี้ แบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มผสมถูกนำไปใช้ในการวางแผนการเก็บเกี่ยววัตถุดิบจากแปลงปลูกเข้าสู่โรงงานผลิต เช่น ในโรงงานบรรจุผลไม้สด (Packaging plant) (Blanco, et al., 2005) โรงงานทำน้ำองุ่น (Grape processing) (Schuster and Allen, 1998) เพื่อแก้ปัญหาการเก็บผลไม้แต่ละชนิดที่มีช่วงเวลาการเก็บไม่เท่ากัน เพื่อหาปริมาณการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน และสามารถเลือกรูปแบบของการขนส่งผลิตภัณฑ์ระหว่างโรงงาน โดยที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองสำหรับโรงงานทำน้ำองุ่น (Blanco, et al., 2005) สามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 150,000 เหรียญสหรัฐฯ ต่อปี เป็นต้น การวางแผนการปลูกอ้อย (Sugar cane) ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นน้ำตาลของโรงงาน CEPSA ในประเทศเวเนซุเอลาของ Grunow, et al. (2007) เนื่องจากอ้อยมีอัตราการเสื่อมคุณภาพที่เร็ว ทำให้โรงงานไม่สามารถปลูกและเก็บอ้อยไว้เป็นสินค้าคงคลังได้ สุดท้ายเป็นงานวิจัยของ Ferrer, et al. (2008) เป็นงานวิจัยที่สร้างเครื่องมือในการจัดตารางการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อผลิตเป็นไวน์ใน

ประเทศชิลี โดยที่ผลลัพท์ต้องมีคุณภาพมากที่สุด จำนวน 1 แบบจำลอง โดยขอบเขตตัดสินใจจะอยู่ในระดับยุทธวิธี และระดับดำเนินการ ซึ่งแบบจำลองได้รวมการจัดตารางการเก็บเกี่ยวอวน การจัดหาแรงงาน และฟังก์ชันการสูญเสียคุณภาพ (Quality loss function) เนื่องจากการเก็บเกี่ยวก่อนกำหนด หรือเลยกำหนดการเก็บเกี่ยวในสัปดาห์ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในแต่ละไร่เข้าไว้ด้วยกัน

บทที่ 3

สถานการณ์โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในภูมิภาคอาเซียน

3.1 บทนำ

จากการรวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้ทำการค้นคว้าเก็บรวบรวมจากอินเทอร์เน็ต เอกสาร รายงานการศึกษา บทความ งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลสถิติทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร การนำเข้า และการส่งออก ที่หน่วยงานราชการและเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศได้รวบรวมไว้เป็นหลัคนำมาวิเคราะห์และสรุปถึงสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดทิศทาง การวางนโยบาย กลยุทธ์ของอุตสาหกรรมของกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในกลุ่มประเทศที่เหมาะสม

3.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในเครื่องจักรกลการเกษตร

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรสามารถนำเสนอข้อมูลได้ตามลำดับดังต่อไปนี้คือ สภาพแวดล้อมทั่วไป สถานการณ์การแข่งขัน และการวิเคราะห์ศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของไทย ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมทั่วไปของเครื่องจักรกลการเกษตรใน AEC

อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยเป็นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นจำนวนมากและมีส่วนแบ่งในตลาดทั้งภายในและภายนอกเป็นจำนวนมาก

1.1 ความหมายของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

“วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม” หรือ SMEs ย่อมาจาก Small and Medium Enterprises ซึ่งตามที่ปรากฏในพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ. 2543 ในมาตรา 4 หมายถึง กิจการผลิตสินค้า กิจการให้บริการ และกิจการค้าส่งและค้าปลีก หรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศ

1.2 เกณฑ์กำหนดวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เกณฑ์กำหนดวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นตามประกาศกฎกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องกำหนดจำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ถาวรของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ. 2545 ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2545 โดยใช้การจ้างงานและสินทรัพย์ถาวรเป็นตัวกำหนดเกณฑ์มาตรฐานดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์กำหนดวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ประเภทกิจการ	วิสาหกิจขนาดย่อม		วิสาหกิจขนาดกลาง	
	การจ้างงาน (คน)	สินทรัพย์ถาวร (ล้านบาท)	การจ้างงาน (คน)	สินทรัพย์ถาวร (ล้านบาท)
กิจการผลิตสินค้า	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	51 – 200	เกินกว่า 50 ไม่เกิน 200
กิจการบริการ	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	51 – 200	เกินกว่า 50 ไม่เกิน 200
กิจการค้าส่ง	ไม่เกิน 25	ไม่เกิน 50	26 – 50	เกินกว่า 50 ไม่เกิน 100
กิจการค้าปลีก	ไม่เกิน 15	ไม่เกิน 50	16 – 30	เกินกว่า 30 ไม่เกิน 60

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. แผนการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย (2545-2549, หน้า 2-3)

1.3 ประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ความหมายของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในกิจการทางเศรษฐกิจมี 3 ประเภท คือ

1.3.1 กิจการผลิตสินค้า

1.3.2 กิจการบริการ

1.3.3 กิจการการค้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจการค้าส่ง และกิจการค้าปลีก ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

บทบาทต่อระบบเศรษฐกิจ	ตัวอย่าง
กิจการผลิตสินค้า	1. การผลิตผลิตภัณฑ์ อาหารและเครื่องดื่ม 2. การผลิตเครื่องแต่งกาย 3. การผลิตไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ 4. การผลิตผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ เซรามิก คอนกรีต 5. การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะประดิษฐ์ 6. การผลิตยานยนต์รถพ่วงและรถกึ่งพ่วงและส่วนประกอบ
กิจการบริการ	1. ภัตตาคาร ร้านอาหารและบาร์ 2. บริการแต่งผมและเสริมความงาม 3. การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมรถยนต์ 4. การขนส่งผู้โดยสารทางบกอื่น ๆ ที่ไม่มีตารางเวลา 5. บริการอสังหาริมทรัพย์ที่เป็นของตนเอง หรือเช่าจากผู้อื่น ๆ 6. บริการด้านธุรกิจอื่น ๆ ที่มีตารางเวลา 7. การขนส่งผู้โดยสารทางบกอื่น ๆ ที่ไม่มีตารางเวลา 8. การซ่อมของใช้ส่วนบุคคล และของใช้ครัวเรือน 9. การขนส่งสินค้าทางถนน 10. การให้เช่า การขาย การซื้อและการดำเนินงานด้านอสังหาริมทรัพย์ 11. การท่องเที่ยว 12. การโรงแรม 13. การเก็บรักษา(คลังสินค้า)
กิจการค้าส่ง	ห้างสรรพสินค้า
กิจการค้าปลีก	ร้านค้าปลีก

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. รายงานสถานการณ์วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมปี 2548 และแนวโน้มปี 2549 (2549, หน้า 2-4,2-7)

1.4 ความสำคัญของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต่อระบบเศรษฐกิจไทย

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีบทบาทสำคัญในการเป็นฐานรากการพัฒนาที่ยั่งยืน และเน้นกลไกหลักในการฟื้นฟูทางเศรษฐกิจและเสริมสร้างความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจรวมทั้งเป็นกลไกในการแก้ไขปัญหาความยากจน วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีบทบาทอย่างสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่

1.4.1 SMEs เป็นวิสาหกิจที่ก่อให้เกิดการจ้างงาน ซึ่งถือได้ว่าเป็นโอกาสสำหรับตลาดแรงงาน เนื่องจากวิสาหกิจขนาดย่อม มีการเพิ่มงานอย่างต่อเนื่อง และถ้ามีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพในไม่ช้าก็จะกลายเป็นวิสาหกิจขนาดกลางและวิสาหกิจขนาดใหญ่ได้ โดยจะมีการสร้างงานหรือจ้างงานใหม่ได้ 2 ลักษณะดังนี้คือ 1) การลงทุนในธุรกิจใหม่ ๆ 2) การขยายธุรกิจเดิม

1.4.2 SMEs เป็นจุดกำเนิดของผู้ที่จะสนใจลงทุนเป็นผู้ประกอบการรายใหม่ เนื่องจากกิจการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมใช้เงินทุนไม่สูง และมีความเสี่ยงน้อยกว่าการลงทุนในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

1.4.3 SMEs เป็นแหล่งฝึกอาชีพของแรงงานประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถฝึกฝนเรียนรู้จากประสบการณ์การทำงานจริง

1.4.4 SMEs ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกับกิจการขนาดใหญ่หรือกิจการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ในรูปแบบการรับช่วงการผลิตหรือเป็นแหล่งรับซื้อวัตถุดิบจากภาคการเกษตร เป็นต้น

1.4.5 SMEs เพิ่มมูลค่าให้วัตถุดิบในประเทศเพราะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ทรัพยากรในประเทศเป็นหลัก

1.4.6 SMEs สร้างรายได้ให้ประเทศ โดยเฉพาะจากภาคการผลิตเพื่อการส่งออก และภาคการท่องเที่ยว

1.4.7 SMEs ป้องกันการผูกขาดในระบบเศรษฐกิจ เนื่องจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ช่วยทำให้เกิดการแข่งขันในการดำเนินธุรกิจและการแข่งขันที่เป็นธรรมจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวม

1.4.8 SMEs เป็นอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทย เนื่องจาก SMEs ครอบคลุมทั้งภาคการผลิต การบริการ และการค้ารวมทั้งค้าปลีกและค้าส่ง

1.4.9 SMEs เป็นวิสาหกิจที่ช่วยส่งเสริม สนับสนุน และผลักดันอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจาก SMEs เป็นภาคการผลิตที่จะผลิตสินค้าขั้นกลาง (Intermediate Goods) ป้อนโรงงาน

1.4.10 SMEs เป็นกิจการที่สร้างมูลค่าแก่ระบบเศรษฐกิจอย่างมหาศาล ทั้งในแง่ของการสร้างงาน สร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างรายได้ อีกทั้ง SMEs ยังช่วยเหลือธุรกิจขนาดใหญ่ ในด้านผู้กระจายสินค้า ซึ่งทำหน้าที่เป็นคนกลางเชื่อมระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ในด้านปัจจัยการผลิต ซึ่งทำหน้าที่ทั้งผู้ขายปัจจัยการผลิตและเป็นผู้รับเหมารายย่อยสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ ในด้านการบริการ ทำหน้าที่ให้บริการแก่ธุรกิจขนาดใหญ่ เช่น การบริการด้านรถยนต์ การซ่อมแซม การทำความสะอาดพรม เป็นต้น (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. แผนการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ของประเทศไทย, 2545-2549, หน้า 8-9; เจริญชัย ฉิมเนียม, 2547, หน้า 44; กณวรรชฐ์ แตรรัชตกุล, 2547, หน้า 11-12)

1.5 บทบาทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจโดยมีจำนวนถึงประมาณร้อยละ 99 ของธุรกิจทั้งหมดในประเทศ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมจึงมีบทบาท

สำคัญในการเป็นรากฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นกลไกหลักในการฟื้นฟูทางเศรษฐกิจและเสริมสร้างความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ รวมทั้งเป็นกลไกในการแก้ไขปัญหาความยากจน วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีบทบาทอย่างสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยในหลายๆ ด้าน ได้แก่ ก่อให้เกิดการจ้างงานคิดเป็นสัดส่วนถึงกว่าร้อยละ 70 ของการจ้างงานรวมของประเทศ มีบทบาทในการสร้างมูลค่าเพิ่มเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 40 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และมีมูลค่าการส่งออกคิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 25 ของมูลค่าการส่งออกรวม (สาระสำคัญของแผนการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม, 2550-2554, หน้า 4-11) ซึ่งมีรายละเอียดตามตาราง 5

ตาราง 5 แสดงบทบาทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย

บทบาทต่อระบบเศรษฐกิจ	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548
จำนวน SMEs (ราย)	2,199,595	2,239,280
การจ้างงานของ SMEs (คน)	8,863,607	8,896,164
GDP _{SMEs} (ล้านบาท)	2,598,657	2,816,641
มูลค่าการส่งออกของ SMEs (ล้านบาท)	1,235,100	1,371,379

ที่มา: รวบรวมคำอธิบายจากรายงานของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, รายงานสถานการณ์วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมปี 2548 และแนวโน้มปี 2549, (2549, หน้า 2-1, 2-2, 3-1, 4-3, 4-5, 4-30, 5-9, 5-10)

1.6 จุดเด่นของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในภาคการผลิตของ SMEs ไทย

- (1) ไทยเป็นผู้นำเข้าสุทธิในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล (เครื่องจักรกลอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล)
- (2) ไทยมีศักยภาพในการผลิตและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรไปยังประเทศอื่นในภูมิภาค เช่น กัมพูชา ลาว (พิกัด 870110 แทรกเตอร์ชนิดคนเดินตาม) และอินเดีย (พิกัด 843780 เครื่องสีหรือกะเทาะเปลือก) เป็นต้น
- (3) โครงสร้างต้นทุนของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลอยู่ที่วัตถุดิบกว่าร้อยละ 80 สำหรับผู้ประกอบการ SMEs ดังนั้น การทบทวนมาตรการตอบโต้การทุ่มตลาดของเหล็กจะช่วยลดต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านราคากับประเทศอื่นๆ ในอาเซียน

เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรใน AEC สามารถสรุปและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไปโดยยกตัวอย่างประเทศที่ไทยส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในอาเซียนที่มีเขตพื้นที่ติดกับประเทศไทย ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรกับประเทศในอาเซียน

สภาพแวดล้อม	กัมพูชา	ลาว	เมียนมาร์	ประเทศไทย	ผลกระทบที่เกิดขึ้น
การเมือง (Political)	-ยังมีความขัดแย้งภายในประเทศ	-ยังมีความขัดแย้งภายในประเทศ	-ยังมีความขัดแย้งภายในประเทศ	-ยังมีความขัดแย้งภายในประเทศ	- มีความไม่แน่นอนและส่งผลกระทบต่อระดับการลงทุน
เศรษฐกิจ (Economic)	-ราคาน้ำมันสูงขึ้น -ราคาอาหารสูงขึ้น -ลดกำแพงภาษี -เกิดข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศ	-ราคาน้ำมันสูงขึ้น -ราคาอาหารสูงขึ้น -ลดกำแพงภาษี -เกิดข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศ	-ราคาน้ำมันสูงขึ้น -ราคาอาหารสูงขึ้น -ลดกำแพงภาษี -เกิดข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศ	-ราคาน้ำมันสูงขึ้น -ราคาอาหารสูงขึ้น -แผนงานด้านเศรษฐกิจที่ยังไม่ชัดเจนในระยะยาว	-ให้ความสำคัญกับพืชอาหารและพลังงานมากเช่น อ้อย ปาล์ม น้ำมัน เป็นต้น -สนับสนุนในการผลิต
สังคม (Social)	-ศักยภาพด้านการใช้ภาษาดี -มีความแตกต่างด้านวัฒนธรรมและการดำเนินชีวิต	-ศักยภาพด้านการใช้ภาษาดี -มีความแตกต่างด้านวัฒนธรรมและการดำเนินชีวิต	-ศักยภาพด้านการใช้ภาษาดี -มีความแตกต่างด้านวัฒนธรรมและการดำเนินชีวิต	-ศักยภาพด้านการใช้ภาษาไม่ดีเท่าที่ควร -แรงงานท้องถิ่นลดลง	-อาจเสียโอกาสในการแข่งขันจากศักยภาพด้านภาษา -ต้นทุนด้านแรงงานสูงขึ้น -มีปัญหาแรงงานต่างถิ่น
เทคโนโลยี (Technological)	-การลงทุนและการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ	-การลงทุนและการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ	-การลงทุนและการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ	-การลงทุนและการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ	-ต้นทุนด้านเทคโนโลยีสูงขึ้น
กฎหมาย (Legal)	-มีต้นทุนในด้านกฎหมายสูงขึ้น	-มีการทำข้อตกลงด้านกฎหมายระหว่างประเทศมากขึ้น	-กฎระเบียบมาตรการทางการค้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ -บ่อยครั้งก่อให้เกิดความไม่มั่นใจต่อนักธุรกิจ	-ภาคการเกษตรส่วนใหญ่ยังคงเน้นความเชื่อใจในการทำธุรกิจร่วมกัน	-มีการปรับปรุงแบบธุรกิจเชิงพาณิชย์มากขึ้น -มีความต้องการความรู้/ความเข้าใจในด้านกฎหมายมากขึ้น
สิ่งแวดล้อม (Environment)	-วิกฤติการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	-วิกฤติการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	-วิกฤติการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	-ยังไม่บังคับใช้มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มที่	-สภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณการเพาะปลูก

1.7 อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรในไทย

เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร สามารถสรุปและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไป ได้ดังนี้

อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรจะมีผลและมีอิทธิพลต่อระบบการผลิตด้านการเกษตร และต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอย่างมาก อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวม 4 ประการ คือ

(1) เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรสูงกว่าที่ควรเนื่องจากเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตในประเทศมีคุณภาพและมาตรฐานที่ไม่แน่นอน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูง

(2) มีการเสียดุลการค้าแก่ต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ในประเภทเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีที่สูงขึ้น (High-End Technology) และไม่มีการผลิตภายในประเทศ ทั้งในแง่ตัวเครื่องจักรและชิ้นส่วนอุปกรณ์

(3) เสียโอกาสในการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มประเทศภูมิภาคอาเซียน ซึ่งมีความต้องการใช้เป็นจำนวนมาก และเชื่อถือในคุณภาพเครื่องจักรที่ผลิตจากประเทศไทย

(4) อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ ไม่มีความมั่นคง และถดถอยในบางส่วน

การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เกี่ยวข้องกับการผลิตและการนำเข้าชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องเริ่มต้นกำหนดแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรในประเภทผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพและเป็นผลิตภัณฑ์นำเข้า โดยดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรทั้งระบบ ส่งเสริมให้นำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างจริงจัง

แต่ปัญหาที่ผู้ประกอบการต้องเผชิญ คือ ยังมีความจำเป็นต้องนำเข้าชิ้นส่วนอุปกรณ์บางชิ้นซึ่งได้มาตรฐานเทคโนโลยี (High-End Technology) และไม่ได้ผลิตในประเทศ ในเวลาเดียวกันต้องแข่งขันกับเครื่องจักรสำเร็จรูปจากต่างประเทศด้วย ไทยจึงจำเป็นต้องมีแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ชัดเจน เพื่อการเพิ่มผลิตภาพและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน รวมทั้งการยกระดับเทคโนโลยีการผลิตให้สูงขึ้น เพื่อสนองตอบความต้องการทั้งภายในและต่างประเทศ

ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านการเกษตรสูงมาก และมีส่วนอย่างมากในการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงประชากรโลก สามารถสร้างรายได้ในสัดส่วนที่สูงให้กับประเทศ โดยสามารถส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมเกษตรไปสู่ตลาดโลกได้ในลำดับต้นๆ หลายชนิด โดยประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มของประเทศที่ผลิตอาหารมากเป็นพิเศษ (Food Surplus Country) ที่สำคัญที่สุด คือ ภาคเกษตรไม่ได้หยุดนิ่ง แต่ได้พัฒนาศักยภาพการผลิตตลอดเวลา โดยที่เนื้อที่การเกษตรมีจำกัดและแรงงานที่ต้องการเข้าสู่ภาคเกษตรก็ลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตจึงเป็นเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตผลโดยใช้เครื่องจักรกลการเกษตร

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษา คือ การหาแนวทางที่จะส่งเสริมให้ผู้ประกอบการเอกชนสามารถยกระดับการผลิตและสามารถแข่งขันกับสินค้าจากต่างประเทศได้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขันของตลาด

ภายในและตลาดโลก การเพิ่มศักยภาพที่ผ่านมาเป็นผลจากความต้องการของเกษตรกรและแรงกระตุ้นของผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมของไทย ร่วมกับการสนับสนุนของภาครัฐในรูปแบบมาตรการต่างๆ ดังได้กล่าวแล้วในตอนต้น ที่จริงแล้วการสนับสนุนของภาครัฐเป็นเรื่องที่จำเป็น เพราะผู้ประกอบการไทยยังมีประสบการณ์ทางด้านนี้ไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ อย่างไรก็ตามในภาพรวม นโยบายและการบริหารมาตรการของภาครัฐที่ผ่านมาถือว่าดีอยู่แล้ว ดังนี้

1) การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร ไม่มีนโยบายและยุทธศาสตร์ร่วม

การเพิ่มศักยภาพภาคเกษตรและการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรต้องเดินไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน ในหลักการและจากประสบการณ์การพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศพัฒนาแล้วชี้ให้เห็นว่า เครื่องจักรกลการเกษตรส่วนใหญ่ต้องได้รับการพัฒนาให้เหมาะกับพื้นที่และสภาพของภาคเกษตรในแต่ละประเทศ ไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลที่พัฒนาในประเทศอื่นได้ทันทีโดยไม่ปรับปรุงการส่งเสริมภูมิปัญญาผู้ประกอบการไทยเพื่อพัฒนาให้เข้ากับสภาพการเกษตรไทยจึงเป็นเรื่องที่ควรดำเนินการ ดังนั้น การส่งเสริมการเกษตรและการส่งเสริมอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร จึงต้องมีนโยบายและยุทธศาสตร์ร่วมกัน แต่ในปัจจุบันหน่วยงานในภาครัฐต่างใช้มาตรการของตนเองโดยขาดการบูรณาการร่วมเชิงนโยบาย ที่แต่ละหน่วยงานควรยึดถือเป็นหลัก

2) การใช้มาตรการต่างๆ ของภาครัฐ ไม่สอดคล้องกับสภาพปัญหาของอุตสาหกรรม

ในฐานะสมาชิกของสังคมโลก ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องปรับมาตรการและกฎหมายให้สอดคล้องกับสิ่งที่ประเทศส่วนใหญ่ในโลกดำเนินการ เช่น ความเข้มงวดในเรื่องการบังคับใช้กฎหมายคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา การเปิดเสรีโดยการลดอัตราภาษีศุลกากรและยกเลิกมาตรการที่ไม่ใช่ภาษีศุลกากร หรือแม้กระทั่งความเข้มงวดในการให้การสนับสนุนทางการเงินเฉพาะกับผู้ประกอบการที่มีหลักฐานทางการเงินตามมาตรฐานสากล แต่ในขณะเดียวกันเป็นที่ยอมรับว่า หากมีความจำเป็นหรือมีความเหมาะสมกับสภาพพิเศษของประเทศ ภาครัฐสามารถใช้มาตรการช่วยเหลือเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพพิเศษเหล่านั้น เช่น ใช้เวลานานขึ้นในการลดอัตราภาษีศุลกากรเพื่อปกป้องผู้ประกอบการไทยให้สามารถผลิตสินค้าที่แข่งขันกับสินค้าจากต่างประเทศ ให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษแก่ผู้ประกอบการในการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และการอุดหนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ฯลฯ

3) ความต่อเนื่องของการใช้มาตรการภาครัฐ

การเพิ่มศักยภาพภาคเกษตรและการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร ต้องดำเนินการต่อเนื่องในระยะยาว มาตรการภาครัฐที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีความต่อเนื่อง และปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพที่เปลี่ยนไป แต่ในระบบของไทย มาตรการที่ใช้งบประมาณประจำปี จะขึ้นอยู่กับกรอบอนุมัติเงินงบประมาณในแต่ละปี จึงเกิดความไม่แน่นอนของการใช้มาตรการภาครัฐเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างต่อเนื่อง

การศึกษาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อให้ทราบการผลิตและเครือข่ายการผลิต การส่งออกและการนำเข้า จะทำให้สามารถวางแผนแนวทางในการพัฒนาการผลิตได้ และเป็นจุดเริ่มต้นของการกำหนดแผนแม่บทหรือยุทธศาสตร์ชาติ ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่องค์การอนามัยโลก องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ได้ส่งเสริมและกระตุ้นให้แต่ละประเทศพัฒนาภาคเกษตรโดยเน้นการใช้เครื่องจักรกล

การเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้นโยบายและยุทธศาสตร์ร่วม ที่หน่วยงานภาครัฐสามารถยึดถือในการบริหารมาตรการของตนเอง การกำหนดแผนแม่บทหรือยุทธศาสตร์ชาติจึงเป็นแนวทางที่พึงประสงค์เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ต่อเนื่องและยั่งยืน

สำหรับประเทศไทย การพัฒนาภาคเกษตรอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ แต่ต้องมีแผนแม่บทหรือยุทธศาสตร์ของการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรด้วย เพราะในระยะยาว ประเทศไทยควรจะเป็นแหล่งผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับป้อนตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะตลาดในภูมิภาคอาเซียน และการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อฐานด้านการตลาดเพียงด้านเดียว โดยไม่มีการพัฒนาฐานทางวิศวกรรมขึ้นมารองรับ จะทำให้การพัฒนาไม่มีประสิทธิภาพ และที่สำคัญ คือ แผนแม่บทหรือยุทธศาสตร์ชาติควรจะมีคุณสมบัติครบถ้วน (Integrated and comprehensive) โดยต้องนำผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายมาร่วมดำเนินการในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- กำหนดทิศทางการพัฒนาในระยะยาว ทั้งในภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรม
- การอุดหนุนการวิจัยพัฒนา และนวัตกรรม เพื่อผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีมาตรฐานเทคโนโลยี (High-End Technology) และยังไม่มีการผลิตในประเทศ รวมถึงแนวทางหรือมาตรการการปกป้องในระดับสากล
- ส่งเสริมการลงทุนให้ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีศักยภาพ และการสร้างผลิตภัณฑ์นำที่มีศักยภาพ (Product Champion) ที่มีเครือข่ายการผลิตร่วมกัน เพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออก
- พัฒนาผู้ประกอบการให้มีศักยภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการรวมกลุ่มการผลิต และใช้ชิ้นส่วนร่วมกันที่เป็นมาตรฐานสากล

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับตลาดประเทศเพื่อนบ้าน หรือแม้แต่ตลาดโลก แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ต้องมีมาตรการภาครัฐที่สอดคล้องกับนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ของหน่วยงานการส่งเสริมภาคเกษตรและหน่วยงานส่งเสริมการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร อีกทั้งต้องเชื่อมโยงกับสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และปัญหาท้องถิ่น ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องในระยะยาว เพื่อให้สามารถรองรับกับบริบทที่เปลี่ยนไป (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กุมภาพันธ์, 2554)

เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไทยใน AEC สามารถสรุปและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไป ได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทั่วไปของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไทย

สภาพแวดล้อม	ประเทศไทย
การเมือง (Political)	- การพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไม่มีนโยบายและยุทธศาสตร์ที่สอดคล้อง
เศรษฐกิจ (Economic)	- เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูง - มีการเสียดุลการค้า - เสียโอกาสในการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ - อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศไม่มีความมั่นคง และถดถอยในบางส่วน
สังคม (Social)	- ศักยภาพด้านการใช้ภาษาไม่ดีเท่าที่ควร - แรงงานท้องถิ่นลดลง
เทคโนโลยี (Technological)	- การลงทุนและการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ - วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในไร่อ้อย เพื่อการเพาะปลูกบำรุงรักษาและการเก็บเกี่ยว
กฎหมาย (Legal)	- ภาครัฐส่วนใหญ่มุ่งเน้นความเชื่อใจในการทำธุรกิจร่วมกัน - ให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษแก่ผู้ประกอบการในการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา - การอุดหนุนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ฯลฯ
สิ่งแวดล้อม (Environment)	- ยังไม่บังคับใช้มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มที่

2. สถานการณ์การแข่งขันของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในไทย (Competitive situational)

นอกจากประเทศในกลุ่ม CLMV แล้วยังมีประเทศที่มีศักยภาพที่จะแข่งขันในการค้าของประเทศไทยผลสรุปพบประเด็นสำคัญในแต่ละประเทศดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ประเทศที่มีศักยภาพอุตสาหกรรมที่จะแข่งขันในการค้าของประเทศไทย

ตารางประเทศที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรม	ศักยภาพในการแข่งขัน	ปัจจัยด้านอุปสงค์	ความสำคัญต่อมูลค่าการค้าของประเทศ
อินโดนีเซีย	- มีศักยภาพการแข่งขันในเชิงเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของไทย มีความก้าวหน้ากว่าอินโดนีเซียมาก - มีความสามารถในการวิจัยและพัฒนาเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิต (Process R&D) เท่านั้น - ในส่วนของความสามารถในการแข่งขันเชิงต้นทุนนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศจีนแล้ว ก็ยังมีความสามารถในระดับที่ต่ำกว่า	- เนื่องจากภาครัฐให้ความสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ในลักษณะ Cluster จึงมีความเชื่อมโยงทั้งในด้านการค้า และการผลิตระหว่างผู้ผลิตขนาดกลางและย่อม และผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ - อย่างไรก็ตาม สำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรที่ต้องการเทคโนโลยีในระดับสูงนั้น ก็มีแนวโน้มที่อุปสงค์ในส่วนนี้จะสูงขึ้น	- แต่ภาครัฐก็มีแนวโน้มที่จะให้การคุ้มครองเพื่อให้การพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศสามารถดำเนินไปในลักษณะของ Cluster ได้ - อินโดนีเซียเองก็มีความต้องการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของไทย ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นเรื่องความแข็งแรง ทนทาน - เครื่องจักรกลการเกษตรของไทยที่อินโดนีเซียต้องการ - เครื่องจักรกลการเกษตรและเป็นสินค้านำเข้าที่สำคัญอันดับต้น ๆ ของอินโดนีเซียในปัจจุบัน
มาเลเซีย	- ประเทศมาเลเซีย ใช้นโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ในลักษณะของ Cluster - มีการเชื่อมโยงในลักษณะของอุตสาหกรรมสนับสนุนให้กับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ - เนื่องจากประเทศมาเลเซียต้องการที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ควบคู่ไปกับเครื่องจักรกลการเกษตรให้มีความสามารถในการแข่งขัน - มีแนวทางการพัฒนาด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศมาเลเซียจึงมีเป้าหมายที่ชัดเจน (Focused Scope of R&D) - เนื่องจากมี Derived Demand ภายในประเทศจึงทำให้มีการคุ้มครองอุตสาหกรรมยานยนต์ของรัฐบาล จึงทำให้อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรได้รับการคุ้มครองไปโดยปริยาย - รัฐบาลให้ความสำคัญในการคุ้มครองอุตสาหกรรมในระยะยาวในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร		- อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเครื่องจักรกลการเกษตรได้รับอานิสงส์จากแนวนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของรัฐบาลประเทศมาเลเซีย - ดังนั้นแม้ว่านัยด้านการค้าระหว่างประเทศจะไม่มีมีความสำคัญ - มีความสำคัญต่อนัยทางนโยบายของภาครัฐ (การเมือง) ในในลักษณะของการพัฒนาแบบ Cluster

ตารางประเทศที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรม	ศักยภาพในการแข่งขัน	ปัจจัยด้านอุปสงค์	ความสำคัญต่อมูลค่าการค้าของประเทศ
สาธารณรัฐประชาชนจีน	-มีความสามารถในการแข่งขันที่ชัดเจนในเชิงต้นทุน - ในปัจจุบัน การวิจัยและพัฒนาจะยังอยู่ในระดับพื้นฐาน - ปัจจัยที่สำคัญที่เกี่ยวข้องเนื่องกับความสามารถในการแข่งขันในทางอ้อม คือ ขนาดของตลาดภายในประเทศ ซึ่งมีขนาดใหญ่และเป็นที่สนใจของบริษัทข้ามชาติ ซึ่งจะเป็พื้นฐานให้ความสามารถในการวิจัยและพัฒนาทั้งในด้านที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์ มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว	- อุปสงค์อันเนื่องจากการต้องการภายในประเทศ มีผลอย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศนี้ - จากลักษณะทางภูมิศาสตร์ และเงื่อนไขทางการเมืองและสังคมต่างๆ ได้พัฒนาไปสู่แนวนโยบายการพัฒนาในลักษณะ Cluster ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการแข่งขันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว	- ปัจจุบันความสำคัญในฐานะสินค้าส่งออกมายังกลุ่มประเทศ ASEAN สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องจักรกลและเครื่องจักรกลการเกษตรตลอดจนอะไหล่หรือชิ้นส่วนยานยนต์ในตลาด REM (Replacement Equipment Manufacturers) นั้นค่อนข้างจะมีความสำคัญกับประเทศจีนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากซื้อได้เปรียบในเชิงต้นทุนยังคงมีต่อไป - รัฐบาลให้ความสำคัญและดำเนินนโยบายด้านการพัฒนาในลักษณะ Cluster แล้ว ก็จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมนี้ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจภายในประเทศ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อ GDP ของประเทศ

ความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออก เนื่องจากเกษตรกรต้องการใช้เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรง ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตร รวมทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และใช้ในการแปรรูปสินค้าเกษตรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมและวิสาหกิจชุมชน

ในปัจจุบันแม้ว่าไทยจะสามารถผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรใช้เองในประเทศและส่งออกได้บางส่วน แต่ไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตร โดยเฉพาะเครื่องจักรกลการเกษตรที่ต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตในระดับสูง ทำให้ไทยขาดดุลการค้าในธุรกิจเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระทรวงอุตสาหกรรมดำเนินการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อทดแทนการนำเข้า และส่งเสริมการส่งออกไปจำหน่ายในประเทศเพื่อนบ้าน ปัจจัยเสี่ยงที่ต้องเฝ้าติดตามและเร่งแก้ไขคือ จีนเริ่มมีบทบาทในตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรมากขึ้น ทั้งในฐานะเป็นแหล่งนำเข้าของไทยที่เริ่มจะเพิ่มความสำคัญมากขึ้น แทนที่แหล่งนำเข้าเดิมของไทย เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน สหรัฐฯ ประเทศในสหภาพยุโรป เป็นต้น ทำให้เครื่องจักรกลการเกษตรจากจีนเข้ามาแข่งขันกับเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตในประเทศมากขึ้น นอกจากนี้จีนยังเป็นประเทศที่แข่งขันกับไทยในตลาดส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรอีกด้วย

ดังนั้นผู้ประกอบการในธุรกิจเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยต้องเร่งปรับตัวเพื่อรับมือกับการแข่งขันที่คาดว่าจะรุนแรงขึ้นในอนาคต

3. การวิเคราะห์ศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของไทย

ปัจจัยของ AEC ที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรการเปิด AEC ส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมนี้เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการผลิตและเทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยอยู่ในอันดับต้น ๆ ของอาเซียน ประกอบกับราคาพืช ผลเกษตรกรรมของตลาดโลกสูงขึ้นมาก จากภัยธรรมชาติและภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง ในปัจจุบันการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรจะส่งออกเครื่องจักรประเภทที่กลุ่มประเทศอาเซียนต้องการใช้เพื่อการทำนา ปลูกอ้อย และทำไร่ถั่วพืช โดยส่งออกไปยังกลุ่มประเทศอาเซียน ร้อยละ 57.11 ได้แก่ ประเทศกัมพูชาและ สปป.ลาว สินค้าที่ส่งออก ส่วนใหญ่ คือ แแทรกเตอร์เดินตาม และแทรกเตอร์เพื่อการเกษตร ขนาดเล็ก รองลงมา ได้แก่ ประเทศเมียนมาร์ และอินเดีย ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าการส่งออกรถเกี่ยวนาข้าวมีอัตราการส่งออกเพิ่มสูงมาก และอินโดนีเซียเป็นตลาดที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในระยะหลัง เนื่องจากมีพื้นที่การเกษตรที่ใหญ่กว่าไทยหลายเท่าอินโดนีเซีย เป็นอีกหนึ่งตลาดที่น่าสนใจของไทยจากจำนวนประชากรของอินโดนีเซีย มีมากเป็นอันดับห้าของโลก รองลงมาจาก จีน อินเดีย รัสเซีย และสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ และมีอาณาเขตพื้นที่กว้างขวางมากเป็นลำดับต้น ๆ ของโลก เพราะเป็น ประเทศหมู่เกาะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กุมภาพันธ์, 2554)

จากการวิเคราะห์พบว่าปัจจุบัน อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยมี ความก้าวหน้ากว่าอินโดนีเซียมาก และอินโดนีเซียเองก็มีความต้องการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของไทย ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น

เรื่องความแข็งแกร่งทนทาน เครื่องจักรกลการเกษตรของไทยที่อินโดนีเซียต้องการ เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่ไทยใช้ ในสมัยก่อน อาทิ รถไถเดินตาม เครื่องเกี่ยวข้าว เครื่องนวดข้าว ซึ่งไทยเลิกใช้แล้ว ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเครื่องจักรเหล่านี้ให้ผลผลิตต่ำกว่า เครื่องจักรรุ่นใหม่ ๆ ที่กำลังออกสู่ตลาด ดังนั้นตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรในอินโดนีเซีย จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับเครื่องจักรกลแบบช่วยผ่อนแรง (Hand Tools) มากกว่าไปลงทุนเครื่องจักรกลแบบใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สำคัญในปี 2553 อินโดนีเซียมีการนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 39 ส่วนหนึ่งเป็นเพราะแผนพัฒนาเศรษฐกิจของอินโดนีเซีย ที่กำหนดว่าต้องแล้วเสร็จให้ได้ภายในปี 2557 คือ การเพิ่มผลผลิตภาคเกษตรรวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ

ขณะนี้ รัฐบาลอินโดนีเซียได้เปิดกว้างให้นักลงทุนต่างชาติเข้าไปลงทุนอย่างเสรี โดยให้ความสำคัญกับการลงทุนในกลุ่มที่ใช้แรงงานเป็นหลัก และยังช่วยเหลือเกษตรกรสนับสนุนดอกเบี้ยเงินกู้ในการซื้อเครื่องจักรถึงร้อยละ 8 จากดอกเบี้ยปกติร้อยละ 14 นอกจากนี้ยังมีความตกลงทางการค้าระหว่างไทยกับอินโดนีเซียที่จะช่วยขยายฐานการค้าในกลุ่มต่าง ๆ รวมถึงเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยอีกทางหนึ่ง

สำหรับสถิติการนำเข้าเครื่องจักรกลของไทยไปอินโดนีเซีย ในปี 2553 อันดับ 1 คือ เครื่องอัดชนิดใช้ในเครื่องทำความเย็น มีมูลค่า 145.6 ล้านดอลลาร์ สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปี 2552 ร้อยละ 14.6 อันดับ 2 คือ ส่วนประกอบปั๊มจัน เครื่องเกรด เครื่องบดถนน และเครื่องผ่อนแรงอื่น ๆ มีมูลค่าการนำเข้า 40.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปี 2552 ร้อยละ 3 อันดับ 3 คือ เครื่องตัดชุด และตัวย้ายแบบหมุนได้มีมูลค่าการนำเข้าจากไทย 31 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 63.7

ส่วนเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความต้องการอย่างมากในอินโดนีเซียและมีอัตราการขยายตัวในการนำเข้าเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยง ส่วนประกอบเครื่องฉีดพ่นในการเกษตร เครื่องฉีดพ่น และเครื่องยกแบบสายพาน

หากสรุปโอกาสทองของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรไทยในอินโดนีเซียอย่างสั้น ๆ จะเห็นว่าอินโดนีเซียมีการเติบโตทางเศรษฐกิจสูงกว่าประเทศอื่น ๆ ในอาเซียนเป็นตลาดใหญ่ที่มีศักยภาพสูง โครงสร้างพื้นฐานดีและอุตสาหกรรมแปรรูปเกษตรใกล้เคียงกับไทย ที่สำคัญทั้งสองประเทศอาจเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายในด้านการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์และการประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูปเพื่อส่งออกไปยังตลาดโลก ผู้ประกอบการไทยจึงไม่ควรมองข้ามอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและแปรรูปเกษตรในอินโดนีเซีย เชื่อว่าจะสร้างมูลค่าเพิ่มทางธุรกิจได้แน่ เพราะเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นสินค้านำเข้าสำคัญอันดับต้น ๆ ของอินโดนีเซียในปัจจุบัน

ศักยภาพอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรการคาดการณ์ว่าจะมีการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในระหว่างปี พ.ศ. 2554-2555 คิดเป็นมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 29,000 ล้านบาท และ 34,000 ล้านบาท ตามลำดับ นอกจากนี้ การส่งออกและการนำเข้าระหว่างปี พ.ศ. 2550-2553 มีปริมาณส่งออกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 26.25 ต่อปี ส่วนมูลค่าลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.31 ต่อปี แสดงให้เห็นว่า ไทยมีศักยภาพการผลิตเครื่องจักรกลเพื่อส่งออกมีปริมาณเพิ่มขึ้นที่สำคัญ ได้แก่ แทรกเตอร์เดินตาม แทรกเตอร์เพื่อการเกษตรขนาดเล็ก เครื่องสูบน้ำ เครื่องสีและขัดธัญพืช และเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

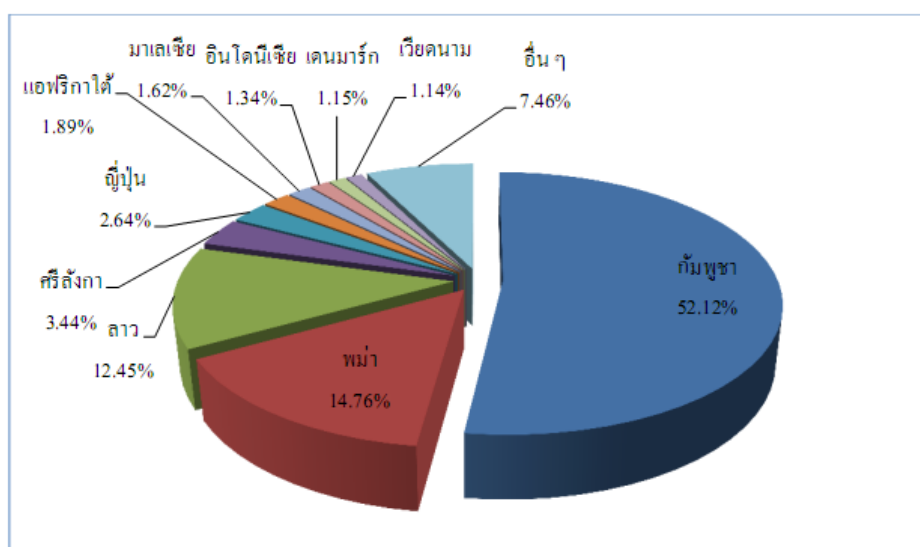
ส่วนการนำเข้ามีปริมาณเครื่องจักรนำเข้าค่อนข้างคงที่เฉลี่ยร้อยละ 0.37 ต่อปี แต่มูลค่าการนำเข้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.90 ต่อปี โดยนำเข้าเครื่องจักรประเภทที่มีเทคโนโลยีระดับ High-End Technology และยังไม่มีการผลิตในประเทศ

ปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรคือ คุณภาพ มาตรฐานการผลิต ความร่วมมือระหว่างผู้ผลิต การสนับสนุนจากภาครัฐ การพัฒนาที่เป็นไปอย่างไม่มีระบบ และขาดประสิทธิภาพ การขาดความเชื่อถือในสายตาของผู้ใช้ภายในประเทศ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรและหากอยู่ภายใต้สภาวะข้อตกลงเสรีทางการค้าระหว่างประเทศ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรจะมีศักยภาพในการแข่งขันด้านการตลาดที่ต่ำลงเรื่อย ๆ และอาจจะประสบปัญหาในอนาคต

ปัญหาของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรคือ ยังมีความจำเป็นต้องนำเข้าชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานเทคโนโลยี (High-End Technology) ไม่มีการผลิตในประเทศ และในเวลาเดียวกันต้องแข่งขันกับเครื่องจักรสำเร็จรูปจากต่างประเทศ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ชัดเจน เพื่อเพิ่มผลิตภาพด้านการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน รวมทั้งยกระดับเทคโนโลยีการผลิตให้สูงขึ้น เพื่อสนองตอบความต้องการทั้งภายในและต่างประเทศ

3.3 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการตลาด

จากการที่สำรวจโดยใช้ข้อมูลทั้งจากเอกสารและการเดินทางเข้าไปสัมภาษณ์ในสถานที่จริงตามด่านศุลกากร 3 ด่าน ที่ส่งออกไปยังทั้ง 3 ประเทศ สามารถสรุปแผนทางการตลาดของประเทศในกลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนแบ่งทางการตลาดที่ใหญ่ที่สุดเมื่ออ้างอิงข้อมูลการส่งออกของศุลกากร ปี 2554 คือ กัมพูชา (52.12%) เมียนมาร์ (14.76%) ลาว (12.45%) ซึ่งถือว่าการตลาดที่สำคัญของกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร



ภาพที่ 7 ข้อมูลการส่งออกของศุลกากร ปี 2554

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางการตลาด

สภาพทางการตลาด	CMLV
สินค้าปัจจุบัน	จากข้อมูลการส่งออกปี 2556 - เครื่องตัดหญ้าใช้กับแทรกเตอร์ (84332000000) - เครื่องเตรียมดิน/เพาะปลูก อื่นๆ (84328010000) - เครื่องไถ (84321000000) - แทรกเตอร์ชนิดคนเดินตาม (87011011000) - รถแทรกเตอร์ (8701)
สินค้าใหม่ที่จะได้รับการสนับสนุนในตลาดใหม่	จากข้อมูลการส่งออกปี 2556 - เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ส่งออกไปเวียดนาม - เครื่องขุดสี ส่งออกไปอินเดีย
ช่องทางการตลาด	ช่องทางที่ 1 ผู้ส่งออก**ผู้นำเข้า/ผู้จำหน่าย/ผู้ผลิต/ผู้กระจายสินค้า**ร้านค้าปลีกทันสมัยใหม่**ผู้บริโภคร ช่องทางที่ 2 ผู้ส่งออก**ผู้นำเข้า/ผู้จำหน่าย/ผู้ผลิต/ผู้กระจายสินค้า**ผู้ค้าส่ง**ร้านค้าปลีก**ผู้บริโภคร ช่องทางที่ 3 ผู้ส่งออก**เอเยนต์ท้องถิ่น**ผู้นำเข้า/ผู้จำหน่าย/ผู้ผลิต/ผู้กระจายสินค้า**ผู้ค้าส่ง***ร้านค้าปลีก**ผู้บริโภคร ช่องทางที่ 4 ผู้ส่งออก**สาขาของผู้ส่งออก**ผู้ค้าส่ง***ร้านค้าปลีก**ผู้บริโภคร
ผู้ซื้อ	กลุ่มที่ 1 นักลงทุนรายใหญ่/เกษตรกรรายใหญ่ ลงทุนซื้อ - เครื่องตัดหญ้าใช้กับแทรกเตอร์ (84332000000) - เครื่องเตรียมดิน/เพาะปลูก อื่นๆ (84328010000) - เครื่องไถ (84321000000) - รถแทรกเตอร์ (8701) กลุ่มที่ 2 เกษตรกรรายย่อย ลงทุนซื้อ - แทรกเตอร์ชนิดคนเดินตาม (87011011000)
ปัจจัยที่ผู้บริโภคซื้อสินค้า	กลุ่มที่ 1 นักลงทุนรายใหญ่/เกษตรกรรายใหญ่ ลงทุนซื้อ - เน้นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงมายาวนาน - ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ คงทน แข็งแรง ทนต่อสภาพพื้นที่การใช้งาน มีการบริการหลังการขายที่ดี กลุ่มที่ 2

สภาพทาง การตลาด	CMLV
	เกษตรกรรายย่อย ลงทุนซื้อ - เน้นราคาถูก คู่แข่งที่สำคัญของไทยคือจีน - ไม่สนใจเรื่องด้านคุณภาพ และพร้อมที่จะซื้อสินค้าที่ลอกเลียนแบบได้หรือไม่มีข้อ
ปัจจัยที่ผู้บริโภค ตัดสินใจซื้อสินค้า	นักลงทุนรายใหญ่/เกษตรกรรายใหญ่และเกษตรกรรายย่อย เน้น - เน้นด้านผลิตภัณฑ์ - ด้านราคา - ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย - เน้นด้านช่องทางส่งเสริมทางการขาย
พฤติกรรมการซื้อ และการชำระ สินค้า	นักลงทุนรายใหญ่/เกษตรกรรายใหญ่และเกษตรกรรายย่อย เน้น - มีการศึกษา การเปรียบเทียบราคาสินค้าในด้านของฟังก์ชันการใช้งาน - เน้นด้านความคงทน แข็งแรง ทนทานต่อสภาพพื้นที่การใช้งาน - ผู้ขายในท้องถิ่นมีอิทธิพลต่อการซื้อสินค้าของผู้บริโภค - ชำระด้วยเงินสด
การวิเคราะห์ ทางด้านการลงทุน	- ปัจจุบันพื้นที่ของกลุ่ม CLMV นั้นมีนักลงทุนรายใหญ่ได้รับสัมปทานพื้นที่ทางการเกษตร ขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลต่อปัจจัยทางด้านการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรเป็นจำนวนมากเพื่อ ทำการเกษตรสมัยใหม่ เนื่องจากมีปัญหาทางด้านกำลังคนหรือแรงงาน - พืชผลทางการเกษตรเป็นที่ต้องการในตลาดโลก ส่งผลควบคู่กับการค้าขายเครื่องจักรกล ทางทางการเกษตร - จะต้องส่งเสริมทางด้านการประชาสัมพันธ์เครื่องจักรกลทางการเกษตร ควบคู่กับการสาธิต ให้เข้าใจถึงตัวผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงสินค้าที่เป็นตามความต้องการพ่วงไปด้วย - การลงทุนทางด้านพลังงานทดแทน เช่น การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อเสริมสร้างการ ปลุกพืชพลังงานทดแทน เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น เนื่องจากกลุ่มประเทศ CLMV มี ศักยภาพในด้านแรงงาน ทรัพยากรทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งที่สำคัญของอนาคต

3.4 การนำเสนอร่างแผนแม่บทของเครื่องจักรกลการเกษตรของไทย

จากการสอบถาม สัมภาษณ์ และการสัมภาษณ์เชิงลึก ด้วยการใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกการสัมภาษณ์เชิงลึก (Questionnaire/Depth Interview Guide) รวมถึงศึกษาจากเอกสารหลักฐานต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมและการพัฒนาศักยภาพในภาพรวมของโซ่อุปทาน พบว่าอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรนั้นประสบปัญหา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและแนวทางการแก้ปัญหา
ผลกระทบทางด้านผู้ประกอบการ	วัตถุดิบ การผลิต ต้นทุนการผลิต และมาตรฐาน - เทคโนโลยีการผลิตและมาตรฐานของไทยอยู่ในระดับแนวหน้าของอาเซียน - ต้นทุนการผลิตอยู่ในระดับสูง เนื่องจากต้นทุนที่เกิดจากทางภาครัฐ เช่น ภาษี ค่าแรงขั้นต่ำ - ต้นทุนการผลิตมี สัดส่วนสูงกว่าต้นทุน ด้านอื่น เนื่องจากมีการใช้เหล็กภายในประเทศ ซึ่งอุตสาหกรรมเหล็กในไทย มีการแข่งขันน้อย และรัฐบาลให้การสนับสนุน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิต เครื่องจักรกลฯ สูง ส่งผลต่อเกษตรกร ผู้ซื้อ หากต้นทุนที่ผลิตเครื่องจักรกลจากต่างประเทศต่ำกว่า ไทยจะเสียโอกาสในการแข่งขัน - วัตถุดิบของไทยมีราคาแพงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน - มาตรฐานของประเทศไทยสูงมาก ผู้ประกอบการจำเป็นต้องผลิตตามมาตรฐานในประเทศ ทำให้ต้นทุนสูง ทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับสินค้าจีนที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศเพื่อนบ้านด้วยราคาและคุณภาพที่ต่ำกว่าได้ แรงงานภายในประเทศและการเคลื่อนย้ายแรงงานวิชาชีพ - SMEs ไทยยังไม่สามารถขยายการผลิตได้ เนื่องจากไม่มีแรงงาน ซึ่งในปัจจุบันก็ต้องทำการเปิดโรงเรียนสอนวิศวกรเอง เนื่องจากการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่สามารถสร้าง เครื่องจักรได้เอง - ทักษะของแรงงานในการทำงานกับอุตสาหกรรมนี้ไม่มีความน่าสนใจหรือทัดเทียมกับอุตสาหกรรมอื่น - มีการรวมตัวกันในคลัสเตอร์เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาต่าง ๆ - มีการขาดแรงงานที่มีฝีมือ ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการฝึกแรงงานต่างด้าว ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่มากขึ้นเช่นกัน เพราะแรงงานที่จบระดับปริญญาตรีจะไม่นิยมเข้ามาทำในอุตสาหกรรมนี้ - ค่านิยมแรงงานในการทำงานในบริษัทที่มั่นคง เช่น วิศวกรอยากไปทำงานในบริษัทใหญ่ ๆ ทางรัฐบาลควรมีการส่งเสริมและประชาสัมพันธ์ในการเปลี่ยนค่านิยมของวิศวกรไทยให้เปลี่ยนความคิดในเรื่องของการทำงานด้วยความท้าทายให้มากขึ้น - แรงงานที่มีทักษะก็อาจจะถูกดึงตัวและย้ายไปทำงานที่ต่างประเทศ
ตลาดสินค้า และลูกค้า	- ผู้ประกอบการจะแข่งขันได้ต้องเน้นในเรื่องของการบริการหลังการขาย
อัตราภาษี ระเบียบพิธีการศุลกากร	- ภาษีนำเข้าวัตถุดิบรวมแล้วสูงกว่าการนำเข้าเครื่องจักรสำเร็จจากต่างประเทศ
การลดต้นทุนการผลิต	- SMEs ส่วนใหญ่มีปัญหาทางด้านต้นทุนทางการผลิต เนื่องจากค่าวัตถุดิบที่สูงขึ้น ค่าแรง ประกอบกับภาษีนำเข้าวัตถุดิบรวมแล้วสูงกว่าการนำเข้าเครื่องจักรสำเร็จจากต่างประเทศ
การพัฒนาเครื่องจักรกล	- การพัฒนาเครื่องจักรทางการเกษตรมีน้อย เนื่องจากรัฐส่งเสริมแต่บริษัทใหญ่มากกว่า SMEs ซึ่งเป็นรากฐานในการพัฒนาของประเทศ ซึ่งพบว่าเครื่องจักรกลทางการเกษตร

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและแนวทางการแก้ปัญหา
การเกษตร	สามารถเข้าไปสู่อุตสาหกรรมปัจจัยสนับสนุนได้ทั้ง 3 อุตสาหกรรม คือ (1) อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน (2) อุตสาหกรรมแปรรูปเกษตรอย่างครบวงจร (3) การเปลี่ยนของเสียทั้งหมดเป็นพลังงาน - รัฐจะต้องมีการพัฒนาคนให้ผู้ผลิตสินค้าสร้างมูลค่าเพิ่มของตัวผลิตภัณฑ์ ในเรื่องของการออกแบบ การพัฒนาเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการแข่งขันทางด้านราคาสินค้าจากคู่แข่งเดิม คือ ญี่ปุ่น และคู่แข่งใหม่ คือ จีน
การสร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กร	- จะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อการแก้ปัญหาในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรทางการเกษตร ซึ่งเครื่องมือที่สำคัญคือ Supply Chain Management - เน้นการรวมกลุ่มของเครื่องจักรกลทางการเกษตรให้เข้มแข็ง เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ - การนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) ของแต่ละโรงงานมาใช้เพื่อลดต้นทุน แก้ปัญหาเรื่องค่าแรงสูงแต่ไม่มีประสิทธิภาพ และร่วมกันบุกตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มตลาดเก่า เช่น CLMV และกลุ่มตลาดใหม่ เช่น อินเดีย
การแสวงหาตลาดใหม่ที่มีศักยภาพ	- ผู้ประกอบการรับจ้างผลิต (OEM) ควรหันมาทำ การตลาดเชิงรุกมากขึ้น โดยการปรับกลยุทธ์ทางธุรกิจ จากเดิมที่ใช้กลยุทธ์การตลาดแบบตั้งรับ โดยรอรับคำสั่งซื้อจากผู้ว่าจ้างผลิตมาเป็นการออกแบบและมีตราสินค้าของตัวเอง - การลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น จากการที่ผู้ว่าจ้างผลิตรายใดรายหนึ่งที่อาจจะลดคำสั่งซื้อ โดยการกระจายคำสั่งซื้อจากแหล่งอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น และการสร้างเครือข่ายพันธมิตรทั้งภาคธุรกิจไทยและต่างประเทศให้กว้างขวาง เพื่อเพิ่มโอกาสในการร่วมทุนในการผลิตและการส่งออก - ผู้ประกอบการที่เริ่มมีตราสินค้าเป็นของตนเอง ควรทำการศึกษาพฤติกรรมตลาดในเชิงพาณิชย์อยู่เสมอ เพื่อที่จะผลิตสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด
นโยบายและการสนับสนุนโดยภาครัฐรัฐบาล	- ส่งเสริมข้อมูลที่ยังเข้าไม่ถึงผู้ประกอบการในเรื่องของนโยบายที่จะส่งเสริม SMEs - ส่งเสริมสินเชื่อสำหรับผู้ใช้เครื่องจักรกลการเกษตรต้องมีการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น - มีปัญหาในเรื่องของแรงงาน ด้านภาษาหลาย ๆ ภาษา - ต้นทุนที่สูงเนื่องมาจากเหล็กที่เกิดจากการนำเข้าที่ยากให้ภาครัฐช่วยเหลือ - ส่งเสริมการตั้ง Hub ต่างประเทศได้ก็จะเป็นการช่วยธุรกิจให้อุตสาหกรรมเหล่านี้ด้วย รวมถึงเรื่องเงินทุนสินเชื่อยังมีความขาดแคลน - สำหรับเรื่องของ R&D จากทางภาครัฐยังไม่เพียงพอ แรงงานวิชาชีพที่เป็นปวส. หรือ ปวช. - มาตรฐานการวัดผลการศึกษาส่งผลต่อการศึกษาทั้งระบบคือ ในการวัดศักยภาพหรือขีดความสามารถทำให้บุคลากรสมัยใหม่ไม่ยอมทำงานที่ต้องใช้ความพยายามมากเท่าที่ควร - ส่งเสริมความต้องการข้อมูลสำหรับการเจาะตลาดใหม่ยังมีน้อยและการส่งเสริมในการขยายตลาดต่างประเทศมีน้อย ทั้งที่เครื่องจักรทางการเกษตรมีโอกาสในการขยายไปสู่ต่างประเทศได้มาก เนื่องจากเครื่องจักรทางการเกษตรของไทยถือว่าเป็นอันดับต้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มตลาดเก่า เช่น CLMV และกลุ่มตลาดใหม่ เช่น อินเดีย ในปัจจุบัน

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรและแนวทางการแก้ปัญหา
	- มีการใช้เครื่องจักรจากทางประเทศญี่ปุ่น (มีราคาแพงมาก) จีน (ใช้แล้วทิ้ง) แต่ของประเทศไทยมีชื่อเสียงที่ดี แต่ยังขาดเรื่องของการสนับสนุนจาก ทางภาครัฐ SMEs จะไม่รู้ขั้นตอนในการดำเนินการในต่างประเทศ - สร้างโครงการเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้ SMEs ภาคการผลิตเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) - แก้ปัญหาภาษีนำเข้า จากการนำเข้าชิ้นส่วนและอะไหล่มาประกอบเอง ในประเทศ ซึ่งต้องมีการเสียภาษีมากกว่าการซื้อเครื่องจักรสำเร็จจากต่างประเทศซึ่ง เสียภาษีร้อยละ 5 แต่หากนำเข้าจาก ASEAN จะไม่มีภาษี - การสนับสนุนเกษตรกรจากทางภาครัฐให้มากขึ้น เนื่องจากลูกค้าส่วนใหญ่คือ เกษตรกรมีความต้องการเงินทุนในการซื้อเครื่องจักรกลทางการเกษตร โดยปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่กู้เงินโดยเสียดอกเบี้ยสูง - การสนับสนุนในเรื่องของเงินทุนใน SMEs ขนาดเล็กและกลางเพื่อที่จะสามารถขยายการผลิตได้ - แก้ปัญหาแรงงานขาดแคลนต้องการวิชาชีพทางด้านเครื่องจักรกลเหล่านี้ - การยกเว้นภาษีนำเข้าวัตถุดิบ ปัจจุบันการนำเข้าวัตถุดิบต้องเสียภาษีนำเข้าสูงและไม่มีการจัดหมวดหมู่ที่ชัดเจน

3.5 การวิเคราะห์อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

การวิเคราะห์ตามแนวทาง SWOT Analysis ได้ข้อสรุปดังนี้ คือ

จุดแข็ง (Strength)

1. นโยบายเศรษฐกิจของภาครัฐมีการส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลเกษตร สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตผลการเกษตร มีการปรับปรุงการผลิตสินค้าเกษตรโดยใช้เครื่องจักรกลการเกษตร เพื่อให้เกิดการเพิ่มผลผลิตการเกษตรและลดการสูญเสียผลผลิต และเก็บเกี่ยวผลผลิตให้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร
2. มีอุตสาหกรรมพื้นฐานสนับสนุน เช่น อุตสาหกรรมการหล่อโลหะ การขึ้นรูป งานโลหะแผ่นและการเชื่อม เป็นต้น อุตสาหกรรมเหล่านี้มีผลในการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร
3. ความเป็นศูนย์กลางด้านโลจิสติกส์ในภูมิภาคอาเซียน โดยอาเซียนเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญของโลก จึงเป็นตลาดที่ใหญ่และสำคัญของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องจากประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียนจึงส่งผลที่เป็นประโยชน์ในการขายสินค้า การจัดหาวัตถุดิบเป็นข้อได้เปรียบในการขนส่งสินค้า และการให้บริการหลังการขาย
4. คุณภาพของเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องจากวัตถุดิบและอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทยมีคุณภาพและเทคโนโลยีที่เป็นที่ยอมรับของประเทศในภูมิภาคอาเซียนจึงทำให้มีความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรเพิ่มมากขึ้น
5. มีอัตราการเสียของต่ำ เพราะมีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง ทั้งนี้เนื่องจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่ มีการลงทุนที่ไม่สูงมากนัก
6. ความพร้อมด้านช่างฝีมือ เนื่องจากการผลิตเครื่องจักรเพื่อการเกษตรในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการผลิตเครื่องจักรที่ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีสูงมากนัก
7. ความชำนาญในพื้นที่ เป็นข้อได้เปรียบของประเทศไทยในการแข่งขันกับประเทศที่ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร เพราะพื้นที่ในประเทศกับพื้นที่ในภูมิภาคอาเซียนมีความใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้เครื่องจักรกลการเกษตรของไทยเป็นที่ยอมรับ

จุดอ่อน (Weakness)

1. มีการนำเข้าวัตถุดิบบางส่วน โดยเฉพาะส่วนประกอบสำคัญ จากต่างประเทศ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง
2. ขาดการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เนื่องจากอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยยังขาดแคลนเทคโนโลยีระดับสูง และความสามารถในการออกแบบและการสร้างสรรค์นวัตกรรมยังมีค่อนข้างจำกัด
3. มีต้นทุนด้านแรงงานค่อนข้างสูง
4. ขาดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ไม่มีการแลกเปลี่ยนอุปกรณ์และองค์ความรู้ที่แต่ละบริษัทมีความชำนาญ บริษัทต้องผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรเพื่อใช้เฉพาะมากกว่าการจัดหาจากแหล่งอื่น ทำให้ชิ้นส่วนนั้นมีคุณภาพที่ต่ำและต้นทุน
5. ขาดการบริหารจัดการด้านการวางแผนการผลิต การผลิตยังอาศัยประสบการณ์โดยตรงของผู้ผลิต ยังไม่มีการใช้องค์ความรู้ด้านการวางแผนการผลิตมากนัก ทำให้การผลิตไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

6. การขาดการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา เนื่องจากกลุ่มผู้ประกอบการมีขนาดเล็ก จึงทำให้ส่วนใหญ่ใช้วิธีการผลิตด้วยการลอกเลียนแบบเทคโนโลยี

โอกาส (Opportunity)

1. ความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้นทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศเนื่องจากมีความต้องการพืชผลทางด้านอาหารและด้านพลังงานเพิ่มขึ้น และจำนวนเกษตรกรลดน้อยลงและเป็นเกษตรกรที่สูงวัย
2. ได้รับการยอมรับและความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรจากต่างประเทศ โดยเฉพาะภายในกลุ่มภูมิภาคอาเซียน ซึ่งมีความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรเป็นจำนวนมาก และมีความมั่นใจในคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย
3. นโยบายทั้งภาครัฐ และสมาคมด้านการเกษตร ในการส่งเสริมให้เงินกู้แก่เกษตรกรเพื่อจัดหาเครื่องจักรกลที่จำเป็นในการผลิตทางการเกษตร เพื่อทดแทนแรงงานและลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่นการให้เงินกู้เพื่อซื้อรถตัดอ้อยแก่เกษตรกร
4. ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในภูมิภาค
5. แรงงานภาคการเกษตรในประเทศมีแนวโน้มลดลงและค่าจ้างมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่หันมาใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการทดแทนแรงงานมากยิ่งขึ้น

อุปสรรค (Threat)

1. การส่งเสริมการลงทุนยังค่อนข้างจำกัด ควรสนับสนุนผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีศักยภาพภายในประเทศมากขึ้น
2. มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ในประเทศมีการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรประเภทเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง และไม่มีการผลิตภายในประเทศ ทั้งตัวเครื่องและชิ้นส่วนอุปกรณ์
3. การรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของผู้ประกอบการและผู้ที่เกี่ยวข้องของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรยังมีน้อย ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการผลิต ข้อตกลงทางการค้า เป็นต้น ขาดการร่วมมือของผู้ประกอบการ ภาครัฐ ภาคเอกชน ทำให้ไม่สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และความช่วยเหลือของภาครัฐและเอกชน
4. การส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรมีคู่แข่งที่ได้เปรียบเหนือไทยในบางด้าน เช่น จีน ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีราคาถูก ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา สามารถผลิตเครื่องจักรการเกษตรที่มีคุณภาพดีกว่าเครื่องจักรกลของประเทศ
5. ลักษณะตลาดของเครื่องจักรกลการเกษตรแทบทุกชนิดมักมีการจำหน่ายเป็นฤดูกาล เกษตรกรจะซื้อเครื่องจักรกลการเกษตร เมื่อถึงฤดูใช้งาน รวมทั้งผู้แทนจำหน่ายรายใหญ่มักนิยมสั่งซื้อจากโรงงานผู้ผลิตในฤดูกาลเช่นกัน ทำให้โรงงานผู้ผลิตต้องมีการเร่งผลิตหรือลดการผลิตเป็นช่วง ๆ ทำให้เป็นปัญหากับการจัดการด้านการผลิต

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ TOWS matrix เพื่อกำหนดกลยุทธ์ของอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในภาพรวมของประเทศไทยที่เหมาะสม

	โอกาส	อุปสรรค
	O1) การตลาดในต่างประเทศ O2) ความต้องการของผู้บริโภคสูง O3) ศักยภาพด้านการแข่งขันที่ดี O4) การเปิดตลาดของจีนทำให้ความต้องการเครื่องจักรเพิ่มสูง O5) การรวมกลุ่มของผู้ประกอบการไทยจะสร้างโอกาสอันดีในการพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรม O6) ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในภูมิภาค	T1) ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และค่าจ้างแรงงานที่สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้านและการใช้ภาษา T2) ต้นทุนด้านเทคโนโลยีสูง T3) กฎหมายรองรับการเปิดเสรีทางการค้า T4) สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง T5) การกำหนดโควตาการรับซื้อสินค้า T6) การร่วมลงทุนกับต่างประเทศในอาเซียน เพื่อการแข่งขันในอนาคต T7) อุปสรรคด้านสิทธิประโยชน์ในการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ
จุดแข็ง S1) อุตสาหกรรมอยู่ที่มีความยืดหยุ่นในการผลิต S2) ช่างฝีมือมีทักษะสูง S3) ผู้ประกอบการได้เปรียบด้านบริการหลังการขาย S4) และมีความสัมพันธ์อันยาวนานกับลูกค้า	กลยุทธ์ SO 1. การทำการตลาดเดิมในกลุ่มอาเซียนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง CLMV 2. การทำการตลาดใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อินโดนีเซีย อินเดีย 3. การเพิ่มผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ 4. การสร้างช่องทางการสื่อสารและการขยายฐานลูกค้า	กลยุทธ์ ST 1. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งระบบ 3. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 4. การจัดระบบแรงงานที่มีประสิทธิภาพ 6. การสร้างช่องทางการสื่อสารและการขยายฐานลูกค้า
จุดอ่อน W1) การรวมกลุ่มเป็น cluster W2) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ w3) คุณภาพของผลผลิต w3) ขาด R&D และการพัฒนาเทคโนโลยี w4) ต้องพึ่งพาวัตถุดิบ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ w5) ผู้ใช้เครื่องจักรในประเทศไม่มีความเชื่อถือ w6) เครื่องจักรที่ผลิตในประเทศมีปัญหาการจดสิทธิบัตร w7) การขาดข้อมูลข่าวสารการตลาด	กลยุทธ์ WO 1. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือ 2. การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลทางการเกษตร 3. การทำตลาดต่างประเทศร่วมกัน	กลยุทธ์ WT 1. ร่างกฎระเบียบใหม่ เช่น มาตรฐานสินค้าส่งออกเพื่อสู้กับสินค้าที่มาจากจีน 2. รัฐบาลสนับสนุน เช่น การลดภาษีนำเข้าวัตถุดิบ 3. สนับสนุนการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาทั้งในและต่างประเทศ

บทที่ 4

ผลการศึกษาระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตร้อย

4.1 บทนำ

จากการรวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้ทำการค้นคว้าเก็บรวบรวมจากอินเทอร์เน็ต เอกสาร รายงานการศึกษา บทความ งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลสถิติทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร การนำเข้า และการส่งออก ที่หน่วยงานราชการและเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศได้รวบรวมไว้เป็นหลัก ข้อมูลในส่วนนี้จำเป็นต้องเป็นปัจจุบัน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้เพิ่มเติมจากข้อมูลภาคสนามโดยทำการสอบถามสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายหรือบุคคลที่มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตร้อยของประเทศไทย

คณะผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลจากการศึกษาระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตร้อย ดังนี้

4.2 ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับระบบโลจิสติกส์เครื่องจักรกลการเกษตร

1. เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery)

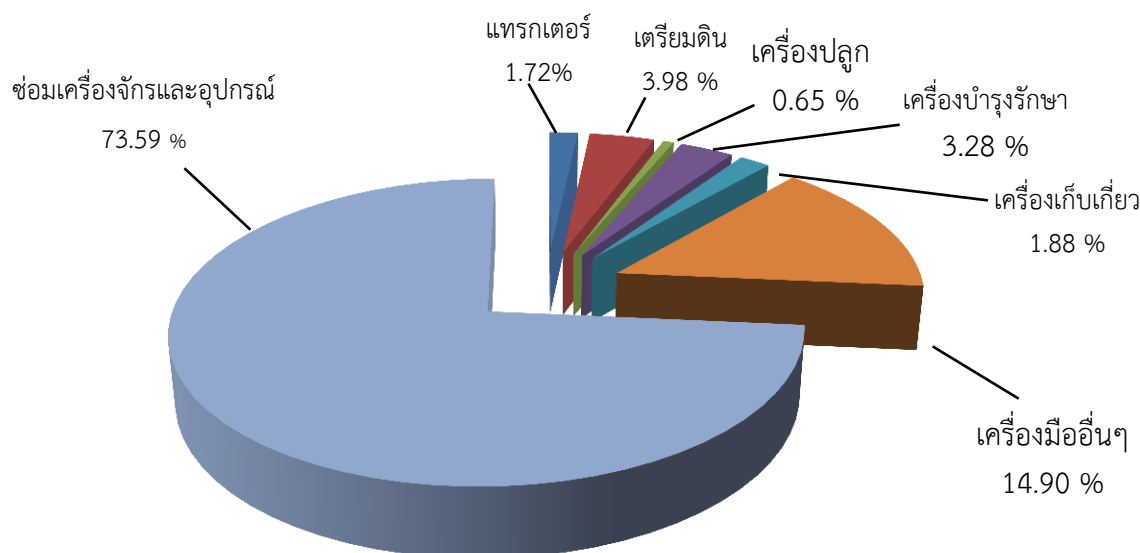
เครื่องจักรกลการเกษตร (Agricultural Machinery) แบ่งตามลักษณะการใช้งานทั่วไปของเครื่องจักรกลการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กุมภาพันธ์, 2554) ที่มีการนำเข้าหรือส่งออกสามารถแบ่งได้เป็น 6 ชนิด ตามพิกัดศุลกากร (Harmonized System : HS Code) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตร

ชนิด	ตัวอย่างเครื่องจักร
1.แทรกเตอร์ (Tractor)	แทรกเตอร์ 4 ล้อ และ 2 ล้อ สามารถแบ่งตามแรงม้าได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กต่ำกว่า 18 แรงม้า ขนาดกลาง 18-50 แรงม้า และขนาดใหญ่ 50 แรงม้าขึ้นไป ส่วนแทรกเตอร์ 2 ล้อ เรียกอีกชื่อว่า รถไถเดินตาม
2.เครื่องเตรียมดิน (Tillage equipment)	เครื่องเตรียมดินครั้งแรก เช่น ไถหัวหมู (Moldboard plow) ไถจาน (Disk plow) ไถดินดาน (Subsoiler) ไถยกร่อง (Lister) ฯลฯ และเครื่องมือเตรียมดินครั้งที่สอง เช่น พรวนจาน (Disk harrow) พรวนซี่สปริง (Spring tooth harrow) คราด (Spike) ลูกกลิ้ง (Land roller) ฟันลาก (Float) ฯลฯ
3.เครื่องปลูก (Planting equipment)	เครื่องหว่านเมล็ด (Spacing drill) เครื่องปลูกพืชหัว (Planters) เครื่องย้ายต้นกล้า/ดำนา (Transplanters) เครื่องปลูกอ้อย (Sugar cane planter)
4.เครื่องบำรุงรักษา (Crop protection equipment)	เครื่องสูบน้ำ (Water pumps) เครื่องพ่นยา (Sprays) เครื่องพรุนระหว่างแถว (Cultivator) เครื่องหว่านปุ๋ย (Fertilizer distributors) เครื่องตัดหญ้า (Mowers) ฯ
5.เครื่องเก็บเกี่ยว (Harvesting equipment)	เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Combine harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย (Sugar harvester) เครื่องทำฟ่อนฟาง (Straw or fodder balers) เครื่องเก็บเกี่ยวรากหรือหัวพืช (Root or tuber harvesting) เครื่องนวด (Threshing) เครื่องสี (Hullers and Mills)
6.เครื่องมืออื่นๆ (Other equipment)	เครื่องจักรที่ใช้ในงานปศุสัตว์ (Livestock machine) เช่น เครื่องรีดนม (Milking machines) เครื่องเตรียมอาหารสัตว์ (Feeding stuffs) เครื่องเลี้ยงสัตว์ปีก (Poultry keeping)

2. โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากโรงงานผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร จัดอยู่ในลำดับที่ 66-70 ตามการจำแนกกิจการโรงงานอุตสาหกรรมตามกฎหมายกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 โดยในปี 2556 มีจำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร ที่จดทะเบียนไว้กับ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมประมาณ 1,653 ราย สามารถจำแนกสัดส่วนโรงงานได้ดังตารางที่ 8



ภาพที่ 8 สัดส่วนจำนวนโรงงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน

ส่วนใหญ่เป็นโรงงานที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมเครื่องจักรและอุปกรณ์ เครื่องมือการเกษตรหลักที่ผลิต คือ อุปกรณ์เตรียมดิน รองลงมา คือ เครื่องบำรุงรักษา เครื่องเก็บเกี่ยว รถแทรกเตอร์และเครื่องปลูก ตามลำดับ การประกอบกิจการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร ส่วนมากเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม มีลักษณะการผลิตสินค้ามากกว่า 1 ประเภทผลิตภัณฑ์ บางครั้งดำเนินการซ่อมเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ด้วย โดยกระจายอยู่ในท้องถิ่นใกล้ชิดกับเกษตรกรผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะตั้งโรงงานอยู่ในบริเวณภาคกลาง โดยสามารถจำแนกโรงงานตามลักษณะการใช้งานดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนโรงงาน เงินลงทุน และคนงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน

รายการ	โรงงาน(จำนวน)	เงินลงทุน(ล้านบาท)	แรงงาน(คน)
รถแทรกเตอร์	32	5,945.688	1,921
เครื่องเตรียมดิน	74	1,319.306	2,543
เครื่องปลูก	12	1,387.975	1,384
เครื่องบำรุงรักษา	61	1,285.876	1,532
เครื่องเก็บเกี่ยว	35	1,159.874	4,011
เครื่องมืออื่นๆ	277	2,843.224	4,276
ซ่อมเครื่องจักรและอุปกรณ์	1,368	20,426.152	22,820

หมายเหตุ บางโรงงานดำเนินกิจกรรมมากกว่า 1 ประเภทรายการ

เมื่อพิจารณาตามสัดส่วนเงินลงทุนต่อโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตรและสัดส่วนแรงงานต่อโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตร สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เงินลงทุนต่อโรงงาน และคนงานต่อโรงงานแยกตามกลุ่มลักษณะการใช้งาน

รายการ	เงินลงทุน/โรงงาน (ล้านบาท)	แรงงาน/โรงงาน (คน)
แทรกเตอร์	185.8028	60
เครื่องเตรียมดิน	17.82846	34
เครื่องปลูก	105.4163	115
เครื่องบำรุงรักษา	21.07993	25
เครื่องเก็บเกี่ยว	33.13926	115
เครื่องมืออื่นๆ	4.75696	15
ซ่อมเครื่องจักรและอุปกรณ์	14.9314	17

จากข้อมูลพบว่า การผลิตรถแทรกเตอร์มีเงินลงทุนต่อโรงงานมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องปลูกซึ่งโรงงานทั้ง 2 ประเภทมีเงินลงทุนเป็น 100 ล้านบาท ส่วนโรงงานประเภทอื่นมีเงินลงทุนไม่มากนัก จากข้อมูลสามารถแบ่งขนาดโรงงานตามเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตออกได้ 3 ระดับ คือ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กุมภาพันธ์, 2554)

1) เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย (High-End Technology) การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร จะใช้เครื่องจักรกลที่จะผลิตชิ้นส่วนหรือกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรที่มีความละเอียดสูง มีการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ มีการออกแบบทางวิศวกรรม และสั่งงานโดยใช้ระบบพิมพ์เขียว ส่วนมากเป็นบริษัทร่วมทุนกับต่างประเทศ มีการลงทุนสูง และได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากรัฐบาล

2) เทคโนโลยีการผลิตปานกลาง (Middle-End Technology) การใช้เทคโนโลยีการผลิตในระดับนี้ส่วนมากจะเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งรับจ้างผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เป็นส่วนมาก ลักษณะของผู้ประกอบการจะเป็นการรับช่วงการผลิตจากโรงงานในระดับแรก การใช้วัสดุเป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีความแม่นยำพอสมควร แต่ส่วนมากจะเป็นการนำเข้าเครื่องจักรเก่าจากต่างประเทศมาปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสภาพดีก่อนใช้งาน

3) เทคโนโลยีการผลิตพื้นฐาน (Low-End Technology) การใช้เทคโนโลยีการผลิตในระดับนี้ส่วนมากจะเป็นผู้ประกอบการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลการเกษตร และรับจ้างผลิตชิ้นส่วนทั่วไป หรือเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร โดยประกอบแบบง่ายๆ วัตถุดิบที่ใช้เป็นโลหะเหล็กที่สามารถซื้อหาได้ง่าย การดำเนินการผลิตจะทำตามคำสั่งหรือตามตัวอย่างที่มี เนื่องจากเทคนิคการผลิตอยู่ในระดับต่ำ และใช้วัสดุทั่วไป ความแม่นยำหรือความเที่ยงตรงมีน้อย จึงทำให้มีความสามารถเพียงผลิตชิ้นส่วนทั่วไปหรือชิ้นงานที่มีราคาต่ำเป็นส่วนมาก

3. ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรเป็นอุตสาหกรรมที่มีทั้งการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรกับต่างประเทศ โดยมีการนำเข้าและส่งออกในปี พ.ศ. 2551 – 2555 ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 มูลค่าการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร ปี พ.ศ. 2551 – 2555

เครื่องจักรกลการเกษตร	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	CAGR%
นำเข้า	33,672.79	31,603.15	31,918.13	31,603.38	18,328.00	-14.11%
ส่งออก	9,110.41	7,920.40	10,684.38	13,384.62	10,387.00	3.33%

หน่วย : ล้านบาท

การนำเข้ามีมูลค่าสูง แต่มูลค่าการนำเข้ามีแนวโน้มลดลง ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2555 มีอัตราการลดลงเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 14.11 จากมูลค่า 33,672.79 ล้านบาท เป็น 18,328.00 ล้านบาท ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีเทคโนโลยีสูง (High-end Technology) ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย ใช้เครื่องจักรกลที่มีความละเอียดสูง จากประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นส่วนมาก ได้แก่ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา อังกฤษ และอิตาลี เป็นต้น สินค้านำเข้าสำคัญ คือ แทรกเตอร์เพื่อการเกษตร ประมาณ 11,000 ล้านบาท หรือคิดเป็น 1 ใน 3 ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมด โดยนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นและจีน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า แนวโน้มการนำเข้าจากประเทศจีนจะเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากมีสัดส่วนการนำเข้าระหว่างปี พ.ศ. 2552-2553 เพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 19.30 เป็น ร้อยละ 26.25 การนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรที่สำคัญอื่นๆ คือ เครื่องสูบน้ำ เครื่องเตรียมดิน (ไถ คราดจาน เป็นต้น) เครื่องเกี่ยวหวด เครื่องฉีดยาฆ่าแมลง เป็นต้น

มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยระหว่าง พ.ศ. 2551-2555 มีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 3.33 จากมูลค่า 9,110.41 ล้านบาท เป็น 10,387.00 ล้านบาท โดยเฉพาะมีการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรไทยไปยังอาเซียน ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 60 ของการส่งออกทั้งหมดของไทย โดยส่งออกภายในอาเซียนมีมูลค่า 7,551.8 ล้านบาท รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 16 และ 17 เครื่องจักรกลการเกษตรที่ไทยส่งออกไปยังอาเซียนที่สำคัญ เช่น แทรกเตอร์เพื่อการเกษตร รองลงมาคือ เครื่องบำรุงรักษา เครื่องเก็บเกี่ยว เครื่องมือเตรียมดิน

ตารางที่ 16 การนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในกลุ่มอาเซียน

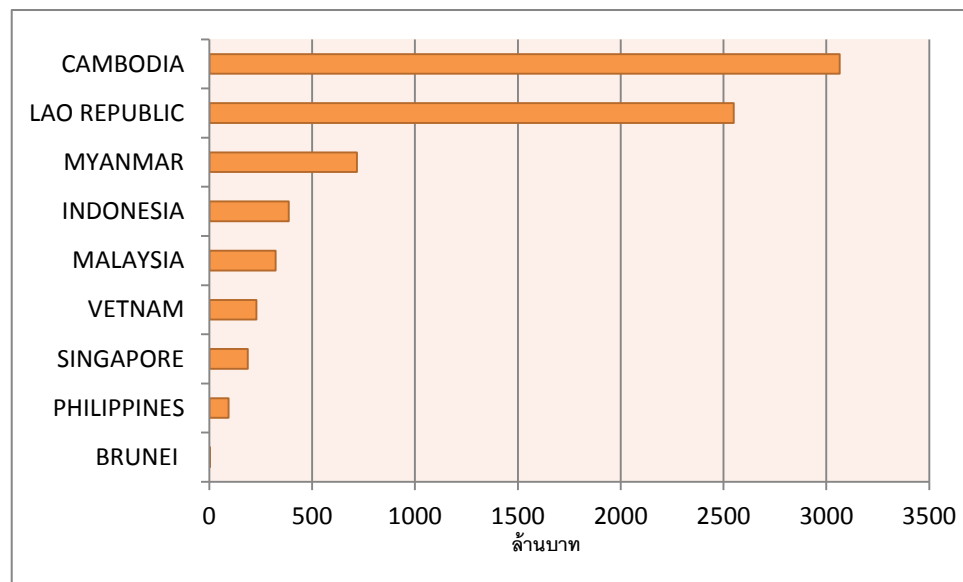
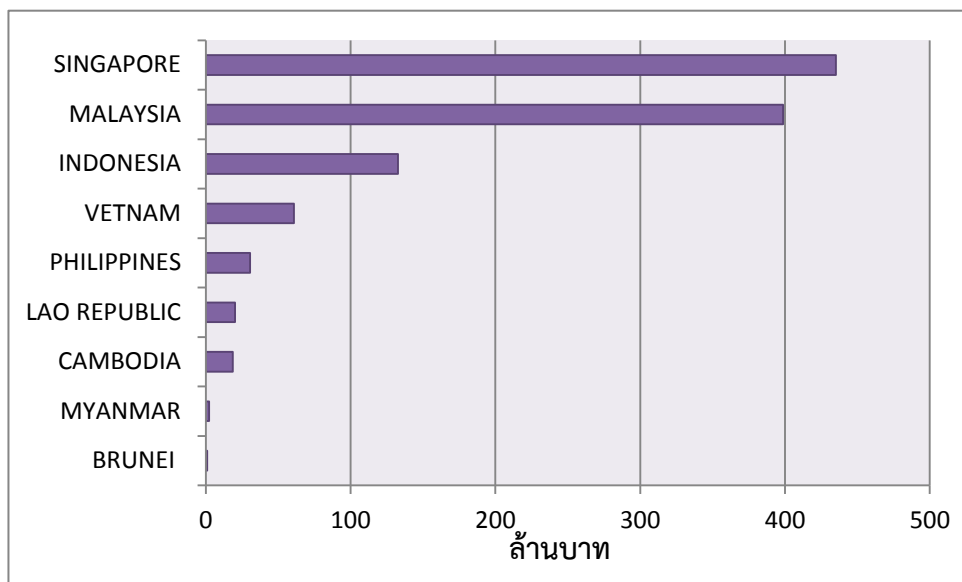
ประเทศ	CAMBODIA		LAO REPUBLIC		MALAYSIA		MYANMAR		INDONESIA		PHILIPPINES		NETNAM		Singapore		BRUNEI DARUSSALAM	
	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก	นำเข้า	ส่งออก
ปี	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT	Mill BAHT
2550	29.97	640.84	80.54	1,233.61	267.7	320.3	0.03	247.7	127.54	433.07	110.26	87.82	18	91.47	408.05	179.53	-	1.15
2551	3.8	1,314.39	97.17	1,537.85	223.8	612.7	8.27	320.8	81.16	432.33	138.53	118.81	29.46	128.29	285.85	233.25	-	3.62
2552	3.52	984.68	31.98	1,122.70	284	513.5	6.77	461.6	65.68	381.97	15.92	74.59	34.17	171.4	341.87	131.15	0.27	4.75
2553	7.4	2,097.34	15.88	1,702.49	479.9	327.1	0.6	490.6	79.84	494.59	26.7	111.36	68.46	294.81	313.03	168.36	0.5	0.54
2554	18.57	3,065.53	20.05	2,549.23	398.7	321.8	2.15	717.4	132.7	386.37	30.58	93.19	60.76	228.31	435.22	187.43	0.82	2.54
2555	13.3	3016.47	22.46	1,052.55	378.4	275.2	0.02	795.61	88.57	398.42	52.52	91.60	126.06	413.59	157.38	200.17	-	0.35

ตารางที่ 17 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกรวมของกลุ่มอาเซียน

ปี พ.ศ.	2550	2551	2552	2553	2554	2555	CAGR%
การนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตร	1,042.09	868.04	784.18	992.31	1,099.55	838.71	-4.25%
การส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร	3,235.49	4,702.04	3,846.34	5,687.19	7,551.8	6,243.96	14.05%

หน่วย : ล้านบาท

จากตารางที่ 16 และ 17 จะเห็นว่ามูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรภายในกลุ่มอาเซียนมีอัตราการลดลงร้อยละ 4.25 และมูลค่าการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในกลุ่มอาเซียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.05 โดยเครื่องจักรกลการเกษตรที่ส่งออกหลักคือ แทรกเตอร์เพื่อการเกษตร เครื่องมือเตรียมดิน เครื่องเกี่ยวหวด เครื่องฉีดพ่นทางการเกษตร เป็นต้น



ภาพที่ 9 ประเทศในอาเซียนที่ไทยนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในปี พ.ศ.2554

จากภาพที่ 9 ประเทศที่ไทยนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรมากที่สุดคือ สิงคโปร์ เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้า เช่น เครื่องสูบน้ำ รองลงมาคือ มาเลเซีย เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้า เช่น เครื่องอบแห้ง และประเทศที่ไทยส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรมากที่สุดคือ กัมพูชา เครื่องจักรกลการเกษตรที่ส่งออก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม ไถชนิดต่างๆ เครื่องเกี่ยวนวดข้าว รองลงมาคือ ลาว เครื่องจักรกลการเกษตรที่ส่งออก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม ไถชนิดต่างๆ เครื่องปลูก

4. เครื่องจักรกลการเกษตรไทยส่งออกในกลุ่มอาเซียน โดยเรียงตามลำดับผู้ค้าหลัก มีดังนี้
1. ประเทศกัมพูชา สินค้าที่ส่งออก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม ไถชนิดต่างๆ เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เครื่องปลูก
 2. สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม ไถชนิดต่างๆ เครื่องปลูก
 3. ประเทศเมียนมาร์ สินค้าที่ส่งออก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม ไถชนิดต่างๆ
 4. ประเทศอินโดนีเซีย สินค้าที่ส่งออก เช่น ไถชนิดต่างๆ
 5. ประเทศมาเลเซีย สินค้าที่ส่งออก เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องมือเตรียมดิน
 6. ประเทศเวียดนาม สินค้าที่ส่งออก เช่น เครื่องเกี่ยวนวด เครื่องมือเตรียมดิน
 7. ประเทศสิงคโปร์ สินค้าที่ส่งออก เช่น เครื่องฉีดพ่นการเกษตร
 8. ประเทศฟิลิปปินส์ สินค้าที่ส่งออก เช่น เครื่องมือเตรียมดิน เครื่องฉีดพ่นการเกษตร เครื่องปลูก
 9. ประเทศบรูไน สินค้าที่ส่งออก เช่น ชิ้นส่วนอะไหล่

4.3 ข้อมูลสัมภาษณ์ผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร อยู่ซ่อมเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้าน
ศุลกากร และบริษัทส่งออก สรุปข้อมูลพื้นฐานได้ดังนี้

สินค้าที่ส่งออก	แทรกเตอร์, เครื่องมือเตรียมดิน, เครื่องปลูกอ้อย, เครื่องยกร่อง, เทรลเลอร์ขนาดเล็ก, เครื่องตัดหญ้า, เครื่องดูแลสนามกอล์ฟ
ประเทศที่ส่งออก	ลาว : ผ่านทางมุกดาหาร เมียนมาร์ : ผ่านอำเภอแม่สอด ฟิลิปปินส์ : ผ่านทางเรือ กัมพูชา : ผ่านด่านอรัญประเทศ
สถานการณ์	โรงงานมีการขายเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยทั้งในและต่างประเทศ โดยตลาดใหญ่อยู่ที่ เมียนมาร์ ลาวและกัมพูชา เนื่องจากเริ่มมีการปลูกอ้อย มากขึ้นมีนโยบายเปลี่ยนจากป่าเป็นการทำเกษตรกรรม มีการสร้าง โรงงานน้ำตาลของบริษัทในเครือมิตรผลและวังขนาย เช่น ในลาว กัมพูชา เมียนมาร์เดิมมีโรงงานอยู่แล้ว 6 โรงแต่สภาพเก่ามาก โรงงานทำงานเต็ม กำลัง 10,000 ตัน ผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศ จึงมีการเพิ่มศักยภาพ เครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยเพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิตในการรองรับ กับโรงงานใหม่
การส่งออก	
1. ผ่านด่านศุลกากร	1. ส่งออกผ่านด่านศุลกากร สามารถเรียกภาษี 7% คืนได้ 2. ผู้ซื้ออาจเป็นทั้งเกษตรกรเอง หรือตัวแทนจำหน่ายในต่างประเทศ 3. การขนส่ง -บริษัทขนส่งเอง ตัวอย่างเช่นส่งไปลาว โดยใช้รถบรรทุกไปยังหน้าด่านพบบริษัท ส่งออกแล้วทำการถ่ายสินค้า ในการส่งไปลาวผ่านด่านหนองคายค่า ขนส่งคิดเป็นเที่ยวๆละ 25,000 บาท (รถบรรทุก 18 ล้อ) เที่ยวหนึ่ง ส่งรถแทรกเตอร์ได้ 3 คัน (75-90 แรงม้า) -ให้บริษัทส่งออกดำเนินการ ตัวอย่างเช่นส่งออกเครื่องมือเตรียมดิน จะถอดแยกชิ้นส่วนใส่ตู้ คอนเทนเนอร์ตู้หนึ่งขนได้ 15 ชุด ค่าใช้จ่ายเที่ยวละ 20000-30000 บาท โดยราคานี้รวมการทำเรื่องส่งออกผ่านด่านศุลกากรด้วย และ นำไปประกอบเป็นเครื่องมือที่ประเทศที่นำเข้า 4. การส่งออกใช้บริษัทส่งออกเป็นคนดำเนินการทั้งหมด โดยการส่งออก มี 2 ทาง คือ

	- ทางน้ำ ที่ท่าเรือ เช่น คลองเตย แหยมฉะ - ทางบก เช่น แม่ฮ่องสอน แม่สอด ท่าช้างเหล็ก หนองคาย มุกดาหาร 5. ค่าใช้จ่ายในการทำเอกสารที่ด่านศุลกากร บริษัทส่งออกจะคิดค่าบริการในการดำเนินการ 5,000 บาท/ครั้ง 6. อุปกรณ์ทั้งหมดที่ส่งออกบางบริษัทจะมีรหัสสินค้าของบริษัทกำกับด้วย เพื่อวัตถุประสงค์ของการประกันและป้องกันการลักลอบส่งออก 7. ในการผลิตเมื่อมีการสั่งซื้อที่แน่นอน โรงงานจะเริ่มทำการผลิตตามกำหนดเวลาในใบเสนอราคา เช่น ต้องการไม่เกิน 30 วัน ในการผลิตของโรงงานไม่มีปัญหาการผลิตไม่ตรงตามเวลาเนื่องจากโรงงานมีประสบการณ์
	การทำเอกสารเพื่อการส่งออก มีการประสานงานระหว่างบริษัทผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรและบริษัทส่งออก 3 แบบ 1. บริษัทผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรส่งเอกสารมาทางอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ทางบริษัทส่งออกทำเอกสารไว้ก่อนที่จะส่งสินค้ามาที่ด่านศุลกากร 2. บริษัทผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรนำเอกสารมาทำที่บริษัทส่งออกเองเมื่อขนส่งสินค้ามาถึงด่านศุลกากร 3. บริษัทส่งออกเป็นผู้ทำเอกสารทั้งหมดพร้อมขนส่งมาให้ที่ด่านศุลกากร
	ปัญหาที่พบ 1. ถ้าผู้ซื้อทำการติดต่อเอง การนำสินค้าออกใช้เวลาในการส่งออกนาน ต้องทำหนังสือเพื่อการส่งออก ผู้ซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรจะเสียเวลาในการรอ ในการเตรียมเอกสารนาน 2. ปัจจุบันปัญหาที่บริษัทส่วนใหญ่ประสบคือ - ปัญหาด้านแรงงาน - มีการแทรกแซงของบริษัทขนาดใหญ่
2. แบบขายในประเทศ	ผู้ที่ซื้อจะมาซื้อในประเทศแล้วนำกับไปยังประเทศของผู้ซื้อ
	ปัญหาที่พบ 1. ไม่ได้ลดภาษี 7 % 2. เมื่อผู้ซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว ก็จะบรรทุกไปยังต่างประเทศ โดยผ่านด่านแต่ไม่ทำเอกสาร (ผิดกฎหมาย) เลยทำให้ที่ศุลกากรไม่มีข้อมูลของสินค้าเครื่องจักรกลการเกษตร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์สามารถสรุปสถานการณ์ของบริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรและโลจิสติกส์ของเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยได้ดังนี้

1. การผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อใช้ในการผลิตอ้อย

จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยพบว่า สามารถจำแนกผู้ผลิตออกเป็น 3 กลุ่ม คือ บริษัทขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิต และเทคโนโลยีค่อนข้างสูง โรงงานขนาดกลาง และผู้ผลิตรายย่อย ซึ่งเป็นอู่ซ่อม หรือโรงกลึงต่างๆ โดยมีส่วนแบ่งการตลาดดังนี้

-ผู้ผลิตรายใหญ่มีจำนวน 3 ราย มีส่วนแบ่ง 40% คือ บริษัทกมลอินดัสตรี จำกัด บริษัทไคเฮงหลีจักรกล และบริษัทเคเคเกษตรกลการบ้านโป่ง จำกัด

-ผู้ผลิตขนาดกลางมีส่วนแบ่ง 50% เช่นบริษัทศรีกำแพงแสนมอเตอร์ บริษัทปัญญาประดิษฐ์จักรกล บริษัทชลบุรีเมืองทอง จำกัด และบริษัททีทีเฟิร์ส จำกัด เป็นต้น

-ผู้ผลิตรายย่อยมีส่วนแบ่งประมาณ 10% เช่นอู่ซ่อมต่างๆ

เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการผลิตอ้อยที่ส่งออกสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

1. อุปกรณ์เตรียมดิน เช่น ไถจานแบบผาลสาม ไถจานแบบผาลเจ็ด
2. เครื่องปลูก และใส่ปุ๋ย
3. รถตัดอ้อย

2. การส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยไปยังประเทศอาเซียน

จากการสัมภาษณ์โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร พบว่าการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ

1. การส่งออกโดยการใช้บริษัทส่งออก

เมื่อโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตสินค้าเสร็จสิ้นแล้ว บริษัทส่งออกจะเข้ามาดูแลในการขนส่งจากโรงงานไป ยังผู้ซื้อ โดยทางบริษัทส่งออกจะเป็นผู้ขนส่งและติดต่อกับด่านศุลกากรและต้นทุนในส่วนของบริษัทส่งออกผู้ซื้อจะเป็นผู้รับผิดชอบ โดยค่าใช้จ่ายในการใช้บริษัทส่งออกอยู่ที่ประมาณ 20,000 – 30,000 บาท

2. การส่งออกโดยการใช้บริษัทส่งออกเฉพาะที่ด่านศุลกากร

เมื่อโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตสินค้าเสร็จสิ้นแล้ว โรงงานผลิตจะทำการติดต่อกับบริษัทส่งออกที่ประจำอยู่ที่ด่านศุลกากรหรือบริษัทส่งออกที่เป็นเครือเดียวกันที่มีบริษัทอยู่ใกล้กับโรงงาน เพื่อติดต่อให้เตรียมเอกสารในการส่งออกไว้ให้ ทางโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตรจะทำการขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิตไปยังด่านศุลกากรแล้วไปรับเอกสารที่บริษัทส่งออกได้ทำการเตรียมไว้ให้ และนำเอกสารไปยังที่ศุลกากรเพื่อทำการขนส่งสินค้าต่อไป วิธีนี้โรงงานจะทำการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าไว้ตั้งแต่ที่ทำสัญญา โดยค่าใช้จ่ายในการขนส่งขึ้นกับระยะทางโดยเป็นรถบรรทุกของโรงงานผลิตเอง และในส่วนบริษัทส่งออกที่ด่านมีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท

3. การส่งออกโดยโรงงาน

เมื่อโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตสินค้าเสร็จสิ้นแล้ว โรงงานผลิตจะทำการเตรียมเอกสารที่จะใช้ในการส่งออกที่ด่านศุลกากร โดยเอกสารในการส่งออกสามารถดาวน์โหลดหรือขอรับจากศุลกากรที่ได้ก็ได้ เพื่อทำเอกสารในการยื่นให้ที่ด่านศุลกากร เมื่อเตรียมเอกสารเสร็จสิ้นก็สามารถขนส่งสินค้าแล้วนำเอกสารที่เตรียมให้กับทางด่านศุลกากร แต่วิธีนี้มีปัญหาด้านเวลาในการส่งออกเนื่องจากการเสียเวลาในการทำเอกสารที่ด้านนาน

4. การส่งออกโดยไม่ทำเอกสาร

วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องแต่ปัจจุบันยังมีการกระทำเช่นนี้อยู่ โดยเมื่อผู้ซื้อต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรจะทำการมาซื้อที่โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร และนำเครื่องจักรกลการเกษตรขนส่งกลับไปยังประเทศของตนโดยการลักลอบนำออกโดยไม่ผ่านด่านศุลกากร นอกจะไม่ถูกกฎหมายแล้วยังทำให้ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยไม่แน่นอน

3. โอกาสการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อใช้ในการผลิตอ้อย

เนื่องจากการลงทุนตั้งโรงงานน้ำตาลในต่างประเทศ และการต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยของประเทศเพื่อนบ้านทำให้ไทยมีโอกาสในการส่งออกเครื่องจักรกลการผลิตอ้อย โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรพบว่า

- ลาวมีโรงงานน้ำตาลเพิ่ม 2 โรง คือบริษัท มิตรลาว จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของกลุ่มมิตรผล และโรงงานน้ำตาลสะหวันนะเขต ซึ่งเป็นบริษัทในเครือ KSL GROUP ตั้งเป้าที่อ้อยให้ปให้ได้ถึง 2 ล้านตัน ซึ่งต้องการเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ 2 แสนไร่ ต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรประมาณ 800 ชุด

- ฟิลิปปินส์มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 4 แสนไร่ กำลังพัฒนาเป็นการเกษตรแบบพึ่งพาเครื่องจักรกลมากขึ้น ต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรประมาณ 2,000 ชุด

- อินโดนีเซียมีการนำเข้าน้ำตาลในปี 2554 จำนวน 2.9 ล้านตัน และมีนโยบายในการที่จะผลิตน้ำตาลเพื่อบริโภคในประเทศเองเพื่อลดการนำเข้า ดังนั้นต้องการพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 2.5 ล้านไร่ และต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรประมาณ 10,000 ชุด

4. การเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรพบว่า การจัดการโซ่อุปทานตลอดถึงการจัดการเพื่อการส่งออกนั้น บริษัทจะอิงจากประสบการณ์ที่เคยทำมาในอดีต ซึ่งบางครั้งมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง และยังไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนัก ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยจึงควรมีการดำเนินการดังนี้

1. ควรปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทขนาดกลางที่มีส่วนแบ่งการตลาดรวม 50%
2. เพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อยโดยการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้ผลิตรายย่อยเหล่านั้นสามารถผลิตเครื่องจักรกลได้ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด
3. เพิ่มประสิทธิภาพการจัดเรียงสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออก

5. ผลกระทบการเปิดการค้าเสรี(AEC) ต่อบริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

จากการสัมภาษณ์โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร เรื่องการเปิดการค้าเสรีในอาเซียนของเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทย พบว่า

1. อนาคตโดยรวมของเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทย ทางผู้บริหารโรงงานเห็นว่ายังคงสามารถดำเนินธุรกิจไปได้เรื่อยๆ แต่จะมีการเข้ามาของบริษัทจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น เนื่องจากปัจจุบันมีบริษัทจากต่างประเทศที่สามารถขายได้เป็นจำนวนมาก
2. โรงงานขนาดกลางจะเป็นโรงงานที่ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือเตรียมดิน เครื่องปลูก เครื่องบำรุงรักษา ให้ความเห็นว่าควรยึดตลาดในประเทศเป็นหลัก โดยเน้นขายสินค้าในประเทศได้ 80 % ขายต่างประเทศ 20%
3. การเปิดการค้าเสรีในอาเซียนจะทำให้การสั่งซื้อสินค้าจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น และโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรควรเตรียมตัวในการเพิ่มเครื่องจักรในการผลิตให้ทันสมัย เช่น เพิ่มเครื่อง CNC เนื่องจากปัจจุบันแรงงานมีจำนวนน้อยลง และต้องวางแผนในการติดต่อกับต่างประเทศ
4. เครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อย โดยเฉพาะเครื่องมือเตรียมดิน เครื่องปลูก และเครื่องมือบำรุงรักษาจะเติบโตจากการเติบโตของบริษัทแทรกเตอร์และโรงงานน้ำตาล
5. เมื่อเปิดการค้าเสรีโรงงานของประเทศไทยจะได้เปรียบในเรื่องคุณภาพและความชำนาญการในพื้นที่และสถานที่ทำให้เครื่องจักรกลการเกษตรได้เปรียบกว่าสินค้าเครื่องจักรกลจากต่างประเทศ
6. อุปสรรคที่ยังคงมีผลกับโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตร คือ การสนับสนุนจากภาครัฐ และภาษีการนำเข้าวัสดุบางอย่างยังคงค่อนข้างสูง
7. ในเรื่องการขนส่งเมื่อทำการเปิดการค้าเสรีคงมีการแข่งขันของบริษัทที่ส่งออกมาขึ้น

6. ข้อมูลเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อยจากด้านบุคลากร

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ด้านบุคลากรในเรื่องการนำเข้าและการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยและเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยภายในอาเซียน

1. เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้า

เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้าจากประเทศในอาเซียนมีมูลค่าและปริมาณที่ไม่สูงมาก เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้าส่วนมากจะเป็นชิ้นส่วนอะไหล่ที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในการผลิต โดยประเทศที่นำเข้ามากที่สุดในอาเซียนคือ สิงคโปร์ เป็นสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ และรองลงมา คือประเทศมาเลเซีย เป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตยางเช่น เครื่องอบยาง

2. เครื่องจักรกลการเกษตรที่ส่งออก

เครื่องจักรกลการเกษตรที่ส่งออกจากประเทศไทยไปยังประเทศในกลุ่มอาเซียนมีปริมาณและมูลค่าที่สูงมากโดยสินค้าที่ส่งออกมาที่สุดคือรถไถเดินตาม เครื่องจักรอเนกประสงค์ เช่น ปั่นไฟ ปั่นน้ำ เป็นต้น เครื่องมือเตรียมดิน เช่น ไถจากแบบสามผาล, ไถระเบิดดินดาน เป็นต้น

3. เครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

เครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยที่มีการส่งออกในอาเซียนจากการสัมภาษณ์ พบว่ามีการส่งรถแทรกเตอร์ เครื่องมือเตรียมดินเช่น ไถจานแบบสามผาล ไถระเบิดดินดาน ไถยกร่อง เป็นต้น เครื่องปลูกอ้อย เครื่องเก็บเกี่ยว เครื่องบำรุงรักษาเช่น เครื่องใส่ปุ๋ย เครื่องพ่นยา เป็นต้น และชิ้นส่วนอะไหล่โดยประเทศที่มีการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยมากที่สุดคือ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว รองลงมาคือ กัมพูชา และเมียนมาร์เริ่มมีการผลิตอ้อย

4. แนวโน้มการเปิด AEC

ความคิดเห็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ด้านศุลกากรในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเปิดการค้าเสรีอาเซียนที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกลการเกษตร การเปิดการค้าเสรีจะทำให้แนวโน้มการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของไทยเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบันเพราะจะสามารถติดต่อเจรจาการค้าซื้อขายได้โดยตรง สินค้าในการส่งออกเป็น 0% และเนื่องจากเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทยเป็นที่ยอมรับจากประเทศในอาเซียนมากกว่าเครื่องจักรกลการเกษตรจากประเทศที่อยู่นอกอาเซียน เช่น จีน และปัจจุบันในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว กัมพูชา และเมียนมาร์ มีการเพิ่มการเพาะปลูกอ้อยมีการเพิ่มปริมาณโรงงานผลิตอ้อยเป็นจำนวนมาก จึงต้องการเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อมาใช้ในการเพาะปลูกเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เห็นว่าแนวโน้มเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกอ้อยเพิ่มสูงขึ้น

5. การส่งออกผ่านด่านศุลกากร

ในการส่งสินค้าผ่านด่านศุลกากรจากประเทศไทยไปยังประเทศในอาเซียน เมื่อมีการเปิดการค้าเสรีอาเซียน ภาษีจะเป็น 0 แต่ก็ยังมีสินค้าบางรายการที่ไม่เป็น 0 แต่ในการส่งออกสินค้าจะง่ายขึ้นกว่าปัจจุบัน

7. ระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

ในการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของอุตสาหกรรมในประเทศไทย โรงงานผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรจะได้รับการสั่งซื้อจากผู้ซื้อไม่ว่าจะเป็นจากในประเทศและต่างประเทศ ในการผลิตเมื่อมีการสั่งซื้อสินค้าผู้ผลิตและผู้ซื้อจะกำหนดเวลาในการส่งสินค้า เมื่อตกลงกันได้แล้วจะเริ่มการผลิต

ในการผลิตโรงงานผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรจะทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใช้ในการผลิตสินค้ามาเก็บไว้เพื่อลดระยะเวลาในการผลิต ชิ้นส่วนอะไหล่ที่นำเข้าหลักๆคือ เหล็กที่ใช้ในการผลิตทางโรงจะติดต่อกับตัวแทนจำหน่ายโดยเหล็กที่ได้จะมีทั้งผลิตในประเทศและจากต่างประเทศ

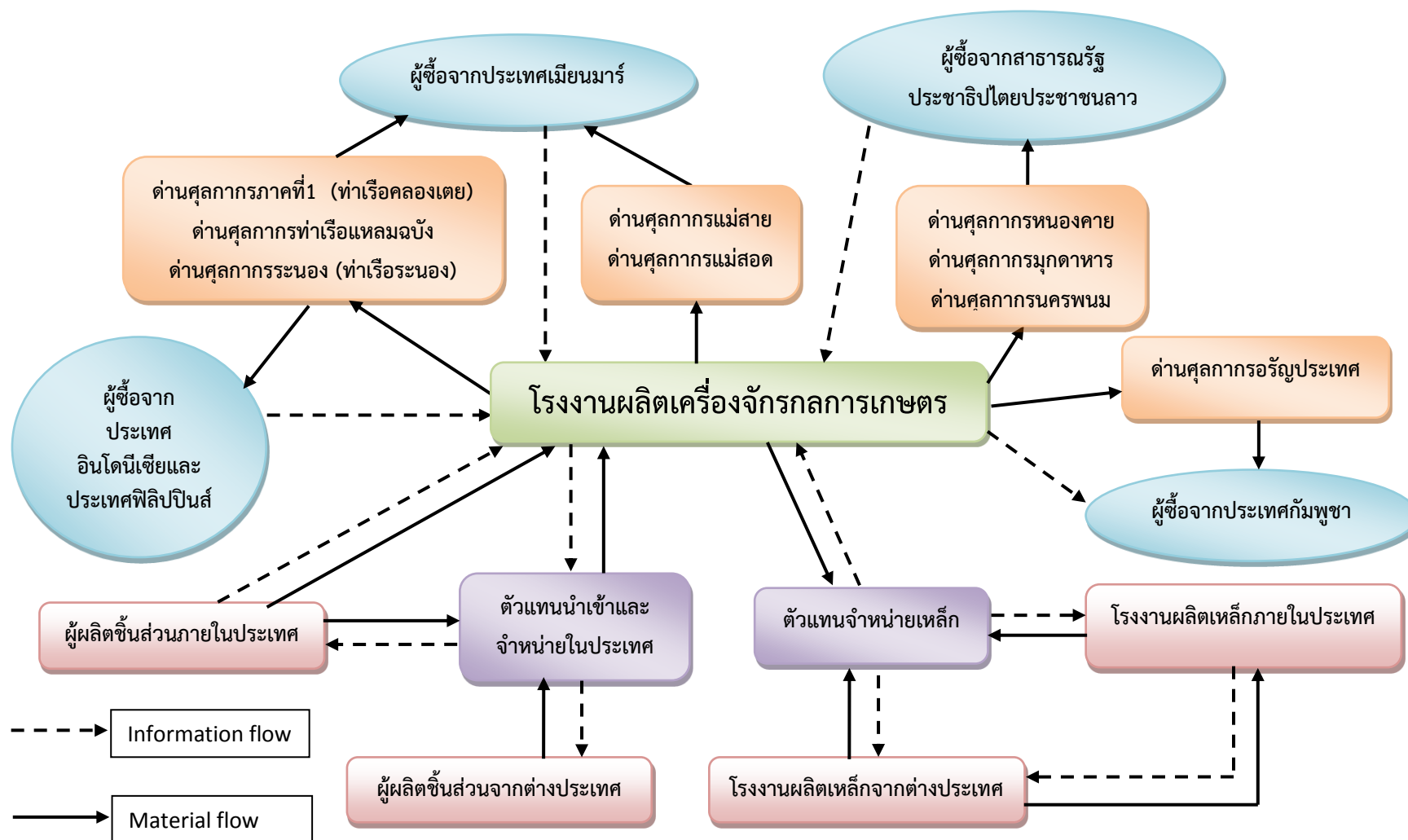
ส่วนหนึ่งจะเป็นชิ้นส่วนที่ได้ส่งถึง ห่อ หรือชิ้นรูป โดยการสั่งซื้อมีทั้งซื้อตรงจากโรงงานผู้ผลิตภายในประเทศและผ่านตัวแทนจำหน่ายที่นำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศหรือในประเทศ

ในการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรเมื่อโรงงานผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตเสร็จแล้วจะทำการจัดส่งให้กับผู้สั่งซื้อ โดยการจัดส่งมีทั้งทางบกซึ่งจะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยังด่านศุลกากรเพื่อผ่านไปยังต่างประเทศหรือวิธีที่สองคือทางน้ำโดยใช้เรือในการขนส่ง นำสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งไปยังผู้ซื้อ

ในการขนส่งทางบก พบว่า การส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังประเทศในอาเซียนที่ใช้ทางบก คือ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ขนส่งผ่านด่านศุลกากรหนองคาย ด่านศุลกากรมุกดาหาร ด่านศุลกากรนครพนม ประเทศเมียนมาร์ ขนส่งผ่านด่านศุลกากรแม่สาย ด่านศุลกากรแม่สอด ประเทศกัมพูชา ขนส่งผ่านด่านศุลกากรอรัญประเทศ

โดยในการขนส่งทางน้ำ พบว่า การส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังประเทศในอาเซียนที่ใช้ทางน้ำคือ สินค้าเครื่องจักรกลการเกษตรจะออกจากด่านศุลกากรภาคที่ 1 (ท่าเรือคลองเตย) ด่านศุลกากรท่าเรือแหลมฉบัง,ด่านศุลกากรระนอง (ท่าเรือระนอง)

ระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย สามารถเขียนเป็นแผนงานได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตและส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

บทที่ 5

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์

5.1 บทนำ

เมื่อดำเนินการสรุปผลข้อมูลจากการเก็บรวบรวมแล้ว คณะผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์แก้ปัญหาด้านการจัดการโซ่อุปทานของโรงงานการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อย เพื่อให้โรงงานเหล่านี้สามารถปรับตัวและแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้หลังจากประเทศไทยก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ.2558

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทยส่วนมากจะเป็นเทคโนโลยีการผลิตปานกลาง (Middle-End Technology) การใช้เทคโนโลยีการผลิตในระดับนี้ส่วนมากจะเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม โรงงานตัวอย่างเป็นโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรขนาดกลาง ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร เช่น ไถบุกเบิกหรือไถจานแบบสามผาล (Disc Ploughs) ไถจานจำนวนเจ็ดผาล (Disc Ploughs Tiller) เครื่องหยอดปุ๋ยติดคราดชาแข็ง (Fertilizer Applicator) เครื่องปลูกอ้อย (Cane Planter) เซคาเรเตอร์หรือไถระเบิดดินดานแบบสัน (Shakaerator)

5.3 การส่งออกของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างมีการส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรไปยังหลายประเทศ เช่น ประเทศเมียนมาร์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, กัมพูชา เป็นต้น สินค้าที่ส่งออกจะเครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับอ้อยและข้าว เช่น ไถจานแบบสามผาล ไถจานแบบเจ็ดผาล เครื่องหยอดปุ๋ย เครื่องปลูกอ้อย เป็นต้น

5.4 ขั้นตอนในการส่งออก

ในขั้นตอนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรของ โรงงานตัวอย่างมีขั้นตอนดังนี้

1. รับรายการสั่งซื้อ (order) จากลูกค้าที่ติดต่อทั้งมาติดต่อด้วยตนเองหรือติดต่อทางโทรศัพท์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศและกำหนดระยะเวลาที่ต้องการ
2. โรงงานตัวอย่างทำใบเสนอราคา (Invoice) ส่งกลับไปยังผู้สั่งซื้อ
3. เมื่อตกลงราคาและวันเวลาในการส่งสินค้าโรงงานตัวอย่างทำการอนุมัติการผลิต
4. โรงงานตัวอย่างทำการผลิตสินค้าที่ได้รับการสั่งซื้อ (order)
5. เมื่อการผลิตเสร็จสิ้น โรงงานตัวอย่างจะทำการจัดส่ง โดยการขนส่งของโรงงานตัวอย่างมี 2 แบบ คือ ค่าขนส่งผู้ซื้อเป็นคนจ่ายแต่ทางโรงงานเป็นคนจัดหาบริษัทส่งออกและผู้ซื้อเป็นคนมารับสินค้าด้วยตัวเอง

5.5 ปัญหาของโรงงานตัวอย่าง

ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของโรงงานตัวอย่าง แม้ในการขนส่งเครื่องจักรกลการเกษตรใช้การขนส่งด้วยวิธีการส่งออกผ่านทางบริษัทส่งออกและค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ผู้ซื้อเป็นผู้รับผิดชอบ แต่ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรมีต้นทุนที่สูงและเวลาที่ใช้ในการผลิตที่สูงเกินความจำเป็น

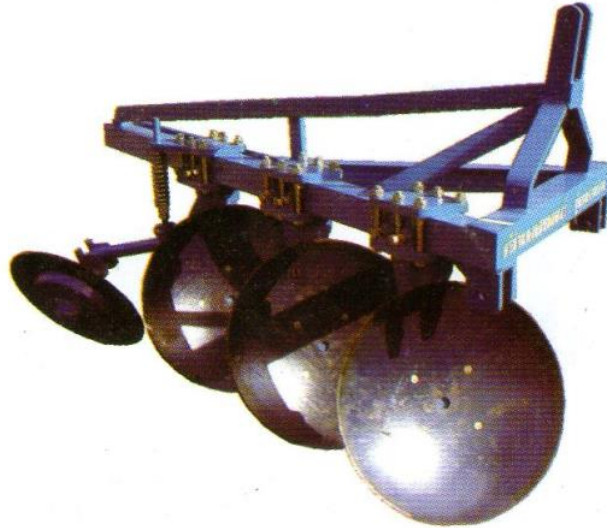
จากการศึกษาพบว่าโรงงานผลิตและประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตน้อยกว่าร้อยละ 80 เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งโรงงานเหล่านี้ไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตและประกอบเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการผลิตน้อย ทำให้เกิดปัญหาผลิตผลิตภัณฑ์ส่งไม่ทันตามกำหนดหรือชิ้นส่วนไม่พอในการผลิตทำให้ต้องหยุดสายการผลิต เป็นต้น

โดยสามารถแบ่งปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ปัญหาทางด้านการสั่งซื้อชิ้นส่วนในการผลิตในปัจจุบันโรงงานขนาดกลางใช้วิธีการสั่งซื้อชิ้นส่วนโดยสั่งซื้อมาทีเดียวหลายๆ ชิ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นเมื่อชิ้นส่วนถูกส่งเข้ามาที่โรงงาน ทำให้โรงงานต้องจัดหาโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนเหล่านี้ไว้ เป็นผลให้เพิ่มต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น ปัญหาในส่วนที่สอง คือแผนการผลิตและประกอบชิ้นส่วน ซึ่งจะมีส่วนบางชิ้นต้องผ่านกระบวนการก่อนถึงจะใช้ชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ การขาดการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะทำให้มีบางชิ้นส่วนผลิตไม่ทัน หรือผลิตเกินความต้องการ ทำให้มีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ในแต่ละกระบวนการ เป็นผลทำให้เกิดต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลัง และปัญหาสุดท้ายที่ทุกโรงงานประสบอยู่คือ แรงงานที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะโรงงานขนาดกลางจะมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนแรงงานที่มีในแต่ละวัน และการควบคุมต้นทุนทางด้านแรงงานเป็นไปได้ยาก

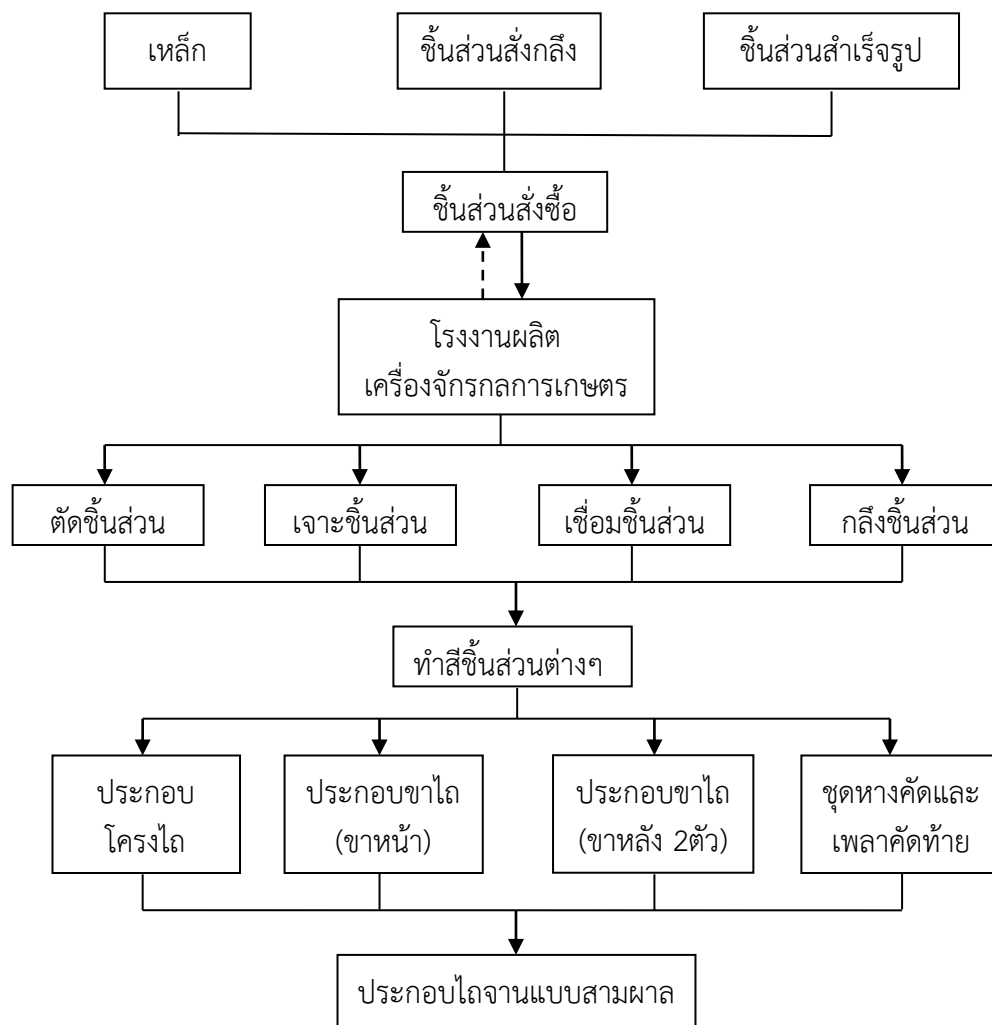
เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก คือ คำนึงถึงในด้านการวางแผนการผลิตและประกอบ เพื่อให้ทางโรงงานสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วน การจัดสมดุลสายการผลิตและประกอบ รวมถึงปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ให้สอดคล้องกับเวลา และปริมาณอุปสงค์ของลูกค้า เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนและตัดสินใจของโรงงานผลิตในการวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

5.6 ตัวอย่างเครื่องจักรกลการเกษตร

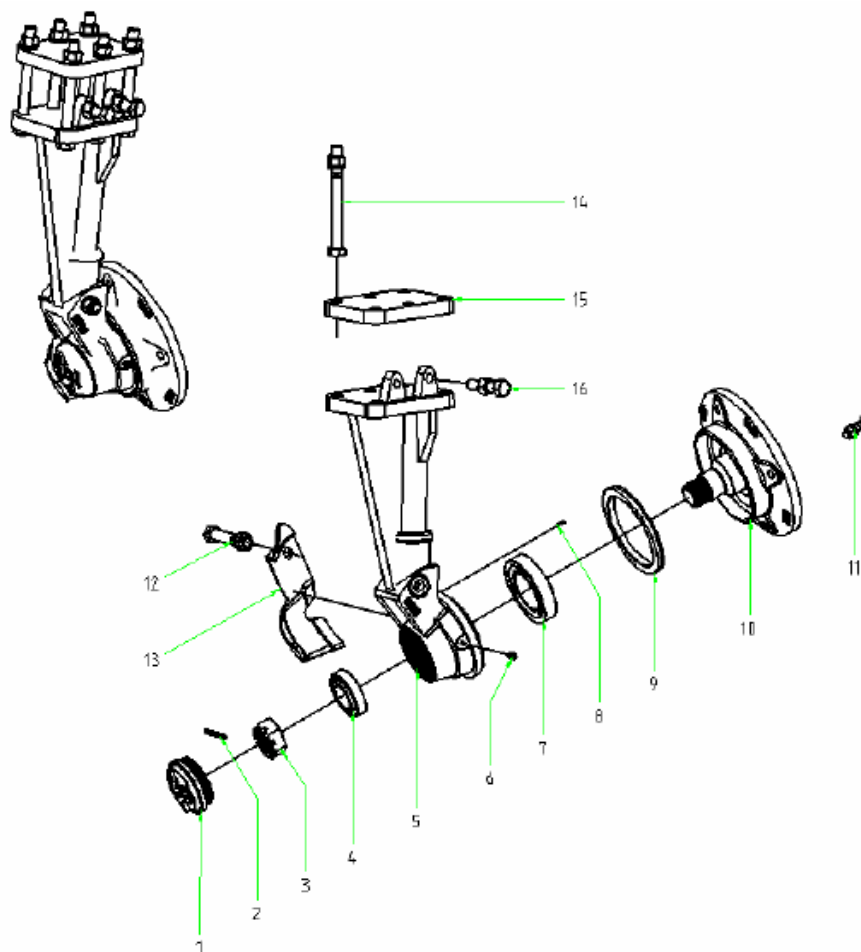
เครื่องจักรกลการเกษตรที่ผู้วิจัยเลือกคือ ไถจานแบบสามผาล ดังภาพที่ 11 มีโรงงานจำนวนมากผลิตไถจานแบบสามผาล หรือไถบุกเบิกใช้สำหรับไถเตรียมดินครั้งแรก ใช้บุกเบิกที่ดินใหม่หรือหลังการเก็บเกี่ยวแล้วไถเตรียมเพาะปลูกในฤดูต่อไป สามารถไถได้ลึกถึง 50 เซนติเมตร (ปรับตั้งแขนยกของรถแทรกเตอร์ช่วย) ล้อคัดท้ายเป็นเหล็กหล่อเหนียว ขั้นตอนการผลิตไถจานแบบสามผาล ดังภาพที่ 12 โรงงานจะดำเนินการผลิตโดยการสั่งซื้อชิ้นส่วนต่างๆ เช่น เหล็ก ชิ้นส่วนส่งกลึง ชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น เมื่อได้วัตถุดิบครบก็ดำเนินการผลิตในรายการผลิตมีตั้งแต่การ ตัด เจาะ เชื่อม การกลึง แล้วนำไปทำสีเพื่อไปประกอบเป็นชิ้นงาน โดยการประกอบหลักคือ โครงไถ ขาไถหน้า ขาไถหลัง ชุดทางคัด และนำมาประกอบเป็นไถจานแบบสามผาล



ภาพที่ 11 ไถจานแบบสามผาล

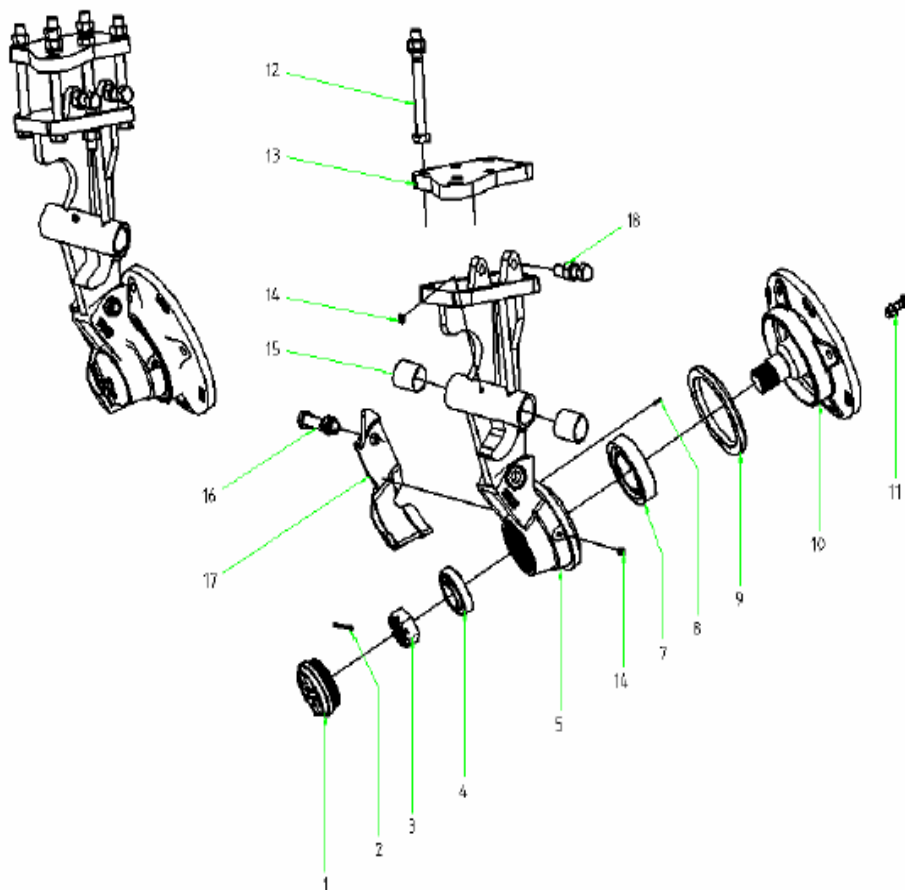


ภาพที่ 12 ขั้นตอนผลิตไถจานแบบสามผาล



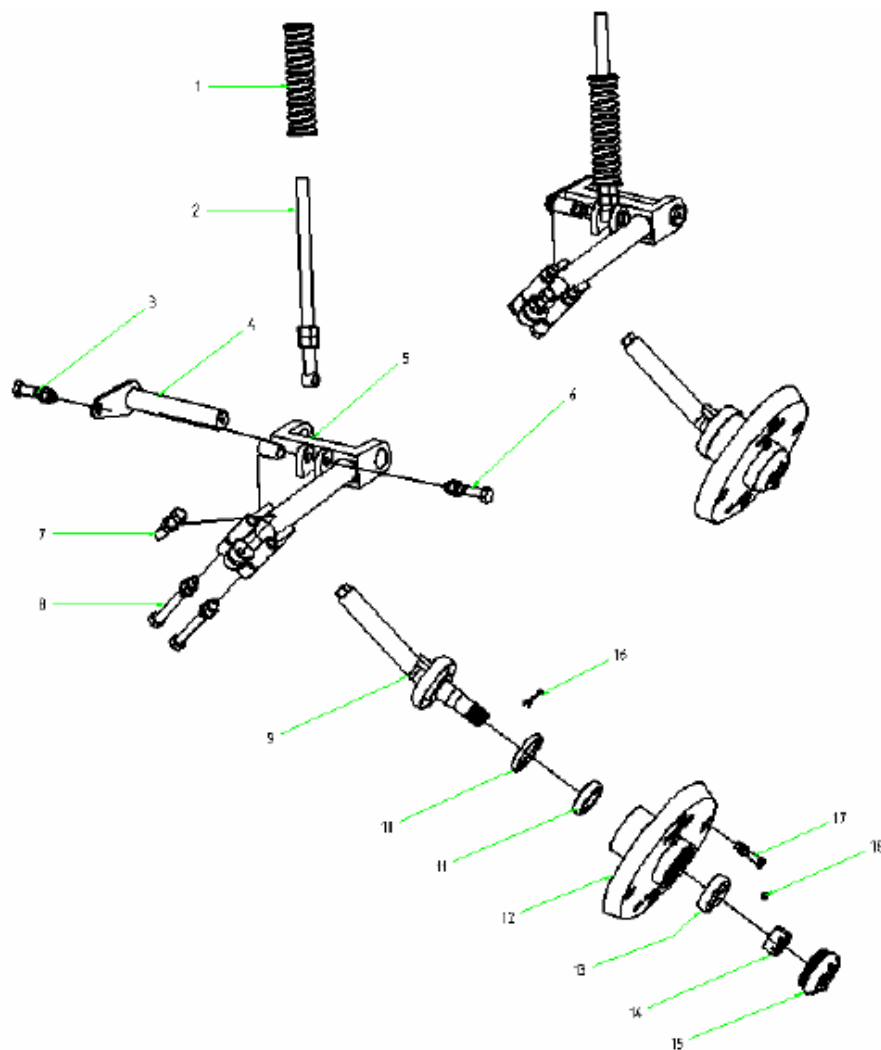
ลำดับ	รหัส	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
		ชุดขาได (ขาหน้า) ทั้งชุด		
1		ฝาปิดเต้าผาน	1	
2		สลักอ่าง	1	
3		หัวน็อตผ่า	1	
4		ลูกปืนเบอร์ 32210	1	
5		ขาได (ขาหน้า)	1	
		เฉพาะคุมขาได		
6		หัวอัดจารบี	1	
7		ลูกปืนเบอร์ 32215	1	
8		สลักยึดสลักหลอด	5	
9		สลักหลอด	1	
10		แป้นจาน	1	
11		น็อตจับจาน 1/2x2" + หัวน็อต+แหวนสปริง	4	
12		น็อต 3/4 x 5" + หัวน็อต+แหวนสปริง	1	
13		คันสีก	1	
14		น็อต 3/4 x 7" + หัวน็อต+แหวนสปริง	6	
15		ประกบขาได (ขาหน้า)	1	
16		น็อตจี 3/4 x 2 1/2" + หัวน็อต	2	

ภาพที่ 13 ชุดขาได (ขาหน้า)



ลำดับ	รหัส	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
		ชุดขาไถ (ขาหลัง) ทั้งชุด		
1		ฝาปิดเท้าผาน	1	
2		สลักถ่าง 1/4 x 3"	1	
3		หัวน็อตผ่า 1 3/4"	1	
4		ลูกปืนเบอร์ 32210	1	
5		ขาไถ (ขาหลัง)	1	
		เฉพาะชุดขาไถ		
6		หัวอัดจารบี	1	
7		ลูกปืนเบอร์ 32215	1	
8		สลักยึดสลักหลอด	5	
9		สลักหลอด	1	
10		แป้นจาน	1	
11		น็อตจับจาน 1/2x2" + หัวน็อต+แหวนสปริง	4	
12		น็อต 3/4 x 7" + หัวน็อต+แหวนสปริง	6	
13		ประกับขาไถ (ขาหลัง) บน	1	
14		หัวอัดจารบี	1	
15		บูช 1 3/4"	2	
16		น็อต 3/4 x 5" + หัวน็อต+แหวนสปริง	1	
17		กันลิก	1	
18		น็อตจี 3/4 x 2 1/2" + หัวน็อต	2	

ภาพที่ 14 ชุดขาไถ (ขาหลัง)



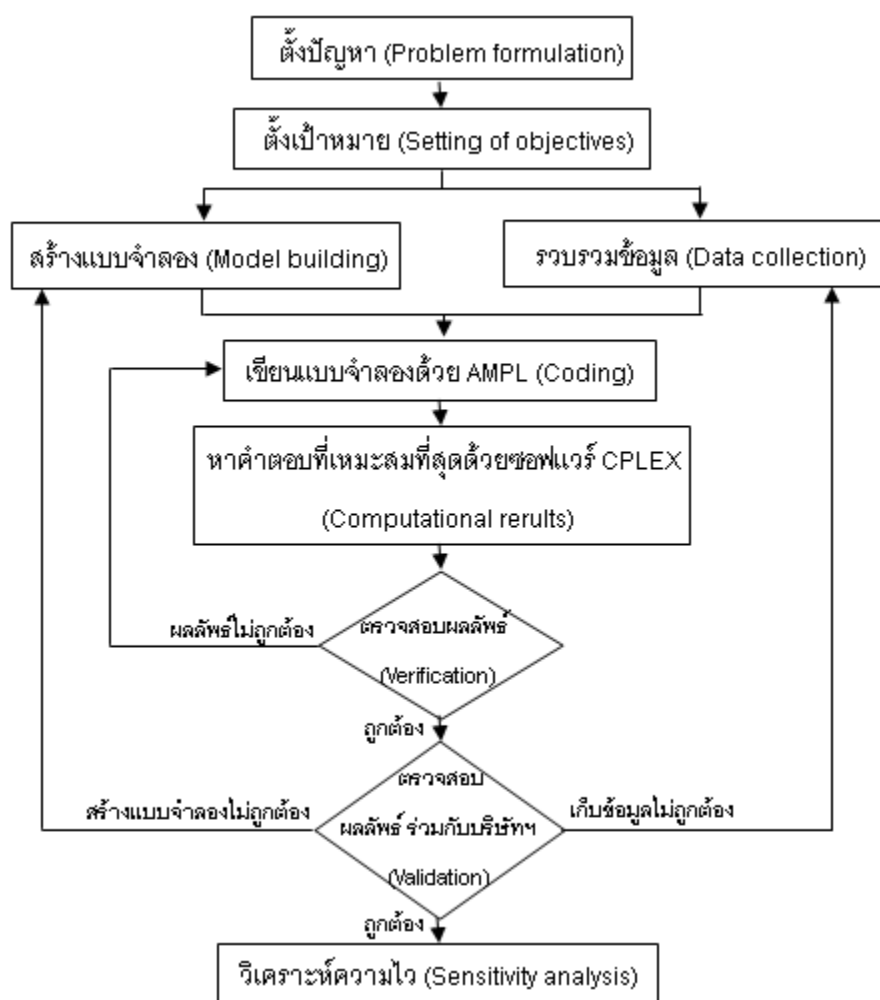
ลำดับ	รหัส	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
		ชุดทางคัต (1-8)		
1		สปริง	1	
2		แกนสปริง	1	
3		น็อต 3/4 x 3 1/2" + หัวน็อต+แวนสปริง	1	
4		เพลาทงกระดก	1	
5		ทางกระดก	1	
6		น็อต 3/4 x 3 1/2" + หัวน็อต+แวนสปริง	1	
7		น็อตจี 3/4 x 2 1/2" + หัวน็อต	1	
8		น็อต 3/4 x 5 1/2" + หัวน็อต+แวนสปริง	2	
		ชุดเพลาคัดท้าย (9-18)		
9		เพลาคัดท้าย	1	
10		ซีล	1	
11		ลูกปืนเบอร์ 25580/20	1	
12		ค้อนคัดท้าย	1	
13		ลูกปืนเบอร์ 414/418	1	
14		หัวน็อตผ่า 1 1/2 "	1	
15		ฝาปิดเต้าผาน	1	
16		สลักถ่าง 3/16 x 3"	1	
17		น็อต 1/2 x 2 1/2" + หัวน็อต+แวนสปริง	4	
18		หัวอัดจารบี	1	

ภาพที่ 15 ชุดทางคัตและเพลาคัดท้าย

5.7 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Formulate a Model)

1. ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิตโรงงานแบบสามผลของโรงงานกรณีศึกษานั้น ดังภาพที่ 16 เริ่มตั้งแต่การตั้งปัญหา (Problem formulation) ที่เกิดขึ้นในแต่กระบวนการสั่งซื้อชิ้นส่วน จนถึงการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ หลังจากนั้นจึงตั้งเป้าหมาย (Setting of objective) ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วสรุปเป็นแบบจำลองการวางแผนการผลิต (Conceptual model) นอกจากนี้ก็จะมีการเก็บข้อมูล (Data collection) ที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองควบคู่กันไปด้วย ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเขียนแบบจำลอง (Coding) เป็นภาษาของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (AMPL) (Fourer, et al., 2003) ลงบนคอมพิวเตอร์ แล้วทำการคำนวณหาผลลัพธ์ (Computational results) โดยหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX (<http://www.cplex.com>) ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Verification) ว่าแบบจำลองถูกถ่ายทอดลงบนคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง หลังจากนั้นนำผลลัพธ์ของแบบจำลองให้กับทางโรงงานตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง (Validation) และทำการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) เพื่อเป็นการทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นหลังจากที่ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. ข้อสมมติฐาน (Assumptions)

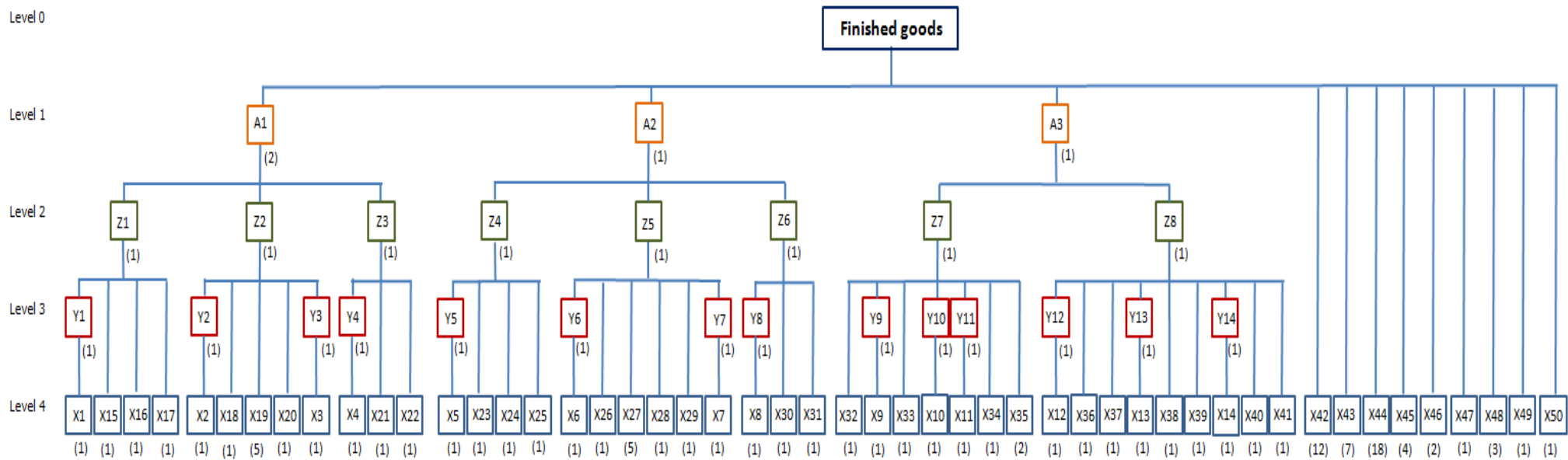
ข้อสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นมาในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. ทุกชิ้นส่วนไม่มีปัญหาในการสั่งซื้อ กล่าวคือ หากทางโรงงานสั่งซื้อชิ้นส่วนใด ผู้ผลิตชิ้นส่วนนั้นๆ สามารถส่งเข้าโรงงานได้ทันที
2. ต้นทุนค่าขนส่งชิ้นส่วนรวมอยู่ในต้นทุนค่าชิ้นส่วน ซึ่งคงที่ทุกช่วงเวลา
3. กำหนดให้ในแต่ละกระบวนการไม่มีวัสดุคงค้าง (Work In Process, WIP) ตอนเริ่มการคำนวณ
4. เครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิต สามารถใช้ได้ทันทีทุกเครื่องโดยไม่นับเวลาในการตั้งเครื่องจักรรวมอยู่ในเวลาการผลิตหรือประกอบ
5. ชั่วโมงการทำงานของแรงงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน

3. โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure)

โครงสร้างของแบบจำลอง ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการวางแผนการผลิตโรงงานแบบสามผลของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งแบ่งสายการผลิตและประกอบออกเป็น 3 ชิ้นส่วนใหญ่ คือ ขาไถหน้า ขาไถหลัง และหางคัตเพลาคัดท้าย โดยที่สามารถแบ่งการวางแผนการผลิตและประกอบได้เป็น 5 ระดับ (Levels) ดังนี้ ระดับ 4 ซึ่งเป็นระดับต่ำสุด เป็นระดับที่แสดงชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบทั้งหมดที่ต้องสั่งซื้อ (X_i^t) เพื่อใช้ในการผลิตและประกอบโรงงานแบบสามผล โดยผู้วิจัยได้แบ่งชิ้นส่วนออกเป็น 50 หมายเลข ($X_1 - X_{50}$) และบางชิ้นส่วนต้องใช้มากกว่า 1 ชิ้นในสายการประกอบ เมื่อทางโรงงานสั่งซื้อชิ้นส่วนมาแล้ว ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะถูกเก็บไว้ในคลังเก็บวัสดุดิบ และจะถูกนำมาใช้เมื่อต้องมีการผลิตและประกอบโรงงานแบบสามผลจากภาพที่ 18 จะเห็นได้ว่ามีบางชิ้นส่วนที่ทางโรงงานสั่งมาแล้วต้องผ่านกระบวนการกลึง (Y_i^t) คือ ระดับ 3 ซึ่งจะมีทั้งหมด 14 ชิ้นส่วน ($Y_1 - Y_{14}$) ต้องผ่านกระบวนการกลึงก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการประกอบ หลังจากที่มีชิ้นส่วนทั้ง 14 ชิ้นผ่านกระบวนการกลึงแล้วจะเข้าสู่กระบวนการประกอบ 1 (ระดับ 2) ซึ่งสามารถแบ่งชิ้นส่วนที่ต้องประกอบเป็นชิ้นส่วนสำเร็จ (Z_k^t) จำนวน 8 ชิ้น แยกเป็นชุดขาไถหน้า 3 ชิ้นส่วน ($Z_1 - Z_3$) ชุดขาไถหลัง 3 ชิ้นส่วน ($Z_4 - Z_6$) และชุดหางคัตและเพลาคัดท้ายอีก 2 ชิ้นส่วน ($Z_7 - Z_8$)

เมื่อชิ้นส่วนทั้งหมด ($Z_1 - Z_8$) ถูกประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งเข้ากระบวนการประกอบ 2 (A_i^t) ซึ่งอยู่ระดับ 1 ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายที่จะประกอบเป็นผลิตภัณฑ์โรงงานแบบสามผล โดยชุดขาไถหน้า (A_1) จะต้องนำชิ้นส่วน Z_1 ถึง Z_3 มาประกอบกัน ชุดขาไถหลัง (A_2) ต้องนำชิ้นส่วน Z_4 ถึง Z_6 มาประกอบกัน และชุดหางคัตและเพลาคัดท้าย (A_3) ต้องนำชิ้นส่วน Z_7 ถึง Z_8 มาประกอบกัน หลังจากนั้นนำมาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ระดับ 0 ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 โครงสร้างแบบจำลอง

4. รายละเอียดของปัญหา

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ เพื่อแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตและประกอบ และสามารถเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการผลิต ให้มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย

4.1 การสั่งซื้อชิ้นส่วน

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงงานในการผลิตและประกอบโถจานแบบสามผาล สำหรับใช้ในการปลูกอ้อยนั้น เกือบทุกโรงงานไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการสั่งซื้อชิ้นส่วนที่ใช้ในการ ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ ยกเว้นโรงงานขนาดใหญ่จะมีโปรแกรม MRP ในการวางแผนการผลิต เป็นต้น ซึ่งเป็นโปรแกรมราคาสูง โรงงานขนาดกลางไม่สามารถซื้อมาใช้ได้ โดยในปัจจุบันโรงงานขนาดกลางอย่างเช่น โรงงานกรณศึกษาก็ไม่มีแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ แต่จะใช้วิธีสั่งมาทีละียวหลายๆ ชิ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นโรงงาน ขนาดกลางจะเกิดปัญหามีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ในโกดังเก็บชิ้นส่วนเกินความจำเป็น เป็นผลให้โรงงานต้องเสียค่า วัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น และยังเป็นการเพิ่มต้นทุนการดำเนินการรวมให้สูงขึ้นด้วย และในบางครั้งบางชิ้นส่วนก็ ไม่เพียงพอต่อการผลิต ซึ่งต้องรอการสั่งซื้อชิ้นส่วนเข้ามาใหม่ เป็นผลให้สายการผลิตและประกอบต้องหยุด การผลิต เนื่องจากไม่มีชิ้นส่วนในการประกอบ และผลที่ตามมาคือโรงงานไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ส่งตาม เวลาที่ลูกค้าต้องการได้ ทำให้โรงงานสูญเสียความน่าเชื่อถือไป คำถาม คือ โรงงานจะต้องมีการวางแผนการ สั่งซื้อชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการผลิตและประกอบอย่างไร จำนวนเท่าไร และเมื่อไร เพื่อให้มีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ใน คลังเก็บชิ้นส่วนน้อยที่สุด แต่โรงงานก็สามารถผลิตและประกอบผลิตภัณฑ์ได้ตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด โดยไม่ มีชิ้นส่วนขาดและต้องหยุดสายการประกอบ

4.2 การผลิตและประกอบชิ้นส่วน

จากแผนการผลิต (Master production plan) ที่ผู้วิจัยได้เสนอไปแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า ชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนต้องผ่านบางกระบวนการถึงจะใช้ในการประกอบได้ เช่น ชิ้นส่วน X_1 - X_{14} ต้องผ่าน กระบวนการกลึงชิ้นส่วนก่อนถึงจะใช้ชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ ดังนั้นหากการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ เกิดปัญหาบางชิ้นส่วนผลิตไม่ทัน หรือสายการประกอบจะประกอบไม่ได้เพราะชิ้นส่วนต้องผ่าน กระบวนการกลึงก่อน ทำให้มีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ในแต่ละกระบวนการทำให้เกิดต้นทุนค่าวัสดุคงคลังเกิดขึ้น คำถาม คือ โรงงานจะจัดสมดุลการผลิตอย่างไรเพื่อให้กระบวนการผลิตและประกอบเกิดขึ้นส่วนคงค้างในแต่ละ แผนกน้อยที่สุด

4.3 แรงงานที่ใช้ในการผลิต

แรงงานถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการผลิตและประกอบในโรงงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุก กระบวนการล้วนแล้วจะต้องใช้แรงงานในการผลิตทั้งหมด โรงงานขนาดกลางจะมีข้อจำกัดในเรื่องของ

แรงงานที่มีจำกัดในแต่ละวัน จนบางครั้งต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่มหรือต้องให้แรงงานทำงานล่วงเวลา เป็นผลทำให้การควบคุมต้นทุนทางด้านแรงงานเป็นไปได้ยาก หากไม่มีการวางแผนว่าแต่ละกระบวนการต้องใช้แรงงานในการผลิตและประกอบเท่าไรเพื่อให้มีความเพียงพอต่อการผลิต และเกิดต้นทุนทางด้านแรงงานน้อยที่สุด

5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการวางแผนการผลิตและประกอบไถจานแบบสามผาล โดยสิ่งแรกที่ต้องอธิบาย คือ กลุ่มของตัวแปร (the sets of variables) ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงข้อจำกัด (the constraints) และสมการเป้าหมาย (the objective function)

5.1 ดัชนี (Indices and sets)

ผู้วิจัยได้กำหนดดัชนีอักษร (Indices) แทนตัวแปรดังต่อไปนี้

i	ชิ้นส่วนที่ทางบริษัทฯ ต้องสั่งซื้อ
j	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการกลึง
k	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 1
l	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 2
t	รอบเวลาในการผลิต
p	รอบเวลาที่ต้องส่งสินค้าไปยังลูกค้า

ลำดับต่อไปจะเป็นกลุ่มของดัชนีตัวแปร (Sets) ประกอบด้วย

CP	กลุ่มของเวลาที่ใช้ในการผลิต
OP	กลุ่มของเวลาที่บริษัทฯ ต้องส่งสินค้าให้กับลูกค้า
Part	ชิ้นส่วนที่ต้องสั่งซื้อในการผลิตทั้งหมด
PartI	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการกลึง
PartII	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 1
PartIII	ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 2

5.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปร เพื่อเป็นตัวแทนในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบและการวางแผนการผลิตในแต่ละช่วงเวลา $\forall t \in CP$ เพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ $\forall p \in OP$ ดังต่อไปนี้

B_i^t	ชิ้นส่วน i ที่ทางบริษัทฯ จะต้องสั่งซื้อเมื่อช่วงเวลา t (ชิ้นส่วน)
$IN4^t$	ชิ้นส่วนที่ส่งมาแล้วถูกเก็บไว้ในคลังสินค้า เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้นส่วน)
$IN3^t$	ชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในกระบวนการกลึง เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้นส่วน)

$IN2^t$	ชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในกระบวนการประกอบ 1 เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้นส่วน)
$IN1^t$	ชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในกระบวนการประกอบ 2 เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้นส่วน)
$IN0^t$	สินค้าสำเร็จรูปการส่งให้ลูกค้าและคงค้างอยู่ในคลังสินค้า เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้นส่วน)
$M4^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการกลึงที่บริษัทฯ มีเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$M3^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 1 ที่บริษัทฯ มีเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$M2^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 2 ที่บริษัทฯ มีเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$M1^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 3 ที่บริษัทฯ มีเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$U4^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการกลึงที่บริษัทฯ จะต้องจ้างเพิ่มเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$U3^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 1 ที่บริษัทฯ จะต้องจ้างเพิ่มเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$U2^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 2 ที่บริษัทฯ จะต้องจ้างเพิ่มเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$U1^t$	ปริมาณแรงงานในกระบวนการประกอบ 3 ที่บริษัทฯ จะต้องจ้างเพิ่มเมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
X_i^t	ชิ้นส่วน i ที่ต้องใช้ในการผลิตเมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
Y_j^t	ชิ้นส่วน j ที่ต้องผ่านกระบวนการกลึงเมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
$Y1_j^t$	ชิ้นส่วน j ที่ส่งเข้ากระบวนการประกอบ 1 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
Z_k^t	ชิ้นส่วน k ที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 1 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
$Z1_k^t$	ชิ้นส่วน k ที่ส่งเข้ากระบวนการประกอบ 2 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
A_l^t	ชิ้นส่วน k ที่ต้องผ่านกระบวนการประกอบ 2 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
$A1_l^t$	ชิ้นส่วน k ที่ส่งเข้ากระบวนการประกอบ 3 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
FN^t	สินค้าที่ประกอบเสร็จหลังจากผ่านกระบวนการประกอบ 3 เมื่อเวลา t (ชิ้นส่วน)
$FN1^t$	สินค้าที่ส่งให้กับลูกค้า เมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชิ้น)

5.3 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters)

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะอธิบายข้อมูลค่าคงที่ต่างๆ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนต่างๆ ดังต่อไปนี้

COL	ต้นทุนค่าแรงงานปกติที่บริษัทฯ ใช้ในการผลิต (บาท/ชั่วโมง)
COT	ต้นทุนค่าแรงงานล่วงเวลาหากแรงงานในชั่วโมงปกติไม่เพียงพอ (บาท/ชั่วโมง)
COL_i	ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง i ที่คงค้างอยู่ในคลังสินค้า (บาท/วัน)
COII	ต้นทุนค่าวัสดุคงคลังที่คงค้างอยู่ในสายการผลิต (บาท/วัน)
COR_i	ต้นทุนในการสั่งซื้อชิ้นส่วน i (บาท/ครั้ง)
$m4_j$	เวลาที่ใช้ในการกลึงชิ้นส่วน j (ชั่วโมง/ชิ้น)
$m3_k$	เวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วน k (ชั่วโมง/ชิ้น)
$m2_l$	เวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วน l (ชั่วโมง/ชิ้น)
$m1$	เวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนเป็นสินค้า (ชั่วโมง/ชิ้น)

$W4^t$	ปริมาณแรงงานในการกลึงที่มีอยู่เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$W3^t$	ปริมาณแรงงานในการประกอบ 1 ที่มีอยู่เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$W2^t$	ปริมาณแรงงานในการประกอบ 2 ที่มีอยู่เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$W1^t$	ปริมาณแรงงานในการประกอบ 3 ที่มีอยู่เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$R4^t$	ปริมาณแรงงานที่หายไปในการกลึงเมื่อสิ้นสุดเวลา t (ชั่วโมง)
$R3^t$	ปริมาณแรงงานที่หายไปในการประกอบ 1 เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$R2^t$	ปริมาณแรงงานที่หายไปในการประกอบ 2 เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
$R1^t$	ปริมาณแรงงานที่หายไปในการประกอบ 3 เมื่อเวลา t (ชั่วโมง)
RoT	อัตราส่วนของชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตสินค้า
$Demand^p$	ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องเมื่อสิ้นสุดเวลา p
Q_i	อัตราการใช้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเพื่อผลิตเป็นสินค้า

5.4 ข้อจำกัด (Constraints)

ข้อจำกัด หรือข้อกำหนดสำหรับการวางแผนการผลิตและสั่งซื้อชิ้นส่วน เพื่อให้สามารถผลิตและส่งได้ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการเป็นดังนี้

1. ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัดนี้มาเพื่อกำหนดปริมาณการสั่งซื้อชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตในแต่ละช่วงเวลาของบริษัทฯ จะต้องสั่งซื้อ เพื่อให้สามารถผลิตเป็นสินค้าได้ทันตามกำหนดเวลา ดังแสดงในข้อจำกัด (1)

$$B_i^t \geq Q_i Demand^t ; \forall i \in Part, \forall t \in CP \quad (1)$$

ข้อจำกัด (1) บ่งบอกว่าชิ้นส่วนที่บริษัทฯ จะต้องสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลานั้นต้องมีปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดที่ต้องใช้ในการผลิตเป็นสินค้าในแต่ละช่วงเวลา

2. คลังสินค้าที่เก็บวัตถุดิบ

เมื่อบริษัทฯ สั่งซื้อชิ้นส่วนในการผลิต แล้วทางผู้จำหน่ายชิ้นส่วนได้นำมาส่งที่บริษัทฯ ชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในคลังสินค้าวัตถุดิบ และจะถูกนำออกไปใช้เมื่อมีการผลิตสินค้า ดังนั้นผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัดนี้มาเพื่อให้ทางบริษัทฯ สามารถทราบถึงระดับวัตถุดิบคงคลังที่คงค้างอยู่ในคลังสินค้าเป็นสิ้นสุดแต่ละเวลา ว่ามีชิ้นส่วนใดบ้างที่คงค้างอยู่ในคลังสินค้า แสดงในข้อจำกัด (2)

$$IN4^t = IN4^{t-1} + \sum_{i \in Part} B_i^t - \sum_{i \in Part} X_i^t ; \forall t \in CP \quad (2)$$

ข้อจำกัด (2) เป็นการจัดสมดุล (Balancing constraints) ของชิ้นส่วนที่เข้ามาเก็บในคลังสินค้า และออกจากคลังสินค้าเพื่อใช้ในการผลิต เมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา

3. แผนกคลังชิ้นส่วน

3.1 ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการคลัง

ในแผนกคลังจะมีบางชิ้นส่วนที่บริษัทฯ ส่งชิ้นส่วนมาแล้วจะต้องเข้ามาทำการคลังเพื่อให้ได้ขนาดตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัด (3) มาเพื่อให้ทางบริษัทฯ ทราบว่าชิ้นส่วนใดบ้างที่ต้องเข้ามาทำการคลังก่อนที่จะใช้ประกอบชิ้นส่วนในแผนกถัดไป ดังนี้

$$X_i^t = Y_j^t ; \forall i \in \text{Part}, \forall j \in \text{PartI} : i = j, \forall t \in \text{CP} \quad (3)$$

3.2 แรงงานในแผนกคลัง

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัด (4) และข้อจำกัด (5) เพื่อให้ทางบริษัทฯ สามารถทราบถึงปริมาณแรงงานที่มีในแผนกคลังในแต่ละช่วงเวลา มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอจะต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่ม (OT) เพื่อทำงานล่วงเวลาจำนวนเท่าไร แสดงในข้อจำกัด (4) และข้อจำกัด (5)

$$M4^t = M4^{t-1} + W4^t - R4^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (4)$$

ข้อจำกัด (4) เพื่อหาปริมาณแรงงานที่มีอยู่ในแผนกคลังในแต่ละช่วงเวลา โดยเป็นการจัดสมดุลแรงงานที่เข้ามาใหม่กับแรงงานที่ออกไปในช่วงเวลานั้นๆ

$$U4^t = \sum_{j \in \text{PartI}} m4_j Y_j^t - M4^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (5)$$

ข้อจำกัด (5) เพื่อหาปริมาณแรงงานที่บริษัทฯ จะต้องจ้างเพิ่มในแต่ละช่วงเวลาของแผนกคลัง หากปริมาณแรงงานที่มีอยู่ไม่เพียงพอ

3.3 วัสดุคงค้างในแผนกคลัง

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัดนี้มาเพื่อให้บริษัทฯ ทราบถึงชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในแผนกคลังเมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา แสดงในข้อจำกัด (6)

$$IN3^t = IN3^{t-1} + \sum_{j \in \text{PartI}} Y_j^t - \sum_{j \in \text{PartI}} Y1_j^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (6)$$

ข้อจำกัด (6) เป็นการจับสมดุลของชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในแผนกคลัง และชิ้นส่วนที่ออกไปเพื่อใช้ในการผลิต เมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา

4. แผนกประกอบ 1

ในแผนกประกอบ 1 นั้น จะมีการประกอบเป็นชิ้นส่วนหลักทั้งหมด 8 ชิ้นส่วน ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนมีข้อจำกัดการประกอบแสดงในข้อจำกัด (7) ถึงข้อจำกัด (14) ประกอบด้วย

4.1 ชุดขาไถหน้า

ชุดขาไถหน้ามีชิ้นส่วนประกอบเป็น 3 ชิ้นส่วนหลัก โดยมีบางชิ้นส่วนต้องใช้ชิ้นส่วนที่มาจากแผนกกิ่ง การประกอบเป็นชิ้นส่วนหลักของชุดขาไถหน้าแสดงในข้อจำกัด (7) ถึงข้อจำกัด (9)

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=15}^{17} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 1, \forall k \in \text{PartII} : k = 1, \forall t \in \text{CP} \quad (7)$$

$$\sum_{j \in \text{PartPartJ}=2}^3 Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=18}^{20} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 2, \forall t \in \text{CP} \quad (8)$$

และ

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=21}^{22} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 4, \forall k \in \text{PartII} : k = 3, \forall t \in \text{CP} \quad (9)$$

4.2 ชุดขาไถหลัง

ชุดขาไถหลังมีชิ้นส่วนประกอบเป็น 3 ชิ้นส่วนหลัก โดยมีบางชิ้นส่วนต้องใช้ชิ้นส่วนที่มาจากแผนกกิ่งเช่นเดียวกับชุดขาไถหน้า การประกอบเป็นชิ้นส่วนหลักของชุดขาไถหลังแสดงในข้อจำกัด (10) ถึงข้อจำกัด (12)

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=23}^{25} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 5, \forall k \in \text{PartII} : k = 4, \forall t \in \text{CP} \quad (10)$$

$$\sum_{j \in \text{PartPartJ}=6}^7 Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=18}^{29} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 5, \forall t \in \text{CP} \quad (11)$$

และ

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=30}^{31} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 8, \forall k \in \text{PartII} : k = 6, \forall t \in \text{CP} \quad (12)$$

4.3 ชุดหางคัตและเพลาคัตท้าย

ชุดหางคัตและเพลาคัตท้ายมีชิ้นส่วนประกอบเป็น 2 ชิ้นส่วนหลัก โดยมีบางชิ้นส่วนต้องใช้ชิ้นส่วนที่มาจากแผนกกิ่งเช่นเดียวกัน การประกอบเป็นชิ้นส่วนหลักของชุดชุดหางคัตและเพลาคัตท้ายแสดงในข้อจำกัด (13) ถึงข้อจำกัด (14)

$$\sum_{j \in \text{PartPartJ}=9}^{11} Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=32}^{35} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 7, \forall t \in \text{CP} \quad (13)$$

และ

$$\sum_{j \in \text{PartPartJ}=12}^{14} Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI}=36}^{41} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 8, \forall t \in \text{CP} \quad (14)$$

4.4 แรงงานในแผนกประกอบ 1

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัด (15) และข้อจำกัด (16) เพื่อให้ทางบริษัทฯ สามารถทราบถึงปริมาณแรงงานที่มีในแผนกประกอบ 1 ในแต่ละช่วงเวลา มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอ

จะต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่ม (OT) เพื่อทำงานล่วงเวลาจำนวนเท่าไร แสดงในข้อจำกัด (15) และข้อจำกัด (16)

$$M3^t = M3^{t-1} + W3^t - R3^t ; \forall t \in CP \quad (15)$$

และ

$$U3^t = \sum_{k \in PartII} m3_k Z_k^t - M3^t ; \forall t \in CP \quad (16)$$

4.5 วัสดุคงค้างในแผนประกอบ 1

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัดนี้มาเพื่อให้บริษัทฯ ทราบถึงชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในแผนประกอบ 1 เมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา แสดงในข้อจำกัด (17) ซึ่งเป็นการจัดสมดุลชิ้นส่วนคงคลังที่เข้ามาเก็บไว้ และชิ้นส่วนที่ออกไปใช้ในแผนประกอบ 2

$$IN2^t = IN2^{t-1} + \sum_{k \in PartII} Z_k^t - \sum_{k \in PartII} Z1_k^t ; \forall t \in CP \quad (17)$$

5. แผนประกอบ 2

แผนประกอบ 2 จะมีการประกอบชิ้นส่วนที่ได้จากแผนประกอบ 1 เป็นชิ้นส่วนหลัก 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

5.1 ชุดขาไถหน้า

ชุดขาไถหน้า 1 ชุด ประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อย (Z_k^t) 3 ส่วนจากแผนประกอบ 1 ดังนั้นจำนวนในการประกอบชุดขาไถหน้าที่บริษัทฯ ต้องประกอบแสดงในข้อจำกัด (18)

$$\sum_{k \in PartII, k=1}^3 Z1_k^t = A_1^t ; \forall l \in PartIII : l=1, \forall t \in CP \quad (18)$$

5.2 ชุดขาไถหลัง

ชุดขาไถหลัง 1 ชุด ประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อย 3 ส่วนจากแผนประกอบ 1 ดังนั้นจำนวนในการประกอบชุดขาไถหลังที่บริษัทฯ ต้องประกอบแสดงในข้อจำกัด (19)

$$\sum_{k \in PartII, k=4}^6 Z1_k^t = A_1^t ; \forall l \in PartIII : l=2, \forall t \in CP \quad (19)$$

5.3 ชุดหางคัตและเพลาคัตท้าย

ชุดหางคัตและเพลาคัตท้าย 1 ชุด ประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อย 2 ส่วนจากแผนประกอบ 1 ดังนั้นจำนวนในการประกอบชุดหางคัตและเพลาคัตท้ายที่บริษัทฯ ต้องประกอบแสดงในข้อจำกัด (20)

$$\sum_{k \in \text{PartIII}, k=7}^8 Z1_k^t = A_1^t ; \forall l \in \text{PartIII} : l=3, \forall t \in \text{CP} \quad (20)$$

5.4 แรงงานในแผนกประกอบ 2

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัด (21) และข้อจำกัด (22) เพื่อให้ทางบริษัทฯ สามารถทราบถึงปริมาณแรงงานที่มีในแผนกประกอบ 2 ในแต่ละช่วงเวลา มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอจะต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่ม (OT) เพื่อทำงานล่วงเวลาจำนวนเท่าไร แสดงในข้อจำกัด (21) และข้อจำกัด (22)

$$M2^t = M2^{t-1} + W2^t - R2^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (21)$$

และ

$$U2^t = \sum_{l \in \text{PartIII}} m2_l A_l^t - M2^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (22)$$

5.5 วัสดุคงค้างในแผนกประกอบ 2

เพื่อให้บริษัทฯ ทราบถึงชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในแผนกประกอบ 2 เมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา แสดงในข้อจำกัด (23) ซึ่งเป็นการจัดสมดุลชิ้นส่วนคงคลังที่เข้ามาเก็บไว้ และชิ้นส่วนที่ออกไปใช้ในแผนกประกอบ 3

$$IN1^t = IN1^{t-1} + \sum_{l \in \text{PartIII}} A_l^t - \sum_{l \in \text{PartIII}} A1_l^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (23)$$

6. แผนกประกอบ 3

6.1 แผนกประกอบ 3 เป็นแผนกสุดท้ายในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นสินค้า โดยประกอบชุดขาไถหน้า ซึ่งต้องใช้ 2 ชุด ชุดขาไถหลัง ชุดหางคัตและเพลาคัตท้าย และมีชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบอื่นๆ เช่น น็อต โครง จานไถ ดังแสดงในข้อจำกัด (24)

$$\sum_{l \in \text{PartIII}} A1_l^t + \sum_{i \in \text{PartII}, i=41}^{50} X_i^t = FN^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (24)$$

6.2 แรงงานในการประกอบ 3

ผู้วิจัยกำหนดข้อจำกัด (25) และข้อจำกัด (26) เพื่อให้ทางบริษัทฯ สามารถทราบถึงปริมาณแรงงานที่มีในแผนกประกอบ 2 ในแต่ละช่วงเวลา มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอจะต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่ม (OT) เพื่อทำงานล่วงเวลาจำนวนเท่าไร แสดงในข้อจำกัด (25) และข้อจำกัด (26)

$$M1^t = M1^{t-1} + W1^t - R1^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (25)$$

และ

$$U1^t = m1 \bullet FN^t - M1^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (26)$$

6.3 วัสดุคงค้างในแผนประกอบ 2

เพื่อให้บริษัทฯ ทราบถึงชิ้นส่วนที่คงค้างอยู่ในแผนประกอบ 2 เมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา แสดงในข้อจำกัด (27) ซึ่งเป็นการจัดสมดุลสินค้าคงคลังที่เข้ามาเก็บไว้ และสินค้าที่ออกไปเพื่อส่งให้กับลูกค้า

$$IN0^t = IN0^{t-1} + FN^t - FN1^t ; \forall t \in CP \quad (27)$$

7. ปริมาณสินค้าที่ส่งให้กับลูกค้า

ข้อจำกัด (17) ผู้วิจัยกำหนดมาเพื่อให้ความมั่นใจว่าบริษัทฯ จะขนส่งสินค้าตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ด้วยปริมาณที่ถูกต้องเมื่อสิ้นสุดแต่ละช่วงเวลา ดังนี้

$$FN1^t \geq Rot \bullet Demand^p ; \forall t \in CP, \forall p \in OP : t = p \quad (28)$$

$$B_i^t, X_i^t, IN4_i^t \geq 0 \text{ and integer } ; \forall i, t \quad (29)$$

$$Y_j^t, Y1_j^t, Z_k^t, Z1_k^t, A_l^t, A1_l^t, FN^t, FN1^t \geq 0 ; \forall j, k, l, t \quad (30)$$

$$IN3^t, IN2^t, IN1^t, IN0^t \geq 0 ; \forall t \quad (31)$$

$$M4^t, M3^t, M2^t, M1^t \geq 0 ; \forall t \quad (32)$$

$$U4^t, U3^t, U2^t, U1^t \geq 0 ; \forall t \quad (33)$$

5.5 สมการเป้าหมาย (Objective function)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายสำหรับให้บริษัทฯ สามารถวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ และการวางแผนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถส่งสินค้าได้ถูกต้อง และตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ทำให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นสมการเป้าหมายของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อให้มีต้นทุนการดำเนินการรวมต่ำสุด (Minimize total cost) ตั้งแต่การวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ การวางแผนการผลิต รวมถึงปริมาณแรงงานที่ต้องจ้างในการผลิต ซึ่งต้องไม่มีผลกระทบต่อความพึงพอใจของลูกค้า โดยต้นทุนการดำเนินการที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

$$Z = C^{Lab} + C^{Inv} + C^{Ord}$$

ต้นทุนค่าแรงงาน (Labor cost, C^{Lab})

เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่บริษัทฯ ต้องใช้แรงงานในการผลิตสินค้าในทุกแผนก ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนค่าแรงงานปกติ และต้นทุนค่าแรงงานที่ต้องจ้างเพิ่ม หากแรงงานปกติไม่เพียงพอในการผลิต ดังต่อไปนี้

$$C^{Lab} = \sum_{t \in CP} COL(M1^t + M2^t + M3^t + M4^t) + \sum_{t \in CP} COT(U1^t + U2^t + U3^t + U4^t)$$

ในเทอมแรกเป็นต้นทุนค่าแรงงานปกติที่เกิดขึ้นในแผนกกลึง แผนกประกอบ 1 แผนกประกอบ 2 และแผนกประกอบ 3 ส่วนในเทอมที่สองนั้นเป็นต้นทุนค่าแรงงานที่บริษัทฯ ต้องจ้างเพิ่ม เนื่องจากแรงงานปกติไม่เพียงพอในการผลิต

ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง (Inventory cost, C^{Inv})

เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่บริษัทฯ มีวัสดุคงคลังค้างอยู่ในคลังสินค้า หรือชิ้นส่วนที่ค้างอยู่ในแผนกต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

$$C^{Inv} = \sum_{i \in Part} \sum_{t \in CP} COI_i IN_4^t + \sum_{t \in CP} COII(IN_3^t + IN_2^t + IN_1^t + IN_0^t)$$

ในเทอมแรกเป็นต้นทุนค่าชิ้นส่วนต่างๆ ที่ค้างอยู่ในคลังสินค้า เมื่อบริษัทฯ สั่งชิ้นส่วนเข้ามาแล้วใช้ไม่หมด ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะถูกเก็บไว้ในคลังสินค้า เพื่อใช้ในการผลิตครั้งต่อไป ส่วนในเทอมที่สองเป็นต้นทุนค่าชิ้นส่วนที่ค้างอยู่ในแผนกต่างๆ

ต้นทุนค่าสั่งซื้อชิ้นส่วน (Ordering cost, C^{Ord})

เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นทันที เมื่อบริษัทฯ สั่งซื้อชิ้นส่วนเพื่อทำการผลิต ซึ่งต้นทุนการสั่งซื้อชิ้นส่วนต่างๆ มีราคาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

$$C^{Ord} = \sum_{i \in Part} \sum_{t \in CP} COR_i B_i^t$$

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้เป็นแบบจำลองสำหรับการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบและการวางแผนการผลิต ซึ่งจะได้เป็นแบบจำลองดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{t \in CP} COL(M_1^t + M_2^t + M_3^t + M_4^t) + \sum_{t \in CP} COT(U_1^t + U_2^t + U_3^t + U_4^t) \\ & + \sum_{i \in Part} \sum_{t \in CP} COI_i IN_4^t + \sum_{t \in CP} COII(IN_3^t + IN_2^t + IN_1^t + IN_0^t) \\ & + \sum_{i \in Part} \sum_{t \in CP} COR_i B_i^t \end{aligned}$$

S.T.

$$B_i^t \geq Q_i \text{Demand}^t ; \forall i \in Part, \forall t \in CP \quad (1)$$

$$IN_4^t = IN_4^{t-1} + \sum_{i \in Part} B_i^t - \sum_{i \in Part} X_i^t ; \forall t \in CP \quad (2)$$

$$X_i^t = Y_j^t ; \forall i \in Part, \forall j \in PartI : i = j, \forall t \in CP \quad (3)$$

$$M_4^t = M_4^{t-1} + W_4^t - R_4^t ; \forall t \in CP \quad (4)$$

$$U_4^t = \sum_{j \in PartI} m_{4,j} Y_j^t - M_4^t ; \forall t \in CP \quad (5)$$

$$IN_3^t = IN_3^{t-1} + \sum_{j \in PartI} Y_j^t - \sum_{j \in PartI} Y_1^t ; \forall t \in CP \quad (6)$$

$$Y_1^t + \sum_{i \in PartI=15}^{17} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in PartI : j = 1, \forall k \in PartII : k = 1, \forall t \in CP \quad (7)$$

$$\sum_{j \in \text{PartI} : j=2}^3 Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=18}^{20} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 2, \forall t \in \text{CP} \quad (8)$$

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=21}^{22} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 4, \forall k \in \text{PartII} : k = 3, \forall t \in \text{CP} \quad (9)$$

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=23}^{25} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 5, \forall k \in \text{PartII} : k = 4, \forall t \in \text{CP} \quad (10)$$

$$\sum_{j \in \text{PartI} : j=6}^7 Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=18}^{29} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 5, \forall t \in \text{CP} \quad (11)$$

$$Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=30}^{31} X_i^t = Z_k^t ; \forall j \in \text{PartI} : j = 8, \forall k \in \text{PartII} : k = 6, \forall t \in \text{CP} \quad (12)$$

$$\sum_{j \in \text{PartI} : j=9}^{11} Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=32}^{35} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 7, \forall t \in \text{CP} \quad (13)$$

$$\sum_{j \in \text{PartI} : j=12}^{14} Y1_j^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=36}^{41} X_i^t = Z_k^t ; \forall k \in \text{PartII} : k = 8, \forall t \in \text{CP} \quad (14)$$

$$M3^t = M3^{t-1} + W3^t - R3^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (15)$$

$$U3^t = \sum_{k \in \text{PartI}} m3_k Z_k^t - M3^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (16)$$

$$IN2^t = IN2^{t-1} + \sum_{k \in \text{PartI}} Z_k^t - \sum_{k \in \text{PartI}} Z1_k^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (17)$$

$$\sum_{k \in \text{PartI} : k=1}^3 Z1_k^t = A_l^t ; \forall l \in \text{PartIII} : l = 1, \forall t \in \text{CP} \quad (18)$$

$$\sum_{k \in \text{PartI} : k=4}^6 Z1_k^t = A_l^t ; \forall l \in \text{PartIII} : l = 2, \forall t \in \text{CP} \quad (19)$$

$$\sum_{k \in \text{PartI} : k=7}^8 Z1_k^t = A_l^t ; \forall l \in \text{PartIII} : l = 3, \forall t \in \text{CP} \quad (20)$$

$$M2^t = M2^{t-1} + W2^t - R2^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (21)$$

$$U2^t = \sum_{l \in \text{PartII}} m2_l A_l^t - M2^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (22)$$

$$IN1^t = IN1^{t-1} + \sum_{l \in \text{PartII}} A_l^t - \sum_{l \in \text{PartII}} A1_l^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (23)$$

$$\sum_{l \in \text{PartII}} A1_l^t + \sum_{i \in \text{PartI} : i=41}^{50} X_i^t = FN^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (24)$$

$$M1^t = M1^{t-1} + W1^t - R1^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (25)$$

$$U1^t = m1 \bullet FN^t - M1^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (26)$$

$$IN0^t = IN0^{t-1} + FN^t - FN1^t ; \forall t \in \text{CP} \quad (27)$$

$$FN1^t \geq \text{Rot} \bullet \text{Demand}^p ; \forall t \in \text{CP}, \forall p \in \text{OP} : t = p \quad (28)$$

$$B_i^t, X_i^t, IN4_i^t \geq 0 \text{ and integer} ; \forall i, t \quad (29)$$

$$Y_j^t, Y1_j^t, Z_k^t, Z1_k^t, A_l^t, A1_l^t, FN^t, FN1^t \geq 0 ; \forall j, k, l, t \quad (30)$$

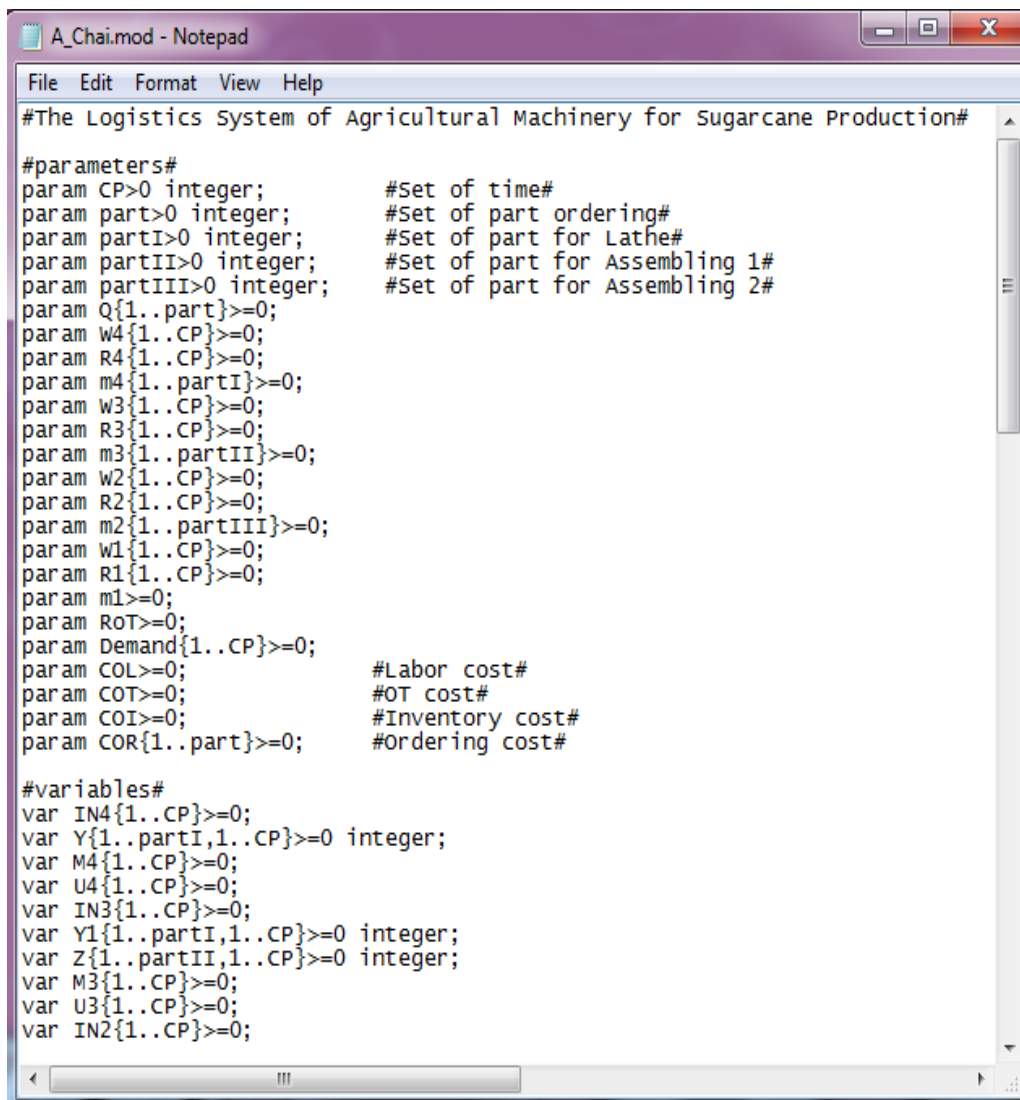
$$IN3^t, IN2^t, IN1^t, IN0^t \geq 0 ; \forall t \quad (31)$$

$$M4^t, M3^t, M2^t, M1^t \geq 0 ; \forall t \quad (32)$$

$$U4^t, U3^t, U2^t, U1^t \geq 0 ; \forall t \quad (33)$$

6. การเขียนแบบจำลองลงบนคอมพิวเตอร์ (Coding)

เมื่อผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนโลจิสติกส์และโซ่อุปทานที่เหมาะสมสำหรับสับปรดพันธุ์ควีนส์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL (A Mathematical Programming Language) ลงในโปรแกรมโน้ตแพค (Notepad) เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรม CPLEX 8.0 ดังภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL



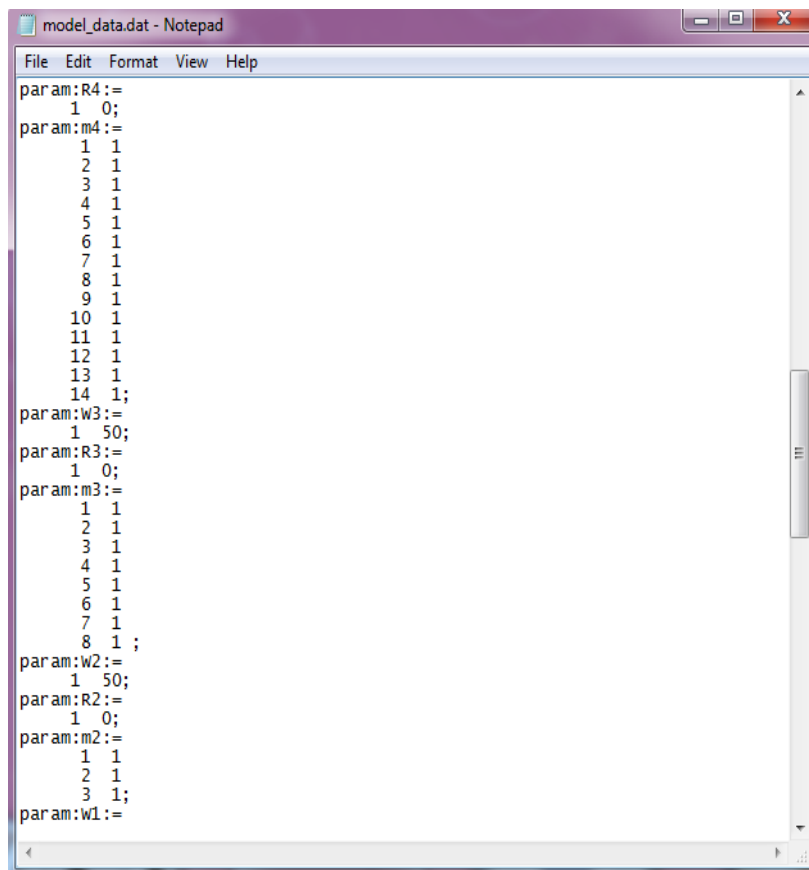
```
#The Logistics System of Agricultural Machinery for Sugarcane Production#

#parameters#
param CP>0 integer;           #Set of time#
param part>0 integer;         #Set of part ordering#
param partI>0 integer;        #Set of part for Lathe#
param partII>0 integer;       #Set of part for Assembling 1#
param partIII>0 integer;      #Set of part for Assembling 2#
param Q{1..part}>=0;
param W4{1..CP}>=0;
param R4{1..CP}>=0;
param m4{1..partI}>=0;
param W3{1..CP}>=0;
param R3{1..CP}>=0;
param m3{1..partII}>=0;
param W2{1..CP}>=0;
param R2{1..CP}>=0;
param m2{1..partIII}>=0;
param W1{1..CP}>=0;
param R1{1..CP}>=0;
param m1>=0;
param RoT>=0;
param Demand{1..CP}>=0;
param COL>=0;                #Labor cost#
param COT>=0;                #OT cost#
param COI>=0;                #Inventory cost#
param COR{1..part}>=0;        #Ordering cost#

#variables#
var IN4{1..CP}>=0;
var Y{1..partI,1..CP}>=0 integer;
var M4{1..CP}>=0;
var U4{1..CP}>=0;
var IN3{1..CP}>=0;
var Y1{1..partI,1..CP}>=0 integer;
var Z{1..partII,1..CP}>=0 integer;
var M3{1..CP}>=0;
var U3{1..CP}>=0;
var IN2{1..CP}>=0;
```

ภาพที่ 18 ตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL

ในส่วนของการหาคำตอบ (Parameters) ต่างๆ ผู้วิจัยจะทำการเขียนข้อมูลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL ลงในโปรแกรมโน้ตแพคเพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองจากโปรแกรม CPLEX 8.0 เช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างการเขียนข้อมูลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL



```
model_data.dat - Notepad
File Edit Format View Help
param:R4:=
1 0;
param:m4:=
1 1
2 1
3 1
4 1
5 1
6 1
7 1
8 1
9 1
10 1
11 1
12 1
13 1
14 1;
param:w3:=
1 50;
param:R3:=
1 0;
param:m3:=
1 1
2 1
3 1
4 1
5 1
6 1
7 1
8 1 ;
param:w2:=
1 50;
param:R2:=
1 0;
param:m2:=
1 1
2 1
3 1;
param:w1:=
```

ภาพที่ 19 ตัวอย่างการเขียนข้อมูลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL

เมื่อผู้วิจัยทำการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลต่างๆ ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL ลงในโปรแกรมโน้ตแพคเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการแปลงไฟล์ข้อมูล (Data file) ดังต่อไปนี้ ในส่วนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะแปลงไฟล์เป็นนามสกุล .mod และในส่วนของข้อมูลค่าคงที่ต่างๆ แปลงไฟล์เป็นนามสกุล .dat เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรม CPLEX 8.0

7. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model validation and verification)

เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation and verification) ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้น สามารถถ่ายทอดลงบนโปรแกรมได้อย่างถูกต้องและสามารถใช้แทนระบบจริงได้ ผู้วิจัยจะขอข้อมูลจริงมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เพื่ออธิบายผลลัพธ์การคำนวณจากโปรแกรม CPLEX 8.0

1. ข้อมูลนำเข้า (Input data structures)

ข้อมูลจริงที่ใช้ในแบบจำลองได้รับความอนุเคราะห์จากโรงงานผลิตไอศกรีมแบบสามผาสำหรับการปลูกอ้อย ซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลาง ตั้งอยู่ที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เป็นกรณีศึกษาข้อมูลที่พิจารณาขนาดของปัญหาดังตารางที่ 18 ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนชิ้นส่วน จำนวนของรอบเวลาต่างๆ จำนวนลูกค้า

ตารางที่ 18 ขนาดของปัญหา

ขนาดของปัญหาที่พิจารณา	
1. จำนวนชิ้นส่วน (Number of parts) ทั้งหมด	115 ชิ้น
1.1 จำนวนชิ้นส่วนในการกลึง	14 ชิ้น
1.2 จำนวนชิ้นส่วนในการประกอบ 1	66 ชิ้น
1.3 จำนวนชิ้นส่วนในการประกอบ 2	53 ชิ้น
2. จำนวนของรอบเวลา (Number of time periods) แบ่งเป็น	
2.1 รอบเวลาการผลิต	60 วัน
2.2 รอบเวลาการส่งผลิตภัณฑ์	60 วัน
3. จำนวนลูกค้า (Number of customers)	4 ราย

เนื่องจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้นเป็นกำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม เพื่อคุณภาพของผลลัพธ์ ผู้วิจัยได้มีการใช้ Default setting โดยการเพิ่ม Termination criteria กำหนดให้โปรแกรม CPLEX 8.0 หาผลลัพธ์จำนวนเต็มที่ดีที่สุด (Optimal integer solution) จนกว่าจะให้ความเผื่อ (Gap tolerance) มีค่าน้อยที่สุด

2. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model verification)

ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลจริงจากโรงงานประกอบฯ ในการหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหา เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) ว่าแบบจำลองสามารถถ่ายทอดลงบนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

2.1 การคำนวณผลลัพธ์ และผลลัพธ์ (Computational study and results)

ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลลัพธ์การคำนวณผลลัพธ์จากโปรแกรม CPLEX 8.0 เพื่ออธิบายการทดสอบบนข้อมูลจริงจากทางโรงงาน ที่ได้จากแบบจำลองการวางแผนการผลิตไถงานแบบสามผาล สำหรับปลูกอ้อย ในการตัดสินใจระดับยุทธวิธี ดังแสดงในภาพที่ 20 ส่วนตารางที่ 19 เป็นสรุปผลลัพธ์จากการคำนวณ

ภาพที่ 20 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง

ตารางที่ 19 ผลลัพธ์การคำนวณ

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	
1. จำนวนตัวแปร (Number of variables) แบ่งเป็น	9,660
1.1 จำนวนตัวแปรตัดสินใจ (Binary variables)	0
1.2 จำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม (Integer variables)	9,420
1.3 ตัวแปรอื่นๆ (Linear variables)	240
2. จำนวนข้อจำกัด (Number of constraints)	9,900
3. หน่วยความจำที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ (Solver memory used)	1.75 MB
4. เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Solution time in CPU)	0.141 วินาที
5. ค่าความเผื่อ (Gap tolerance)	0.01 %

จากตารางที่ 19 มีค่าความเผื่อ (Gap tolerance) อยู่ที่ 0.01% แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผลลัพธ์จำนวนเต็มที่ดีที่สุดสูงมาก และเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ต้นทุนการดำเนินการทั้งหมดจากการคำนวณของ

โปรแกรม CPLEX 8.0 กับต้นทุนการดำเนินการก่อนการใช้แบบจำลอง (Manual planning) ซึ่งผู้วิจัยขอสงวนสิทธิ์ในการไม่เปิดเผยข้อมูลต้นทุนที่ได้จากการสำรวจ โดยที่ผลลัพธ์แบบจำลองสามารถลดต้นทุนการดำเนินการรวมได้ถึง 14.81%

ในหัวข้อถัดไปผู้วิจัยจะกล่าวถึงการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความไวเพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นหลังจากที่ได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว

3. การตรวจสอบผลลัพธ์ร่วมกับบริษัท (Model validation)

ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจริงจากทางโรงงานผลิตและประกอบไถงานแบบสามผาล ในการหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหา หลังจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้นั้น นำเสนอต่อผู้จัดการโรงงานฯ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ซึ่งแบบจำลองต้องสามารถเป็นตัวแทนของระบบการดำเนินงานจริงได้

ผู้วิจัยได้นำส่งผลลัพธ์การคำนวณให้กับผู้จัดการโรงงานฯ กรณีศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ของแบบจำลอง ซึ่งผู้จัดการโรงงานฯ ได้ตรวจสอบความถูกต้อง และยอมรับแบบจำลองการวางแผนการผลิตไถงานแบบสามผาล ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น สามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบการดำเนินงานจริงได้

4. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis)

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึง การวิเคราะห์ความไวของสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (Coefficients in the objective function) เพื่อใช้ในการทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต้นทุน (Costs) ต่างๆ ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นหลังจากได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว

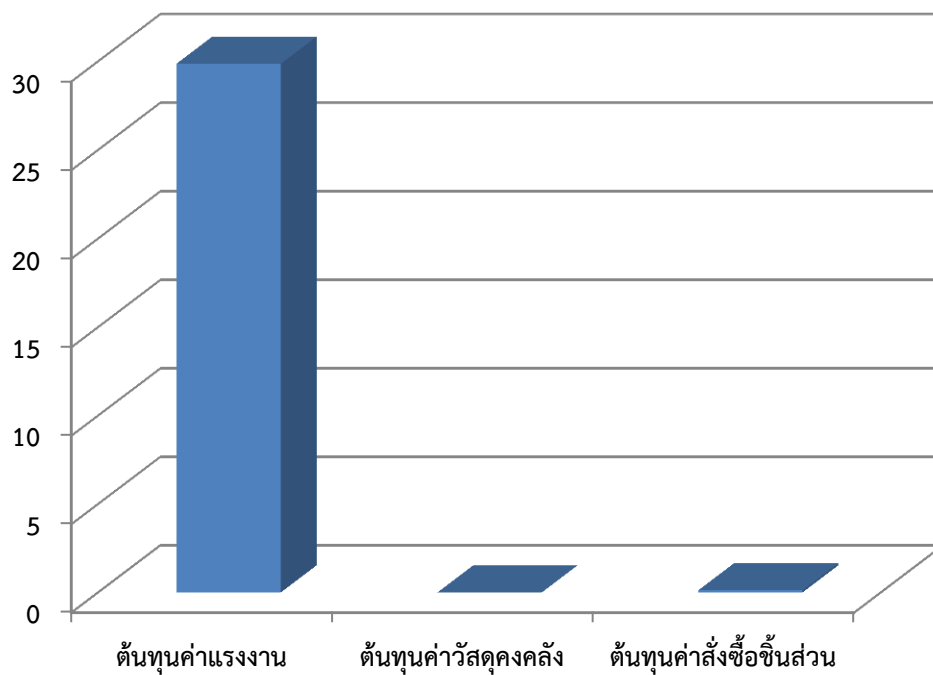
การทดสอบความไวสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมายของแบบจำลอง ผู้วิจัยจะอ้างอิงการทดสอบที่กล่าวไว้ในการวิจัยของ Bligen and Ozkarahan (2007) เป็นแนวทางในการทดสอบความไว ซึ่งจากแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา จะพบว่ามีต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไถงานแบบสามผาลของโรงงานกรณีศึกษามีอยู่ 3 ประเภท ประกอบด้วย ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการใช้แรงงาน (Labor cost) ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง (Inventory cost) และต้นทุนในการสั่งซื้อชิ้นส่วน (Ordering cost) โดยต้นทุนแต่ละประเภทจะถูกเพิ่มขึ้นครั้งละ 10% จนถึง 50% เพื่อทดสอบความไวของต้นทุนที่ละประเภท เพื่อดูผลกระทบของต้นทุนรวมทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ความเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม แสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงของต้นทุน

เปอร์เซ็นต์เปลี่ยน	ต้นทุนแรงงาน
	ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลง (%)
10	9.95
20	19.91
30	29.86
40	39.81
50	49.76
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยน	ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง
	ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลง (%)
10	0.0
20	0.0
30	0.0
40	0.0
50	0.0
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยน	ต้นทุนค่าส่งซื้อชิ้นส่วน
	ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลง (%)
10	0.02
20	0.08
30	0.13
40	0.17
50	0.19

จากตารางที่ 20 จะเห็นได้ว่าต้นทุนรวมต่ำสุดของต้นทุนค่าแรงงานที่โรงงานต้องใช้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่มากกว่าต้นทุนอื่นๆ เมื่อต้นทุนค่าแรงงานถูกเพิ่มขึ้นถึง 30% มีผลทำให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงไปถึง 29.86% ซึ่งในขณะที่ต้นทุนค่าส่งซื้อชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงเพียง 0.13% เท่านั้น สาเหตุที่ทำให้ต้นทุนค่าแรงงานมีผลกระทบต่อความไวในการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์สูงกว่าต้นทุนอื่นๆ เนื่องจากในการผลิตและประกอบไถงานแบบสามผาล ต้องใช้แรงงานในการผลิตและประกอบทุกขั้นตอน ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนค่าแรงงานเพียงเล็กน้อย มีผลทำให้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าต้นทุนอื่นๆ

ผู้วิจัยได้สรุปเปอร์เซ็นต์ความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของต้นทุนแต่ละประเภทหลังจากการทดสอบความไว แสดงในภาพที่ 21 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต้นทุนค่าแรงงานมีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อต้นทุนรวมทั้งหมดมากกว่าต้นทุนอื่นๆ ต้นทุนค่าแรงงานจึงเป็นส่วนประกอบของต้นทุนที่สำคัญในโครงสร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิตนี้ ดังนั้นการวางแผนการจ้างแรงงานที่เหมาะสมและถูกต้องจะสามารถช่วยลดต้นทุนการดำเนินการรวมได้เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 21 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของต้นทุนแต่ละประเภท

นำเสนอผลลัพธ์ต่อโรงงาน (Present the results of the study to the organization)

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์และประโยชน์ที่ได้ของแบบจำลองต่อผู้จัดการโรงงาน เพื่อให้ผู้จัดการโรงงานสามารถเลือกระบบการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมกับทางโรงงานมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ผ่านมาจะพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้นสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการไม่ได้ใช้แบบจำลอง

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 การส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อยไปยังกลุ่มประเทศอาเซียน

ประเทศไทยมีการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรไปในกลุ่มประเทศอาเซียนเรียงตามลำดับผู้ค้าคือ ประเทศกัมพูชา ลาว เมียนมาร์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ และบรูไน โดยสินค้าที่ส่งออกหลัก เช่น แทรกเตอร์ แทรกเตอร์เดินตาม เครื่องมือเตรียมดิน เครื่องปลูกเครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดพ่น การเกษตรเครื่องเกี่ยวนวด และชิ้นส่วนอะไหล่

มีการส่งออกมีทั้งทางบกและทางเรือ ในการส่งออกนั้นผู้ซื้อจะเป็นคนรับภาระในส่วนของการขนส่ง และการดำเนินธุรกรรมต่างๆเกี่ยวกับการส่งออก โดยบริษัทส่วนใหญ่จะใช้บริการของบริษัทส่งออก ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการดำเนินธุรกรรมต่างๆเกี่ยวกับการส่งออกผู้ซื้อเป็นคนรับผิดชอบ โดยค่าใช้จ่ายอยู่ที่ ประมาณ 20,000-30,000 บาท

เมื่อมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน จะเป็นผลดีกับผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากการมีการขยายฐานการผลิตของโรงงานน้ำตาลไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน เช่นในลาว กัมพูชา และเมียนมาร์

จากการศึกษาระบบโลจิสติกส์ พบว่าบริษัทส่วนใหญ่มีปัญหาด้านแรงงาน และการจัดการโซ่อุปทานของบริษัทการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร บริษัทเหล่านี้ไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตและประกอบเครื่องจักรกลการเกษตร ทำให้ขาดประสิทธิภาพด้านการผลิต

6.2 ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย

ระบบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อย เพื่อส่งออกไปยังประเทศอาเซียน เริ่มตั้งแต่บริษัทได้รับใบสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งอาจเป็นจากตัวแทนจำหน่าย หรือเกษตรกรโดยตรง บริษัทจะกำหนดเวลาในการส่งสินค้ากับผู้ซื้อเมื่อตกลงกันได้แล้วจะเริ่มการผลิตสินค้าตามที่ผู้ซื้อต้องการและดำเนินการส่งออกโดยใช้บริษัทส่งออก ในการผลิตโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร จะทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนและวัสดุที่ใช้ในการผลิตสินค้านำมาเก็บไว้เพื่อลดระยะเวลาในการผลิต ชิ้นส่วนอะไหล่ที่หล่อ หรือขึ้นรูป และวัสดุเหล็กจะสั่งจากทั้งโรงงานภายในประเทศและจากต่างประเทศ เมื่อโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเสร็จแล้วจะทำการจัดส่งให้กับผู้ซื้อ โดยการจัดส่งมีทั้งทางบกซึ่งจะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยังด่านศุลกากรเพื่อผ่านไปยังต่างประเทศ หรือทางน้ำโดยใช้เรือในการขนส่ง นำสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งไปยังผู้ซื้อ โดยโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรผลิตอ้อยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 11

6.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์เพื่อการผลิตและการส่งออกเครื่องจักรกลเกษตรผลิตอ้อย

จากปัญหาด้านการจัดการโซ่อุปทานของโรงงานการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อย เพื่อให้โรงงานเหล่านี้สามารถปรับตัวและแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้หลังจากประเทศไทยก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ.2558 โรงงานผลิตและประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตอ้อยกว่าร้อยละ 80 เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก และมีปัญหาหลักอยู่ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ปัญหาด้านการสั่งซื้อชิ้นส่วนในการผลิต ในปัจจุบันโรงงานขนาดกลางใช้วิธีการสั่งซื้อชิ้นส่วนโดยสั่งซื้อมาทีละชิ้นหลายๆ ชิ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นเมื่อชิ้นส่วนถูกส่งเข้ามาที่โรงงาน ทำให้โรงงานต้องจัดหาโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนเหล่านี้ไว้ เป็นผลให้เพิ่มต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น ปัญหาในส่วนที่สอง คือแผนการผลิตและประกอบชิ้นส่วน ซึ่งจะมีชิ้นส่วนบางชิ้นต้องผ่านกระบวนการก่อนถึงจะใช้ชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ การขาดการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะทำให้มีบางชิ้นส่วนผลิตไม่ทัน หรือผลิตเกินความต้องการ ทำให้มีชิ้นส่วนคงค้างอยู่ในแต่ละกระบวนการ เป็นผลทำให้เกิดต้นทุนทางด้านวัสดุคงคลัง และปัญหาสุดท้ายที่ทุกโรงงานประสบอยู่คือ แรงงานที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะโรงงานขนาดกลางจะมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนแรงงานที่มีในแต่ละวัน และการควบคุมต้นทุนทางด้านแรงงานเป็นไปได้ยาก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก คือ คำนึงถึงในด้านการวางแผนการผลิตและประกอบ เพื่อให้ทางโรงงานสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วน การจัดส่งวัสดุสายการผลิตและประกอบ รวมถึงปริมาณแรงงานที่ต้องใช้ให้สอดคล้องกับเวลา และปริมาณอุปสงค์ของลูกค้า เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนและตัดสินใจของโรงงานผลิตในการวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยกำหนดปัญหารูปแบบระบบการวางแผนการผลิตใ้จงานแบบสามผล เป็นกรณีศึกษา เพื่อให้ทางโรงงานเห็นต้นทุนการดำเนินการรวมทั้งหมดได้ และเพื่อช่วยในการปรับแผนการผลิตและประกอบ รวมถึงเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการวางแผนการผลิต ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองจะพิจารณาจากแผนการผลิตหลัก (Master production plan) และสามารถแบ่งระบบการผลิตเป็น 5 ระดับ โดยเริ่มตั้งแต่ระดับต่ำสุดเป็นการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ จนถึงระดับสูงสุดประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จส่งขายให้ลูกค้า โดยภายในแบบจำลองจะพิจารณาด้านต้นทุนที่เกิดขึ้น 3 ส่วน คือต้นทุนจากการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนค่าวัสดุคงคลัง และต้นทุนด้านแรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาที่โรงงานประสบอยู่

จากการทดสอบหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ด้วยโปรแกรม CPLEX 8.0 พบว่าคุณภาพของผลลัพธ์ของระบบการวางแผนการผลิตสูงมาก ค่าผลลัพธ์ของสมการเป้าหมายมีค่าความเผื่อจากค่าที่เหมาะสมที่สุดเพียง 0.01% เท่านั้น และระบบการวางแผนการผลิตที่ได้จากแบบจำลองมีค่านีมีต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมต่ำกว่าที่บริษัทดำเนินการอยู่ถึง 14.81%

เอกสารอ้างอิง

- กณวรรณรัฐ แตรรัชต์กุล. (2547). กลยุทธ์การปรับตัวเพื่อความอยู่รอดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในภาคการผลิตของประเทศไทยในช่วงวิกฤตการณ์ ปี 2540-2545. วิทยานิพนธ์ บธ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- กัลปพฤกษ์ ผิวทองงาม และกาญจนา เศรษฐนันท์. 2549. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อการบริหารแบบห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล. ขอนแก่น: คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เจริญชัย ฉิมเนียม. 2547. วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ครองสิทธิ์ ดวงมณี และกฤต สุวรรณศรี. 2547. การจัดการการเพาะปลูกอ้อยให้เหมาะสมกับกำลังการผลิต. ขอนแก่น สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- จักรกฤษณ์ ดวงพิสดรา. 2550. เอกสารสรุปการสำรวจสภาพเส้นทางและโอกาสการขยายความร่วมมือด้านการค้าในเส้นทางสาย R3E ระหว่างวันที่ 13-16 พฤษภาคม 2550, กระทรวงพาณิชย์
- จักรกฤษณ์ ดวงพิสดรา, คู่มือการประกอบธุรกิจโลจิสติกส์ใน สปป.ลาว, กระทรวงพาณิชย์
- เชษฐา ชำนาญหล่อ. 2547. การจัดสรรทรัพยากรอ้อยในเขตพื้นที่เพื่อใช้ในการขนส่งอ้อยจากแหล่งปลูกมายังโรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- นวนน้อย ตรีรัตน์ พรพิมล ตรีโชติ และอนรรฆ พิทักษ์ธานิน. เศรษฐกิจการค้าและการลงทุนในเมียนมาร์. สำนักงานธนาคารไทยพาณิชย์
- ฝ่าย AEC และกฎระเบียบการค้าระหว่างประเทศ สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, คู่มือการค้าและการลงทุนราชอาณาจักรกัมพูชา, พฤษภาคม 2554
- แผนข้อมูลและวิเคราะห์อุตสาหกรรม ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล. 2554. แหล่งที่มา: <http://www.aepd.doe.go.th/?p=1713>, สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2554

ไพศาล มะระพุกษ์วรรณ วนิดา ศักดิ์สงวนมณูญ และจรี การ์พงษ์ศรี, พม่าเปิดประเทศ... ไทยได้หรือเสีย? ,
สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า พฤษภาคม 2555

สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2555
แหล่งที่มา: <http://miu.isit.or.th>

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2554,
แหล่งที่มา: <http://www.ocsb.go.th>.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2554,
แหล่งที่มา: <http://www.ole.go.th>

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.). 2545. **แผนการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลาง
และขนาดย่อม ของประเทศไทย พ.ศ. 2545-2549**. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2550,
แหล่งที่มา: <http://www.sme.go.th>

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2548. **รายงานสถานการณ์ วิสาหกิจขนาดกลางและ
ขนาดย่อมปี 2548 และแนวโน้มปี 2549**. กรุงเทพฯ: ทางสะดวก (ประเทศไทย).

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.). 2550. **สาระสำคัญของแผนการ ส่งเสริม
วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม ฉบับที่ 2 ปี 2550-2554 และ แผนปฏิบัติการส่งเสริม
วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม ปี 2550-2551**. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2550,
แหล่งที่มา: [Http://www.sme.go.th](http://www.sme.go.th)

สำนักอาเซียน กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2554,
แหล่งที่มา: <http://www.dft.moc.go.th>

Apaiiah, R.K. and Hendrix, E.M.T. 2005. Design of supply chain network for a pea- based
novel protein foods. Journal of Food Engineering, 70, 383-391.

Arjona, E.; Bueno, G. and Salazar, L. 2001. An activity simulation model for the analysis of the
harvesting and transportation systems of a sugarcane plantation. Computers and
Electronics in Agriculture, 32, p. 247-264.

- Ahumada, O. and Villalobos, J. R. 2009. Application of planning models in the agri-food supply chain: A review Department of Industrial Engineering, Arizona State University, P.O. Box 875906, Tempe, AZ 85287, United States
- Beamon, B.M. 1998. Supply chain design and analysis: models and methods. *International Journal of Production economics*, 55(1), 281-294.
- Bezuidenhout, C.N. & Singel, A. 2007. Operational forecasting of South African sugarcane production : Part 1 – System description. *Agricultural System*, 92, 23-38
- Blanco, A.M., Masini, G., Petracci, N. and Bandoni, J.A. 2005. Operations management of a packaging plant in the fruit industry. *Journal of Food Engineering*, 70, 299-307.
- Bligen, B. and Ozkarahan, I. 2007. A mixed-integer linear programming model for bulk grain blending and shipping. *International Journal of Production economics*, 107(1), 555-571.
- Chertkiattipol, S. and T. Niyamapa. 2010. Variations of torque and specific tilling energy for different rotary blades. *International Agricultural Engineering Journal*, 19(3): 1-14
- Diaz, J.A. and Pérez, I.G. 2000. Simulation and optimization of sugar cane transportation in harvest season. In: *Winter Simulation Conference*, Miami, USA. p.1114-1117.
- Ferrer, J., Cawly, A.M., Maturana, S., Toloza, S. and Vera J. 2008. An optimization approach for scheduling wine grape harvest operations. *International Journal of Production economics*, 112(1), 985-999.
- Gal, P.-Y. Le; Lyne, P.W.L.; Meyer, E. and Soler, L.-G. 2008. Impact of sugarcane supply scheduling on mill sugar production: a South Africa case study. *Agriculture Systems*, p.64-74.
- Grunow, M., Gunther, H.O. and Westinner, R. 2007. Supply optimization for the production of raw sugar. *International Journal of Production economics*, 110(1), 224-239.

- Higgins, A.J. 1999. Optimising cane supply decisions within a sugar mill region. *Journal of Scheduling*, (2),229-244.
- Higgins, A.J., & Muchow, R.C. 2003. Assessing the potential benefits of alternative cane supply arrangements in the Australian sugar industry. *Agricultural Systems*,(76), 623-638
- Higgins, A. 2006. Scheduling of road vehicles in sugarcane transport: a case study at an Australian sugar mill. *European Journal of Operational Research*, p.987-1000.
- Jiao, Z., Higgins, A.J., & Prestwidge, D.B. 2005. An integrated statistical and optimization approach to increasing sugar production within a mill region. *Computers and electronics in agriculturr*, (48), 170-181
- Ioannou, G. 2005. Streamlining the supply chain of the hellennic sugar industry. *Journal of Food distribution*, 70(3), 323-332.
- Milan, E.L., Fernandez, S.M. and Aragonés, L.M. 2006. Sugar cane transportation in cuba, a case study. *European journal of Operational research*, 174, 374-386.
- Schuster, E.W. and Allen, S. 1998. Raw material management at welch's Inc. *INTERFACE*, 28(5), 13-24.
- Wong, C.Y., Arlbjorn, J.S. and Johansen, J. 2005. "Supply chain management in toy supply chain" *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10 No. 5, pp.367-378.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีกำแพงแสนมอเตอร์



ภาพผนวกที่ 2 โรงกลึงชัยมอเตอร์ P.T. ท่ามะนาว



ภาพผนวกที่ 3 อู่ชูศิลป์ การช่าง



ภาพผนวกที่ 4 บริษัท สยามอิมพลีเม้น จำกัด



ภาพผนวกที่ 5 บริษัท ชลบุรีเมืองทอง จำกัด



ภาพผนวกที่ 6 ด่านศุลกากรแม่สอด



ภาพผนวกที่ 7 ด่านศุลกากรเชียงของ



ภาพผนวกที่ 8 ด่านศุลกากรแม่สาย