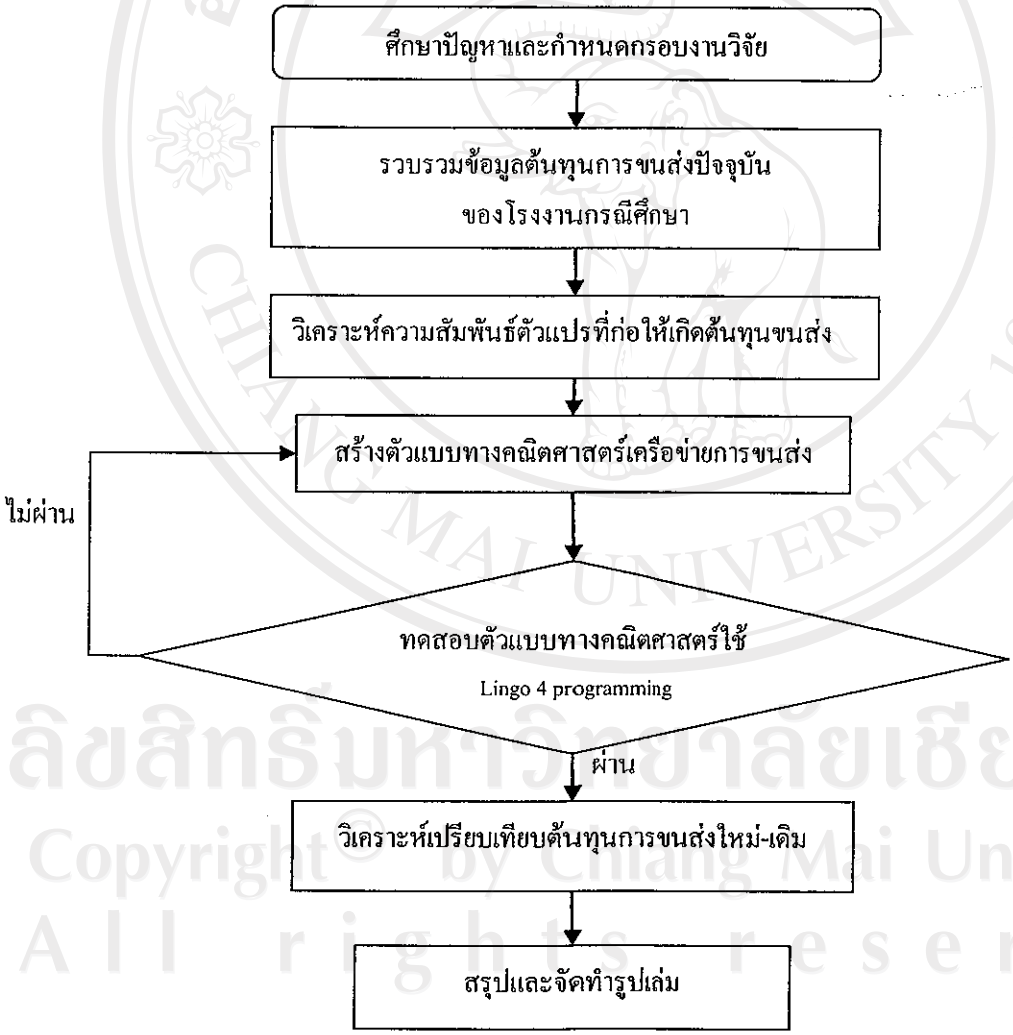
บทที่ 3
แผนการดำเนินการ ขอบเขตและวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อทำศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบันของกิจกรรมการขนส่งโลจิสติกส์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดต้นทุนการขนส่งโลจิสติกส์ขาออก ซึ่งได้มีการวางกรอบการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินการและวิธีการวิจัย

จัดทำขั้นตอนแผนและวิธีการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้



แผนผังที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากขั้นตอนต่างๆตามแผนลำดับขั้นตอนในรูปแผนผังที่ 3.1 สามารถอธิบายแผนวิธีการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาปัญหาในปัจจุบัน และกำหนดกรอบงานวิจัย

ข้อมูลด้านโรงงานของห้างหุ้นส่วนจำกัดกาฬสินธุ์ผลิตภัณฑ์อาหารเป็นโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งห้างหุ้นส่วนจำกัดกาฬสินธุ์ผลิตภัณฑ์อาหาร ตั้งอยู่ที่ ถนนผ้าขาว อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ โทรศัพท์ 0-4381-525 เป็นวิสาหกิจอาหารแช่แข็งขนาดย่อม ทำการแปรรูปอาหารจากสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์คือ ไส้กรอกปลาดุกรมควัน ดังแสดงผลิภัณฑ์ในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลากาฬสินธุ์

ผลิตภัณฑ์ทำจากปลาดุกคัดพิเศษ ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ทันสมัย และถูกสุขอนามัย ไม่มีวัตถุกันเสียเจือปน โปรตีนสูง ไขมันต่ำ สามารถประกอบอาหารได้ หลายประเภท ได้แก่ อบ ทอด นึ่ง และยำ เป็นต้น โดยทำการผลิตไส้กรอก 2 รส คือ

- รสดั้งเดิม (สีแดง) อย.เลขที่ 46-2-00142-2-001 ราคา 2,500 บาท
- รสพริกไทยดำ (สีเขียว) อย.เลขที่ 46-2-00142-2-002 ราคา 2,600 บาท

บรรจุกล่องโฟมอย่างดีจำนวน 50 ถุง/กล่อง ราคาดังกล่าว (ยังไม่รวมค่าขนส่ง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก) รายละเอียดด้านการผลิต

1. วัตถุดิบ คือ ปลาดุก ที่จะเลี้ยงให้โตไวและมีคุณภาพเนื้อที่ดีมี 2 สายพันธุ์คือ ปลาดุกบิ๊กอุยหรืออุยเทศ ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ปลาดุกอุยเทศและแม่พันธุ์ปลาดุกอุยและอีกสายพันธุ์หนึ่งคือ ปลาดุกเทศหรือปลาดุกยักษ์หรือปลาดุกรัสเซีย

2. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควัน ไม่มีการใช้สารกันเสีย ไม่มีส่วนประกอบของแป้ง ไม่มีเนื้อสัตว์ชนิดอื่น และส่วนผสมใช้เครื่องเทศเกรด เอ (A) ชนิดคัดพิเศษ

3. ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ บรรจุในถุงพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ และต้องแช่ในห้องแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) เพื่อให้อุณหภูมิไส้กรอกปลารมควันอยู่ในช่วง -16 ถึง -18 องศาเซลเซียสเพราะว่าไม่มีการใช้สารกันเสียและไส้กรอกปลาเป็นผลิตภัณฑ์ผ่านการกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส

4. การผลิตไส้กรอกปลารมควันในรูปแบบโรงงานอุตสาหกรรม ถ้ามีการผลิตเวลาปกติ (เริ่มทำงาน 08.00 -17.00 น.) ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการชำแหละเนื้อปลา ต้องชำแหละเนื้อปลาให้เสร็จก่อนเวลา 08.00 น. เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของเนื้อปลาและการรบกวนจากแมลงต่าง ๆ อาทิ แมลงวัน

ข) รายละเอียดด้านลูกค้า

จำนวนลูกค้าในปัจจุบันที่ถือได้ว่าเป็นลูกค้าประจำมีทั้งหมดประมาณ 102 ราย โดยกระจายตัวตามจังหวัดต่างๆรวม 16 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต เชียงใหม่ นครนายก ปทุมธานี สระบุรี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครราชสีมา สกลนคร อุดรธานี ขอนแก่น ยโสธรและอุบลราชธานี

ค) ด้านต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตจะต้องพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตทั้งที่เป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนที่เป็นเงินสดและต้นทุน ที่ไม่เป็นเงินสด พบว่าต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 35,635,865 บาทต่อปีหรือ 2,969,655.417 บาทต่อเดือน

ดังนั้นต้นทุนต่างๆในระบบการผลิตจึงประกอบด้วยต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 34,362,320 บาท ต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด 1,273,545 บาท ต้นทุนผันแปรเท่ากับ 34,290,320 บาท คิดเป็นร้อยละ 96.22 ของต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนคงที่เท่ากับ 1,345,545 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.77 ของต้นทุนทั้งหมด

เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบของต้นทุนผันแปร พบว่า ค่าปลาเป็นต้นทุนผันแปรที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุดเท่ากับ 19,584,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 54.96 รองลงมาเป็นค่าเครื่องเทศเท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5,572,800 บาท คิดเป็นร้อยละ 15.64 ค่าถุงบรรจุลามิเนตเท่ากับ 2,304,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 6.46 สำหรับส่วนประกอบของต้นทุนคงที่ ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ เท่ากับ 900,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.52 และค่าเสียโอกาสเงินลงทุนเครื่องมือและอุปกรณ์เท่ากับ 373,454 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.05 (จิระพันธ์ ห้วยแสน, 2446)

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขนส่งในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

พฤติกรรมการขนส่งผลิตภัณฑ์ในสภาพการปฏิบัติงานจริงของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน พบว่ามีปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ลูกค้าเฉลี่ยในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการขนส่งโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

รูปแบบขนส่ง	จังหวัด	จำนวนลูกค้าในพื้นที่	ระยะทาง (กม)	ความต้องการ A,B (กล่อง/เดือน)	รวม (กล่อง/เดือน)
# 1 รถโดยสารประจำทาง	**โรงงาน**	-	**ระยะทางคิด วิ่งไป**	-	-
	กรุงเทพมหานคร	5	526	237	237
	ประจวบคีรีขันธ์	6	810	102	102
	ภูเก็ต	9	1,386	132	132
	เชียงใหม่	4	729	15	15
	นครนายก	9	481	138	138
	ปทุมธานี	5	521	98	98
	สระบุรี	6	415	26	26
	รวม	**42**		**748**	**748**
# 2 รถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ	**โรงงาน**	-	**รถวิ่งไป-กลับ(..x2)**	-	-
	กาฬสินธุ์	10	5x2= 10	90	90
	มหาสารคาม	6	46x2= 92	61	61
	ร้อยเอ็ด	5	47x2= 94	53	53
	นครราชสีมา	6	261x2= 522	7	7
	สกลนคร	6	129x2= 258	30	30
	อุดรธานี	5	193x2= 386	85	85
	ขอนแก่น	4	80x2= 160	20	20
	ยโสธร	8	120x2= 240	53	53
	อุบลราชธานี	10	218x2= 436	113	113
	รวม	**60**		**513**	**512**
รวม (กล่อง/เดือน)					**1,260**

ที่มา: จากคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในปัจจุบันมีปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าทั้งสองชนิดเฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 1,260 กล่อง โดยทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่กล่องโฟมกล่องละ 50 ถุงและอัดด้วยน้ำแข็งชนิดพิเศษ เพื่อรักษาอุณหภูมิระหว่างการขนส่งที่อุณหภูมิระหว่าง -16 ถึง -18 องศาเซลเซียส ไปยังลูกค้าทั้ง 102 ราย การขนส่งผลิตภัณฑ์จะขนส่งตามคำสั่งซื้อลูกค้า เป็นการขนส่งโดยตรงจากโรงงานผลิตไปยังลูกค้า มีลักษณะการกระจายสินค้าเชิงกายภาพ (Physical of distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะการกระจายสินค้าในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาได้มีรูปแบบการขนส่งสินค้าอยู่ 2 รูปแบบ คือ

- การขนส่งโดยรถประจำทาง
- การขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในแต่ละรูปแบบการขนส่งทางโรงงานกรณีศึกษาก็ใช้ในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่แตกต่างกันเช่น การขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ ใช้ขนส่งเฉพาะลูกค้าที่ใกล้กับบริเวณรอบๆโรงงานหรือจังหวัดใกล้เคียง ส่วนการขนส่งโดยรถประจำทางก็ใช้ในการขนส่งลูกค้าจังหวัดที่อยู่ไกลจากโรงงาน เช่น กรุงเทพมหานคร ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต เหล่านี้เป็นต้น

3.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการขนส่งและความสัมพันธ์ตัวแปรที่ก่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำไปสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เครือข่ายการกระจายสินค้าที่มีความเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยสามารถคำนวณต้นทุนการขนส่งผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษาทั้งสองรูปแบบการขนส่งได้ดังนี้

ก) การคำนวณต้นทุนขนส่งโดยรถประจำทาง

ตารางที่ 3.2 การคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรูปแบบรถประจำทาง

ลำดับที่	จังหวัดที่ตั้งลูกค้า	รายการคำนวณ	รวม (บาท/เดือน)
1	กรุงเทพมหานคร	ต้นทุนขนส่ง: 526x237x0.4 = 49,864.80 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x237 = 474 บาท	50,338.80
2	ประจวบคีรีขันธ์	ต้นทุนขนส่ง: 810x97x0.4 = 33,048 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 102 = 204 บาท	31,428.00
3	ภูเก็ต	ต้นทุนขนส่ง: 1,386x132x0.4 = 73,180.80 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 132 = 264 บาท	73,444.80
4	เชียงใหม่	ต้นทุนขนส่ง: 729x15x0.4 = 4,374 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 15 = 30 บาท	4,404.00
5	นครนายก	ต้นทุนขนส่ง: 481x138x0.4 = 26,551.20 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 138 = 138 บาท	26,689.20
6	ปทุมธานี	ต้นทุนขนส่ง: 521x98x0.4 = 20,423.20 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 98 = 196 บาท	20,619.20
7	สระบุรี	ต้นทุนขนส่ง: 415x26x0.4 = 4,316 บาท ต้นทุนเก็บรักษา: 2* x 26 = 52 บาท	4,368.00
- ค่าพนักงานเดินตลาด ≈ 10% ของมูลค่าสินค้า/กล่อง ∴ 748 x (2,500x 10)/100 = 187,000 บาท			187,000.00
รวม. (บาท/เดือน)			**398,292.00**

ที่มา: *จากคำนวณ* (2* คือ ทุนต้นทุนเหมาจ่ายในการเก็บรักษาเท่ากับ 2 บาท/กล่อง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การขนส่งโดยรถประจำทางนี้ ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยัง ลูกค้าทั้งหมดรวม 7 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต เชียงใหม่ นครนายก ปทุมธานี และสระบุรี ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งโดยรูปแบบรถประจำทางดังในตารางที่ 3.2

ข) การคำนวณต้นทุนขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ (ดีเซล)

การคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรถประจำทาง ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาใช้ขนส่งไปยัง 9 จังหวัด คือ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครราชสีมา สกลนคร อุดรธานี ขอนแก่น ยโสธร และอุบลราชธานี สูตรที่ใช้คำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ (ดีเซล)

ต้นทุนขนส่ง (บาท/เดือน) = ต้นทุนการขนส่ง x จำนวนความต้องการ x ระยะทางขนส่ง

ตารางที่ 3.3 การคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรูปแบบรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ

ลำดับ	จังหวัด	รายการคำนวณ		รวม (บาท/เดือน)
1	กาฬสินธุ์	ต้นทุนขนส่ง :	0.53 x 90x 10 x 3 = 1,431 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 90 = 180 บาท	1,134
2	มหาสารคาม	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 61x 92x 2 = 5,948.72 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 61 = 122 บาท	6,070.72
3	ร้อยเอ็ด	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 53x 94x 2= 5,280.92 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 53= 106 บาท	5,386.96
4	นครราชสีมา	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 7 x 522 x 1 = 1,936.62 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 14 = 28 บาท	1,964.62
5	สกลนคร	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 30 x 258 x 2 = 8,204.40 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 129 = 258 บาท	8,462.40
6	อุดรธานี	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 85 x 386 x 3 = 52,167.90 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 85 = 170 บาท	52,337.90
7	ขอนแก่น	ต้นทุนขนส่ง :	0.53x 20 x 160 x 2 = 3,392 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 20 = 40 บาท	3,432.00
8	ยโสธร	ต้นทุนขนส่ง :	0.53 x 53 x 240 x 2 = 13,483.20 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 53 = 106 บาท	13,589.20
9	อุบลราชธานี	ต้นทุนขนส่ง :	0.53 x 96 x 436 x 3 = 66,551.04 บาท	
		ต้นทุนเก็บรักษา:	2* x 113 = 226 บาท	66,777.04
รวม. (บาท/เดือน)				**159,631.84**

ที่มา: จากคำนวณ (2*คือ ทุนต้นทุนเหมาจ่ายในการเก็บรักษาเท่ากับ 2 บาท/กล่อง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค) การคำนวณต้นทุนรวมขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

ในการวิจัยสามารถประเมินต้นทุนการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

- ต้นทุนการขนส่งโดยรถประจำทาง 398,292.00 บาท/เดือน
- ต้นทุนการขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อ 159,631.84 บาท/เดือน

รวมค่าใช้จ่าย 557,923.84 บาท/เดือน

ต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันในรอบปีโดยประมาณ จะต้องพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตทั้งที่เป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนที่เป็นเงินสดและต้นทุน ที่ไม่เป็นเงินสด ในอัตรากำลังการผลิต 1ตัน/วัน พบว่าต้นทุนรวมทั้งหมดเท่ากับ 35,635,865 บาท/ปี หรือประมาณ 2,969,655.417 บาท/เดือน ประกอบด้วย

- ต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 34,362,320 บาท
- ต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด 1,273,545 บาท
- ต้นทุนผันแปรเท่ากับ 34,290,320 บาท คิดเป็นร้อยละ 96.22 ของต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนคงที่เท่ากับ 1,345,545 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.77 ของต้นทุนทั้งหมด (จีระพันธ์ ห้วยแสน, 2546)

และต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันรวมตลอดทั้งเดือนเท่ากับ 2,969,655.417 บาท/เดือน

∴ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในต้นทุนขนส่งผลิตภัณฑ์ต่อเดือนเท่ากับ

$$\frac{557{,}923.84 \times 100}{2{,}969{,}655.417} = 18.78\%$$

ดังนั้นจากการคำนวณต้นทุนขนส่งผลิตภัณฑ์ของทั้งสองรูปแบบขนส่ง ในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาคิดเป็น 18.78 % ของต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันรวมต่อเดือนปัจจัยที่มีผลต่อการจัดส่งและทำให้เกิดค่าใช้จ่าย เส้นทางการขนส่ง ความถี่ในการจัดส่งและรวมไปถึงการประเมินราคาในการขนส่งในแต่ละเที่ยวการขนส่ง

ง) การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษา

ในการคำนวณค่าขนส่งของยานพาหนะเพื่อการขนส่งสินค้าจากโรงงานไปยังแหล่งต่างๆของลูกค้านั้น จำนวนระยะทางที่ใช้ขนส่งขึ้นกับพฤติกรรมการขนส่งสินค้า โดยที่สามารถแสดงพฤติกรรมการขนส่งได้ดังตารางที่ 3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.4 แสดงพฤติกรรมการขนส่งสินค้าและการคำนวณระยะตามพฤติกรรมขนส่ง

พฤติกรรมการขนส่งสินค้า	ระยะทางที่ใช้ในการคำนวณ (กม)
ไม่มีสินค้าเที่ยวกลับ (Empty Backhaul)	ต้นทาง - ปลายทาง
มีสินค้าเที่ยวกลับ (With Backhaul)	(ต้นทาง - ปลายทาง)X 2

ที่มา: สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งในการขนส่งผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษานั้น มีการใช้พฤติกรรมการขนส่งผลิตภัณฑ์ทั้งสองพฤติกรรม คือถ้าเป็นการขนส่งแบบไม่มีสินค้าเที่ยวกลับ (Empty Backhaul) นั้นผู้วิจัยกำหนดให้เป็นการขนส่งในรูปแบบรถประจำทาง ส่วนแบบพฤติกรรมการขนส่งสินค้าแบบมีสินค้าเที่ยวกลับ (With Backhaul) ให้เป็นแบบขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล4 ล้อเล็ก ทั้งนี้ทั้งสองพฤติกรรมการขนส่งสินค้านี้โรงงานกรณีศึกษามีการใช้แบบผสมผสานทั้งสองรูปแบบ ไปยังแหล่งที่ตั้งลูกค้าทั้ง 102 แห่ง และสามารถแสดงระยะทางการขนส่งผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานกรณีศึกษาไปยังแหล่งที่ตั้งของลูกค้าทั้งหมด 102 แห่ง ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลระยะการขนส่งในปัจจุบันของโรงงานไปยังลูกค้าจำนวน 102 แห่ง

ระยะทางจากโรงงานทั้ง 102 ลูกค้า (กิโลเมตร)								
519	519	524	527	528	516	518	520	523
525	473	476	477	479	4,479	481	483	486
486	800	803	805	808	811	815	1,381	1,382
1,382	1,384	1,385	1,386	1,387	1,388	1,388	2	3
3	3	4	4	4	6	6	7	729
729	729	729	44	45	45	45	47	48
47	47	48	48	48	260	261	261	262
128	128	129	130	130	130	192	193	194
195	196	216	216	217	218	218	219	219
220	221	221	412	413	413	414	414	416
416	417	417	417	118	119	120	121	121
121	121	123						
40,399 กิโลเมตร								

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในตารางที่ 3.5 เป็นข้อมูลแสดงระยะทางการขนส่งผลิตภัณฑ์จากโรงงานกรณีศึกษาไปยังที่ตั้งของลูกค้า ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาที่ใช้วิธีการขนส่ง ดังรายละเอียดที่มีการกำหนดตำแหน่งและชื่อของลูกค้าทั้ง 102 นั้นในภาคผนวก ข

จ) การหาต้นทุนเฉลี่ยขนส่งของโรงงานกรณีศึกษา

ต้นทุนขนส่งเฉลี่ยหาได้จาก ค่าเฉลี่ยของต้นทุนดำเนินการของกิจกรรมการขนส่งของผู้ประกอบการ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์หาจากตัวแทนกลุ่มต้นทุนแต่ละประเภทรถที่ใช้ในการขนส่งสินค้านั้นเอง ผู้ศึกษาใช้วิธีการคำนวณด้วยการหาค่าเฉลี่ยต้นทุน (Average cost) ของในแต่ละรายการ โดยค่าเฉลี่ยนี้ พิจารณาจากปัจจัยหลักๆที่เป็นต้นทุนในการขนส่ง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงตัวถ่วงน้ำหนักของต้นทุนแต่ละรายการ

รายการ	เกณฑ์พิจารณา
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	จำนวนกล่องและระยะทาง (กล่อง-กิโลเมตร)
ค่าซ่อมบำรุงรักษายานพาหนะ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
ค่าแรงงานพนักงานคนขับ	-
ค่าแรงคนงานประจำยานพาหนะ	-

ที่มา: ดัดแปลงจากการคำนวณตัวถ่วงน้ำหนักต้นทุนสถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

การคำนวณค่าเฉลี่ยต้นทุนการขนส่งนี้จัดให้อยู่ในรูปของจำนวนกล่องต่อเดือน คือ “กล่อง-เดือน” แล้วนำมาเปรียบเทียบเป็นสัดส่วน (Proportion) ระหว่างระยะทางการขนส่งสินค้าต่อเดือน เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยต้นทุนการขนส่งผลิตภัณฑ์เป็น “กล่อง-กิโลเมตรต่อเดือน”

ฉ) การคำนวณหาค่าต้นทุนผันแปรต่อระยะทางการขนส่ง (β)

การหาค่าเฉลี่ยขนส่งนี้จะอาศัยข้อมูลในตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6 มาสร้างให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อใช้วิเคราะห์หาต้นทุนแปรผันต่อหน่วยต่อระยะทางในการขนส่ง และผู้วิจัยได้นิยามสมการนี้คือ ขั้นต่ำที่สุดโรงงานจะขนส่งผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 กล่อง ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ไปยังแต่ละแห่ง ซึ่งมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาต้นทุนผันแปรต่อหน่วยต่อระยะทางการขนส่ง คือ

$$\beta_1 = \frac{\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าบำรุงรักษายานพาหนะ + ค่าพนักงานขับรถ}}{\text{ระยะทางขนส่ง (กิโลเมตร)}} \quad \text{(บาท/กม.)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสูตรสมการข้างบนสามารถนำมาคำนวณหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย (β_1) โดยใช้ข้อมูลในปัจจุบันของโรงงานกรศึกษา ที่ทำการขนส่งให้กับลูกค้าทั้ง 102 แห่ง ในหนึ่งเดือน ดังแสดงการวิเคราะห์ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย ในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนแปรผันต่อหน่วยต่อระยะทางการขนส่งในปัจจุบัน

กรณีที่ 1 ขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล	**<u>ต้นทุนผันแปรต่อระยะทางการขนส่ง</u>**		
	- ระยะทางขนส่งสินค้าวิ่งไป-กลับ (40,399 X 2)	80,798	กิโลเมตร
	- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	28,600	บาท/เดือน
	- ค่าบำรุงรักษารถยนต์ (≤ 30 % ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง)	8,580	บาท/เดือน
	- ค่าจ้างพนักงานขนส่ง(4 ล้อ- 2 คน)	6,000	บาท/เดือน
	- รวมค่าใช้จ่ายการขนส่ง	43,180	บาท/เดือน
	ฉะนั้น β_1 = 43,180/80,798 = 0.53 บาท/ กล่อง-กม.		
กรณีที่ 2 ขนส่งโดยรถประจำทาง	**<u>ต้นทุนผันแปรต่อระยะทางการขนส่ง</u>**		
	- อัตราน้ำหนักที่ทางโรงงานคิดเพื่อการขนส่งทางโดยสารประจำทาง $\beta_2 \approx 0.40$ บาท/กล่อง-กม.		

<u>หมายเหตุ</u> 1 กล่องบรรจุสินค้า 50 ถุง

ที่มา: *จากการคำนวณ*

จากตารางที่ 3.7 ได้ทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนในการวิเคราะห์ โดยทำการแบ่งตามรูปแบบการขนส่ง 2 กรณี คือ กรณีการขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคล 4 ล้อเล็กและกรณีขนส่งโดยรถประจำทาง ต้นทุนแปรผันต่อหน่วยกรณีขนส่งโดยรถยนต์ 4 ล้อเล็กมีค่าต้นทุนแปรผันต่อหน่วยต่อระยะทางเท่ากับ 0.53 บาท/กล่อง-กิโลเมตร และต้นทุนแปรผันต่อหน่วยของการขนส่งโดยรถประจำทางได้จากการสอบถามผู้ประกอบการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเมื่อมีการใช้รูปแบบขนส่งนี้จะมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 0.40 บาท/กล่อง-กิโลเมตร ในส่วนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 28,600 บาท/เดือนและการคิดอัตราต้นทุนเพื่อบำรุงรักยานพาหนะเฉพาะรูปแบบการขนส่งโดยรถยนต์ส่วนบุคคลนั้นคำนวณที่ ≤ 30 % ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (จิระพันธ์ ห้วยแสน, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.4 สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออก

การจัดตั้งรูปแบบปัญหา (Model formulate) ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ที่สร้างขึ้นในรูปของโปรแกรม Mixed-integer linear programming ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ของกิจกรรมการกระจายสินค้า ตั้งแต่กำลังการผลิตของโรงงาน จำนวนลูกค้า สถานที่ตั้งลูกค้า รูปแบบการขนส่ง และระยะทางการขนส่งในปัจจุบันให้มีลักษณะเป็นการบูรณาการกิจกรรมโลจิสติกส์ (Integrated logistics activities) การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของเครือข่ายโลจิสติกส์ขาออกในครั้งนี้ เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนศูนย์กระจายสินค้า และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จัดส่งเข้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าเพื่อการตอบสนองศูนย์ในการกระจายสินค้าตามความต้องการลูกค้าในระดับที่เหมาะสม ประเด็นในการค้นหาคำตอบของตัวแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ นี้จะประกอบด้วยทั้งหมด 5 คำตอบ ได้แก่

- จำนวนศูนย์กระจายสินค้า
- สถานที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า
- ขนาดพื้นที่ของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม
- ปริมาณการจัดสรรผลิตภัณฑ์ในแต่ละชนิดให้กับศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งที่ทำการเปิดศูนย์กระจายสินค้า
- รูปแบบการขนส่งเพื่อนำผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

นอกจากยังต้องมีการสร้างการสร้างสมการขอบข่ายเพื่อใช้บังคับหรือควบคุมการไหลเวียนผลิตภัณฑ์ภายในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์และกิจกรรมต่างๆ จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ โดยให้เกิดสัมพันธ์กับสภาพการณ์การดำเนินกิจกรรมในปัจจุบัน โดยขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

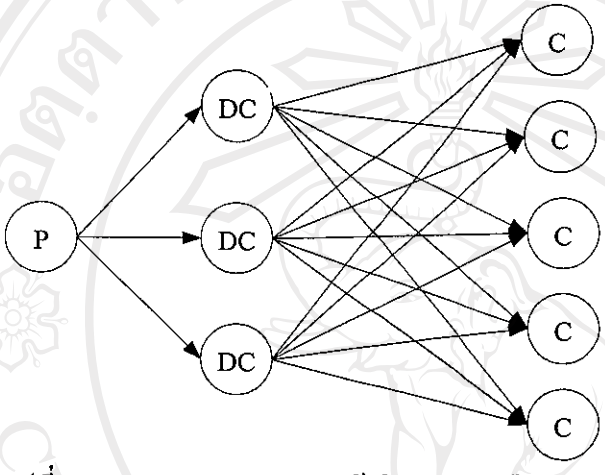
ก) **การออกแบบตัวแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์**

ผู้วิจัยได้พิจารณาและให้นิยามการจัดตั้งปัญหาเครือข่ายโลจิสติกส์ประกอบไปด้วย 1 โรงงานผลิต หลายศูนย์กระจายสินค้าและลูกค้า โดยสมมุติในเบื้องต้นทราบตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า ที่ตั้งของลูกค้าและทราบกำลังผลิตสุทธิของโรงงานผลิต เพื่อทำการวิเคราะห์หาจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุดในเครือข่ายโลจิสติกส์ สถานที่ตั้งที่ของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมและวิเคราะห์หาว่าศูนย์กระจายสินค้าใดควรมีความรับผิดชอบต่อลูกค้าใดบ้าง เพื่อให้กระบวนการสั่งซื้อของในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าเกิดต้นทุนดำเนินการที่ประหยัดสูงสุด ซึ่งในระบบการจัดการสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้านั้นจะต้องวิเคราะห์ควบคู่ไปพร้อมๆกันเพื่อให้สามารถรักษาปริมาณการตอบสนองลูกค้าได้อย่างพึงพอใจ ปริมาณการเก็บสินค้าไว้ที่ศูนย์กระจายสินค้านี้ ได้มาจากค่าความต้องการของลูกค้าโดยเฉลี่ยที่ศูนย์กระจายสินค้านั้นๆรับผิดชอบลูกค้าอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นั้นเอง ในส่วนนโยบายสินค้าคงคลังที่ศูนย์กระจายสินค้านี้จะคำนึงถึงขนาดของการสั่งซื้อสินค้า (Order size) ช่วงระยะเวลาในการสั่งซื้อ (Order interval) และการเก็บสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety stock) ให้สามารถกระจายสินค้าได้เพียงกับปริมาณความต้องการของลูกค้าที่รับผิดชอบ ซึ่งในเบื้องต้นนั้นไม่สามารถที่จะคาดการณ์ปริมาณการจัดเก็บไว้ก่อนได้

การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออกนั้นแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการกระจายสินค้าในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์

เมื่อให้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้คือ

P = โรงงานผลิต

DC = ศูนย์กระจายสินค้า

C = ลูกค้า

ระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ที่สร้างขึ้นจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆในการกระจายสินค้าที่มีความเหมาะสม กรณีจัดระบบการกระจายสินค้าเป็นระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ขาออกสำหรับโรงงานกรณีศึกษานั้นพบว่าควรมีกิจกรรมต่างๆตั้งแต่การเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากโรงงานไปยังจุดที่มีการใช้งานหรือผู้บริโภคประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 7 กิจกรรม คือ

1. การขนส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า
2. การเก็บรักษาจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า
3. การเปิดศูนย์กระจายสินค้า
4. การดำเนินการสินค้าคงคลังที่ศูนย์กระจายสินค้า
5. การมีสินค้าเพื่อความปลอดภัยศูนย์กระจายสินค้า
6. การขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า
7. การเก็บรักษาจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้ง 7 กิจกรรมนี้มีความสำคัญอย่างมากในการกระจายสินค้าในระบบเครือข่ายและมีความสอดคล้องกับการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษา และกรณีทั้งจัดระบบการกระจายสินค้าเป็นเครือข่ายโลจิสติกส์นั้น ประเด็นที่ถูกนำมาพิจารณาด้วยเสมอ คือ การจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (Distribution centers, *DCs*) และต้นทุนดำเนินงานที่ศูนย์กระจายสินค้า (Operation cost) ตลอดจนรูปแบบการขนส่งที่มีความเหมาะสมกับสภาวะต้นทุนดำเนินการในปัจจุบัน

ข) กำหนดตัวแปรในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออก

ได้มีการกำหนดตัวแปรออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกันคือ

- พารามิเตอร์ (Parameter)
- ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

เพื่อประกอบในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถแสดงรายละเอียดในการกำหนดพารามิเตอร์ (Parameter) และตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) ได้ดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์ (Parameter)

i = ดัชนีของผลิตภัณฑ์ *(i = A, B)*

j = ดัชนีของโรงงาน *(j = กาฬสินธุ์)*

k = ดัชนีของศูนย์กระจายสินค้า *(k = DC1, DC2,... ,DC13)*

l = ดัชนีของลูกค้า *(l = C1, C2,..., C28)*

r = ดัชนีของรูปแบบการขนส่ง *(M (ขนส่งรถยนต์), N(ขนส่งโดยรถประจำทาง))*

SUP_{ij} = กำลังการผลิตของโรงงาน

DS_{il} = ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ

CT_{ijk}^{DC} = ต้นทุนเก็บรักษาในระหว่างการขนส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

CT_{ikl}^{C} = ต้นทุนเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งจากศูนย์ฯไปยังลูกค้า

CTR_{ijkr}^{DC} = ต้นทุนในการขนส่งผลิตภัณฑ์จากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

CTR_{iklr}^{C} = ต้นทุนในการขนส่งผลิตภัณฑ์จากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า

TC^{DC} = ต้นทุนเก็บรักษาระหว่างการขนส่งรวมจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

TC^{C} = ต้นทุนเก็บรักษาระหว่างการขนส่งรวมจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า

TCR^{DC} = ต้นทุนการขนส่งผลิตภัณฑ์รวมจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

TCR^{C} = ต้นทุนการขนส่งผลิตภัณฑ์รวมจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า

TDC = ต้นทุนคงที่รวมในการเปิดตัวศูนย์กระจายสินค้า

TCC = ต้นทุนการเก็บผลิตภัณฑ์รวมที่ศูนย์กระจายสินค้า

F_k = ค่าใช้จ่ายคงที่ที่มีการเปิดศูนย์กระจายสินค้า *(DC)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

C_k = พื้นที่ในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ทั้งผลิตภัณฑ์ A และ B *(ตารางเมตร, m^2)*

z = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลิตภัณฑ์

h = ต้นทุนเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยที่ศูนย์กระจายสินค้า

σ_{il}^2 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสินค้ากับลูกค้าแต่ละราย

TD = ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ A และ B รวม ของลูกค้าทั้ง 28 ราย

f_k = ต้นทุนในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์

θ_k = อัตราน้ำหนักการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าต่อหน่วยต่อผลิตภัณฑ์

R_i = พื้นที่ของผลิตภัณฑ์ A และ B

L = เวลานำผลิตภัณฑ์จากโรงงานผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้า

n = จำนวนครั้งในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ในรอบปี

β = อัตราน้ำหนักในการขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งต่างๆ

α = อัตราน้ำหนักของการเก็บรักษาสินค้าต่อหน่วยโดยไม่คำนึงรูปแบบการขนส่ง

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

X_{ijkr} = ปริมาณการขนส่งผลิตภัณฑ์ i จากโรงงานผลิต j ไปยังศูนย์กระจายสินค้าk ด้วยรูปแบบการขนส่ง r

x_{ijk} = ปริมาณการขนส่งผลิตภัณฑ์ i จากโรงงานผลิต j ไปยังศูนย์กระจายสินค้า k โดยไม่คำนึงรูปแบบการขนส่ง

Y_{ikr} = ปริมาณการขนส่งผลิตภัณฑ์ i จากศูนย์กระจายสินค้า k ไปยังลูกค้าl ด้วยรูปแบบการขนส่ง r

$Z_k \in (0,1)$ ถ้า Z_k เป็น " 0 " ไม่มีการเปิด DC และถ้า Z_k เป็น " 1 " มีการสนับสนุนให้เปิด DC

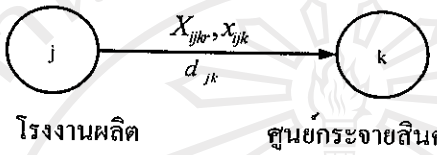
$DSC_{kl} \in (0,1)$ ถ้า DSC_{kl} เป็น " 0 " ไม่มีการจัดส่งผลิตภัณฑ์นั้นๆให้กับ DC และถ้า DSC_{kl} เป็น "1" ให้มีการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ให้กับ DC

ค) การสร้างและพัฒนาสมการเป้าหมายเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออก

การสร้างและพัฒนาสมการเป้าหมายเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออกนั้นจะสร้างจากความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆในการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์ตัวแทนจำหน่ายเพื่อรอการจำหน่ายให้กับลูกค้าต่อไป และกิจกรรมการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปยังลูกค้าตามความต้องการ กิจกรรมที่กล่าวนี้ เป็นกิจกรรมหลักและเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ก่อให้เกิดต้นทุนต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งในแต่ละกิจกรรมมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานโลจิสติกส์ ซึ่งในแต่ละกิจกรรมสามารถนำวิเคราะห์และสร้างให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- กิจกรรมการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าในการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานที่ผลิตนั้นจะต้องไม่เกินกำลังความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย ส่วนจำนวนหน่วยการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานจะสัมพันธ์กับระยะทางจากโรงงานที่ผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้าและอัตราน้ำหนักค่าการขนย้ายต่อระยะทางตามของรูปแบบการขนส่งในแต่ละชนิด ดังแสดงกรอบงานเบื้องต้นในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงพื้นฐานการขนส่งในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์

และสามารถสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ได้ดังนี้

ต้นทุนการขนย้าย = จำนวนหน่วยขนย้าย x ระยะทางขนย้าย x อัตราค่าขนย้าย

$$TC^{DC} = (X_{ijkr} . d_{jk} . \beta) \quad (1)$$

เมื่อ β คือ *อัตราน้ำหนักในการขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งต่างๆ*

แต่ในสภาพความเป็นจริงนั้นการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานจะประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งด้วย นั้นก็คือ ต้นทุนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนย้ายจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า ปัจจัยนี้จะส่งผลโดยตรงต่อจำนวนการขนย้ายและสามารถสร้างในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

ต้นทุนการเก็บรักษา = จำนวนหน่วยขนย้าย x อัตราค่าการเก็บรักษา

$$TCC^{DC} = (x_{ijk} . \alpha) \quad (2)$$

เมื่อ α คือ *อัตราน้ำหนักของการเก็บรักษาสินค้าต่อหน่วยระหว่างการขนส่งโดยไม่คำนึงรูปแบบการขนส่ง*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นกิจกรรมการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานที่ผลิตไปยังศูนย์ตัวแทนจำหน่าย ทำให้เกิดต้นทุนรวมดังนี้

ต้นทุนรวมการขนย้าย = ต้นทุนการ ขนย้าย+ ต้นทุนการเก็บรักษาระหว่างการขนย้าย

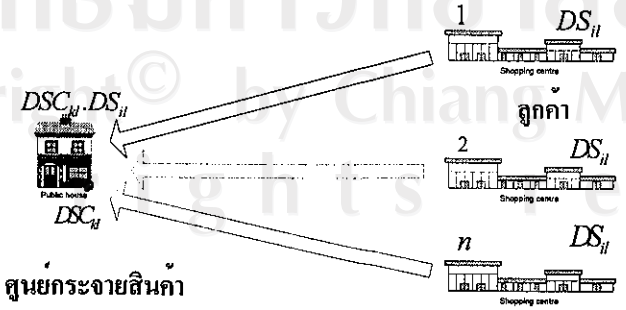
$$T^{DC} = (X_{ijkr}.\, d_{jk}.\, \beta) + (x_{ijk}.\alpha) \qquad (3)$$

- ต้นทุนที่ศูนย์กระจายสินค้าเพื่อนำผลิตภัณฑ์มารอการจำหน่ายให้กับลูกค้าให้ได้ตามปริมาณความต้องการ ทั้งจะเกิดต้นทุนต่างๆมากมายขึ้น เช่น ต้นทุนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ต้นทุนผลิตภัณฑ์สำรองเพื่อป้องกันการขาดแคลนผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการสั่งผลิตภัณฑ์ และต้นทุนคงที่ในการเปิดศูนย์กระจายสินค้า (TDC) ถ้าหากมีการเปิดศูนย์จะต้องมีค่าใช้จ่ายคงที่ในการดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายนี้จะแปรผันตามปริมาณการเก็บรักษา ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ที่แปรผันตรงกับจำนวนของศูนย์ฯ ที่มีการเปิด สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (10)

$$TDC = \sum_{k} (F_k.Z_k) \qquad (4)$$

ในส่วนของต้นทุนการเก็บผลิตภัณฑ์รวมที่ศูนย์กระจายสินค้า (TCC) เป็นส่วนของค่าใช้จ่ายแปรผันของศูนย์ฯจะแปรผันกับปริมาณการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าและจากสมการที่

ขั้นต้นการสร้างรูปแบบปัญหา ลูกค้าแต่ละรายสามารถรับผลิตภัณฑ์ได้จากทุกๆศูนย์กระจายสินค้าที่จัดตั้งขึ้นในการทดสอบในปริมาณ DS_{il} และศูนย์กระจายสินค้าจะต้องรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานมาเก็บไว้เพื่อการกระจายสินค้าในปริมาณเท่ากับ DSC_{kl} หรืออาจกล่าวได้ว่าการรับผลิตภัณฑ์มาเก็บไว้ที่ศูนย์กระจายสินค้าเพื่อการกระจายสินค้าจะมีค่าเท่ากับ $DSC_{kl}.DS_{il}$ นั้นเอง



รูปที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์การหาปริมาณผลิตภัณฑ์เข้าศูนย์กระจายสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$= \sum \begin{Bmatrix} DSC_{11}.DS_{A1} + DSC_{12}.DS_{A2} + DSC_{13}DS_{A3} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{1n}.DS_{An} \\ DSC_{11}.DS_{B1} + DSC_{12}.DS_{B2} + DSC_{13}.DS_{B3} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{1n}DS_{Bn} \end{Bmatrix}$$

$$\therefore \sum_{l=1}^{n} DSC_{kl}.DS_{il} \qquad \forall_i \forall_k$$

or $$DSC_{kl} = \sum_{l=1}^{n} DS_{il} \qquad \forall_i$$

$i = A, B$

$l = 1, 2, 3\ldots\ldots n$

$k = 1$

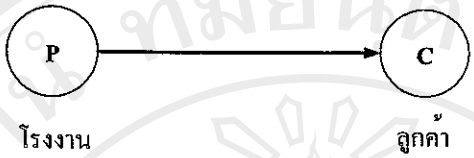
โดยให้ค่าปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าที่รับผลิตภัณฑ์จากศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละแห่งมีการกระจายสินค้าเป็นแบบการแจกแจงปกติ (Normally distribution) โดยให้ค่าความต้องการเฉลี่ยในแต่ละวันของลูกค้าในแต่ละรายมีค่าเท่ากับ DS_{il} และค่าความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ในแต่ละเดือนเท่ากับ $\sigma_{il}^{\ 2}$ ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของลูกค้าทั้งหมดคือ C ราย และ C เป็นเซ็ตของลูกค้า (Customers) ที่จะต้องรับผลิตภัณฑ์จากศูนย์ตัวแทนของแต่ละแห่งที่รับผิดชอบลูกค้า โดยมีระยะเวลานำ (Lead time) เข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดส่งจากโรงงานผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้า สมมุติว่าระยะเวลานำสินค้าจากโรงงานผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้าตามปริมาณความต้องการในแต่ครั้งในการสั่งซื้อของลูกค้าโดยผ่านที่ศูนย์กระจายสินค้าเป็นแบบการแจกแจงปกติ (Normally distribution) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $L\sum_{l} DS_{il}$ ค่าแปรปรวนผลิตภัณฑ์เท่ากับ $L\sum_{l} \sigma_{il}^{2}$ ดังนั้นการเก็บผลิตภัณฑ์เพื่อการบริการให้เกิดมั่นใจแก่ลูกค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าที่ทำการเปิด จึงมีค่ากระจายตามความน่าจะเป็น (Probability) ของค่า α

$$\therefore z_{\alpha} \sqrt{L\sum_{l} \sigma_{il}^{\ 2}} \qquad (5)$$

เมื่อ z_{α} เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีค่า $P\ (z \le z_{\alpha}) = \alpha$ ให้ TD เท่ากับปริมาณรวมของความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าใน 1 เดือน ดังนั้นค่า $TD = \chi \sum_{l} (DS_{il})$ โดยที่ $\chi =$ ค่าคงที่ที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการต่อวันเป็นค่าความต้องการต่อเดือน ที่มีการจัดส่งผลิตภัณฑ์เข้าไปที่ศูนย์กระจายสินค้า (1 เดือนมี 30 วัน) และให้ f_k คือ ต้นทุนคงที่ในการการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ของศูนย์กระจายสินค้าที่มีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้ง ให้ h คือ ต้นทุนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยต่อเดือนที่ศูนย์กระจายสินค้า จากปัจจัยต่างๆที่ทำให้ส่งผลเกิดต้นทุนรวมของระบบการจัดการสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้านั้น ด้วยวิธีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของงานวิจัย Daskin, *et al.* (2002) สามารถประมาณการต้นทุนดำเนินการที่ศูนย์กระจายสินค้าซึ่งประกอบด้วยต้นทุนต่างๆ คือ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้า ได้ดังสมการที่ (2) และเป็นแนวทางที่ผู้วิจัยจะนำไปใช้ประกอบในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์



รูปที่ 3.6 แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้า

ซึ่งต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้าจากโรงงานถึงลูกค้าประกอบด้วยต้นทุนทั้งหมด 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

ต้นทุนรวม = (ต้นทุนสั่งซื้อ) + (ต้นทุนขนส่ง) + (ต้นทุนเก็บรักษา)

$$TC = f_k n + C^*(v)(\frac{TD}{n})n + \theta_k \frac{TDh}{2n} \qquad (6)$$

เทอมที่ 1 คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ

เทอมที่ 1 คือ ต้นทุนการการขนส่ง

เทอมที่ 1 คือ ต้นทุนเก็บรักษาระหว่างการขนส่ง

เมื่อกำหนดให้

f_k คือ ต้นทุนคงที่ในการการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์

n คือ จำนวนครั้งที่มีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าในรอบ 1 เดือน

TD คือ ปริมาณผลิตภัณฑ์รวม

θ_k คือ น้ำหนักของการเก็บสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า

h คือ ต้นทุนเก็บรักษาสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า

C^* คือ ค่าการขนส่งผลิตภัณฑ์เข้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าตามคำสั่งซื้อและตามขนาดผลิตภัณฑ์ $v(x)$ หรือ Lot Size x ในการสั่งซื้อจากโรงงานผลิต ดังนั้นค่าของ C^* ได้ดังสมการที่ 7

$$C^*(v) = v(x).\beta.d \qquad (7)$$

เมื่อกำหนดให้

β คือ การให้อัตราน้ำหนักการขนส่งตามรูปแบบการขนส่งต่อหน่วยต่อระยะทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

d คือ ระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์

θ คือ การให้อัตราน้ำหนักการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าต่อหน่วยต่อผลิตภัณฑ์

เทอมที่ 1 ของสมการที่ 2 เป็นต้นทุนคงที่ (f_k) ในการสั่งซื้อสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าคูณกับจำนวนการสั่งซื้อในรอบ 1 เดือน (n)

เทอมที่ 2 เป็นต้นทุนในการจัดส่งผลิตภัณฑ์ตามจำนวนของ $v(x)(\frac{TD}{n})$ คูณกับจำนวนการสั่งซื้อ (n) หรือจำนวนขนาดของการสั่งซื้อนั้นเอง

และ*เทอมที่ 3* เป็นต้นทุนกิจกรรมการเก็บผลิตภัณฑ์สำรองของศูนย์กระจายสินค้าโดยเฉลี่ยของ $\frac{TDh\theta_k}{2n}$

และจากสมการที่ (6) สามารถหาอนุพันธ์ของสมการ (Derivative function) เทียบกับค่า n , $\frac{d}{dn}(x)$ จะได้ค่าของสมการใหม่เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่า n ดังต่อไปนี้

$$\frac{d}{dn}\left[(f_k n)+(C^*(v)(\frac{TD}{n})n)+(\theta_k\frac{TDh}{2n})\right]=0$$

$$\frac{1}{2}\left[\frac{(-\theta_k.h.TD)+(2.f_k.n^2)}{n^2}\right]=0$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{-\theta_k.h.TD}{n^2}\right)+\frac{1}{2}\left(\frac{2.f_k.n^2}{n^2}\right)=0$$

$$f_k-\frac{\theta_k.h.TD}{2n^2}=0$$

$$\therefore f_k-\frac{\theta_k.h.TD}{2n^2}=0 \qquad (8)$$

สามารถหาคำตอบของค่า n ได้จากจากสมการจากสมการที่ (8) ทำให้สามารถหาค่าของได้ดังนี้

$$\theta_k\frac{TDh}{2n^2}=f_k$$

$$\frac{TDh}{2n^2}=\frac{f_k}{\theta_k}$$

$$\frac{1}{2n^2}(TDh)=\frac{f_k}{\theta_k}$$

$$\frac{1}{2n^2}=\frac{f_k}{(TDh)\theta_k}$$

$$n^{-2}=2(\frac{f_k}{(TDh)\theta_k})$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลขหมู่ ว
ธร ร
ส๔๒ก
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

$$n = \sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}} \tag{9}$$

แล้วนำค่าของ n จากสมการที่ (9) ไปแทนลงในสมการที่ (6) ทำให้สามารถคำนวณต้นรวมทุนรวมในการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าได้ดังต่อไปนี้

$$TC = f_k\left(\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}}\right) + C^*(v)\frac{TD}{\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}}}\left(\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}}\right) + \theta_k\frac{TDh}{2\left(\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}}\right)} \tag{10}$$

จากนั้นทำการหาผลรวมของสมการที่ (10) และสามารถเขียนสมการใหม่ได้ต่อไปนี้

$$\sum\left(f_k\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}} + C^*(v)TD\sqrt{\frac{TDh\theta_k}{2f_k}}\sqrt{\frac{2f_k}{TDh\theta_k}} + \theta_k\frac{TDh}{2}\sqrt{\frac{2f_k}{TDh\theta_k}}\right)$$

$$= \sqrt{\frac{\theta_k TDhf_k}{2}} + \sqrt{\frac{\theta_k TDhf_k}{2}} + C^*(v)$$

$$\therefore \quad = \sqrt{2\theta_k hTDf_k} + C^*(v) \tag{11}$$

ถ้าให้สมการ $v(x)$ เป็นสมการของการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยังศูนย์กระจายสินค้า จะได้ดังนี้ $C^*v = ax.v(x)$ เมื่อ a เป็นต้นทุนแปรผันตามขนาดการขนส่งผลิตภัณฑ์ $v(x)$ ไปตามระยะทางการขนส่งของศูนย์กระจายสินค้าต่อหน่วย หรือมีค่าเท่ากับ $ax = \beta.d$ ดังนั้นสามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังต่อไปนี้

$$\sqrt{2\theta_k hTDf_k} + ax.v(x) = 0 \tag{12}$$

ในส่วนของการจัดการสินค้าเพื่อความปลอดภัยนั้น (Safety Stock) จากสมการที่ (5) คือ $z_\alpha\sqrt{L\sum_l \sigma_{il}^2}$ นั้นจะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และอัตราน้ำหนักในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้า จึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ของสมการ Safety Stock Model ได้ดังนี้

$$\therefore \theta_k hz_\alpha\sqrt{L\sum_l \sigma_{il}^2} \tag{13}$$

ดังนั้นต้นทุนที่ศูนย์กระจายสินค้า ผู้วิจัยจึงนำสมการที่ (12) และ (13) ไปใช้ประกอบในการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนรวมที่ศูนย์กระจายสินค้าดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$TCC = \sqrt{2\theta_k hTDf_k} + \theta_k hz_\alpha \sqrt{L\sum_l \sigma_{il}^2} \quad (14)$$

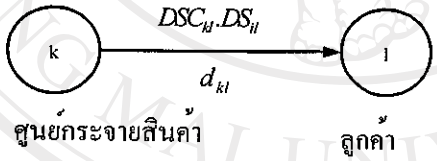
- กิจกรรมการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปยังลูกค้าในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากศูนย์ตัวแทนจำหน่ายไปยังลูกค้านั้นจะมีลักษณะเดียวกันกับการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานไปยังศูนย์ตัวแทนจำหน่าย สามารถสร้างสมการเพื่อประมาณต้นทุนได้ดังนี้ คือ

ต้นทุนการขนย้าย = จำนวนหน่วยขนย้าย x ระยะทางขนย้าย x อัตราค่าขนย้าย

$$TC^C = (DSC_{kl}.DS_{il}.d_{kl}.\beta) \quad (15)$$

เมื่อ β คือ *อัตราน้ำหนักในการขนส่งด้วยรูปแบบการขนส่งต่างๆ*

แต่ในสภาพความเป็นจริงนั้นการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากศูนย์กระจายสินค้า จะประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างคือ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนย้ายจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า ปัจจัยนี้จะส่งผลโดยตรงต่อจำนวนการขนย้ายดังแสดงพื้นฐานการขนส่งในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ในรูปที่ 3.7 และสามารถสร้างในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 16



รูปที่ 3.7 แสดงพื้นฐานการขนส่งในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์

ต้นทุนการเก็บรักษาระหว่างการขนย้าย = จำนวนหน่วยขนย้าย x อัตราค่าการเก็บรักษา

$$TCC^C = (DSC_{kl}.DS_{il}.\alpha) \quad (16)$$

ดังนั้นกิจกรรมการขนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า ทำให้เกิดต้นทุนรวมดังนี้

ต้นทุนรวมการขนย้าย = ต้นทุนการขนย้าย + ต้นทุนการเก็บรักษาระหว่างการขนย้าย

$$T^C = (DSC_{kl}.DS_{il}.d_{kl}.\beta) + (DSC_{kl}.DS_{il}.\alpha) \quad (17)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากกิจกรรมต่างๆที่กล่าวมานั้น สามารถนำมาประกอบเป็นสมการรวม ในการกระจายผลิตภัณฑ์เฉพาะศูนย์กระจายสินค้าได้ดังต่อไปนี้

ต้นทุนรวม = ต้นทุนการขนย้าย + ต้นรวมทุนรวมในการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้า + ต้นทุนรวมการขนย้ายจากศูนย์ฯไปยังลูกค้า

$$Tc = \beta(X_{ijkr}.d_{jk}) + \alpha(x_{ijk}) + (F_k.Z_k) + \sqrt{2.\theta_k.h.TD.f_k} + \theta_k.h.z_\alpha \sqrt{\sum_l L.\sigma_{il}^2} + \beta(DSC_{kl}.DS_{il}.d_{kl}) + \alpha(DSC_{kl}.DS_{il}) \quad (18)$$

ถ้าหากเป็นต้นทุนรวมทั้งระบบเครือข่ายโลจิสติกส์จะต้องนำผลรวมต้นทุนย่อยในการกระจายผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันดังสมการที่ (19)

ง) ต้นทุนรวมของเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออก (Total cost)

จากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ทั้ง 7 กิจกรรมก็นำมาสร้างในรูปของสมการเป้าหมาย (Objective function)

Min Total Cost. = ต้นทุนขนส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า+ต้นทุนเก็บรักษาจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า+ต้นทุนการเปิดศูนย์กระจายสินค้า+ต้นทุนการดำเนินการสินค้าคงคลังที่ศูนย์กระจายสินค้า+ต้นทุนสินค้าเพื่อความปลอดภัย+ต้นทุนขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า+ต้นทุนเก็บรักษาจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า

$$\text{Min Cost} = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_r \beta(X_{ijkr}.d_{jk}) + \sum_i \sum_j \sum_k \alpha(x_{ijk}) + \sum_k F_k.Z_k + \sum_k \sqrt{2.\theta_k.h.TD.f_k} + \theta_k.h.z_\alpha \sqrt{\sum_l L.\sigma_{il}^2} + \sum_i \sum_k \sum_l \sum_r \beta(DSC_{kl}.DS_{il}.d_{kl}) + \sum_i \sum_k \sum_l \alpha(DSC_{kl}.DS_{il}) \quad (19)$$

หรือ

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_r (CT_{ijkr}^{DC}.X_{ijkr}) + \sum_i \sum_j \sum_k (CTR_{ijk}^{DC}.x_{ijk}) + \sum_k (F_k.Z_k) + \sum_k \sqrt{2.\theta_k.h.TD.f_k} + \theta_k hz_\alpha \sqrt{\sum_l L\sigma_{il}^2} + \sum_i \sum_k \sum_l \sum_r (CTR_{iklr}^{C}.DSC_{kl}.DS_{il}) + \sum_i \sum_k \sum_l (CT_{ikl}^{C}.DSC_{kl}.DS_{il}) \quad (20)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ

$$CT_{ijkr}^{DC} = \beta.d_{jk}$$

$$CTR_{ijk}^{DC} = \alpha.d_{kl}$$

$$CT_{ijkr}^{C} = \beta.d_{kl}$$

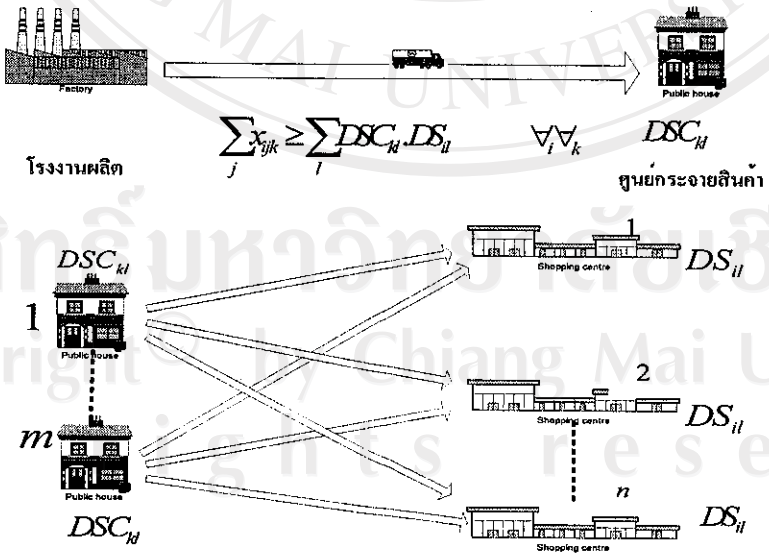
$$CTR_{ijk}^{C} = \alpha.d_{kl}$$

และนอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้มีการสร้างขอบข่าย (Subject to) ทั้ง 11 สมการ เพื่อใช้ในการบังคับหรือควบคุมการไหลของผลิตภัณฑ์ภายในระบบเครือข่ายด้วยความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

สมการขอบข่ายที่ (21) ปริมาณการขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้าต้องไม่เกินกำลังการผลิตของโรงงาน

$$\sum_{r}\sum_{k} X_{ijkr} \leq SUP_{ij} \qquad \text{for } \forall_i \forall_j \qquad (21)$$

สมการขอบข่ายที่ (22) ปริมาณการขนส่งจากโรงงานผลิต โดยการเหมาจ่ายค่าการเก็บรักษาไม่คำนึงถึงรูปแบบการขนส่ง เข้าไปที่ศูนย์กระจายสินค้า ในปริมาณตามความต้องการหรือมากกว่า



รูปที่ 3.8 ลักษณะการไหลสินค้าในระบบเครือข่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$= \sum \begin{Bmatrix} DSC_{11}.DS_{A1} + DSC_{12}.DS_{A2} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{1n}.DS_{An} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ DSC_{m1}.DS_{A1} + DSC_{m2}.DS_{A2} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{mn}.DS_{An} \\ DSC_{11}.DS_{B1} + DSC_{12}.DS_{B2} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{1n}.DS_{Bn} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ DSC_{m1}.DS_{B1} + DSC_{m2}.DS_{B2} + \ldots\ldots\ldots + DSC_{mn}.DS_{Bn} \end{Bmatrix}$$

$$\therefore \sum_{l=1}^{n} DSC_{kl}.DS_{il} \qquad \forall_i \forall_k$$

$i = A, B$

$l = 1, 2, 3 \ldots\ldots n$

$k = 1, 2, 3 \ldots\ldots m$

$$\sum_j x_{ijk} \geq \sum_l DSC_{kl}.DS_{il} \qquad \text{for } \forall_i \forall_k \qquad (22)$$

สมการขอบข่ายที่ (22) เป็นสมการวิเคราะห์หาพื้นที่ในการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้า ตามปริมาณการขนส่งเข้ามาที่ศูนย์กระจายสินค้า

$$\sum_i \sum_j x_{ijk}.R_i \leq C_k \qquad \text{for } \forall_k \qquad (23)$$

สมการขอบข่ายที่ 23, 24 และ25 ใช้บังคับให้เกิดปริมาณการขนส่งผลิตภัณฑ์เข้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

$$\sum_i \sum_r Y_{iklr} \geq DSC_{kl} \qquad \text{for } \forall_l \forall_k \qquad (24)$$

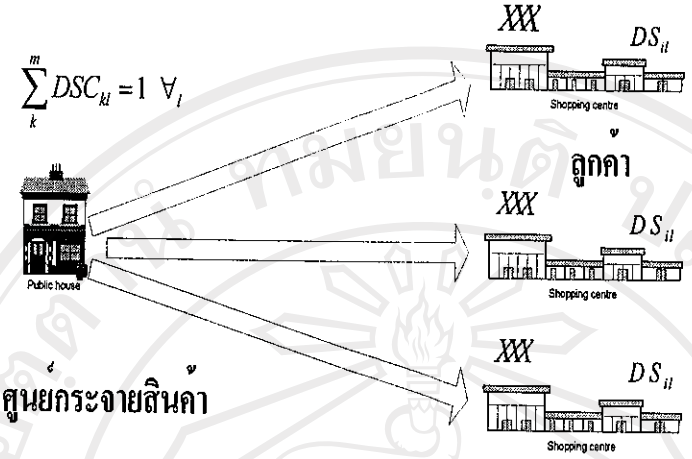
$$\sum_k \sum_r Y_{iklr} \geq DS_{il} \qquad \text{for } \forall_i \forall_l \qquad (25)$$

$$\sum_r Y_{iklr} \leq DSC_{kl}.DS_{il} \qquad \text{for } \forall_i \forall_l \forall_k \qquad (26)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการขอบข่ายที่ (25) เป็นสมการจัดสมดุลสมการเพื่อให้เกิดความเท่าเทียมการขนส่งผลิตภัณฑ์ออกจากศูนย์กระจายสินค้าจะต้องไม่เกินความสามารถที่ศูนย์กระจายสินค้าและให้ได้ตามปริมาณความต้องการของลูกค้าสมการหรือเรียกสมการเหล่านี้ว่า Binary integer variable ที่

เรียกว่า 0/1 Variable เพื่อใช้กับการตัดสินใจเลือกค่าที่เหมาะสมของตัวแบบปัญหา คือ Model Yes/No Decisions



รูปที่ 3.9 แสดงการวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกศูนย์กระจายสินค้า

$$\left\{\begin{array}{l} DSC_{11} + DSC_{12} + DSC_{13} + \ldots\ldots\ldots\ldots + DSC_{1n} \\ DSC_{21} + DSC_{22} + DSC_{23} + \ldots\ldots\ldots\ldots + DSC_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ DSC_{m1} + DSC_{m2} + DSC_{m3} + \ldots\ldots\ldots\ldots + DSC_{mn} \end{array}\right\} = 1$$

$$\therefore \quad \sum_k^m DSC_{kl} = 1 \qquad \text{for } \forall_l$$

$$\sum_k DSC_{kl} = 1 \qquad \text{for } \forall_l \qquad (27)$$

$$DSC_{kl} \le Z_k \qquad \text{for } \forall_l \forall_k \qquad (28)$$

$$DSC_{kl} \in (0,1) \qquad \text{for } \forall_k \forall_l \qquad (29)$$

$$Z_k \in (0,1) \qquad \text{for } \forall_k \qquad (30)$$

สมการขอบข่ายที่ (31) เป็นสมการบังคับตัวแปรตัดสินใจไม่ให้เป็นศูนย์ (Non Negativity) เพื่อที่จะสามารถหาคำตอบได้

$$x_{ijk} \ge 0, \ X_{ijkr} \ge 0, \ Y_{ildr} \ge 0, DSC_{kl}.DS_{il} \ge 0 \qquad (31)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อได้สมการตั้งแต่ สมการที่ (19) ถึง (31) เป็นที่เรียบร้อยแล้วและทำการทดสอบโดยเบื้องต้นว่า สมการชุดดังกล่าวนี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาคำตอบทั้ง 5 คำถามวิจัยได้ ผู้วิจัยก็นำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปเขียนวิเคราะห์หาคำตอบตามโครงสร้างประมวลผลโปรแกรมลินโก (LINGO 4) เพื่อทำการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายสินค้าในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์กับโรงงานกรณีศึกษาโดยอาศัยข้อมูลต่างๆในปัจจุบันเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ โดยทำการวิเคราะห์หาทั้ง 5 องค์ประกอบ คือ

- จำนวนศูนย์กระจายสินค้า
- ปริมาณการจัดสรรผลิตภัณฑ์เข้าศูนย์กระจายสินค้า
- สถานที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า
- พื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้า
- รูปแบบการขนส่งที่เหมาะสม

ซึ่งทั้ง 5 องค์ประกอบนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกระจายสินค้าในระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ขาออกและมีความเหมาะสมการกระจายสินค้าในลักษณะเครือข่ายกับวิสาหกิจอาหารแช่แข็งขนาดย่อม ซึ่งในการทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์ในส่วนของต้นทุนต่างๆที่เกิดขึ้นเมื่อโรงงานกรณีศึกษานั้นจัดเป็นเครือข่าย โดยปัจจัยต่างๆที่จะนำมาทดสอบนั้นจะได้กล่าวในบทที่ 4 ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved