หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า

แนวความคิดในการสร้างแบบจำลอง

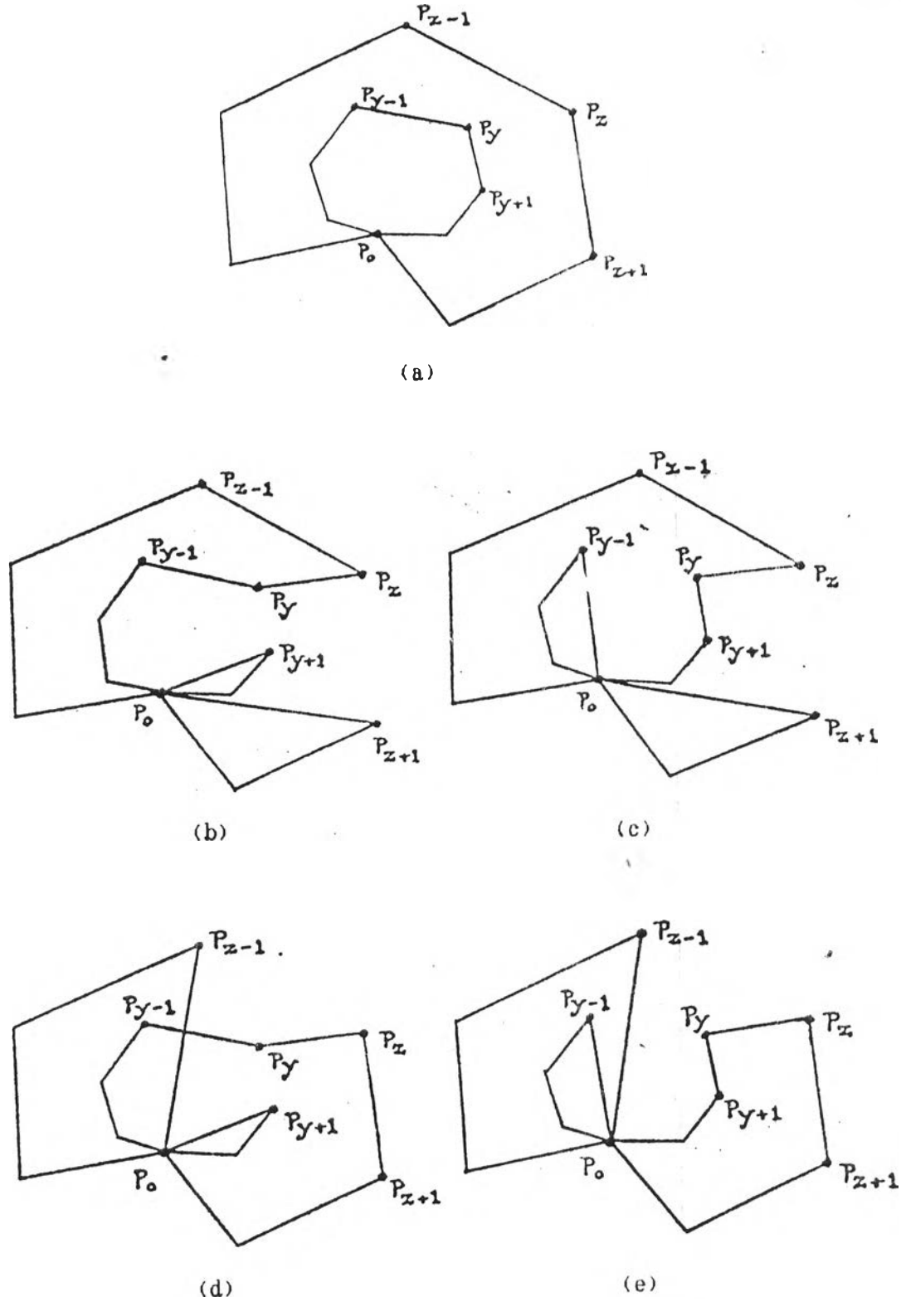
จากขั้นตอนการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่างที่ได้อธิบายในบทที่ 1 ในขั้นตอนการจัดเตรียมสินค้า (Prepare Loading) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำหรับการจัดเส้นทางและจัดเตรียมสินค้าให้แก่รถขนสินค้า โดยการใช้พนักงานเป็นผู้จัด มีแนวโน้มว่างานในส่วนนี้จะมีการขยายตัวมากขึ้นและจะมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น และหากพิจารณาหลักการทำงานในขั้นตอนนี้จะพบว่ามีหลักการและวิธีการทำงานที่ค่อนข้างตายตัว โดยการพิจารณาหลักใหญ่ ๆ สำหรับการจัดเตรียมสินค้าเพื่อขนส่ง 2 ประการ คือ ประการแรกจำนวนสินค้าที่ขนส่งต่อเที่ยวต้องมีปริมาณมากพอ และประการที่ 2 ลูกค้าที่นำส่งสินค้าในเที่ยวเดียวกันจะต้องอยู่ใกล้กัน เพื่อให้การขนส่งสินค้าใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า งานในส่วนนี้อาจสามารถนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยทำงานแทนพนักงาน โดยการเลือกใช้วิธีการ (Heuristic) ที่เหมาะสมมาใช้ ซึ่งหากทำได้จะทำให้การทำงานและการขยายงานส่วนนี้คล่องตัวมากขึ้น

ทฤษฎีและวิธีการที่นำมาใช้

ลักษณะการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง จะมีคลังสินค้า (Central Depot) เพียงแห่งเดียว ทำหน้าที่กระจายสินค้าไปสู่ร้านค้าต่าง ๆ จำนวนมาก โดยรถขนส่งหลาย ๆ คัน การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้แก่รถขนส่งแต่ละคัน จึงทำได้หลายเส้นทาง เส้นทางที่ใช้เวลาน้อยกว่า จึงน่าจะเป็นเส้นทางที่เหมาะสมกว่า วิธีการที่มีหลักการในลักษณะนี้ และมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน คือ CLARKE-WRIGHT Heuristic

จากเส้นทางการเดินทางของรถขนส่งที่กำหนดขึ้น ดังรูป 3.1 a จุดส่งสินค้าแต่ละจุดจะถูกเชื่อมต่อกับจุดอื่นอีก 2 จุด จุดที่เชื่อมต่อนี้อาจเป็นจุดส่งสินค้าอื่น หรืออาจเป็นคลังสินค้า P(o) ก็ได้ พิจารณาจุดส่งสินค้า P(y) และ P(z) จุดที่เชื่อมกับจุด P(y) คือ P(y-1)

019595



รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการเดินทางแบบต่าง ๆ ของรถขนส่ง

และ P(y+1) และจุดที่เชื่อมกับจุด P(z) คือ P(z-1) และ P(z+1) จากรูป 3.1a เป็นการกำหนดเส้นทางที่ให้ P(y) และ P(z) แยกจากกัน ที่นี้ลองพิจารณาผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงเส้นทางโดยให้ P(y) เชื่อมต่อกับ P(z) รูป 3.1b, 3.1c, 3.1d, และ 3.1e แสดงเส้นทางต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมจุด P(y) และ P(z) ตัดแบ่งจุดเชื่อม P(y-1) และ P(y) หรือ P(y) และ P(y+1) และตัดแบ่งจุดเชื่อม P(z-1) และ P(z) หรือ P(z) และ P(z+1) ระยะทางที่สามารถทำให้ลดลงได้ก่อนการเชื่อมจุด P(y) และ P(z) ซึ่งคิดจากระยะทางจากเส้นทางในรูป 3.1a ลบด้วยระยะทางจากเส้นทางที่ต้องการ (รูปที่ 3.1b, 3.1c, 3.1d, หรือ 3.1e) มีดังต่อไปนี้

(b) d(y,y+1) - d(o,y+1) + d(z,z+1) - d(o,z+1) - d(y,z)

(c) d(y-1,y) - d(o,y-1) + d(z,z+1) - d(o,z+1) - d(y,z)

(d) d(y,y+1) - d(o,y+1) + d(z,z-1) - d(o,z-1) - d(y,z)

(e) d(y-1,y) - d(o,y-1) + d(z,z-1) - d(o,z-1) - d(y,z)

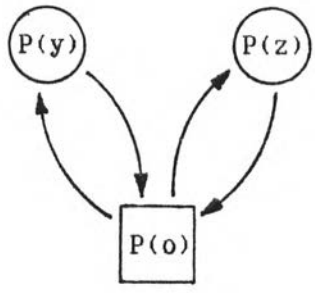
โดยที่ d(i,j) คือระยะทางจากจุด P(i) ถึงจุด P(j)

จากเส้นทางในรูปที่ 3.1b, 3.1c, 3.1d และ 3.1e เส้นทางที่สามารถทำให้ระยะทางลดลงมากกว่า จะเป็นทางที่ดีกว่าเนื่องจากใช้เวลาเดินทางน้อยกว่า ในการนำเอาวิธีการนี้ไปใช้งาน ข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบก็คือ ระยะทางหรือเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางสำหรับเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างคู่ ๆ คู่เดินทาง d(i,j) ในพื้นที่ของส่งทั้งหมดซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณระยะทางหรือเวลาที่จะประหยัดได้ (Saving) ของคู่เดินทางแต่ละคู่ และเมื่อพิจารณาค่า Saving ของแต่ละคู่เดินทาง จะทราบว่าถ้าหากเลือกเส้นทางที่มีคู่เดินทาง (i,j) นั้น ๆ จะสามารถลดระยะทางหรือเวลาไปมากน้อยเท่าไร คู่เดินทางที่มีค่า Saving มากที่สุดจะสามารถลดระยะทางหรือเวลาเดินทางได้มากที่สุด ขั้นตอนของ CLARKE-WRIGHT Heuristic ที่ใช้ในแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถ มีดังนี้คือ

