หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดสรรรถขนส่งสินค้า

ในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรรถขนส่งสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะใช้ผลรวมของมูลค่าของรถขนส่งสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าปลายทางเป็นเป้าหมายในการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดในการตัดสินใจใช้รถขนส่งสินค้าไปในทางเลือกใดในโครงข่ายการขนส่ง โดยมูลค่าของรถขนส่งสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าปลายทางอาศัยแบบจำลอง LOADMAP ในการคำนวณค่าดังกล่าว ดังนั้นในการพัฒนาระบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้

- การจัดการเตรียมข้อมูลในอดีตเพื่อการประมวลผล
- ส่วนการคำนวณค่าตามแบบจำลอง LOADMAP
- ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรรถขนส่งสินค้า

4.1 การจัดเตรียมข้อมูลในอดีตเพื่อการประมวลผล

การจัดเตรียมข้อมูลการขนส่งในอดีตเป็นส่วนสำคัญมากในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เนื่องจากข้อมูลการขนส่งสินค้าในอดีตจะแสดงพฤติกรรมการขนส่งสินค้าและใช้เป็นค่าตัวแทนของปริมาณการขนส่งสินค้าในแต่ละทางเลือกเพื่อหาค่าต่างๆในแบบจำลอง LOADMAP ได้แก่ ค่าผลกระทบพื้นที่ (End Effect) ค่าคาดหวังของทางเลือก ค่าความน่าจะเป็นการใช้รถขนส่งในแต่ละเส้นทาง (d_k) และมูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้าในแต่ละศูนย์กระจายสินค้า (V_k)

ข้อมูลการขนส่งในอดีตที่ถูกนำมาพิจารณาประกอบด้วย จุดต้นทางและปลายทาง ระยะเวลาในการจัดส่ง และปริมาณความต้องการส่งสินค้า โดยผลลัพธ์จากการจัดเตรียมข้อมูลในอดีตประกอบด้วย 1) ปริมาณการใช้รถขนส่งสินค้าเฉลี่ย 2) ปริมาณรถขนส่งสินค้าประจำศูนย์กระจายสินค้า 3) ปริมาณรถเที่ยวเปล่าและปริมาณรถสำรองในพื้นที่

4.1.1 ปริมาณการใช้รถขนส่งสินค้าเฉลี่ย

ปริมาณการใช้รถขนส่งเฉลี่ยในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลรวมปริมาณการใช้รถขนส่งสินค้าที่ทำการจัดส่งออกจากแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้พิจารณา 5 ศูนย์กระจายสินค้าดังนั้นแต่ละศูนย์กระจายมีทางเลือกสำหรับการขนส่งสินค้าออกทั้งสิ้น 4 เส้นทาง โดยค่าเฉลี่ยการใช้รถขนส่งของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าจากข้อมูลในอดีตจำนวน 60 วันทำการ ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการใช้รถขนส่งเฉลี่ย

คัน

กรุงเทพฯ	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	หาดใหญ่
8.679	3.056	2.679	2.642	2.208

4.1.2 ปริมาณรถขนส่งประจำศูนย์กระจายสินค้า

เนื่องด้วยปริมาณการความต้องการขนส่งสินค้าจากแต่ละศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละวันมีปริมาณที่ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงต้องทำการคาดการณ์ปริมาณรถขนส่งสินค้าที่ต้องอยู่ในแต่ละศูนย์ฯเพื่อรองรับปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในวันต่อไป ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการคำนวณปริมาณรถขนส่งสินค้าโดยอาศัยข้อมูลในอดีต โดยนำค่าเฉลี่ยความต้องการใช้รถขนส่งสินค้าในแต่ละศูนย์กระจายมาพิจารณาค่าการกระจายตัวในแบบปัวร์ซอง และพิจารณาค่าปริมาณรถในแต่ละศูนย์ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายถึงมีการยินยอมให้มีรถขนส่งสินค้าขาดได้ไม่เกินร้อยละ 10 ได้ค่าปริมาณรถขนส่งสินค้าของศูนย์กรุงเทพฯดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณรถขนส่งประจำศูนย์กระจายสินค้า

คัน

กรุงเทพฯ	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	หาดใหญ่
12	5	5	5	4

4.1.3 ปริมาณรถเที่ยวเปล่าและปริมาณรถสำรองในพื้นที่

ปริมาณรถเที่ยวเปล่าที่ออกจากแต่ละศูนย์กระจายสินค้าพิจารณาจำนวนรถเที่ยวเปล่าที่ก่อให้เกิดรายจ่ายต่ำสุดและปริมาณรถในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าต้องไม่ต่ำกว่าปริมาณรถประจำศูนย์กระจาย โดยอาศัยฟังก์ชั่น Solver โปรแกรมเอ็กเซลช่วยในการคำนวณได้ค่าปริมาณรถเที่ยวเปล่าที่ถูกส่งออกจากแต่ละศูนย์กระจายสินค้าและปริมาณรถสำรองในวันต่อไปดังแสดงในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 แสดงผลสรุปการจัดการข้อมูลการขนส่ง

ตารางที่ 4.3 ปริมาณรถเที่ยวเปล่าและรถสำรอง

คัน

	กรุงเทพฯ	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	หาดใหญ่
รถเที่ยวเปล่า	0	1.623	1.566	0	1.396
รถสำรอง	5.321	0.320	0.755	2.358	0.396

ตารางที่ 4.4 สรุปการจัดการข้อมูลการขนส่งในอดีต

จำนวนรถในพื้นที่	ต้นทาง	ปลายทาง	ประเภท	จำนวน (คัน)
14	กรุงเทพฯ	ขอนแก่น	ส่งสินค้า	2.811
	กรุงเทพฯ	เชียงใหม่		2.755
	กรุงเทพฯ	หาดใหญ่		1.717
	กรุงเทพฯ	ชลบุรี		1.396
	กรุงเทพฯ	ขอนแก่น	เที่ยวเปล่า	0
	กรุงเทพฯ	เชียงใหม่		0
	กรุงเทพฯ	หาดใหญ่		0
	กรุงเทพฯ	ชลบุรี		0
	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	สำรอง	5.321
5	เชียงใหม่	กรุงเทพฯ	ส่งสินค้า	1
	เชียงใหม่	ขอนแก่น		0.642
	เชียงใหม่	หาดใหญ่		0.849
	เชียงใหม่	ชลบุรี		0.566
	เชียงใหม่	กรุงเทพฯ	เที่ยวเปล่า	1.623

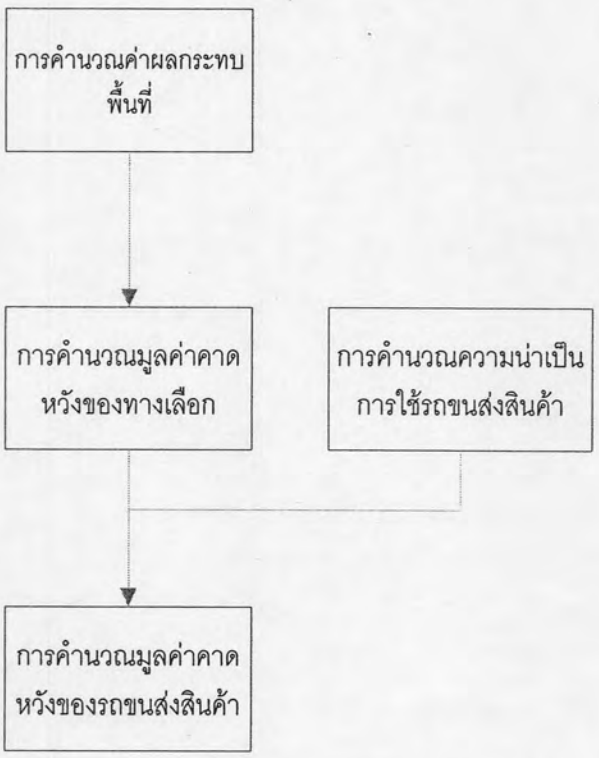
ตารางที่ 4.4 สรุปการจัดการข้อมูลการขนส่งในอดีต (ต่อ)

จำนวนรถในพื้นที่	ต้นทาง	ปลายทาง	ประเภท	จำนวน (คัน)
5	เชียงใหม่	ขอนแก่น	เที่ยวเปล่า	0
	เชียงใหม่	หาดใหญ่		0
	เชียงใหม่	ชลบุรี		0
	เชียงใหม่	เชียงใหม่	สำรอง	0.320
5	ขอนแก่น	กรุงเทพฯ	ส่งสินค้า	1
	ขอนแก่น	เชียงใหม่		0.642
	ขอนแก่น	หาดใหญ่		0.566
	ขอนแก่น	ชลบุรี		0.472
	ขอนแก่น	กรุงเทพฯ	เที่ยวเปล่า	1.528
	ขอนแก่น	เชียงใหม่		0
	ขอนแก่น	หาดใหญ่		0
	ขอนแก่น	ชลบุรี		0.038
	ขอนแก่น	ขอนแก่น	สำรอง	0.755
5	ชลบุรี	กรุงเทพฯ	ส่งสินค้า	1.000
	ชลบุรี	ขอนแก่น		0.415
	ชลบุรี	เชียงใหม่		0.755
	ชลบุรี	หาดใหญ่		0.472
	ชลบุรี	กรุงเทพฯ	เที่ยวเปล่า	0
	ชลบุรี	ขอนแก่น		0
	ชลบุรี	เชียงใหม่		0
	ชลบุรี	หาดใหญ่		0
	ชลบุรี	ชลบุรี	สำรอง	2.358
4	หาดใหญ่	กรุงเทพฯ	ส่งสินค้า	1.132
	หาดใหญ่	ขอนแก่น		0.377
	หาดใหญ่	เชียงใหม่		0.528
	หาดใหญ่	ชลบุรี		0.170
	หาดใหญ่	กรุงเทพฯ	เที่ยวเปล่า	1.396
	หาดใหญ่	ขอนแก่น		0
	หาดใหญ่	เชียงใหม่		0
	หาดใหญ่	ชลบุรี		0
	หาดใหญ่	หาดใหญ่	สำรอง	0.396

I23097677

4.2 ส่วนการคำนวณค่าตามแบบจำลอง LOADMAP

แบบจำลอง LOADMAP เป็นแบบจำลองการขนส่งสินค้าแบบ Stochastic Programming ซึ่งพิจารณาความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการส่งสินค้า โดยแบบจำลองมีจุดมุ่งหมายที่จะบ่งบอกมูลค่าของรถขนส่งสินค้าที่อยู่ในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าในวันต่างๆ สำหรับขั้นตอนการคำนวณในแบบจำลอง LOADMAP ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ 1) การคำนวณค่าผลกระทบพื้นที่ (End effect) 2) การคำนวณมูลค่าคาดหวังของทางเลือก 3) การคำนวณความน่าจะเป็นในการจัดสรรรถขนส่งสินค้า (Dispatch probability) และ 4) การคำนวณมูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้า โดยแสดงลำดับการคำนวณในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ลำดับการคำนวณของแบบจำลอง LOADMAP

4.2.1 การคำนวณค่าผลกระทบพื้นที่ (End effect, p)

ค่าผลกระทบพื้นที่ End effect p(j,s) เป็นตัวบอกถึงมูลค่าของรถบรรทุกในพื้นที่บริการ j ในเวลาช่วงเวลา s ดังนั้นค่า End effect จึงเป็นค่าโอกาสในการใช้รถบรรทุกเมื่อรถบรรทุกอยู่ในพื้นที่บริการ j นั้นเอง ค่า End effect คำนวณจากการโปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming) ซึ่งอยู่บนข้อมูลการใช้รถขนส่งสินค้าในแต่ละพื้นที่บริการ โดยมีรูปสมการดังนี้

$$p(j,s) = \sum_{n} q_n(j,s)\, w_n(j,s) \quad \text{ทุกพื้นที่บริการ } j \qquad (4\text{-}1)$$

สมมุติให้

P = จำนวนคาบเวลาของแผน

$u_n(i,s)$ = ข้อมูลในอดีตของจำนวนรถบรรทุกเฉลี่ยที่ถูกนำไปในทางเลือกที่ n ในวันที่ s

$q_n(i,s)$ = สัดส่วนของรถบรรทุกที่ใช้ในทางเลือก n ของพื้นที่บริการ i ในวันที่ s

ดังนั้น $q_n(i,s) = \dfrac{U_n(i,s)}{\sum_{k} U_k(i,s)}$

t (i,j) = ระยะเวลาในการเดินทางจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j โดยมีหน่วยเป็นจำนวนคาบเวลา ในที่นี้ให้ระยะเวลาในการวิ่งของรถบรรทุกสินค้ากับรถเที่ยวเปล่าใช้เวลาเท่ากัน

r_n (i,j) = กำไรจากการเดินรถบรรทุกสินจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j ตามทางเลือกที่ n ในกรณีที่เป็นการเดินรถเที่ยวเปล่าจะเป็นต้นทุนการเดินรถ

w_n (i,s) = มูลค่าคาดหวังที่เกิดจากทางเลือกที่ n ของพื้นที่บริการ i ในวันที่ s

ค่าของ w_n (i,s) สามารถคำนวณได้จาก

กรณี $s + t(i,j) < P$ แล้ว

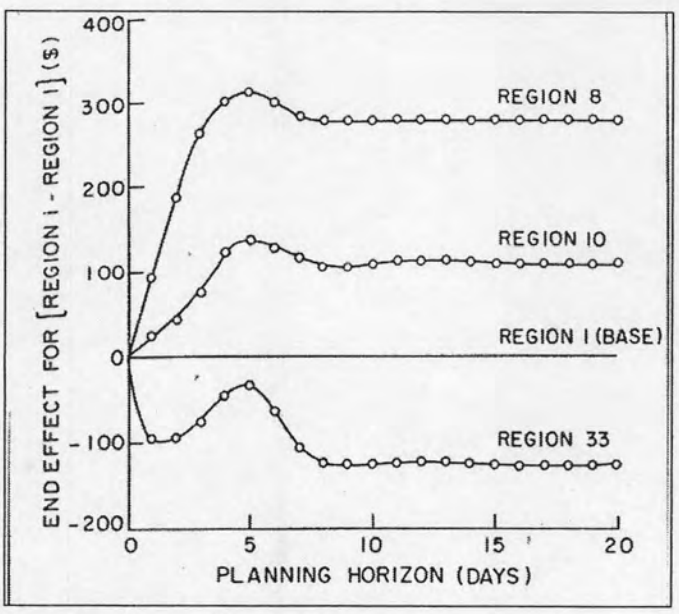
$$w_n(i,s) = r_n(i,j) + p(j, s + t(i,j)) \quad (4\text{-}2)$$

กรณี $s + t(i,j) \geq P$

$$w_n(i,s) = r_n(i,j)\left(\frac{(P - s)}{t(i,j)}\right) \quad (4\text{-}3)$$

การคำนวณเริ่มต้นขึ้นที่ s = P และคำนวณย้อนถอยกลับไปกลับ โดยกำหนดให้ p (j,P) = 0 ในทุก ๆ พื้นที่บริการ j เริ่มคำนวณที่ช่วงเวลา s = P -1 และ s = P -2 จนกระทั่งถึงช่วงเวลา s = 1 ในแต่ละขั้นตอนให้

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Powell (1978) ค่า End effect มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือเมื่อช่วงเวลาในการวางแผนมีค่ามาก ค่าสัมพัทธ์ของ end effect จะมีค่าคงที่ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ดังนั้นหากการวางแผนมีระยะเวลายาวเพียงพอ ค่า end effect ที่ใช้ในการวางแผนจะไม่ได้รับผลกระทบจากการตัดสินใจในตอนเริ่มแรกของการวางแผน



Powell, W.B. 1987.

รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง End effect และคาบวางแผน

สำหรับกระบวนการหาค่าผลกระทบพื้นที่จากข้อมูลการขนส่งสินค้าในอดีตนั้นมีขั้นตอนการคำนวณเป็นลำดับดังนี้

1. กำหนดคาบการวางแผนที่จะทำการพิจารณาในตัวอย่างนี้กำหนดคาบการวางแผน 5 วัน กำหนดทางเลือกทั้งหมดในการใช้รถขนส่งสินค้า ซึ่งในการศึกษานี้มีจำนวนศูนย์กระจายสินค้า 5 ศูนย์ ดังนั้นทางเลือกทางในการใช้ระขนส่งสินค้ามีทั้งสิ้น 9 เลือก คือ 4 ทางเลือกสำหรับการขนส่งสินค้าไปยัง 4 ศูนย์กระจายสินค้าและอีก 4 ทางเลือกสำหรับการส่งรถเที่ยวเปล่าไปยัง 4 ศูนย์กระจายสินค้า และทางเลือกในการสำรองรถไว้ในศูนย์กระจายสินค้า จากนั้นใช้ข้อมูลปริมาณการใช้รถขนส่งสินค้าในอดีตเป็นตัวแทนข้อมูลการขนส่งสินค้า รูป 4.3 แสดงข้อมูลสำหรับการวางแผน 5 วัน ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯเป็นจุดต้นทางขนส่ง

A	C	D	E	F	G	I	N	O
Date	Planning Date	Origin	Dest.	Type	time	u dispatch	r revenue	c cost
1-Jul	1	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19
1-Jul	1	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11
1-Jul	1	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96
1-Jul	1	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491
1-Jul	1	BKK	KK	E	1	0	0	0
1-Jul	1	BKK	CM	E	1	0	0	0
1-Jul	1	BKK	HY	E	1	0	0	0
1-Jul	1	BKK	CB	E	1	0	0	0
1-Jul	1	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0
3-Jul	2	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19
3-Jul	2	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11
3-Jul	2	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96
3-Jul	2	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491
3-Jul	2	BKK	KK	E	1	0	0	0
3-Jul	2	BKK	CM	E	1	0	0	0
3-Jul	2	BKK	HY	E	1	0	0	0
3-Jul	2	BKK	CB	E	1	0	0	0
3-Jul	2	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0
4-Jul	3	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19
4-Jul	3	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11
4-Jul	3	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96
4-Jul	3	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491
4-Jul	3	BKK	KK	E	1	0	0	0
4-Jul	3	BKK	CM	E	1	0	0	0
4-Jul	3	BKK	HY	E	1	0	0	0
4-Jul	3	BKK	CB	E	1	0	0	0
4-Jul	3	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0
5-Jul	4	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19
5-Jul	4	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11
5-Jul	4	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96
5-Jul	4	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491
5-Jul	4	BKK	KK	E	1	0	0	0
5-Jul	4	BKK	CM	E	1	0	0	0
5-Jul	4	BKK	HY	E	1	0	0	0
5-Jul	4	BKK	CB	E	1	0	0	0
5-Jul	4	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0
6-Jul	5	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19
6-Jul	5	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11
6-Jul	5	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96
6-Jul	5	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491
6-Jul	5	BKK	KK	E	1	0	0	0
6-Jul	5	BKK	CM	E	1	0	0	0
6-Jul	5	BKK	HY	E	1	0	0	0
6-Jul	5	BKK	CB	E	1	0	0	0

รูปที่ 4.3 ข้อมูลสำหรับการวางแผน 5 วัน ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯเป็นจุดต้นทางขนส่ง

2. กำหนดค่าผลกระทบพื้นที่ในวันสุดท้ายของแต่ละรอบการวางแผนให้มีค่าเท่ากับ 0 ดังแสดงในรูปที่ 4.4

Date	Planning Date	Origin	Dest.	Type	time	u dispatch	r revenue	c cost	q	End effect	Wn
5-Jul	4	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19	0.20081	11704.5	21858
5-Jul	4	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11	0.19677		23208.5
5-Jul	4	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96	0.12264		16053.8
5-Jul	4	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491	0.09973		7818.87
5-Jul	4	BKK	KK	E	1	0	0	0	0		0
5-Jul	4	BKK	CM	E	1	0	0	0	0		0
5-Jul	4	BKK	HY	E	1	0	0	0	0		0
5-Jul	4	BKK	CB	E	1	0	0	0	0		0
5-Jul	4	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0	0.38005		0
6-Jul	5	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19	0.20081	0	0
6-Jul	5	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11	0.19677		0
6-Jul	5	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96	0.12264		0
6-Jul	5	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491	0.09973		0
6-Jul	5	BKK	KK	E	1	0	0	0	0		0
6-Jul	5	BKK	CM	E	1	0	0	0	0		0
6-Jul	5	BKK	HY	E	1	0	0	0	0		0
6-Jul	5	BKK	CB	E	1	0	0	0	0		0
6-Jul	5	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0	0.38005		0

รูปที่ 4.4 การกำหนดค่า End effect

3. คำนวณค่า W_n และ ค่า End effect ย้อนกลับไปจนถึงวันแรกตามสมการ 4-1, 4-2 และ 4-3 ผลการคำนวณค่า W_n แสดงในรูปที่ 4.5 และค่า End effect ซึ่งได้จากผลรวมของผลคูณระหว่าง q และ W_n ดังแสดงในรูปที่ 4.6

Planning Date	Origin	Dest.	Type	time	u dispatch	r revenue	c cost	Net Rev.	q	End effect	Wn
3	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19	21858.02	0.20081	13318.8	23975.2
3	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11	23208.49	0.19677		26240.9
3	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96	16053.77	0.12264		18318
3	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491	7818.868	0.09973		10975.2
3	BKK	KK	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	CM	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	HY	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	CB	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0	0	0.38005		0

Wn = 23208.49+ 3032.431

Planning Date	Origin	Dest	Type	time	u dispatch	r revenue	c cost	Net Rev.	q	P End effect	Wn
4	BKK	3	CM	BKK	L	1	1.000	12000	3575	8425	0.2	10186.08	20129.5
4	BKK	3	CM	KK	L	1	0.642	8094.34	2133.02	3961.321	0.128302		5078.5
4	BKK	3	CM	HY	L	1	0.949	19679.2	6834.91	11844.34	0.189311		14109.5
4	BKK	3	CM	CB	L	1	0.566	8490.57	2207.55	6283.019	0.113208		8439.36
4	BKK	3	CM	BKK	E	1	2	0	5802.22	-5802.225	0.3246		5902.32
4	BKK	3	CM	KK	E	1	0	0	0	0	0		0
4	BKK	3	CM	HY	E	1	0	0	0	0	0		0
		3	CM	CB	E	1	0	0	0	0	0		0
		3	CM	CM	S	1	0.320	0	0	0	0.064079		0
		4	CM	BKK	L	1	1.000	12000	3575	8425	0.2	3032.431	8425
		4	CM	KK	L	1	0.642	8094.34	2133.02	3961.321	0.128302		3961.32
		4	CM	HY	L	1	0.949	19679.2	6834.91	11844.34	0.189311		11844.3
		4	CM	CB	L	1	0.566	8490.57	2207.55	6283.019	0.113208		6283.02
		4	CM	BKK	E	1	2	0	5802.22	-5802.225	0.3246		-5802.2
		4	CM	KK	E	1	0	0	0	0	0		0
		4	CM	HY	E	1	0	0	0	0	0		0
		4	CM	CB	E	1	0	0	0	0	0		0
		4	CM	CM	S	1	0.320	0	0	0	0.064079		0

รูปที่ 4.5 การคำนวณ W_n

Planning Date	Origin	Dest.	Type	time	u dispatch	r revenue	c cost	Net Rev.	q	End effect	Vn
3	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19	21858.02	0.20081	13318.8	23975.2
3	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11	23208.49	0.19677		26240.9
3	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96	16053.77	0.12264		18318
3	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491	7818.868	0.09973		10975.2
3	BKK	KK	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	CM	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	HY	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	CB	E	1	0	0	0	0	0		0
3	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0	0	0.38005		0
4	BKK	KK	L	1	2.811	28113.2	6255.19	21858.02	0.20081	13318.8	21858
4	BKK	CM	L	1	2.755	33056.6	9848.11	23208.49	0.19677		23208.5
4	BKK	HY	L	1	1.717	24037.7	7983.96	16053.77	0.12264		16053.8
4	BKK	CB	L	1	1.396	8377.36	558.491	7818.868	0.09973		7818.87
4	BKK	KK	E	1	0	0	0	0	0		0
4	BKK	CM	E	1	0	0	0	0	0		0
4	BKK	HY	E	1	0	0	0	0	0		0
4	BKK	CB	E	1	0	0	0	0	0		0
4	BKK	BKK	S	1	5.321	0	0	0	0.38005		0

รูปที่ 4.6 การคำนวณ End effect

- คาบการวางแผนที่เหมาะสม

ค่า End effect ถูกควบคุมด้วย 2 ปัจจัย คือ เวลาในการขนส่ง (t) และ คาบในการวางแผนงาน (P) ซึ่งในการศึกษานี้เวลาในการขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าทุกศูนย์มีค่าเท่ากับ 1 วัน ดังนั้นคาบการวางแผนที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อค่า End effect โดยคาบการวางแผนที่เหมาะสมคือ ระยะเวลาในการวางแผนที่ยาวเพียงพอซึ่งค่า end effect จะไม่ได้รับผลกระทบจากการตัดสินใจในตอนเริ่มแรกของแผน

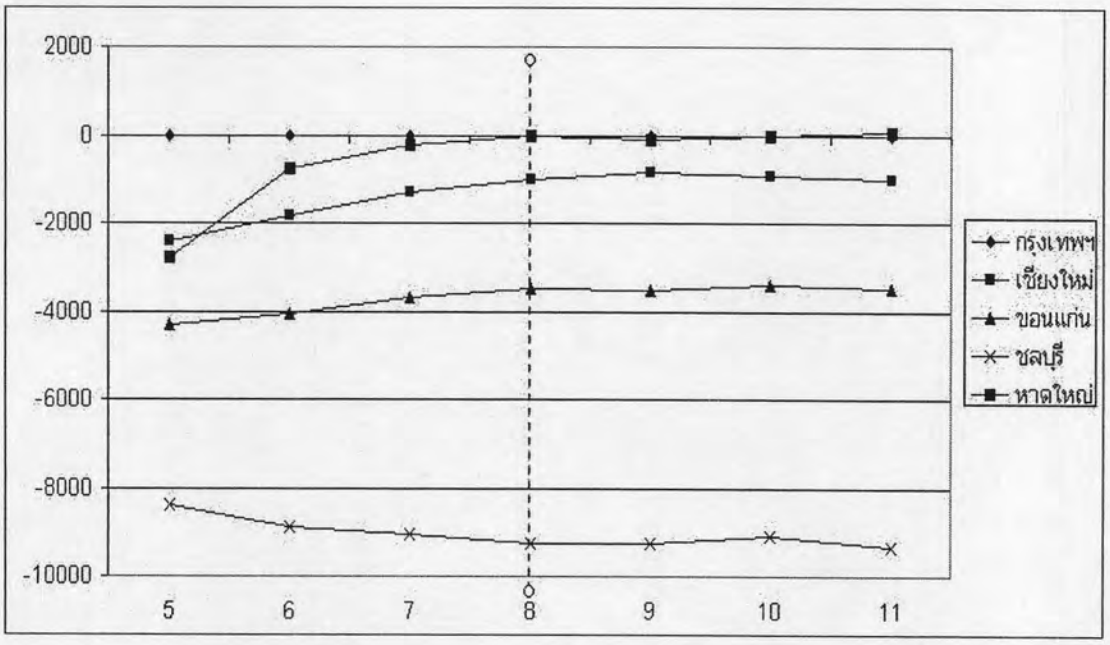
คาบการวางแผนที่เหมาะสมได้จากการกำหนดพื้นที่บริการอ้างอิงเพื่อนำค่า End effect ของวันแรก ในแต่ละคาบการวางแผนแสดงในตารางที่ 4.5 มาหาผลต่างเทียบกับพื้นที่บริการอ้างอิงดังแสดงในตารางที่ 4.6 นำค่าผลต่างนำไปสร้างกราฟกำหนดแกน y เป็นค่าผลต่างของ End effect แกน x เป็นคาบการวางแผนโดยพิจารณาคาบการวางแผนที่ผลต่าง End effect มีค่าคงที่ คือ คาบการวางแผนที่เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า End effect ของคาบการวางแผน

คาบการวางแผน	กรุงเทพฯ	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	หาดใหญ่
5	19281.15	16869.21	14986.51	10884.22	16481.48
6	21754.53	19910.41	17678.33	12853.46	21003.18
7	23029.93	21734.71	19358.81	13961.66	22804.79
8	24057.82	23050.78	20554.64	14801.58	24057.39
9	24794.30	23951.23	21260.62	15523.26	24703.33
10	24904.39	23989.67	21488.28	15829.94	24868.42
11	25684.98	24688.99	22218.36	16365.01	25733.99

ตารางที่ 4.6 ผลต่าง End effect เปรียบเทียบศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯ

คาบการวางแผน	กรุงเทพฯ	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	หาดใหญ่
5	0	-2411.94	-4294.63	-8396.93	-2799.67
6	0	-1844.12	-4076.20	-8901.07	-751.36
7	0	-1295.23	-3671.13	-9068.27	-225.14
8	0	-1007.04	-3503.18	-9256.24	-0.42
9	0	-843.07	-3533.68	-9271.04	-90.97
10	0	-914.72	-3416.11	-9074.46	-35.97
11	0	-995.99	-3466.62	-9319.97	49.01



รูปที่ 4.7 ผลต่าง End effect เปรียบเทียบศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯ

จากกราฟในรูปที่ 4.7 แสดงคาบการวางแผนที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลการขนส่งในอดีตของการศึกษานี้พบว่าที่คาบการวางแผน 7 วันทำการ ค่าผลต่าง End effect ของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าเทียบกับศูนย์กระจายกรุงเทพฯ เริ่มมีลักษณะที่เป็นไปในรูปแบบที่คงที่ ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้ค่าคาบการวางแผนที่เหมาะสมที่ 8 วันทำการ ซึ่งค่าต่างๆที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อๆไป จะเป็นค่าในรอบการวางแผนที่ 8 วันทำการ

4.2.2 การหาความน่าจะเป็นในการจัดสรรรถบรรทุก (Dispatch Probability)

การหาความน่าจะเป็นในการจัดสรรรถบรรทุก คือ ค่าความน่าจะเป็นของรถบรรทุกคันที่ k ที่จะถูกเลือกในทางเลือกที่ n สำหรับรถบรรทุกที่อยู่ในพื้นที่ของศูนย์กระจายสินค้าที่มีความต้องการส่งสินค้า โดยค่าความน่าจะเป็นสามารถคำนวณได้ดังนี้

กำหนดให้

$d(k,n)$ = ความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกคันที่ k จะถูกจัดให้ทางเลือกที่ n

f_n = จำนวนรถบรรทุกเฉลี่ยที่ใช้ในทางเลือกที่ n ซึ่งได้มาจากข้อมูลในอดีต

X_n = ตัวแปรสุ่มของจำนวนรถบรรทุกที่จะใช้ในทางเลือกที่ n ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ย f_n

Y_n = ตัวแปรสุ่มซึ่งเป็นผลรวมของจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในทางเลือก n

$$= \sum_{i=1}^{n} X_i$$

ความน่าจะเป็นที่รถคันที่ k จะถูกจัดให้ทางเลือกที่ n คือ ความน่าจะเป็นร่วมที่ Yn-1 มีค่าน้อยกว่า k (ถ้า Yn-1 มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ k เราจะไม่สามารถจัดให้รถบรรทุกคันนั้นในทางเลือกที่ n ได้) และความน่าจะเป็นที่ Yn มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ k (หากเงื่อนไขนี้ไม่เป็นจริง เราจะสามารถจัดรถคันที่ k ให้ทางเลือก n+1 หรือทางเลือกอื่น ๆ ได้) ดังนั้น

$$d(k,n) = \text{Prob}\,[\, Y_{n-1} < k \text{ และ } Y_n \geq k \,]$$

ให้ A เป็นเหตุการณ์ที่ $Y_{n-1} < k$

B เป็นเหตุการณ์ที่ $Y_n \geq k$

เหตุการณ์ที่ $Y_{n-1} \geq k$ ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ดังนั้นเหตุการณ์ที่ $Y_{n-1} \geq k$ และ $Y_n \geq k$ จึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เหตุการณ์ B จึงกลายเป็นซับเซตของเหตุการณ์ A

จาก $P(A \cap B) = P(A) - P(\bar{B})$ ดังนั้น

$$d(k,n) = \text{Prob}\,[Yn-1 < k\,] - \text{Prob}\,[\, Yn < k\,]$$

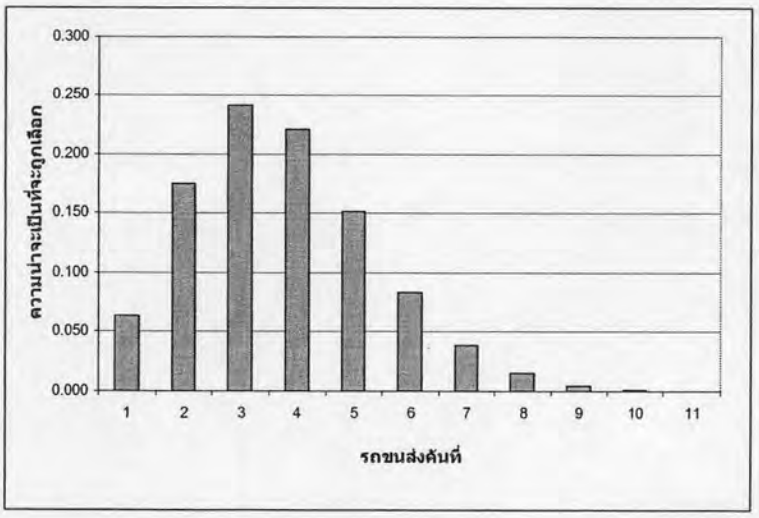
สมมุติให้ฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของ X_n เป็นการกระจายตัวแบบปัวซอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น f_n ดังนั้นฟังก์ชั่นของมวลความน่าจะเป็นของ Y_n ซึ่งเป็นผลรวมของ X_n จึงเป็นปัวซองด้วย

ความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกจะใช้ในทางเลือกที่จะเก็บไว้ในพื้นที่บริการเดิมจนถึงช่วงเวลาต่อไป คือความน่าจะเป็นส่วนที่เหลือจากความน่าจะเป็นที่จะใช้รถบรรทุกไปในทางเลือกอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวระบบทำการคำนวณโดยอาศัยค่าเฉลี่ยของจำนวนรถที่ใช้ในทางเลือกนั้นในอดีตมาหาค่าความน่าจะเป็นจากการกระจายตัวในรูปแบบปัวร์ซองในตารางคำนวณดังแสดงในรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการกระจายตัวของทางเลือกที่หนึ่งซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 จากนั้นนำไปคำนวณค่าความน่าจะเป็นจากรูปแบบความเป็นไปได้ของจำนวนทางเลือกและจำนวนรถ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11

		k									
option	mean	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.75	0.06393	0.17580	0.24173	0.22158	0.15234	0.08379	0.03840	0.01509	0.00519	0.00158
2	1.6	0.20190	0.32303	0.25843	0.13783	0.05513	0.01764	0.00470	0.00108	0.00022	0.00004
3	1.2	0.30119	0.36143	0.21686	0.08674	0.02602	0.00625	0.00125	0.00021	0.00003	0.00000
4	0.2	0.81873	0.16375	0.01637	0.00109	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.5	0.60653	0.30327	0.07582	0.01264	0.00158	0.00016	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
6	1.5	0.22313	0.33470	0.25102	0.12551	0.04707	0.01412	0.00353	0.00076	0.00014	0.00002
7	1.2	0.30119	0.36143	0.21686	0.08674	0.02602	0.00625	0.00125	0.00021	0.00003	0.00000
8	0.2	0.81873	0.16375	0.01637	0.00109	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
9	0.5	0.60653	0.30327	0.07582	0.01264	0.00158	0.00016	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
10	1.6	0.20190	0.32303	0.25843	0.13783	0.05513	0.01764	0.00470	0.00108	0.00022	0.00004
11	1.2	0.30119	0.36143	0.21686	0.08674	0.02602	0.00625	0.00125	0.00021	0.00003	0.00000
12	0.2	0.81873	0.16375	0.01637	0.00109	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
13	0.5	0.60653	0.30327	0.07582	0.01264	0.00158	0.00016	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
14	1.6	0.20190	0.32303	0.25843	0.13783	0.05513	0.01764	0.00470	0.00108	0.00022	0.00004
15	1.2	0.30119	0.36143	0.21686	0.08674	0.02602	0.00625	0.00125	0.00021	0.00003	0.00000
sink											

รูปที่ 4.8 การคำนวณการกระจายตัวแบบปัวร์ซอง



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการกระจายตัว

รถคันที่ 4						
1	2	3				
0	0	4	0.0639	0.2019	0.0338	0.0004
0	1	3	0.0639	0.3230	0.1205	0.0025
0	2	2	0.0639	0.2584	0.3374	0.0056
0	3	1	0.0639	0.1378	0.6988	0.0062
1	0	3	0.1758	0.2019	0.1205	0.0043
1	1	2	0.1758	0.3230	0.3374	0.0192
1	2	1	0.1758	0.2584	0.6988	0.0317
2	0	2	0.2417	0.2019	0.3374	0.0165
2	1	1	0.2417	0.3230	0.6988	0.0546
3	0	1	0.2216	0.2019	0.6988	0.0313
						0.1721

รูปที่ 4.10 รูปแบบความเป็นไปได้ของรถคันที่ 4 ในทางเลือกที่ 3

	ทางเลือก								
คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.93607	0.05102	0.00902	0.00070	0.00125	0.00150	0.00030	0.00002	0.00004
2	0.76027	0.17068	0.04359	0.00398	0.00749	0.01023	0.00248	0.00021	0.00028
3	0.51854	0.29029	0.10583	0.01124	0.02240	0.03500	0.01022	0.00096	0.00184
4	0.29696	0.33481	0.17213	0.02115	0.04469	0.08013	0.02813	0.00290	0.00575
5	0.14462	0.29459	0.21101	0.02987	0.06693	0.13812	0.05819	0.00657	0.01350
6	0.06084	0.21085	0.20795	0.03375	0.08022	0.19118	0.09646	0.01188	0.02534
7	0.02243	0.12779	0.17161	0.03178	0.08017	0.22136	0.13348	0.01792	0.03966
8	0.00735	0.06740	0.12198	0.02565	0.06872	0.22054	0.15858	0.02316	0.05321
9	0.00216	0.03155	0.07623	0.01812	0.05157	0.19298	0.16514	0.02620	0.06249

รูปที่ 4.11 ค่าความน่าจะเป็นในการจัดสรรรถบรรทุก

จากรูปที่ 4.10 จำนวนทางเลือกในการใช้รถขนส่ง คือ จำนวนสดมภ์ในตารางและแถว คือ จำนวนรถขนส่ง ซึ่งในการศึกษานี้ค่าจำนวนรถขนส่งที่มากที่สุดในศูนย์กระจายสินค้ากำหนดให้ไม่เกิน 15 คัน สำหรับค่า 0.17213 แสดงค่าความน่าจะเป็นของรถขนส่งคันที่ 4 ในพื้นที่ที่พิจารณาที่จะถูกเลือกใช้ไปในทางเลือกที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนรถที่ใช้ในทางเลือกที่ 3 ในอดีตเท่ากับ 1.2 คัน

4.2.3 ส่วนการคำนวณมูลค่าคาดหวังของทางเลือก

สำหรับการคำนวณมูลค่าคาดหวังของทางเลือก (W_n) ในขั้นตอนนี้มีการคำนวณ ตามสมการที่ 4-1 และ 4-2 โดยใช้ค่าผลกระทบพื้นที่ (End effect) ของคาบการวางแผน 8 วันทำการ เมื่อระบบทำการคำนวณค่าคาดหวังของแต่ละเส้นทางของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าเสร็จสิ้น ระบบจะทำการเรียงลำดับค่าดังกล่าวจากมากไปน้อยโดยกำหนดให้เส้นทางที่มีค่าคาดหวังมากที่สุดเป็นทางเลือกที่ 1 ของศูนย์กระจายสินค้านั้นๆ ดังตัวอย่างค่า W_n ของศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพแสดงในรูปที่ 4.12

ก่อนเรียงลำดับ

ทางเลือกที่	ต้นทาง	ปลายทาง	ประเภท	Wn
1	BKK	CM	บรรทุกสินค้า	39901
2	BKK	KK	บรรทุกสินค้า	36105
3	BKK	CB	บรรทุกสินค้า	20402
4	BKK	HY	บรรทุกสินค้า	33407
5	BKK	CM	เที่ยวเปล่า	0
6	BKK	KK	เที่ยวเปล่า	0
7	BKK	CB	เที่ยวเปล่า	0
8	BKK	HY	เที่ยวเปล่า	0
9	BKK	BKK	สำรอง	0

หลังเรียงลำดับ

ทางเลือกที่	ต้นทาง	ปลายทาง	ประเภท	Wn
1	BKK	CM	บรรทุกสินค้า	39901
2	BKK	KK	บรรทุกสินค้า	36105
3	BKK	HY	บรรทุกสินค้า	33407
4	BKK	CB	บรรทุกสินค้า	20402
5	BKK	BKK	S	0
6	BKK	CM	เที่ยวเปล่า	0
7	BKK	KK	เที่ยวเปล่า	0
8	BKK	CB	เที่ยวเปล่า	0
9	BKK	HY	เที่ยวเปล่า	0

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างค่า W_n ของศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพ

เมื่อพิจารณาค่ามูลค่าคาดหวังของทางเลือกซึ่งได้ทำการเรียงลำดับจะพบว่าเส้นทางในแต่ละทางเลือกเปลี่ยนแปลงไป เช่น เส้นทางกรุงเทพฯ-ชลบุรี แบบบรรทุกสินค้า ในขั้นต้นเป็นทางเลือกที่ 3 เมื่อทำการจัดเรียงจะเปลี่ยนเป็นทางเลือกที่ 4 ที่จะถูกพิจารณา แต่สำหรับทางเลือกในการสำรองรถขนส่งสินค้าไว้ในศูนย์กระจายสินค้ามีค่า W_n เท่ากับ 0 ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าในทางเลือกอื่นที่ไม่ได้ถูกใช้งาน แต่ทางเลือกดังกล่าวมีการเลือกใช้ ดังนั้นต้องทำการจัดเรียงลำดับให้ในทางเลือกเป็นสุดท้ายที่ถูกเลือกใช้งาน เช่น เมื่อพิจารณาทางเลือกในการสำรองรถไว้ในศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพซึ่งเป็นทางเลือกสุดท้ายก่อนการจัดเรียง แต่ทางเลือกดังกล่าวมีการเลือกใช้งานดังนั้นภายหลังการจัดเรียงทางเลือกในการสำรองรถจึงเปลี่ยนเป็นทางเลือกที่ 5 (ทางเลือกสุดท้ายในการใช้งาน)

4.2.4 การคำนวณมูลค่าคาดหวังของรถ (V_k)

ส่วนการคำนวณมูลค่าคาดหวังของรถเป็นส่วนสุดท้ายของแบบจำลอง LOADMAP เป็นค่าที่แสดงมูลค่าของรถขนส่งสินค้าในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าซึ่งจะถูกใช้ในการส่งสินค้าในวันต่อไป โดยพิจารณาร่วมกับมูลค่าคาดหวังของทางเลือกในการใช้รถของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งรถคันแรกที่พิจารณาจะมีมูลค่ามากที่สุดเนื่องจากสามารถเลือกส่งไปในทางเลือกที่มีมูลค่าของทางเลือกมากที่สุดได้ ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้มูลค่าคาดหวังของรถคันถัดไปมีมูลค่าลดลงอันเนื่องจากทางเลือกที่เหลืออยู่นั้นมีมูลค่าน้อยกว่า โดยมูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้าคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของมูลค่าคาดหวังของแต่ละทางเลือกในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าและค่าความน่าจะเป็นของการใช้รถขนส่งสินค้าในแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นไปตามสมการ

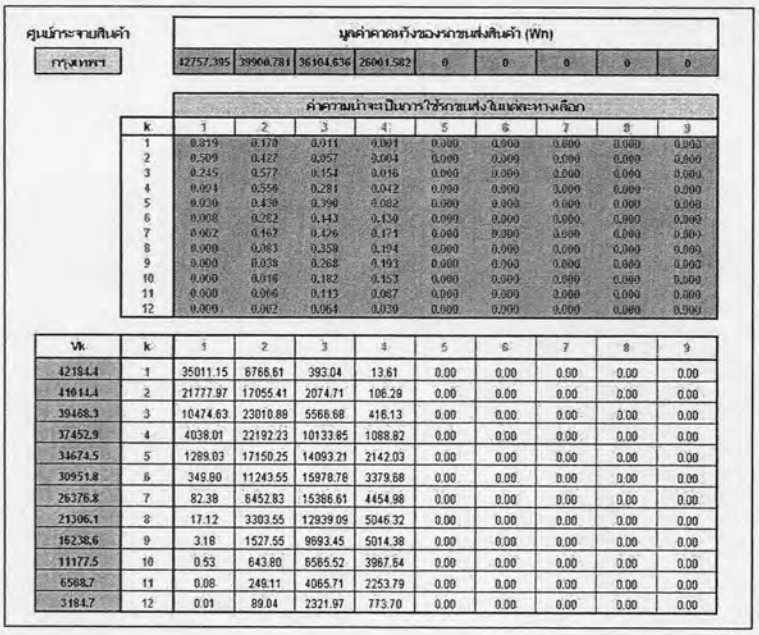
$$V_k(i,s) = \sum W_n(i,s)\, d_{k,n}(i,s)$$

เมื่อกำหนดให้ค่า

$d(k,n)$ = ความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกคันที่ k จะถูกจัดให้ทางเลือกที่ n

$w_n(i,s)$ = มูลค่าคาดหวังที่เกิดจากทางเลือกที่ n

การคำนวณมูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้าในการศึกษานี้ใช้ตารางคำนวณ (Spreadsheet) จากโปรแกรมเอ็กเซล ช่วยในการคำนวณ โดยค่า W_n และ d_k ได้จากการคำนวณในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ซึ่งระบบจะนำเข้าข้อมูลโดยอัตโนมัติ หน้าต่างแสดงมูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้าแสดงในรูปที่ 4.13



ศูนย์กระจายสินค้า: กรุงเทพฯ

มูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้า (Vk)

42757.395	39900.784	36164.636	26001.582	0	0	0	0	0

ค่าความน่าจะเป็นจากใช้รถขนส่งในแต่ละทางเลือก

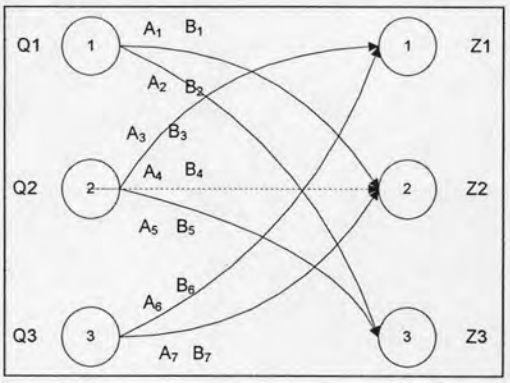
k	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.819	0.170	0.011	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.509	0.427	0.057	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.245	0.577	0.151	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.094	0.556	0.281	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.030	0.438	0.390	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.008	0.282	0.443	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.002	0.162	0.426	0.171	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.083	0.358	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.038	0.268	0.193	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.016	0.182	0.153	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.006	0.113	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.002	0.064	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vk	k	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42184.4	1	35011.15	6766.61	393.04	13.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41014.4	2	21777.97	17055.41	2074.71	106.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39468.3	3	10474.63	23010.88	5568.68	416.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37452.9	4	4038.01	22192.23	10133.85	1088.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34674.5	5	1289.03	17150.25	14093.21	2142.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30951.8	6	349.80	11243.55	15978.78	3379.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26376.8	7	82.38	6452.83	15386.61	4454.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21306.1	8	17.12	3303.55	12939.09	5046.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16238.6	9	3.18	1527.55	9893.45	5014.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11177.5	10	0.53	643.80	6585.52	3967.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6568.7	11	0.08	249.11	4065.71	2253.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3184.7	12	0.01	89.04	2321.97	773.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างแสดงมูลค่าคาดหวังของรถในศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯ

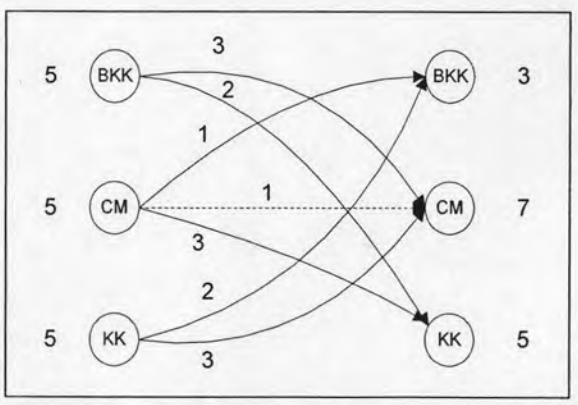
4.3 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรรถขนส่งสินค้า

ปัญหาของการจัดสรรรถขนส่งสินค้า คือ ต้องใช้รถขนส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าในทางเลือกใด เป็นจำนวนเท่าไรจึงให้ค่าผลกำไรสูงที่สุด ดังเช่นรูปที่ 14.4 แสดงลักษณะของโครงข่ายปัญหาการจัดสรรรถขนส่งสินค้ามีตัวแปรต่างๆที่ต้องทำการพิจารณาดังนี้ กำหนดให้ Q1, Q2 และ Q3 คือ จำนวนรถขนสงสินค้าในศูนย์กระจายสินค้า 1, 2 และ3 ก่อนทำการจัดส่ง A_1, A_2 และA_3 คือ จำนวนรถขนส่งสินค้าที่ต้องใช้ในแต่ละ Link และ B_1, B_2 และ B_3 คือ ผลตอบแทนในแต่ละ Link และตัวแปรสุดท้าย Z1, Z2 และ Z3 คือ จำนวนรถขนสงสินค้าในศูนย์กระจายสินค้า 1, 2 และ3 ภายหลังทำการจัดส่งมีรูปแบบสมการเป้าหมาย คือ Max (A_1 B_1+ A_2 B_2 +A_3 B_3) ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยวิธีการ Linear Programming

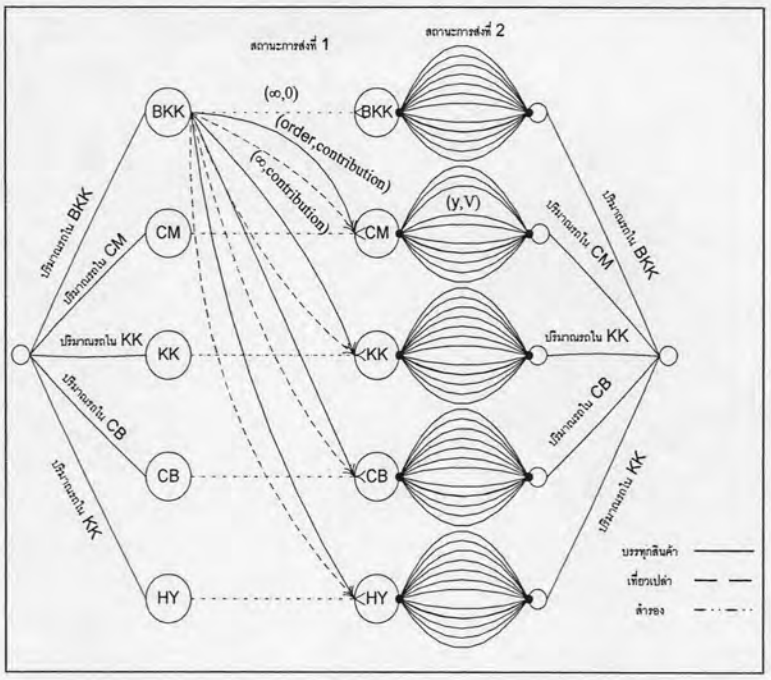


รูปที่ 4.14 โครงข่ายปัญหาการจัดสรรรถขนส่งสินค้า

ทั้งนี้การตัดสินใจใช้รถขนส่งสินค้าไปในทางเลือกใดมีผลต่อจำนวนรถขนส่งสินค้าที่จะอยู่ในแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ดังเช่นในรูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างการใช้รถขนส่งสินค้าไปในแต่ละทางเลือก โดยเริ่มต้นแต่ละศูนย์กระจายสินค้ามีปริมาณรถในศูนย์เท่ากับ 5 คัน เมื่อทำการเลือกส่งสินค้าและสำรองรถไว้ดังรูปพบว่าในวันรุ่งขึ้นปริมาณรถในแต่ละศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพ เชียงใหม่และขอนแก่น เปลี่ยนเป็น 3 คัน 7 คัน และ 5 คัน ตามลำดับ ในกรณีที่วันถัดไปมีความต้องการส่งสินค้าจากแต่ละศูนย์กระจายสินค้าเป็นจำนวน 5 คัน จะทำให้ที่ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพจะสามารถส่งสินค้าไปเพียง 3 คัน ในขณะที่ศูนย์กระจายสินค้าเชียงใหม่มีรถขนส่งสินค้าเหลืออยู่ 2 คัน ซึ่งทำให้ผลกำไรในระยะความน้อยลง ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกใช้รถในทางเลือกใดต้องคำนึงถึงวันถัดไปที่ไม่ทราบปริมาณการขนส่งที่แน่นอน ลักษณะการขนส่งในวันถัดไปจะอยู่ในรูปแบบการขนส่งสถานะที่ 2 ตามแบบจำลอง Stochastic Programming ดังนั้นเมื่อมีการพิจารณาถึงการขนส่งสถานะที่ 2 ทำให้รูปแบบโครงข่ายเปลี่ยนไปดังรูปที่ 14.16 แสดงตัวอย่างโครงข่ายของปัญหาในการศึกษานี้



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการใช้รถขนส่งสินค้าในโครงข่าย

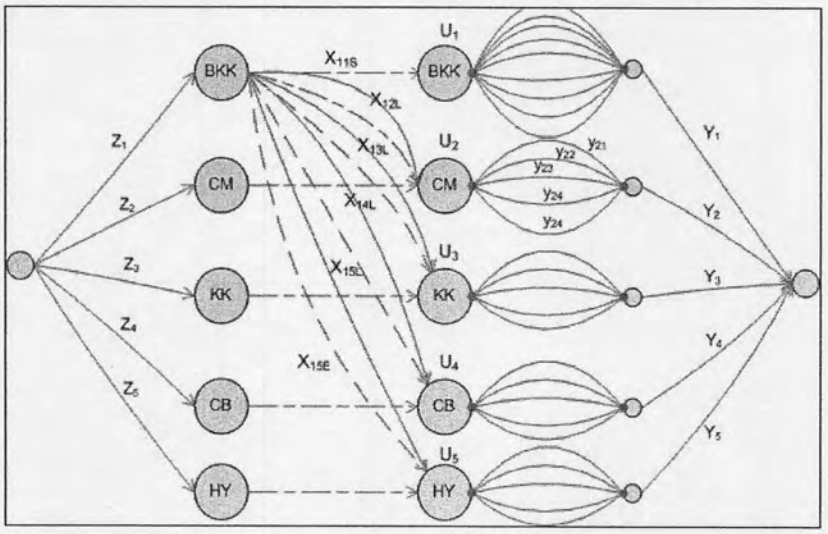


รูปที่ 4.16 ตัวอย่างโครงข่ายของปัญหาในการศึกษา

จากตัวอย่างโครงข่ายการขนส่งสินค้าในรูปที่ 4.16 พบว่าสถานะการขนส่งที่ 1 เป็นการขนส่งที่ทราบข้อมูลครบถ้วนทั้ง จุดต้นทาง จุดปลายทาง รายได้สุทธิ ปริมาณความต้องการส่งสินค้า โดยค่าสูงสุดของปริมาณรถที่ถูกใช้ใน link ต้องไม่เกินปริมาณต้องการส่งสินค้าใน link ดังกล่าว จากข้อมูลที่ครบถ้วนนั้นทำให้ทราบผลกำไรของการขนส่งสินได้ แต่เมื่อพิจารณาสถานะการขนส่งที่ 2 ซึ่งทราบข้อมูลจุดต้นทางเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถทราบผลกำไรที่จะเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่ามูลค่าคาดหวังของรถขนส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้ามาพิจารณาร่วมในโครงข่ายแสดงในรูปแบบ stochastic link ในสถานการณ์ส่งที่ 2 โดยแต่ละ link มีค่าสูงสุดของปริมาณรถ (upper bound) ไม่เกิน 1 คัน และค่ารายได้ในแต่ละ link พิจารณาจากค่า V_k

การหาคำตอบของปัญหาการจัดสรรรถบรรทุกในโครงข่ายการขนส่งในขั้นต้นต้องทำการกำหนดตัวแปรของปัญหาให้ครบถ้วน เพื่อความชัดเจนสามารถกำหนดค่าตัวแปรลงในโครงข่ายการขนส่งดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.17 โดยรูปแบบปัญหาที่นำเสนอเป็นการจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการหาคำตอบของปัญหาตามสมการเป้าหมาย โดยตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองนี้ประกอบด้วยสองส่วน คือ จำนวนรถขนส่งสินค้าของแต่ละทางเลือกใน

สถานการณ์ขนส่งที่ ซึ่งเป็นจำนวนรถขนส่งใน deterministic link และจำนวนรถขนส่งใน deterministic link มีรูปแบบสมการดังนี้



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างการกำหนดค่าตัวแปรในโครงข่าย

กำหนดให้

Y_{ni} = จำนวนรถใน stochastic link (0,1) ในพื้นที่ i

x_{ijt} = จำนวนรถใน deterministic link จากพื้นที่ i ไปยังพื้นที่ j ในรูปแบบ t (L, E และ S)

C_{ij} = ผลกำไรของทางเลือก

Z_i = จำนวนรถขนส่งในพื้นที่ i

U_j = จำนวนรถที่เข้าสู่พื้นที่ j

Y_j = จำนวนรถขนส่งในพื้นที่ i ในวันถัดไป

D_{ij} = ปริมาณความต้องการส่งสินค้าจาก i ไป j

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

$$\text{Max} [\sum (y_{jk} V_k) + \sum (x_{ijt} C_{ij})]$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

y_{ik} = จำนวนรถใน stochastic link (0,1)

x_{ijt} = จำนวนรถใน deterministic link จากพื้นที่ i ไปยังพื้นที่ j

ข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum y_{nit} = Y_i$$

$$\sum x_{i1t} = U_1$$

$$\sum x_{i2t} = U_2$$

$$\sum x_{i3t} = U_3$$

$$\sum x_{i4t} = U_4$$

$$\sum x_{i5t} = U_5$$

$$\sum x_{1jt} = Z_1$$

$$\sum x_{2jt} = Z_2$$

$$\sum x_{3jt} = Z_3$$

$$\sum x_{4jt} = Z_4$$

$$\sum x_{5it} = Z_5$$

$$U_1 = Y_1$$

ข้อจำกัด (Constraints)

$$U_2 = Y_2$$

$$U_3 = Y_3$$

$$U_4 = Y_4$$

$$U_5 = Y_5$$

$$x_{ijL} \leq D_{ij}$$

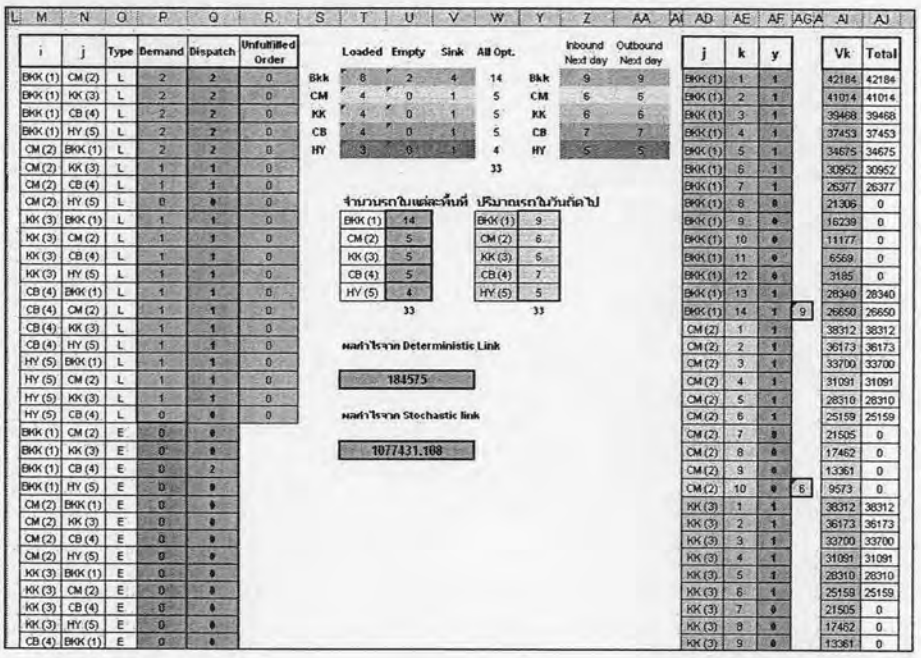
$$x_{ijt} \geq 0$$

4.3.1 การสร้างระบบประมวลผลสำหรับการจัดสรรรถบรรทุก

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการสร้างระบบประมวลผลสำหรับการช่วยตัดสินใจในการจัดสรรรถบรรทุกจากรูปแบบปัญหาที่ถูกกำหนดไว้ในข้างต้น ซึ่งรูปแบบปัญหาอยู่ในรูปปัญหาของ Linear Programming ซึ่งมีตัวแปรในสมการเป้าหมายน้อยเพียง 110 ตัวแปรและมีจำนวนข้อจำกัดที่ไม่มาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานในการศึกษานี้จึงทำการสร้างระบบประมวลผลสำหรับการช่วยการตัดสินการจัดสรรรถบรรทุกโดยอาศัยฟังก์ชั่น Solver ซึ่งเป็น

Add-in ของโปรแกรมเอ็กเซลในการประมวลผล อันเนื่องจากโปรแกรมเอ็กเซลแบบโปรแกรมที่มีการใช้สำหรับการคำนวณอย่างแพร่หลาย และฟังก์ชั่น Solver สามารถหาคำตอบของ Linear Programming ที่มีจำนวนตัวแปรตัดสินใจไม่เกิน 200 ตัว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบประมวลผลที่สร้างขึ้นเป็นไปในรูปแบบตารางคำนวณ (Spreadsheet) มีการนำเข้าข้อมูลและแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลในหน้าต่างเดียวกัน ซึ่งจะแสดงอยู่ในเซลล์ต่างๆ ของ spread sheet ดังนั้นเพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลผิดเซลล์จึงทำการกำหนดสีสำหรับเซลล์ที่ต้องนำเข้าข้อมูลเป็นสีชมพูและสีเขียวสำหรับเซลล์แสดงผลลัพธ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.12



i	j	Type	Demand	Dispatch	Unfulfilled Order
BKK (1)	CM (2)	L	2	2	0
BKK (1)	KK (3)	L	2	2	0
BKK (1)	CB (4)	L	2	2	0
BKK (1)	HY (5)	L	2	2	0
CM (2)	BKK (1)	L	2	2	0
CM (2)	KK (3)	L	1	1	0
CM (2)	CB (4)	L	1	1	0
CM (2)	HY (5)	L	0	0	0
KK (3)	BKK (1)	L	1	1	0
KK (3)	CM (2)	L	1	1	0
KK (3)	CB (4)	L	1	1	0
KK (3)	HY (5)	L	1	1	0
CB (4)	BKK (1)	L	1	1	0
CB (4)	CM (2)	L	1	1	0
CB (4)	KK (3)	L	1	1	0
CB (4)	HY (5)	L	1	1	0
HY (5)	BKK (1)	L	1	1	0
HY (5)	CM (2)	L	1	1	0
HY (5)	KK (3)	L	1	1	0
HY (5)	CB (4)	L	0	0	0
BKK (1)	CM (2)	E	0	0	
BKK (1)	KK (3)	E	0	0	
BKK (1)	CB (4)	E	0	2	
BKK (1)	HY (5)	E	0	0	
CM (2)	BKK (1)	E	0	0	
CM (2)	KK (3)	E	0	0	
CM (2)	CB (4)	E	0	0	
CM (2)	HY (5)	E	0	0	
KK (3)	BKK (1)	E	0	0	
KK (3)	CM (2)	E	0	0	
KK (3)	CB (4)	E	0	0	
KK (3)	HY (5)	E	0	0	
CB (4)	BKK (1)	E	0	0	

	Loaded	Empty	Sink	All Opt.
Bkk	8	2	4	14
CM	4	0	1	5
KK	4	0	1	5
CB	4	0	1	5
HY	3	0	1	4
				33

	Inbound Next day	Outbound Next day
Bkk	9	9
CM	6	6
KK	6	6
CB	7	7
HY	5	5

จำนวนรถในแต่ละพื้นที่

BKK (1)	14
CM (2)	5
KK (3)	5
CB (4)	5
HY (5)	4
	33

ปริมาณรถในวันถัดไป

BKK (1)	9
CM (2)	6
KK (3)	5
CB (4)	7
HY (5)	5
	33

ผลกำไรจาก Deterministic Link

184575

ผลกำไรจาก Stochastic link

1077431.108

j	k	y		Vk	Total
BKK (1)	1	1		42184	42184
BKK (1)	2	1		41014	41014
BKK (1)	3	1		39468	39468
BKK (1)	4	1		37453	37453
BKK (1)	5	1		34675	34675
BKK (1)	6	1		30952	30952
BKK (1)	7	1		26377	26377
BKK (1)	8	0		21306	0
BKK (1)	9	0		16239	0
BKK (1)	10	0		11177	0
BKK (1)	11	0		6569	0
BKK (1)	12	0		3185	0
BKK (1)	13	1		28340	28340
BKK (1)	14	1	9	26650	26650
CM (2)	1	1		38312	38312
CM (2)	2	1		36173	36173
CM (2)	3	1		33700	33700
CM (2)	4	1		31091	31091
CM (2)	5	1		28310	28310
CM (2)	6	1		25159	25159
CM (2)	7	0		21505	0
CM (2)	8	0		17462	0
CM (2)	9	0		13361	0
CM (2)	10	0	6	9573	0
KK (3)	1	1		38312	38312
KK (3)	2	1		36173	36173
KK (3)	3	1		33700	33700
KK (3)	4	1		31091	31091
KK (3)	5	1		28310	28310
KK (3)	6	1		25159	25159
KK (3)	7	0		21505	0
KK (3)	8	0		17462	0
KK (3)	9	0		13361	0

รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างระบบประมวลผล

ในส่วนข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าสู่ระบบประมวลผลประกอบด้วยปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละทางเลือกและจำนวนรถในแต่ละพื้นที่ ซึ่งปริมาณความต้องการขนส่งนั้นได้จากปริมาณความต้องการจริง แต่สำหรับจำนวนรถในแต่ละพื้นที่ได้จากการคำนวณในวันที่ผ่านมา ซึ่งแสดงในช่องปริมาณรถในวันถัดไป