บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบขนส่งสินค้าเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการขนส่งสินค้าจะขนส่งสินค้าจากโรงงานไปสู่ลูกค้ารายต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดอันได้แก่ จำนวนรถขนส่ง ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกำหนดเวลาในการรับสินค้า และในส่วนของการจัดคิวรถบรรทุกและส่วนจัดสินค้าขึ้นรถบรรทุก ที่จะต้องลดความผิดพลาดในการทำงานอันเกิดจากการทำงานของมนุษย์ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขนส่งและการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า การจัดตารางการผลิต การประยุกต์ใช้ระบบบาร์โค้ดในงานอุตสาหกรรม เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบที่จะพัฒนาขึ้น การศึกษานี้ได้แบ่งการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาลักษณะปัญหาการประกอบการขนส่งสินค้า ส่วนที่สองเป็นการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า การออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ ทฤษฎีการจัดตารางการผลิต และการประยุกต์ระบบบาร์โค้ดในงานอุตสาหกรรม และส่วนที่สามเป็นการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการระบบขนส่งสินค้า ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะปัญหาการประกอบการขนส่งสินค้า

การขนส่งสินค้าเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือบริการจากแหล่งบริการไปสู่แหล่งรับบริการ เพื่อทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มขึ้น แต่ยังคงคุณภาพของสินค้าไว้ เนื่องจากสินค้าถูกจัดส่งทันเวลา ทันการใช้งาน และสถานที่ถูกต้อง

การขนส่งสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างเหมาะสม เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาและวางแผนจึงแบ่งระดับการวางแผนเพื่อการขนส่งสินค้าออกเป็น 3 ระดับดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

- การวางแผนระดับกลยุทธ์ เป็นการวางแผนที่มีผลในระยะยาว
- การวางแผนระดับยุทธวิธี เป็นการบริหารและจัดทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรสูงสุด
- การวางแผนระดับปฏิบัติการ เป็นการบริหารควบคุมงานในแต่ละวันให้เป็นไปตามยุทธวิธี

ตารางที่ 2.1 ความเกี่ยวข้องของระดับการวางแผนกับการขนส่งสินค้า

ระดับการบริหาร	การวางแผนการขนส่งสินค้า	การจัดเส้นทางเดินรถ
กลยุทธ์	การเลือกที่ตั้งคลังสินค้า การเลือกขนาดของรถที่ใช้	การเลือกขนาดของรถที่ใช้
ยุทธวิธี	การวางโครงข่ายการขนส่ง การกำหนดรูปแบบรถที่ใช้ขนส่ง การกำหนดรูปแบบการขนส่ง	การกำหนดรูปแบบเส้นทาง การแบ่งเขตจัดส่งสินค้า
ปฏิบัติการ	ปริมาณสินค้าที่จะทำการจัดส่ง	การจัดกำหนดการเดินรถ การจัดเส้นทางเดินรถ การปล่อยรถ

จะเห็นได้ว่าการจัดกำหนดการในการเดินรถและการจัดเส้นทางเดินรถเป็นขั้นตอนที่ต้องทำการวางแผนในระดับปฏิบัติการแบบวันต่อวัน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการแก้ปัญหาให้น้อยที่สุด เนื่องจากระยะเวลาในการตัดสินใจมีอย่างจำกัด

2.2 แนวคิดและทฤษฎี

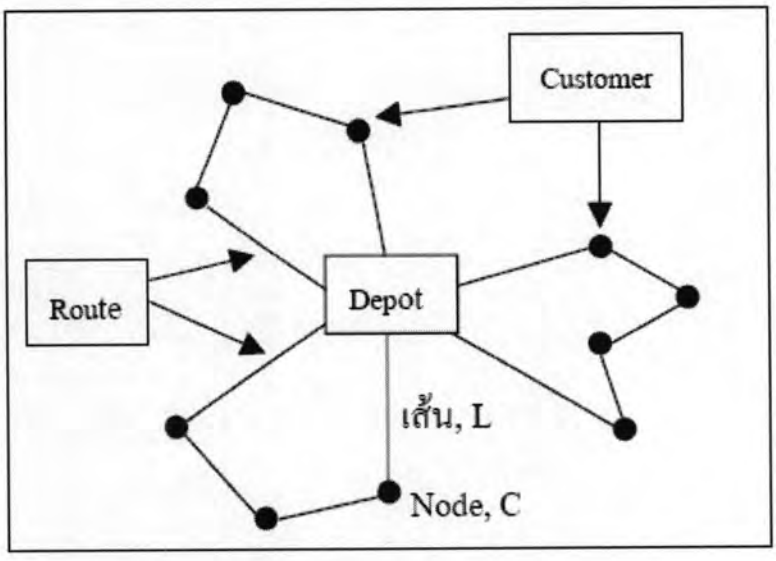
2.2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

แนวความคิดพื้นฐานของปัญหาเส้นทางเดินรถ (Vehicle routing problem) คือ การออกแบบเส้นทางเดินรถ (ทัวร์) ที่เหมาะสมที่สุดในแง่ค่าใช้จ่ายให้กับรถขนส่งสินค้าที่ทราบปริมาณความจุ เส้นทางการขนส่งจะเริ่มต้นจากคลังสินค้าไปสู่กลุ่มลูกค้าที่ทราบตำแหน่งที่ตั้ง ทราบปริมาณสินค้าที่ต้องการแน่นอนและกลับมาสิ้นสุดเส้นทางที่คลังสินค้าเริ่มต้น โดยมีข้อจำกัดที่ว่าลูกค้าแต่ละรายจะได้รับบริการโดยรถขนส่งสินค้าคันเดียวและปริมาณสินค้าที่นำส่งต้องไม่เกินความจุของรถขนส่งคันนั้นๆ (Keenan, 1997)

ปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าพัฒนามาจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คือ การหาเส้นทางที่สามารถบริการลูกค้าทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้และกลับมาที่จุดเริ่มต้นเดิมโดยให้ระยะในการเดินทางทั้งหมดน้อยที่สุด ปัญหาลักษณะนี้จะไม่มีข้อจำกัดความจุของรถเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งแตกต่างจากปัญหาเส้นทางเดินรถที่มีข้อจำกัดด้านความจุเป็นตัวแปรสำคัญ การให้บริการของรถขนส่งต่อลูกค้านั้นต้องไม่ละเมิดข้อจำกัดด้านความจุ ปัญหาในการออกแบบเส้นทางเดินรถจึงอยู่ที่ว่าจะออกแบบเส้นทางอย่างไรให้รถขนส่งสินค้าสามารถปฏิบัติหน้าที่ในการขนส่งได้ตามข้อจำกัดและ

วัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ปัญหาเส้นทางการเดินรถจึงมีความซับซ้อนกว่าปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าสามารถสามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีกราฟดังนี้ คือ จำนวน n ลูกค้าต้องได้รับสินค้าจากคลังสินค้าครบทุกรายในการขนส่งหนึ่งครั้ง แต่ละรายจะได้รับสินค้าในปริมาณ q จะได้ qi โดย i = 1, 2, ..., n ในที่นี้ i คือ ลำดับของลูกค้า รถขนส่งจะมีความสามารถในการบรรทุก Q ดังนั้นการแก้ปัญหาเส้นทางหรือการออกแบบเส้นทางคือการสร้างทัวร์ที่ลูกค้าจะได้รับสินค้าหรือได้รับบริการครบถ้วนจะใช้ทัวร์มากน้อยขึ้นกับ Q หรือปริมาณการบรรทุกของรถขนส่ง ทัวร์หรือกราฟ (G) จะสมบูรณ์ได้ด้วยกลุ่มของจุดต่อ (Node) และเส้น จะได้ G = (C,L) โดย Node คือ c ซึ่ง c = (co , c1 , c2 , ... , cn) co คือคลังสินค้าหรือจุดเริ่มต้นและ cn คือลูกค้าหรือจุดรับบริการ ที่จะได้รับการบริการหรือขนส่งสินค้า ส่วนเส้นหรือ L คือ เส้นต่างๆ โดยที่แต่ละเส้นจะประกอบไปด้วย Node ดังนั้น L = (ci , cj) . c , i . j แต่ละ Node จะเกี่ยวข้องกับปริมาณสินค้า qi แต่ละเส้น จะเกี่ยวข้องกับ value tij ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลาการเดินทางระหว่าง ci และ cj เป้าหมายของการออกแบบคือ ค้นหาทัวร์ (Route) ที่จะลดเวลาในการเดินทางและลดค่าใช้จ่ายให้เหลือน้อยที่สุด โดยเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้า co และแต่ละ Node จะได้รับการส่งสินค้าอย่างน้อย 1 ครั้ง โดยที่ปริมาณสินค้าที่บรรทุกในรถขนส่งสินค้าแต่ละครั้งต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด (รูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 อธิบายปัญหาเส้นทางการขนส่งโดยใช้ทฤษฎีกราฟ

2.2.1.1 องค์ประกอบพื้นฐานของปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

กลุ่มรถที่มีความจุในการขนส่งสินค้า

กลุ่มลูกค้าที่มีปริมาณการสั่งสินค้า

ระยะทางระหว่างลูกค้ากับลูกค้าและลูกค้ากับคลังสินค้า

ตำแหน่งคลังสินค้าที่ทัวร์จะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุด

2.2.1.2 กลุ่มปัญหาเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ใหญ่คือ (Bodin and Levy, 1994)

1) กลุ่ม Point to Point Routing and Scheduling Problem ปัญหาในกลุ่มนี้คือต้องออกแบบเส้นทางให้กับรถขนส่งสินค้าเพื่อให้บริการกับลูกค้าตามจุดรับบริการได้ทั้งหมด แต่ละจุดรับบริการอาจไม่อยู่ในถนนเดียวกันหรืออาจไม่อยู่ในเส้นทางเดียวกันได้ การออกแบบเส้นทางใช้ข้อจำกัดต่างๆ เช่น ปริมาตร ความจุของรถขนส่งที่สามารถบรรทุก ข้อบังคับด้านเวลา (Time Window) และข้อบังคับด้านการเข้าถึงที่ตั้งลูกค้าเป็นตัวกำหนดเส้นทาง ตัวอย่างการขนส่งที่ถูกจัดให้อยู่ในปัญหากลุ่มนี้คือ การขนส่งอาหารสดไปสู่ภัตตาคารร้านอาหารต่างๆ การขนส่งสินค้าไปสู่ร้านค้า การออกบริการซ่อมสินค้าให้กับลูกค้าตามบ้าน เป็นต้น

2) กลุ่ม Arc Routing and Scheduling Problem ปัญหาในกลุ่มนี้การออกแบบเส้นทางจะแตกต่างจากกลุ่มแรก โดยทุกๆ เส้นทางจะมีการขนส่งและการบริการเกิดขึ้น แต่ข้อจำกัดและข้อบังคับจะน้อยกว่ากลุ่มแรก ตัวอย่างการขนส่งที่อยู่ในกลุ่มนี้คือ การบริการส่งหนังสือพิมพ์ การออกจดเลขมิเตอร์ค่าน้ำค่าไฟ การเก็บขยะมูลฝอยตามบ้านเรือน การส่งหนังสือโทรศัพท์ เป็นต้น

ข้อแตกต่างกันที่เห็นได้ชัดของปัญหาทั้งสองประเภทคือ ปัญหากลุ่มแรกจะมีปริมาณความต้องการ (Demand) ที่ Node ส่วนปัญหากลุ่มที่สองจะมีปริมาณความต้องการที่เส้นทั้งเส้น

2.2.1.3 ข้อจำกัดและตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเส้นทางการขนส่งสินค้า

ในการออกแบบเส้นทางผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบว่าเส้นทางที่จะออกแบบนั้นอยู่ในกลุ่มปัญหาใดและมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบเส้นทางเช่นไรตลอดจนทราบถึงข้อจำกัด

และตัวแปรต่างๆ ในการเดินทางแต่ละครั้งเสมอ ข้อจำกัดและตัวแปรที่ต้องพิจารณาทั่วไปในการจัดการเส้นทางสามารถจำแนกได้ดังนี้ (Beasley and Christofides, 1997)

1) คลังสินค้า ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบที่ตั้งและจำนวนคลังสินค้า

2) ลูกค้ามีปริมาณการสั่งสินค้าที่แน่นอนกับไม่แน่นอน ลูกค้ามีช่วงเวลาในการรับสินค้าเพื่อเตรียมตัวในการรับสินค้า ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละราย, ที่ตั้งของลูกค้า ข้อจำกัดในการเข้าถึงที่ตั้งของลูกค้า ซึ่งลูกค้าแต่ละรายอาจมีการจัดรถไว้รับสินค้าต่อในกรณีที่รถจากคลังสินค้าไม่สามารถเข้าถึงที่ตั้งของลูกค้าได้โดยสะดวก ช่วงเวลาในการรับสินค้าที่ลูกค้ากำหนด (Time Window) เป็นแบบ Hard time window หรือ Soft time window กรณีเป็นแบบ Hard time window การส่งสินค้าสู่ลูกค้าต้องตรงเวลาเท่านั้น กรณีเป็นแบบ Soft time window ลูกค้าจะกำหนดเวลาเตรียมพร้อมในการรับสินค้าเป็นช่วงเวลา การส่งสินค้าสามารถส่งเวลาใดก็ได้เพียงแต่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ ช่วงเวลาในการรับสินค้าที่ลูกค้ากำหนดสร้างข้อจำกัดให้กับบริษัทขนส่งโดยจะทำให้ความยืดหยุ่นในการขนส่งสินค้าหมดไป ลูกค้าที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันสามารถส่งสินค้าภายในครั้งเดียวกันได้ แต่เมื่อมีข้อบังคับด้านเวลาเกิดขึ้นการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าอย่างต่อเนื่องจึงหมดไป

3) ระบบเส้นทางในพื้นที่ให้บริการขนส่ง ผู้ออกแบบต้องทราบว่ามีระยะเท่าใด ตลอดจนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางแต่ละเส้นทาง ระบบเส้นทางมีลักษณะเดินรถได้ทางเดียว (One-way) ระบบเส้นทางมีลักษณะเดินรถได้สองทาง (two-way) ระบบเส้นทางมีรูปแบบเป็น Planar และ Non - Planar หรือไม่ เป็นต้น

4) รถขนส่งสินค้าของบริษัทขนส่ง รถแต่ละคันมีข้อจำกัดด้านความจุ รถแต่ละคันมีช่วงเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มส่งสินค้าจนกลับมาที่คลังสินค้า รถแต่ละคันมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งแต่ละครั้ง ผู้ออกแบบต้องทราบว่าใช้ชนิดเดียวกันหรือไม่และมีจำนวนรถขนส่งสินค้าเท่าใด ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถแต่ละคันจำกัดอยู่ที่ปริมาณเท่าใด ตลอดจนรถแต่ละคันต้องมีเวลาพัก (Driver rest periods) และมีเวลาในการทำงานตามที่กฎหมายกำหนด คือเริ่มตั้งแต่เริ่มส่งสินค้าจนกลับถึงคลังสินค้าในช่วงเวลาทำงานปกติเท่านั้น

จากสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเส้นทางทำให้ทราบว่าปัญหาเส้นทางมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามตัวแปร ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องส่งผลให้วิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและดีกรีความยากง่ายในการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดแตกต่างกันออกไป

2.2.1.4 วัตถุประสงค์หลักในการแก้ปัญหาเส้นทาง

ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเส้นทางการเดินรถในกลุ่มใด การออกแบบเส้นทางเพื่อใช้แก้ปัญหาเส้นทางมีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบเส้นทาง 4 ประการดังนี้

1) เพื่อลดจำนวนรถขนส่งสินค้า หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่ (Fixed cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้ง เมื่อจำนวนรถลดลง ความจำเป็นในการจ้างพนักงานขับรถเพิ่มจึงน้อยลง

2) เพื่อลดระยะทางในการเดินทางหรือลดระยะเวลาในการเดินทาง เมื่อระยะทางและระยะเวลาลดลงค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน (Variable cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้งจะลดลงตามไป ค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผันได้แก่ ค่าน้ำมันและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนเส้นทางนั้นๆ

3) เพื่อลดทั้งใช้จ่ายต้นทุนคงที่และค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน คือลดทั้งจำนวนรถระยะเวลาและระยะทางในการเดินทาง ซึ่งถือว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายต้นทุนทั้งหมดให้น้อยที่สุด (Total cost minimize)

4) ออกแบบเส้นทางเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ

ทั้งนี้การออกแบบเส้นทางเดินรถส่วนใหญ่จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์ใน 3 ข้อแรกก่อนเป็นสำคัญ

2.2.2 วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถสามารถแบ่งได้ตามประเภทของคำตอบดังนี้ (Bodin, 1982)

วิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)

วิธีที่ให้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด (Near optimal Solution)

วิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดต้องการคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องการหน่วยความจำขนาดใหญ่ และใช้เวลานานในการประมวลผล ทำให้ขนาดของปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้จากวิธีนี้มีขนาดที่จำกัด ตัวอย่างของวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด เช่นวิธี Branch and Bound ดังนั้นวิธีการหาคำตอบที่ให้ค่าใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายมากว่าวิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด Heuristics เป็นหนึ่งในเทคนิคที่ใช้แก้ปัญหาเส้นทางที่ให้คำตอบใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นเทคนิควิธีที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้าช่วยในการแก้ปัญหาอย่างง่ายเพื่อให้ได้คำตอบที่รวดเร็วที่สุด โดยคำตอบที่ได้ต้องเป็นคำตอบที่ดีเพียงพอและยอมรับได้ รูปแบบการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบ

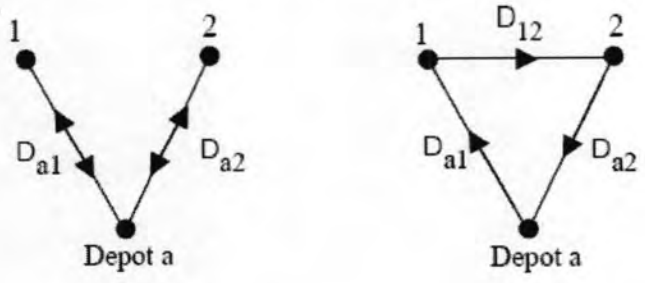
เป็นวิธีการคิดอย่างมีเหตุผลตามประสบการณ์และความสมเหตุสมผลที่มีการพัฒนามากว่า 20 ปี วิธีการแก้ปัญหาจะพัฒนาขึ้นตามระดับความยากง่ายของปัญหาโดยจะนำความคิดสามัญสำนึกในการแก้ปัญหาของมนุษย์ผนวกเข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา (French, 1982)

เทคนิคขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristic Algorithm) มี วิธีการแบบต่างๆ มากมายโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

2.2.2.1 กลุ่มสร้างทัวร์ (Tour Construction Procedures) เป็นวิธีการสร้างทัวร์ที่เป็นไปได้จากคลังเก็บสินค้า (Depot) ไปสู่จุดลูกค้าโดยการคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดขึ้นและพยายามลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางในกลุ่มนี้ได้แก่

1) วิธี Saving: Clark and Wright saving เป็นวิธีการรวมจุดส่งสินค้าจุดอื่นๆเข้าไว้ในเส้นทางหลัก แทนการจัดส่งสินค้าเป็น 2 เส้นทาง (รูปที่ 2.2a) การรวมจุดส่งทำให้เกิดการประหยัดในการเดินทาง ค่าการประหยัด (Saving) จากการนำจุดส่งสินค้าจุดที่ 2 มารวมกับเส้นทางหลักของลูกค้าจุดที่ 1 (รูปที่ 2.2b) ดังนี้

$$\text{Saving} = (2Da1+2Da2) - (Da1 + D12+Da2) = Da1 + Da2 - D12$$

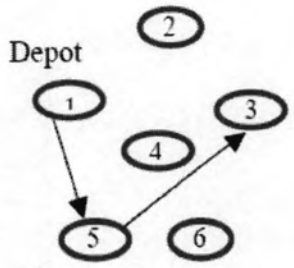


2.2 a 2.2 b

รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการรวมจุดส่งสินค้าโดยวิธี Saving: Clark and Wright saving

ทั้งนี้ค่าการประหยัดอาจพิจารณาจากค่าขนส่ง ระยะทางหรือค่าอื่นๆ ตามแต่ความเหมาะสม อีกทั้งควรพิจารณาความเป็นได้ของเส้นทางในกรณีที่มีการส่งสินค้าด้วยวิธีการรวมจุดส่งว่าสามารถจัดส่งสินค้าได้ตามสภาพความเป็นจริงหรือไม่ (Clark and Wright, 1964)

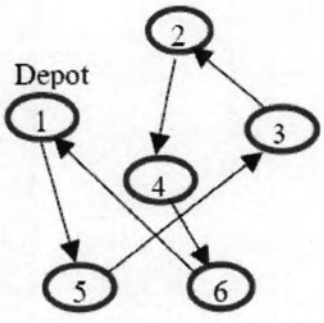
2) วิธี Nearest Neighbor Procedure เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้กับจุดส่งจุดสุดท้ายมากที่สุด (รูปที่ 2.3a) โดยที่มีปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้าและเริ่มทำการสร้างทัวร์ใหม่เมื่อปริมาณสินค้าของจุดส่งเกินความจุของรถ ทั้งนี้ความใกล้อาจพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางได้ตามแต่ความเหมาะสม วิธีการสร้างทัวร์เริ่มจากกำหนดจดเริ่มต้นของเส้นทาง โดยเป็นจุดที่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด เพิ่มจุดเข้าเส้นทาง และทำวนซ้ำจนจุดทุกจุดอยู่ในเส้นทาง จากนั้นลากเส้นจากจุดสุดท้ายไปยังจุดเริ่มต้น (รูปที่ 2.3b)



From	To	Dist.
1	2	8
1	3	3
1	4	7
1	5	2
1	6	10

From	To	Dist.
5	2	4
5	3	3
5	4	6
5	6	4

(2.3 a)



From	To	Dist.
3	2	5
3	4	9
3	6	6

From	To	Dist.
2	4	6
2	6	7

(2.3 b)

รูปที่ 2.3 การค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้จุดส่งล่าสุดโดยวิธี Nearest Neighbor

3) วิธี Nearest Insertion Procedure เป็นวิธีการสร้างทัวร์ที่มีขั้นตอนการสร้างดังนี้ค้นหาจุดลูกค้า k ที่มีค่า C i kน้อยที่สุดหรืออยู่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นสร้าง

เส้นทางย่อย (Sub tour) ที่ประกอบด้วยจุดลูกค้า k เพียงจุดเดียวคือ i - k – i จากนั้นค้นหาจุดลูกค้า p ถัดไปที่ไม่ได้อยู่ในเส้นทางย่อย โดยค้นหาเส้นเชื่อม (i , j) ในเส้นทางย่อยที่มีค่า C ip + C pj = C ij น้อยที่สุดแล้วแทรก p อยู่ระหว่าง i และ j ทำซ้ำจนกว่าจุดทุกจุดจะอยู่ในเส้นทาง

4) วิธี Two - Phase algorithm (Split + TSP) แบ่งเป็น 2 วิธีการ Cluster-First Route-Second Method วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทางโดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อนจากนั้นทำการค้นหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น Seed Point จะเลือกจุดใดเป็น Seed Point นั้นเลือกจากหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- เป็นจุดที่อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากที่สุด (Farthest from Depot)
- เป็นจุดที่มีสิทธิพิเศษสูงที่สุด (Highest Priority)

เมื่อได้ Seed Point แล้วทำการเพิ่มจุดลูกค้าอื่นๆ เข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้ครบตามความจุของรถขนส่ง ลูกค้าที่ถูกเพิ่มเข้ากลุ่มจะถูกพิจารณาจาก

- ความใกล้ (Nearest Neighbor or Nearest Insertion)
- ความประหยัด (Saving)
- ค่ามุมที่ตั้งของลูกค้า (Minimum Angle)

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแล้วขั้นต่อไปคือทำการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่มลูกค้าย่อยที่แบ่งไว้ในขั้นแรกโดยใช้วิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดใน Cluster นั้นๆ นอกจากใช้หลักการแก้ปัญหาข้างต้นแล้วยังมีขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ใช้ช่วยแก้ปัญหาเส้นทางแบบ Cluster-First Route-Second อีก เช่น Fisher and Jaikumar Algorithm, The Sweep Algorithm, Petal Algorithm, Taillard's Algorithm

Route-First Cluster-Second Method วิธีการนี้จะหาเส้นทางเดินรถก่อนแล้วจึงแบ่งเขต โดยขั้นแรกจะเป็นการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุดสำหรับรถคันเดียวที่สามารถผ่านได้ทุกจุดในโครงข่าย เส้นทางเดินรถเดี่ยวๆ นี้เรียกว่า Giant Tour แต่เนื่องจากรถเพียงคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดใน Giant tour ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ได้ดังนั้นในขั้นตอนต่อไป จึงต้องแบ่ง Giant Tour ออกเป็นเส้นทางการขนส่งย่อยๆ ซึ่งแต่ละเส้นทางย่อยจะใช้รถหนึ่งคัน

2.2.2.2 กลุ่มปรับปรุงทัวร์ (Tour Improvement Procedures) เป็นการค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดจากทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ โดยใช้วิธี Branch Exchange Heuristics ได้แก่ 2 – opt, 3 – opt หรือ k – opt ซึ่งมีวิธีดำเนินการค้นหาทัวร์ดังนี้

- สร้างทัวร์เริ่มต้น ทัวร์นี้จะถูกเลือกอย่างอิสระจากเซตของทัวร์ที่เป็นไปได้
- ปรับปรุงทัวร์ โดยการเลือกใช้ 2 – opt, 3- opt หรือ k – opt
- ทำข้อ 2 ซ้ำจนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.2.2.3 กลุ่มปรับปรุงทัวร์แบบผสม (Composite Procedure) เป็นวิธีนี้จะเริ่มต้นด้วยการใช้วิธีการสร้างทัวร์มาสร้างทัวร์เริ่มต้น จากนั้นทำการหาทัวร์ที่ดีที่สุด โดยใช้การปรับปรุงทัวร์ 1 วิธีหรือมากกว่า 1 วิธี โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- สร้างทัวร์เริ่มต้นขึ้นมา โดยใช้วิธีการสร้างทัวร์
- ใช้วิธี 2 – opt ปรับปรุงทัวร์ที่ได้จากข้อ 1
- ใช้วิธี 3 – opt ปรับปรุงทัวร์ที่ได้จากข้อ 2

2.2.3 ทฤษฎีการจัดตารางเวลา

ปัญหาเส้นทางจะมีข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่งเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ ข้อจำกัดด้านเวลาถือเป็นเรื่องสำคัญเห็นได้จากในการขนส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการกำหนดเวลาและตารางเวลาในการขนส่งเฉพาะวันหนึ่งๆ ไม่ซ้ำกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นไปตามความต้องการของลูกค้าหรือผู้รับบริการในการรับสินค้า ซึ่งถือเป็นการสร้างความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ การแก้ปัญหาโดยไม่ใช้ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจริงจึงไม่สามารถนำผลมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหาเส้นทางในปัจจุบันให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับตัวแปรด้านเวลาด้วย (Bodin and Levy, 1994)

