

บทที่ 2

กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนในกระบวนการขนส่งสินค้าและแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่ง โดยศึกษากรณีบริษัท DHL Exel Supply Chain (Thailand) นั้น ได้แบ่งกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์
- 2.2 แนวคิดและทฤษฎีทางด้านต้นทุนฐานกิจกรรม (Activity-Based Costing)
- 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis)
- 2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้า

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์

ความหมายของคำว่า “โลจิสติกส์” ได้มีผู้ให้คำนิยามไว้เป็นจำนวนมาก ในวงวิชาการยังมีการให้ความหมายอยู่หลายแนว แต่ที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุดในระดับสากลคือคำนิยามที่บัญญัติขึ้นโดย Council of Supply Chain Management Professional (2004)¹

“Logistics management is that part of supply chain management that plans, implements, and controls the efficient, effective forward and reverse flow and storage of goods, services, and related information between the point of origin and the point of consumption in order to meet customers’ requirements.”

จากนิยามข้างต้น ได้ให้ความหมายของการจัดการโลจิสติกส์ว่า เป็นกระบวนการวางแผน การปฏิบัติตามแผน และการควบคุม การไหลทั้งไปและกลับ การเก็บรักษาสินค้า (วัตถุดิบ สินค้าระหว่างผลิต สินค้าสำเร็จรูป) บริการ และข้อมูล ตั้งแต่จุดต้นทางไปจนถึงจุดบริโภคปลายทาง ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ/ผล มีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำ โดยที่สามารถ

¹ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ , ยุทธศาสตร์การพัฒนาโลจิสติกส์ของประเทศไทย พ.ศ. 2549-2553

ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ทั้งนี้ ในปัจจุบันถือว่าการจัดการโลจิสติกส์เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการสินค้าและบริการตลอดสายของโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)

2.1.1 กิจกรรมหลักด้านโลจิสติกส์

การจัดการโลจิสติกส์มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งที่เป็นกิจกรรมหลัก ได้แก่ การขนส่ง การบริหารสินค้าคงคลัง การสั่งซื้อ การบริหารข้อมูล และกิจกรรมการเงินที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งกิจกรรมเสริม ได้แก่ การบริหารคลังสินค้า การดูแลสินค้า การจัดซื้อ การบรรจุหีบห่อ และการบริหารความต้องการของลูกค้า Stock & Lambert (2001)² ได้จำแนกกิจกรรมทางด้านโลจิสติกส์ไว้ 13 กิจกรรมดังนี้

- 1) การบริการลูกค้า (Customer Service)
- 2) การพยากรณ์อุปสงค์ (Demand Forecasting)
- 3) การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management)
- 4) การสื่อสารด้านกิจกรรมโลจิสติกส์ (Logistics Communications)
- 5) การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling)
- 6) การดำเนินการกับคำสั่งซื้อ (Order Processing)
- 7) การบรรจุภัณฑ์ (Packaging)
- 8) การบริการหลังการขาย ชิ้นส่วนอะไหล่ (Parts and Service Support)
- 9) การเลือกที่ตั้งของโรงงานและคลังสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection)
- 10) การจัดหาสินค้า วัตถุดิบและบริการ (Procurement)
- 11) กิจกรรมโลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse Logistics) เช่น รับคืนสินค้า กำจัดของเหลือใช้ในกระบวนการ
- 12) การจราจรและขนส่ง (Traffic and Transportation)
- 13) การบริหารคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehousing and Storage)

² Stock, James R. & Lambert, Douglas M., *Strategic Logistics Management*, 4th ed : McGraw-Hill, 2001

กิจกรรมเหล่านี้ประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆมากมาย ซึ่งต่างทำหน้าที่ในการสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมของการผลิตและการตลาดเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย จากกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ทั้ง 13 กิจกรรมข้างต้น จำแนกเป็น**กิจกรรมหลัก**ได้ดังนี้³

- 1) การบริการลูกค้า (Customer Service) เป็นกิจกรรมที่องค์กรพยายามตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของกิจกรรมโลจิสติกส์อื่นๆ ที่เข้ามาประกอบ การส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลาและครบตามจำนวน ซึ่งเป็นผลจากการจัดการขนส่ง และการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่ดี ดังนั้น การให้บริการลูกค้าถือเป็น (Output) ของการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งองค์กรต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากระดับการให้บริการลูกค้าจะส่งผลกระทบต่อองค์กร
- 2) การดำเนินการตามคำสั่งซื้อลูกค้า (Order Processing) เป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการให้เร็วที่สุดเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้า
- 3) การคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting) เป็นการคาดการณ์ความต้องการในตัวสินค้าหรือบริการในอนาคตของลูกค้า เป็นกิจกรรมที่สำคัญในการสร้างผลกำไรหรือขาดทุน เนื่องจากจะช่วยให้บริษัทสามารถกำหนดทิศทางในการดำเนินงานล่วงหน้า เช่น จำนวนสินค้า, บุคลากร และอุปกรณ์
- 4) การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management) เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอยู่ส่งผลกระทบต่อองค์กรหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเงินทุน เช่น หากมีจำนวนสินค้าคงคลังสูงส่งผลให้เกิดการเสียโอกาสในด้านการนำเงินทุนไปหมุนเวียนเพื่อดำเนินกิจกรรมอื่นๆ เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายด้านคลังสินค้า เป็นต้น
- 5) กิจกรรมการขนส่ง (Transportation) ครอบคลุมถึงทุกกิจกรรมที่เป็นการเคลื่อนย้ายตัวสินค้าจากจุดกำเนิดไปยังจุดที่มีการบริโภคให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะต้องจัดส่งสินค้าถูกต้องครบจำนวนในสภาพที่สมบูรณ์ และตรงตามเวลาที่กำหนด ซึ่งการขนส่งเป็นกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีความสำคัญที่สุด
- 6) การบริหารคลังสินค้า (Warehousing & Storage) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า เช่น การจัดเก็บสินค้า, การจัดพื้นที่ในคลังสินค้า, อุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม

³ รุธีร์ พนมยงค์ (บรรณารักษ์), *การจัดการโลจิสติกส์ในประเทศไทย*, 2547

- 7) Reverse Logistics คือ กระบวนการจัดการสินค้าที่ถูกส่งกลับคืน เช่น สินค้าที่เสียหาย หมดอายุ เป็นต้น
- 8) การจัดซื้อ (Purchasing) เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบและบริการ ทั้งในส่วนของการเลือกผู้จำหน่ายวัตถุดิบ กำหนดช่วงเวลาและปริมาณในการสั่งซื้อ และการสร้างความสัมพันธ์กับผู้จำหน่ายวัตถุดิบ (Supplier)

ส่วน 5 กิจกรรมที่เหลือ เป็น**กิจกรรมสนับสนุน**การดำเนินงานขององค์กร คือ การจัดเตรียมอะไหล่และชิ้นส่วนต่างๆ (Part and Service Support) การเลือกที่ตั้งของโรงงานและคลังสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection), Material Handling, บรรจุภัณฑ์ (Packaging) การติดต่อสื่อสารด้าน Logistics (Logistics Communication)

2.1.2 กิจกรรมขนส่ง (Transportation)

การขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สำคัญที่สุดในการจัดการโลจิสติกส์ เนื่องจากมีผลกระทบอย่างมากต่อระดับการให้บริการลูกค้าและโครงสร้างต้นทุนของกิจการ จากผลการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP ในประเทศไทยโดยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์พบว่าต้นทุนการขนส่งสินค้าและบริการ (Transportation Cost) ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายขนย้ายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังปลายทางหรือผู้บริโภคขั้นสุดท้าย (ไม่รวมการขนส่งผู้โดยสาร) ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2547 มีค่าดังตาราง 2.1. ซึ่งจะเห็นได้ว่า ต้นทุนการขนส่งคิดเป็นสัดส่วนที่สูงมาก ประมาณ 43-46% ของต้นทุนรวมทั้งหมดทางด้านโลจิสติกส์

ตารางที่ 2.1

ต้นทุนขนส่งของประเทศไทย (ต่อ GDP และต่อต้นทุนรวมด้านโลจิสติกส์), 2543-2547

	2543	2544	2545	2546	2547
Transportation Cost (%GDP)	9.47	9.19	8.05	7.75	7.14
TOTAL Logistics Cost (%GDP)	21.79	20.53	17.39	16.73	15.63
Transportation Cost (% of Total Logistics Cost)	43.46%	44.76%	46.29%	46.32%	45.68%

ที่มา : สุปรีย์ เทียนทำนูล, ต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP: ตัวชี้วัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทย, สศข., 2549

ในการจัดการการขนส่งนั้น สามารถแบ่งปัญหาเส้นทางเดินรถได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่ม Point to Point Routing and Scheduling Problem ปัญหาในกลุ่มนี้คือการออกแบบเส้นทางให้กับรถขนส่งสินค้าเพื่อให้บริการลูกค้าตามจุดรับบริการทั้งหมดแต่ละจุดรับบริการอาจจะไม่อยู่บนเส้นทางเดียวกันก็ได้ การออกแบบเส้นทางใช้ข้อจำกัดต่างๆเช่น ปริมาตร ความจุของการขนส่งที่สามารถบรรทุก ข้อบังคับด้านเวลา (Time Window) และข้อบังคับด้านการเข้าถึงที่ตั้งลูกค้าเป็นตัวกำหนดเส้นทาง

2. Arch Routing and Scheduling Problem การออกแบบปัญหาเส้นทางในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มแรก โดยทุกเส้นทางจะมีการขนส่งและบริการที่เกิดขึ้น ตัวอย่างการขนส่งสินค้าในกลุ่มนี้คือ การบริการส่งหนังสือพิมพ์ การออกจดเลขมิเตอร์ค่าน้ำ ค่าไฟ การเก็บขยะมูลฝอยตามบ้านเรือน เป็นต้น

ข้อแตกต่างของปัญหาทั้ง 2 ประเภทคือ ปัญหาในกลุ่มแรกจะมีปริมาณความต้องการที่ Node ส่วนปัญหาในกลุ่มที่ 2 จะมีปริมาณความต้องการทั้งเส้นทาง ซึ่งการจัดเส้นทางของบริษัท DESC เป็นแบบกลุ่ม Point to Point Routing and Scheduling Problem

องค์ประกอบพื้นฐานของปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

- ความจุของรถในการขนส่งสินค้า
- ลูกค้าที่มีปริมาณการสั่งซื้อ
- ระยะทางระหว่างลูกค้ากับคลังสินค้า หรือ ลูกค้ากับลูกค้า
- ตำแหน่งคลังสินค้าที่ตัวรถจะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุด

2.1.3 ผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ (Logistics Service Provider หรือ LSP)

ถึงแม้ว่าการขนส่งจะเป็นกิจกรรมสำคัญสำหรับผู้จัดจำหน่ายสินค้า แต่ก็มีหลายบริษัทที่ไม่ได้ดำเนินกิจกรรมขนส่งเอง แต่ใช้วิธีว่าจ้างผู้ให้บริการขนส่งจากภายนอกมาจัดการให้ การมอบหมายภาระการบริหารจัดการระบบโลจิสติกส์ของสินค้าแก่ผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ (LSP) จะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถมุ่งเน้นกับการพัฒนากิจกรรมหลักในของธุรกิจตนเอง (Core Competencies) โดย LSP จะใช้ความรู้ความชำนาญและความได้เปรียบทางด้านเครื่องมือและเครือข่ายในการดำเนินกิจกรรมโลจิสติกส์แบ่งเบาภาระของผู้ประกอบการ การใช้บริการจาก LSP ที่มีระดับคุณภาพบริการที่ดี มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดต้นทุนโลจิสติกส์ และสามารถ

ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี อันจะส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของตัวสินค้า

ในกรณีของ DESC นั้น ถือว่าเป็นผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์กับ Big C (ลูกค้า) ทั้งในด้านการขนส่งและการบริหารคลังสินค้า สำหรับ LSP ที่ให้บริการด้านโลจิสติกส์หลายอย่างนั้น มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Third Party Logistics Provider หรือ 3PL⁴ เป้าหมายที่สำคัญของ 3PL ก็คือการให้บริการที่มีต้นทุนต่ำ และ/หรือระยะเวลาการส่งมอบที่รวดเร็ว เพื่อจัดส่งสินค้าและบริการให้ได้ตามเวลาที่กำหนด 3PL ไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของยานพาหนะและเครื่องมืออุปกรณ์ในการขนส่ง แต่อาจใช้รูปแบบทำสัญญาจ้างหรือสัญญาพันธมิตรกับผู้ขนส่ง (Outsource) เพื่อดำเนินกิจกรรมขนส่งสินค้า กรณีของ DESC ได้ว่าจ้างผู้ขนส่งจากภายนอกในลักษณะของผู้ขนส่งตามสัญญา (Contract Carrier) โดยเป็นผู้รับจ้างขนส่งที่ไม่ได้เสนอบริการเปิดกว้างสำหรับสาธารณชนทั่วไป แต่จะให้บริการเฉพาะกลุ่มลูกค้าภายใต้สัญญาการขนส่ง

โดยในสัญญาจะระบุเงื่อนไขการขนส่ง จุดต้นทางและปลายทางการขนส่ง และอัตราค่าขนส่ง ซึ่งเป็นอัตราค่าขนส่งตามสัญญา (Contract Rate) คือ อัตราขนส่งที่เกิดจากการเจรจาต่อรองกันระหว่างผู้ส่งสินค้าและผู้ขนส่งภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้หลักการกำหนดอัตราค่าขนส่งตามจุดอ้างอิง (Basing Point Pricing) ซึ่งเป็นวิธีการกำหนดราคาค่าขนส่งที่ผู้ขายเลือกจุดอ้างอิงขึ้นมา 1 จุดหรือมากกว่า เพื่อเป็นจุดอ้างอิงต้นทาง และคิดค่าขนส่งจากผู้ซื้อตามระยะทางที่ห่างจากจุดอ้างอิงต้นทาง⁵

อย่างไรก็ตาม ผู้จัดจำหน่ายสินค้าไม่จำเป็นต้องใช้บริการขนส่งจาก LSP ทั้งหมด 100% กล่าวคือ อาจใช้บริการขนส่งจาก LSP บางส่วน และดำเนินการขนส่งเองด้วยในบางส่วน ซึ่งอาจจะเนื่องจากเหตุผลในการเพิ่มระดับบริการให้สูงขึ้นจากการมีพาหนะขนส่งของตนเองไว้ในกรณีฉุกเฉิน หรือการบริหารการขนส่งในบางเส้นทางได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่มี ความ

⁴ Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) นิยาม 3PL ว่าเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านโลจิสติกส์หลายอย่างแก่ลูกค้า โดยนำเสนอบริการเป็นแพ็คเกจ (A firm which provides multiple logistics services for use by customers. Preferably, these services are integrated, or "bundled" together by the provider. These firms facilitate the movement of parts and materials from suppliers to manufacturers, and finished products from manufacturers to distributors and retailers. Among the services which they provide are transportation, warehousing, cross-docking, inventory management, packaging, and freight forwarding.)

⁵ กมลชนก สุทธิวาทีนฤพุฒิ และคณะ (แปลและเรียบเรียง), *การจัดการโลจิสติกส์* : 2541

จำเป็นต้องว่าจ้างผู้ให้บริการขนส่งจากภายนอกมาดำเนินการแทนในส่วนนั้น ตัวอย่างที่มักจะพบ คือ การขนส่งเองในอาณาบริเวณที่อยู่ใกล้กับศูนย์กระจายสินค้า หรือการขนส่งเองในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนฐานกิจกรรม

ข้อมูลต้นทุนที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นในการบริหารกิจกรรมด้านโลจิสติกส์แบบบูรณาการ เพื่อการวางแผนและควบคุมการดำเนินงานต่างๆของกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนฐานกิจกรรม ซึ่งจะนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งของบริษัท DHL Exel Supply Chain (Thailand) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการดำเนินการขนส่งเองกับต้นทุนในการใช้บริการขนส่งจาก Subcontractor ผลจากการคำนวณต้นทุนฐานกิจกรรม จะทำให้เราเห็นโอกาสที่จะเพิ่มการขนส่งเองในบางเส้นทาง

2.2.1 แนวคิดที่สำคัญของระบบต้นทุนฐานกิจกรรม

การคิดต้นทุนฐานกิจกรรม (Activity-Based Costing ; ABC) เป็นวิธีปันส่วนต้นทุนให้กับสินค้าหรือบริการ ซึ่งมักจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนและควบคุม โดยจัดเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับวิเคราะห์คุณค่าของกิจกรรมในโซ่อุปทาน แนวคิดของ ABC มีที่มาจากอุตสาหกรรมผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างทศวรรษ 1970s และ 1980s โดย Consortium for Advanced Manufacturing-International หรือ CAM-I (www.cam-i.org) ซึ่งอุตสาหกรรมผลิตในช่วงเวลานั้น มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและการปรับปรุงผลิตภาพไปมาก มีการนำเครื่องจักรมาใช้แทนแรงงานคนมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) เช่น ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่ใช้ในกรณีผลิตสินค้าหลายประเภท

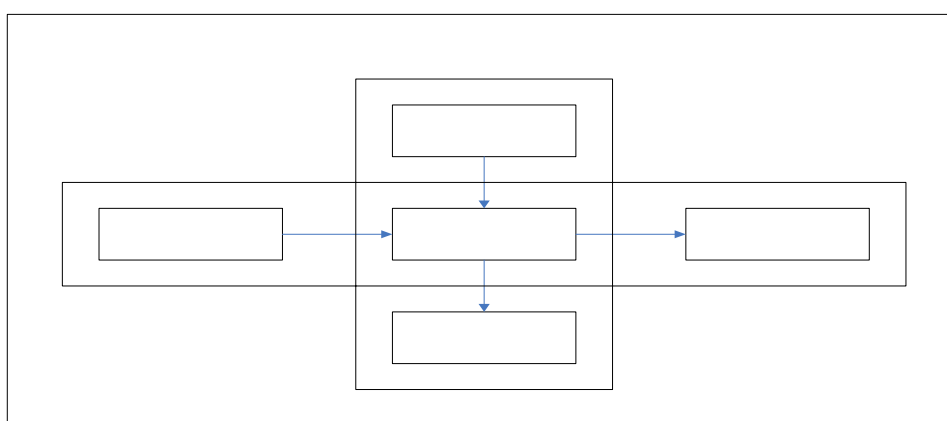
ส่วนคำว่า Activity-Based Costing ถูกนิยามขึ้นในตำราของ Robert S. Kaplan และ W. Bruns ชื่อ Accounting and Management: A Field Study Perspective (Harvard Business School Press) ในปี ค.ศ. 1987 หลังจากนั้น Robin Cooper และ Robert Kaplan ได้เผยแพร่แนวคิดของ ABC ให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายยิ่งขึ้นผ่านทางบทความในนิตยสาร Harvard Business Review ตั้งแต่ปี ค.ศ.1988 ซึ่ง Cooper และ Kaplan ได้บรรยายถึง ABC ว่าเป็นแนวทางที่ช่วยแก้ปัญหาในการคิดต้นทุนตามแบบเดิม (Traditional Costing) ซึ่งบ่อยครั้งพบว่าไม่สามารถหาต้นทุนของการผลิตหรือการให้บริการได้อย่างถูกต้อง

ผลลัพธ์ที่ได้บิดเบือนไปจากความเป็นจริงอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่บริษัทมีการผลิตสินค้าหรือให้บริการหลากหลายประเภทและมีค่าใช้จ่ายโสหุ้ย (Overhead Cost) มาก เมื่อเทียบกับองค์ประกอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ABC จะระบุถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลกระทบเพื่อมาเป็นตัวกำหนดการปันส่วนต้นทุน แทนที่จะปันส่วนต้นทุนจากสัดส่วนของการใช้ทรัพยากรที่ไม่สอดคล้องกันในเชิงของเหตุและผล

สมมติฐานที่สำคัญของต้นทุนกิจกรรมก็คือ กิจกรรมต่างๆก่อให้เกิดต้นทุน (Activities Cause Costs) และกิจกรรมต่างๆถูกใช้ไปในสิ่งที่เราจะคิดต้นทุน (Cost Object Consume Activities) การพิจารณาแนวคิดดังกล่าว แยกได้เป็น 2 มุมมอง คือ มุมมองด้านต้นทุน (Cost Assignment View) และมุมมองด้านกระบวนการ (Process View) ตามรูป 2.1

รูปที่ 2.1

Basic Activity-Based Costing Model



ที่มา : Peter B. B. Turney, Common Cents; the ABC Performance Breakthrough, 1993

มุมมองด้านต้นทุน (แนวคิด) จะพิจารณาการคิดต้นทุนในการใช้ทรัพยากรต่างๆ เข้าไปในกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ต่อจากนั้นก็คิดต้นทุนกิจกรรมต่างๆเข้าสู่ Cost Object โดยกิจการอาจจะกำหนด Cost Object แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ข้อมูลในการบริหาร ส่วนมุมมองด้านกระบวนการ (แนวราบ) แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในกิจกรรมต่างๆ โดยวิเคราะห์ถึงปัจจัยหรือสาเหตุที่ก่อให้เกิดต้นทุนมากหรือน้อย (Cost Driver) และประเมินประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน (Performance Measures)

การจำแนกประเภทของต้นทุนตามความสามารถในการวัดค่าได้ (Measurement) แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) วัตถุดิบทางตรง (Direct Materials) ต้นทุน

แรงงานทางตรง (Direct Labor) และต้นทุนทางอ้อมหรือโหลห่วย (Overhead) นั้น สำหรับต้นทุนแรงงานทางตรงและต้นทุนของวัตถุดิบทางตรงนั้น การคิดต้นทุนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ง่าย

เนื่องจากที่มาและที่ไปของต้นทุนมีความชัดเจน ปัญหาอยู่ที่ต้นทุนทางอ้อม ในกรณีที่เกิดขึ้นที่หลายประเภทในทรัพยากรการผลิตร่วมกัน (Common Resources) ในปริมาณการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน การคิดต้นทุนทางอ้อมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องหาเกณฑ์ในการปันส่วนที่เหมาะสม ซึ่งเรียกว่าตัวผลักดันต้นทุน (Cost Driver) Cost Driver เป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดต้นทุนขึ้น กล่าวคือหากระดับหรือปริมาณของปัจจัยเหล่านี้มาก ก็ย่อมส่งผลให้เกิดต้นทุนที่มากตามไปด้วย

