# ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสม ในการตั้งผู้รวบรวบสับปะรด และจัดเส้นทางการขนส่งสับปะรด ของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

**สกุลกาญจน์ ปิติวัชรวิชญ์[1*], ดวงพรรณ ศฤงคารินทร์[2*]**

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 7317
โทร 0-2889-2138 โทรสาร 0-2441-9731 E-mail egdkc@mu.ac.th

[2] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 7317
โทร 0-2889-2138 โทรสาร 0-2441-9731 E-mail egdkc@mu.ac.th

**บทคัดย่อ**

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของประเทศไทยมีส่วนแบ่งในตลาดโลกเท่ากับ 43% โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสับปะรดกระป๋องอันดับหนึ่งของโลก มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 20,000 ล้านบาทต่อปี อย่างไรก็ตาม จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของต้นทุนโลจิสติกส์ที่อยู่ในส่วนต้นน้ำของโซ่อุปทานต่อต้นทุนโดยรวมของอุตสาหกรรม โดยพบว่าในส่วนของต้นทุนโลจิสติกส์สูงที่สุดเกิดจากกระบวนการเก็บรวมรวมสับปะรด เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการขนส่งผลสับปะรดสดไปยังโรงงานแปรรูปด้วยตัวเอง ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบการรวมรวมและขนส่งสับปะรด โดยการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของผู้รวมรวมสับปะรด โดยตระหนักถึงการลดต้นทุนของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง

ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของผู้รวมรวมสับปะรด ในขั้นต้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มเกษตรกร (clustering) โดยใช้หลักการเทคนิคการประยุกต์ร่วมกันระหว่างโครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเองที่มีความเป็นสัดส่วนกัน (Proportional Self-Organizing Map : PSOM) และ K-mean เพื่อให้เกษตรกรที่มีพื้นที่อยู่ใกล้เคียงกันมีการรวมกลุ่มกันในแต่ละท้องถิ่น โดยภายในแต่ละกลุ่มจะมีระยะทางขนส่งรวมมีค่าต่ำที่สุด ขั้นตอนถัดไปจะเป็นการนำเทคนิคการประยุกต์วิธีการ Center of Gravity Model เพื่อคำนวณหาพื้นที่ที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการตั้งผู้รวบรวมสับปะรด จากนั้นนำเทคนิคและหลักการของ Saving Algorithm มาใช้ในการวางแผนเส้นทางการเก็บรวมรวมสับปะรดจากแต่ละฟาร์ม โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์และเพิ่มขีดศักยภาพโดยรวมของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย

**คำสำคัญ : ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, ปัญหาการหาทำเลที่ตั้ง, โซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง**

## 1. ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องอันดับ 1 ของโลก มูลค่าการส่งออกสูงถึง 20,000 ล้านบาทต่อปี มีส่วนแบ่งการตลาดอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องโลกเท่ากับร้อยละ 43 ทั้งนี้สับปะรดถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย และมีแหล่งเพาะปลูกสับปะรดส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยปริมาณผลผลิตสับปะรดที่เก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 70 ถูกส่งเข้าโรงงานเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรด ส่วนที่เหลือนำมาบริโภคภายในประเทศทั้งนี้ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปสับปะรดในรูปแบบของสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด สับปะรดกวน และอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แม้ว่าอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องสามารถสร้างรายได้ให้แก่ประเทศไทยอย่างมหาศาล แต่ยังมีจุดอ่อนที่ยังไม่ได้รับการแก้ปัญหาอยู่เป็นจำนวนมาก โดยสาเหตุเกิดจากการรวมตัวของเกษตรกรเป็นแบบหลวมๆ ไม่เป็นระบบ ขาดการวางแผนการเพาะปลูกร่วมกันระหว่างเกษตรกรและผู้แปรรูป เกษตรกรส่วนใหญ่ดำเนินการขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปด้วยตัวเอง ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ คุณภาพผลผลิตไม่คงที่ และเกิดปัญหาต้นทุนโลจิสติกส์สูง รวมทั้งการขาดการสนับสนุน การดำเนินงานอย่างจริงจังและต่อเนื่องจากภาครัฐบาล

จากปัญหาที่กล่าวดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวคิดกรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยระบบสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของผู้รวบรวมสับปะรด ซึ่งทำหน้าที่เสมือนผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ในการรวมรวมผลสับปะรดจากเกษตรกรไร่ต่างๆ ภายในแต่ละกลุ่ม จากนั้นทำการขนส่งสู่โรงงานต่อไป อีกทั้งผู้ประกอบการสามารถวางแผนเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสม ซึ่งถือเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการขนส่งสับปะรดของเกษตรกร รวมทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพระบบขนส่งของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋องอีกด้วย

## 2. บทความปริทัศน์และทฤษฎีพื้นฐาน

### 2.1. ปัญหาการหาพื้นที่ที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

ปัญหาการหาพื้นที่ที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเป็นการหาจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าโดยลูกค้าแต่ละรายจะได้รับการจัดสรรให้กับศูนย์กระจายสินค้าเหล่านี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด ในการแก้ปัญหาการหาพื้นที่ที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้านิยมใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ เช่น Genetic Algorithms, Ant Colony Optimization Algorithms เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถใช้เทคนิควิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) ได้อีกด้วย [4] ข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ จะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม (cluster) ย่อยๆ ข้อมูลที่มีคุณลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ขั้นตอนที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มจะอาศัยความเหมือนหรือความใกล้ชิด โดยคำนวณจากวิธีการวัดระยะระหว่างเวกเตอร์ของข้อมูลแบบต่าง ๆ เช่น การวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean distance) การวัดระยะแบบแมนฮัตตัน (Manhattan distance) เป็นต้น ขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม ได้แก่ k-means clustering, self-organizing map (som) เป็นต้น

**K-mean Clustering**: เป็นวิธีการที่ใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น k กลุ่ม ค่า k กำหนดโดยผู้ใช้ [10] ขั้นตอนการทำงานของ **K-mean** มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มข้อมูล (Cluster) ออกเป็น k กลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดกึ่งกลางของแต่ละกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาระยะทางระหว่างข้อมูลและจุดกึ่งกลางของแต่ละกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 ข้อมูลจะถูกจัดเข้าแต่ละกลุ่มที่อยู่ใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จนกระทั่งข้อมูลถูกจัดเข้ากลุ่มจนครบ

**Self-Organizing Map (SOM):** เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในการจำแนกหรือแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ซึ่งเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมากได้ดี โดยแนวคิดของ Self-Organizing Map คือ การทำซ้ำข้อมูลเพื่อหาค่าของน้ำหนักของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการ ในการทำงานของ SOM ชั้นแรก ทำการนำเข้าข้อมูลและส่งข้อมูลให้แก่นิวรอลชั้นที่สองทุกโหนด ระหว่างชั้นจะเชื่อมต่อกันด้วยค่าน้ำหนัก (Weight Vector) จากนั้นเครือข่ายจะพยายามจัดกลุ่มของข้อมูลนำเข้าให้อยู่ในกลุ่มข้อมูลที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยมีความสัมพันธ์กันแบบเพื่อนบ้าน [1] โดยขั้นตอนการทำงานของ SOM ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดรูปแบบของข้อมูลที่จะนำเข้า

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มค่าเริ่มต้นให้กับค่ากลางของกลุ่มและกำหนดอัตราการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 วัดค่าความคล้ายด้วยวิธีการวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean distance) โดยทำซ้ำข้อมูลนำเข้าทุกตัว หาผู้ชนะจากการเลือกกลุ่ม ซึ่งมีค่า Euclidean น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่ากลางสำหรับกลุ่มที่เป็นผู้ชนะใหม่

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3-4

ขั้นตอนที่ 6 หาระยะทางระหว่างโหนดนั้นๆ กับโหนดที่เป็นผู้ชนะ

ขั้นตอนที่ 7 หาโหนดเพื่อนบ้านที่มีความใกล้เคียงมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 8 ปรับค่าน้ำหนักของแต่ละโหนด

**2.2. การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า** [9]

การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ถือเป็นการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญ เนื่องจากในการเลือกทำเลที่เหมาะสม จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อระดับการให้บริการและต้นทุนโลจิสติกส์ ดังนั้นในการประเมินและตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งควรทำอย่างละเอียดรอบคอบ โดยพิจารณาถึงสภาพข้อเท็จจริง เงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ ก่อนการตัดสินใจ เพื่อให้ได้ที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

**Center of Gravity** เป็นวิธีเทคนิคทางคณิตศาสตร์ใช้ในการวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าที่มีลักษณะเสมือนศูนย์กลางรวมของการกระจายสินค้าในพื้นที่ โดยตำแหน่งที่ตั้งหรือจุดพิกัดที่ได้จากการคำนวณ ขึ้นอยู่กับระยะทางและน้ำหนักของสินค้าที่ต้องขนส่ง ดังสูตรต่อไปนี้

$$X^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad (1)$$

$$Y^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (2)$$

โดยที่ X* คือ พิกัดที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่บนแกน x

Y* คือ พิกัดที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่บนแกน y

$X_i$ คือ พิกัดที่ตั้งของสถานที่ i บนแกน X

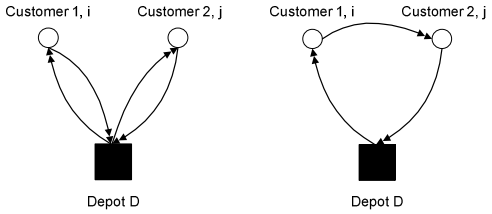
$Y_i$ คือ พิกัดที่ตั้งของสถานที่ i บนแกน Y

$W_i$ คือ ปริมาณของสินค้าที่ถูกส่งมาจากตำแหน่ง i

**2.3. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ [2]**

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) คือ การหาจำนวณเส้นทางเดินรถและลำดับของการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายต่างๆ โดยเส้นทางขนส่งเริ่มจากจุดเริ่มต้นคือศูนย์กระจายสินค้าไปสู่ลูกค้าทั้งหมด โดยทราบทั้งตำแหน่ง และปริมาณสินค้า ภายใต้เงื่อนไขลูกค้าแต่ละรายจะได้รับการบริการจากรถขนส่งเพียงคันเดียวและปริมาณสินค้าต้องไม่เกินความจุของรถคันนั้นๆ โดยวัตถุประสงค์หลักในการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถ คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของรถทุกคันมีค่าน้อยที่สุด

**Saving Algorithm** เป็นทฤษฎีการจัดเส้นทางการเดินรถของ Clarke and Wright เป็นวิธีการรวมจุดส่งสินค้าจุดอื่นๆ เข้ารวมกับการจัดส่งสินค้าในเส้นทางหลัก แทนการจัดส่งสินค้า 2 เส้นทาง ทำให้เกิดค่าประหยัด (Saving) ในการเดินทาง ดังรูปที่ 1




รูปที่ 1: แสดงวิธีการรวมจุดส่งสินค้าของลูกค้ารายที่ 1 และลูกค้ารายที่ 2
เข้ารวมกับเส้นทางหลัก โดยวิธี Saving Algorithm

หลักการที่สำคัญ คือ ในการส่งสินค้าจากคลังสินค้า D ไปยังลูกค้า 2 ราย เมื่อใช้ยานพาหนะ 1 คัน ต่อการขนส่ง 1 เที่ยว ระยะทางที่ได้จะเป็น $2\sum_{i=1}^{n} d(D,i)$

แต่ถ้าใช้ยานพาหนะ 1 คัน จัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าทั้ง 2 ราย ภายในเที่ยวเดียว ระยะทางรวมที่ได้จะลดลง ดังสมการ

$$s(i, j) = 2d(D, i) + 2d(D, j) - [d(D, i) + d(i, j) + d(D, j) \qquad (3)$$
$$= d(D, i) + d(D, j) - d(i, j)$$

ถ้าค่าความประหยัด (Saving) ของลูกค้าคู่ใดที่ได้มีค่ามาก แสดงให้เห็นว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

## 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทิกา (2546) ได้นำเสนอแนวคิดและเทคนิควิธีการเพื่อหาพื้นที่ตั้งสถานีพักอ้อย สำหรับอุตสาหกรรมอ้อยในประเทศไทย โดยนักวิจัยได้พัฒนาอัลกอริทึมที่เรียกว่า โครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเองที่มีความเป็นสัดส่วนกัน (Proportional Self-Organizing Map: PSOM) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดระบบคิวอ้อยและลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งของเกษตรกร

วีรพัฒน์ (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการหาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน หรือจุดรวบรวมและกระจายสินค้า ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิค Center of Gravity โดยนำเสนอการสร้างกลยุทธ์การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของขิงดองด้วยการหาทำเลที่ตั้งโรงงานขิงดองที่เหมาะสมเชิงกลยุทธ์ เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมขิงดอง

วิภาดา (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบต้นแบบระบบการจัดการการขนส่งของบริษัทผู้ผลิตอาหารทะเลแช่แข็งจำหน่ายแห่งหนึ่ง โดยใช้หลักการของ Saving Algorithm ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการตัดสินใจการกำหนดลูกค้าที่รถส่งของแต่ละคันจะต้องนำสินค้าไปส่ง ผลที่ได้จากการคำนวณของระบบ คือ รายละเอียดต่างๆ ในการขนส่งสินค้าของบริษัทไปยังลูกค้าแต่ละราย ซึ่งอาจมีทางเลือกมากกว่า 1 ทางเลือกเพื่อให้ผู้ใช้สามารถพิจารณา การจัดสินค้าตามความเหมาะสมในความเป็นจริงได้ ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกประเมินโดยผู้ใช้ว่า สามารถใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจ และช่วยลดเวลาการดำเนินงานน้อยลงได้

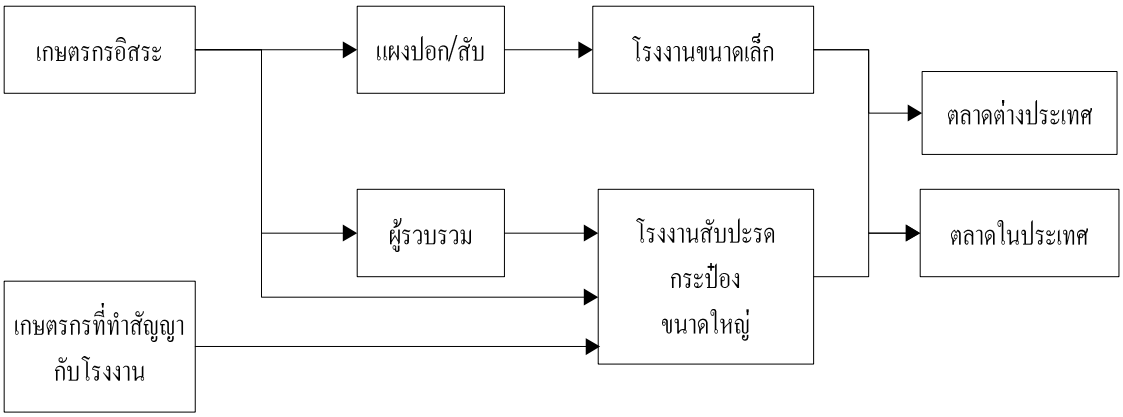
ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการ PSOM และ K-Mean Clustering ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล และใช้วิธี Center of Gravity ในการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า และวิธีของ Saving Algorithm มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

## 4. การดำเนินงานวิจัย

### 4.1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [4]

แหล่งเพาะปลูกสับปะรดที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีพื้นที่ศักยภาพในการปลูกประมาณ 6.5 แสนไร่ พื้นที่ในการเก็บเกี่ยวประมาณ 3.2 แสนไร่ และมีผลผลิตประมาณ 1.7 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 33.31 ของผลผลิตโดยรวมทั้งประเทศ ทั้งนี้ผลผลิตสามารถออกสู่ตลาดได้ตลอดปี โดยจะมีปริมาณผลผลิตสูงในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และเดือนพฤษจิกายน-ธันวาคม

โครงสร้างของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋องประกอบด้วย เกษตรกร แผงปอก/สับ ผู้รวบรวม โรงงานแปรรูปสับปะรดขนาดเล็ก (ประกอบกิจการทำสับปะรดแห้งและสับปะรดกวน) และโรงงานแปรรูปขนาดใหญ่ แสดงดังรูปที่ 2 ผลผลิตสับปะรดที่เก็บเกี่ยวได้จากเกษตรกรอิสระจะถูกส่งไปยังโรงงานขนาดเล็ก โดยผ่านทางแผงปอก/สับ ส่วนใหญ่จะเป็นผลที่มีขนาดเล็กและไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานขนาดใหญ่ต้องการ หรือมีพ่อค้าคนกลางมารับสับปะรดไปขายที่จังหวัดใกล้เคียง ทั้งนี้โรงงานขนาดใหญ่จะรับสับปะรดจากเกษตรกรที่ทำ Contact Farming โดยตรง หรือจากเกษตรกรอิสระโดยผ่านทางผู้รวบรวม ผลิตภัณฑ์แปรรูปสับปะรดที่ได้จากโรงงานขนาดเล็กและใหญ่จะถูกส่งไปขายยังตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ ประเทศคู่ค้าที่สำคัญ 5 ประเทศได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมัน รัสเซีย สเปน และเนเธอร์แลนด์




รูปที่ 2: โครงสร้างของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

**4.2. การวิเคราะห์ปัญหา** [4]

จากรายงานการศึกษางานวิจัย ได้ทำการศึกษาถึงสถานภาพในปัจจุบันของโรงงานขนาดใหญ่และขนาดเล็ก รวมทั้งสถานภาพปัจจุบันของเครือข่ายเกษตรกรและเครือข่ายโรงงาน พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทยเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

*4.2.1. ขาดการรวมกลุ่มเกษตรกรในการวางแผนการผลิตที่ดี* เกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีการจัดรวมกลุ่มในรูปแบบคลัสเตอร์ (Cluster) หรือสหกรณ์ในลักษณะแบบหลวมๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน แต่ไม่สามารถรวมตัวกันเพื่อวางแผนการเพาะปลูกได้

*4.2.2. ปัญหาปริมาณผลผลิตต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานสับปะรด* ทำให้ต้องไปรับสับปะรดจากแหล่งอื่นๆ ที่ไกลออกไป ส่งผลให้โรงงานมีต้นทุนค่าขนส่งและต้นทุนการผลิตที่มากขึ้น

*4.2.3. ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานสูง* เนื่องจากเกษตรกรขนส่งผลผลิตสับปะรดสู่โรงงานด้วยตนเอง ทำให้เกษตรกรต้องแบกรับภาระต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง ได้แก่ ค่าน้ำมัน ค่าเช่ารถ ค่าเสื่อมราคารถ ค่าบำรุงรักษารถ เป็นต้น

*4.2.4. ขาดการสนับสนุนที่ดีจากหน่วยงานรัฐบาล* ไม่มีการนำนโยบายของยุทธศาสตร์สับปะรดมาดำเนินการปฏิบัติอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรม

**4.3. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ**

จากข้อมูลในหัวข้อที่ 4.2 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลด้านการผลิตและการตลาด ข้อมูลเชิงพื้นที่ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มาทำการวิเคราะห์และกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ โดยพิจารณาเฉพาะปัจจัยเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียว จากนั้นทำการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจซึ่งมีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจัดกลุ่มเกษตรกร การคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของผู้รวบรวม และการพัฒนาโปรแกรมจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งรายละเอียดต่างๆ มีดังนี้

***4.3.1 ปัจจัยหรือตัวแปรที่มีผลต่อการพัฒนาระบบ*** ประกอบด้วย

4.3.1.1. ข้อมูลปริมาณสับปะรดของเกษตร [7, 8] คือ ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละวันของเกษตรกร ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Y_i = \frac{R_i * HC_i * F * A_i}{D} \quad (4)$$

โดยที่ $Y_i$ คือ ปริมาณผลผลิตสับปะรดแต่ละไร่ (ตัน/วัน)

$R_i$ คือ ขนาดของแต่ละพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)

$HC_i$ คือ อัตราส่วนร้อยละพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อพื้นที่เพาะปลูก เท่ากับ 0.578

F คือ อัตราส่วนร้อยละผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ที่ถูกส่งเข้าสู่โรงงาน 0.70

$A_i$ คือ ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละอำเภอ (ตัน/ไร่)

D คือ จำนวนวันทำงาน มีค่าเท่ากับ 261 วัน

4.3.1.2 ข้อมูลค่าปริมาณสูงสุดของผู้รวบรวม คือ ความสามารถของผู้รวบรวมในการเก็บผลผลิตสดที่รับจากไร่ในแต่ละวัน จากข้อมูลทางสถิติของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการที่เป็นแหล่งรับซื้อสับปะรดทั้งหมด 65 แห่ง ดังนั้น ค่าปริมาณสูงสุดของผู้รวบรวมแต่ละราย คำนวณได้จากสูตร

$$MC = \frac{\sum_{j=1}^{n} M_j}{EC} \quad (5)$$

โดยที่ MC คือ ปริมาณสินค้าสูงสุดของผู้รวบรวม (ตัน/วัน)

$\sum_{j=1}^{n} M_j$ คือ ผลรวมของปริมาณสับปะรดสดที่เข้าสู่โรงงานในแต่ละวัน (ตัน/วัน)

EC คือ จำนวนผู้รวบรวมสับปะรดปัจจุบัน มีค่าเท่ากับ 65

4.3.1.3 ข้อมูลระยะทางระหว่างเกษตรกร คือ ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าระหว่างจุดสองจุดภายในแต่ละ Cluster ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าระยะขจัดแทนค่าระยะทางจริง

$$D_{kl} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_k - x_l)^2 + (y_k - y_l)^2} \quad (6)$$

โดยที่ $D_{kl}$ คือ ระยะทางระหว่างจุดสองจุดใดๆ

$x_{km}$ คือ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ x ณ จุดเริ่มต้นใดๆ

$y_{km}$ คือ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ y ณ จุดเริ่มต้นใดๆ

$x_{lm}$ คือ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ x ณ จุดปลายทางใดๆ

$y_{lm}$ คือ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ x ณ จุดปลายทางใดๆ

***4.3.2 พัฒนาอัลกอริทึม clustering สำหรับการจัดกลุ่มเกษตรกร*** ซึ่งประยุกต์จากหลักการของอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเองที่มีความเป็นสัดส่วนกัน (Proportional Self-Organizing Map: PSOM) และ K-mean Algorithm มาประยุกต์รวมกัน ซึ่งขั้นตอนการคำนวณมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดตำแหน่งและปริมาณสับปะรดของเกษตรกร และตำแหน่งของโรงงาน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

max_cap = ปริมาณสับปะรดสูงสุดของแต่ละผู้รวบรวม (ตัน)

Capcluster.m = ปริมาณสับปะรดในกลุ่ม i (ตัน)

Capfarm.o = ปริมาณสับปะรดของเกษตรกร o (ตัน)

ขั้นตอนที่ 3 เลือกโรงงานแปรรูปสับปะรด 1 แห่ง

ขั้นตอนที่ 4 เลือกเกษตรกรที่อยู่ใกล้โรงงานในขั้นตอนที่ 3 มากที่สุดเป็นจุดเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบเงื่อนไข ถ้า Capcluster.m + Capfarm.o < max_cap ถ้าตรงตามเงื่อนไขแสดงว่าเกษตรกรที่พิจารณาอยู่ในกลุ่ม cluster i แต่ถ้าไม่ใช่เกษตรกรจะถูกพิจารณาอยู่ใน cluster ถัดไป

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาจุดกึ่งกลางของ Cluster

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณระยะทางจาก $C_n$ไปยังจุดเกษตรกรที่เหลือ

ขั้นตอนที่ 8 ดำเนินการซ้ำขั้นตอนที่ 3 เพื่อทำการจัดกลุ่มต่อไปจนเกษตรกร O ถูกจัดเข้ากลุ่มหมด

ขั้นตอนที่ 9 คำนวณปริมาณรวมทั้งหมดของแต่ละ cluster สิ้นสุดการดำเนินการ

***4.3.3 การประเมินหาตำแหน่งที่ตั้งผู้รวบรวมโดยใช้ Center of gravity***

นำข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มเกษตรกรมาทำการคำนวณหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของผู้รวบรวม โดยใช้สมการที่ 1 และ 2 และใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการประมวลผล

***4.3.4 การพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่ง***

นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 4.3.2 และ 4.3.3 มาคำนวณหาระยะห่างระหว่างสองจุดใดๆ ภายในแต่ละกลุ่ม โดยใช้สมการที่ 6 และหาค่า Saving โดยใช้โปรแกรม Excel ประมวลผล จากนั้นทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งมีเป้าหมาย คือ คำนวณหาระยะทางการขนส่งโดยรวมที่สั้นที่สุด โดยใช้หลักการของ Saving Algorithm โปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นโดยภาษา Visual Basic 6.0 และระบบฐานข้อมูลพัฒนาบนโปรแกรม Access 2003

ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ แสดงดังรูปที่ 3 คือ ส่วนที่ 1 ส่วนระบบฐานข้อมูลประกอบด้วย ตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 7 ตาราง ได้แก่ ตารางเกษตรกร ตารางผลิตภัณฑ์ ตารางคำสั่งซื้อ ตารางรายละเอียดคำสั่งซื้อ ตารางรถบรรทุก ตารางระยะทางและตารางรายงาน ส่วนที่ 2 ส่วนประกอบหลักๆ ของโปรแกรม ประกอบด้วย ส่วนการนำเข้าข้อมูล ผู้ใช้ป้อนข้อมูลลงสู่ระบบ โดยผ่านทางหน้าต่างของโปรแกรมซึ่งเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล เพื่อทำการบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังขั้นตอนถัดไป ส่วนประมวลผล ข้อมูลที่ได้รับนำมาประมวลผล และคำนวณหาลำดับรายงานการขนส่งสินค้า โดยโครงสร้างการทำงานของระบบมีดังนี้

ก. ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลปริมาณผลผลิตสับปะรดในแต่ละพื้นที่ โดยปริมาณผลผลิตที่กรอกสามารถแบ่งตามประเภทของสับปะรดได้

ข. ระบบจะทำการคำนวณหาปริมาณผลผลิตสับปะรดรวมทั้งหมด และปริมาณผลผลิตสับปะรดรวมของแต่ละพื้นที่เพาะปลูก

ค. ระบบจะทำการค้นหาคู่ของพื้นที่เพาะปลูกที่มีค่าประหยัดมากที่สุด

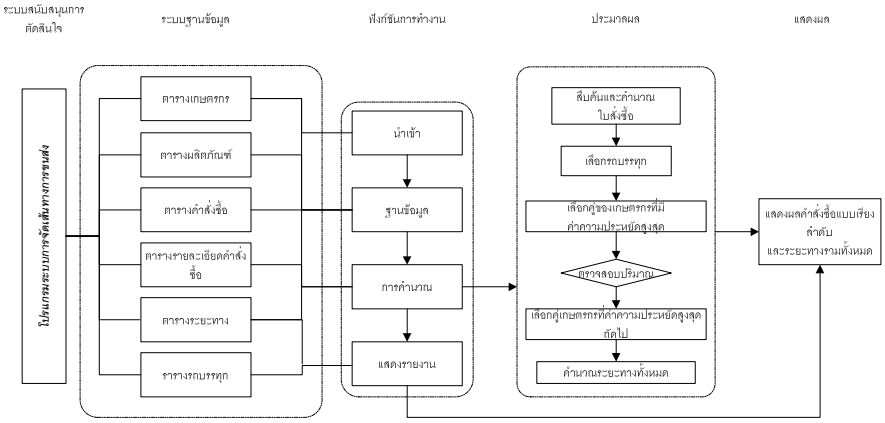
ง. หาค่าประหยัดที่มีค่ามากที่สุดตัวถัดไปที่มีความสัมพันธ์กับคู่ของพื้นที่เพาะปลูกจากข้อ ค.

จ. ระบบจะจัดเรียงลำดับรายการสินค้า

ฉ. ระบบจะตรวจสอบว่ามีเกษตรกรเหลืออยู่หรือไม่ ถ้ามีระบบจะทำขั้นตอน ง. แต่ถ้าไม่มีพื้นที่เพาะปลูกเหลือ ระบบจะหยุดการคำนวณ

ช. ระบบจะทำการคำนวณระยะทางทั้งหมด

ส่วนที่สาม คือ ส่วนการแสดงรายงาน ผู้ใช้สามารถพิมพ์รายงานผลการจัดลำดับการขนส่งสินค้ารายวัน ข้อมูลของเกษตรกรแต่ละราย ปริมาณผลผลิตสับปะรดรวม ระยะทางการขนส่งโดยรวม และประเภทของรถบรรทุก




รูปที่ 3: กรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการตัดสินใจในส่วนระบบการจัดเส้นทางการขนส่งของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

## 5. ผลของการวิเคราะห์วิจัย

จากการนำอัลกอริทึมที่นำเสนอในข้อ 4.3.2 และวิธีเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอในข้อ 4.3.3 มาทำการจัดกลุ่มและหาหาทำเลที่เหมาะสมของผู้รวบรวม โดยข้อมูลที่ใช้การคำนวณ ประกอบด้วย ข้อมูลเกษตรกรจำนวน 3,552 ข้อมูล ข้อมูลโรงงานสับปะรดกระป๋องจำนวน 14 ข้อมูล ซึ่งสรุปได้ว่า เกษตรกรถูกแบ่งออกเป็น 41 กลุ่ม ปริมาณผลผลิตสับปะรดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 60-90 ตัน ค่าพิกัดตามแนวแกน X และค่าพิกัดตามแนวแกน Y ของทำเลที่เหมาะสมของผู้รวบรวมสับปะรดในกลุ่มโซนที่ 1 – กลุ่มโซนที่ 41 ผลการศึกษาสรุปดังตาราง 1

ตารางที่ 1: แสดงค่าพิกัดที่ตั้งที่เหมาะสมของผู้รวบรวม กลุ่มโซนที่ 1 – กลุ่มโซนที่ 41

| ลำดับที่ | จำนวนสมาชิก | ปริมาณผลผลิตรวม (ตัน/วัน) | ค่าพิกัด | |
|---|---|---|---|---|
| | | | X' | Y' |
| Z01 | 98 | 90.486 | 582275.916 | 1389351.692 |
| Z02 | 40 | 91.97 | 589097.2255 | 1393624.869 |
| Z03 | 104 | 92.064 | 597329.4514 | 1389150.664 |
| Z04 | 34 | 92.007 | 589497.6566 | 1387532.565 |
| Z05 | 58 | 70.886 | 593912.9662 | 1380227.198 |
| Z06 | 56 | 90.31 | 601229.8728 | 1378318.79 |
| Z07 | 136 | 92.157 | 603567.5044 | 1368578.441 |
| Z08 | 62 | 87.148 | 583617.5398 | 1377678.18 |
| Z09 | 11 | 89.341 | 581375.0625 | 1378929.535 |
| Z10 | 111 | 91.789 | 565695.6391 | 1384142.166 |
| Z11 | 82 | 91.104 | 564639.6694 | 1372080.072 |
| Z12 | 61 | 90.383 | 574045.212 | 1371404.426 |
| Z13 | 40 | 66.491 | 568443.3187 | 1366238.788 |
| Z14 | 61 | 92.039 | 578307.5481 | 1365688.062 |
| Z15 | 109 | 81.144 | 591409.6289 | 1370040.729 |
| Z16 | 14 | 78.311 | 587797.5811 | 1363032.686 |
| Z17 | 101 | 73.911 | 592043.533 | 1359311.832 |
| Z18 | 91 | 73.261 | 590907.4632 | 1352850.058 |
| Z19 | 26 | 71.139 | 585324.8349 | 1356231.148 |
| Z20 | 76 | 82.971 | 589803.8045 | 1343891.048 |
| Z21 | 172 | 80.888 | 589241.6173 | 1334034.805 |
| Z22 | 94 | 72.388 | 580269.6457 | 1337578.919 |
| Z23 | 16 | 90.182 | 570689.1368 | 1334679.143 |
| Z24 | 11 | 39.062 | 572473.7192 | 1340298.136 |
| Z25 | 35 | 88.324 | 584191.438 | 1330246.56 |
| Z26 | 146 | 92.061 | 587550.4841 | 1324430.183 |
| Z27 | 85 | 92.047 | 581184.7671 | 1323451.216 |
| Z28 | 61 | 49.666 | 574355.001 | 1319143.573 |
| Z29 | 135 | 90.724 | 578725.6243 | 1315016.338 |
| Z30 | 182 | 91.487 | 584603.7865 | 1317066.518 |
| Z31 | 169 | 91.449 | 579390.1299 | 1308550.425 |
| Z32 | 53 | 53.324 | 573035.2949 | 1311749.936 |
| Z33 | 181 | 91.842 | 575358.7159 | 1298832.079 |
| Z34 | 96 | 91.705 | 569442.2578 | 1290619.556 |
| Z35 | 94 | 91.219 | 567437.1138 | 1280660.063 |
| Z36 | 140 | 87.655 | 556656.1379 | 1265970.036 |
| Z37 | 65 | 91.428 | 547488.3945 | 1255884.556 |
| Z38 | 46 | 84.728 | 554022.8766 | 1248991.684 |
| Z39 | 80 | 91.791 | 543816.2592 | 1240872.837 |
| Z40 | 116 | 77.589 | 544017.1195 | 1230052.861 |
| Z41 | 201 | 60.278 | 532796.1479 | 1217082.842 |

จากการคำนวณ มีเกษตรกรเพียง 3 จุดเท่านั้นที่ไม่ได้เข้ากลุ่ม Cluster ใดๆ รายละเอียดแสดงดังตาราง 2 เนื่องจากเกษตรกรเหล่านี้มีปริมาณผลผลิตสับปะรดต่อวันมากกว่าความสามารถในการรับสับปะรดสูงสุดของผู้รวบรวม ส่งผลให้เกษตรกรต้องดำเนินการขนส่งสับปะรดด้วยตนเอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณอีกครั้ง เพื่อหาโรงงานที่อยู่ใกล้เกษตรกรมากที่สุด ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2: แสดงรายละเอียดของเกษตรกรที่ไม่ได้รับการเข้ากลุ่ม

| FARM_ID | X | Y | YIELD |
|---|---|---|---|
| FA3550 | 581851.515 | 1347272.347 | 574.658 |
| FA3551 | 571636.741 | 1393592.491 | 98.200 |
| FA3552 | 570673.300 | 1376837.129 | 104.307 |

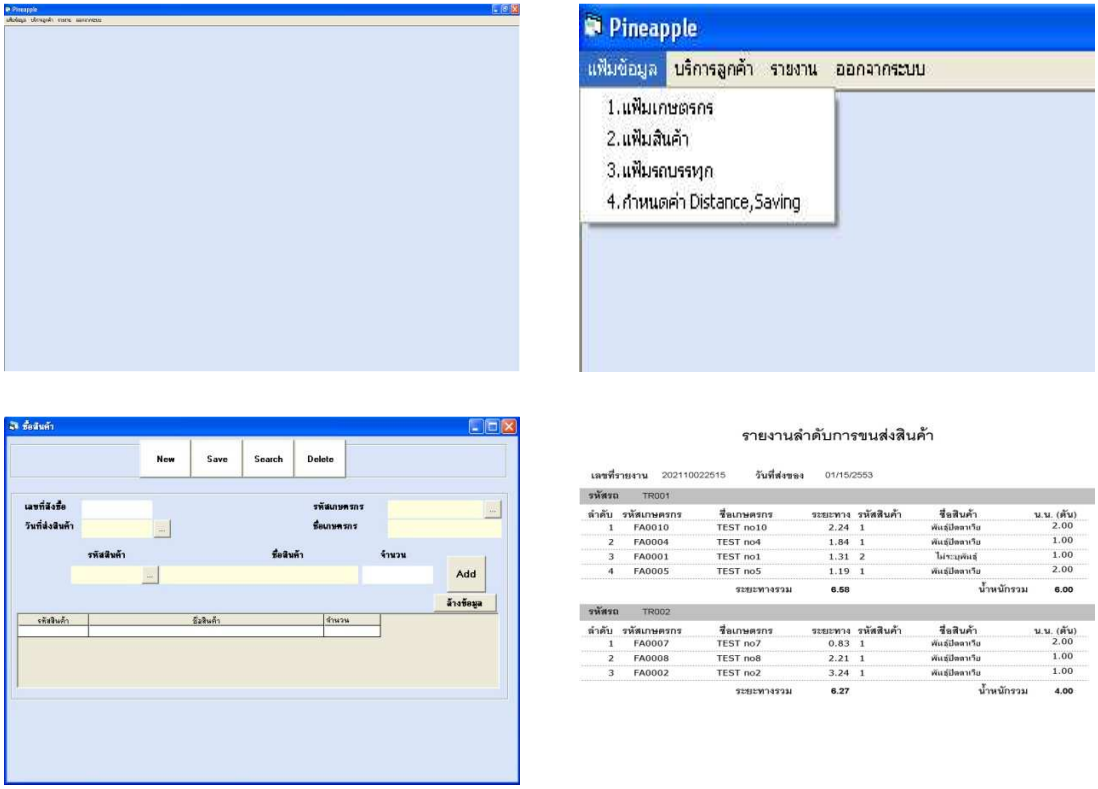
ตารางที่ 3: แสดงรายละเอียดโรงงานที่อยู่ใกล้เกษตรกรที่ไม่ได้การเข้ากลุ่ม

| FARM_ID | FAC_Name | DISTANCE (Km.) |
|---|---|---|
| FA3550 | บริษัท เจริญฟู้ดส์ อุตสาหกิจ จำกัด | 11,553 |
| FA3551 | บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด | 12,518 |
| FA3552 | บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด | 20,631 |

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดกลุ่มสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำระบบ Zoning ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์สับปะรดด้านวัตถุดิบ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการรวมตัวของเกษตรกร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตสับปะรด ทั้งด้านปริมาณ คุณภาพ และช่วงเวลา รวมทั้งลดต้นทุนการผลิต และต้นทุนโลจิสติกส์โดยรวมอีกด้วย

เมื่อได้จุดพิกัดจุดของผลลัพธ์แล้ว นำไประบุตำแหน่งผู้รวบรวมลงในโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้ผลลัพธ์ แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4: แผนที่แสดงผลลัพธ์การหาตำแหน่งที่เหมาะสมของผู้รวบรวม
สำหรับกลุ่มโซนที่ 1 – กลุ่มโซนที่ 41




รูปที่ 5: แสดงตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมระบบการจัดเส้นทางการขนส่ง

**5. บทสรุป**

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นการแก้ปัญหาการรวมกลุ่มของเกษตรกร และการลดต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนต้นน้ำของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง จากงานวิจัยพบว่า เราสามารถลดจำนวนผู้รวบรวมสับปะรดจากเดิม 65 แห่ง เหลือเพียง 41 แห่ง คิดเป็น 36.92 เปอร์เซนต์ ในการเดินทางไปรวบรวมสับปะรดจากเกษตรกรแต่ละรายที่อยู่ในพื้นที่โซนของตนเอง ผู้รวบรวมจะเลือกใช้เส้นทางการเดินรถที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งคำนวณได้จากโปรแกรมจัดเส้นทางขนส่ง จากนั้นจึงทำการจัดส่งผลสับปะรดไปยังโรงงานที่อยู่ใกล้ที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมกับการขนส่งในรูปแบบเดิม พบว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการรับซื้อและขนส่งสับปะรดของผู้รวบรวม โดยลดข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ลดระยะเวลาในการทำงาน และลดจำนวนเที่ยวรถบรรทุกอีกด้วย ทั้งนี้ประโยชน์ที่ได้รับจากประยุกต์ใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจยังสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง คือ ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมตัวกันเป็นเครือข่าย เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ข่าวสาร เทคนิคการเพาะปลูกสับปะรดที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มคุณภาพและปริมาณของสับปะรด รวมถึงลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้รวบรวมสับปะรดทำหน้าที่ในบทบาทของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ (Logistics Service

Provider) ที่ให้บริการขนส่งสับปะรดแก่เกษตรและโรงงาน ทำให้เกษตรกรไม่ต้องจ้างหรือเหมารถบรรทุกในราคาสูง ส่งผลให้เกษตรกรไม่มีต้นทุนดังกล่าว

ในการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจควรหมั่นตรวจสอบและปรับปรุงฐานข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือที่กล่าวในงานวิจัย เช่น ต้นทุนค่าขนส่ง ข้อมูลระยะเวลา เป็นต้น รวมทั้งการนำระยะทางจริงมาใช้แทนระยะขจัด ผลลัพธ์ที่ได้จะมีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น

**บรรณานุกรม**


[1] ขนิษฐา รบไพรี, ขวัญนภา พิมพ์ชารีย์, โอพาริก สุรินต๊ะ, (2552), "การรู้จำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยด้วยอัลกอริทึมการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยตัวเอง," สัมมนาวิชาการ 3rd National CS&ICT conference 2009, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[2] เครือวัลย์ จำปาเงิน, (2547), "การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมันในจังหวัดนนทบุรี," จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] นันทิกา ชัยกัณหา, ศุภชัย ปทุมนากุล, (2546), "การจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมสูงสุดต่ำที่สุด," วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ก.ค.-ธ.ค. 2546, 34(4-6 (Suppl.) หน้า 190-193.

[4] ธนัญญา วสุศรี, รวิพิมพ์ ฉวีสุข, ปรารถนา ปรารถนาดี, เจริญชัย โขมพัตราภรณ์, (2550), "การจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรด," รายงานฉบับสมบูรณ์.

[5] วิภาดา สุภาวิตา, ดวงพรรณ กริชชาญชัย, (2550), "ต้นแบบระบบการจัดการการขนส่ง," วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง, ปีที่ 14 ฉบับที่ 3, ธันวาคม 2550.

[6] วีรพัฒน์ เศรษฐสมบูรณ์, นายเสกสรรค์ บัวระภา, นายรังสฤษฎ์ สุทธิคุณ, (2549), "กลยุทธ์การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าขิงดองเพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปี 2549 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน 2 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, (2549), "การสำรวจและคาดการณ์ผลผลิตสับปะรด ปีการผลิต 2549 โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์," เอกสารวิชาการเลขที่ 13/09/49, พฤษภาคม 2549.

[8] สำนักงานพาณิชย์จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, (2548), "ข้อมูลการตลาดประจำปี 2549," http://pcocmartsch.moc.go.th/mart6a.aspx?pvid=33&pv=ประจวบคีรีขันธ์. [14 กันยายน 2552]

[9] สุธี ขวัญเงิน, (2549), "การจัดการการผลิตและการปฏิบัติการ," กรุงเทพฯ; ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

[10] Kardi Teknomo, (2009), "How the K-Mean Clustering Algorithm works?," http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/Algorithm.htm. [20 August 2009]