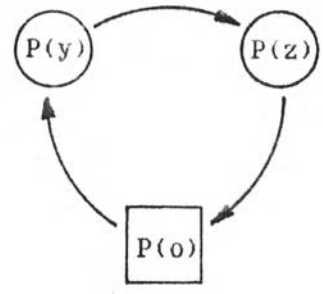
1. คำนวณเวลาที่สามารถประหยัดได้ (Saving) จากการเลือกเดินทางในเส้นทาง P(o)-P(y)-P(z)-P(o) แทนการเดินทางในเส้นทาง P(o)-P(y)-P(o)-P(z)-P(o)

โดยที่ P(o) : คลังสินค้า (Central Depot)

P(y),P(z) : จุดส่งสินค้าใด ๆ



เส้นทาง P(o)-P(y)-P(o)-P(z)-P(o)



เส้นทาง P(o)-P(y)-P(z)-P(o)

รูปที่ 3.2 แสดงเส้นทางเดินแบบP(o)-P(y)-P(o)-P(z)-P(o) และ แบบ P(o)-P(y)-P(z)-P(o)

จะได้

$$\text{Saving, } S(y,z) = t(o,y) + t(o,z) - t(y,z)$$

โดยที่ t(o,y) : เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังสินค้าถึงจุดส่งสินค้า P(y)

t(o,z) : เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังสินค้าถึงจุดส่งสินค้า P(z)

t(y,z) : เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดส่งสินค้า P(y) ถึงจุดส่งสินค้า P(z)

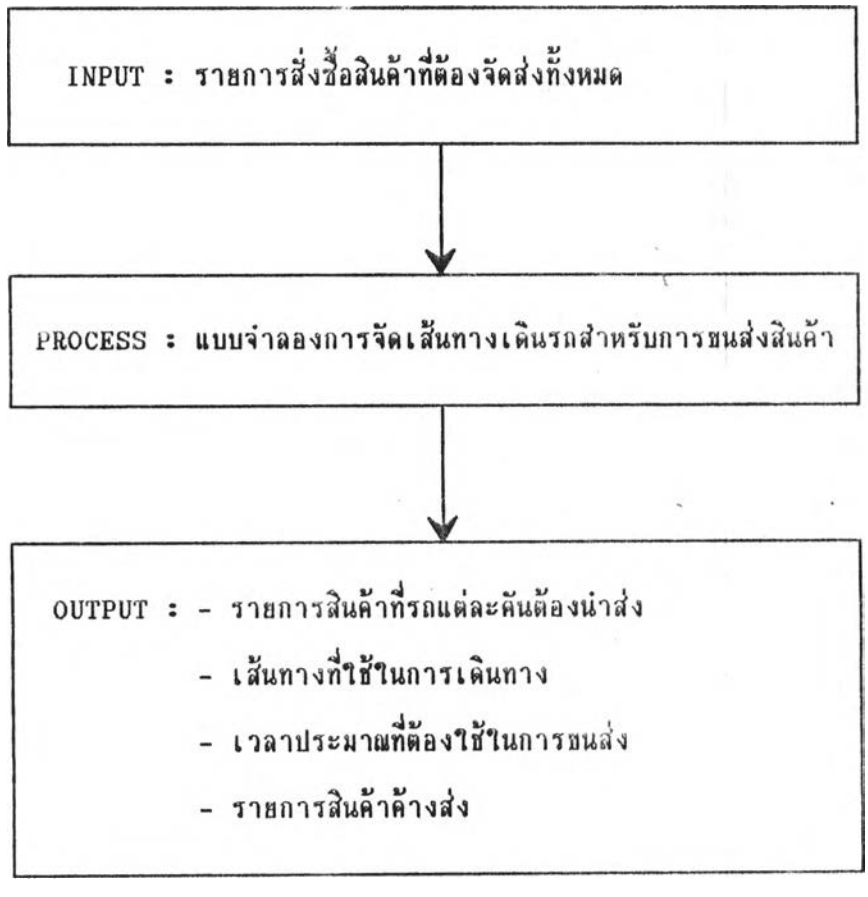
2. จัดเรียบลำดับค่า Saving, S(y,z) จากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีค่า Saving มากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่สามารถประหยัดเวลาเดินทางได้มากที่สุด

3. เลือกเส้นทางโดยการพิจารณาจากค่า Saving เริ่มจากคู่เดินทางที่มีค่า Saving มากที่สุด จนกระทั่งจัดเส้นทางขนส่งสินค้าได้ครบ โดยมีเงื่อนไขว่า การเดินทางแต่ละเที่ยวจะต้องมีสินค้าไม่เกินขนาดบรรทุกของรถขนส่งสินค้า และ/หรือ ต้องใช้เวลาในการขนส่งไม่เกินเวลาที่กำหนด

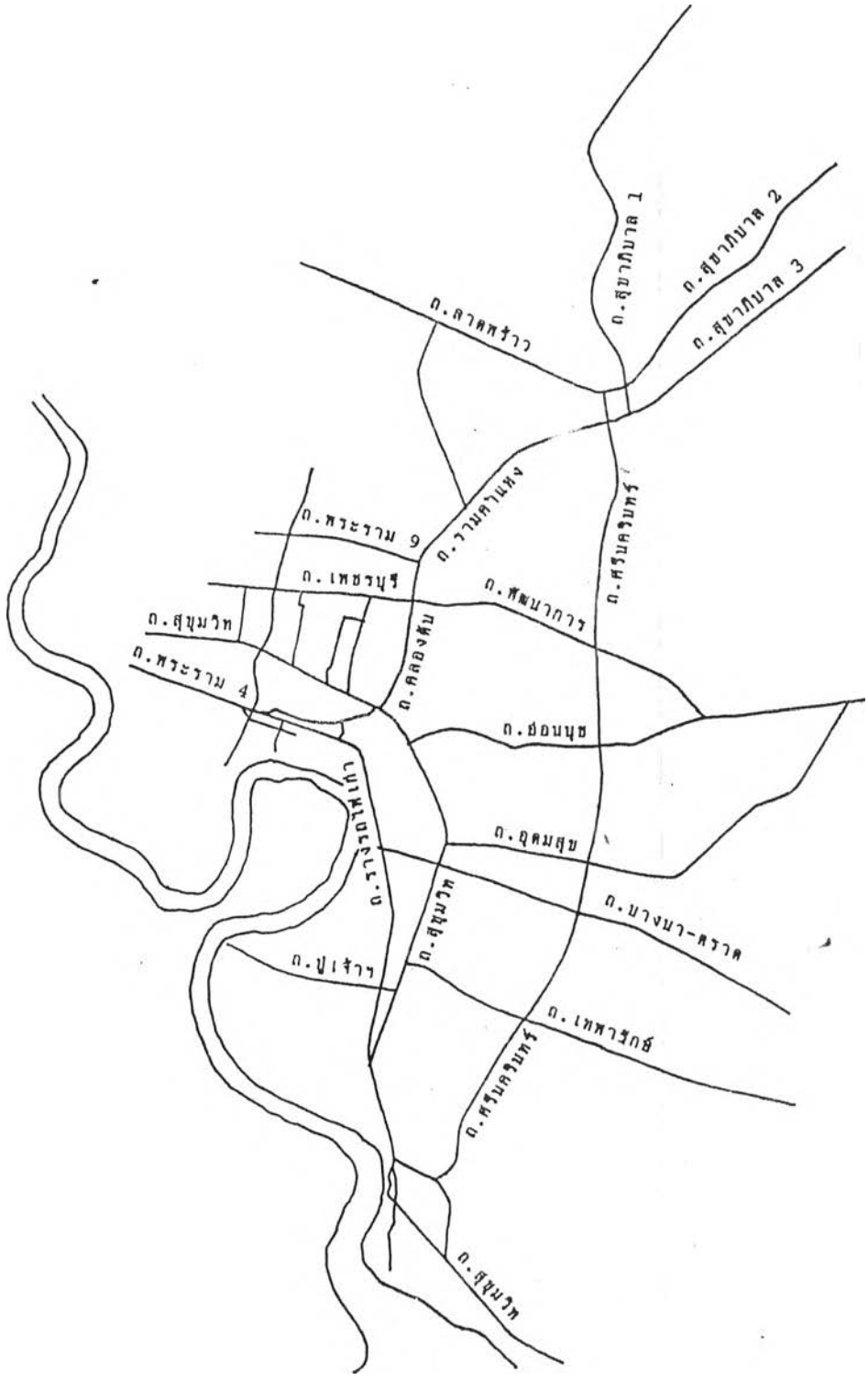
<u>แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า</u>

หลักการในการสร้างแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า ก็คือ การนำตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้า เช่น เวลาที่ใช้เดินทางในเส้นทาง

ต่าง ๆ, ความยากง่ายในการรับสินค้าของลูกค้าแต่ละราย, จำนวนสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายสั่งซื้อ, จุดที่ตั้งของลูกค้า และจำนวนและขนาดรถขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่ เป็นต้น มาพิจารณาเป็นเงื่อนไขความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และใช้ CLARKE-WRIGHT Heuristic เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดเส้นทางเดินรถโดยพิจารณาตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น แบบจำลองนี้จะทำหน้าที่ในการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า โดยเริ่มจากการป้อนข้อมูลการสั่งซื้อทั้งหมดที่ต้องการจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าให้แก่แบบจำลอง หลังจากที่แบบจำลองคำนวณเสร็จ ผลที่ได้จากแบบจำลองก็คือ รายการสินค้าพร้อมทั้งร้านค้าที่ต้องนำสินค้าส่งของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน สำหรับพื้นที่ขนส่งใช้ในการทดลองการทำงานของแบบจำลองประกอบด้วยเส้นทางบริเวณคลองเตย, พระโขนง, คลองตัน, หัวหมาก, ศรีนครินทร์, อ่อนนุช, อุดมสุข, สำโรง และปากน้ำ ซึ่งได้แสดงเส้นทางที่แบบจำลองครอบคลุมถึงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงผลที่ได้จากการทำงานของแบบจำลอง