ตามแนวคิดของต้นทุนแบบเดิม (Traditional Costing Concept) จะถือว่ารายการที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ (Volume-Based) ทุกประเภท ซึ่งได้แก่ ปริมาณผลิต ชั่วโมงแรงงาน ชั่วโมงเครื่องจักร ฯลฯ เป็นตัวผลักดันต้นทุนการผลิตเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ ปัญหาสำคัญคือ การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์แบบเดิม (Traditional Costing) จะปันส่วนต้นทุนทางอ้อมหรือ Overhead Cost โดยอาศัยเกณฑ์การปันส่วนตัวเดียวกันกับการปันส่วนต้นทุนทางตรง เช่น จำนวนผลผลิตที่ได้ จำนวนชั่วโมงแรงงานที่ใช้ เป็นต้น

เมื่อสัดส่วนของ Overhead Cost เพิ่มขึ้นก็ยิ่งทำให้วิธีปันส่วนแบบดั้งเดิมมีความผิดพลาดมากขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละอย่างไม่ได้ใช้ต้นทุนทางอ้อมในอัตราส่วนของจำนวนผลผลิต (หรืออัตราส่วนจำนวนชั่วโมงแรงงาน) ที่เท่าๆ กัน ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ A กับ ผลิตภัณฑ์ B อาจใช้ปริมาณวัตถุดิบและจำนวนชั่วโมงแรงงานเท่ากัน แต่ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ A ต้องใช้งานเครื่องจักรราคาแพง เป็นเวลานานกว่ากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ B

ดังนั้นการปันส่วนต้นทุนการผลิตทั้งหมดเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ A และ B โดยใช้ฐานในการปันส่วนเพียงตัวเดียว เช่น ใช้จำนวนชั่วโมงแรงงาน หรือจำนวนผลผลิต อย่างใดอย่างหนึ่งมาเป็นฐานในการปันส่วนต้นทุนรวม ย่อมเกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งในกรณีของตัวอย่างนี้ จะทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ A ต่ำกว่าความเป็นจริง ส่วนต้นทุนผลิตภัณฑ์ B สูงกว่าความเป็นจริง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์ B จะแบกรับภาระต้นทุนของผลิตภัณฑ์ A ไว้ส่วนหนึ่ง (Cross Subsidization) รูป 2.2 แสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการคำนวณผลตอบแทนทางการเงินจำแนกตามช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้า โดยเปรียบเทียบการคำนวณผลกำไรตามวิธีคำนวณต้นทุนแบบเดิม (บน) เทียบกับแบบ ABC (ล่าง)

รูปที่ 2.2

เปรียบเทียบการคำนวณผลกำไรตามวิธีคำนวณต้นทุนแบบเดิมกับแบบ ABC

TRADITIONAL ACCOUNTING				
	Mass Merchandisers	Wholesalers	Small Retailers	Total
	\$(MM)	\$(MM)	\$(MM)	\$(MM)
Gross Revenue	400	200	100	700
Cost of Goods	300	160	70	530
Gross Margin	100	40	30	170
Trade Promotions	16	2	2	20
Total Operating Expenses	48	24	12	84
Net Profit	36	14	16	66
Net Profit (%)	9.0%	7.0%	16.0%	9.4%
ABC COST-TO-SERVE				
	Mass Merchandisers	Wholesalers	Small Retailers	Total
	\$(MM)	\$(MM)	\$(MM)	\$(MM)
Gross Revenue	400	200	100	700
Cost of Goods	300	160	70	530
Gross Margin	100	40	30	170
Trade Promotions	16	2	2	20
ABC Assignments:				
• Logistics Mgmt	8	4	5	17
• Order Mgmt	10	5	6	21
• Customer Mgmt	10	6	5	21
• Sales Force Activities	12	5	8	25
Total Operating Expenses	40	20	24	84
Net Profit	44	18	4	66
Net Profit (%)	11.0%	9.0%	4.0%	9.4%

ที่มา: Matthew J. Liberatore, Tan Miller ; *A Framework for Integrating Activity-Based Costing and the Balanced Scorecard* ; Journal of Business Logistics, 1998

นอกจากอุตสาหกรรมผลิตแล้ว ระบบ ABC ยังสามารถประยุกต์ใช้ในธุรกิจบริการได้เช่นกัน ปี ค.ศ. 1990 Richard Sapp, David Crawford และ Steven Rebishcke ได้เสนอบทความใน Journal of Bank Cost and Management Accounting (Volume 3, Number 2 และ Volume 4, Number 1) เกี่ยวกับการนำระบบ ABC มาใช้ในบริการของสถาบันการเงิน ซึ่งมีบริการหลากหลายรูปแบบ ค่าใช้จ่ายของบุคลากรถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของค่าใช้จ่ายประเภทที่ไม่ใช่ดอกเบี้ย ซึ่งควรจะต้องระบุต้นทุนของบุคลากรได้อย่างถูกต้องกับกลุ่มผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มลูกค้า

ระบบ ABC แบ่งการดำเนินงานขององค์กรออกเป็นกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยให้ทราบว่าการดำเนินงานของกิจการประกอบขึ้นด้วยกิจกรรม (Activity) อะไรบ้าง ตลอดจนเวลาที่ใช้ไปในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งผลได้จากการประกอบกิจกรรมต่างๆ เหล่านั้น ซึ่งสามารถสรุปหลักการเบื้องต้นของระบบ ABC ได้ดังนี้⁶

1. **การวิเคราะห์กิจกรรม** (กิจกรรมในที่นี้หมายถึง การกระทำใดก็ตาม ที่เปลี่ยนทรัพยากรเช่น วัตถุดิบ แรงงาน พื้นที่ เครื่องจักรอุปกรณ์ เทคโนโลยีต่างๆ ฯลฯ ออกมาเป็นผลงานหรือ Output) เพื่อแบ่งกระบวนการที่มีความซับซ้อนออกเป็นกิจกรรมย่อยที่สำคัญ การวิเคราะห์กิจกรรมจะช่วยให้ทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

- ธุรกิจได้ดำเนินกิจกรรมอะไรบ้าง
- มีผู้รับผิดชอบในกิจกรรมนั้นหรือไม่อย่างไร
- ใช้ทรัพยากรอะไรไปบ้างในกิจกรรมดังกล่าว
- เวลาที่เสียไปในกิจกรรมนั้นๆ เป็นเท่าใด
- คุณค่าของกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจ (กิจกรรมใดบ้างเป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า หรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่ยังมีความจำเป็น)
- การวิเคราะห์ตัวผลักดันต้นทุน (Cost Driver Analysis)

2. **การระบุต้นทุนกิจกรรม** (ต้นทุนทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ไปในการประกอบกิจกรรมนั้น) และ**ตัววัดผลการปฏิบัติงาน** (ประกอบไปด้วยต้นทุนต่อหน่วย สัดส่วนเวลาหรือพื้นที่ที่ใช้ และคุณภาพของผลงานที่ทำได้ออกหรือ Output เป็นต้น)

3. **การระบุผลงานที่ทำได้ที่ของแต่ละกิจกรรม และตัวผลักดันต้นทุน (Cost Driver)** ที่เกี่ยวข้อง การเลือกตัวผลักดันที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้บริหารเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนกิจกรรมเปลี่ยนแปลงไป

4. **การระบุต้นทุนกิจกรรมเข้าสู่สิ่งที่จะนำมาคิดต้นทุน (Cost Object)** (ต้นทุนกิจกรรมจะระบุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต คำสั่งซื้อ โครงการ ตามปริมาณการใช้กิจกรรมของ Cost Object ต่างๆ เหล่านั้น) ดังนั้น จึงต้องมีการพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นต้องผ่านกิจกรรมใดบ้างและมีลักษณะตัวผลักดันอย่างไร การปันส่วนค่าใช้จ่ายจะมีความถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้กิจกรรมและการเลือกตัวผลักดัน

⁶วรศักดิ์ ทุมมานนท์ (2548), ระบบบัญชีบริหารและการบริหารต้นทุนกิจกรรม (ABCM), ธรรมนิติ เพรส, น. 32-

กิจกรรมต่างๆส่งผลกระทบต่อต้นทุนในรูปแบบที่แตกต่างกัน การพิจารณาพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงต้นทุนของกิจกรรม มีส่วนช่วยในการกำหนดตัวหลักต้นทุน ระดับหรือลำดับขั้นของผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ (Activity Hierarchy) อาจแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (ดูตาราง 2.2 ประกอบ)

- 1) **Unit-Level Activity:** กิจกรรมที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละหน่วยผลิต
- 2) **Batch-Level Activity:** กิจกรรมที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละ Batch (ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการผลิตในแต่ละ Batch)
- 3) **Product-Sustaining Activity:** กิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยรวม เพื่อให้สามารถผลิตและขายสินค้า หรือบริการแต่ละชนิดได้ (ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการผลิตหรือจำนวน Batch)
- 4) **Facility-Sustaining Activity:** เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยรวม เพื่อให้การดำเนินงานทั่วไป เป็นไปได้ (ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการผลิตจำนวน Batch หรือความหลากหลายของผลิตภัณฑ์)

ตารางที่ 2.2

ตัวอย่างรายการต้นทุน และตัวหลักต้นทุนของกิจกรรมระดับต่าง ๆ

ระดับกิจกรรม	ความสัมพันธ์ของรายการที่มีต่อกิจกรรม	รายการต้นทุน	ตัวหลักต้นทุน
1.ตามหน่วยผลิต (Unit Level)	เกิดขึ้นตามจำนวนหน่วยของสินค้า (คิดตามหน่วยผลิต)	วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงทางตรง ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร	จำนวนวัตถุดิบ ชั่วโมงแรงงาน ปริมาณการผลิต
2. ตามกลุ่ม/ คำสั่ง (Batch Level)	เกิดขึ้นตามกลุ่ม/ คำสั่ง	การสั่งซื้อ ต้นทุนตั้งค่าเครื่องจักร (Setup Cost) ต้นทุนในการตรวจสอบ ต้นทุนในการขนย้ายวัตถุดิบ	จำนวนที่สั่งซื้อ จำนวน Batch หรือจำนวนครั้งใน จำนวนหน่วยในการตรวจสอบ จำนวนวัตถุดิบต่อ Lot
3. ตามกระบวนการผลิต (Process (Product Line)	สนับสนุนตามกระบวนการผลิต หรือตามกลุ่มผลิตภัณฑ์	ต้นทุนทางวิศวกรรม ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร ค่าวิจัย-พัฒนามากกลุ่มผลิตภัณฑ์	จำนวนใบสั่งทางวิศวกรรม จำนวนครั้งในการซ่อมบำรุง เวลาที่ใช้ในการพัฒนามากกลุ่มผลิตภัณฑ์
4. ตามกิจกรรมรวมขององค์กร (Organizational Level)	สนับสนุนการผลิตหรือการให้บริการโดยรวม	ค่าเสื่อมราคาอาคาร เงินเดือนผู้บริหารโรงงาน ค่าโฆษณา	เนื้อที่ (ตารางเมตร) จำนวนคน สัดส่วนที่กำหนด

ที่มา : สมยศ น้อยสุข และคณะ ; การบริหารกระบวนการรับ และกระจายสินค้าตามระบบต้นทุนฐานกิจกรรม ศึกษากรณี คลังสินค้า บริษัท C.P. Seven-Eleven จำกัด, 2549

จากตารางจะเห็นได้ว่าต้นทุนที่เกิดขึ้นในระดับต่างๆ ทั้ง 4 ระดับนั้นไม่ได้สัมพันธ์ขึ้นลงตามปริมาณการผลิต (Volume Base) แต่เพียงประการเดียว แต่จะมีลักษณะสัมพันธ์กับ

กิจกรรม (Transaction Base) ที่เกิดขึ้น ในระดับต่างๆ แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวผลิตภัณฑ์ต้นทุนก็คือ การระบุจำนวน วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวผลิตภัณฑ์ต้นทุนและจำนวนต้นทุนที่เกี่ยวข้องกันในระดับต่างๆ ของการดำเนินงานในองค์กรธุรกิจ ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวผลิตภัณฑ์ต้นทุนอาจทำได้ 3 วิธีคือ

- 1) การระบุทางตรง (Direct Charging)
- 2) การประมาณ (Estimation)
- 3) การปันส่วนโดยอาศัยดุลยพินิจ (Arbitrary Allocation)

การวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธีนี้ อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ สังเกต หรือออกแบบสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหล่านั้น โดยในงานให้คำปรึกษาคั้งนี้คณะผู้จัดทำ จะใช้วิธีการระบุทางตรง อาทิเช่น เงินเดือน และค่าแรงต่างๆ และการปันส่วนโดยอาศัยดุลยพินิจ เนื่องจากจะมีค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารหรืองานบริการต่างๆ ที่ไม่สามารถระบุเข้ากิจกรรมได้โดยอาศัยการประมาณอย่างมีหลักเกณฑ์ การระบุต้นทุนทรัพยากรตามประเภทของต้นทุนเข้าสู่กิจกรรม (Cost Mapping) ก็จะต้องเป็นไปในลักษณะอาศัยดุลยพินิจเข้าช่วย (Arbitrary) ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ ค่าสาธารณูปโภค ค่าเสื่อมราคาสั่งปลูกสร้าง

การนำต้นทุนที่หาได้จากระบบ ABC ไปใช้ในการวางแผนและควบคุมนั้น จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ขององค์กรในระยะสั้นและระยะยาว (ปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของกิจการ) ผู้บริหารจะต้องเข้าใจโครงสร้างต้นทุนขององค์กรในปัจจุบัน ตลอดจนสามารถระบุได้ว่า แต่ละกิจกรรมมีคุณค่า (Value) ในสายตาของลูกค้าหรือผู้ที่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมนั้นมากน้อยเพียงใด ทำการประเมินประสิทธิผลและประสิทธิภาพของการประกอบกิจกรรมต่างๆ ว่าได้ทำไปอย่างเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ตลอดจนการกำหนดปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของกิจการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ กับผลสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจกรรมนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้นทุกๆ กิจกรรม ทั้งกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้วหรือกิจกรรมที่ยังไม่ได้ตัดสินใจทำ

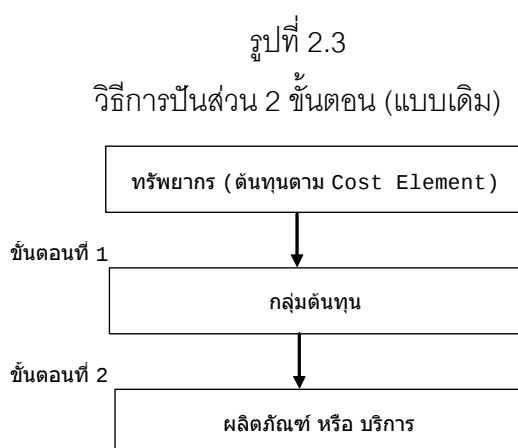
โดยจะต้องมีการเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาว่าควรประกอบกิจกรรมนั้นๆ หรือไม่ (เช่น การตัดสินใจที่จะว่าจ้างผู้ให้บริการขนส่งจากภายนอกหรือจะดำเนินการเอง) หรือสมควรที่จะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบของบางกิจกรรมเสียใหม่ (เช่น ทบทวนการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์บางประเภท โดยพิจารณาจากข้อมูลต้นทุนของ ABC) การควบคุมต้นทุนจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากได้มีการนำเอาวิธีการใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นมาใช้ ตลอดจนมีการระบุกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value

Adding Activity) และค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า (Waste) ในปัจจุบัน ได้มีบทความสนับสนุนแนวคิด ABC ทั้งในเชิงทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ทางปฏิบัติอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทยก็เช่นกัน ธุรกิจขนาดใหญ่ทั้งที่เป็นธุรกิจผลิตสินค้าและให้บริการ ได้ประยุกต์แนวคิด ABC เป็นจำนวนมากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลต้นทุนที่ถูกต้องมากกว่าวิธีการคำนวณต้นทุนแบบดั้งเดิม

2.2.2 ความแตกต่างระหว่างการคิดต้นทุนแบบ Activity-Based Costing และ Traditional Costing

ในการปันส่วนค่าใช้จ่ายในการผลิตเข้าเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ทั้งในระบบต้นทุนแบบเดิมและระบบต้นทุนแบบ Activity-Based Costing ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนแรก ในระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิม ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการผลิตจะถูกปันส่วนเข้าสู่กลุ่มต้นทุนต่างๆ (Cost Pool) ข้อมูลต้นทุนที่ได้ในขั้นตอนนี้จะเป็นประโยชน์ในการประเมินผลในการปฏิบัติงาน ส่วนระบบ ABC (Activity-Based Costing) เป็นการใช้ทรัพยากรขององค์กรไปในกิจกรรมต่างๆ โดยที่ต้นทุนในแต่ละกิจกรรมจะมีการปันส่วนเข้าสู่ Cost Object ดังนั้นจึงเป็นการปันส่วนต้นทุนตามรหัสบัญชี หรือ Cost Element เข้าสู่กิจกรรมต่างๆ ในกรณีที่ไม่สามารถปันส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตบางรายการเข้าสู่กิจกรรมต่างๆ ได้ โดยอาศัยประมาณการอย่างมีหลักเกณฑ์ การทำ Cost Mapping ก็ต้องอาศัยดุลยพินิจส่วนตัว (Arbitrary Allocation) เข้าช่วย เกณฑ์ที่ใช้ในการปันส่วนในลักษณะนี้ จะถูกเรียกว่าฐานปันส่วน (Allocation Bases) และเกณฑ์ที่ใช้เป็นฐานในการปันส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆ เข้าสู่กิจการ จะถูกเรียกว่าตัวผลักดันทรัพยากร หรือ Resource Driver



ขั้นตอนที่สอง ในระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิม ค่าใช้จ่ายการผลิตที่สะสมอยู่ในแต่ละกลุ่มต้นทุน จะถูกปันส่วนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้สิ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการผลิต เช่น การใช้ชั่วโมงเครื่องจักร ชั่วโมงแรงงานทางตรง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ ส่วนระบบ Activity-Based Costing จะเป็นเรื่องของการปันส่วนต้นทุนกิจกรรมต่างๆ เข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องโดยใช้อัตราต้นทุนกิจกรรมต่อหน่วยของตัวผลักดัน (Cost per Driver) เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ แต่ทั้งนี้จำนวนของ Cost Objective จะมากขึ้นขึ้นกับจำนวนของกิจกรรมด้วย กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ใดมีขบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากย่อมต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขบวนการผลิตที่ซับซ้อนน้อยกว่า

2.2.3 ขั้นตอนวิธีการของการคำนวณต้นทุนกิจกรรม (Activity Costing Procedures)

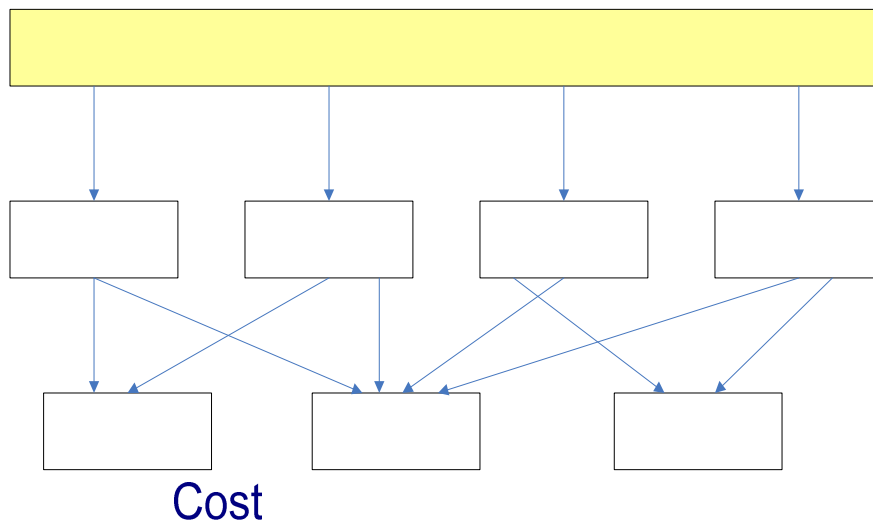
ต้นทุนกิจกรรม หมายถึง ต้นทุนของทรัพยากรทั้งหมดซึ่งได้แก่ วัตถุดิบ แรงงาน บริการ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ฯลฯ ที่กิจการใช้ไปเพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆ การรวบรวม และประมาณการต้นทุนกิจกรรมมี 2 วิธีดังนี้

1. รวบรวมต้นทุนกิจกรรมจากรายการต้นทุนต่าง ๆ (Cost Element) ที่อยู่ในระบบบัญชีแยกประเภท ของบริษัท ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.4 นี้ได้แก่ ค่าวัสดุสิ้นเปลือง เงินเดือน ค่าใช้จ่ายอาคาร และค่าสาธารณูปโภค ฯลฯ ในกรณีที่บริษัทมีรายการต้นทุนจำนวนมาก ผู้วางระบบ Activity-Based Costing อาจจัดกลุ่มรายการต้นทุนที่มีลักษณะเดียวกัน หรือ สัมพันธ์กันไว้ด้วยกันที่เรียกว่า Cost Pool ตัวอย่างเช่น กลุ่มค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอาคาร สถานที่ที่จะประกอบไปด้วย ค่าเช่า ค่าภาษีทรัพย์สิน ค่าเบี้ยประกันภัย ค่าเสื่อมราคา-อาคาร ฯลฯ แล้วพิจารณา Cost Driver ที่สัมพันธ์กับ Cost Pool นี้ซึ่งอาจจะได้แก่จำนวนเนื้อที่เป็นเกณฑ์ในการคิดต้นทุนเข้าตามกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

2. รวบรวมต้นทุนกิจกรรม จากรายงานของศูนย์ความรับผิดชอบ (ศูนย์ต้นทุน หรือ ศูนย์กำไร) หรือจากรายงานของแผนกผลิต ดังตาราง 2.3 แสดงรายงานต้นทุนกิจกรรมจากรายงานต้นทุนประจำแผนก จะเห็นได้ว่าการจำแนกกิจกรรมที่อยู่ในแผนกเป็น 4 กิจกรรมแล้วจึงคิดต้นทุนตาม Cost Element ให้กับกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ Cost Driver ที่เหมาะสมเป็นเกณฑ์ในการจัดสรรต้นทุน ในขั้นสุดท้ายจะรวมต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเหล่านั้น ในกรณีที่ธุรกิจต้องการทราบต้นทุนกิจกรรมเฉพาะแผนกใดแผนกหนึ่ง เพื่อปรับปรุงกิจกรรมหรือลดต้นทุนเฉพาะที่ ควรจะใช้วิธีนี้เพราะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลต่ำกว่าวิธีแรก

รูปที่ 2.4

แสดงการคิดต้นทุนกิจกรรมจากระบบบัญชีแยกประเภท



ที่มา: วรศักดิ์ ทุมมานนท์, การประยุกต์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับสถาบันการศึกษา, 2538

ตารางที่ 2.3

การคิดต้นทุนกิจกรรมจากรายงานต้นทุนประจำแผนก

รายการ	รวม	กิจกรรม 1	กิจกรรม 2	กิจกรรม 3	กิจกรรม 4
เงินเดือน	X	X	X	X	X
ค่าแรง	X		X		X
ค่าน้ำ ค่าไฟ	X	X	X	X	X
ค่าโทรศัพท์	X	X	X		
ค่าเสื่อมราคา-อาคาร	X	X	X	X	X
ค่าเสื่อมราคา-อุปกรณ์สำนักงาน	X	X	X	X	X
ค่าเช่า	X	X		X	
ค่าซ่อมแซม	X		X		X
ค่าเบี้ยประกันภัย	X	X		X	
ฯลฯ	X				
รวม	X	X	X	X	X

ที่มา: วรศักดิ์ ทุมมานนท์, การประยุกต์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับสถาบันการศึกษา, 2538

ผู้วางระบบ Activity-Based Costing จะเลือกใช้วิธีใดก็ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการคำนวณ Cost Object และความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และวิธีการที่คิด

ต้นทุนในการใช้ทรัพยากรต่างๆ (ตาม Cost Elements) เข้าสู่กิจกรรมที่กำหนดโดยใช้ตัวผลักดันต้นทุนก็คือวิธีการ Cost Mapping

2.2.4 การคำนวณต้นทุนเข้า Cost Object หรือต้นทุนผลิตภัณฑ์

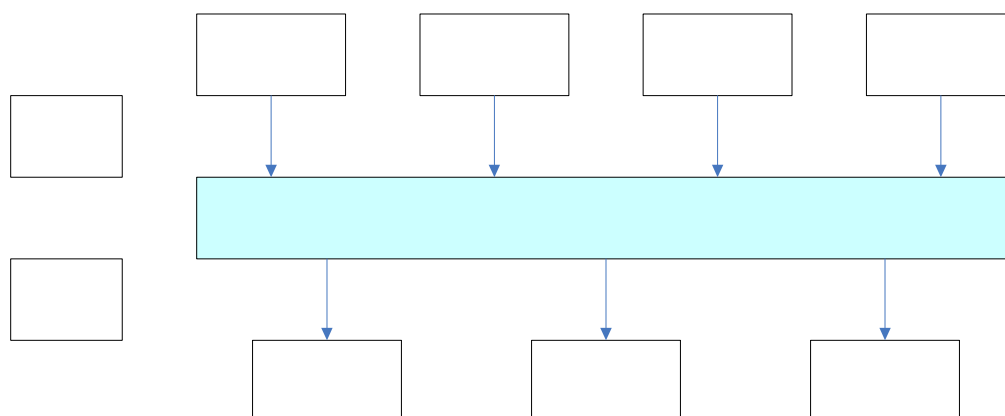
เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนของกิจกรรมทุกประเภทได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการนำต้นทุนกิจกรรมไปใช้ประโยชน์ในทางบริหาร ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 มิติ คือ Cost Dimension หรือ Control Dimension ในกิจการที่ใช้ระบบ Activity-Based Costing ไม่เต็มรูปคือใช้ในหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง ก็อาจจะเก็บรวบรวมต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นโดยตรง แต่ในกรณีที่มีการปฏิบัติงานซับซ้อน มีกิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุนมากมาย การคิดต้นทุนกิจกรรมจะพิจารณาลดหล่นตามลำดับความสำคัญที่มีต่อกิจกรรมเหล่านั้นจนกระทั่งต้นทุนของกิจกรรมทั้งหมดถูกคิดเข้ากับ Cost Object ในทางทฤษฎีการคิดต้นทุนให้กับ Cost Object จะมี 2 วิธีดังนี้

1. วิธีคิด 2 ขั้นตอน (The Two-Stage Approach) ดังรูป 2.5

ขั้นที่ 1 เป็นการคิดต้นทุนการใช้ทรัพยากรเข้าสู่ศูนย์กิจกรรมที่กำหนดไว้โดยใช้ความสัมพันธ์ของตัวผลักดันต้นทุนเรียกว่าเป็นตัวผลักดันทรัพยากร (Resource Cost Driver) เข้าสู่กิจกรรมที่กำหนด

ขั้นที่ 2 คิดต้นทุนของกิจกรรมเข้าสู่ Cost Object ที่ต้องการทราบ

รูปที่ 2.5
แสดงการคิด 2 ขั้นตอน

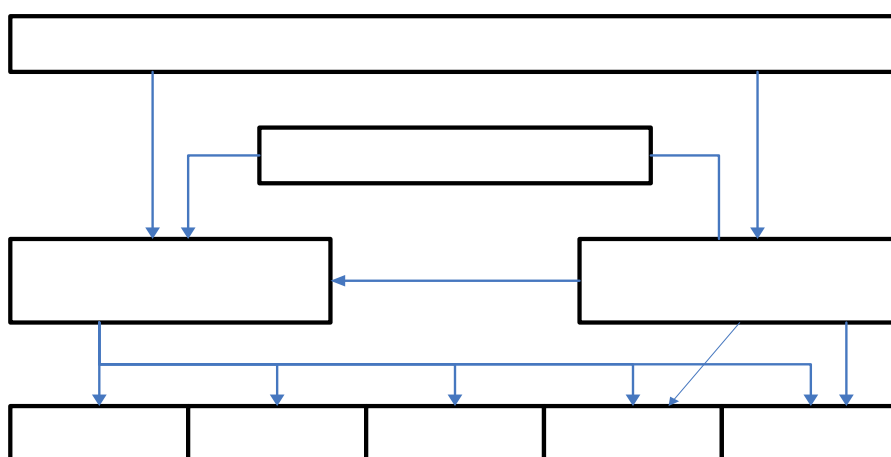


ที่มา: วรศักดิ์ ทุมมานนท์, การประยุกต์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับสถาบันการศึกษา, 2538

2. วิธีคิดหลายขั้นตอน (Multiple Stage Approach) ดังรูป 2.6

ใช้ในกรณีที่กิจกรรมซับซ้อน มีกิจกรรมสนับสนุนเป็นลำดับหลายขั้นตอน จึงต้องคิด (หรือ บันทึกรายต้นทุน) ลดหลั่นกันไปตามลำดับ

รูป 2.6
แสดงการคิดหลายขั้นตอน



ที่มา: วรศักดิ์ ทุมมานนท์, การประยุกต์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับสถาบันการศึกษา, 2538

2.2.5 ประโยชน์ของระบบต้นทุนฐานกิจกรรม

1. ทำให้เกิดความเที่ยงตรงมากขึ้นในการคำนวณการจัดสรรต้นทุนการผลิต โดยใช้ตัวผลักดันต้นทุน (Cost Driver) ซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมเป็นฐานในการจัดสรรค่าใช้จ่ายการให้บริการ
2. สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากระบบต้นทุนฐานกิจกรรมเป็นวิธีการวิเคราะห์กิจกรรมขององค์กร ทำให้สามารถประเมินได้ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและสามารถตัดออกไปได้
3. ช่วยให้อายุการใช้งานของข้อมูลมีความถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากการเก็บข้อมูลของแต่ละกิจกรรม ทำให้ฝ่ายบริหารสามารถรู้ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง นำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น อาจนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงโครงสร้างเดิมให้ดียิ่งขึ้น การผลิต

4. ทำให้การคำนวณต้นทุนเข้า Cost Object เช่น มีหลักเหตุผลในการปันส่วนที่ดีขึ้น และส่งผลให้ต้นทุนของสิ่งที่ต้องการหาประโยชน์ในการนำไปตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันได้ เช่นสามารถตั้งราคาได้อย่างถูกต้อง
5. ช่วยให้ผู้บริหารประเมินผลการสร้างคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับ คุณภาพ ราคา การให้บริการ และทันเวลาที่ต้องการ
6. ใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดทำงบประมาณตามกิจกรรม (Activity Based Budget)
7. ใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมต้นทุนและลดต้นทุน (โดยไม่ลดคุณภาพ)
8. เป็นระบบที่ใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพในการพัฒนาระบบงานไม่ได้ ใช้แต่เฉพาะข้อมูลทางการเงินเพียงอย่างเดียว แต่ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการปฏิบัติงาน เช่น นำมาใช้ร่วมกับ Key Performance Indicator (KPI), Balance Scorecard, Benchmarking, Management Cockpit
9. ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไรของลูกค้าแต่ละรายหรือแต่ละกลุ่มได้อย่างถูกต้อง (Customer Profitability Analysis)

2.2.6 ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับการขนส่ง

การแข่งขันที่รุนแรงที่เกิดขึ้นในธุรกิจการขนส่งในขณะนี้ ทำให้ผู้ประกอบการหลายรายนำกลยุทธ์การลดค่าขนส่งและการปรับปรุงการบริการมาใช้ ซึ่งข้อมูลที่สำคัญที่ช่วยประกอบการตัดสินใจคือ ต้นทุน ซึ่งบริษัทโดยทั่วไปมักแยกค่าใช้จ่ายตามประเภทของค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือน อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนขนส่งโดยวิธีโดยทั่วไปด้วยการนำต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดมาหารด้วยจำนวนหน่วยที่ขนส่งนั้น จะได้ต้นทุนที่ไม่ถูกต้องเพียงพอและยังไม่อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการวางแผนยุทธศาสตร์ การวางแผนการดำเนินการ และการปรับปรุงกระบวนการทำงานได้ เช่น ทราบเพียงแต่ว่าต้นทุนหมวดใดมีค่าสูงสุด แต่ไม่ทราบว่าเกิดจากกระบวนการหรือกิจกรรมใด จึงเป็นผลให้ธุรกิจมักลดต้นทุนด้วยการลดจำนวนพนักงานแทนที่จะลดต้นทุนโดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการหรือประเมินได้ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและสามารถตัดออกไปได้

สำหรับการศึกษาค้างนี้ ได้ใช้การคิดต้นทุนระบบ ABC ประยุกต์ใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งของบริษัท DHL Exel Supply Chain (Thailand) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการดำเนินการขนส่งเองกับต้นทุนในการใช้บริการขนส่งจาก Subcontractor โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ระบบ ABC มาเพื่อพิจารณาต้นทุนการให้บริการขนส่งจาก Subcontractor นั้น ทำให้เรา

สามารถประเมินได้ว่า กระบวนการขนส่งที่เกิดขึ้นทั้งหมด เมื่อจำแนกต้นทุนเข้าไปในกิจกรรมต่างๆ แล้ว ต้นทุนที่คำนวณได้นั้นเหมาะสมกับที่ DESC ได้จ่ายให้กับ Subcontractor มากหรือน้อยกว่า ที่ควรจะเป็นอย่างไร รวมทั้ง การจำแนกแต่ละกิจกรรมนั้น ทำให้ทราบว่า กิจกรรมใดบ้างที่ทำให้เกิดต้นทุนที่สูงเกิดความเป็นจริง หรือกิจกรรมใดบ้างที่ก่อเกิดต้นทุนโดยไม่จำเป็น ซึ่งอาจจะสามารถนำมาพิจารณาตัดกิจกรรมนั้นๆออก เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการขนส่งนี้ต่อไป

2.2.7 ปัญหาและข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้ระบบต้นทุนฐานกิจกรรม

1. ข้อมูลการใช้ทรัพยากรที่จะนำมาคิดเข้าแต่ละกิจกรรมนั้นเก็บรวบรวมได้ยาก เนื่องจากระบบบัญชีต้นทุนแบบเดิมจะจำแนกต้นทุนตามประเภทบัญชีตามบัญชีแยกประเภท และคิดไปตามแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องที่ใช้ทรัพยากร
2. ผู้บริหารและพนักงานในองค์กรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบต้นทุนฐานกิจกรรม ทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลงในการนำระบบต้นทุนฐานกิจกรรมมาใช้ และอาจเกิดการต่อต้านจากพนักงานได้
3. การกำหนดกิจกรรมที่เหมาะสมกับการดำเนินงานขององค์กร ทำได้ยากถ้าผู้ที่กำหนดไม่มีความเข้าใจในกระบวนการทำงานขององค์กรอย่างเพียงพอ
4. การกำหนดตัวหลักต้นทุนทรัพยากรและตัวหลักต้นทุนกิจกรรมที่เหมาะสมทำได้ยากถ้าผู้ที่กำหนดไม่มีความเข้าใจในกิจกรรมนั้นอย่างเพียงพอ
5. ยังคงขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการลงบัญชีของบริษัท หากการลงบัญชีมีความผิดพลาด จะทำให้โครงสร้างต้นทุนที่ได้ไม่ถูกต้อง เช่น การลงค่าใช้จ่ายผิดแผนก เป็นต้น
6. อาจมี Cost Pool บางชนิดที่ไม่สามารถที่จะปันส่วนได้ เช่น Software ที่ใช้ในการดำเนินงานในคลังสินค้า เป็นต้น

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis)

กระบวนการในการตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนระยะยาว ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของการตัดสินใจลงทุนออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) การตัดสินใจที่จะเลือกลงทุนในโครงการใหม่ ๆ หรือการขยายโครงการที่มีเดิม
- 2) การตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนทดแทน ในเงื่อนไขของการตัดสินใจลงทุนในโครงการใหม่เพื่อทดแทนเครื่องจักรเดิมที่เคยใช้อยู่

2.3.1 วิธีประเมินโครงการลงทุน

การประเมินโครงการลงทุน เพื่อการตัดสินใจลงทุนมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้มี 6 วิธี ดังนี้

1. งวดระยะเวลาคืนทุน (Payback period: PB) คือ ระยะเวลาของกระแสเงินสดรับที่คาดว่าจะได้รับในขนาดเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการพอดี ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$PB = \frac{Investment}{CashFlow}$$

เกณฑ์การตัดสินใจคือ

- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้น้อยกว่าระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการยอมรับโครงการ
- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้มากกว่าระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการปฏิเสธโครงการ

2. ระยะเวลาคืนทุนที่ปรับค่าของเวลา (Discounted Payback Period: DPB) คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานที่ปรับค่าของเวลาแล้ว มีค่าเท่ากับ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$DPB = \frac{Investment}{Cash\ Flow\ return\ Peresent\ Value}$$

เกณฑ์การตัดสินใจคือ

- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้น้อยกว่าระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการยอมรับโครงการ
- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้มากกว่าระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการปฏิเสธโครงการ

3. อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยทางบัญชี (Average Accounting Return: AAR) คือ อัตราผลตอบแทนในการลงทุนหลังจากหักภาษีและค่าเสื่อมราคาในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$AAR = \frac{\text{Average Netincome}}{\text{Average Investment}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

- อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (AAR) ที่คำนวณได้มากกว่าอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต้องการยอมรับโครงการ
- อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (AAR) ที่คำนวณได้น้อยกว่าอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต้องการปฏิเสธโครงการ

4. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$NPV = \sum_{n=1}^t \frac{CF_n}{(1+r)^n} - CF_0$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเป็น บวก จะยอมรับโครงการ
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเป็น ลบ จะปฏิเสธโครงการ

5. ดัชนีกำไร (Profitability Index: PI) คืออัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต ตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนในโครงการนั้นๆ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$PI = \frac{NPV}{CF_0}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

- กรณีดัชนีการกำไร มีค่ามากกว่า หรือ เท่ากับ 1 จะยอมรับโครงการ
- กรณีดัชนีการกำไร มีค่าน้อยกว่า 1 จะปฏิเสธโครงการ

6. อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่นำไปคิดลดกระแสเงินสดของโครงการลงทุน แล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับเท่ากับของกระแสเงินสดจ่าย สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$0 = \sum_{n=1}^t \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} - CF_0$$

2.3.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ที่อาจเกิดจากความเสี่ยงและความไม่แน่นอน และทำให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ โดยปกติจะทำการศึกษาในกรณีต่างๆ ต่อไปนี้

- 1) กรณีต้นทุนเพิ่มขึ้น
- 2) กรณีรายรับรวมลดลง
- 3) กรณีต้นทุนเพิ่มขึ้น และรายรับรวมลดลง

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการเพื่อดูว่าเมื่อสถานการณ์ทางด้านค่าใช้จ่ายและรายรับเปลี่ยนแปลงไปในหลากหลายกรณี โครงการนี้จะยังคุ้มค่าที่จะลงทุนหรือไม่

การศึกษาการลงทุนเพิ่มในสินทรัพย์ในครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์การประเมินโครงการลงทุน เพื่อการตัดสินใจลงทุนโดย 3 วิธี คือ งวระยะเวลาคืนทุน (Payback period: PB) เนื่องจาก คำนวณได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน, ทำให้ทราบสภาพคล่องของโครงการโดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีสภาพคล่องสูงกว่า และเป็นตัววัดความเสี่ยงของโครงการได้ โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่า ส่วนวิธีที่ 2 คือ อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) เนื่องจาก แสดงผลกระทบต่อมูลค่าของกิจการจากการลงทุนในโครงการนั้น , พิจารณากระแสเงินสดตลอดทั้งโครงการ , พิจารณาค่าของเงินที่แตกต่างกันในเวลาต่างกัน และพิจารณาความเสี่ยงของกระแสเงินสด และวิธีที่ 3 คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เนื่องจาก ทำให้ทราบผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ซึ่งจะพิจารณายอมรับโครงการได้หรือไม่ นั้น มูลค่าปัจจุบัน (NPV) จะต้องเป็นบวก

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้า

ในการออกแบบเส้นทางผู้ออกแบบจะต้องทราบว่าเส้นทางที่ออกแบบนั้นอยู่ในกลุ่มปัญหาใด และมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบเส้นทางเช่นไร ตลอดจนทราบถึงข้อจำกัดและตัวแปรต่าง ๆ ในการเดินทางแต่ละครั้งเสมอ ข้อจำกัดและตัวแปรที่ต้องพิจารณาทั่วไปมีดังนี้ (Beasley and Christofides, 1997)

- คลังสินค้า ผู้ออกแบบต้องทราบที่ตั้งและจำนวนคลังสินค้า
- ลูกค้า ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบปริมาณความต้องการสินค้าลูกค้าแต่ละราย , ที่ตั้งของลูกค้า , ข้อจำกัดในการเข้าถึงที่ตั้งของลูกค้า , ช่วงเวลาในการรับสินค้าที่ลูกค้ากำหนด (Time Window) เป็นแบบ Hard Time Window หรือ Soft Time Window กรณีเป็นแบบ Hard Time Window การส่งสินค้าไปถึงลูกค้าต้องตรงเวลาเท่านั้น กรณีเป็นแบบ Soft Time Window ลูกค้าจะกำหนดเวลาเตรียมพร้อมในการรับสินค้าเป็นช่วงเวลา
- ระบบเส้นทางในพื้นที่ให้บริการขนส่ง ผู้ออกแบบต้องทราบทั้งระยะทางและเวลาเฉลี่ยของแต่ละเส้นทาง , ระบบเส้นทางเดินรถแบบทางเดียว (One-Way) หรือ (Two-Way) เป็นต้น
- รถขนส่ง รถแต่ละคันมีข้อจำกัดด้านความจุ และช่วงเวลาทำงานตั้งแต่เริ่มต้นขนส่งจนกลับมาที่คลังสินค้า, เวลาพัก (Driver rest period), ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแต่ละครั้ง

จากสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเส้นทางทำให้ทราบว่าปัญหาเส้นทางมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามตัวแปร ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 วัตถุประสงค์หลักในการแก้ปัญหาเส้นทาง

- เพื่อลดจำนวนรถขนส่งสินค้า หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้ง
- เพื่อลดระยะทางหรือลดระยะเวลาในการเดินทาง เมื่อระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางลดลง ค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่

ละครั้งลดลงตามไปตามค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน ได้แก่ค่าน้ำมัน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนเส้นทางนั้นๆ

- เพื่อลดทั้งค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่และค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน คือ ลดทั้งจำนวนรถ ระยะเวลา และระยะทางในการเดินทางในการเดินทาง ซึ่งถือว่าการลดค่าใช้จ่าย ต้นทุนทั้งหมดให้น้อยที่สุด (Total Cost Minimized)
- ออกแบบเส้นทางเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ

ทั้งนี้การออกแบบเส้นทางเดินรถส่วนใหญ่จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์ใน 3 ประการแรก ก่อนเป็นสำคัญ

2.4.2 ปัญหาเส้นทางเดินรถ

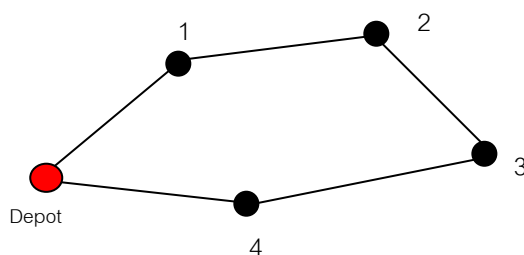
ปัญหาเส้นทางเดินรถมีพื้นฐานเริ่มจากความต้องการที่จุดต่างๆ ซึ่งต้องการให้มี ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด และมีเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม แนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา การจัดเส้นทางเดินรถจะแปรเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบหรือข้อจำกัด ซึ่งงานศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการ วางแผนการจัดเส้นทางของรถบรรทุก 6 ล้อ จากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวกระจายสินค้าให้กับ ลูกค้าในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลจำนวน 9 จุด ต้องการแก้ปัญหาของการใช้รถให้เกิดประโยชน์ สูงสุดภายในระยะเวลาที่กำหนด

รูปแบบปัญหาเส้นทางเดินรถ

- การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง หรือ Traveling Salesman Problem (TSP) เป็นรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน โดยมีเงื่อนไขว่า พนักงานขายต้องเดินทางผ่านทุกเมือง และเดินทางมายังจุดเริ่มต้น ที่มีระยะทาง ที่สั้นที่สุดเป็นการจัดลำดับการส่งสินค้าที่ใช้เส้นทางเดียวให้กับลูกค้าต่างๆ โดย ออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว และไม่มีข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถ โดยผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่าน ลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียว ดังรูป 2.7

รูปที่ 2.7

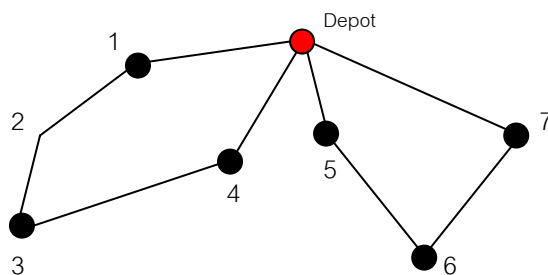
ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)



- The M- Traveling Salesman Problem (TSP-M) หรือการจัดเส้นทางเดินรถแบบหลายเส้นทาง เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนาจากการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คน เป็นปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ ดังรูป 2.8

รูปที่ 2.8

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง (MTSP)



2.4.3 วิธีการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

การหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ วิธีการหาคำตอบแบบ Exact Optimization และ Heuristic Optimization ซึ่งความแตกต่างของ 2 วิธีการนี้จะอยู่ที่ผลลัพธ์ของวิธีการหาคำตอบ โดยสำหรับ Exact Optimization นั้นคำตอบนั้นจะอยู่ในค่าของคำตอบที่ดีที่สุด (Mathematical Optimal) ซึ่งจำเป็นต้องสร้างตัวแปรทาง

คณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ปัญหา ในขณะที่วิธีการแบบ Heuristic Optimization จะได้คำตอบในรูปของค่าใกล้เคียงที่ดีที่สุด (Approximate Optima) แต่เนื่องจากรูปแบบของปัญหาในทางปฏิบัติจะมีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมากกว่าลักษณะปัญหาในเชิงทฤษฎีที่มีลักษณะแบบ Formal Framework จึงทำให้การแก้ไขปัญหามิอาจทำได้โดยอาศัยการประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบ Heuristic Optimization ซึ่งเป็นการค้นหาคำตอบที่ใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้ามาช่วยในการเข้ามาแก้ปัญหาย่างง่ายเพื่อให้ได้คำตอบที่รวดเร็วที่สุด โดยคำตอบที่ได้ต้องดีเพียงพอและยอมรับได้รูปแบบการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบเป็นวิธีการอย่างมีเหตุผลตามประสบการณ์และความสมเหตุสมผล วิธีการแก้ปัญหามิอาจพัฒนาขึ้นตามระดับความยากง่ายของปัญหาโดยจะนำความคิดสามัญสำนึกในการแก้ปัญหาของมนุษย์ผนวกเข้ากับแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา (French :1982)

2.4.4 ขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาเส้นทาง แบบศึกษาสำนึก (Heuristic Algorithm) มีดังนี้

1. **กลุ่มสร้างทัวร์ (Tour Construction Procedures)** : เป็นวิธีการสร้างทัวร์ที่เป็นไปได้จากคลังเก็บสินค้า (Depot) ไปสู่จุดลูกค้าโดยคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและพยายามลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางในกลุ่มนี้ได้แก่

1.1 วิธี Saving Method ของ Clark and Wright : เป็นวิธีการรวมจุดส่งสินค้าจุดอื่น ๆ เข้าไปในเส้นทางหลักแทนการจัดสินค้าเป็น 2 เส้นทาง การรวมจุดส่งทำให้เกิดการประหยัดในการเดินทาง ทั้งนี้ค่าการประหยัดอาจพิจารณาจากค่าขนส่ง ระยะทาง หรือค่าอื่น ๆ ตามแต่ความเหมาะสม อีกทั้งควรพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทางในการส่งสินค้าด้วยวิธีการรวมจุดส่งว่าสามารถจัดส่งสินค้าได้ตามสภาพความเป็นจริงหรือไม่ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกจุดส่ง (Node) ที่เป็นศูนย์กลางกระจายสินค้า (Central Depot) แล้วกำหนดเป็นจุดส่งที่ 1

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าการประหยัดที่จะผนวกเป็นเส้นทางเดียวกันของคู่จุดส่ง i ใดๆ ไปยังจุดส่ง j ใดๆ (S_{ij}) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $C_{1i} + C_{1j} - C_{ij}$

ขั้นที่ 3 เรียงลำดับค่าการประหยัด (S_{ij}) จากมากไปน้อย

ขั้นที่ 4 เริ่มสร้างเส้นทางย่อยโดยเชื่อมจุดส่ง i และ j ที่มีค่าการประหยัดมากที่สุดและทำซ้ำจนครบทุกจุดส่ง

1.2 วิธี Nearest Neighbor Procedure : เป็นการค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้กับจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยที่ปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถ ทั้งนี้ค่าการประหยัดอาจพิจารณาจากระยะทางหรือ

ระยะเวลาในการเดินทางได้ตามความเหมาะสม วิธีการสร้างทัวร์นี้เริ่มจากจุดเริ่มต้นของเส้นทาง โดยเป็นจุดที่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่ใกล้กับจุดสุดท้ายมากที่สุด เพิ่มจุดเข้าเส้นทาง และทำวนซ้ำจนจุดทุกจุดอยู่ในเส้นทาง จากนั้นจากจุดสุดท้ายไปยังจุดเริ่มต้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดส่ง (node) ที่ เป็นจุดเริ่มต้นของเส้นทาง

ขั้นที่ 2 หาจุดส่งที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจุดส่งที่ถูกส่งให้อยู่ในเส้นทางแล้วไปยังจุดส่งข้างเคียงที่น้อยที่สุด และนำจุดส่งที่เลือกเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทาง

ขั้นที่ 3 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนสามารถผ่านจุดส่งทุกจุด แล้วจึงบรรจบจุดส่งสุดท้ายเข้ากับจุดส่งที่เริ่มต้น

ข้อสังเกต การคำนวณแต่ละครั้งจะมีจำนวนครั้งในการคำนวณเท่ากับ n^2 ครั้ง โดย n แทนจำนวนจุดส่ง (node) แต่การคำนวณอาจต้องกระทำซ้ำเป็นจำนวน n ครั้ง เนื่องจากจะต้องเลือกจุดส่งเพื่อเป็นค่าเริ่มต้นใหม่เป็นจำนวน n ครั้ง เพื่อหาเส้นทางที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำสุด

1.3 วิธี Two – Phase Algorithm (Split + TSP) : แบ่งเป็น 2 วิธีการ

1.3.1) *Cluster- First, Route – Second Method* : วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทางโดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อนแล้วค่อยทำการหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น Seed Point นั้นเลือกจากหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- เป็นจุดที่อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากที่สุด (Farthest from depot)
- เป็นจุดที่มีสิทธิพิเศษสูงที่สุด (Highest Priority)
- เมื่อได้ Seed Point แล้วทำการเพิ่มจุดลูกค้าอื่น ๆ เข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้ครบตามความจุของรถขนส่ง ลูกค้าที่ถูกเพิ่มจะพิจารณาจาก
 - ความใกล้ (Nearest Neighbor or Nearest Insertion)
 - ความประหยัด (Saving)
 - ค่ามุมที่ตั้งของลูกค้า (Minimum Angle)

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่มลูกค้าย่อยที่ได้แบ่งไว้ในขั้นตอนแรกโดยวิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดใน Cluster นั้น ๆ

1.3.2) *Route First, Cluster Second Method* : วิธีการนี้จะหาเส้นทางเดินรถก่อน แล้วค่อยแบ่งเขต โดยขั้นแรกจะเป็นการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุดสำหรับรถคันเดียวที่สามารถผ่านได้ทุกจุดในโครงข่าย เส้นทางเดินทางเดี่ยว ๆ นี้เรียกว่า Giant Tour แต่เนื่องจากรถคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดใน Giant Tour ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ได้ ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการแบ่ง Giant Tour ออกเป็นเส้นทางขนส่งย่อย ๆ ซึ่งแต่ละเส้นทางย่อยจะใช้รถ 1 คัน

1.4 Insertion Procedure (Rosencrantz, Stearns และ Lewis, 1977) : วิธีการนี้เป็นการสร้างเส้นทาง (tour) ที่เป็นคำตอบที่เหมาะสมโดยเลือกจุดส่ง (node) ที่ควรจะถูกเชื่อมต่อกับเส้นทางย่อย (sub tour) ที่มีอยู่แล้วจนได้เส้นทางที่ผ่านจุดส่งทั้งหมด โดยมีแนวทางในการคำตอบอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.4.1) Nearest Insertion Procedure: เป็นวิธีการนำจุดส่งข้างเคียงที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางย่อย โดยวิธีการดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้นสร้างเส้นทางที่เส้นทางที่เรียกว่า กราฟส่วนย่อย (sub graph) ที่ประกอบด้วยจุดส่ง i เพียงจุดเดียวก่อน

ขั้นที่ 2 หากจุดส่ง p ที่ทำให้ C_{ip} มีค่าน้อยที่สุดและสร้างเส้นทางย่อย (sub tour) ในการเดินทางจาก i ไปยัง p และกลับไปที่ i อีกครั้ง ($i - p - i$)

ขั้นที่ 3 (เรียกว่า Insertion Step) หาเส้นเชื่อม arc (i, j) ในเส้นทางย่อย (sub tour) ที่ทำให้ค่า $C_{ip} + C_{pj} - C_{ij}$ ต่ำสุด และนำจุดส่ง p ดังกล่าวไปอยู่ระหว่างจุดส่ง i และ j

ขั้นที่ 4 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 3 จนกระทั่งจุดส่งทุกจุดอยู่ในเส้นทางย่อย

2. กลุ่มปรับปรุงทัวร์ (Tour Improvement Procedures) : เป็นการค้นหา Tour ที่ดีที่สุดจากทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ เป็นวิธีการปรับปรุงเส้นทางเป็นเดินรถที่มีอยู่แล้วซึ่งอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดมาปรับปรุงเส้นทาง โดยการสลับหรือแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อให้เส้นทางใหม่ที่มีพัฒนาขึ้นเป็นคำตอบที่ดีกว่าเดิม

วิธีการนี้นิยมใช้ในการแก้ปัญหา TSP ที่มีความซับซ้อน เพื่อลดการวิเคราะห์ปัญหาโดยการแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดจากเส้นทางเดินรถที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีวิธีที่ใช้ คือ การเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง (2 - opt) หรือ การแลกเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 3 เส้นทาง (3 - opt) หรือ มี k เส้นทาง (k - opt) โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

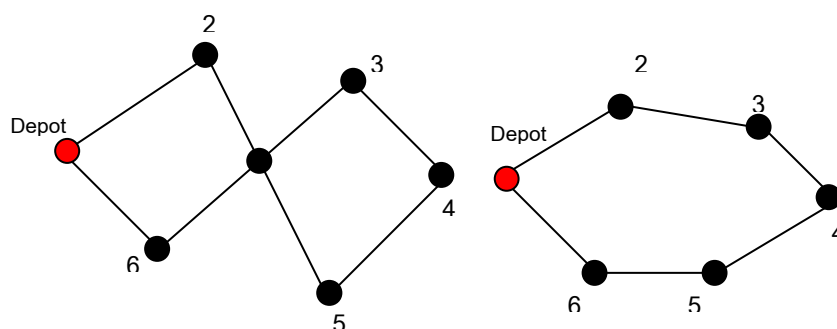
ขั้นที่ 1 หาเส้นทางเดินรถเบื้องต้นโดยอาจจะสมมติเส้นทางจากประสบการณ์เพื่อหาเส้นทางเดินรถที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงเส้นทางโดยการสลับตำแหน่งใหม่ โดยลบเส้นทางเดิมที่มีอยู่ K เส้นทาง จากนั้นแทนที่เส้นทางใหม่ K เส้นทาง ที่ทำให้เส้นทางผ่านทุกจุดส่ง หลังจาก นั้น ตรวจสอบเส้นทางใหม่ที่ปรับปรุงว่ามีค่าใช้จ่ายขนส่งที่ต่ำกว่าเส้นทางเดิมหรือไม่ ถ้าเส้นทางที่ได้ใหม่มีค่าต่ำกว่าเส้นทางเดิม แสดงว่าเส้นทางใหม่ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีกว่า

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงเส้นทางใหม่อีกครั้งด้วยวิธีการในขั้นที่ 2 จนไม่สามารถปรับปรุงเส้นทางได้ โดยปกติมักพบว่าวิธีการแบบ 3 - opt จะมีประสิทธิภาพมากกว่า 2 - opt

รูปที่ 2.9

รูปตัวอย่างปรับปรุงเส้นทางแบบ 2-opt



3. **กลุ่มปรับปรุงทัวร์แบบผสม (Composite Procedure)** : วิธีนี้จะเริ่มต้นด้วยวิธีการสร้างทัวร์เริ่มต้น จากนั้นหาทัวร์ที่ดีที่สุด โดยใช้การปรับปรุงทัวร์ 1 วิธี หรือมากกว่า 1 วิธี โดยวิธีการดำเนินงานคือ เป็นวิธีการจัดเส้นทางที่นำเทคนิควิเคราะห์ปัญหาของทั้งเส้นทาง และปรับปรุงเส้นทางมาผสมผสานกัน วิธีการที่นิยมมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาเส้นทางเริ่มต้นโดยวิธีการสร้างเส้นทาง

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงเส้นทางเดินรถในเบื้องต้นด้วยวิธีการแลกเปลี่ยน 2 เส้นทาง (2-opt)

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงเส้นทางเดินรถในครั้งต่อไป ด้วยวิธีการแลกเปลี่ยน 3 เส้นทาง (3-opt)

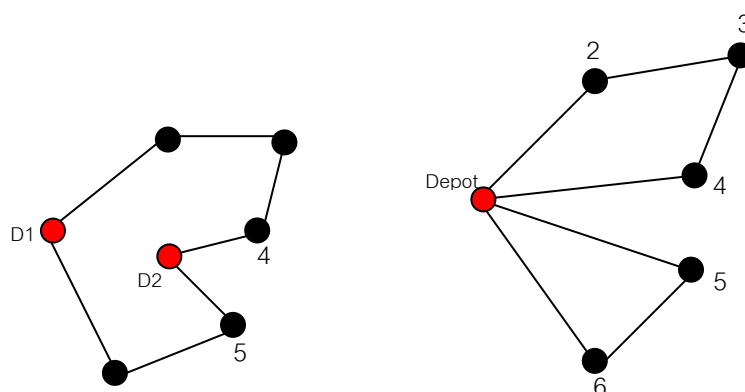
วิธีการนี้สามารถร่นระยะเวลาคำนวณให้น้อยลงและรวดเร็ว ซึ่งให้เส้นทางที่เป็นผลลัพธ์ที่ดีและมีความถูกต้องกว่า

4. **ปัญหาการจัดเส้นทางรถหลายเส้นทาง (Multiple Traveling Salesman Problem : MTSP)** สมมติให้ M เป็นจำนวนหรือเส้นทางที่จะส่งสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆ จำนวน $n-1$ แห่ง โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของเส้นทางจำนวน M เส้นทาง

มีค่าน้อยที่สุด เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหา MTSP มีหลายแนวทาง เช่นเดียวกับปัญหาประเภท TSP นอกจากนี้ยังมีเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาอีกแบบหนึ่ง คือ การเปลี่ยนปัญหาให้เสมือนปัญหา TSP โดยการเพิ่มจุดส่ง (Node) ใหม่จำนวน M จุดส่ง คือ $D_1, D_2, \dots, D_m$ และให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งใหม่ไปจุดส่งต่าง ๆ ให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากศูนย์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ และกำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างตำแหน่งเพิ่มขึ้นมาใหม่มีค่าสูงมากเพื่อให้ไม่มีการเชื่อมกันระหว่างศูนย์ เช่น D_1-D_2 เป็นต้น แล้วจึงวิเคราะห์ปัญหาแบบ TSP แทน โดยภายหลังการวิเคราะห์จะต้องแปลงเส้นทางที่ได้ดังกล่าวเป็นปัญหาแบบ MTSP ตามเดิมแทน

รูปที่ 2.10

เทคนิคการจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง



5. ปัญหาแบบ Vehicle Routing Problem (VRP)

ปัญหาแบบ VRP เป็นการหาจำนวนเส้นทางเดินรถและลำดับของการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดต่าง ๆ โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของรถบรรทุกคันมีค่าน้อยที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดของการจัดส่ง เช่น ความจุ หรือ ระยะเวลาในการขับขี่

เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาจะเป็นวิธีการเดียวกับปัญหา TSP แต่ต้องตรวจสอบความจุของรถและเวลาเดินรถต้องไม่เกินข้อกำหนดทุกครั้งของการวิเคราะห์ โดยเมื่อการจัดเส้นทางถึงขีดจำกัดก็ต้องเปลี่ยนรถหรือจัดเส้นทางใหม่เข้ามาเพิ่ม เทคนิคที่นิยมในการแก้ปัญหานี้ได้แก่

5.1 Saving หรือ Insertion Procedure: โดยการหาค่าประหยัดค่าใช้จ่าย แล้วจึงเรียงค่าประหยัดจากมากไปหาน้อยเพื่อสร้างเส้นทางที่ทำให้เกิดค่าประหยัดสูงสุด โดยยังไม่เกินเงื่อนไขความจุของรถ โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกลูกค้า 2 จุดที่มีค่า Savings มากที่สุด และตรวจสอบว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะรวมลูกค้า i และ j ให้เข้าอยู่ในเส้นทางเดียวกันโดยไม่ทำให้เกิดข้อขัดแย้งกับเงื่อนไข อาจหมายถึง น้ำหนักของสินค้าจะต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ หรือ ระยะทาง / ระยะเวลาต้องไม่เกินกำหนดที่ตั้งไว้ หรือจำนวนของลูกค้าต้องไม่เกินลูกค้าที่มากที่สุดที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 ถ้ากำหนดให้ลูกค้าเข้าไปรวมอยู่ในเส้นทางใด ๆ แล้วเกินความสามารถของการบรรทุกของยานพาหนะ กำหนดให้ยานพาหนะคันดังกล่าวเดินทางกลับที่ Depot ทันที

ขั้นที่ 3 รวมลูกค้าที่จุด i และ j เข้าเส้นทางใหม่เดียวกันและลบเส้นทางเดิม $D-i-D$ และ $D-i-D$ ออก

ขั้นที่ 4 กระทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดยเลือกลูกค้าจุดที่ 2 ถัดไปที่มีค่า saving มากที่สุด

ขั้นที่ 5 หยุดการทำงานเมื่อพบว่าค่า saving ที่เป็นบวก ถูกพิจารณาหมดแล้ว

วิธีการหาค่าประหยัดมีวิธีการเลือกเส้นทางให้เข้ามาอยู่ในเส้นทางอยู่ 3 ประเภท (Breedam, 1994) คือ

- 1) Sequential Saving Heuristic (SS) เป็นวิธีการหาเส้นทางเดินรถแต่ละเส้นทาง โดยการเพิ่มจุดส่งที่ไม่ได้อยู่ในเส้นทางให้เข้ามาอยู่ปลายเส้นทางด้วยค่าประหยัด โดยเรียงลำดับจากค่ามากไปน้อย ทั้งนี้เส้นทางที่ได้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ วิธีการนี้มีข้อดีเนื่องจากเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละเส้นทางมีการใช้รถอย่างคุ้มค่า เพราะรถจะมีการเพิ่มขึ้นใหม่ก็ต่อเมื่อสินค้าจะเกือบเต็มคันรถเท่านั้น หรือข้อจำกัดอื่น แต่วิธีการนี้อาจมีข้อด้อยเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่มีค่าน้อยที่สุด
- 2) Parallel Saving Heuristic (PS) เป็นวิธีการสร้างเส้นทางโดยเริ่มจากการนำจุดส่ง 2 จุด ที่ไม่อยู่ในเส้นทางแต่ทำให้มีค่าประหยัดสูงสุดเข้ามาอยู่ในเส้นทางก่อน หลังจากนั้นหาค่าพิจารณาหาจุดสองจุดถัดไปที่มีค่าประหยัดรองลงมาอยู่ในเส้นทาง โดยถ้าจุดสองจุดไม่เคยอยู่ในเส้นทางมาก่อนก็ให้สร้างเป็นเส้นทางใหม่ แต่ถ้าหากมีจุดส่งใดอยู่ในเส้นทางแล้ว ให้นำเส้นทางดังกล่าวมารวมกันโดยเส้นทางจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด

- 3) Generalized Saving Heuristic (GS) เป็นวิธีการที่พัฒนาจากวิธี PS โดยพิจารณาว่าจะนำจุดส่งสองจุดที่ไม่อยู่ในเส้นทางเป็นเส้นทางเดียวกันได้แล้ว ยังมองว่าเส้นทางที่ได้จากวิธี PS อาจนำมารวมกันเป็นการสร้างเส้นทางใหม่ ได้ ถ้าระยะทางในการขนส่งลดลงจากเดิม ดังนั้นวิธีการนี้จะต้องตรวจสอบการประหยัดที่เกิดขึ้นทุกครั้งจึงทำให้ใช้เวลามากขึ้น

จากวิธีการหาค่าประหยัดมีวิธีการเลือกเส้นทางให้เข้ามาอยู่ในเส้นทางอยู่ 3 ประเภท เลือกวิธี SS มาใช้กับงานศึกษาในครั้งนี้ เพราะวิธีการนี้สามารถพัฒนาแบบจำลองได้ง่ายและไม่ซับซ้อน

5.2 Sweep Approach: เป็นวิธีการหาจำนวนเส้นทางและลำดับการส่งสินค้าโดยการแบ่งเส้นทางเป็นพื้นที่ความรับผิดชอบโดยการหมุนเส้นสมมติในทิศทางเข็มหรือตามเข็มนาฬิกา และรวมปริมาณสินค้าดังกล่าวผ่านร้านต่าง ๆ จนกระทั่งผลรวมของปริมาณสินค้าใกล้เคียงความจุของรถบรรทุกจึงเปลี่ยนรถใหม่เข้ามาเพิ่มจนกระทั่งหมุนเส้นครบรอบ หลังจากนั้นใช้เทคนิคการแก้ปัญหา TSP สำหรับรถแต่ละคัน

2.4.5 สรุปผลจากการทบทวนทฤษฎีสามารถสรุปได้ดังนี้

การศึกษาในครั้งนี้เลือกใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) เนื่องจากวิธีการเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) เป็นวิธีการที่ซับซ้อนและยากต่อการพัฒนา และใช้เวลานานในการสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ ฌนกร อินทร์พยุง (2548) ที่ได้กล่าวไว้ว่า วิธีฮิวริสติกส์ ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาคำตอบของแต่ละปัญหาเท่านั้น ดังนั้นวิธีใช้วิธีฮิวริสติกส์ที่สามารถหาคำตอบสำหรับปัญหาหนึ่งจึงไม่สามารถนำไปใช้ในการหาคำตอบอีกปัญหาหนึ่งได้ นอกจากนี้ ในบางครั้ง ปัญหาการตัดสินใจที่พิจารณาอยู่อาจไม่สามารถเขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ (Mathematical Model) เพราะว่าปัญหานั้นแปรเปลี่ยนเงื่อนไขในการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน ในทางปฏิบัติ นักวางแผนอาจจะไม่ต้องการคำตอบที่ดีที่สุด แต่อาจต้องการคำตอบที่เพียงพอที่สามารถหาได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด หรือ บางครั้งมีคำตอบที่อยู่ในใจอยู่แล้ว

ขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาเส้นทางด้วยวิธีฮิวริสติกส์ ที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ วิธี Saving เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ได้คำตอบตรงไปตรงมา แม้ว่าวิธีนี้จะไม่ประกันถึงการได้คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม ซึ่งสำหรับปัญหาที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นปัญหาที่ไม่ได้มีขนาดใหญ่และไม่ซับซ้อน วิธี saving จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ง่ายต่อการคำนวณ