

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนำ

การให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมแก่ความต้องการเฉพาะของลูกค้าแต่ละรายนั้น ก่อให้เกิดประโยชน์หลายอย่าง เช่น การเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน การเพิ่มรายได้ การเพิ่มกำไรและต้นทุน เป็นต้น จึงเป็นข้อสนับสนุนที่เพียงพอให้เราเปลี่ยนจากการให้บริการแบบเดียวสำหรับลูกค้าทุกราย การให้ความสำคัญเพียงการบริการต้นทุนให้มีประสิทธิภาพก็ถือว่าเป็นสิ่งเดียวที่จำเป็นแต่ไม่เพียงพอ ยังต้องมีเป้าหมายที่จะให้บริการที่เหมาะสมแก่ลูกค้าแต่ละรายด้วย ดังนั้นความท้าทายของบริการโลจิสติกส์แบบใหม่จึงเป็นการให้บริการโลจิสติกส์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าแต่ละราย โดยที่ยังสามารถบริหารต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ณกร อินทร์พยุ่ง, 2548)

การขนส่ง (Transportation) ในที่นี้ หมายถึงการเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานที่ผลิตไปยังสถานที่บริโภคสินค้านั้น ซึ่งการเคลื่อนย้ายสินค้านี้ระหว่างสถานที่ดังกล่าวก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มของสินค้า ซึ่งมูลค่าเพิ่มนี้เรียกว่า อรรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility)

อรรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility) เกิดขึ้นจากการเก็บรักษาสินค้าไว้จนกระทั่งเกิดความต้องการในการบริโภคสินค้านั้น การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอรรถประโยชน์ด้านเวลา ทั้งนี้เพราะเป็นตัวกำหนดความเร็วและความสม่ำเสมอในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง ซึ่งหากผู้ขายไม่สามารถหาสินค้าได้ทันตามที่ลูกค้าต้องการ ก็จะก่อให้เกิดลูกค้าไม่พอใจและสูญเสียโอกาสในการขาย หรือหากลูกค้าเป็นโรงงานอุตสาหกรรม ก็จะทำให้เกิดปัญหาการผลิตหยุดชะงักเนื่องจากชิ้นส่วนและวัตถุดิบมาไม่ทันตามเวลาที่ต้องการ เป็นต้น (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุดิ และคณะ, 2548)

บทบาทของการขนส่งในโซ่อุปทาน

ซูนิล ซอพปรา และปีเตอร์ มายเดล (2546) กล่าวว่า การขนส่งหมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งการขนส่งจะทำให้เกิดการสร้างเส้นทางจากจุดเริ่มต้นของโซ่อุปทานไปสู่มือลูกค้า โดยที่การขนส่งจะมีบทบาทสำคัญในทุก ๆ โซ่อุปทานเนื่องจากการเป็นภารกิจที่สินค้าจะถูกผลิตแล้วถูกนำไปใช้ในที่เดียวกัน นอกจากนี้การขนส่งยังถือเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในโซ่อุปทาน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 1996 ค่าใช้จ่าย

ในการขนส่งคิดเป็นมูลค่าถึง 455 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งคิดเป็นประมาณ 6% ของสินค้าที่ผลิตขึ้นในประเทศ

ความสำเร็จของโซ่อุปทานบางสายนั้น จะมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการขนส่งที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น ห้างวอลมาร์ต ประสบความสำเร็จอย่างมากในการใช้ระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง และเพื่อให้บรรลุผลในการเก็บรักษาสินค้าในระดับราคาที่เหมาะสมมากขึ้น ห้างวอลมาร์ตได้จัดให้มีการเก็บรักษาสินค้าคงคลังในระดับที่ต่ำ และมีการเติมเต็มสินค้าทันทีหลังจากสินค้าได้ถูกขายออกไปแล้ว การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เกิดจากการเติมเต็มสินค้าบ่อย ๆ นั้น ทางห้างวอลมาร์ตได้ทำการสรุปสินค้าต่าง ๆ ที่จะทำการส่งไปยังร้านค้าปลีกต่าง ๆ โดยให้รถบรรทุกที่ออกจากผู้จัดส่งสินค้าต่าง ๆ ณ ศูนย์กระจายสินค้าใช้กระบวนการการขนถ่ายสินค้าข้ามท่า ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่สินค้าจะถูกแลกเปลี่ยนระหว่างรถบรรทุกต่าง ๆ จนกระทั่งรถบรรทุกแต่ละคันจะสามารถไปยังร้านค้าปลีกด้วยสินค้าที่มาจากผู้จัดส่งสินค้าต่าง ๆ ห้างวอลมาร์ตยังใช้ระบบการขนส่งของพวกเขาเพื่อที่จะให้ร้านค้าต่าง ๆ สามารถแลกเปลี่ยนสินค้าเมื่อมีการขาดสินค้าหรือมีสินค้าเกินความต้องการ ณ ที่ต่าง ๆ ได้อีกด้วยการใช้ระบบการขนส่งสินค้าที่สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วและวิธีการขนถ่ายสินค้าข้ามท่านี้ทำให้บริษัทสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้ และการขนส่งยังเป็นหัวใจหลักที่ทำให้ห้าง วอลมาร์ต สามารถปรับปรุงและทำให้เกิดความเหมาะสมระหว่างปริมาณในการป้องกันสินค้า และความต้องการ ในขณะที่ยังคงมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำอยู่

การขนส่งที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จของธุรกิจ ออนไลน์ต่าง ๆ เนื่องจากธุรกิจเหล่านี้จะดึงดูดความสนใจของลูกค้าจากสถานที่ต่าง ๆ ที่ห่างออกไป และสินค้าจะต้องถูกขนส่งจากผู้ขายไปยังลูกค้า ด้วยความเจริญเติบโตด้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ บนอินเทอร์เน็ตนั้น ผู้ขายออนไลน์ จะมีส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างมากกับการขนส่งที่มีประสิทธิภาพดังเช่น Webvan และ Peapod ที่มีบริการส่งสินค้าอุปโภคบริโภคจากร้านขายของชำไปยังผู้บริโภค ซึ่งการส่งสินค้าไปตามบ้านนี้ได้เจริญเติบโตไปพร้อมกับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ โดยที่การขนส่งมีบทบาทที่สำคัญอย่างมากในความสำเร็จของโซ่อุปทานเหล่านี้

ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจด้านการขนส่ง

มีผู้เกี่ยวข้องที่สำคัญ 2 กลุ่มในการขนส่งใด ๆ ในโซ่อุปทาน ได้แก่ ผู้ส่ง (Shipper) เป็นบุคคลซึ่งต้องการจะเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างจุดสองจุดในโซ่อุปทาน และผู้ทำการขนส่ง (Carrier) ซึ่งเป็นตัวกลางที่เคลื่อนย้ายหรือขนส่งสินค้า เมื่อทำการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการขนส่ง

ปัจจัยที่ควรพิจารณาขึ้นกับการที่อยู่ในฐานะของผู้ส่งหรือผู้ทำการขนส่ง ตัวผู้ทำการส่งจะทำการตัดสินใจที่เกี่ยวข้อง การลงทุนซึ่งเกี่ยวข้องได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง (Transportation Infrastructure) และต่อมาจะทำการตัดสินใจด้านการปฏิบัติการเพื่อพยายามทำให้เกิดผลประโยชน์จากสินทรัพย์ต่าง ๆ เหล่านั้นให้มากที่สุด แต่ในทางตรงกันข้ามผู้ส่งจะทำการขนส่งเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต่ำที่สุด (การขนส่ง สินค้าคงคลัง สารสนเทศ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ) โดยที่ยังคงสามารถให้การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในระดับที่เหมาะสม

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ทำการขนส่ง

เป้าหมายของผู้ทำการขนส่งก็คือ การตัดสินใจด้านการลงทุนและการตั้งนโยบายในการปฏิบัติการที่ทำให้เกิดผลประโยชน์จากการลงทุนบนสินทรัพย์ต่าง ๆ เหล่านั้นให้มากที่สุด ผู้ทำการขนส่ง เช่น สายการบิน, การรถไฟ หรือ บริษัทที่บริการด้านการขนส่งโดยรถบรรทุก จะต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่อไปเมื่อมีการลงทุนในสินทรัพย์ต่าง ๆ หรือทำการตั้งราคาและนโยบายในการปฏิบัติการ

1.1 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะ คือ ค่าใช้จ่ายที่ผู้ทำการขนส่งใช้สำหรับการซื้อหรือเช่าพาหนะสำหรับใช้ในการขนส่งสินค้า ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะนี้จะถูกคิดไม่ว่าพาหนะนั้นจะถูกใช้หรือไม่ และจะถูกพิจารณาให้เหมาะสมสำหรับการตัดสินใจด้านการปฏิบัติในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยผู้ทำการขนส่ง เมื่อมีการตัดสินใจด้านกลยุทธ์ในแบบช่วงเวลาระยะยาว หรือ แบบช่วงเวลาระยะปานกลางนั้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะเป็นค่าใช้จ่ายแปรผันและจำนวนของยานพาหนะนี้จะเป็นส่วนโดยตรงกับจำนวนของยานพาหนะที่ถูกเช่าหรือซื้อ

1.2 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการปฏิบัติการ คือ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ สถานี ประตูด่านบิน และค่าแรงงานที่ถูกก่อกำหนดไม่ว่าพาหนะจะถูกใช้หรือไม่ก็ตาม ตัวอย่างต่าง ๆ จะรวมถึงค่าใช้จ่ายคงที่ของสิ่งอำนวยความสะดวก ณ สถานีที่ใช้ในการขนส่งหรือจุดศูนย์กลางของสนามบินที่ไม่ขึ้นกับจำนวนของรถบรรทุกที่เข้ามาแวะในสถานีหรือเที่ยวบินต่าง ๆ ที่ลงจอดในจุดศูนย์กลางการบินนั้น หากผู้ขับจะต้องจ่าย และไม่ขึ้นกับตารางการขนส่งที่วางไว้ เงินเดือนของพนักงานจัดอยู่ในหมวดนี้ด้วย สำหรับการตัดสินใจด้านการปฏิบัติานั้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะถูกกำหนดให้คงที่ สำหรับการวางแผนและการตัดสินใจด้านกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับทำเลที่ตั้งและขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นค่าใช้จ่ายแปรผัน ส่วนค่าใช้จ่ายคงที่ในการปฏิบัติการจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการ

1.3 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง คือ ค่าใช้จ่ายด้านการใช้พาหนะในการเดินทางแต่ละครั้งรวมถึงค่าแรงงานและค่าเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายนี้จะขึ้นกับระยะทางและระยะเวลาของการเดินทางแต่เป็นอิสระกับปริมาณที่จะทำการขนส่ง ค่าใช้จ่ายนี้เป็นค่าใช้จ่ายในการผันแปรเมื่อมีการตัดสินใจด้านกลยุทธ์หรือการวางแผน และการตัดสินใจด้านการปฏิบัติการจะมีผลกระทบต่อระยะทางและระยะเวลาของการเดินทาง

1.4 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ คือ ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งสินค้าขึ้นและลงและสัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณที่จะถูกส่งไป ค่าใช้จ่ายนี้จะมีลักษณะผันแปรไปในทุก ๆ การตัดสินใจด้านการขนส่งถ้าหากแรงงานที่ใช้ในการนำสินค้าเข้าและออกถูกกำหนดไว้คงที่

1.5 ค่าโสหุ้ย คือ ค่าใช้จ่ายในการวางแผนและการจัดตารางเวลาของเครือข่ายการขนส่งรวมทั้งการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศ เมื่อบริษัทที่รับทำการขนส่งด้วยรถบรรทุกมีการลงทุนในซอฟต์แวร์ด้านเส้นทางที่จะช่วยให้นักวางแผนการขนส่งสามารถกำหนดเส้นทางในการขนส่งที่ดี การลงทุนในซอฟต์แวร์ และการปฏิบัติการณ์นี้จะถูกรวมเข้าไปในค่าโสหุ้ยและสายการบินจะรวมค่าใช้จ่ายของกลุ่มต่าง ๆ ที่ได้จัดตารางและวางแผนเส้นทางเครื่องบินและลูกเรือในค่าโสหุ้ย

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ส่ง

การตัดสินใจของผู้ส่งจะรวมถึงการออกแบบเครือข่ายของการขนส่ง ทางเลือกของค่าเฉลี่ยของการขนส่ง และการมอบหมายงานในการส่งของตามคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละราย เป้าหมายของผู้ส่งคือ การทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการปฏิบัติตามคำสั่งซื้อของลูกค้าให้น้อยที่สุด ผู้ส่งจะต้องรวมค่าใช้จ่ายเหล่านี้เมื่อมีการตัดสินใจด้านการขนส่ง