รูปที่ 3.4 แสดงเส้นทางที่ใช้ทดลองแบบจำลอง

1. การเก็บข้อมูล

นอกจากการศึกษาวิธีการทำงานในส่วนของการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง อย่างละเอียด และศึกษาเงื่อนไขและตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการขนส่งแล้ว การเก็บข้อมูลตัวเลขเพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลให้แก่แบบจำลองก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ข้อมูลตัวเลขที่เก็บมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางแต่ละเส้นทาง เป็นข้อมูลที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในแบบจำลอง จากถนนสายหลักที่มีอยู่ในพื้นที่ทดลองทั้งหมด พิจารณาแบ่งถนนแต่ละสายออกเป็นส่วน ๆ โดยพิจารณาแบ่งจากจุดตัดทางแยกระหว่างถนนด้วยกันเอง รูปที่ 3.5 แสดงการแบ่งส่วนของถนนสำหรับการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลกระทำ 2 วิธีด้วยกันคือ

1.1.1 การออกแบบสอบถามให้แก่พนักงานขับรถของบริษัท ที่เคยขนส่งในเส้นทางที่ใช้ทดลองแบบจำลอง รูปที่ 3.6 แสดงแบบสอบถามที่ใช้

1.1.2 การเก็บข้อมูลจริง โดยการขออาศัยไปกับรถขนส่งสินค้าในพื้นที่ทดลอง ซึ่งจะออกเก็บข้อมูลเฉพาะในวันที่การจราจรเป็นปกติ

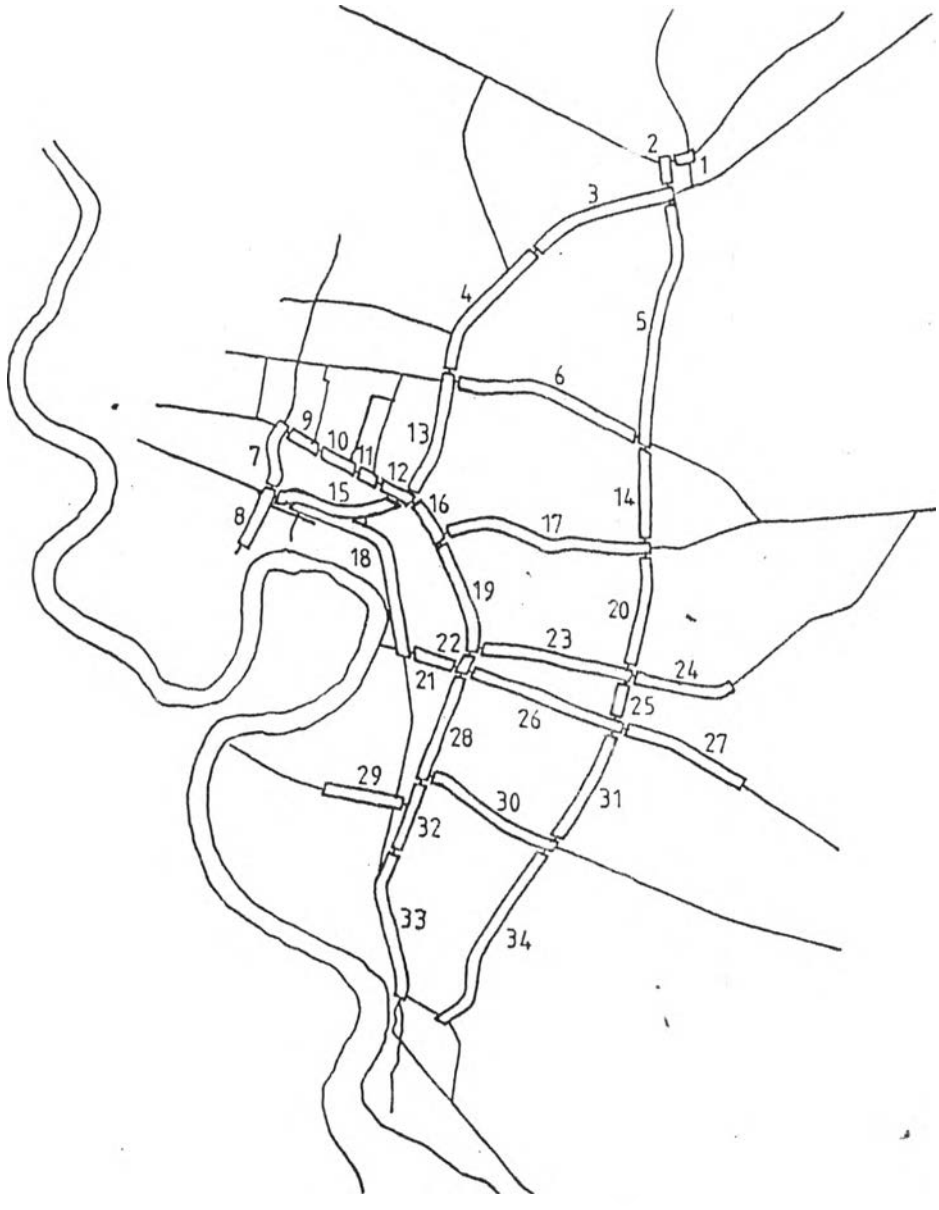
1.2 ตำแหน่งที่ตั้งและชนิดของลูกค้า เป็นข้อมูลที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในแบบจำลอง ลูกค้าของบริษัทจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ Superwarket, Jobber, และ Credit ซึ่งจะมีลักษณะการสั่งซื้อและความยาก-ง่ายในการขนส่งสินค้าไม่เหมือนกัน ข้อมูลส่วนนี้คัดลอกจากบริษัทตัวอย่าง

1.3 รายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าทั้งหมดในแต่ละวัน เป็นข้อมูลสำหรับนำมาใช้ทดสอบแบบจำลอง ข้อมูลส่วนนี้ได้จากการคัดลอกจากบริษัทตัวอย่าง

2. สมมติฐานของแบบจำลอง

2.1 เนื่องจากร้านค้าในพื้นที่ทดลองประมาณ 200 ร้านค้า โดยส่วนใหญ่แล้วมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ตามตลาดหรือศูนย์การค้า ดังนั้นการจัดเส้นทางในแบบจำลอง จึงกำหนดให้ร้านค้าที่อยู่ในบริเวณใกล้ ๆ กัน ให้ถือว่าอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยการพิจารณาแบ่งกลุ่มร้านค้าออกเป็น Block ต่าง ๆ ตามจุดตัดทางแยกของถนนแต่ละสายเป็นหลัก ดังรูปที่ 3.7

2.2 ขนาดบรรจุของสินค้า แบ่งตามที่พนักงานผู้จัดเส้นทางใช้อยู่ในปัจจุบันคือ แบ่งสินค้าทั้งหมดออกเป็น 2 ชนิด คือ สินค้าประเภทผงซักฟอก (Detergent) ซึ่งมีขนาดบรรจุขนาดใหญ่ (โดยเฉลี่ย 0.15 m^3) และสินค้าประเภทที่ใช้ในห้องน้ำ (Toilet Article) มีขนาดบรรจุขนาดเล็ก (โดยเฉลี่ย 0.05 m^3)



1: SLAD1201	2: SSRI1201	3: SRAM1202	4: SRAM1201	5: SSRI1202
6: SPAT1201	7: SRAC1501	8: SSUN1501	9: SSKH1501	10: SSKH1502
11: SSKH1503	12: SSKH1504	13: SKLO1501	14: SSRI1301	15: SPRA1501
16: SSKH1401	17: SONN1301	18: SRAN1501	19: SSKH1402	20: SSRI1302
21: SSAM1401	22: SSKH1403	23: SUDO1401	24: SUDO1301	25: SSRI1303
26: SBAN1401	27: SBAN1402	28: SSKH5301	29: SPUJ5101	30: STAP5301
31: SSRI5301	32: SSKH5302	33: SSKH5303	34: SSRI5302	

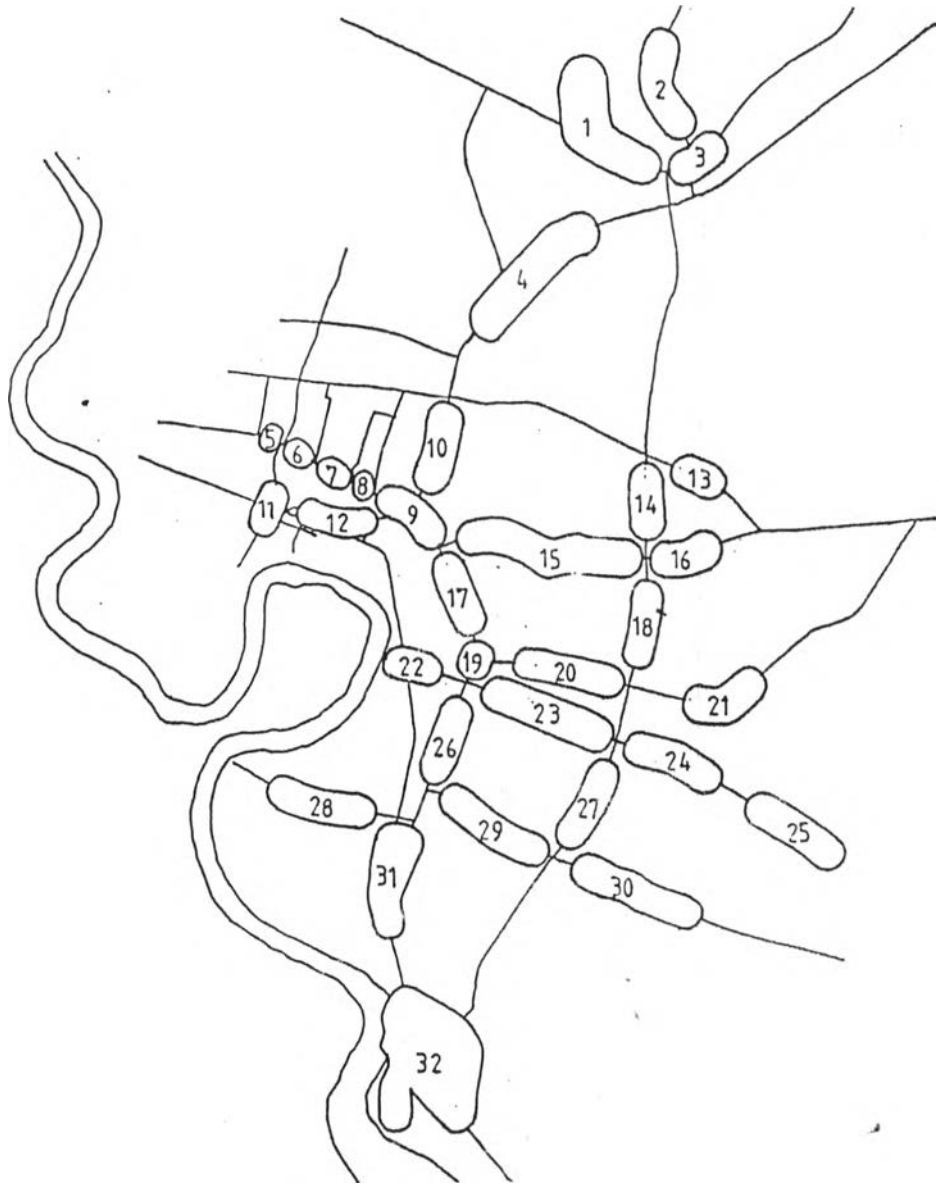
รูปที่ 3.5 แสดงการแบ่งส่วนถนนสำหรับการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

4. ในช่วงและวันที่มีการจราจรเป็นปกติ ท่านคิดว่า การเดินทางระหว่างจุดต่อไปนี้ ใช้เวลาประมาณเท่าไร

จาก คลองเตย ถึง แยกอโศก ใช้เวลา 20 นาที
จาก แยกอโศก ถึง ทองหล่อ ใช้เวลา 25 นาที
จาก ทองหล่อ ถึง เอกมัย ใช้เวล 10 นาที
จาก เอกมัย - ถึง พระโขนง ใช้เวลา 15 นาที
จาก คลองเตย ถึง พระโขนง ใช้เวลา 30 นาที
จาก พระโขนง ถึง แยกคลองตัน ใช้เวลา 20 นาที
จาก แยกคลองตัน ถึง มอลรามคำแหง ใช้เวลา 15 นาที
จาก มอลราม ถึง บางกะปิ ใช้เวลา 25 นาที
ถ.อ่อนนุช จาก พระโขนง ถึง ศรีนครินทร์ ใช้เวลา 30 นาที
ถ.พัฒนาการ จาก คลองตัน ถึง ศรีนครินทร์ ใช้เวลา 25 นาที
ซ.อ่อนนุช จาก ถ.ศรีนครินทร์ ถึง ลาดกระบัง ใช้เวลา 40 นาที
ถ.ศรีนครินทร์ จาก พัฒนาการ ถึง อ่อนนุช ใช้เวลา 30 นาที
ถ.ศรีนครินทร์ จาก อ่อนนุช ถึง อุดมสุข ใช้เวลา 30 นาที
ถ.ศรีนครินทร์ จาก อุดมสุข ถึง เทพารักษ์ ใช้เวลา 30 นาที
ถ.บางนาตราด จาก บางนา ถึง กม.4 ใช้เวลา 20 นาที
ถ.บางนาตราด จาก กม.4 ถึง กม.13 ใช้เวลา 50 นาที
ซ.อุดมสุข จาก สุขุมวิท ถึง ศรีนครินทร์ ใช้เวลา 30 นาที
ถ.สุขุมวิท จาก พระโขนง ถึง บางนา ใช้เวลา 40 นาที
จาก บางนา ถึง สำโรง ใช้เวลา 30 นาที
จาก สำโรง ถึง เทพารักษ์ ก.ม.4 ใช้เวลา 50 นาที
ถ.เทพารักษ์ จาก กม.4 ถึง กม.7 ใช้เวลา 15 นาที
ถ.สุขุมวิท จาก สำโรง ถึง ปากน้ำ ใช้เวลา 35 นาที
ถ.รางรถไฟเก่า จาก คลองเตย ถึง บางนา ใช้เวลา 20 นาที

71-0195

รูปที่ 3.6 แสดงแบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง



1: HAP1201	2: SUK1201	3: LAD1204	4: RAM1201	5: SKH1501
6: SKH1502	7: SKH1503	8: SKH1504	9: SKH1505	10: KLO1501
11: SUN1501	12: PRA1501	13: PAT1301	14: SRI1301	15: ONN1301
16: ONN1302	17: SKH1401	18: SRI1302	19: SKH1402	20: UDO1401
21: UDO1301	22: SAM1401	23: BAN1401	24: BAN1402	25: BAN5401
26: SKH5301	27: SRI5301	28: PUJ5101	29: TAP5301	30: TAP5302
31: SKH5302	32: SKH5303			

รูปที่ 3.7 แสดงการแบ่ง Block สำหรับใช้ในการจัดเส้นทาง

2.3 เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการเดินทาง, เวลาที่ใช้ในการติดต่อเพื่อแจ้งรายการสินค้าแก่ลูกค้า และเวลาที่ใช้ในการแบกสินค้าให้แก่ลูกค้าเท่านั้น

2.4 เวลาที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางต่าง ๆ หมายถึงเวลาที่ใช้ในการเดินทางในช่วงเวลาที่มีการจราจรเป็นปกติ

2.5 กำหนดให้การขนส่งสินค้าใช้เส้นทางบนถนนสายหลัก ที่มีอยู่ในแบบจำลองเท่านั้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า

การทำงานของแบบจำลองจะถูกแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลรายชื่อ Block เฉพาะ Block ที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ " BLC_SLCT "

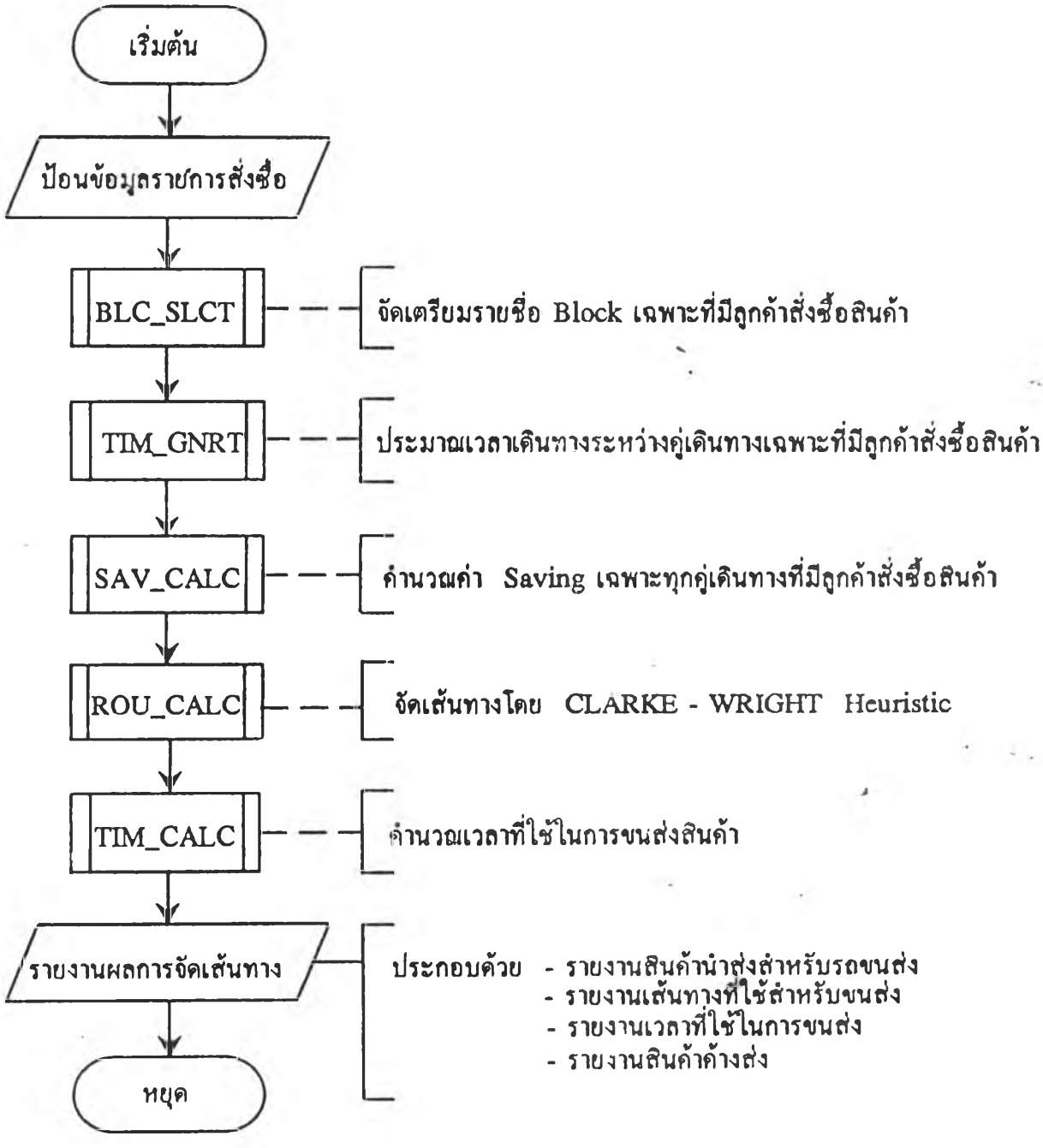
3.1.1 หลักการทำงาน จากความถี่-ห่างของการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายมีตั้งแต่ 3-4 วันต่อครั้ง จนกระทั่งถึง 1 เดือน หรือมากกว่า 1 เดือนต่อการสั่งซื้อ 1 ครั้ง ดังนั้นในแต่ละวัน จึงมีลูกค้าจำนวนมากที่ไม่ได้สั่งซื้อสินค้า และมีผลให้จุดที่ตั้งรวมของร้านค้า (Block) บางจุดไม่มีร้านค้าสั่งซื้อสินค้าเลย ขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่ตัดจุดที่ไม่มีการสั่งซื้อออกจากการคำนวณของแบบจำลองในวันนั้น ๆ เพื่อลดเวลาทำงานของแบบจำลองลง

3.1.2 ขั้นตอนการทำงาน หลังจากผู้ใช้ป้อนรายการสั่งซื้อทั้งหมด ที่ต้องการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า เข้าสู่แบบจำลอง แบบจำลองจะจัดเก็บข้อมูลเหล่านี้เข้าแฟ้มข้อมูล (File) ซึ่งในแต่ละรายการสั่งซื้อจะมีรหัสของจุดที่ตั้งของร้านค้า (Block Code) อยู่ด้วย แบบจำลองจะนำ Block Code เหล่านี้ มาค้นหาเปรียบเทียบกับ Block Code ในฐานข้อมูลของแบบจำลอง และทำเครื่องหมายแสดงว่า Block Code นี้มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ การทำงานของขั้นตอน BLC_SLCT แสดงดังรูปที่ 3.9

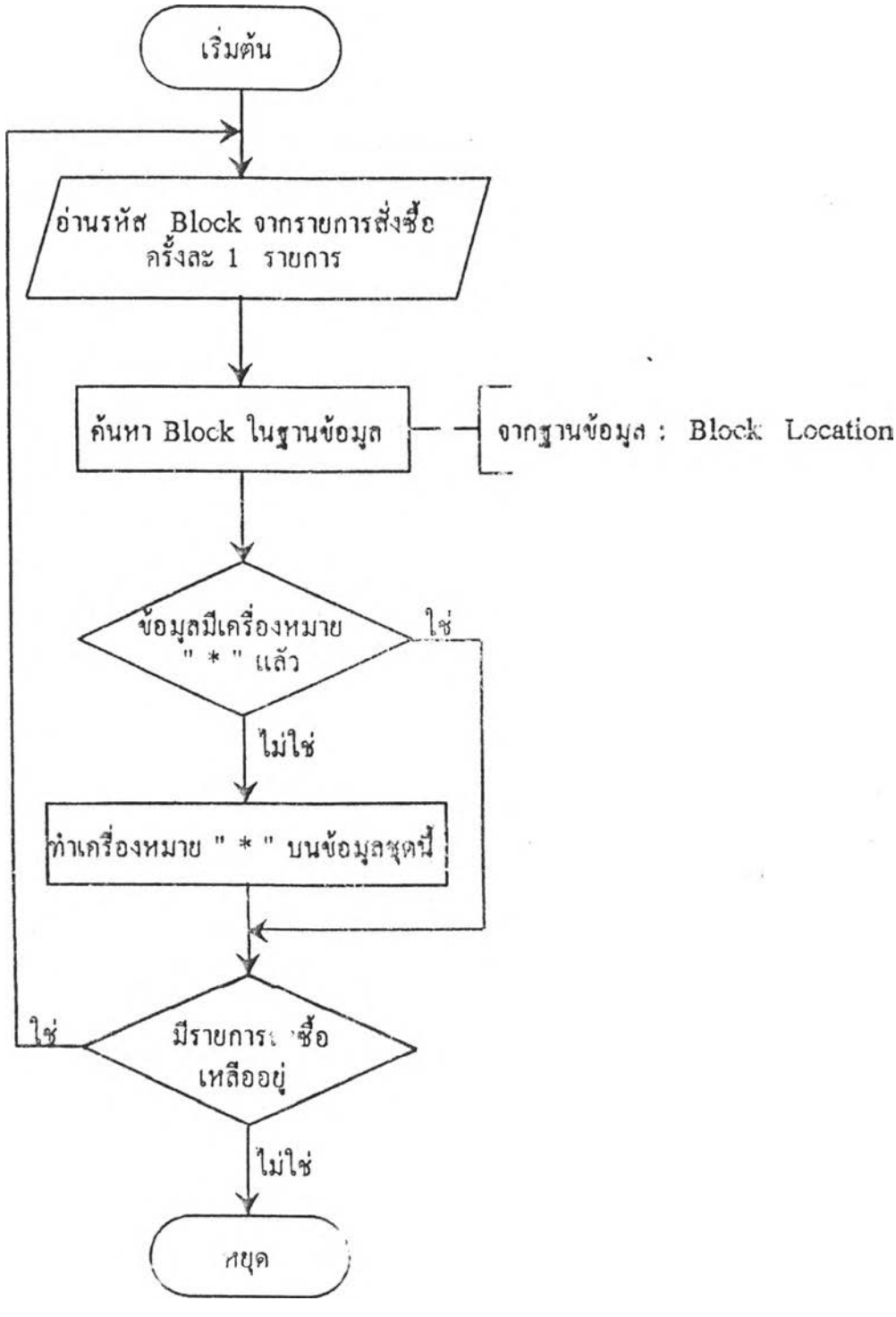
3.1.3 ฐานข้อมูลที่ใช้ : Block Location [BLCK_MAS]

3.2 ขั้นตอนการประมาณเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างคู่เดินทาง เฉพาะคู่เดินทางที่ประกอบด้วย Block ที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ " TIM_GNRT "

3.2.1 หลักการทำงาน ในขั้นตอนนี้แบบจำลอง จะทำการประมาณเวลาที่คาดว่า จะต้องใช้ในการเดินทางไปในเส้นทางต่าง ๆ ที่คาดว่า จะเกิดขึ้นทุกเส้นทางสำหรับทุกคู่เดินทางที่ประกอบด้วย Block ที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ (แบบจำลองทำเครื่อง



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้า



รูปที่ 3.9 การทำงานในขั้นตอน BLC_SLCT

หมายไว้แล้ว) และสำหรับทุกคู่เดินทางที่ประกอบด้วย Block ที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่เชื่อมกับ Block ที่มีคลังสินค้าของบริษัทตัวอย่าง (Central Depot) ตั้งอยู่

3.2.2 ขั้นตอนการทำงาน การทำงานของขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.2.1 สร้างเวลาที่ใช้ในการเดินทางสำหรับทุกช่วงถนนที่มีในฐานข้อมูลของแบบจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

เทคนิคมอนติคาร์โลเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้สำหรับสร้างข้อมูล เพื่อใช้แทนองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบงานด้วยค่าเชิงปริมาณ โดยที่ข้อมูลเชิงปริมาณในระบบงานจริงจะมีค่าไม่แน่นอนตายตัว เทคนิคมอนติคาร์โลจึงเป็นเทคนิคที่ใช้สร้างข้อมูลเชิงปริมาณเลียนแบบข้อมูลจากระบบงานจริง โดยการใช้ตัวเลขแบบสุ่ม (Random) และความน่าจะเป็นแบบสะสมในการเกิดเหตุการณ์ของข้อมูลที่ต้องการจำลอง ซึ่งอาจได้มาจากข้อมูลในอดีต หรือได้จากการทดลอง หรืออาจได้จากลักษณะการกระจายของข้อมูลที่สามารถหาได้จากค่าตัวเลขแบบสุ่มและข้อมูลที่มีอยู่ สามารถสร้างเป็นข้อมูลจำลองที่ต้องการได้ดังนี้

1. สร้างกราฟ หรือ ตารางของค่าความน่าจะเป็นสะสมตามความถี่ที่เกิดเหตุการณ์ต่างๆ จากข้อมูลในอดีตของข้อมูลที่ต้องการเลียนแบบ

2. เลือกตัวเลขแบบสุ่ม โดยกำหนดค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-1

3. จากตัวเลขแบบสุ่มที่ได้ในข้อ 2 นำมาเปรียบเทียบเป็นค่าความน่าจะเป็นสะสม

4. อ่านค่าของข้อมูลจากกราฟ หรือ จากตาราง ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับตัวเลขในข้อ 3 ค่าที่ได้นี้ คือค่าของข้อมูลที่ต้องการ

5. ทำซ้ำข้อ 2 ถึงข้อ 4 จนกระทั่งได้ข้อมูลมากตามที่ต้องการ

เนื่องจากในเหตุการณ์จริงสำหรับการเดินทางบนช่วงถนนใดๆ จะใช้เวลาเดินทางในช่วงถนนเดียวกันไม่เท่ากัน ในแบบจำลองจึงใช้เทคนิคมอนติคาร์โลเพื่อเลียนแบบเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นนี้ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ได้โดยมีข้อสมมติฐานว่า ให้เหตุการณ์การเดินทางบนท้องถนนทุกช่วงในแบบจำลอง เป็นการเดินทางในสถานการณ์การจราจรที่เป็นปกติไม่มีตัวแปร เช่น อุบัติเหตุ, รถเสีย, หรือ ฝนตก เป็นต้น มาเกี่ยวข้อง จากฐาน

ข้อมูลในแบบจำลอง (Travelling Time) มีการเก็บข้อมูลในรูปของตารางของค่าความน่าจะเป็นสะสมของการใช้เวลาในการเดินทางสำหรับถนนแต่ละช่วงเอาไว้ การสร้างเวลาเดินทางจำลองของถนนแต่ละช่วง แบบจำลองจะสร้างตัวเลขแบบสุ่มขึ้นมา แล้วนำไปเทียบกับค่าในตารางในฐานข้อมูล เมื่อพบว่าตรงกับค่าความน่าจะเป็นสะสมในช่วงใด ค่าการใช้เวลาในช่วงดังกล่าวจะเป็นเวลาที่ใช้ในการเดินทางของถนนช่วงนั้น จากนั้นจะสร้างตัวเลขแบบสุ่มขึ้นใหม่เพื่อนำไปใช้สร้างเวลาเดินทางสำหรับถนนช่วงอื่น ๆ ต่อไป จนกระทั่งครบทุกช่วงถนนในแบบจำลอง

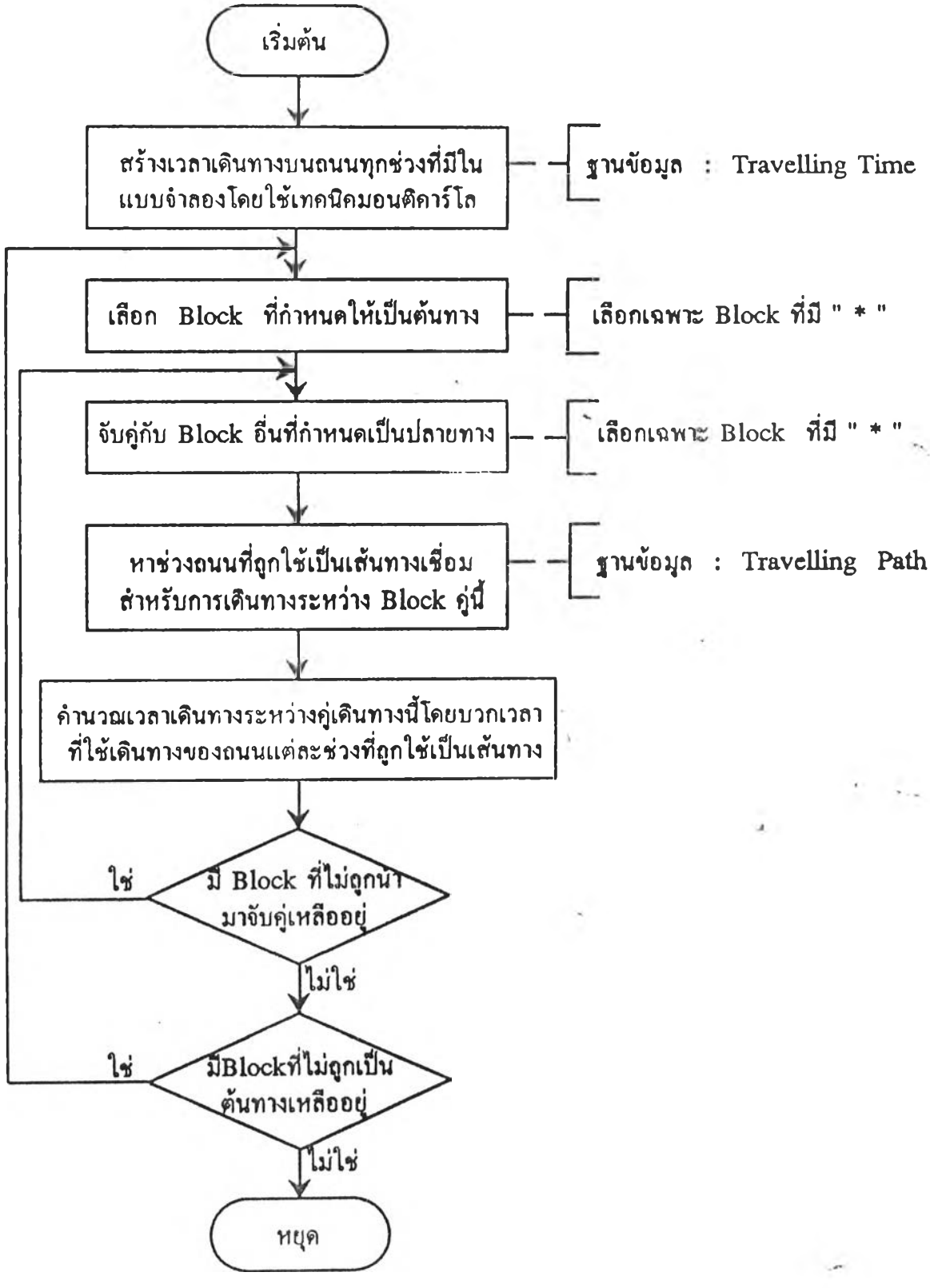
3.2.2.2 บวกค่าเวลาเดินทางสำหรับทุกเส้นทางที่คาดว่าจะต้องใช้ในการเดินทางระหว่างทุกคู่เดินทางที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ จากฐานข้อมูลในแบบจำลอง (Travelling Path) มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางที่ต้องใช้สำหรับเดินทางเชื่อมกันระหว่างคู่เดินทางทั้งหมด คู่เดินทางในที่นี้หมายถึง การเดินทางระหว่าง Block ลูกค้ากับ Block ลูกค้า หรือการเดินทางระหว่าง Block ลูกค้ากับ Block ที่มี Central Depot ตั้งอยู่ เส้นทางในแบบจำลองนี้ถือว่า เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับการเดินทางระหว่างทุกคู่เดินทางแล้ว แบบจำลองจะจับคู่ระหว่าง Block เพื่อทำให้เป็นคู่เดินทาง เริ่มจาก Block ที่มี Central Depot ตั้งอยู่คู่กับ Block อื่น ๆ ทีละ Block (Block ในที่นี้หมายถึง Block ที่แบบจำลองได้ทำเครื่องหมายไว้ในขั้นตอน BIC_SLCT) จากนั้นจะค้นหาคู่เชื่อมนี้ในฐานข้อมูล Travelling Path เพื่อค้นหาเส้นทางที่ต้องใช้เดินทาง และบวกเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางผ่านช่วงถนนต่าง ๆ ในเส้นทาง ได้เป็นเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางเชื่อมระหว่างคู่เดินทางนั้น แบบจำลองจะจับคู่ระหว่าง Block เป็นคู่เดินทาง เพื่อบวกเวลาเดินทางระหว่างทุกคู่เดินทางเชื่อมจนครบทุกคู่เดินทางที่ต้องใช้ในการจัดเส้นทาง การทำงานของขั้นตอน TIM_GNRT แสดงดังรูปที่ 3.10

3.2.3 ฐานข้อมูลที่ใช้ : Travelling Path [LINK-MAS]

Travelling Time [TRVL-MAS]

3.3 ขั้นตอนการคำนวณค่า Saving เฉพาะทุกคู่เดินทางที่ประกอบด้วย Block ที่มีลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตั้งอยู่ " SAV_CALC "

3.3.1 หลักการทำงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนคำนวณค่า Saving จากค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างคู่เดินทางทั้งหมด ที่แบบจำลองได้คำนวณเวลาเดินทางเก็บไว้แล้ว และทำการจัดเรียงลำดับค่า Saving จากมากไปหาน้อย



รูปที่ 3.10 การทำงานในขั้นตอน TIM_GNRT

3.3.2 ขั้นตอนการทำงาน แบบจำลองจะเลือกคู่เดินทางขึ้นมา ทีละ 1 คู่ เพื่อคำนวณค่า Saving จากสูตร

$$S(y,z) = t(o,y) + t(o,z) - t(y,z)$$

โดยที่ S(y,z) : ค่า Saving ของคู่เดินทางระหว่าง y และ z

t(o,y) : ค่าเวลาเดินทางของคู่เดินทางระหว่าง Block ที่มี Central Depot ตั้งอยู่กับ y

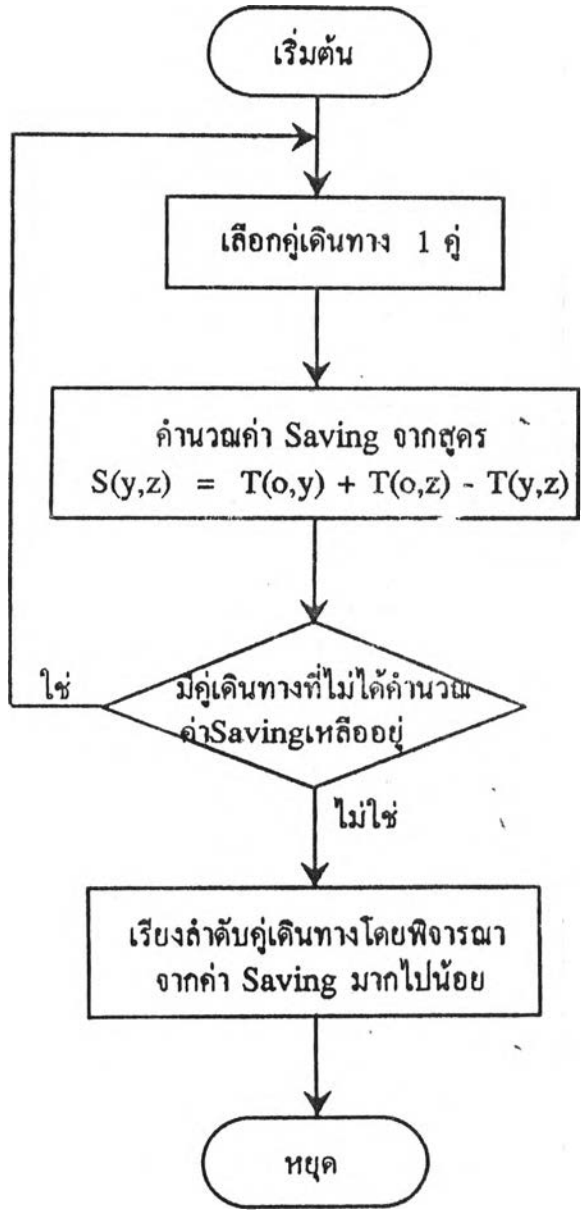
t(o,z) : ค่าเวลาเดินทางของคู่เดินทางระหว่าง Block ที่มี Central Depot ตั้งอยู่กับ z

t(y,z) : ค่าเวลาเดินทางของคู่เดินทางระหว่าง y กับ z

แบบจำลองจะคำนวณค่า Saving ระหว่างทุกคู่เดินทางที่แบบจำลองจับคู่ไว้ ยกเว้นคู่เดินทางที่มี Block ที่มี Central Depot ตั้งอยู่ประกอบอยู่ด้วย หลังจากที่แบบจำลองคำนวณค่า Saving เสร็จทั้งหมด แบบจำลองจะทำการจัดเรียงแฟ้มข้อมูลที่เก็บค่า Saving ใหม่ โดยการเรียงลำดับตามค่า Saving จากค่ามากไปหาค่าน้อย การทำงานของขั้นตอน SAV_CALC แสดงดังรูปที่ 3.11

3.4 ขั้นตอนการจัดเส้นทางโดย CLARKE-WRIGHT Heuristic ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น " ROU_CALC "

3.4.1 หลักการทำงาน ในขั้นตอนนี้แบบจำลองจะกำหนดรถขนส่งและกำหนดเส้นทางให้แก่รถขนส่งเพื่อนำส่งสินค้าตามรายการสั่งซื้อสินค้าที่มี ตามเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้คือ ขนาดและจำนวนรถที่ใช้สำหรับขนส่งสินค้ากำหนดจากฐานข้อมูล Truck Load, จำนวนชนิดและขนาดของสินค้าที่เป็นสินค้านำส่งกำหนดจากฐานข้อมูล Product Volume, และวิธีการเลือก Block สำหรับขนส่ง Block แรก ซึ่งกำหนดไว้ให้เลือกในแบบจำลองได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกเลือก Block แรกจาก Block ในคู่เดินทางที่มีค่า Saving มากที่สุดซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 2 Block ให้เลือกจาก Block ที่ใช้เวลาในการเดินทางถึง Central Depot น้อยกว่าเป็น Block สำหรับขนส่งเริ่มต้น อีกวิธีหนึ่งคือ เลือก Block สำหรับขนส่งเริ่มต้นจาก Block ที่มีลูกค้าที่มีปริมาณสั่งซื้อสินค้ารวมไม่ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดโดยที่ผู้ใช้สามารถกำหนดปริมาณขั้นต่ำที่ว่านี้ได้ตามต้องการ การเลือกใช้วิธีการสามารถทำได้



รูปที่ 3.11 การทำงานในขั้นตอน SAV_CALC

จากการใช้ Menu " SET PARAMETER "

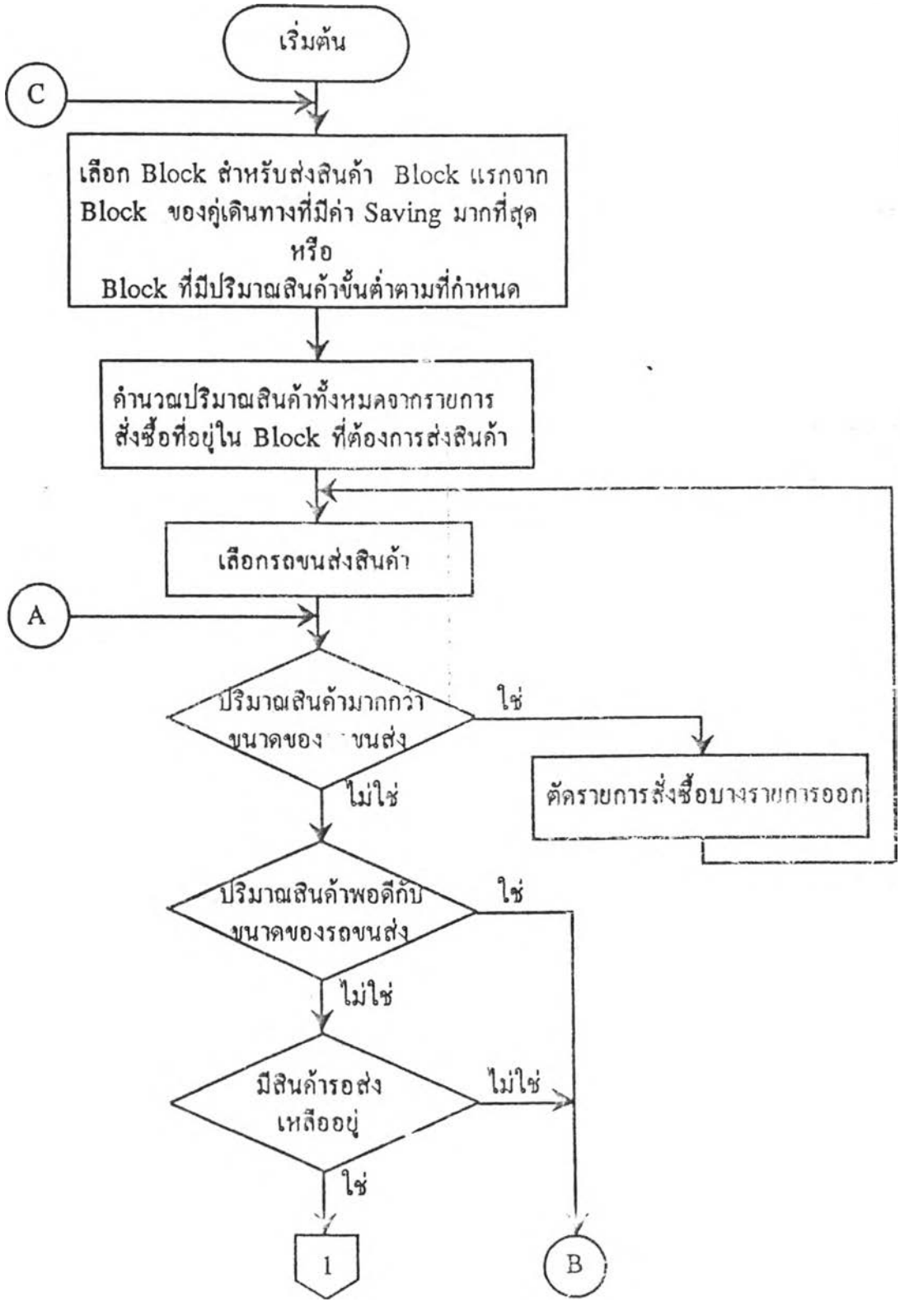
3.4.2 ขั้นตอนการทำงาน ขั้นแรกแบบจำลองจะเลือก Block ขนส่งเริ่มแรกตามวิธีที่ผู้ใช้กำหนด จากนั้นแบบจำลองจะคำนวณปริมาณสินค้าที่ต้องส่งทั้งหมด เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณบรรจุของรถขนส่งที่นำมาใช้ ถ้าปริมาณมากกว่าปริมาณบรรทุก แบบจำลองจะเลือกรายการสั่งซื้อที่มีปริมาณสินค้าใกล้เคียงกับปริมาณที่เกินออก และกลับไปเปรียบเทียบใหม่ ถ้าหากปริมาณขนส่งน้อยกว่าปริมาณบรรทุกสินค้า แบบจำลองจะเลือก Block สำหรับขนส่งสินค้าต่อไป โดยพิจารณาเลือกคู่เดินทางที่มีค่า Saving มากที่สุด และสามารถต่อเส้นทางเข้ากับ Block ที่ถูกนำมาจัดเส้นทางก่อนหน้านี้แล้ว จากนั้นแบบจำลองจะคำนวณปริมาณสินค้าใหม่ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณบรรทุกของรถขนส่ง ถ้าหากอยู่ในช่วงบรรทุกพอดี แบบจำลองจะเก็บผลการจัดเส้นทางนี้เข้าแฟ้มข้อมูล และทำการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้แก่รถขนส่งคันต่อไป แบบจำลองจะทำการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งดังต่อไปนี้เป็นจริง คือ รายการสั่งซื้อสินค้าหมด, รถขนส่งหมด, หรือรายการสั่งซื้อที่เหลือไม่สามารถนำมาจัดเส้นทางได้ (เงื่อนไขเกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่ผู้ใช้เลือกวิธีการเลือก Block ขนส่งเริ่มแรกโดยใช้วิธีที่ 2) การทำงานของขั้นตอน ROU_CALC แสดงในรูปที่ 3.12

3.4.3 ฐานข้อมูลที่ใช้ : Truck Load [TRCK_TBL]

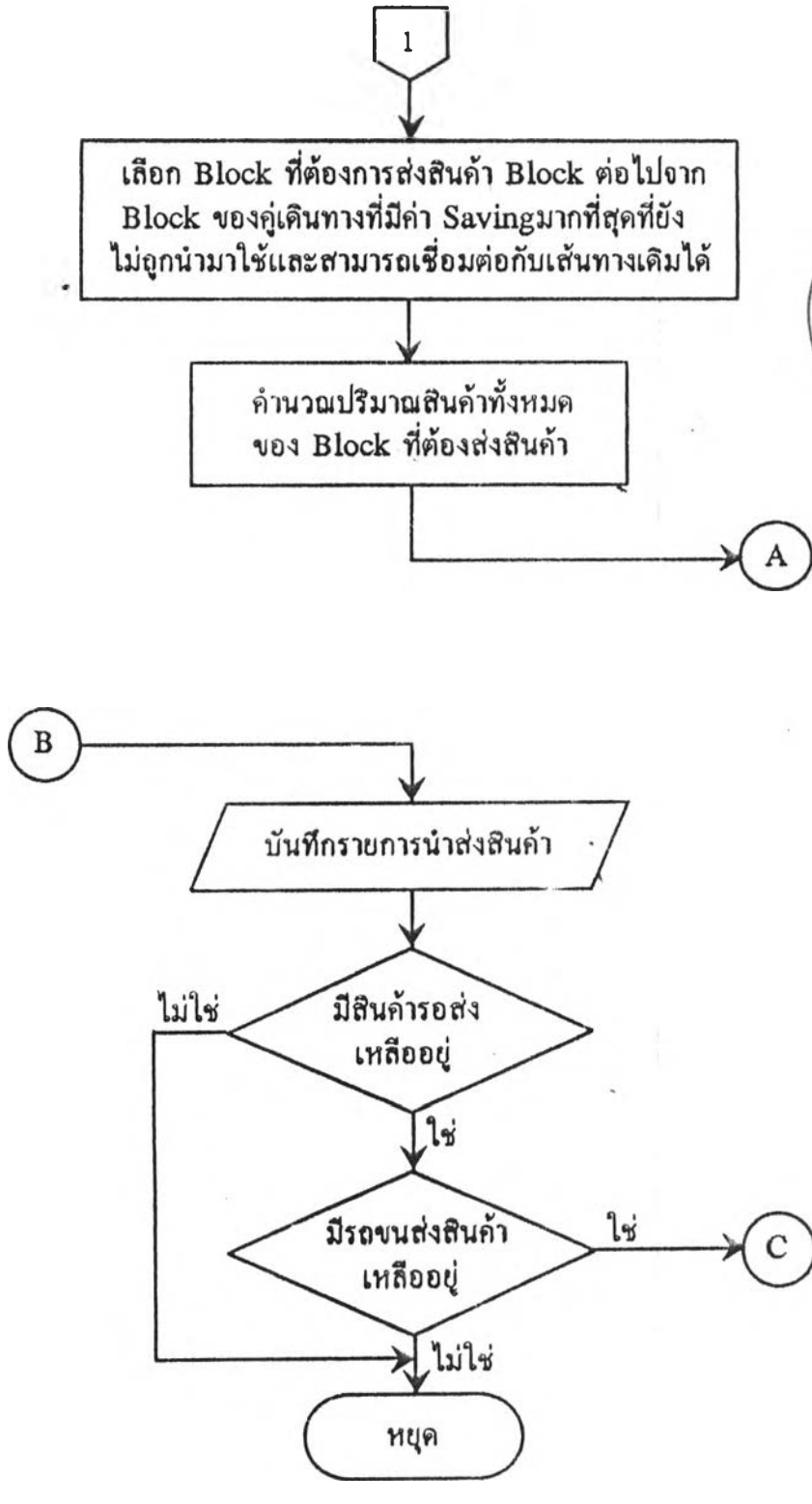
Product Volume [PROD_TBL]

3.5 ขั้นตอนการคำนวณเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าทั้งหมด " TIM_CALC "

3.5.1 หลักการทำงาน แบบจำลองจะทำการประมาณเวลา ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถขนส่งแต่ละคัน โดยเริ่มตั้งแต่รถเดินทางออกจากบริษัทเพื่อส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าตามรายการนำส่งสินค้า จนกระทั่งรถขนส่งกลับสู่บริษัท เวลาที่คำนวณประกอบด้วยเวลาจาก 2 ส่วน ส่วนแรกคือเวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก Central Depotไปสู่ลูกค้าทีละแห่ง ลักษณะการเดินทางเป็นลูกโซ่ และเดินทางกลับ Central Depot ส่วนที่สองคือเวลาที่ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่งจากประกอบด้วยเวลาจาก 2 ส่วน คือ เวลาที่ใช้ติดต่อเพื่อแจ้งรายการนำส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าเพื่อรับทราบ การติดต่อลูกค้าแต่ละรายจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ถ้าหากเป็นลูกค้าที่เป็นบริษัทขนาดใหญ่ มีขั้นตอนมากจะใช้เวลามาก ถ้าลูกค้าเป็นร้านเล็ก ๆ จะใช้เวลาน้อย ข้อมูลส่วนนี้ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล Customer Data ส่วนที่ 2 เป็นเวลาที่ใช้ในการขนสินค้าเพื่อนำไปไว้ยังจุดที่ลูกค้าต้องการ การขนสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาไม่เท่ากันเช่นกัน ข้อมูลส่วนนี้ถูกเก็บในรูปของเวลาที่ใช้ขนสินค้าต่อหน่วยสินค้า ในฐานข้อมูล Customer Data



รูปที่ 3.12 การทำงานในขั้นตอน ROU_CALC



รูปที่ 3.12 การทำงานในขั้นตอน RO[illegible]_CALC (ต่อ)

i17129763

3.5.2 ขั้นตอนการทำงาน การทำงานในขั้นตอนนี้ จะคำนวณเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถขนส่งทีละ 1 คัน โดยแบ่งการคำนวณเวลาออกเป็น 2 ส่วนตามชนิดของการใช้เวลา คือ

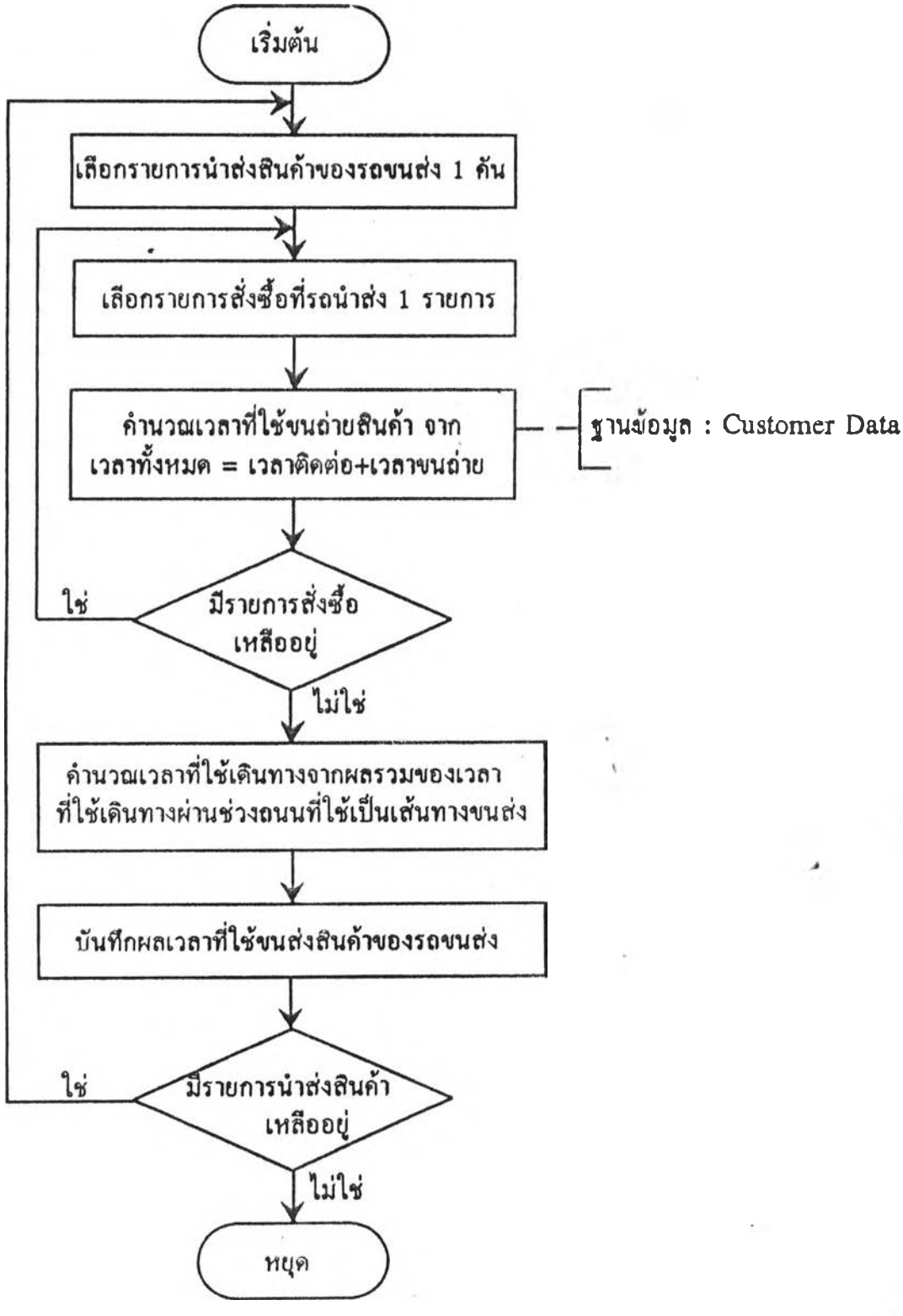
3.5.2.1 เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า แบบจำลองจะเลือกรายการสั่งซื้อสินค้าทีละ 1 รายการเพื่อตรวจสอบดูว่า ถูกสั่งซื้อโดยลูกค้ารายใด ซึ่งจะทำให้แบบจำลองรู้ค่าเวลาที่ต้องใช้ไปสำหรับการติดต่อลูกค้า และรู้เวลาที่ต้องใช้สำหรับขนสินค้าต่อหน่วยสินค้าจากฐานข้อมูล Customer Data จากนั้นแบบจำลองจะคำนวณเวลาที่ใช้ไปสำหรับการขนสินค้าตามรายการสั่งซื้อนี้ได้ แบบจำลองจะคำนวณเวลาที่ใช้ไปในการขนถ่ายสินค้า ของรายการสั่งซื้อสินค้าทีละรายการจนหมดทุกรายการของรถขนส่ง 1 คัน ในกรณีที่มีลูกค้าบางรายมีรายการสั่งซื้อมากกว่า 1 รายการในรายการนำส่งของรถขนส่งเที่ยวเดียวกัน แบบจำลองจะคิดเวลาที่เสียไปในการติดต่อลูกค้าเพียง 1 ครั้งเท่านั้น

3.5.2.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก Central Depot ไปสู่ลูกค้าทั้งหมดที่ต้องนำส่งสินค้า และเดินทางกลับ Central Depot จากการทำงานในขั้นตอน ROU_CALC แบบจำลองจะเก็บข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้าเอาไว้ แบบจำลองจึงรู้ว่า รถขนส่งแต่ละคันจะต้องเดินทางขนส่งสินค้าไปในเส้นทางใด โดยแบบจำลองได้เก็บข้อมูลไว้ในรูปของคู่เดินทางหลาย ๆ คู่ เช่น เริ่มจากคู่เดินทางระหว่าง Block A และ Block B ต่อกับคู่เดินทางระหว่าง Block B และ Block C ต่อกับคู่เดินทางระหว่าง Block C และ Block ของ Central Depot เป็นต้น แต่ละคู่เดินทางจะต่อกันเป็นลูกโซ่ และแบบจำลองรู้ว่า คู่เดินทางแต่ละคู่สามารถเดินทางต่อกันด้วยช่วงถนนใดบ้าง จากฐานข้อมูล Travelling Path จะทำให้แบบจำลองสามารถบวกเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้จากเวลาเดินทางที่สร้างขึ้นในขั้นตอน TIM_GNRT

หลังจากที่แบบจำลองคำนวณเวลาที่ในการขนส่งสินค้าเสร็จ 1 คันรถ จะบันทึกผลการคำนวณเวลาไว้ในแฟ้มข้อมูล โดยแยกบันทึกเวลาจากทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน และจะเริ่มคำนวณเวลาให้แก่รถขนส่งคันต่อไป จนกระทั่งครบทุกคัน การทำงานในขั้นตอน TIM_CALC แสดงดังรูปที่ 3.13

3.5.3 ฐานข้อมูลที่ใช้ : Customer Data [CUST_MAS]

Travelling Path [LINK_MAS]



รูปที่ 3.13 การทำงานในขั้นตอน TIM_CALC