ในการออกแบบเส้นทางขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพผู้ออกแบบจึงต้องคำนึงถึงเวลาในการขนส่งสินค้าโดยต้องขนส่งสินค้าสู่ลูกค้าภายในเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ ฉะนั้นปัญหาการจัดการเส้นทางจึงแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าไปสู่ลูกค้ากับตารางเวลาและกำหนดการในการไปส่งของให้ลูกค้า จึงเกิดเป็นปัญหาเส้นทางและตารางเวลาการขนส่ง (Vehicle Routing Problem With Time Window) หรือ VRPTW นั่นคือ การออกแบบเส้นทางและจัดตารางเวลาที่เหมาะสมที่สุดในแง่ค่าใช้จ่าย (Solomon and Desrosiers, 1988)

การจัดลำดับงานที่มีประสิทธิภาพจะทำให้บริษัทใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การส่งสินค้าเร็วทำให้เพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้า เท่ากับว่ามีการบริการลูกค้าที่ดี การขนส่งสินค้าเป็นการจัดกำหนดการขนส่งระยะสั้นที่ต้องจัดลำดับงานแบบวันต่อวัน ดังนั้นการจัดกำหนดการขนส่งที่ดีจะสร้างความได้เปรียบทำให้การขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความหมายของการจัดตารางเวลาไว้ดังนี้

บาร์เกอร์ (Barker, 1974) กล่าวว่าการจัดตารางเวลาเป็นศาสตร์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจว่า งานที่จะต้องทำมีอะไรบ้าง และมีลำดับงานเป็นอย่างไร แต่ละงานเริ่มทำเวลาใด

โบดิน (Bodin, 1982) กล่าวว่าการจัดตารางเวลามีลักษณะคล้ายกับการจัดเส้นทางเดินรถโดยการจัดเส้นทางเดินรถคำนึงถึงมิติของระยะทางในขณะที่การจัดตารางเวลาคำนึงถึงมิติของเวลาโดยลำดับงานของรถตามกิจกรรมและเวลา

เฟรนช์ (French, 1982) กล่าวว่าในแง่อุตสาหกรรมการผลิต การจัดตารางเวลาเป็นการจัดสรรทรัพยากรเครื่องจักรและงานที่ต้องทำให้มีลำดับขั้นตอนการผลิตตามกระบวนการที่เหมาะสมตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้การใช้ทรัพยากรเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

จากความหมายของการจัดตารางเวลาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปความหมายได้ว่า การจัดตารางเวลาคือ การจัดสรรรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งสินค้า ให้ดำเนินการขนส่งสินค้าในช่วงเวลาที่จำกัดให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

การจัดตารางเวลาเดินรถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- Deterministic Scheduling เป็นการจัดตารางเวลาที่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน
- Stochastic Scheduling เป็นการจัดตารางเวลาที่ไม่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการจัดตารางเดินรถแบบ Deterministic Scheduling เท่านั้น เนื่องจากเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับศึกษา

เทคนิคและกระบวนการในการจัดตารางเวลาเดินรถแบบ Deterministic Scheduling

กระบวนการที่จะกล่าวต่อไปเป็นวิธีการให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด เป็นค่าที่ยอมรับได้และใช้เวลาในการจัดตารางเวลาไม่มาก เรียกวิธีการนี้ว่า ฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการคิดอย่างมีเหตุผลตามประสบการณ์ และความสมเหตุสมผลที่มีการพัฒนามากว่า 20 ปี(French, 1982) วิธีการ

แก้ปัญหาการจัดตารางเวลาเดินรถแบบ Deterministic Scheduling แบ่งเป็น 2 วิธีการคือ Procedure Base on Local Search และ Priority Dispatching Rules

1) Procedure Base on Local Search

กระบวนการค้นหาคำตอบแบบ Local Search อาศัยวิธีการทำซ้ำเพื่อหาผลเฉลยที่ดีกว่าผลเฉลยที่มีอยู่โดยการค้นหาใน Neighborhood หรือกลุ่มผลเฉลยที่เป็นไปได้ เพื่อให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด วิธีการหาคำตอบแบบLocal Search ที่นิยมใช้ ในการจัดตารางเวลาเดินรถประกอบด้วย Tabu Search และ Genetic Algorithm

2) Priority Dispatching Rules

วิธีนี้ใช้หลักการจัดลำดับความสำคัญของงานที่ต้องปฏิบัติก่อนหลังตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นวิธีการที่พิจารณาถึงลักษณะของงาน ระยะเวลาในการดำเนินการ และกำหนดเวลาต่างๆ วิธี Priority Dispatching Rules (Barker, 1974) ประกอบด้วย

First come, first served (FCFS) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นลำดับแรกก่อน พิจารณาในลักษณะมาก่อนได้ก่อน

Earliest due date (EDD) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ถึงกำหนด เวลาในการดำเนินงานก่อน วิธีนี้นิยมใช้ในหน่วยงานด้านการขนส่งสินค้า

Shortest processing time (SPT) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ใช้ เวลาในการดำเนินงานน้อยที่สุดก่อน

Longest processing time (LPT) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ใช้เวลาในการดำเนินงานมากที่สุดก่อน

Weighted shortest processing Time Rule (WSPT) เป็นวิธีที่ให้ความ สำคัญกับงานที่ใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักแล้วเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยเพื่อให้งานทั้งหมดเสร็จสิ้นเร็วที่สุด

2.2.4 ทฤษฎีระบบบาร์โค้ด

เริ่มในปี ค.ศ. 1970 ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการจัดตั้งคณะกรรมการเฉพาะกิจด้านพาณิชย์ขึ้นสำหรับค้นคว้ารหัสมาตรฐาน และสัญลักษณ์ที่สามารถช่วยกิจการด้านอุตสาหกรรม ค.ศ. 1973 คณะกรรมการเฉพาะกิจฯ ได้จัดพิมพ์บาร์โค้ดระบบ UPC (Uniform Product Code) ขึ้นเป็นครั้งแรกสำหรับติดบนสินค้าต่างๆ ในวงการอุตสาหกรรมใช้สำหรับควบคุมยอดการขายและสินค้าคงคลัง ค.ศ. 1975 กลุ่มประเทศทางยุโรปจัดตั้งคณะทำงานด้านวิชาการขึ้นเพื่อสร้างระบบบาร์โค้ดเรียกว่า EAN (European Article Number) และปี ค.ศ. 1977 สมาคม EAN ถูกจัดตั้งขึ้น

ครอบคลุมประเทศในยุโรปและประเทศอื่นๆ ของโลกยกเว้นอเมริกาเหนือ ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น IANA(International Article Numbering Association) แต่อักษรย่อยังคงใช้ EAN ระบบบาร์โค้ดของยุโรปถูกพัฒนาจากระบบ UPC และได้พัฒนาให้มีความสามารถเช่นเดียวกับระบบ UPC

ประเทศไทยนำระบบ EAN เข้ามาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 โดย Thai Product Numbering Association – TPNA ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นนายทะเบียนในการรับสมัครสมาชิกระบบบาร์โค้ด ทำหน้าที่รับจดทะเบียนสมาชิกบาร์โค้ดในระบบ EAN ทั้งนี้เพื่อสินค้าที่ผลิตภายในประเทศได้มาตรฐานสากลและเพื่อประโยชน์แก่ผู้ผลิต ผู้ส่งออก ผู้ซื้อ ผู้ค้าปลีก จนปี พ.ศ. 2536 TPNA ได้โอนสิทธิ์การเป็นนายทะเบียนให้กับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยรหัสประจำของประเทศไทย คือ 885 ระบบ EAN ตามระบบสากล ของ EAN International ภายใต้การบริหารงานของสถาบันสัญลักษณ์รหัสแท่งไทย EAN Thailand หมายเลข 885 จะช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับสินค้าไทยในตลาดต่างประเทศ โดยที่ผู้ประกอบธุรกิจจะสามารถตรวจสอบได้ว่า 885 เป็นของประเทศไทย ช่องทางหรือโอกาสทางการตลาดของสินค้าไทยจะกว้างขึ้นสามารถนำสินค้าไทยไปสู่ตลาดใหญ่ๆ ได้โดยง่าย รหัสแท่งประจำประเทศเปรียบเสมือนการประกาศเอกราชในทางระบบเศรษฐกิจ เพราะสินค้าจากกว่า 91 ประเทศทั่วโลกใช้ระบบ EAN มีเลขหมายประจำแต่ละประเทศ หมายเลขจะพิมพ์อยู่ 2 หรือ 3 ตำแหน่งแรกที่อยู่ใกล้รหัสแท่ง การใช้หมายเลข EAN ประจำประเทศทำให้คู่แข่งทางการค้าทั่วโลกทราบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีมาตรฐานการผลิตสูงระดับหนึ่งที่สามารถแจ้งแหล่งผลิตสินค้า

สินค้าส่งออกที่ควรใช้รหัสแท่ง คือ สินค้าอุปโภคบริโภคเกือบทุกชนิด หรือสินค้าสำเร็จรูปต่างๆ ซึ่งจะช่วยสร้างความเชื่อถือให้กับผู้ซื้อ หรือผู้นำเข้าในประเทศได้เป็นอย่างดี โดยส่วนใหญ่จะพิมพ์รหัสแท่งลงบนสินค้าเลย หรืออาจไม่จำเป็นต้องติดบนตัวสินค้าก็ได้

หน่วยงานที่ใช้บาร์โค้ดแล้วได้แก่ 1) ห้างสรรพสินค้า 2) คลังสินค้า 3) ผู้ผลิตสินค้า/โรงงานอุตสาหกรรม 4) ธุรกิจโทรคมนาคม 5) ห้องสมุด 6) มหาวิทยาลัย 7) โรงพยาบาล 8) งานพัสดุและไปรษณีย์

2.2.4.1 หลักการจัดระบบการทำงานของบาร์โค้ดมีส่วนประกอบของระบบ ดังนี้

1) ส่วนการเตรียมข้อมูล การเลือกโปรแกรมบาร์โค้ดการจัดเลขรหัส การจัดทำแถบบาร์โค้ด การติดแถบบาร์โค้ดและการป้อนข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์

2) ส่วนของซอฟต์แวร์ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการเขียนระบบการทำงาน

3) ส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดดิสก์ เครื่องพิมพ์ และเครื่องอ่านบาร์โค้ด

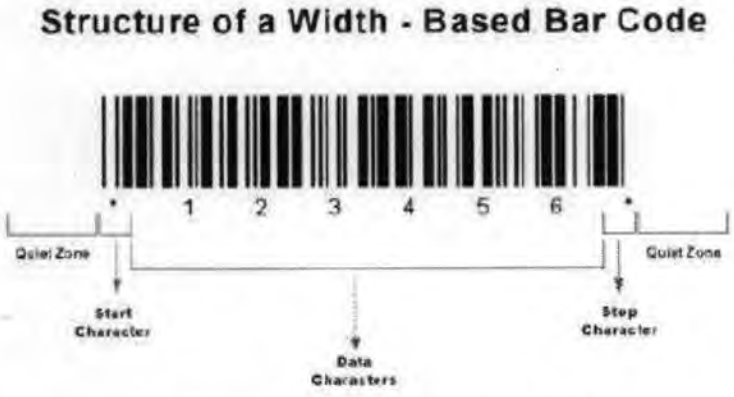
2.2.4.2 หลักการทำงานของบาร์โค้ด

รหัสบาร์โค้ดประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ (รูปที่ 2.4)

1) ส่วนลายเส้น ซึ่งเป็นลายเส้นสีขาว (โปร่งแสง) และสีดำ มีขนาดความกว้างของลายเส้นตามมาตรฐานแต่ละชนิดของบาร์โค้ด

2) ส่วนข้อมูลตัวอักษร เป็นส่วนที่แสดงความหมายของชุดข้อมูลลายเส้นสำหรับให้อ่านเข้าใจ

3) ส่วนแถบว่าง เป็นส่วนที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดใช้กำหนดขอบเขตของบาร์โค้ดและกำหนดค่าให้กับสีขาว (ความเข้มข้องการสะท้อนแสงในสีของพื้นผิวแต่ละชนิดที่ใช้แทนสีขาว) โดยทุกเส้นจะมีความยาวเท่ากันเรียงตามลำดับในแนวนอนจากซ้ายไปขวา



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของแถบรหัสบาร์โค้ด

2.2.4.3 โครงสร้างของบาร์โค้ด

บาร์โค้ดประกอบด้วยแถบสีดำและสีขาวโดยความกว้างของแถบสีดำสลับขาวเป็นรหัสแทนข้อมูล เรียงจากซ้ายไปขวา การถอดรหัสจำเป็นต้องทาบความกว้างของแถบดำและแถบขาวนำไปเทียบกับตารางมาตรฐานเครื่องอ่านบาร์โค้ด ประกอบด้วยหัวอ่านอินฟาเรดแบบปากกาและแบบวงจรถอดรหัสการใช้งานเริ่มต้นด้วยการกวาดหัวอ่านผ่านบาร์โค้ด ซึ่งหัวอ่านจะมีตัวตรวจจับแสงสะท้อนไปจุดชนวนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำให้เกิดคลื่นสัญญาณไฟฟ้าแบบพัลส์โดยความกว้างของรูปคลื่นจะเป็นสัดส่วนกับความกว้างของแถบโค้ดต่อจากนั้นวงจรถอดรหัสจะตรวจสอบความกว้างของรูปคลื่น แล้วนำไปเปรียบเทียบกับแถบขาวดำทั้งหมดที่แทนข้อมูลตัวเลขหรือตัวอักษร โดยปกติเครื่องอ่านจะต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นวงจรภายในเครื่องอ่านจะส่งข้อมูลตัวเลขที่ถอดรหัสได้ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

2.2.4.4 เครื่องอ่านบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้ (รูปที่ 2.5)

1) Moving Bean Scanner เครื่องอ่านอยู่กับที่ แต่แสงฉายกวาดไปที่สินค้าเพื่อหาบาร์โค้ดที่กำกับบนสินค้านั้น

2) Fixed Bean Scanner เครื่องอ่านอยู่กับที่ลำแสงไม่เคลื่อนที่สินค้าเคลื่อนที่ผ่านจุดที่แสงฉาย

3) Hand Held Scanner เครื่องอ่านที่ต้องใช้คนควบคุมและถือได้ เหมาะสำหรับการอ่านบาร์โค้ดของสินค้าที่มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ยาก เช่น ม้วนกระดาษใหญ่ที่ผลิตจากโรงงาน

4) Wand Scanner เครื่องอ่านที่ให้แสงสีแดงอินฟราเรดในการอ่านต้องใช้เครื่องอ่านสัมผัสกับแถบบาร์โค้ด

5) Hand Held Laser Scanner เครื่องอ่านที่มีหลักการทำงานแบบ Moving Bean Scanner ที่ให้แสงเลเซอร์

รูปที่ 2.5 เครื่องอ่านบาร์โค้ดลักษณะต่างๆ

2.2.4.5 ประโยชน์ของบาร์โค้ดต่อองค์กรธุรกิจมี ดังนี้

1) ช่วยในการควบคุมคลังสินค้า

2) ช่วยในการติดตามสินค้าที่อยู่ระหว่างผลิต

3) ได้ตัวเลขที่แน่นอน แม่นยำทำให้ขจัดปัญหาสินค้าผิดได้

4) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดขั้นตอนการทำงานให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว

5) สร้างเอกลักษณ์ด้วยตัวเลขที่เป็นสากล สำหรับการค้าระหว่างประเทศ

6) สามารถเปิดโอกาสและช่องทางการค้าได้อย่างกว้างขวางขึ้น

7) เพิ่มประสิทธิภาพในการบริการลูกค้าที่รวดเร็วให้เป็นที่น่าพอใจ

8) เพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการชำระค่าสินค้า ผู้ซื้อหมดความกังวลใจว่าจ่ายสินค้าแพง ราคาผิด หรือเสียเวลาในการเข้าแถวรอจ่ายเงิน

9) ขจัดการขายหรือส่งสินค้าผิดได้เกือบ 100%

2.2.5 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

วันชัย ริจิรวนิช (2545) เสนอว่า

การศึกษาวิธีการทำงาน เป็นเทคนิคที่ถือว่าเป็นเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิตที่ได้ผลดีที่สุด ซึ่งพัฒนาขึ้นมาต่อเนื่องจากวิธีการของการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) จุดมุ่งหมายในการศึกษาวิธีการทำงานคือ มุ่งพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่าโดยใช้หลักการปรับปรุงงาน ซึ่งจะช่วยลดและตัดทอนงานที่ไม่จำเป็นออกไป

การศึกษาวิธีการทำงานมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน

2) เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน

3) เพื่อเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน

4) เพื่อลดความเมื่อยล้าในการทำงาน

5) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรทางการผลิต

6) เพื่อปรับปรุงสถานที่ทำงานและโรงงาน

7) เพื่อกำหนดหากระบวนวิธีการในการขนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิตให้เหมาะสม

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงานประกอบด้วย

1) การเลือกงาน

2) การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

3) การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

4) การปรับปรุงวิธีการทำงาน

5) การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

6) การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

7) การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

8) การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การเลือกงาน

ขั้นตอนการเลือกงานที่จะศึกษาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพราะงานที่ต้องการปรับปรุงมีอยู่มากมาย การเลือกงานผิดย่อมเป็นการเสียโอกาส งานบางอย่างถ้าเลือกทำก่อนจะใช้ประโยชน์ต่อเนื่องไปถึงงานอื่นๆ ถ้าเลือกทำทีหลังจะไม่มีผลดีต่องานอื่น ทำให้เสียเวลาในการศึกษางานอื่น งานหลายอย่างมีเงื่อนไขเวลา ถ้าไม่เลือกศึกษาก่อนจะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการศึกษาวิธีการทำงานได้อย่างเต็มที่ งานหลายอย่างเป็นงานที่มีความเสี่ยง และงานบางอย่างเป็นงานที่มีความลับอยู่เบื้องหลัง การเลือกศึกษาวิธีการทำงานอาจจะส่งผลกระทบในทางลบก็ได้ ในการเลือกงานที่จะศึกษา สิ่งแรกจึงควรพิจารณาความสำคัญของงานตามเงื่อนไขต่างๆ อย่างไรก็ตามเพื่อจะให้ง่ายแก่การตัดสินใจ เราจะวางเกณฑ์การตัดสินใจเลือกงานเพื่อจะศึกษาวิธีการทำงาน เราจะพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- การพิจารณาด้านเศรษฐกิจ

- การพิจารณาด้านเทคนิค

- การพิจารณาด้านปฏิกิริยาแรงงาน

- การพิจารณาด้านผลกระทบอื่นๆ เช่น ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

2) การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

การบันทึกข้อมูลวิธีการทำงานจะต้องถูกต้องแม่นยำครบถ้วนตามความจริงเท่านั้น จึงจะเกิดประโยชน์ในการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการทำงานให้ดีขึ้นได้ การบันทึกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องครบถ้วนจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่เป็นอยู่ แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งจะใช้ได้ผลตามความเข้าใจจากข้อมูลที่ได้ แต่อาจจะไม่ได้ผลในการปรับปรุงวิธีการทำงานที่กำลังศึกษาอยู่ มีผลกระทบทำให้เกิดความเข้าใจว่าการศึกษาวิธีการทำงานใช้งานไม่ได้ เป็นการเสียเวลาโดยไม่เกิดผลงานที่เป็นรูปธรรม การเก็บข้อมูลโดยวิธีการบันทึกวิธีการทำงาน จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการของการศึกษาวิธีการทำงาน

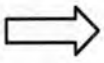
2.1) เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน

มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการบักทึกวิธีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ในการบันทึกวิธีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ในยุคแรกมีการใช้กล้องถ่ายรูปและใช้เทคนิคการถ่ายภาพเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลด้านทิศทางการเคลื่อนไหวได้ ต่อมาเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นมีการใช้กล้องถ่ายภาพยนต์เข้ามาถ่ายเก็บภาพวิธีการทำงาน โดยมีเทคนิคการวิเคราะห์ฟิล์ม ปัจจุบันได้มีการนำกล้องวีดิทัศน์มาถ่ายบันทึกภาพวิธีการทำงานซึ่งมีประโยชน์มากกว่าเพราะสามารถดูภาพบันทึกได้บ่อยเท่าที่ต้องการ ซึ่งง่ายและสะดวกกว่าการถ่ายภาพยนต์ อย่างไรก็ตามเครื่องมือที่ง่ายและใช้งานมาตลอดไม่ว่าอดีตและอนาคตก็คือ กระดาษและเครื่องเขียน จะเป็นปากกาหรือดินสอก็ได้ การบันทึกรายละเอียดเชิงบรรยายเหมือนเขียนนวนิยายให้อ่านเป็นสิ่งที่ทำได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการบันทึกแต่อาจจะยากในการอ่านตรวจตราข้อมูล ถ้าความข้าใจและข้อมูลสรุปได้ยาก ซึ่งมีการพัฒนาวิธีการบันทึกเป็นลักษณะย่อ โดยอาศัยสัญลักษณ์มาช่วยในการบันทึก จึงมีการพัฒนาเครื่องมือในการบันทึกโดยการใช้แบบฟอร์มมาตรฐาน ซึ่งจะอยู่ในรูปของกระดาษและเครื่องเขียน ข้อมูลที่บันทึกมาจะถูกแยกประเภทตามสัญลักษณ์ที่ใช้แทนกิจกรรม จึงง่ายต่อการพิจารณาตรวจตราและวิเคราะห์ รวมไปถึงการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น

2.2) สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์ที่เป็นสากลซึ่งใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานมีใช้อยู่เพียง 5 ลักษณะดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	การปฏิบัติงาน
	การเคลื่อนย้าย
	การตรวจสอบ
	การรอหรือพักชั่วคราว
	การหยุดหรือเก็บถาวร

ในการใช้สัญลักษณ์ทั้ง 5 จะพบว่ามีประโยชน์ในการใช้แบ่งแยกประเภทเวลาการทำงานไปด้วย เช่น กิจกรรมด้านการตรวจสอบและกิจกรรมด้านการขนย้ายมักจะเป็นงานที่จัดเป็นประเภทที่เป็นเวลาส่วนเกิน ซึ่งหมายความว่าขจัดทิ้งได้ถ้าสามารถหาระบบมาทดแทนกระบวนการตรวจสอบและการขนย้าย ส่วนกิจกรรมด้านการรอหรือเก็บพักชั่วคราวและกิจกรรมด้านการหยุดหรือเก็บถาวร กิจกรรมทั้งสองนี้ถือเป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพ การใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกจึงมีประโยชน์อย่างมากในขั้นตอนการตรวจตราพิจารณาวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการทำงาน

2.3) การบันทึกวิธีการทำงาน

ในการบันทึกวิธีการทำงานโดยการใช้กล้องวิดีทัศน์ ถ้าไม่สามารถบันทึกข้อความวิธีการทำงานตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ข้อมูลที่นำเสนอในการพิจารณาตรวจตราวิเคราะห์จะถูกเบี่ยงเบนไป ดังนั้นในการบันทึกจึงต้องมีขั้นตอนใหม่ โดยใช้สัญลักษณ์บันทึกเป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และกำหนดเป็นมาตรฐาน

3) การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

การพิจารณาตรวจตราข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกมาเพื่อทำการวิเคราะห์วิธีการทำงาน จะใช้เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน เทคนิคการตั้งคำถามนี้เรียกโดยย่อว่า "6W-1H" จะใช้กระบวนการตั้งคำถามตรวจสอบข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกมา โดยมีการตรวจสอบความเหมาะสมของงาน โดยใช้กลุ่มคำถาม 2 กลุ่ม คือ

3.1) กลุ่ม What, Who, When, Where, How สำหรับการตรวจสอบ

- เป้าหมายและขอบข่ายของงานแต่ละกิจกรรม
- บุคคลที่ทำงานแต่ละกิจกรรม
- สถานที่ทำงาน
- ลำดับขั้นตอนการทำงานแต่ละกิจกรรม
- วิธีการทำงาน

3.2) กลุ่ม Why, Which เพื่อพัฒนาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยจะตรวจสอบเหตุผล ความเหมาะสมของวิธีการทำงานและเปิดโอกาสในการเสนอทางเลือกอื่นๆ

ตารางที่ 2.3 แสดงวิธีการใช้คำถามทั้งสองกลุ่มซึ่งจะพบว่า คำถามกลุ่มที่สองเป็นคำถามที่มีประโยชน์ในการตรวจสอบอย่างมาก เพราะเป็นการตรวจสอบทุกๆ คำถามในกลุ่มแรกทำให้เกิดความแน่ใจความเหมาะสมของงาน คน สถานที่ ลำดับ ขั้นตอน และวิธีการทำงาน

ตารางที่ 2.3 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม

หัวข้อ	คำถามกลุ่มที่ 1	คำถามกลุ่มที่ 2
เป้าหมายและขอบข่ายของงาน	What ทำอะไร	Why, Which ทำไมต้องทำ ทำอย่างอื่นได้ไหม
บุคคลที่ทำงาน	Who ใครทำ	Why, Which ทำไมคนนี้ต้องทำ คนอื่นทำได้ไหม
สถานที่ทำงาน	Where ทำที่ไหน	Why, Which ทำไมต้องทำที่นี่ ทำที่อื่นได้ไหม
ลำดับขั้นตอนการทำงาน	When ทำเมื่อไร	Why, Which ทำไมต้องทำเวลา/ขั้นตอนนี้ ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม
วิธีการทำงาน	How ทำอย่างไร	Why, Which ทำไมต้องทำอย่างนั้น ทำวิธีอื่นได้ไหม

ในการใช้คำถามว่า "ทำอะไร" ถ้าสามารถอธิบายถึงงานที่ทำว่าทำอะไรและเข้าใจในสิ่งที่ทำจะถูกถามต่อไปว่า "ทำไมต้องทำ" เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เป้าหมายและขอบข่ายของงาน ถ้ามีเหตุผลตอบได้แสดงว่างานนั้นมีความจำเป็นต้องทำ จะถูกถามต่อไปว่า "มีอย่างอื่นทำได้ไหม" เพื่อให้เกิดความคิดว่าอาจจะมีอย่างอื่นที่ทำได้ดีกว่าและง่ายกว่าและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานได้เช่นเดียวกัน ในทำนองตรงกันข้ามถ้าไม่สามารถตอบได้ว่า "ทำอะไร" แสดงว่าไม่เข้าใจงานที่ทำหรือสักแต่ว่าทำตามคำสั่งโดยไม่รู้ว่าทำอะไร การตอบคำถามทำให้เกิดความเข้าใจเป้าหมายและขอบข่ายของงานมากขึ้นหรือทำให้รู้ว่าจริงๆ แล้วไม่มีประโยชน์อะไรเลย ในการทำงานนั้นๆ ทำให้สามารถตัดสินใจขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกได้ การใช้คำถามในทำนองเดียวกันสำหรับตรวจสอบความเหมาะสมของคนทำงาน สถานที่ทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานและวิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอน จึงได้ประโยชน์ในทำนองเดียวกันช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างได้ผล

นอกจากเทคนิคการตั้งคำถามแล้ว ยังสามารถใช้เทคนิควิเคราะห์ ทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) โดยตั้งคำถาม ทำไม จำนวน 5 ครั้ง จุดประสงค์เพื่อต้องการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

4) การปรับปรุงวิธีการทำงาน

วิธีการทำงานที่บันทึกมาโดยการใช้เทคนิค 6W-1H ซึ่งเกือบจะได้คำตอบแนวทางการปรับปรุงครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนการปรับปรุงการทำงานจึงเป็นเพียงการเลือกใช้เทคนิคการปรับปรุงซึ่งมีหลักการดัง ต่อไปนี้

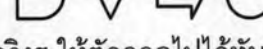
a. ตัด

b. แยก/รวม

c. เปลี่ยนขั้นตอน

d. ทำกระบวนการให้เรียบง่ายขึ้น

e. ใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย

การพิจารณาว่ากิจกรรมใดในขั้นตอนวิธีการทำงานเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็น เช่น งานบางประเภทเวลาไร้ประสิทธิภาพหรือเวลาส่วนเกิน ซึ่งใช้สัญลักษณ์กลุ่ม  ให้พยายามตัดกลุ่มเหล่านี้ออกไปก่อน โดยดูว่างานไหนที่ไม่จำเป็นจริงๆ ให้ตัดออกไปได้ทันที ถ้าไม่สามารถตัดออกได้ ในบางครั้งอาจจะมีการรวมกัน เช่นงานประกอบรถยนต์ อาจจะเป็นการเชื่อมหลายๆ จุด เราอาจจะต้องแยกจุดเชื่อนต่างๆ ออกเป็นหลายๆ งาน หลักการในข้อนี้คือ "รวมแล้วดีให้รวม แยกแล้วดีให้แยก" ในการเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน งานที่สามารถสลับสับเปลี่ยนกันได้ เช่น งานขนย้ายอาจจะสามารถทำการขนย้ายในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อระบบการควบคุมการไหลของงานได้ดียิ่งขึ้น จุดการตรวจสอบจะต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อระบบการควบคุมคุณภาพที่ดีขึ้น ขั้นตอนของงานบางกิจกรรมถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสลับกันแล้วจะทำให้คล่องตัวขึ้น ก็จะปรับเปลี่ยนเพื่อการทำงานโดยรวมที่ดีขึ้น

การทำงานให้เรียบง่ายขึ้น คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ให้มีความซับซ้อนและยุ่งยากน้อยลง ทำให้มีขั้นตอนที่ง่ายมีประสิทธิภาพดีขึ้น การใช้จิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ และอุปกรณ์ทุ่นแรงต่างๆ ในการทำงานจะช่วยให้สามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

5) การเปรียบเทียบการวัดผลการทำงาน

การเปรียบเทียบการวัดผลงานภายหลังการปรับปรุงสามารถทำได้หลายวิธี ผู้ศึกษาวิธีการทำงานสามารถใช้จำนวนของสัญลักษณ์ที่บันทึกก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน ตัวอย่างเช่น ก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมีจำนวนสัญลักษณ์เท่ากับ 23 หลังจากที่ได้ปรับปรุงแล้วเหลือ 15 คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ดีขึ้นเท่ากับ 34.78% ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
○	10	8
⇨	5	3
□	5	2
D	2	1
▽	1	1
รวม	23	15

การเปรียบเทียบเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานก็สามารถทำได้โดยรวมเวลาแต่ละกิจกรรมของงาน เช่น เวลาทำงานรวมของงานก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน คือ 20 นาที เวลาทำงานรวมของงานภายหลังจากการปรับปรุงวิธีการทำงาน คือ 16 นาที คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ดีขึ้น 20% เป็นต้น

6) การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

มาตรฐานวิธีการทำงานสามารถพัฒนาได้ 2 รูปแบบ คือ

6.1) ภาพถ่ายวีดิทัศน์

6.2) แผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ

เมื่อมีการจัดวิธีการทำงานใหม่ตามเงื่อนไขของการศึกษาวิธีการทำงาน โดยมีเป้าหมายและขอบข่ายงาน บุคคลากรที่เกี่ยวข้อง สภานที่ทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน และวิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีการปรับปรุงและเปรียบเทียบแล้วว่าดีกว่าวิธีการเดิม ผู้ศึกษาสามารถถ่ายภาพขั้นตอนวิธีการทำงานใหม่ด้วยกล้องวีดิทัศน์ เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานสำหรับมาตรฐานวิธีการทำงาน

การบันทึกมาตรฐานวิธีการทำงานในรูปแบบของแผนภูมิและไดอะแกรม แผนภูมิต่างๆ จะแสดงการไหลของงานและวิธีการทำงาน โดยไดอะแกรมจะแสดงรายละเอียดของถานที่ทำงานเพิ่มเติมประกอบแผนภูมิเพื่อความชัดเจนของการแสดงกระบวนการวิธีการทำงานที่ตราเป็นมาตรฐานวิธีการทำงานไว้ ข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ จะต้องบันทึกไว้ในแผนภูมิและไดอะแกรมประกอบด้วยข้อมูลผลิตภัณฑ์ งานที่ทำ เงื่อนไขการทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ สถานที่ทำงาน เป็นต้น

7) การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว มีขั้นตอนการดำเนินงานพอสรุปได้ ดังนี้

- ขออนุมัติในการส่งเสริมการใช้วิธีการทำงาน

- ทำความเข้าใจกับระดับคุมงานของโรงงาน เพื่อการยอมรับในการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

- สร้างการยอมรับจากคนงานในการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

- ฝึกอบรมคนงานให้สามารถทำงานได้ตามวิธีการทำงานใหม่

- ควบคุมดูแลจนกว่าคนงานจะมีการทำโดยวิธีการทำงานใหม่หมดทุกคนและสามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย

8) การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

เป็นความจำเป็นอย่างยิ่งในการพยายามรักษาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้มีการใช้งานอย่างต่อเนื่องและคงอยู่จนกว่าจะมีการพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ดียิ่งๆ ขึ้นไปอีก จะต้องมีการ

ติดตามการทำงานของคนงานโดยห้ามมิให้คนงานใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดของวิธีการเดิมหรือใช้วิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีการใหม่ นอกเสียจากว่าคนงานมีเหตุผลที่พิสูจน์ได้ว่าวิธีการเหล่านี้เหมาะสมกว่า

การตรวจสอบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ โดยมีการกำหนดตารางเวลาการตรวจสอบและใช้แบบตรวจสอบสรุปผลการตรวจและมีกระบวนการส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานให้อย่างต่อเนื่องควบคู่กัน ให้เข้าใจธรรมชาติของคนงานในการมีแนวโน้มที่จะกลับไปใช้วิธีการเดิม ถ้าคนงานยังไม่อยู่ตัวก็มีโอกาสที่จะกลับไปทำงานโดยวิธีการเดิมได้ อาจจะมีการกำหนดสิ่งจูงใจในเชิงการให้รางวัลสำหรับคนงานที่ทำงานตามขั้นตอนวิธีการทำงานใหม่ เพื่อให้การทำงานตามวิธีการใหม่กลายเป็นความเคยชินและอยู่ตัวจะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของการศึกษาวิธีการทำงานในส่วนนี้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้าและการประยุกต์ใช้ระบบรหัสแท่งในอุตสาหกรรม มีดังนี้

2.3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สุธี ศรีเพ็ชรดานนท์ (2536) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและทดลองทำแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งสินค้า จากคลังสินค้ากลางเพียงแห่งเดียวกระจายไปยังจุดส่งสินค้าจำนวนมาก โดยรถขนส่งสินค้ามากกว่า 1 คัน ผู้วิจัยได้นำวิธีการของ Clarke-Wright Heuristic มาจัดสร้างแบบจำลองบอเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน โดยจากผลการทดสอบการใช้งานพบว่า การทำงานของแบบจำลองขนส่งสินค้าโดยส่วนใหญ่จะดีขึ้นกว่าวิธีการเดิมที่ใช้อยู่

สุเพชร ภูศรี (2540) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการจัดเก็บข้อมูลในการบริหารเครื่องจักก่อสร้าง โดยใช้รหัสแท่งเป็นสื่อในการบันทึกแทนการกรอกเอกสาร ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลการใช้งาน ข้อมูลการบริการและข้อมูลการซ่อมบำรุง ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานและควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และผลจากการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบรหัสแท่งพบว่า สามารถลดงานเอกสาร ลดความผิดพลาดของข้อมูลและการเก็บข้อมูลเป็นระบบมากขึ้น

ศมรักษา วิชิตชีพ (2544) งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ประยุกต์ใช้ระบบบรหัสแท่งในการเก็บข้อมูลภายในคลังสินค้าประเภทวัตถุดิบ โดยทำการออกแบบระบบงานและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ต้องใช้ในกิจกรรมหลัก อันได้แก่ กิจกรรมรับเข้า , จัดเก็บ , จ่ายออก และรับคืนวัตถุดิบ โดยมุ่งเน้นการลดขั้นตอนการทำงานและลดความล่าช้าของข้อมูลอันเกิดจากสภาวะการรอคิว ผลจากการทดสอบระบบบรหัสแท่งนี้สามารถลดความล่าช้าของการเก็บข้อมูลได้ 31.82% ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานลดลง 29.59% และความถูกต้องเพิ่มขึ้น 3.15%

ศิริวัฑฒ์ จิตต์หรรษา (2542) งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าคงคลังโดยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานร่วมกับระบบสัญลักษณ์รหัสแท่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับระบบการบริหารสินค้าคงคลังในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาแผนผังการไหลของข้อมูล เพื่อเป็นหลักในการออกแบบฐานข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำงานร่วมกับผู้ใช้ จากผลการทดสอบใช้งานจริงพร้อมๆ กับระบบเดิม พบว่า ความผิดพลาดเป็นศูนย์ลดลงจากเดิม 5% ลดเวลาในการบันทึกการรับจ่ายลงจาก 49.65 วินาที เหลือ 25.85 วินาที ต่อการดำเนินการแต่ละครั้ง

ธเนศ ทักษิณวราจาร (2543) งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อการกระจายสินค้าด้วยกลุ่มรถจากจุดกระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังจุดส่งต่างๆ โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางแบบฮิวริสติกภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุรถ และเขตการส่งเพื่อให้ระยะทางขนส่งต่ำสุด จากผลการทดสอบระบบพบว่า ระบบการจัดเส้นทางได้ผลลัพท์ดีกว่าวิธีการเดิมซึ่งจัดโดยพนักงาน

สุตนัย เหมศรีชาติ (2546) งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดตารางขนส่งแก๊สเหลวเพื่อช่วยวิศวกรส่วนวางแผนการจัดตารางรถขนส่งให้มีประสิทธิภาพและมีมาตรฐานมากขึ้น โดยสามารถช่วยลดเวลาการวางแผนและลดความผิดพลาดของผู้จัดตารางงาน จากผลการทดสอบการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดตารางงานรถขนส่งสินค้าเป็นเวลา 1 เดือน พว่าค่า DIR มีค่าเท่ากับ 1.24 เพิ่มขึ้นจากเดิม 10.14%

เกศรัชฎา กลั่นกรอง (2538) งานวิจัยนี้เป็นการนำความรู้ด้านวิจัยดำเนินงานเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมของรถเก็บขยะมูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ซึ่งแบ่งออกเป็นงานเก็บขยะมูลฝอย 1 และ 2 นอกจากนี้ยังได้มีการนำ

ไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานวิจัยเพื่อให้มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจัดเส้นทางใหม่พบว่าเส้นทางเดินรถใหม่มีระยะเวลาในการเดินทางสั้นกว่าเดิม

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล (2540) ได้เสนอวิธีการจัดการเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) เนื่องจากสภาพปัญหาเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีจำนวนจุดเก็บเป็นจำนวนมากทำให้การใช้เทคนิคพื้นฐานโดยตรงวิธีเดียวมาแก้ปัญหาโดยตรงไม่สามารถทำได้จึงใช้หลักทฤษฎีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) หลายวิธีร่วมกันในการแก้ปัญหาเส้นทาง เช่น วิธีกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Method) และการแก้ปัญหาเส้นทางแบบพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ผลที่ได้ให้เส้นทางที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลากว่าเดิมซึ่งทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

กฤษไกร มนิมนากร (2538) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเส้นทางเดินรถรายวันของการขนส่งน้ำมันจากคลังสินค้าที่กรุงเทพฯ ไปยังสถานีบริการน้ำมันต่างๆ ในเขตภาคอีสาน งานวิจัยได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

นพวัฒน์ ยินชัย (2547) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตสติ๊กเกอร์รูปม้วนของโรงงานกรณีศึกษา โดยทำการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาการส่งมอบสินค้าล่าช้า ซึ่งจำแนกเป็นสองส่วนคือ ด้านกระบวนการผลิต และการจัดตารางการผลิต จึงได้ทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการศึกษาวิธีการทำงาน และพัฒนาโปรแกรมจัดตารางการผลิต ผลการปรับปรุงพบว่าจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 32.83% อัตราการส่งมอบล่าช้าลดลง 26.78%

2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โซโลมอน และเดสโรเซีย (Solomon and Desrosiers, 1988) ได้ทำการศึกษาออกแบบและวิเคราะห์กระบวนการคิดสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางและตารางเวลาเดินรถที่มีข้อจำกัดด้านกรอบเวลา (Time Window) โดยทดลองใช้วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) 4 รูปแบบในการแก้ปัญหาดังนี้

1) Saving Waiting Time Limit Heuristic

ผู้ศึกษาได้ทดลองนำวิธี Saving Heuristics ของคลาคและไรต์ (Clark and Wright, 1964) มาใช้ในการสร้างเส้นทางโดยอาศัยหลักการประหยัดได้จากระยะทางจากการให้บริการส่งสินค้าสองรายในเส้นทางเดียวกันแทนที่จะแยกส่งสินค้าคนละเส้นทาง อย่างไรก็ดีวิธีการที่กล่าวมาไม่ได้พิจารณาเรื่องเวลา เช่นเวลาในการขนส่งสินค้า เวลาที่เปิดรับสินค้าของลูกค้า Time window ผู้ศึกษาได้กำหนดและจำกัดเวลาในการรอคอยรวมถึงการตรวจสอบความจุของรถและการตรวจสอบกรอบเวลาในทุกๆ ขั้นตอนของการสร้างเส้นทาง

2) A Time-oriented Nearest Neighbor Heuristic

เป็นวิธีการสร้างเส้นทางโดยวิธีทำวนซ้ำๆ ในหลายๆ เส้นทางพร้อมกันโดยการเลือกลูกค้าที่ไม่ได้อยู่ในเส้นทางและอยู่ใกล้กับคลังสินค้าหรือลูกค้ารายสุดท้ายในเส้นทางซึ่งในกระบวนการจะพิจารณาเงื่อนไขของกรอบเวลาและข้อจำกัดความจุของรถบรรทุก

3) Insertion Heuristic

เป็นวิธีการสร้างเส้นทางซึ่งอาศัยการปรับปรุงเส้นทางที่กำหนดขึ้นในเบื้องต้นจากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางโดยการนำจุดส่งที่ยังไม่ได้พิจารณามาแทรกลงภายในเส้นทางภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้น จนกว่าจะไม่มีจุดส่งใดที่เหมาะสม จึงจะเริ่มสร้างเส้นทางใหม่

4) Sweep Heuristic

เป็นวิธีที่แบ่งการพิจารณาเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งใช้วิธีการ Sweep Algorithm ของจิลเลตและมิลเลอร์ (Gillet and Miller, 1974) ในการสร้างเส้นทางก่อนและในส่วนที่สองจะเป็นการจัดตารางเวลาให้รถแต่ละคัน

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าวิธี Insertion เป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากสามารถแก้ปัญหากรอบเวลาได้และใช้เวลาในการคำนวณเหมาะสมกว่าวิธีการอื่นๆ

Clarke , Wright (1964) ได้พิจารณาการจัดเส้นทางที่มีความต้องการสินค้าหลากหลายความต้องการ และมีรถบรรทุกที่มีหลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว งานวิจัยได้พัฒนากระบวนการ Iteration ให้สามารถเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดหรือใกล้เคียงกันได้อย่างทันที ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาวิธีการนี้คือ ทำให้ทราบจำนวนรถบรรทุกที่จะต้องใช้และปริมาณสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน

2.4 สรุป

จากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนงานวิจัยที่ผ่านสามารถสรุปเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ดังนี้

1. การจัดเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งสินค้าเป็นปัญหาที่ต้องวางแผนแบบวันต่อวัน มีข้อจำกัดต่างๆ จำนวนมาก ทำให้ยากในการหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงควรใช้การจัดเส้นทางแบบประหยัดจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีความยืดหยุ่นสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง

2. เพื่อให้กระบวนการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อการขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพควรออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางช่วยให้ผู้วางแผนสามารถจัดเส้นทางได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นและลดการผิดพลาด

3. การประยุกต์ใช้ระบบบาร์โค้ดเพื่อช่วยในการทำงานจะสามารถลดความผิดพลาดได้ร้อยเปอร์เซนต์และยังสะดวกรวดเร็ว ช่วยลดเวลาในการทำงานได้อีกด้วย

4. การศึกษาวิธีการทำงานสามารถช่วยปรับปรุงขั้นตอนการทำงานและวิธีการทำงานให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การบริการในส่วนการขึ้นสินค้ารวดเร็วยิ่งขึ้น จะช่วยให้แก้ปัญหาความแออัดของรถบรรทุกภายในโรงงานได้