2.1 ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่จะต้องจ่ายให้กับผู้ทำการส่งสำหรับการขนส่งสินค้าไปให้ลูกค้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาที่ผู้ทำการส่งแต่ละรายได้เสนอมา และลักษณะการขนส่ง เช่นการขนส่งที่แบบประหยัดแต่ระยะเวลาในการส่งนานหรือแบบราคาแพงแต่ระยะเวลาในการส่งสั้นนั้น ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นค่าใช้จ่ายแปรผัน สำหรับทุก ๆ การตัดสินใจของผู้ส่ง ถ้าผู้ส่งไม่ได้มีกิจกรรมด้านการส่งด้วย

2.2 ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง คือ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังที่เกิดจากเครือข่ายโซ่อุปทานของผู้ส่ง ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังนี้มีลักษณะคงที่สำหรับการตัดสินใจด้านการขนส่งในเวลาสั้น ๆ ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังเป็นลักษณะแปรผันเมื่อผู้ส่งได้ทำการออกแบบเครือข่ายในการขนส่งหรือนโยบายด้านการวางแผนปฏิบัติการ

2.3 ค่าใช้จ่ายด้านสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ คือ ค่าใช้จ่ายของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในเครือข่ายโซ่อุปทานของผู้ส่ง โดยจะถูกพิจารณาเมื่อนักวางแผนการขนส่งด้านโซ่อุปทานได้ทำการตัดสินใจด้านกลยุทธ์ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายคงที่สำหรับการตัดสินใจด้านการขนส่งอื่น ๆ ทั้งหมด

2.4 ค่าใช้จ่ายในกระบวนการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสั่งให้มีการนำสินค้าขึ้นและลงเหมือนกับค่าใช้จ่ายในกระบวนการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง ค่าใช้จ่ายนี้เป็นค่าใช้จ่ายแปรผันสำหรับทุก ๆ การตัดสินใจด้านการขนส่ง

2.5 ค่าใช้จ่ายสำหรับระดับของการบริการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อไม่สามารถส่งสินค้าได้ตรงตามเวลาในข้อตกลง ในบางกรณีค่าใช้จ่ายนี้จะถูกระบุไว้อย่างชัดเจนในสัญญา แต่ในบางกรณีมันจะได้รับผลกระทบมาจากความพึงพอใจของลูกค้า ค่าใช้จ่ายนี้ควรจะถูกพิจารณาในการตัดสินใจด้านการวางแผนกลยุทธ์และการปฏิบัติการ

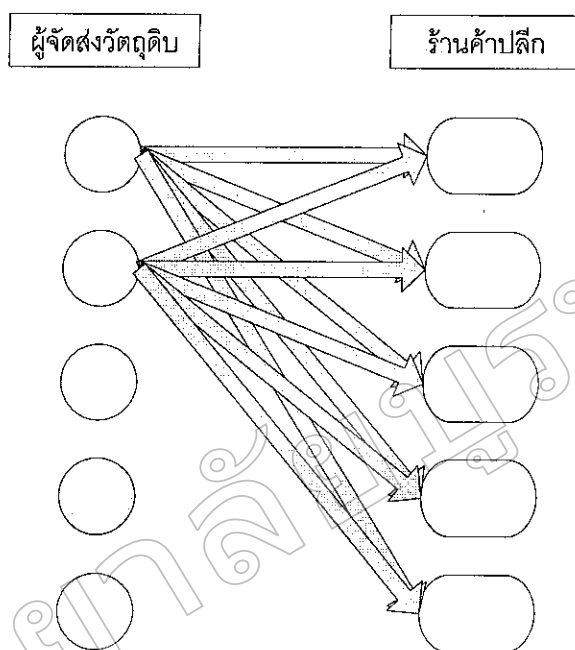
การออกแบบทางเลือกสำหรับเครือข่ายการขนส่ง

การออกแบบการขนส่งมีผลต่อการปฏิบัติการของโซ่อุปทาน โดยทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานภายในซึ่งทำการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดตารางและเส้นทางของการปฏิบัติการขนส่ง เครือข่ายการขนส่งที่ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีจะทำให้โซ่อุปทานประสบความสำเร็จในระดับของการตอบสนองที่ต้องการโดยมีต้นทุนต่ำ สามารถอธิบายเกี่ยวกับความหลากหลายของทางเลือกในการออกแบบเครือข่ายการขนส่ง ได้ดังนี้

1. เครือข่ายในการขนส่งแบบตรง

ในทางเลือกแบบเครือข่ายการขนส่งแบบตรง โซ่อุปทานของร้านค้าปลีก จะจัดโครงสร้างการขนส่งเพื่อให้สามารถส่งสินค้าโดยตรงจาก ผู้จัดส่งสินค้า ไปยังร้านค้าปลีกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2-1 ด้วยเครือข่ายการขนส่งโดยตรง เส้นทางของการขนส่งแต่ละเส้นจะถูกกำหนดและผู้บริหารห่วงโซ่อุปทานต้องทำการตัดสินใจเกี่ยวกับปริมาณที่จะส่งและรูปแบบการขนส่งที่จะใช้การตัดสินใจนี้เกี่ยวข้องกับข้อดีข้อเสียระหว่างต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนสินค้าคงคลัง

ประโยชน์หลักของเครือข่ายการขนส่งแบบตรง คือ การลดคลังสินค้าชั้นกลางและทำให้การดำเนินงานและประสานงานมีความง่ายขึ้น การตัดสินใจเกี่ยวกับการขนส่งจะถูกทำในระดับพื้นที่นั้น และการตัดสินใจสำหรับการขนส่งหนึ่งไม่มีผลต่อการขนส่งอื่น เวลาในการขนส่งจากผู้จัดส่งสินค้าไปยังร้านค้าปลีกจะสั้น เพราะแต่ละการขนส่งเป็นการขนส่งแบบตรง

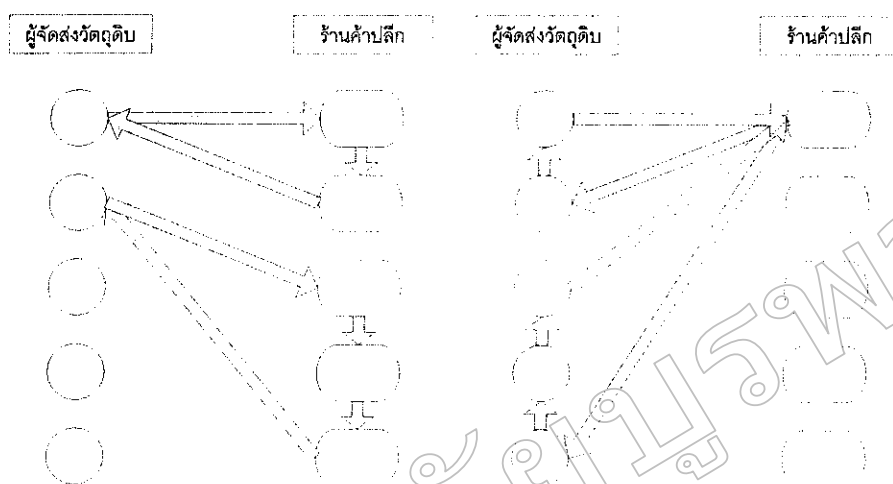


ภาพที่ 2-1 เครือข่ายการจัดส่งแบบตรง

2. การขนส่งแบบวิ่งรอบ

การขนส่งแบบวิ่งรอบ (Milk Run) คือ เส้นทางซึ่งรถบรรทุกส่งสินค้าจากผู้จัดส่งสินค้าหนึ่งไปยังร้านค้าปลีกหลายร้านหรือจากผู้จัดส่งสินค้าหลายแห่งไปยังร้านค้าปลีกแห่งหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2-2 ในการขนส่งโดยตรงด้วยการขนส่งแบบวิ่งรอบ ผู้จัดส่งสินค้าจะส่งสินค้าโดยตรงไปยังร้านค้าปลีกหลายแห่งด้วยรถบรรทุก หรือจากการที่รถบรรทุกไปรับสินค้าจากผู้จัดส่งสินค้าหลายแห่ง เพื่อส่งให้ร้านค้าปลีกเดียวกัน เมื่อใช้ทางเลือกนี้นักวางแผนการขนส่งโซ่อุปทานต้องตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางของแต่ละการขนส่งแบบวิ่งรอบ

การขนส่งโดยตรงทำให้สามารถกำจัดคลังสินค้าชั้นกลาง และการขนส่งแบบวิ่งรอบจะช่วยลดต้นทุนการขนส่งโดยรวมในการส่งสินค้าไปยังร้านค้าปลีกหลาย ๆ ร้าน โดยใช้รถบรรทุกคันเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณการเติมสินค้าสำหรับร้านค้าปลีกแต่ละร้านอาจมีขนาดเล็ก และต้องใช้แบบ LTL เมื่อมีการส่งสินค้าจากผู้จัดส่งสินค้าโดยตรง หากใช้การขนส่งแบบวิ่งรอบ จะทำให้การส่งไปยังร้านหลายแห่งรวมเข้าในรถบรรทุกคันเดียวกันได้ ทำให้เกิดการใช้รถบรรทุกได้คุ้มค่ากว่าและช่วยลดต้นทุนได้ (ไมเคิล ฮิวโกส์, 2548)

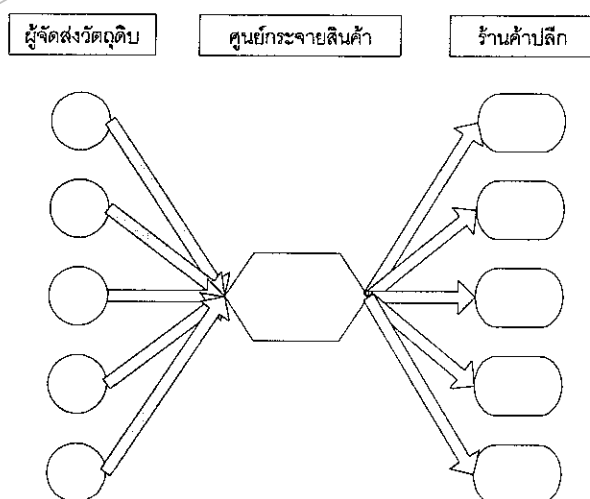


ภาพที่ 2-2 การขนส่งแบบวิ้งรอบ จากผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายราย หรือไปยังผู้ค้าปลีกหลายราย

3. การขนส่งโดยผ่านศูนย์กลางการกระจายทั้งหมด

ด้วยทางเลือกแบบขนส่งทั้งหมดโดยผ่านศูนย์กลางการกระจาย ผู้จัดส่งสินค้า ไม่ต้องส่งสินค้าไปยังร้านค้าปลีกหลายร้านโดยตรงจาก ไซ่อุปทานของร้านค้าปลีกสามารถแบ่งร้านที่รับผิดชอบโดยพื้นที่ทางภูมิศาสตร์และศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Centre, DC) ซึ่งสร้างในแต่ละพื้นที่ ผู้จัดส่งสินค้าจะส่งสินค้าไปที่ ศูนย์กระจายสินค้า และศูนย์กระจายสินค้าจะส่งสินค้าตามปริมาณที่เหมาะสมต่อไปยังร้านค้าปลีก ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2-3

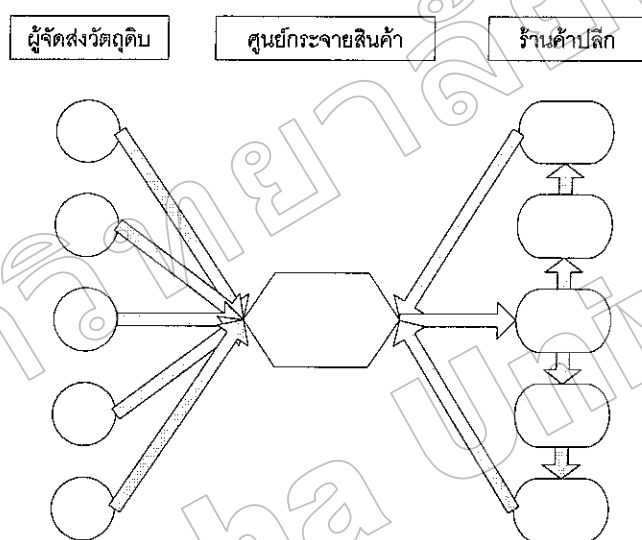
ศูนย์กระจายสินค้า เป็นดั่งแผ่นกั้นพิเศษระหว่าง ผู้จัดส่งสินค้า กับร้านค้าปลีก และสามารถทำหน้าที่แตกต่างกันสองหน้าที่หนึ่งคือเก็บสินค้าคงคลัง และอีกหน้าที่หนึ่งคือเป็นสถานที่สำหรับขนถ่าย



ภาพที่ 2-3 การจัดส่งแบบผ่านศูนย์กระจายสินค้า

ไม่ว่าหน้าที่ใด การมีศูนย์กระจายสินค้า ทำให้ต้นทุนของโซ่อุปทานลดลง เมื่อผู้จัดส่งสินค้าอยู่ห่างไกลจากร้านค้าปลีกและต้นทุนของการขนส่งมีราคาสูง การมีศูนย์กระจายสินค้าจะช่วยโซ่อุปทานในการประหยัดขนาดสำหรับการขนส่งมายังจุดที่ใกล้เคียงปลายทางขนส่ง เพราะผู้จัดส่งสินค้าแต่ละรายจะส่งสินค้าปริมาณมากมายัง ศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งประกอบไปด้วยสินค้าสำหรับร้านค้าปลีกหลายแห่งที่ศูนย์กระจายสินค้า รับผิดชอบอยู่แล้ว ศูนย์กระจายสินค้า จะเป็นผู้จัดส่งสินค้าไปยังร้านค้าปลีกที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งการขนส่งนี้จะมีต้นทุนที่ไม่มากนัก

4. การขนส่งโดยศูนย์กลางการขนส่งที่ใช้การขนส่งแบบวงรอบ



ภาพที่ 2-4 การจัดส่งแบบวงรอบจากศูนย์กระจายสินค้า

จากรูปที่ 2-4 การขนส่งแบบวงรอบ จะถูกใช้แทนที่ ศูนย์กระจายสินค้าหนึ่ง ๆ ถ้าสินค้าที่จะต้องส่งให้แต่ละร้านค้าปลีกมีปริมาณน้อย การขนส่งแบบวงรอบจะช่วยลดต้นทุนการส่งสินค้าออกโดยการรวมการขนส่งสินค้าปริมาณมากนี้เข้าด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น 7-Eleven ของญี่ปุ่นใช้การขนส่งแบบการเปลี่ยนถ่าย จากผู้จัดส่งสินค้าที่จำหน่ายอาหารสดที่ศูนย์กระจายสินค้า และส่งโดยการขนส่งแบบวงรอบ ออกไปยังร้านค้าปลีกเพราะการขนส่งรวมไปยัง Outlet ของผู้จัดส่งสินค้าทั้งหมดแบบไม่เต็มรถบรรทุก การใช้การเปลี่ยนถ่ายและการขนส่งแบบวงรอบทำให้ 7-Eleven ลดต้นทุนการขนส่งเมื่อสินค้าที่ถูกเติมมีปริมาณน้อย การใช้การเปลี่ยนถ่ายและการขนส่งแบบวงรอบ จำเป็นต้องมีระดับของการประสานงานที่สูง และมีเส้นทางที่ถูกกำหนดเวลาของการขนส่งแบบวงรอบที่เหมาะสม

5. เครือข่ายที่ออกแบบเฉพาะ

ทางเลือกแบบเครือข่ายที่ออกแบบเฉพาะ (Tailored Network) นี้เป็นการผสมผสานที่เหมาะสมของทางเลือกก่อนหน้านี้ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนและเป็นการพัฒนาการตอบสนองของโซ่อุปทาน ในที่นี้การขนส่งใช้การผสมผสานระหว่างการเปลี่ยนถ่าย (Cross Dock) การขนส่งแบบวิ่งรอบ (Milk Run) ผู้ทำการขนส่งแบบ TL และ ผู้ทำการแบบ LTL พร้อมกับการบรรจุหีบห่อของผู้ทำการขนส่งในบางกรณี โดยมีเป้าหมายคือการใช้ทางเลือกที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การขนส่งสินค้าที่มีปริมาณมาก (High-Volume Products) ไปถึงร้านค้าปลีก (Outlet) ที่ต้องการสินค้าปริมาณมาก (High-Volume Retail Outlets) อาจทำได้โดยตรง และการขนส่งสินค้าปริมาณน้อย (Low-Volume Products) ไปถึงร้านค้าปลีก Outlet ที่ต้องการสินค้าปริมาณน้อย (Low-Volume Retail Outlets) อาจทำได้โดยการรวมสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าแล้วส่งไปร้านค้าปลีกแต่ละร้าน ความซับซ้อนของการบริหารเครือข่ายการขนส่งมีมาก เนื่องจากการขนส่งมีขั้นตอนที่แตกต่างกันในการขนส่งสินค้าต่างชนิดกันและส่งไปร้าน Outlet แต่ละร้าน การดำเนินการในเครือข่ายแบบเครือข่ายที่ออกแบบเฉพาะ จำเป็นจะต้องมีการลงทุนในด้านโครงสร้างของข้อมูลอย่างมาก เพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการประสานงาน อย่างไรก็ตามโครงสร้างนี้ทำให้สามารถเลือกประโยชน์ของวิธีการขนส่งเพื่อช่วยลดต้นทุนการขนส่งและต้นทุนสินค้าคงคลังได้

ตารางที่ 2-1 สรุปข้อดีและข้อเสียของทางเลือกเครือข่ายการขนส่งที่แตกต่างกัน (ฐนิล ขอพปรา และปีเตอร์ มายเดล, 2546)

โครงสร้างเครือข่าย	ข้อดี	ข้อเสีย
การขนส่งโดยตรง	- ไม่มีคลังสินค้า - ง่ายในการประสานงาน	- มีสินค้าคงคลังสูง (เนื่องจากสินค้ามีล็อตขนาดใหญ่)
การขนส่งแบบวิ่งรอบ (Milk Run)	- มีต้นทุนการขนส่งน้อยสำหรับสินค้า - เก็บรักษาสินค้าคงคลังน้อยกว่า	- ค่าใช้จ่ายที่ได้รับมีนัยสำคัญ - ล็อตเล็ก ๆ
การขนส่งทั้งหมดโดยศูนย์กระจายสินค้าและการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง	- ต้นทุนการขนส่งเข้าน้อยกว่า	- มีความซับซ้อน - ค่าเก็บรักษาสินค้าคงคลังมากขึ้น - มีการขนถ่ายที่ศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มขึ้น
การขนส่งโดยศูนย์กระจายสินค้าและใช้การเปลี่ยนถ่าย (Crossdock)	- ต้องการสินค้าคงคลังน้อยมาก	- มีความซับซ้อน
การขนส่งโดยศูนย์กระจายสินค้าและใช้การขนส่งแบบวิ่งรอบ (Milk Run)	- ต้นทุนการขนส่งออกน้อยกว่าสำหรับสินค้าล็อตเล็ก ๆ	- อนาคตจะมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น
การขนส่งแบบเครือข่ายที่ออกแบบเฉพาะ (Tailored Network)	- ทางเลือกการขนส่งที่ดีที่สุด - สอดคล้องกับความต้องการสินค้าเดี่ยว ๆ และสินค้าสไตร์	- มีความซับซ้อนมากที่สุด

การขนส่งโดยการออกแบบเฉพาะ

การขนส่งโดยการออกแบบเฉพาะ (Tailored Transportation) คือ การใช้เครือข่ายการขนส่งและรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากลักษณะของลูกค้าและลักษณะของสินค้า บริษัทส่วนใหญ่ขายสินค้าที่มีความหลากหลายและขายให้แก่กลุ่มลูกค้าที่มีความแตกต่างกันมาก ยกตัวอย่างเช่น บริษัท เกรนเนอร์ ขายสินค้าประเภทที่ใช้ในการรักษา การซ่อม และสินค้าที่สนับสนุนการดำเนินงานต่าง ๆ ให้กับทั้งผู้รับเหมาขนาดเล็กและบริษัทใหญ่ ๆ กว่า 200,000 ชนิด สินค้าที่มีความหลากหลายทั้งในด้านขนาด ราคา และลูกค้าที่แตกต่างกันในด้าน

ปริมาณการสั่งซื้อ เวลาการตอบสนองที่กำหนด ความไม่แน่นอนของการสั่งซื้อ และระยะทางจากสาขาของ เกรนเนอร์ และศูนย์กระจายสินค้า ด้วยความแตกต่างเหล่านี้ บริษัทอย่างเกรนเนอร์ไม่ควรออกแบบเครือข่ายการขนส่งแบบธรรมดาเพื่อให้ได้ครบทุกความต้องการ บริษัทสามารถตอบสนองลูกค้าทั้งหมดด้วยต้นทุนที่ต่ำโดยใช้ การขนส่งที่ออกแบบเฉพาะ เพื่อจัดหาทางเลือกการขนส่งที่เหมาะสมบนพื้นฐานของลักษณะลูกค้าและสินค้า

1. การขนส่งโดยการออกแบบเฉพาะ โดยความหนาแน่นและระยะทางของลูกค้า

บริษัทจะต้องพิจารณาถึงความหนาแน่นของลูกค้าและระยะทางจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า เมื่อออกแบบเครือข่ายการขนส่งทางเลือกที่ดีบนพื้นฐานของความหนาแน่นและระยะทางแสดงได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ทางเลือกการขนส่งบนพื้นฐานของความหนาแน่นของลูกค้าและระยะทาง

	ระยะทางสั้น	ระยะทางปานกลาง	ระยะทางยาว
ความหนาแน่นมาก	ขนส่งเองแบบวิ่งรอบ	ใช้การเปลี่ยนถ่ายแบบวิ่งรอบ	ใช้การเปลี่ยนถ่ายแบบวิ่งรอบ
ความหนาแน่นปานกลาง	ขนส่งเองโดยบริษัท ภายนอกแบบวิ่งรอบ	ผู้ขนส่งแบบ LTL	ผู้ขนส่งแบบ LTL หรือ ผู้จัดส่งพัสดุภัณฑ์
ความหนาแน่นน้อย	ขนส่งเองโดยบริษัท ภายนอกแบบวิ่งรอบ หรือ LTL	ผู้ขนส่งแบบ LTL หรือ ผู้จัดส่งพัสดุภัณฑ์	ให้ผู้จัดส่งพัสดุภัณฑ์

ความหนาแน่นของลูกค้าและระยะทางควรได้รับการพิจารณา เมื่อบริษัทต้องตัดสินใจเกี่ยวกับระดับการรวมคำสั่งซื้อเพื่อใช้ในการตอบสนองลูกค้า ในเขตที่มีความหนาแน่นของลูกค้าสูงบริษัทควรให้บริการลูกค้าบ่อยกว่าเพราะพื้นที่เหล่านี้มีแนวโน้มที่จะให้ความคุ้มค่าต่อการขนส่ง ทำให้การรวบรวมคำสั่งซื้อที่มีประโยชน์น้อยลง เมื่อต้องการลดต้นทุนการขนส่ง บริษัทควรจะใช้ระดับการรวมคำสั่งซื้อเป็นส่วนสนับสนุนการตัดสินใจในการให้บริการขนส่งสินค้าสำหรับเขตที่มีความหนาแน่นของลูกค้าต่ำ (ซูนิล ซอพรา และปีเตอร์ มายเดล, 2546)

2. การขนส่งโดยการออกแบบเฉพาะ โดยขนาดของลูกค้า

บริษัทต้องพิจารณาถึงปริมาณของลูกค้าและพื้นที่เมื่อมีการออกแบบเครือข่ายการขนส่งลูกค้า ปริมาณมากสามารถให้บริการโดยใช้ผู้ทำการส่งแบบ TL และลูกค้าที่มีปริมาณ

น้อยกว่าจะใช้ผู้ทำการส่งแบบ LTL และการส่งแบบวิ่งรอบ เมื่อใช้ การส่งแบบวิ่งรอบ ผู้ส่งรับภาระ ต้นทุนสองอย่างคือ ต้นทุนการขนส่งบนพื้นฐานของระยะทางจากคลังสินค้า และต้นทุนการส่ง สินค้าบนพื้นฐานของจำนวนครั้งในการส่งสินค้า

ต้นทุนการขนส่งจะเท่ากันไม่ว่าจะได้ขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าที่ส่งสินค้าปริมาณมากหรือน้อย ถ้าขนส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายใหญ่ที่ส่งสินค้าปริมาณมาก ๆ และลูกค้ารายเล็กในรถบรรทุก คันเดียวกัน เพื่อประหยัดต้นทุนการขนส่ง อย่างไรก็ตามการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายย่อย แต่ละรายนั้น ต้นทุนการขนส่งสินค้าต่อหน่วยจะสูงกว่าการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายใหญ่ ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายเล็กและลูกค้ารายใหญ่โดยมีความถี่เท่ากัน เมื่อคิดราคาเดียวกัน ทางเลือกหนึ่งที่บริษัทมี คือ คิดราคาต้นทุนการขนส่งสินค้าให้สูงกว่า ในกรณีลูกค้ารายย่อย เมื่อเปรียบเทียบกับกรคิดราคาต้นทุนการขนส่งสินค้ากับลูกค้ารายใหญ่ อีกทางเลือกหนึ่งคือใช้ การขนส่งแบบวิ่งรอบโดยการออกแบบเฉพาะ (Tailor Milk Run) เพื่อให้ ส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายใหญ่บ่อยกว่าการส่งสินค้ากับลูกค้ารายย่อย บริษัทสามารถแยกลูกค้า เป็นรายใหญ่ รายกลาง และรายเล็ก บนพื้นฐานของความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละประเภท ความถี่ที่เหมาะสมในการส่งสินค้าสามารถประเมินจากบนพื้นฐานต้นทุนการขนส่งและการส่ง สินค้า ถ้าลูกค้ารายใหญ่ต้องการรับสินค้าในทุก ๆ การขนส่งแบบวิ่งรอบ การทำการขนส่งแบบวิ่ง รอบที่เหมาะสม สามารถออกแบบโดยการรวมลูกค้ารายใหญ่ รายกลางและรายเล็กในแต่ละเที่ยว เพื่อให้มั่นใจว่าลูกค้าแต่ละรายได้รับสินค้าด้วยความถี่ที่เหมาะสม และสัมพันธ์กับต้นทุนการส่ง สินค้า

3. การขนส่งโดยการออกแบบเฉพาะ โดยความต้องการสินค้าและมูลค่า

ระดับการรวมของสินค้าคงคลังและรูปแบบการขนส่งที่ใช้ในเครือข่ายโซ่อุปทานควรจะมี ความหลากหลายตามความต้องการของสินค้า และมูลค่าของสินค้า ดังแสดงในตาราง

สินค้าคงคลังหมุนเวียนสำหรับสินค้าที่มีราคาสูงและมีความต้องการสินค้าสูงนั้น ไม่ควร ถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง เพราะการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นสินค้าจะได้รับการขนส่งด้วย ราคาที่ถูกกว่า ปริมาณสินค้าคงคลังระดับปลอดภัยของสินค้าแต่ละชนิดสามารถรวมกันได้ เพื่อเป้าหมายในการลดสินค้าคงคลังลง และจะมีการใช้รูปแบบการขนส่งแบบเร็วกว่าเมื่อปริมาณ สินค้าคงคลังระดับปลอดภัยจำเป็นต้องตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า หากสินค้ามี ความต้องการสูงแต่มีมูลค่าสินค้าต่ำ สินค้าคงคลังไม่ควรจะถูกรวมเข้าด้วยกันและควรเก็บไว้ ใกล้กับลูกค้ามากที่สุด (ชุนิล ซอปปรา และปีเตอร์ มายเดล, 2546)

ตารางที่ 2-3 ผลกระทบของคุณค่าและความต้องการในการรวมสินค้า

ชนิดสินค้า	คุณค่าสูง	คุณค่าต่ำ
อุปสงค์สูง	ไม่มีการรวบรวมรอบของสินค้าคงคลัง รวบรวมสินค้าคงคลังที่ระดับปลอดภัย ต้นทุนในการเติมสินค้าคงคลังในรอบการ เติมไม่แพง และรวดเร็วเมื่อใช้สินค้าคง คลังที่ระดับปลอดภัย	ไม่มีการรวบรวมรอบของสินค้าคงคลัง ต้นทุนในการเติมไม่แพง
อุปสงค์ต่ำ	รวบรวมสินค้าคงคลังทั้งหมด ในการเติม คำสั่งซื้อของลูกค้าใช้การขนส่งที่รวดเร็ว	รวบรวมสินค้าคงคลังที่ระดับปลอดภัย เท่านั้น ต้นทุนในการเติมสินค้าคงคลังในรอบ การเติมไม่แพง

สำหรับสินค้าที่มีความต้องการน้อยและมีราคาสูง สินค้าคงคลังทั้งหมดควรจะถูกเก็บรวมกันไว้เพื่อลดต้นทุนสินค้าคงคลัง ส่วนสินค้าที่มีความต้องการต่ำและมีมูลค่าต่ำด้วย สินค้าคงคลังหมุนเวียนควรจะถูกเก็บไว้ใกล้กับลูกค้า และปริมาณสินค้าคงคลังระดับปลอดภัยควรรวมไว้เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง ในขณะเดียวกันก็เพื่อจะรับประโยชน์จากการรวม สินค้าคงคลังหมุนเวียนจะถูกเติมเข้าไปในคลังสินค้า โดยใช้รูปแบบการขนส่งที่ประหยัดต้นทุนการขนส่ง

การจัดเส้นทางและการกำหนดตารางการขนส่ง

การตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งในโซ่อุปทานคือเส้นทางและตารางการขนส่ง นักวางแผนการขนส่งต้องตัดสินใจว่าจะกำหนดลูกค้ารายใดให้กับพาหนะคันใดและจัดลำดับพาหนะที่ใช้ ยกตัวอย่างเช่น ร้านขายของสดออนไลน์อย่าง WebVan และ Peapod และบริษัทส่งสินค้าออนไลน์ เช่น Kozmo นั้นถูกสร้างมาเพื่อรับคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าไปส่งยังบ้านของลูกค้า เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินการ บริษัทเหล่านี้จำเป็นต้องลดต้นทุนในการขนส่งในขณะเดียวกันต้องรักษาระดับของการตอบสนองที่ได้ให้สัญญาไว้กับลูกค้า เช่น Kozmo สัญญาว่าจะส่งสินค้าให้ถึงมือลูกค้าในหนึ่งชั่วโมง และ WebVan สัญญาว่าจะส่งสินค้าให้ถึงมือลูกค้าภายในครึ่งชั่วโมง เมื่อมีการสั่งซื้อสินค้าจากกลุ่มลูกค้า เป้าหมายของทั้งสองบริษัทคือการกำหนดเส้นทาง และการกำหนดตารางเวลาให้กับพาหนะเพื่อให้ต้นทุนที่สามารถทำได้ตามสัญญานั้นต่ำสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ วัตถุประสงค์ทั่วไป เมื่อกำหนดเส้นทางและจัดตารางเวลาให้พาหนะ คือ การผสมผสานของการลดต้นทุนให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการลด

จำนวนยานพาหนะที่ไม่จำเป็น และการลดระยะทางรวมที่ต้องเดินทางโดยยานพาหนะและเวลารวมที่ใช้ในการเดินทางของยานพาหนะ เช่นเดียวกับการลดความบกพร่องของการให้บริการ เช่น การส่งสินค้าช้ากว่าที่สัญญาไว้

จะสามารถยกตัวอย่างเพื่ออธิบายเกี่ยวกับปัญหาของการกำหนดเส้นทางและกำหนดตารางการเดินทาง โดยนักวางแผนการขนส่งศูนย์กระจายสินค้าของ WebVan หลังจากที่ตั้งชื่อฝึกแบบออนไลน์แล้ว พนักงานที่ศูนย์กระจายสินค้า ต้องเลือกสินค้าที่จำเป็นและบรรทุกสินค้านั้นบนรถบรรทุกที่จะทำการขนส่ง นักวางแผนการขนส่งจะต้องตัดสินใจว่ารถบรรทุกใดจะทำการขนส่งสินค้านี้ ให้กับลูกค้ารายใดและเส้นทางที่แต่ละคันจะใช้ทำการขนส่ง นักวางแผนการขนส่งต้องมั่นใจว่าไม่มีรถบรรทุกคันใดบรรทุกสินค้าเกิน และเวลาที่ใช้ในการขนส่งต้องเป็นไปตามที่ได้สัญญาไว้

ในเช้าวันหนึ่งนักวางแผนการขนส่งศูนย์กระจายสินค้าของ WebVan พบว่าได้รับคำสั่งซื้อทั้งสิ้นจากลูกค้า 13 ราย สถานที่ของศูนย์กระจายสินค้าลูกค้าแต่ละรายบนเส้นทางรถไฟ และขนาดการสั่งซื้อ a_i จากลูกค้าคนที่ i สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ที่ตั้งและความต้องการจากลูกค้าของ WebVan

	คู่อันดับ X	คู่อันดับ Y	ขนาดคำสั่ง a_i
คลังสินค้า	0	0	
ลูกค้าที่ 1	0	12	45
ลูกค้าที่ 2	6	5	36
ลูกค้าที่ 3	7	15	43
ลูกค้าที่ 4	9	12	92
ลูกค้าที่ 5	15	3	57
ลูกค้าที่ 6	20	0	16
ลูกค้าที่ 7	17	-2	56
ลูกค้าที่ 8	7	-4	30
ลูกค้าที่ 9	1	-6	57
ลูกค้าที่ 10	15	-6	47
ลูกค้าที่ 11	20	-7	91
ลูกค้าที่ 12	7	-9	55
ลูกค้าที่ 13	2	-15	38

นักวางแผนการขนส่งมีรถบรรทุกจำนวน 4 คันแต่ละคันสามารถบรรทุกได้สูงสุด 200 หน่วย นักวางแผนการขนส่งรู้สึกว่าการขนส่งนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับระยะทางรวมที่รถบรรทุกต้องเดินทาง และระยะทางระหว่างจุดสองจุดบนเส้นทางรถไฟมีความสัมพันธ์กับระยะทางจริงที่ยานพาหนะต้องเดินทางระหว่างจุดสองจุดนั้น นักวางแผนการขนส่งจึงต้องตัดสินใจที่จะกำหนดลูกค้าให้กับรถบรรทุกและบ่งชี้เส้นทางสำหรับรถบรรทุกแต่ละคันด้วยเป้าหมายของการลดระยะทางรวมที่จะต้องเดินทาง

นักวางแผนการขนส่งศูนย์กระจายสินค้าต้องกำหนดลูกค้าให้กับแต่ละพาหนะก่อนและต่อมาตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางของยานพาหนะแต่ละคัน หลังจากกำหนดแล้ว ลำดับเส้นทางและกระบวนการพัฒนาเส้นทางจะถูกใช้เพื่อทำการตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางของแต่ละพาหนะ นักวางแผนการขนส่งศูนย์กระจายสินค้าจำเป็นต้องตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการคำนวณดังต่อไปนี้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจคือ “วิธี Savings”

1. วิธี Savings

วิธี Savings นั้นง่ายที่จะนำมาปฏิบัติและสามารถใช้วิธีการจัดลูกค้าให้ตรงกับยานพาหนะขนส่งได้ เพื่อจัดเส้นทางยานพาหนะให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่สามารถส่งของได้ ณ สถานที่รับสินค้าและข้อจำกัดอื่น ๆ เทคนิคนี้เรียบง่ายไม่ซับซ้อนและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับข้อจำกัดต่าง ๆ มากมายได้ อีกทั้งสามารถแก้ปัญหาการจัดเส้นทางได้ดีและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง เทคนิคนี้จะใช้ได้ดีที่สุดเมื่อมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันมากมายที่ต้องตอบสนองในตารางการจัดส่ง ขั้นตอนหลักในการใช้วิธี Savings คือ

ขั้น 1 สร้าง Distance Matrix

ขั้น 2 สร้าง Savings Matrix

ขั้น 3 กำหนดลูกค้าให้กับพาหนะและเส้นทาง

ขั้น 4 จัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง

สามขั้นแรกใช้ในการกำหนดลูกค้าให้กับพาหนะและขั้นที่สี่ใช้ในการกำหนดเส้นทางให้พาหนะแต่ละคัน เพื่อให้ระยะทางที่ต้องเดินทางน้อยที่สุด

ขั้น 1 สร้าง Distance Matrix

Distance Matrix เป็นการบ่งชี้ระยะทางระหว่างทุก ๆ คู่ ของสถานที่ ๆ จะต้องส่งสินค้า และระยะทางที่ใช้ในการประมาณต้นทุนการเดินทางระหว่างสถานที่คู่หนึ่ง ๆ ถ้าทราบต้นทุนการเดินทางระหว่างคู่ของสถานที่ ต้นทุนสามารถใช้แทนที่ระยะทางได้ ระยะทาง $\text{Dist}(A, B)$ บนเส้นทางระหว่างจุด A ซึ่งมีพิกัด (X_a, Y_a) และจุด B ซึ่งมีพิกัด (X_b, Y_b) ประมาณได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-5 เมตริกซ์ระยะทางการขนส่งของ WebVan

	DC	ลูกค้า ที่ 1	ลูกค้า ที่ 2	ลูกค้า ที่ 3	ลูกค้า ที่ 4	ลูกค้า ที่ 5	ลูกค้า ที่ 6	ลูกค้า ที่ 7	ลูกค้า ที่ 8	ลูกค้า ที่ 9	ลูกค้า ที่ 10	ลูกค้า ที่ 11	ลูกค้า ที่ 12	ลูกค้า ที่ 13
ลูกค้าที่ 1	12	0												
ลูกค้าที่ 2	8	9	0											
ลูกค้าที่ 3	17	8	10	0										
ลูกค้าที่ 4	15	9	8	4	0									
ลูกค้าที่ 5	15	17	9	14	11	0								
ลูกค้าที่ 6	20	23	15	20	16	6	0							
ลูกค้าที่ 7	17	22	13	20	16	5	4	0						
ลูกค้าที่ 8	8	17	9	19	16	11	14	10	0					
ลูกค้าที่ 9	6	18	12	22	20	17	20	16	6	0				
ลูกค้าที่ 10	16	23	14	22	19	9	8	4	8	14	0			
ลูกค้าที่ 11	21	28	18	26	22	11	7	6	13	19	5	0		
ลูกค้าที่ 12	11	22	14	24	21	14	16	12	5	7	9	13	0	
ลูกค้าที่ 13	15	27	20	30	28	22	23	20	12	9	16	20	8	0

ตารางที่ 2-6 เมตริกซ์การประหยัดต้นทุนการขนส่งของ WebVan

	ลูกค้า ที่ 1	ลูกค้า ที่ 2	ลูกค้า ที่ 3	ลูกค้า ที่ 4	ลูกค้า ที่ 5	ลูกค้า ที่ 6	ลูกค้า ที่ 7	ลูกค้า ที่ 8	ลูกค้า ที่ 9	ลูกค้า ที่ 10	ลูกค้า ที่ 11	ลูกค้า ที่ 12	ลูกค้า ที่ 13
ลูกค้าที่ 1	0												
ลูกค้าที่ 2	11	0											
ลูกค้าที่ 3	21	15	0										
ลูกค้าที่ 4	18	15	28	0									
ลูกค้าที่ 5	10	14	18	19	0								
ลูกค้าที่ 6	9	13	17	19	29	0							
ลูกค้าที่ 7	7	12	14	16	27	33	0						
ลูกค้าที่ 8	3	7	6	7	12	14	15	0					
ลูกค้าที่ 9	0	2	1	1	4	6	7	8	0				
ลูกค้าที่ 10	5	10	11	12	22	28	29	16	8	0			
ลูกค้าที่ 11	5	11	12	14	25	34	32	16	8	32	0		
ลูกค้าที่ 12	1	5	4	5	12	15	16	14	10	18	19	0	
ลูกค้าที่ 13	0	3	2	2	8	12	12	11	12	15	16	18	0

$$\text{Dist}(A, B) = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$$

ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้า กับทุก ๆ คู่ของสถานที่ ๆ ลูกค้าอาศัยอยู่ของ WebVan สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2-5 แสดงระยะทางระหว่างทุก ๆ คู่ของสถานที่ที่จะใช้ในการประมาณค่า Savings Matrix

ขั้น 2 สร้าง Savings Matrix

Saving Matrix เป็นการแทนค่าการประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้าสองรายในรถบรรทุกคันเดียว การประหยัดอาจสามารถให้อยู่ในรูปแบบของระยะทาง เวลา หรือเงิน นักวางแผนการขนส่งที่ WebVan สร้าง Savings Matrix ในรูปแบบของระยะทาง การเดินทาง A ถูกแบ่งซึ่งลำดับของสถานที่ ๆ พาหนะจะต้องจอดส่งสินค้า เส้นทาง $DC \rightarrow \text{Cust X} \rightarrow DC$ คือ เริ่มจาก ศูนย์กระจายสินค้า ลูกค้า และกลับมาที่ศูนย์กระจายสินค้า การประหยัด $S(x, y)$ คือ ระยะทางที่ประหยัดได้ถ้าเส้นทาง $DC \rightarrow \text{Cust X} \rightarrow DC$ และ $DC \rightarrow \text{Cust y} \rightarrow DC$ ถ้าศูนย์กระจายสินค้าถูกรวมเข้าไปในการเดินทางครั้งเดียวจะได้ $DC \rightarrow \text{Cust X} \rightarrow \text{Cust Y} \rightarrow DC$ และการประหยัดนี้สามารถคำนวณได้โดยสูตรต่อไปนี้

$$S(x, y) = \text{Dist}(DC, x) + \text{Dist}(DC, y) - \text{Dist}(x, y)$$

ตัวอย่างเช่นจากตารางที่ 2-5 นักวางแผนการขนส่งได้คำนวณระยะทาง $S(1, 2) = 12 + 8 - 9 = 11$ Savings Matrix สำหรับการขนส่งของ WebVan สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2-6

Saving Matrix จะถูกใช้ในการกำหนดลูกค้าให้กับยานพาหนะและเส้นทาง

ขั้น 3 กำหนดลูกค้าให้กับพาหนะและเส้นทาง

เมื่อกำหนดลูกค้าให้กับพาหนะหรือเส้นทาง นักวางแผนการขนส่งพยายามที่จะทำให้เกิดการประหยัดมากที่สุด กระบวนการกำหนดตารางการเดินทางจะถูกใช้ในกรณีนี้ เริ่มแรกลูกค้าแต่ละรายจะถูกกำหนดให้อยู่ในเส้นทางแยกจากกัน จะรวมสองเส้นทางใด ๆ เข้าด้วยกันเป็นเส้นทางเดียวเท่าที่เป็นไปได้ถ้าการส่งสินค้าของทั้งสองเส้นทางไม่เกินกว่าความสามารถของพาหนะในการกำหนดครั้งนี้ นักวางแผนการขนส่งของ WebVan พยายามที่จะรวมเส้นทางให้เกิดการประหยัดสูงที่สุดเพื่อสร้างเส้นทางที่เป็นไปได้เส้นทางใหม่กระบวนการนี้จะดำเนินต่อไปจนกว่าการรวมเส้นทางเกิดมากขึ้นจนไม่สามารถรวมกันอีก

ตารางที่ 2-7 Savings Matrix ในการจัดเส้นทางใหม่ของ WebVan

	Route	ลูกค้า ที่ 1	ลูกค้า ที่ 2	ลูกค้า ที่ 3	ลูกค้า ที่ 4	ลูกค้า ที่ 5	ลูกค้า ที่ 6	ลูกค้า ที่ 7	ลูกค้า ที่ 8	ลูกค้า ที่ 9	ลูกค้า ที่ 10	ลูกค้า ที่ 11	ลูกค้า ที่ 12	ลูกค้า ที่ 13
ลูกค้าที่ 1	1	0												
ลูกค้าที่ 2	2	11	0											
ลูกค้าที่ 3	3	21	15	0										
ลูกค้าที่ 4	4	18	15	28	0									
ลูกค้าที่ 5	5	10	14	18	19	0								
ลูกค้าที่ 6	6	9	13	17	19	29	0							
ลูกค้าที่ 7	7	7	12	14	16	27	33	0						
ลูกค้าที่ 8	8	3	7	6	7	12	14	15	0					
ลูกค้าที่ 9	9	0	2	1	1	4	6	7	8	0				
ลูกค้าที่ 10	10	5	10	11	12	22	28	29	16	8	0			
ลูกค้าที่ 11	6	5	11	12	14	25	34	32	16	8	32	0		
ลูกค้าที่ 12	12	1	5	4	5	12	15	16	14	10	18	19	0	
ลูกค้าที่ 13	13	0	3	2	2	8	12	12	11	12	15	16	18	0

ในขั้นแรกค่า Savings สูงที่สุดคือ 34 (จาก Savings ของเส้นทางในการจัดส่งไปยังลูกค้าที่ 6 และ 11) นั่นคือผลลัพธ์ที่ได้ในการรวมเส้นทางรถบรรทุก โดยเริ่มพิจารณาเส้นทางในการจัดส่งไปยังลูกค้าที่ 6 และ 11 ก่อนซึ่งเป็นเส้นทางที่สามารถรวมเข้ากันได้โดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขการขนส่ง เพราะขนาดของการบรรทุกรวมคือ 16 (ลูกค้าที่ 6) + 91 (ลูกค้าที่ 11) = 107 ซึ่งต่ำกว่า 200 (ความสามารถของยานพาหนะสูงที่สุดคือ 200) ลูกค้าทั้งสองจึงถูกรวมเข้าด้วยกันเป็นเส้นทางเดียว ดังแสดงได้ดังตารางที่ 2-7 และการประหยัดของ 34 จะไม่ถูกพิจารณาอีกต่อไป

ค่า Savings สูงสุดอันดับต่อไปคือ 33 (จาก Savings ของเส้นทางในการจัดส่งไปยังลูกค้าที่ 7 และ 6) พิจารณาการเพิ่มลูกค้าที่ 7 เข้าสู่เส้นทางของลูกค้าที่ 6 ซึ่งเป็นไปได้เพราะสามารถบรรทุกได้ $107 + 56 = 163$ ซึ่งต่ำกว่า 200 ซึ่งเป็นระดับการบรรทุกสูงสุด ดังนั้นลูกค้าที่ 7 จึงถูกรวมเข้ากับเส้นทางที่ 6 ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 2-8 การประหยัดสูงสุดถัดไปคือ 32 (จาก Savings ของเส้นทางในการจัดส่งไปยังลูกค้าที่ 10 และ 11) โดยการเพิ่มลูกค้าที่ 10 สูเส้นทางที่ 6 (เราไม่จำเป็นต้องพิจารณาการประหยัดที่ 32 โดยการรวมลูกค้าที่ 7 กับลูกค้าที่ 11 เพราะทั้งหมดอยู่ในเส้นทางที่ 6 แล้ว) อย่างไรก็ตามจะไม่ทำการเพิ่มลูกค้าที่ 10 ที่มีการส่งมอบสินค้าจำนวน 47 หน่วย เพราะการเพิ่มปริมาณการส่งมอบในเส้นทางที่ 6 นี้จะทำให้เกิดการบรรทุกสินค้าเกิน

ความสามารถของยานพาหนะที่มีคือ 200 ดังนั้นการประหยัดสูงสุดต่อไปคือ 29 โดยการเพิ่มลูกค้าที่ 5 หรือลูกค้าที่ 10 สูเส้นทางที่ 6 ซึ่งลูกค้าแต่ละรายในทั้งสองสามารถเพิ่มเข้าไปในเส้นทางที่ 6 โดยไม่เกินความสามารถในการบรรทุกที่มีอยู่อย่างจำกัด การประหยัดสูงสุดต่อไปคือ 28 โดยการรวมเส้นทางที่ 3 และ 4 เข้าเป็นเส้นทางเดียวกันดังแสดงได้ในตาราง 2-9 ดำเนินการกำหนดเส้นทางต่อไป นักวางแผนการขนส่งแบ่งลูกค้าออกเป็น 4 กลุ่ม {1, 3, 4}, {2, 9}, {6, 7, 8, 11}, {5, 10, 12, 13} โดยแต่ละกลุ่มได้รับการกำหนดให้อยู่พาหนะเดียวกัน ขั้นตอนต่อไปคือ การบ่งชี้ลำดับในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าของแต่ละยานพาหนะ

ตารางที่ 2-8 แสดง Savings Matrix ในการจัดเส้นทางใหม่ของ WebVan ภายหลังจากการทำซ้ำครั้งที่ 2

Route	ลูกค้า ที่ 1	ลูกค้า ที่ 2	ลูกค้า ที่ 3	ลูกค้า ที่ 4	ลูกค้า ที่ 5	ลูกค้า ที่ 6	ลูกค้า ที่ 7	ลูกค้า ที่ 8	ลูกค้า ที่ 9	ลูกค้า ที่ 10	ลูกค้า ที่ 11	ลูกค้า ที่ 12	ลูกค้า ที่ 13	
ลูกค้าที่ 1	1	0												
ลูกค้าที่ 2	2	11	0											
ลูกค้าที่ 3	3	21	15	0										
ลูกค้าที่ 4	4	18	15	28	0									
ลูกค้าที่ 5	5	10	14	18	19	0								
ลูกค้าที่ 6	6	9	13	17	19	29	0							
ลูกค้าที่ 7	7	7	12	14	16	27	33	0						
ลูกค้าที่ 8	8	2	7	6	7	12	14	15	0					
ลูกค้าที่ 9	9	0	2	1	1	4	6	7	8	0				
ลูกค้าที่ 10	10	5	10	11	12	22	28	29	16	8	0			
ลูกค้าที่ 11	6	5	11	12	14	25	34	32	16	8	32	0		
ลูกค้าที่ 12	12	1	5	4	5	12	15	16	14	10	18	19	0	
ลูกค้าที่ 13	13	0	3	2	2	8	12	12	11	12	15	16	18	0

ขั้น 4 จัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง

ในการจัดลำดับลูกค้าในแต่ละเส้นทาง เป้าหมายของนักวางแผนการขนส่งคือ เพื่อลดระยะทางที่พาหนะแต่ละคันที่ต้องเดินทาง การเปลี่ยนลำดับของการส่งสินค้านั้นจะมีผลกระทบต่อเส้นทางที่พาหนะจะต้องเดินทางอย่างมาก พิจารณารถบรรทุกซึ่งได้รับการกำหนดเส้นทางให้แก่ลูกค้าที่ 5, 10, 12, 13 ถ้าการขนส่งโดยมีการจัดลำดับตามนี้ เส้นทางรวมโดยรถบรรทุกคือ $15 + 9 + 9 + 8 + 15 = 56$ เป็นต้น (เส้นทางได้มาจากตารางที่ 2-5) อย่างไรก็ตามลำดับการขนส่ง

ต้องถูกนำมาพิจารณาเพิ่มเติมโดยใช้เทคนิคการพัฒนาเส้นทางเพื่อให้ได้ลำดับการขนส่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดและต้นทุนต่ำที่สุด

ตารางที่ 2-9 แสดง Savings Matrix ในการจัดเส้นทางใหม่ของ WebVan ภายหลังจากการทำซ้ำครั้งที่ 3

	Route	ลูกค้า ที่ 1	ลูกค้า ที่ 2	ลูกค้า ที่ 3	ลูกค้า ที่ 4	ลูกค้า ที่ 5	ลูกค้า ที่ 6	ลูกค้า ที่ 7	ลูกค้า ที่ 8	ลูกค้า ที่ 9	ลูกค้า ที่ 10	ลูกค้า ที่ 11	ลูกค้า ที่ 12	ลูกค้า ที่ 13
ลูกค้าที่ 1	1	0												
ลูกค้าที่ 2	2	11	0											
ลูกค้าที่ 3	3	21	15	0										
ลูกค้าที่ 4	4	18	15	28	0									
ลูกค้าที่ 5	5	10	14	18	19	0								
ลูกค้าที่ 6	6	9	13	17	19	29	0							
ลูกค้าที่ 7	7	7	12	14	16	27	33	0						
ลูกค้าที่ 8	8	2	7	6	7	12	14	15	0					
ลูกค้าที่ 9	9	0	2	1	1	4	6	7	8	0				
ลูกค้าที่ 10	10	5	10	11	12	22	28	29	16	8	0			
ลูกค้าที่ 11	6	5	11	12	14	25	34	32	16	8	32	0		
ลูกค้าที่ 12	12	1	5	4	5	12	15	16	14	10	18	19	0	
ลูกค้าที่ 13	13	0	3	2	2	8	12	12	11	12	15	16	18	0

2. กระบวนการจัดลำดับเส้นทาง

นักวางแผนการขนส่งของ WebVan สามารถใช้กระบวนการจัดลำดับเส้นทางเพื่อให้ได้เส้นทางแรกสำหรับแต่ละพาหนะ เส้นทางแรกจะถูกพัฒนาต่อโดยใช้กระบวนการพัฒนาเส้นทางยกตัวอย่างสำหรับการกำหนดเส้นทางสำหรับลูกค้า 5, 10, 12, 13

2.1 การแทรกที่ไกลที่สุด (Farthest Insert) กำหนดเส้นทางของยานพาหนะ (รวมทั้งเส้นทางซึ่งประกอบด้วย ศูนย์กระจายสินค้าเท่านั้น) สำหรับลูกค้าที่เหลือ ประมาณระยะทางที่จะเพิ่มขึ้นมากที่สุด ถ้าลูกค้าถูกแทรกเข้าไปในจุดที่เหมาะสม และแทรกลูกค้าด้วยการเพิ่มระยะทางให้น้อยที่สุด เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่ ขั้นตอนนี้ถูกเรียกว่า การแทรกที่ไกลที่สุด เพราะลูกค้าที่ไกลที่สุดจากการเดินทางปัจจุบันจะถูกแทรก กระบวนการจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งลูกค้าที่เหลือของยานพาหนะถูกใส่รวมเข้ามาในการเดินทางทั้งหมด

จากตัวอย่างของ WebVan นักวางแผนการขนส่งพยายามที่จะหาการเดินทางโดยเริ่มที่ศูนย์กระจายสินค้า และส่งสินค้าให้ลูกค้าที่ 5, 10, 12, 13 การเดินทางแรกมีแค่ ศูนย์กระจายสินค้าเท่านั้นด้วยระยะทางที่ 0 เมื่อรวมลูกค้าที่ 5 ในการเดินทาง ระยะทางจะเพิ่มขึ้นอีก 30 รวมลูกค้าที่ 10 ระยะทางจะเพิ่มขึ้น 32 รวมลูกค้าที่ 12 ระยะทางจะเพิ่มขึ้น 22 และรวมลูกค้าที่ 13 ระยะทางจะเพิ่มขึ้น 30 (จากตารางที่ 2-7 Savings Matrix ในการจัดเส้นทางใหม่ของ WebVan) ใช้การแทรกที่ใกล้ที่สุด นักวางแผนการขนส่งเพิ่มลูกค้าที่ 10 เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่จากศูนย์กระจายสินค้า (DC, 10, DC) ซึ่งมีระยะทาง 32

ขั้นตอนต่อไป แทรกลูกค้าที่ 5 ซึ่งมีระยะทางเพิ่มขึ้น 40 แทรกลูกค้าที่ 12 เพิ่มระยะทางเป็น 36 และแทรกลูกค้าที่ 13 เพิ่มระยะทางเป็น 46 นักวางแผนการขนส่งจึงแทรกลูกค้าที่ 13 เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่ (DC, 10, 13, DC) ซึ่งมีระยะทาง 46 ขณะนี้ยังเหลือลูกค้าที่ 5 และ 12 ที่จะต้องแทรก ต้นทุนการแทรกที่ต่ำที่สุดของลูกค้าที่ 5 คือ (DC, 5, 10, 13, DC) จะได้ระยะทาง 55 และต้นทุนการแทรกที่ต่ำที่สุดของลูกค้า 12 คือ (DC, 10, 12, 13, DC) ได้ระยะทาง 48 นักวางแผนการขนส่งจึงแทรกลูกค้า 5 เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่ที่ (DC, 5, 10, 13, DC) ได้ระยะทางที่ 55 ลูกค้าที่ 12 จึงถูกแทรกระหว่างลูกค้าที่ 10 และ 13 เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่ที่ระยะทาง 56 (DC, 5, 10, 12, 13, DC)

2.2 การแทรกที่ใกล้ที่สุด (Nearest Insert) กำหนดให้เส้นทางของยานพาหนะ (รวมทั้งการเดินทางที่ศูนย์กระจายสินค้า) สำหรับลูกค้าที่เหลือ ประมาณค่าการเพิ่มต่ำสุดของระยะทางถ้าลูกค้าถูกแทรกที่จุดที่เหมาะสมในการเดินทางและแทรกลูกค้าด้วยการเพิ่มที่น้อยที่สุด เพื่อให้ได้การเดินทางใหม่ ขั้นตอนนี้เรียกว่าการแทรกที่ใกล้ที่สุด เพราะลูกค้าที่ใกล้ที่สุดในการเดินทางปัจจุบันจะถูกแทรก กระบวนการนี้จะกระทำต่อเนื่องไปจนกระทั่งลูกค้าที่เหลืออยู่ของยานพาหนะถูกรวมเข้าไว้ในการเดินทางทั้งหมด

จากตัวอย่างของ WebVan นักวางแผนการขนส่งใช้การแทรกที่ใกล้ที่สุดกับลูกค้าที่ 5, 10, 12 และ 13 เริ่มที่ศูนย์กระจายสินค้า ลูกค้าที่ใกล้ที่สุดคือ 12 จึงทำการแทรกลูกค้าที่ 12 ทำให้การเดินทางเพิ่มระยะทางเป็น 22 (DC, 12, DC) ขั้นตอนต่อไปแทรกลูกค้าที่ 5 ทำให้การเดินทางเพิ่มระยะทางเป็น 40 แทรกลูกค้าที่ 10 ทำให้การเดินทางเพิ่มระยะทางเป็น 36 และแทรกลูกค้าที่ 13 ทำให้การเดินทางเพิ่มระยะทางเป็น 34 ลูกค้าที่ 13 ทำให้เกิดการเพิ่มที่น้อยที่สุด และจะถูกแทรกเพื่อให้ได้การเดินทางที่มีระยะทางเป็น 34 (DC, 12, 13, DC) การแทรกที่ใกล้ที่สุดถัดไปคือลูกค้าที่ 10 ทำให้มีระยะทาง 48 (DC, 10, 12, 13, DC) และการแทรกสุดท้าย คือลูกค้าที่ 5 ทำให้การเดินทางมีระยะทาง 56 (DC, 5, 10, 12, 13, DC)

2.3 เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Insert) เริ่มที่ศูนย์กระจายสินค้า กระบวนการนี้จะเพิ่มลูกค้าที่ใกล้ที่สุดเพื่อเพิ่มระยะทางการเดินทางแต่ละขั้นการเดินทางจะเพิ่มโดยการแทรกลูกค้าที่ใกล้จุดที่ส่งสินค้าครั้งล่าสุดจนกว่าจะส่งสินค้าครบทุกแห่ง

2.4 การกวาด (Sweep) ในขั้นการกวาดนี้ จุดใด ๆ ในเส้นทางจะถูกเลือกและกวาดไปตามทางเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา การเดินทางจึงถูกกำหนดโดยลำดับของลูกค้าที่พบเมื่อทำการกวาด นักวางแผนการขนส่งของ WebVan ใช้ขั้นตอนการกวาดนี้ด้วยเส้นทางที่มีจุดกึ่งกลางที่ศูนย์กระจายสินค้า ลูกค้าจะเรียงตามลำดับดังนี้ 5, 10, 12, 13 จึงเป็นการเดินทาง (DC, 5, 10, 12, 13, DC) โดยมีระยะทาง 56

การเดินทางเริ่มแรกเป็นผลจากเส้นทางแต่ละเส้นตามลำดับ และระยะทางของกลุ่มแรกถูกรวบรวมได้ ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 แสดงการเดินทางเริ่มต้นโดยใช้กระบวนการจัดลำดับเส้นทางที่แตกต่างของ WebVan

กระบวนการจัดลำดับเส้นทาง	ผลลัพธ์ของเส้นทาง	ระยะการเดินทาง
การแทรกที่ใกล้ที่สุด	DC, 5, 10, 12, 13, DC	56
การแทรกที่ใกล้ที่สุด	DC, 5, 10, 12, 13, DC	56
เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	DC, 12, 10, 5, 13, DC	66
การปิด	DC, 5, 10, 12, 13, DC	56

3. ขั้นตอนในการพัฒนาเส้นทาง

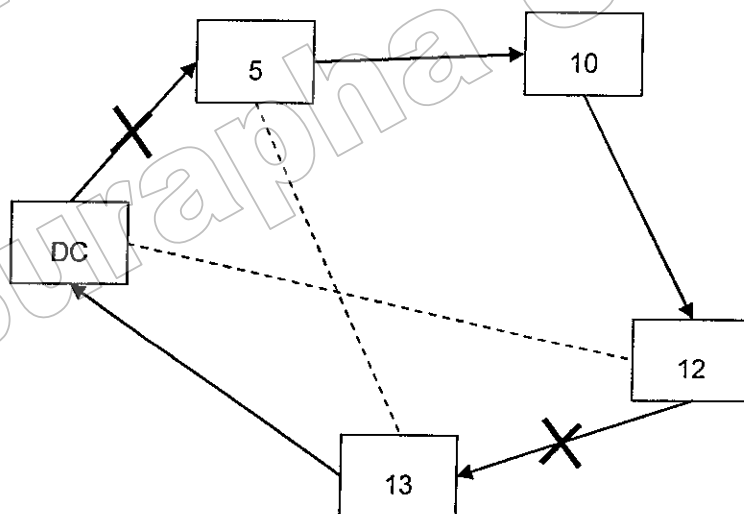
ขั้นตอนในการพัฒนาเส้นทาง เริ่มต้นด้วยการเดินทางที่ได้จากการใช้กระบวนการจัดลำดับ และพัฒนาเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด นักวางแผนการขนส่งของ WebVan ขั้นตอนการพัฒนาเส้นทางการเดินทางเพื่อเปลี่ยนลำดับของลูกค้าที่จะส่งสินค้า และตัดทอนการเดินทางให้สั้นลง ขั้นตอนการพัฒนาการเดินทาง 2 แบบต่อไปนี้จะแสดงขั้นตอนในการกำหนดเส้นทางการเดินทางที่ได้จากวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

3.1 2-OPT กระบวนการนี้เริ่มต้นตั้งแต่การเดินทางและแยกให้เป็นสองส่วน ผลคือการเดินทางจะถูกแบ่งออกเป็นสองเส้นทาง ซึ่งสามารถต่อกลับเข้าด้วยกันใหม่ ด้วยวิธีที่เป็นไปได้สองวิธี ยกตัวอย่างเช่น การเดินทาง (DC, 12, 10, 5, 13 DC) เมื่อใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

สามารถแยกได้เป็น 2 การเดินทาง คือ (13, DC) และ (12, 10, 5) และสามารถรวมการเดินทางเป็นการเดินทาง (DC, 5, 10, 12, 13, DC) แสดงได้ดังภาพที่ 2-5 การเดินทางนี้จะมีระยะทาง 56 ซึ่งสามารถพัฒนาได้มากกว่าเดิม

3.2 3-OPT กระบวนการ 3-OPT แยกการเดินทางเป็น 3 จุด เพื่อให้ได้การเดินทาง 3 เส้นทางซึ่งสามารถเชื่อมต่อเข้าเป็นการเดินทางที่แตกต่างกัน 8 แบบ ระยะทางของแต่ละเส้นทาง การเดินทางที่เป็นไปได้ทั้ง 8 แบบ ได้รับการคำนวณว่าเป็นการเดินทางที่สั้นที่สุด ขั้นตอนนี้จะถูกดำเนินการต่อเนื่อง โดยจะได้การเดินทางใหม่ จนกว่าจะไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้อีก

การเดินทาง (DC, 5, 10, 12, 13, DC) เป็นผลจากกระบวนการ 2-OPT ซึ่งถูกแยกเป็น 3 การเดินทางย่อยคือ (DC), (5, 10), (12, 13) การเดินทางที่เป็นผลจากการเชื่อมต่อการเดินทางทั้ง 3 แบบย่อย ได้แก่ (DC, 12, 13, 5, 10, DC) ซึ่งมีระยะทาง 65 (DC, 12, 13, 10, 5, DC) มีระยะทาง 81 และ (DC, 13, 12, 5, 10, DC) มีระยะทาง 61 การเดินทางอื่น ๆ ที่คล้ายกับ 1 จาก 4 การเดินทางนี้จะถูกแปลงกลับ การประยุกต์ใช้ขั้นตอน 3-OPT ไม่สามารถพัฒนาการเดินทางได้ เพราะการเดินทางปัจจุบันนั้นสั้นที่สุดอยู่แล้ว ในขั้นตอนนี้ นักวางแผนการขนส่งของ WebVan สามารถสร้างเส้นทางใหม่ 3 เส้นทาง จากการเดินทางและการทำซ้ำขั้นตอน



ภาพที่ 2-5 แสดงการปรับปรุงลำดับของเส้นทางโดยใช้ 2-OPT

นักวางแผนการขนส่งของ WebVan ใช้กระบวนการจัดลำดับเส้นทางและการพัฒนาเส้นทางเพื่อให้ได้การเดินทางขนส่งสำหรับรถบรรทุกแต่ละคันทั้ง 4 คัน ดังแสดงได้ในตารางที่ 2-11 และภาพที่ 2-5 ระยะทางรวมทั้งหมดของกำหนดการขนส่งคือ 176

ตารางที่ 2-11 แสดงตารางการขนส่งของ WebVan โดยใช้วิธี Savings

รถบรรทุก	การเดินทาง	ระยะการเดินทาง	น้ำหนักรถบรรทุก
1	DC, 2, 9, DC	32	93
2	DC, 1, 3, 4, DC	39	183
3	DC, 8, 11, 6, 7, DC	49	193
4	DC, 5, 10, 12, 13, DC	56	197

การตัดสินใจด้านการขนส่งในทางปฏิบัติ

ผู้ศึกษาควรที่จะระลึกถึงประเด็นที่สำคัญเหล่านี้ไว้ภายในใจเมื่อมีการตัดสินใจด้านการขนส่งในโซ่อุปทาน

1. การปรับกลยุทธ์ด้านการขนส่งควบคู่ไปกับกลยุทธ์ในการแข่งขัน ผู้ศึกษาควรจะทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่ากลยุทธ์ในการขนส่งของบริษัทช่วยส่งเสริมกลยุทธ์ด้านการแข่งขัน บริษัทควรจะมีการสร้างสิ่งจูงใจหรือผลตอบแทนตามหน้าที่ซึ่งจะช่วยให้บรรลุถึงเป้าหมายได้ดี จากอดีตที่ผ่านมาการประเมินหน้าที่การขนส่งในบริษัทต่าง ๆ คิดจากส่วนที่เพิ่มขึ้นจากการลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง เมื่อมีการมุ่งเน้นไปในลักษณะนี้ ทำให้เกิดการตัดสินใจโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำลง แต่ทำให้ระดับในการตอบสนองต่อลูกค้าได้รับผลกระทบไปด้วย ซึ่งสิ่งนี้อาจจะทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมของบริษัทเพิ่มขึ้น หากผู้ขนส่งของศูนย์กระจายสินค้าถูกประเมินเพียงคนเดียว โดยพิจารณาจากปริมาณในการบรรทุกที่เพิ่มขึ้น พวกเขาก็จะทำการขนส่งที่ล่าช้าและกระทบต่อการตอบสนองต่อลูกค้าเนื่องจากต้องการที่จะให้มีการบรรทุกมากขึ้น บริษัทต่าง ๆ ควรจะประเมินหน้าที่ในการขนส่งโดยดูจากภาพรวมของ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น สินค้าคงคลังที่เกิดจากการตัดสินใจในการขนส่ง และระดับของการตอบสนองที่จะมีผลต่อลูกค้า

2. พิจารณาทั้งในส่วนของการเป็นเจ้าของการขนส่งและการขนส่งโดยใช้บริษัท

ภายนอก ผู้ศึกษาควรพิจารณาภาพรวมในการที่บริษัทเป็นผู้ขนส่งเอง และการขนส่งโดยบริษัท ภายนอก เพื่อให้เหมาะสมกับความจำเป็นการตัดสินใจนี้ควรขึ้นอยู่กับความสามารถของบริษัท ในการยอมรับต่อการให้ประโยชน์จากการขนส่ง เหมือนกับความสำคัญของกลยุทธ์ของการขนส่ง ความสำเร็จของบริษัท โดยทั่ว ๆ ไป การขนส่งโดยใช้บริษัทภายนอกเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เมื่อปริมาณการขนส่งมีขนาดเล็ก ในขณะที่การเป็นเจ้าของด้านการขนส่งเองเหมาะสมกับปริมาณ ในการขนส่งที่ใหญ่และการตอบสนองต่อลูกค้ามีความสำคัญ ตัวอย่างเช่น ห้างวอลมาร์ท ใช้การขนส่งที่สามารถตอบสนอง เพื่อลดปริมาณของสินค้าคงคลังในโซ่อุปทาน โดยให้ ความสำคัญกับการขนส่งเพื่อก่อให้เกิดความสำเร็จในด้านกลยุทธ์ของบริษัทจึงเป็นเจ้าของและ บริหารการขนส่งเอง อาจกล่าวให้ง่ายขึ้นคือ ด้วยความจริงที่ว่าสามารถบรรลุการใช้สินทรัพย์ ด้านการขนส่งให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เพราะการขนส่งส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ในทางตรงกันข้าม บริษัท เกรนเกอร์ และ แมคมาสเตอร์-คาร์ ส่งสินค้าขนาดเล็กให้กับลูกค้า การบริหารด้านสินค้า คงคลังซึ่งมีความสำคัญมากกว่าการขนส่ง เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความสำเร็จของบริษัท ผู้ทำการขนส่งซึ่งเป็นบุคคลที่สามารถลดค่าใช้จ่ายให้น้อยลงได้ โดยการรวบรวมสินค้าเข้ากับ สินค้าที่มาจากบริษัทอื่น ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้บริษัททั้งสอง เลือกให้ผู้ทำการส่งภายนอกใน การขนส่งสินค้า

3. ออกแบบเครือข่ายการขนส่งที่ช่วยรองรับธุรกิจ พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การเจริญเติบโต ของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับบริษัทที่ส่งสินค้าให้กับผู้บริโภค (Business-to-Customer) และการเจริญเติบโตด้านการขนส่งสินค้าไปยังบ้าน มีผลต่อการเพิ่มขนาดการขนส่ง ระบบการขนส่งสำหรับเศรษฐกิจยุคใหม่นี้ต้องการการตอบสนองที่ดีขึ้นและจะต้องสามารถหาประโยชน์จาก โอกาสต่าง ๆ ในบางกรณีที่มีคู่แข่ง การขนส่งขนาดเล็กจะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ ในขณะที่คำสั่ง ในการเติมเต็มสินค้านั้นมีขนาดใหญ่ จะสามารถใช้รถไฟหรือผู้ทำการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกได้ การขนส่งสินค้าของบริษัทที่ทำธุรกิจ การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ต้องการก็คือ ผู้จัดส่งพัสดุภัณฑ์ คิดค่าใช้จ่ายแพงกว่าหรือให้ผู้ทำการขนส่งแบบ LTL เมื่อมีปริมาณการขนส่งที่น้อยกว่า จากการ เจริญเติบโตของการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) และการมุ่งเน้นในเรื่องการลดปริมาณสินค้า คงคลัง และมีการเติมเต็มสินค้าที่มีความถี่มากขึ้น จะเป็นการเพิ่มความต้องการในการรองรับ การขนส่งที่มีขนาดเล็กลงได้ หากผู้ศึกษาไม่ได้พิจารณาแนวโน้มเหล่านี้เข้าไปรวมด้วยเมื่อมี การออกแบบเครือข่ายการขนส่ง บริษัทก็อาจจะมียearsค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น รวมถึงจะมีการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่ลดต่ำลงด้วย

4. ใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงการปฏิบัติการของการขนส่ง ผู้ศึกษาจะต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่หาได้ ในการช่วยลดค่าใช้จ่ายและปรับปรุงการตอบสนองในเครือข่ายการขนส่ง ระบบที่สามารถใช้ได้ดีในบริษัทต่าง ๆ ได้แก่ I₂ Technologies, CAPS Logistics และ Logility ซึ่งจะสามารถช่วยให้ผู้ศึกษาในการวางแผนการขนส่งและเลือกแบบจำลองต่าง ๆ และสร้างเส้นทางในการส่งสินค้า รวมถึงตารางเวลาต่าง ๆ เทคโนโลยีเหล่านี้จะช่วยให้ ผู้ทำการขนส่งสามารถระบุถึงสถานที่ตั้งถูกต้องของพาหนะแต่ละคัน รวมถึงการบรรทุกของพาหนะเหล่านั้นด้วยระบบการติดต่อสื่อสารที่ใช้ดาวเทียมนั้น จะช่วยให้ผู้ทำการส่งสามารถติดต่อสื่อสารกับยานพาหนะแต่ละส่วนได้ ซึ่งเทคโนโลยีนี้สามารถช่วยให้ผู้ทำการส่งกลายเป็นผู้ที่สามารถตอบสนองได้ดีขึ้น และยังช่วยให้ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ลดลง เทคโนโลยีนี้ยังช่วยให้บริษัทมีปฏิกิริยาตอบโต้ต่อการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายอันเกิดจากสภาพอากาศ หรือปัจจัยที่ไม่สามารถคาดหมายได้รวดเร็วขึ้น

5. ออกแบบความสามารถในการยืดหยุ่นได้ในเครือข่ายของการขนส่ง เมื่อมีการออกแบบเครือข่ายของการขนส่ง ผู้ศึกษาควรจะรวบรวมความไม่แน่นอนของความต้องการเหมือนกับความสามารถที่มีอยู่ของการขนส่ง การเพิกเฉยต่อความไม่แน่นอนอาจจะทำให้เกิดการใช้งานการขนส่งที่มีราคาไม่แพงและไม่มีความยืดหยุ่น ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ดีเมื่อทุก ๆ อย่างได้ถูกวางแผนไว้เรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตามในเครือข่ายนั้นจะได้รับผลกระทบที่ที่รุนแรงเมื่อแผนที่วางไว้เปลี่ยนแปลงไป เมื่อผู้ศึกษาต้องรับผิดชอบในความไม่แน่นอน ควรพิจารณาถึงรูปแบบการขนส่งที่มีความยืดหยุ่นในเครือข่าย แม้ว่าจะมีราคาแพงกว่าก็ตาม ถึงแม้ว่ารูปแบบการขนส่งเหล่านี้ อาจจะมีราคาแพงในการขนส่งแต่ละครั้ง การรวมรูปแบบเหล่านี้เข้าไว้ในทางเลือกของการขนส่ง จะทำให้บริษัทลดต้นทุนรวมของการจัดหาระดับการตอบสนองที่สูงได้

วิธีอิวิริสติกส์

อิวิริสติกส์มักจะถูกใช้ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่แน่นอน และสามารถใช้ในการหาทางแก้ปัญหาที่น่าพึงพอใจสำหรับปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่มีโครงสร้าง ได้เร็วกว่าและถูกกว่าการใช้อัลกอริทึม ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ อิวิริสติกส์คือ เป็นวิธีการที่ไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายเท่ากับการใช้อัลกอริทึม ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์เฉพาะบางอย่างที่มีการวางแผนเป้าหมายเอาไว้ตั้งแต่ต้นเท่านั้น อีกปัญหานึงก็คือทางแก้ปัญหาที่ได้จากการใช้อิวิริสติกส์อาจไม่ใช่ทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเหมือนการใช้อัลกอริทึมอื่น แต่เป็นเพียงทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และ "ดีเพียงพอ" โดย คำว่า "ดีเพียงพอ" มักจะอยู่ในช่วง 90-99.9% ของทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมจริง ๆ

สถานการณ์ซึ่งเหมาะสมในการนำฮิวริสติกส์มาใช้ ได้แก่ ข้อมูลเข้าไม่แน่นอน หรือมีจำกัด, ระบบจริง ๆ มีความซับซ้อนมากจนกระทั่งไม่สามารถใช้วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ได้, ไม่มีวิธีการหรืออัลกอริทึม ที่น่าเชื่อถือที่สามารถใช้ได้จริง และ เป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่คุ้มค่ากับการใช้วิธีหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด หรือเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลามาก

ข้อดีของวิธีฮิวริสติกส์ได้แก่ ง่ายในการทำความเข้าใจ และง่ายในการนำไปใช้และการอธิบาย, ช่วยในการอบรมคนให้มีความคิดสร้างสรรค์และก่อให้เกิดการสร้างฮิวริสติกกับปัญหาอื่น ๆ ได้ด้วย, ประหยัดเวลาในการสร้างตัวแบบ, ลดเวลาในการทำงานของคอมพิวเตอร์ จึงทำการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประยุกต์ใช้ฮิวริสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ เข้ากับตัวแบบซึ่งสามารถแก้ปัญหาด้านการโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ได้ สำหรับข้อจำกัดของการแก้ปัญหาโดยใช้ฮิวริสติกส์ที่สำคัญคือ ไม่สามารถรับประกันได้ว่าทางแก้ปัญหาที่ได้จะเป็นทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดและ ผลลัพธ์ที่ได้จากทางเลือกในการตัดสินใจ อาจไม่เป็นไปตามที่คาดเดาไว้

นักวิจัยบอกว่าการใช้วิธีทั่ว ๆ ไปและการใช้ฮิวริสติกส์สามารถจะเกิดการผิดพลาดได้ เพราะวิธีเหล่านั้นไม่มี ข้อกำหนดตายตัว คือไม่มีข้อจำกัดว่าจะต้องเริ่มต้นที่จุดไหน, ลำดับขั้นตอนการทำงานต้องเป็นอย่างไร หรือไม่จำกัดว่าจะต้องสร้างตัวเลือกในการตัดสินใจหรือไม่, ไม่เจาะจงด้านข้อจำกัดของการแก้ปัญหา, ทางเลือกของเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุขบวนการทำงาน, ระดับของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการหาว่าผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจริง ๆ ผลลัพธ์เป็นพฤติกรรมที่ไม่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัดและไม่สามารถคาดเดาได้ ผลลัพธ์อาจดีในการนำไปใช้กับระบบงานหนึ่ง แต่อาจไม่ดีในการนำไปใช้กับอีกระบบงานอื่นก็ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการบริหารการขนส่งนั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังปรากฏในรายงานการวิจัย บทความ และวารสารทางวิชาการ ซึ่งการพิจารณาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมนั้น ผู้วิจัยส่วนใหญ่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นหลัก ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มากมาย โดยแบบจำลองที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับ นโยบายการบริหารการขนส่งเป็นหลัก โดยเทคนิค Constructive ได้ถูกนำมาใช้ในการพิจารณานโยบายการบริหารการขนส่งตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

Poot (1999) ทำการศึกษาเรื่อง "A Savings Based Method for Real-Life Vehicle Routing Problems" โดยได้อธิบายถึงวิธีมูลค่าประหยัดสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา

การกำหนดเส้นทางขนส่งสินค้า อัลกอริทึมนี้เปรียบเทียบระหว่างอัลกอริทึมของการเพิ่มและจัดลำดับบนข้อมูลจริง ๆ ผลของการเปรียบเทียบทั้งสองอัลกอริทึมดังกล่าวแล้วพบว่า วิธีมูลค่าประหยัดทำให้ผลรวมของระยะทางรวมและผลรวมของการบรรทุกสินค้ามีคุณภาพมากขึ้น

Paessens (2003) ทำการศึกษาเรื่อง "The Saving Algorithm for the Vehicle Routing Problem" โดยได้วิจัยอธิบายถึงวิธีมูลค่าประหยัดของ Clarke-Wright โดยนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการกำหนดเส้นทางขนส่งสินค้า ผลของการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ ครั้งพบว่า การประยุกต์ใช้วิธีมูลค่าประหยัดนั้นแสดงให้เห็นถึงการมีคุณภาพมากขึ้นของเวลาและการลดลงของพื้นที่จัดเก็บสินค้า

Gronalt, Harlt and Reimann (2003) ทำการศึกษาเรื่อง "New Savings Based Algorithms for Time Constrained Pickup and Delivery of Full Truckloads" โดยในงานวิจัยได้พิจารณาถึงการจัดส่งสินค้าชนิดเต็มคันภายใต้ข้อจำกัดของกรอบเวลา เป้าหมายของงานวิจัยนี้ต้องการที่จะลดปริมาณเที่ยวเปล่าของยานพาหนะ ในขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้เสนอสูตรคำนวณที่ตายตัวสำหรับปัญหา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอถึงการการผ่อนคลายของปัญหานั้นพื้นฐานของเครือข่าย ในส่วนต่อไปผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ข้อของวิธีมูลค่าประหยัด และในผลของการวิจัยนั้นพบว่ากระบวนการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) นั้นสามารถแก้ปัญหาการกำหนดเส้นทางขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีและรวดเร็ว และในส่วนเพิ่มเติมผู้วิจัยได้นำเสนอถึงการวิเคราะห์ความไวโดยได้ศึกษาถึงผลกระทบของกรอบเวลาที่จำกัดมาก ๆ และคุณสมบัติของการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) ดังกล่าว

เครือวัลย์ จำปาเงิน (2547) ทำการศึกษาเรื่อง "การพัฒนากระบวนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า" โดยได้วิเคราะห์หมายกำหนดการในการขนส่งสินค้า เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งสินค้าตามหมายกำหนดการ และการแสดงผลแผนที่เส้นทางเดินรถเชิงเลขเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นนี้จากกระบวนการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ออกเป็นสองส่วนย่อย ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์หมายกำหนดการในการขนส่งสินค้า ด้วยวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยคำนึงถึงจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่อย่างจำกัด ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการรับสินค้าเป็นสำคัญ ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งสินค้าตามหมายกำหนดการ จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบสนับสนุน

การตัดสินใจที่พัฒนาขึ้น กับผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าระบบดั้งเดิม พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง และดีกว่าการจัดการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการดั้งเดิม จึงสรุปได้ว่าระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้น จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถ สำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีก ในสถานบริการน้ำมัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภราดร เหลืองวิทิตกุล (2545) ทำการศึกษาเรื่อง "การจัดตารางเวลาการเดินทางภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา" โดยพัฒนาระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งหนึ่ง ไปยังจุดส่งหลายจุด ด้วยวิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristics) ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จัดส่งสินค้าได้จำนวนเที่ยวมากที่สุด การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง การจัดตารางเวลาการเดินทาง ใช้วิธีให้พนักงานขับรถกรอกข้อมูลเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ของการจัดส่งสินค้า และสัมภาษณ์พนักงานจัดการเดินทางถึงเงื่อนไขในการทำงาน และข้อจำกัดต่าง ๆ การออกแบบแบบจำลองการจัดตารางเวลาการเดินทางแบ่งโครงสร้างออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) โครงสร้างหลัก ซึ่งเป็นการค้นหาคำตอบ ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการด้วยวิธีวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm) 2) ส่วนที่รับมือกับข้อจำกัดใช้วิธีมูลค่าประหยัด (Savings Techniques) ซึ่งพิจารณาปริมาณการใช้ทรัพยากร และข้อจำกัดด้านเวลาการเดินทาง และ 3) ส่วนใช้วิธีค้นหาแบบทาบ (Tabu Search) เพื่อปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น แบบจำลองการจัดตารางเวลาการเดินทาง ได้ถูกพัฒนาเป็นระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจอันประกอบด้วย 1) ส่วนฐานข้อมูล 2) ส่วนสร้างตารางเวลาการเดินทาง และ 3) ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ระบบ ซึ่งแสดงผลด้วยแผนภูมิแท่ง ในการทดสอบแบบจำลอง ได้นำระบบที่ได้พัฒนาขึ้นไปจัดตารางการเดินทางในสถานการณ์จริง และเปรียบเทียบผลการจัดตารางการเดินทางด้วยแบบจำลองกับผลการจัดด้วยคน ซึ่งพบว่าโดยส่วนใหญ่ แบบจำลองให้ตารางการเดินทางที่ดีกว่า การจัดด้วยพนักงาน

เอกภพ กองกาญจน์ (2545) ทำการศึกษาเรื่อง "การจัดตารางเวลาเดินทางจัดส่งเครื่องดื่มน้ำอัดลมไปยังลูกค้ารายใหญ่" โดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการจัดตารางเวลาเดินทางขนส่งสินค้าประเภทเครื่องดื่มน้ำอัดลมจากโรงงานแห่งหนึ่งไปยังร้านค้าของผู้ค้าปลีกขนาดใหญ่ ระบบที่พัฒนาขึ้นได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนย่อย ส่วนแรกเป็นการคำนวณจำนวนกระบะสินค้าที่ต้องขนส่งจากคำสั่งซื้อของลูกค้า ส่วนที่สองเป็นการพิจารณาลดจำนวนเส้นทางเดินรถด้วยการพิจารณาความเหมาะสมในการควบการขนส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน และส่วนที่สามเป็นการจัดตารางเวลาเดินทาง เพื่อลดจำนวนกระบะที่ค้างส่ง

และเวลาที่สูญเสียไประหว่างการดำเนินการ ภายใต้ข้อจำกัดด้านทรัพยากรและเวลาดำเนินงาน ด้วยวิธีหาคำตอบแบบ Heuristics ผลการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับ ข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับสภาพจริง ทั้งนี้ ระบบสามารถใช้เป็นระบบสนับสนุนช่วยในการตัดสินใจ อันจะช่วยลดเวลาในการทำงานได้เป็นอย่างดี

สรุป

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การขนส่งหมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งภายในโซ่อุปทานความสำคัญของการขนส่ง คือการเจริญเติบโตขึ้นตามการเจริญเติบโตของการค้าทั่วโลกของโซ่อุปทาน รวมถึงการเจริญเติบโตของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องจากทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่สินค้านั้นต้องเคลื่อนที่ไป การตัดสินใจด้านการขนส่งจะมีผลกระทบต่อความสามารถในการสร้างประโยชน์ของโซ่อุปทานและมีอิทธิพลต่อทั้งในส่วนการตัดสินใจด้านสินค้าคงคลังและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในโซ่อุปทาน

เครือข่ายต่าง ๆ จะถูกออกแบบเพื่อการขนส่งโดยตรงจากจุดกำเนิดไปยังจุดหมายปลายทางหรือเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดรวมสินค้า การขนส่งโดยตรงนั้นจะมีประสิทธิภาพสูง เมื่อมีการเคลื่อนย้ายที่มีปริมาณในการขนส่งจำนวนมาก เมื่อการขนส่งมีขนาดเล็ก การใช้คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าจะใช้เวลานานกว่าและมีความซับซ้อนมากกว่า แต่ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำกว่าการขนส่งขนาดเล็ก การขนส่งนั้นอาจจะถูกรวมถึงการที่พาหนะคันเดียวบรรทุกสินค้าจากสถานที่ต่าง ๆ แล้วส่งไปยังสถานที่ต่าง ๆ

เมื่อทำการออกแบบการเครือข่ายการขนส่ง ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาถึงการเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายในการขนส่งกับค่าสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ และการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า เป้าหมายของโซ่อุปทานก็คือ การทำให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งจะต้องมีระดับในการตอบสนองต่อลูกค้าตามที่ต้องการ ดังนั้นการใช้วิธีการต่าง ๆ สำหรับออกแบบเครือข่ายการขนส่ง, การกำหนดเส้นทาง และจัดตารางเวลาการขนส่งในเครือข่ายการขนส่งจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การนำวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ หรือ วิธีวิธีสถิติส์ มาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับปัญหานั้นจะเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สำคัญและมีเหตุผลเพื่อใช้สำหรับกำหนดเส้นทางของยานพาหนะและการจัดลำดับของการขนส่ง โดยวิธีการต่าง ๆ นี้จะสามารถใช้ในการทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมของการขนส่งต่ำสุดในขณะที่ยังคงสามารถทำตามสัญญาที่ได้ให้กับลูกค้า

ดังนั้นเมื่อต้องการพัฒนาประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางพาหนะเพื่อขนส่งสินค้า การใช้วิธีมูลค่าประหยัดหรือวิธี Savings นั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาปฏิบัติและสามารถใช้จัดลูกค้าให้ตรงกับยานพาหนะขนส่งได้ และยังสามารถจัดเส้นทางยานพาหนะให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่สามารถส่งของได้ ณ สถานที่รับสินค้าและข้อจำกัดอื่น ๆ ซึ่งเทคนิคนี้มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อนและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับข้อจำกัดต่าง ๆ มากมายได้ อีกทั้งสามารถจัดการกับปัญหาการจัดเส้นทางได้เป็นอย่างดีและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง