

โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก

THE TRANSPORTATION PLANING PROGRAM FOR SMALL BUSINESS



นิจฉรา ลาภพิทักษ์พงษ์
พงษ์ทัย เจียมประดิษฐ์กุล
พินนพ คุณเจริญ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 39646
วัน, เดือน, ปี..... 19 สิงหาคม 2544

.b.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE TRANSPORTATION PLANING PROGRAM
FOR SMALL BUSINESS







A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก	
	THE TRANSPORTATION PLANING PROGRAM FOR SMALL BUSINESS	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนิจฉา ลาภพิทักษ์พงษ์	40051020
	นายพงษ์ทัย เจียมประดิษฐ์กุล	40051027
	นายพันนพ คุณเจริญ	40051030
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์บุษยมาศ นันทสุคนธ์	
	อาจารย์วีระศักดิ์ นิมขุนทด	

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นำปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2543

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์อุบลวรรณ เงินวิจิตร	
กรรมการ อาจารย์พรชัย เจนจิระพงศ์เวช	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์บุษยมาศ นันทสุคนธ์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วีระศักดิ์ นิมขุนทด	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรัักษ์พงษ์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนิจฉา ลาภพิทักษ์พงษ์	40051020
	นายพงษ์ทัย เจียมประดิษฐ์กุล	40051027
	นายพันธพ คุณเจริญ	40051030
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์	
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
ปีการศึกษา	2543	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์บุษยมาส นันทสุคนธ์	
	อาจารย์วีระศักดิ์ นิมขุนทด	

บทคัดย่อ

ในระบบธุรกิจค้าส่งที่มีหลายคลังสินค้า เราสามารถใช้การประยุกต์ของทฤษฎีปัญหาการขนส่งในการคำนวณหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งจากคลังไปยังลูกค้า และใช้การประยุกต์ของทฤษฎีกราฟเพื่อหาเส้นทางที่ให้ระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน

แต่การคำนวณเพื่อแก้ปัญหาใน 2 ประเด็นดังกล่าว ทำได้ไม่ง่ายนักกับข้อมูลในระบบธุรกิจจริง ดังนั้นในการศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก จึงเป็นการการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดแก่ปัญหาขนส่งในระบบธุรกิจ เพื่ออำนวยความสะดวกและลดความยุ่งยากในการแก้ปัญหาการขนส่งให้เป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อให้ธุรกิจบรรลุเป้าหมายที่สำคัญคือ การได้ผลกำไรที่มากที่สุด เท่าที่จะสามารถจัดการได้

Special Project Title	The Transportation Planing Program for Small Business	
Students	Miss.Nidchara Lappithakpong	40051020
	Mr.Pongthai Jeampraditkul	40051027
	Mr.Punnop Kucharoen	40051030
Degree	Bachelor's Degree of Science	
Department	Mathematics and Computer Sciences, Faculty of Science	
Programme	Applied Mathematics	
Academic Year	2000	
Special Project Advisor	Lecturer Butsayamas Nantasukon	
	Lecturer Weerasak NimKhunThod	

ABSTRACT

If our company has many warehouses , We can apply the Transportation Problem Theory to solve an amount of each product that suitable for each warehouses and customers which make maximum profit and we can apply the Graph Theory to find a path that make the minimum distance to sent products to our customers for each trucks.

However, it's difficult to calculate the data in real business. So, we can use the computer program to process above problems.

In this project, we bring the computer to help for managing can be find out the solution and will make us so convenient and very efficalcy .

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องโปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็กสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์บุษยมาส นันทสุนทร และอาจารย์วีระศักดิ์ นิมขุนทด อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ยปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ จนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จด้วยดี รวมทั้งเพื่อนๆ และ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาพิเศษ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	1
1.3.1 ลักษณะของระบบธุรกิจ.....	1
1.3.2 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	4
1.4 แหล่งที่มาของข้อมูล.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ปัญหาทางการขนส่ง.....	8
2.1.1 การหาผลลัพธ์ของรูปแบบปัญหาทางการขนส่ง.....	13
2.1.1.1 การหาผลลัพธ์เบื้องต้น.....	14
2.1.1.2 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย.....	19
2.1.2 รูปแบบปัญหาการขนส่งในกรณีเป็น Degeneracy.....	25
2.1.3 รูปแบบปัญหาทางการขนส่งใช้กับการหาผลลัพธ์เป้าหมายสูงสุด.....	26
2.2 การคำนวณเส้นทางสั้นที่สุด.....	29
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฐานข้อมูลใน Delphi.....	38
2.3.1 ระบบจัดการฐานข้อมูล.....	38
2.3.2 ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล.....	39
2.3.3 Delphi กับการจัดการฐานข้อมูล.....	41
2.3.4 โครงสร้างของฐานข้อมูล.....	43
2.3.4.1 โครงสร้างพื้นฐานของฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์.....	43
2.3.5 การออกแบบฐานข้อมูล.....	45
2.3.5.1 ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูล.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบโปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก	49
3.1 รายละเอียดการออกแบบระบบงาน.....	49
3.1.1 แผนภาพแสดงลำดับการประมวลผล (Process Diagram).....	49
3.1.2 รายละเอียดของฐานข้อมูล.....	54
3.1.3 รายละเอียดของแผนที่.....	61
3.2 การออกแบบฟอร์มของโปรแกรม.....	62
บทที่ 4 การประเมินผลโปรแกรม	85
4.1 การประเมินผลด้านการบันทึกข้อมูล.....	85
4.2 การประเมินผลการคำนวณหาจำนวนสินค้าและระยะทางที่เหมาะสม.....	85
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	98
5.1 บทสรุป.....	98
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	99
บรรณานุกรม	100

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน.....	7
2.1 ค่าขนส่ง.....	11
2.2 ความสามารถในการผลิตและการเก็บ.....	11
2.3 รูปแบบปัญหาทางการขนส่ง.....	11
2.4 ต้นทุนของการผลิตสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์จากแต่ละโรงงาน.....	12
2.5 รูปแบบปัญหาทางการขนส่ง.....	13
2.6 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 1.....	14
2.7 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 2.....	15
2.8 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 3.....	15
2.9 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 4.....	16
2.10 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 5.....	16
2.11 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 6.....	17
2.12 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 7.....	17
2.13 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดรอบที่ 8.....	18
2.14 ผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาทางการขนส่งด้วยวิธีโดยประมาณของโหนด.....	18
2.15 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโหนดโดยรวม.....	19
2.16 การหา path.....	19
2.17 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของโหนดรอบที่ 1.....	21
2.18 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของโหนดรอบที่ 2.....	22
2.19 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของโหนดรอบที่ 3.....	24
2.20 ผลลัพธ์เกิด Degeneracy ในรอบที่ 1.....	25
2.21 ผลลัพธ์เกิด Degeneracy ในรอบที่ 2.....	26
2.22 ค่าใช้จ่ายในการผลิตสำหรับเครื่องจักรแต่ละชนิด.....	27
2.23 ผลกำไรเบื้องต้นจากวิธีโดยประมาณของโหนด.....	27
2.24 ผลลัพธ์กำไรสูงสุดจากวิธีของโหนด.....	28
2.25 แสดงลำดับด้าน.....	33
2.26 แสดงความหมายของศัพท์ทางด้านฐานข้อมูลที่ควรรู้.....	42
3.1 รายชื่อฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม.....	54
3.2 แสดงรายละเอียดของตาราง car.....	55
3.3 แสดงรายละเอียดของตาราง cust.....	55
3.4 แสดงรายละเอียดของตาราง deliver.....	56
3.5 แสดงรายละเอียดของตาราง detailor.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.6 แสดงรายละเอียดของตาราง inv.....	56
3.7 แสดงรายละเอียดของตาราง ordert.....	57
3.8 แสดงรายละเอียดของตาราง percent.....	57
3.9 แสดงรายละเอียดของตาราง pro.....	57
3.10 แสดงรายละเอียดของตาราง proinv.....	58
3.11 แสดงรายละเอียดของตาราง reg.....	58
3.12 แสดงรายละเอียดของตาราง reginv.....	58
3.13 แสดงรายละเอียดของตาราง zone_tb.....	59
3.14 แสดงรายละเอียดของตาราง road_tb.....	59
3.15 แสดงรายละเอียดของตาราง point_road.....	59
3.16 แสดงรายละเอียดของตาราง part_road.....	59
3.17 แสดงรายละเอียดของตาราง short_road.....	60
3.18 แสดงรายละเอียดของตาราง part_hamil_tb.....	60
4.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลลูกค้า.....	86
4.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขาย.....	86
4.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติคำสั่งสินค้า.....	87
4.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติสินค้า.....	87
4.5 แสดงตัวอย่างข้อมูลจำนวนสินค้าคงคลัง.....	87
4.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลใบสั่งสินค้า.....	88
4.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดใบสั่งสินค้า.....	88
4.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติรถบรรทุก.....	89
4.9 แสดงตัวอย่างข้อมูลพื้นที่จัดส่ง.....	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะขอบเขตการขนส่งของแต่ละคลังสินค้า.....	2
1.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขายของสินค้าแต่ละชนิด.....	3
1.3 แสดงแผนที่ในพื้นที่ ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ.....	5
2.1 การขนส่งสินค้าจากโรงงานไปคลังสินค้า.....	8
2.2 กราฟที่ไม่แสดงทิศทาง.....	29
2.3 กราฟอย่างง่าย.....	30
2.4 กราฟสำหรับเมตริกซ์ประชิด.....	31
2.5 กราฟสำหรับครึ่งเมตริกซ์.....	31
2.6 กราฟสำหรับเมตริกซ์ตกกระทบ.....	32
2.7 กราฟสำหรับลำดับด้าน.....	33
2.8 กราฟติดต่อกัน.....	34
2.9 กราฟที่มีน้ำหนัก.....	34
2.10 แสดงขั้นตอนการหาวิถี A – H ที่สั้นที่สุด.....	37
3.1 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงลำดับการประมวลผลของโปรแกรม.....	49
3.2 แผนผังการทำงานโดยทั่วไปของโปรแกรม.....	50
3.3 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลการเลือกกระจายสินค้าจากแต่ละคลังไปยังลูกค้า.....	51
3.4 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลลำดับการจัดส่งสินค้า.....	52
3.5 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลเส้นทางสั้นที่สุดของรถแต่ละคัน.....	53
3.6 แสดงรูปแผนที่ส่วนที่นำมาเป็นขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	61
3.7 แสดงฟอร์มหน้าจอหลัก.....	62
3.8 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลลูกค้า.....	63
3.9 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลคลัง.....	64
3.10 แสดงฟอร์มเพิ่มฐานข้อมูลพื้นที่จัดส่ง.....	65
3.11 แสดงฟอร์มแก้ไขฐานข้อมูลพื้นที่จัดส่ง.....	66
3.12 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลสินค้า.....	67
3.13 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลรถยนต์.....	68
3.14 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลสินค้าคงคลัง.....	69
3.15 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขาย.....	70
3.16 แสดงฟอร์มคลังสินค้าใหม่.....	71
3.17 แสดงฟอร์มตำแหน่งคลัง.....	72
3.18 แสดงฟอร์มเขตที่จัดส่งสินค้า.....	73
3.19 แสดงฟอร์มสินค้าใหม่.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 แสดงฟอร์มสินค้าคงคลัง.....	75
3.21 แสดงฟอร์มรถบรรทุกใหม่.....	76
3.22 แสดงฟอร์มลูกค้าใหม่.....	77
3.23 แสดงฟอร์มตำแหน่งลูกค้า.....	78
3.24 แสดงฟอร์มเปอร์เซ็นต์การขายลูกค้าใหม่.....	79
3.25 แสดงฟอร์มรับคำสั่งซื้อ.....	80
3.26 แสดงฟอร์มประมวลผลเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่ง.....	81
3.27 แสดงฟอร์มประมวลผลจำนวนสินค้าที่เหมาะสม.....	82
3.28 แสดงฟอร์มสรุปของการประมวล.....	83
3.29 แสดงฟอร์มผู้จัดทำ.....	84
4.1 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1.....	90
4.2 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1.....	90
4.3 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1.....	90
4.4 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2.....	91
4.5 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2.....	91
4.6 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2.....	91
4.7 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3.....	92
4.8 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3.....	92
4.9 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3.....	92
4.10 แสดงรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของรถแต่ละคัน.....	93
4.11 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 01-0001.....	94
4.12 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 02-0001.....	95
4.13 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 03-0001.....	95
4.14 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 04-0001.....	96
4.15 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 05-0001.....	96
4.16 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 06-0001.....	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

เนื่องจากผู้จัดทำเคยได้รับฟังปัญหาเกี่ยวกับธุรกิจประเภทค้าส่งที่มีหลายคลังสินค้า ทำให้ทราบว่าปัญหาใหญ่ ปัญหาหนึ่งในธุรกิจ ก็คือ จำนวนสินค้ามีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของลูกค้า เมื่อมีลูกค้าจำนวนมาก หลายๆราย และมีความต้องการสินค้าชนิดเดียวกันเป็นจำนวนมาก จึงต้องตัดสินใจว่าจะกระจายสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายเป็นจำนวนเท่าใดบ้างจึงจะเกิดผลกำไรมากที่สุด รวมไปถึงจะเลือกจัดส่งจากคลังสินค้าใดด้วย ซึ่งมองผิวเผินดูเป็นการตัดสินใจง่ายๆ แต่ในระบบธุรกิจจริงที่มีลูกค้าจำนวนมากๆ จะเกิดความยุ่งยากในการตัดสินใจพอสมควร

อีกปัญหาหนึ่งที่พบอยู่เสมอๆ ในธุรกิจประเภทนี้ก็คือ จะทำการจัดลำดับการขนส่งอย่างไรให้สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้จัดทำได้พิจารณาแล้วก็พบว่าสามารถใช้การประยุกต์ของทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้ กล่าวคือสามารถใช้ทฤษฎีปัญหาการขนส่งช่วยตัดสินใจในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้า และใช้ทฤษฎีกราฟช่วยตัดสินใจในการเลือกเส้นทางการขนส่ง

หากจะต้องคำนวณโดยทั้ง 2 ทฤษฎี ในหลายๆครั้งที่ต้องการตัดสินใจ อาจจะมีความยุ่งยากเกินไป ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้แนวคิดที่ว่า น่าจะจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และพร้อมกันนี้การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ยังช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลในธุรกิจนี้ มีความรัดกุมและสะดวกแก่การเรียกใช้ข้อมูลอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

- 1) เพื่อแก้ปัญหาในระดับเบื้องต้น แก่ระบบธุรกิจที่ผู้จัดทำสนใจ
- 2) มีการนำทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำงาน
- 3) ส่งเสริมให้มีการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลและประมวลผล
- 4) เพื่อลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยข้อมูลจำนวนมากๆ
- 5) เพื่อพัฒนาระบบธุรกิจให้ได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุด

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1.3.1 ลักษณะของระบบธุรกิจ

1) การรับคำสั่งซื้อจะต้องสั่งซื้อไปยังบริษัทภายในช่วงเวลาทำการ (เวลาทำงานของบริษัท) หลังจากนั้นบริษัทจะทำการคำนวณหาจำนวนสินค้า และเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับแต่ละคลังที่จัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้า

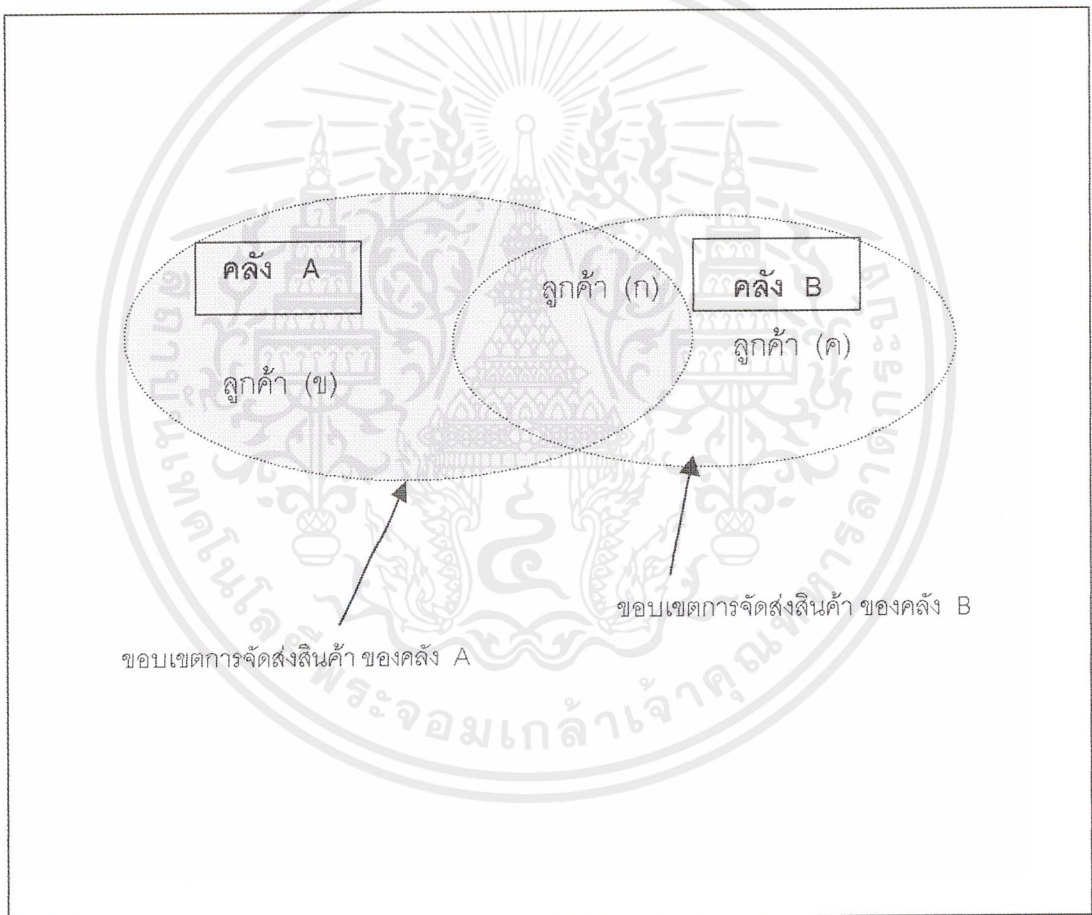
2) ธุรกิจที่สนใจนี้เป็นธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก

3) กำไรที่บริษัทได้รับคำนวณจาก (เปอร์เซ็นต์การขาย * ยอดราคาสินค้าชนิดนั้นๆ ที่จำหน่ายได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) เปรอ์เซ็นต์การขายที่ได้จากการขายสินค้าชนิดเดียวกันแก่ลูกค้าแต่ละราย อาจจะไม่เท่ากัน (ขึ้นอยู่กับพิจารณาของฝ่ายขาย)
- 5) สำหรับลูกค้าแต่ละรายนั้น ทุกคนจะได้เปอร์เซ็นต์การขายเท่ากันจากสินค้าชนิดเดียวกัน
- 6) แต่ละคลังจะมีขอบเขตการส่งสินค้าของตัวเอง และที่อยู่ของลูกค้าบางรายอาจจะอยู่ระหว่างขอบเขตของหลายๆคลังก็ได้
- 7) จำนวนรถบรรทุกของแต่ละคลังไม่จำเป็นต้องเท่ากัน และรถบรรทุกแต่ละคันจะประจำอยู่ที่คลังใดคลังหนึ่งเท่านั้น รวมทั้งขนาด และ รุ่นของรถบรรทุกไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน

สำหรับลักษณะของระบบธุรกิจสามารถแสดงโดยสรุปได้ดังรูปที่ 1.1 และ รูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะขอบเขตการขนส่งของแต่ละคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	...	ลูกค้า n
คลัง 1	4%	6%	...	k %
คลัง 2	4%	6%	...	k %
...	4%	6%	...	k %
คลัง m	4%	6%	...	k %

สินค้าชนิดที่ 1

เปอร์เซ็นต์	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	...	ลูกค้า n
คลัง 1	2%	10%	...	a %
คลัง 2	2%	10%	...	a %
...	2%	10%	...	a %
คลัง m	2%	10%	...	a %

สินค้าชนิดที่ 2

เปอร์เซ็นต์	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	...	ลูกค้า n
คลัง 1	20%	0% (ไม่มีการสั่งซื้อ)	...	d %
คลัง 2	20%	0% (ไม่มีการสั่งซื้อ)	...	d%
...	20%	0% (ไม่มีการสั่งซื้อ)	...	d%
คลัง m	20%	0% (ไม่มีการสั่งซื้อ)	...	d%

สินค้าชนิดที่ p

รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขายของสินค้าแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

- 1) ขอบเขตการขนส่งของระบบธุรกิจนี้อยู่ภายในพื้นที่ของ เขตทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ เขตสะพานใหม่ เขตดอนเมือง เขตบางเขน และเขตจระเข้บัว ได้แก่ ถนนประชาชื่น ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนพหลโยธิน ถนนวิภาวดี ถนนงามวงศ์วาน ถนนกำแพงเพชร2 ถนนรัชดาภิเษก ถนนลาดพร้าว ถนนวัดลาดปลาเค้า และ ถนนรามอินทรา
- 2) ลูกค้ายอมให้มีการค้างส่งสินค้าได้ ในกรณีที่สินค้าไม่สามารถจัดส่งได้ทั้งหมดภายในครั้งเดียว
- 3) การจัดส่งสินค้าที่เร็วที่สุดคือ 1 วัน ภายหลังจากบริษัทได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้ารายนั้นๆ
- 4) การจัดส่งสินค้าใช้ยานพาหนะ เป็นรถบรรทุก
- 5) ความสามารถในการบรรจุสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันให้ใช้เกณฑ์การวัดเป็นหน่วยกิโลกรัม

1.4 แหล่งที่มาของข้อมูล

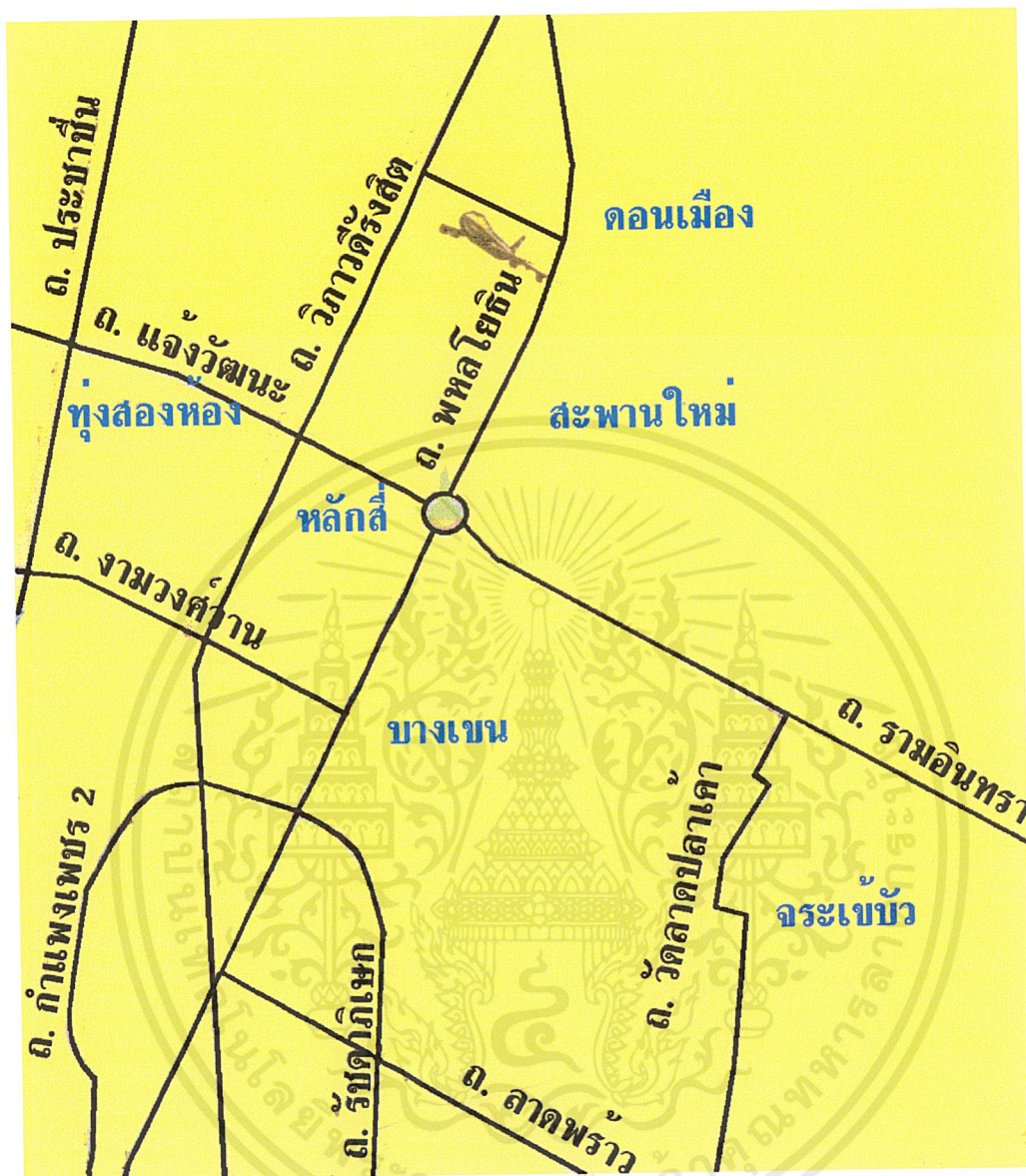
ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทำปัญหาพิเศษนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ข้อมูลที่เกี่ยวกับระยะเวลาทางบนถนนสายต่าง ๆ ใช้การอ้างอิงจากแผนที่เส้นทางเดินรถ ซึ่งเทียบเป็นอัตราส่วนกับระยะทางจริงได้ แล้วนำมาเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- 2) ข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบธุรกิจ ได้แก่ ชนิดของสินค้า รายละเอียดแต่ละคลัง รายละเอียดของรถบรรทุก รายละเอียดเกี่ยวกับลูกค้า ได้มาจากข้อมูลทุติยภูมิบางส่วนของระบบธุรกิจค้าส่ง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) อำนวยความสะดวกแก่ธุรกิจในการตัดสินใจการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละราย
- 2) ข้อมูลในระบบธุรกิจมีความเป็นระเบียบและรัดกุมมากขึ้น
- 3) สามารถวางแผนการขนส่งสินค้าให้มีความรวดเร็วมากขึ้นกว่าเดิม
- 4) เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ระบบธุรกิจได้รับผลกำไรมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 แสดงแผนที่ในพื้นที่ ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยและปัญหาพิเศษที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งบทความทางวิชาการที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกัน
- 2) ศึกษาปัญหาระบบงาน กำหนดขอบเขตและจุดประสงค์ต่างๆ
- 3) ออกแบบระบบงาน
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการสำรวจและรวบรวมไว้แล้ว โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งคำนวณข้อมูลบางส่วนและเก็บรวบรวมในฐานข้อมูล
- 5) ออกแบบอัลกอริทึม และค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ทฤษฎีปัญหาการขนส่ง , ทฤษฎีกราฟ
- 6) ค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบฐานข้อมูล
- 7) พัฒนาระบบงาน
- 8) ตรวจสอบระบบงาน
- 9) ทดสอบกับข้อมูลในระบบงานจริง
- 10) ปรับแต่งฐานข้อมูล
- 11) ตีพิมพ์เอกสารการวิจัยสรุปงาน

สำหรับตารางการวางแผนการดำเนินงาน แสดงได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนงาน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
1.	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษ	—								
2.	ศึกษานโยบายระบบงานจริง	—								
3.	ออกแบบระบบงาน			—						
4.	เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง			—						
5.	ออกแบบอัลกอริทึมโปรแกรมของระบบงาน			—						
6.	ออกแบบฐานข้อมูล				—					
7.	เขียนโปรแกรม					—				
8.	ทดสอบกับข้อมูลในระบบงานจริง							—		
9.	ตรวจสอบระบบงาน								—	
10.	พัฒนาระบบงาน									—
11.	ตีพิมพ์เอกสารวิจัยสรุปงาน									—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า

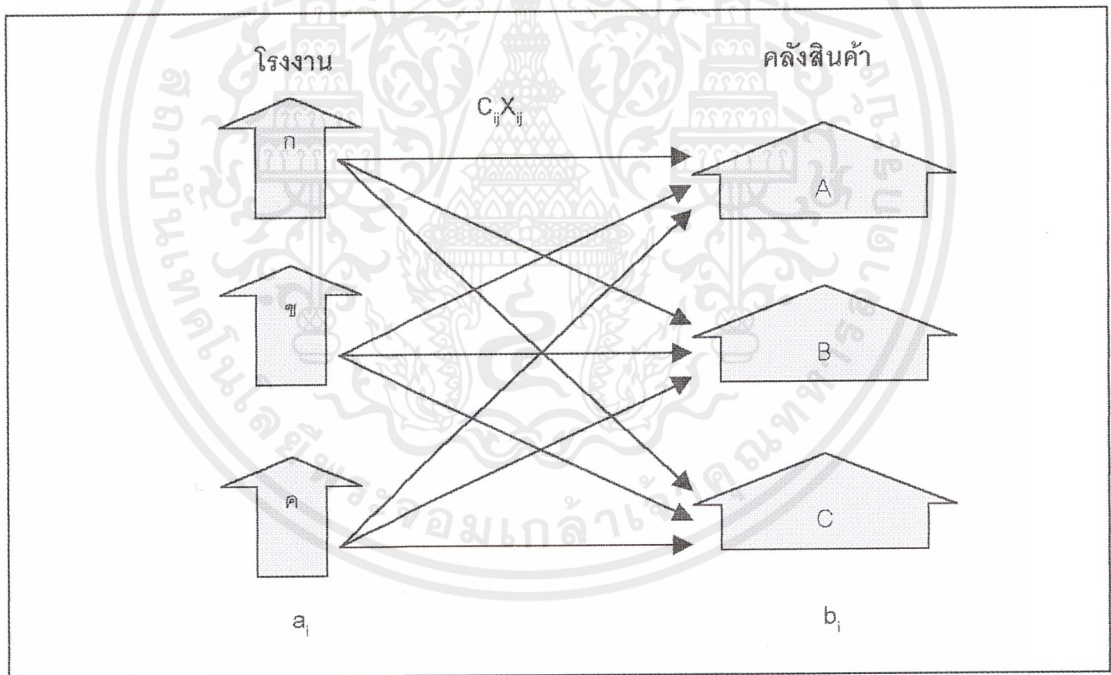
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหาทางการขนส่ง (Transportation Problem)

วิธีการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยช่วยให้ฝ่ายจัดการสามารถตัดสินใจดำเนินงานในปัญหาที่สนใจอย่างมีประสิทธิภาพ มีการพยายามใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อประยุกต์กับปัญหาทางการขนส่ง โดยมีเป้าหมายเพื่อจัดรายการขนส่งให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ลักษณะของรูปแบบปัญหาในเบื้องต้น เป็นการแก้ปัญหาการจัดการขนส่งจำนวนผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตไปยังแหล่งเก็บสินค้าเพื่อรอกำหนดจำหน่าย โดยที่แหล่งผลิตมีอยู่หลายแห่งและอยู่ในที่ต่าง ๆ กัน และมีขนาดสมรรถภาพของการผลิตที่ต่างกันด้วย นอกจากนี้แหล่งที่เก็บสินค้าก็มีอยู่หลายแห่งซึ่งอยู่ในสถานที่ต่าง ๆ กัน และมีขนาดความสามารถในการเก็บหรือจัดขายสินค้าได้จำกัดในจำนวนไม่เท่ากัน

รูปที่ 2.1 แสดงสถานที่ของแหล่งผลิตเป็นโรงงาน และแหล่งเก็บสินค้าเป็นคลังสินค้า ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจรูปแบบของปัญหาชัดเจนขึ้น



รูปที่ 2.1 การขนส่งสินค้าจากโรงงานไปคลังสินค้า

ปริมาณสินค้าที่โรงงาน (n) ผลิตได้จะนำส่งเก็บคลังสินค้า (A), (B) หรือ (C) ได้ แต่ผลรวมของการจัดส่งอาจจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณที่ผลิตได้ และในลักษณะเดียวกันโรงงาน (ข) และ (ค) ก็เหมือนกัน ส่วนคลังสินค้า (A), (B) หรือ (C) ก็มีขีดความสามารถในการเก็บรักษา ดังนั้นปริมาณสินค้าที่ส่งมาจากโรงงาน (n), (ข) และ (ค) รวมกันในระยะเวลาใด ๆ จะต้องไม่มากกว่าปริมาณตามขีดความสามารถของคลังสินค้าของแต่ละคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าให้ C_{ij} เป็นค่าขนส่งต่อหน่วยของสินค้าที่ส่งมาจากโรงงาน i ไปยังคลังสินค้า j
 X_{ij} เป็นปริมาณสินค้าที่ส่งมาจากโรงงาน i ไปยังคลังสินค้า j
 a_i เป็นปริมาณสินค้าที่โรงงาน i ผลิตได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ
 b_j เป็นปริมาณสินค้าที่คลังสินค้า j จะรับได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ

ในรูปที่ 2.1 $i = (ก), (ข), (ค)$ แทนด้วย 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

และ $j = (A), (B), (C)$ แทนด้วย 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ดังนั้นสมการเป้าหมายคือการหาค่าขนส่งต่ำสุดซึ่งจะเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าต่ำสุดของ } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} X_{ij} &= C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} \\ &\quad + C_{23}X_{23} + C_{31}X_{31} + C_{32}X_{32} + C_{33}X_{33} \end{aligned}$$

สมการข้อข่ายแบ่งเป็น

(ก) ขนาดสมรรถภาพการผลิตของโรงงานแต่ละโรงงาน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \sum_{j=1}^3 X_{1j} &= X_{11} + X_{12} + X_{13} \leq a_1 \\ \sum_{j=1}^3 X_{2j} &= X_{21} + X_{22} + X_{23} \leq a_2 \\ \sum_{j=1}^3 X_{3j} &= X_{31} + X_{32} + X_{33} \leq a_3 \end{aligned}$$

(ข) ขนาดความสามารถในการเก็บของคลังสินค้าแต่ละคลัง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \sum_{i=1}^3 X_{i1} &= X_{11} + X_{21} + X_{31} \leq b_1 \\ \sum_{i=1}^3 X_{i2} &= X_{12} + X_{22} + X_{32} \leq b_2 \\ \sum_{i=1}^3 X_{i3} &= X_{13} + X_{23} + X_{33} \leq b_3 \end{aligned}$$

$$\text{โดยค่าของตัวแปรเป็นค่าบวก} \quad X_{ij} \geq 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะเขียนเป็นรูปแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงโดยทั่วไปจะได้ดังนี้

$$\text{สมการเป้าหมาย} \quad \text{ค่าต่ำสุดของ } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{อสมการของขอบข่าย} \quad \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq b_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \text{โดยมี} \quad m = \text{จำนวนโรงงาน (ต้นทาง)} \\ n = \text{จำนวนคลังสินค้า (ปลายทาง)}$$

รูปแบบปัญหาการขนส่งที่แสดงข้างบนนี้เรียกว่า *ปัญหาการขนส่งแบบทั่วไป (generalized transportation problem)* ซึ่งรูปแบบปัญหานี้ถ้าจะใช้วิธี simplex method เพื่อแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในลักษณะปัญหาการคิดค่าขนส่งเราอาจจะต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหา เช่นในกรณีที่มี 3 โรงงานและคลังสินค้า 3 แห่ง จะมีสมการขอบข่ายถึง 6 อสมการ ซึ่งหมายความว่า จะต้องเพิ่มค่าตัวแปรออกไปอีกอย่างน้อย 6 ตัว รวมกับตัวแปรที่มีอยู่เดิม 9 ตัว ถึงแม้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์จะช่วยให้ก็ยังคงไม่คุ้มค่าในการแก้ปัญหาโดยวิธี simplex method ดังนั้นจึงมีผู้ใช้ความพยายามในการหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการกำหนดสมมติฐานและจัดรูปปัญหาให้อยู่ในอีกแบบหนึ่งเรียกว่า *ปัญหาการขนส่งแบบมาตรฐาน (standard transportation problem)*

$$\text{ค่าต่ำสุดของ } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{ภายใต้ขอบข่ายดังนี้} \quad \sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j$$

เมื่อแปลงปัญหาเดิมให้เป็นรูปแบบปัญหาทางการขนส่งแบบมาตรฐานแล้ว จะเห็นว่า มีสิ่งแตกต่าง

1. สัมประสิทธิ์ของ X_{ij} ในทุก ๆ สมการขอบข่ายเท่ากับ 1
2. อสมการของขอบข่ายทั้งหมดอยู่ในรูปของสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่จะใช้สำหรับเป็นข้อมูลเพื่อตั้งรูปแบบของปัญหาซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนหนึ่งเป็นตารางค่าใช้จ่ายเป็นค่าขนส่ง (ตารางที่ 2.1) อีกส่วนหนึ่งเป็นตารางแสดงสมรรถภาพการผลิตของโรงงานและความสามารถในการจัดเก็บของคลังสินค้า (ตารางที่ 2.2) และเมื่อรวมเป็นตารางเดียวกัน จะเป็นตารางของรูปแบบปัญหาทางการคิดค่าขนส่งแบบมาตรฐาน โดยการเขียนค่าขนส่งลงในมุมบนด้านขวาของแต่ละตารางดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 ค่าขนส่ง

คลังสินค้า \ โรงงาน	A	B	C
ก	C_{11}	C_{12}	C_{13}
ข	C_{21}	C_{22}	C_{23}
ค	C_{31}	C_{32}	C_{33}

ตารางที่ 2.2 ความสามารถในการผลิตและการเก็บ

คลังสินค้า \ โรงงาน	A	B	C	ความสามารถในการผลิต
ก	X_{11}	X_{12}	X_{13}	A_1
ข	X_{21}	X_{22}	X_{23}	A_2
ค	X_{31}	X_{32}	X_{33}	A_3
ความสามารถในการเก็บ	B_1	b_2	b_3	$\sum_{i=1}^3 a_i = \sum_{j=1}^3 b_j$

ตารางที่ 2.3 รูปแบบปัญหาทางการขนส่ง

คลังสินค้า \ โรงงาน	A	B	C	ความสามารถในการผลิต
ก	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}	X_{13} C_{13}	A_1
ข	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}	X_{23} C_{23}	A_2
ค	X_{31} C_{31}	X_{32} C_{32}	X_{33} C_{33}	A_3
ความสามารถในการเก็บ	b_1	b_2	b_3	$\sum_{i=1}^3 a_i = \sum_{j=1}^3 b_j$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดรูปแบบของปัญหาให้เป็นไปตามตารางที่ 2.3 นั้น คือ $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ ใน

กรณีที่ผลรวมของสมรรถภาพการผลิต และ ผลรวมของขนาดความสามารถในการเก็บไม่เท่ากันเราอาจจะหาทางทำให้เท่ากัน โดยการเพิ่มโรงงานสมมติ (dummy plant) หรือคลังสินค้าสมมติ (dummy warehouse) ขึ้น โดยมีสมรรถภาพหรือขนาดความสามารถเท่ากับส่วนที่ขาดไป ทั้งนี้เพื่อให้ปัญหาการขนส่งเดิมสามารถเปลี่ยนเป็นแบบมาตรฐาน

ถ้า $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j < 0$ เพิ่มโรงงานสมมติ (dummy plant)

ถ้า $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j > 0$ เพิ่มคลังสินค้าสมมติ (dummy warehouse)

ให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าต่อ 1 หน่วยจากแหล่งผลิตสมมติ ไปยังคลังสินค้าต่างๆ และค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจากทุกๆ แหล่งผลิตไปยังคลังสินค้าสมมติ เป็น 0 ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ค่าใช้จ่ายนี้มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายที่แท้จริง

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงถึงการแปลงปัญหาเดิมไปเป็นแบบมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ 2.1 จากข้อมูลทางด้านสมรรถภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ของโรงงาน และปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด รวมทั้งต้นทุนของการผลิตสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์จากแต่ละโรงงานดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ข้างล่างนี้ จงตั้งรูปแบบปัญหาของการขนส่ง

โรงงานที่	1	2	3		
สมรรถภาพการผลิต	40	60	90		หน่วย
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่	1	2	3	4	5
ปริมาณความต้องการ	30	40	70	40	60
					หน่วย

ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสำหรับโรงงานหนึ่งๆ ในการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ

ตารางที่ 2.4 ต้นทุนของการผลิตสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์จากแต่ละโรงงาน

ผลิตภัณฑ์ \ โรงงาน	1	2	3	4	5
1	20	19	14	21	16
2	15	20	13	19	16
3	18	15	18	20	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ ผลรวมของสมรรถภาพการผลิต $= \sum_{i=1}^3 a_i$
 $= 40 + 60 + 90$
 $= 190$ หน่วย

ผลรวมของความต้องการของผลิตภัณฑ์ $= \sum_{j=1}^5 b_j$
 $= 30 + 40 + 70 + 40 + 60$
 $= 240$ หน่วย

ดังนั้นจะต้องตั้งโรงงานสมมติมีสมรรถภาพ $= 240 - 190 = 50$ หน่วย
 จะได้ตารางรูปแบบปัญหาทางการขนส่งดังนี้

ตารางที่ 2.5 รูปแบบปัญหาทางการขนส่ง

ผลิตภัณฑ์ \ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพการผลิต
1	20	19	14	21	16	40
2	15	20	13	19	16	60
3	18	15	18	20	65	90
Dummy	0	0	0	0	0	50
ปริมาณความต้องการ	30	40	70	40	60	240

2.1.1 การหาผลลัพธ์ของรูปแบบปัญหาทางการขนส่ง

ในตัวอย่างการตั้งรูปแบบปัญหาทางการขนส่ง เป้าหมายของผลลัพธ์เป็นได้ทั้งการใช้ต้นทุนต่ำสุดและการให้ผลกำไรสูงสุด ซึ่งเป็นไปไหนทำนองเดียวกับปัญหาทางการโปรแกรมเชิงเส้นตรง การรู้จักวิธีในการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายแบบหนึ่งจึงหมายถึงการรู้จักวิธีในการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายอีกแบบหนึ่ง

ในการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายของปัญหาทางการขนส่งเราแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนแรกเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เบื้องต้น
2. ขั้นตอนเพื่อหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

ทุก ๆ ปัญหาที่ต้องการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายจะต้องผ่านขั้นตอนแรก เพื่อหาผลลัพธ์เบื้องต้นทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 การหาผลลัพธ์เบื้องต้น

ผลลัพธ์จากวิธีตามกฎของมุมทิศเหนือ - ตก ไม่ค่าหนึ่งถึงค่า C_{ij} ค่าที่ได้จึงมีโอกาสไม่ใกล้เคียงผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

1) วิธีโดยประมาณของโวลเกิล (vogel's approximation method)

วิธีนี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า VAM เป็นวิธีที่ใช้คำนวณหาผลลัพธ์พื้นฐานเบื้องต้น โดยจะนำเอาค่าขนส่งต่อหน่วยของสินค้าเข้ามาพิจารณาด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์เบื้องต้นจะมีค่าใกล้เคียงผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

2) วิธีโดยประมาณของโวลเกิลมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

(ก) จากตารางรูปแบบปัญหาทางการขนส่ง หาค่าผลต่างระหว่างค่าขนส่งจากที่ต่ำสุด กับค่าซึ่งต่ำรองลงมาตามแนวนอนของแต่ละแถวและตามแนวตั้งของแต่ละแถว จากนั้นพิจารณาค่าผลต่างที่มีค่าสูงสุดใช้เป็นตัวกำหนดแถวหรือแนวตั้งนั้น ๆ ซึ่งเป็นแถวที่เราจะพิจารณาจัดสรร X_{ij} ก่อน

(ข) จัดสรร X_{ij} ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ลงในช่องที่มีค่าขนส่งต่ำสุดของตารางตามแนวนอนหรือแนวตั้งที่เราเลือกแล้วในข้อ (ก) ค่า X_{ij} ซึ่งจะจัดสรรได้มากที่สุดจะต้องไม่มากกว่าค่าของ a_i หรือ b_j ที่เหลือจากการจัดสรร X_{ij} อื่น ๆ แล้ว

(ค) ในแถวหรือแนวตั้งที่เราจัด X_{ij} ให้แล้วมีผลทำให้ ผลรวมของ X_{ij} ที่จัดให้ทำแล้วเท่ากับ a_i หรือ b_j ช่องอื่น ๆ ในแถวหรือแนวตั้งดังกล่าวได้จัดสรร X_{ij} เป็นศูนย์แล้วไม่ต้องพิจารณาแถวหรือแนวตั้งนั้นอีก

(ง) พิจารณาขั้นตอน (ก) (ข) (ค) จนกระทั่งไม่มีการจัดสรรได้อีก

ตัวอย่างที่ 2.2 จากตัวอย่างที่ 2.1 เดียวกันเราลองใช้วิธีโดยประมาณของโวลเกิลมาทำผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาทางการขนส่งดังนี้

ตารางที่ 2.6 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเกิลรอบที่ 1

ผลิตภัณฑ์ \ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพของการผลิต	ผลต่าง
1	20	19	14	21	16	40	(2) = 16-14
2	15	20	13	19	16	60	(2) = 15-13
3	18	15	18	20	65	90	(3) = 18-15
Dummy	0	0	0	0	0	50	(0) = 0-0
ปริมาณความต้องการ	30	40	70	40	60	240	
ผลต่าง	(15)	(15)	(13)	(19)	(16)		
	15-0	15-0	13-0	19-0	16-0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 2

ผลัดภักดิ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
1	20	19	14	21	16	40	(2) = 16-14
2	15	20	13	19	16	60	(2) = 15-13
3	18	15	18	20	65	90	(3) = 18-15
Dummy	0	0	0	0	0	10	(0) = 0-0
ปริมาณความ ต้องการ	30	40	70	0	60		
ผลต่าง	(15) 15-0	(15) 15-0	(13) 13-0	(16) 16-0			

ตารางที่ 2.8 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 3

ผลัดภักดิ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
1	20	19	14	21	16	40	(2) = 16-14
2	15	20	13	19	16	60	(2) = 15-13
3	18	15	18	20	65	90	(3) = 18-15
Dummy	0	0	0	0	0	0	
ปริมาณความ ต้องการ	30	40	70	0	50		
ผลต่าง	(3) 18-15	(4) 19-15	(1) 14-13	(0) 16-16			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 4

ผลัดภักดิ์ โรงงาน	ผลัดภักดิ์					สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
	1	2	3	4	5		
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16 0	40	(2) = 16-14
2	15 30	20 0	13 0	19 0	16 0	60	(2) = 15-13
3	18 0	15 40	18 0	20 0	65 0	50	(0) = 18-18
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 40	0 10	0	
ปริมาณความ ต้องการ	30	0	70	0	50		
ผลต่าง	(3) 18-15		(1) 14-13		(0) 16-16		

ตารางที่ 2.10 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 5

ผลัดภักดิ์ โรงงาน	ผลัดภักดิ์					สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
	1	2	3	4	5		
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16 0	40	(2) = 16-14
2	15 30	20 0	13 0	19 0	16 0	30	(2) = 15-13
3	18 0	15 40	18 50	20 0	65 0	50	(47) = 65-18
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 40	0 10	0	
ปริมาณความ ต้องการ	0	0	70	0	50		
ผลต่าง			(1) 14-13		(0) 16-16		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 6

ผลิตรภัณฑ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16	40	(2) = 16-14
2	15 (30)	20 0	13 (20)	19 0	16	30	(3) = 16-13
3	18 0	15 (40)	18 (50)	20 0	65 0	0	
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 (40)	0 (10)	0	
ปริมาณความ ต้องการ	0	0	20	0	50		
ผลต่าง			(1) 14-13		(0) 16-16		

ตารางที่ 2.12 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเทอรอบที่ 7

ผลิตรภัณฑ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16 (40)	40	-
2	15 (30)	20 0	13 (20)	19 0	16 (10)	10	-
3	18 0	15 (40)	18 (50)	20 0	65 0	0	
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 (40)	0 (10)	0	
ปริมาณความ ต้องการ	0	0	0	0	50		
ผลต่าง					(0) 16-16		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 การหาผลลัพธ์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเกอรอบที่ 8

ผลิตรภัณฑ์ โรงงาน	ผลิตรภัณฑ์					สมรรถภาพ ของการผลิต
	1	2	3	4	5	
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16 40	0
2	15 30	20 0	13 20	19 0	16 10	0
3	18 0	15 40	18 50	20 0	65 0	0
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 40	0 10	0
ปริมาณความ ต้องการ	0	0	0	0	0	

เมื่อจัดสรรเสร็จจนครบเรียบร้อยแล้วจะได้ผลลัพธ์ในเบื้องต้นดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาทางการขนส่งด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเก

ผลิตรภัณฑ์ โรงงาน	ผลิตรภัณฑ์					สมรรถภาพ ของการผลิต
	1	2	3	4	5	
1	20 0	19 0	14 0	21 0	16 40	40
2	15 30	20 0	13 20	19 0	16 10	60
3	18 0	15 40	18 50	20 0	65 0	90
Dummy	0 0	0 0	0 0	0 40	0 10	50
ปริมาณความ ต้องการ	30	40	70	40	60	240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 การหาผลลัพท์เบื้องต้นด้วยวิธีโดยประมาณของโวลเจลโดยรวม

ผลิตภัณฑ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	ผลต่าง
1	20	19	14	21	16	40	(2)(2)(2)(2)
2	15	20	13	19	16	60	(2)(2)(2)(3)
3	18	15	18	20	65	90	(3)(3)(0)(47)
Dummy	0	0	0	0	0	50	(0)
ปริมาณความ ต้องการ	30	40	70	40	60	240	

(15)	(15)	(13)	(19)	(16)
(3)	(4)	(1)	(0)	

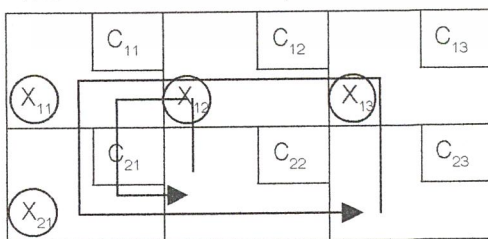
2.1.1.2 การหาผลลัพท์ตามเป้าหมาย

จากการหาผลลัพท์เบื้องต้นจำนวน circle cells หรือ X_{ij} ที่เราจัดสรรจะต้องมีจำนวนเท่ากับ $m + n - 1$ โดย $m =$ จำนวนแถวตอน และ $n =$ จำนวนแถวขึ้น มิฉะนั้นแล้วก็จะเกิดปัญหาซึ่งเกิดการย้อนวนในการหาผลลัพท์ตามเป้าหมาย (degenerate) path คือทางเดินซึ่งเชื่อมต่อดูดยอด (vertex)

จุดยอดคือ circle cells ซึ่งจะเปลี่ยนมุมไปยังจุดยอดต่อไป circle cell ซึ่งไม่ได้เปลี่ยนมุมจะเป็นเพียงตัวผ่าน ไม่ใช่จุดยอด

จากตารางผลลัพท์เบื้องต้น ซึ่งมีจำนวน circle cells เท่ากับ $m + n - 1$ ส่วนที่ไม่ได้จัดสรรค่า X_{ij} จะได้ $X_{ij} = 0$ เรียกส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ว่า noncircle cells

ตารางที่ 2.16 การหา path



$$m + n - 1 = 2 + 3 - 1 = 4$$

path (2,2) มีจุดยอดคือ $X_{12} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{21}$

path (2,3) มีจุดยอดคือ $X_{13} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{21}$ มี X_{12} เป็นทางผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างการหา path ข้างต้น คือ path นั้นจะหมุนไปทางใดก็ตามจะมีจุดยอดแบบเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนทิศเท่านั้น

1) วิธีของโมโด (Modi Method)

วิธีของโมโด เป็นวิธีที่ตรวจว่าได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายแล้วหรือยัง ซึ่งใช้หลักการสมมติค่าแสดงความสัมพันธ์ของ circle cells และ หาค่า path ของ noncircle cells ใด ๆ มีค่าเป็นลบ แสดงว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายสำหรับเป้าหมายต่ำสุด

2) วิธีของโมโดมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

(ก) จากตารางผลลัพธ์เบื้องต้น ซึ่งมีจำนวน circle cells เท่ากับ $m + n - 1$ กำหนดให้ทุก ๆ circle cells มี $C_{ij} = U_i + V_j$ และสมมติให้ U_i ใด ๆ เป็นศูนย์ หาค่า V_j และ U_i ที่สัมพันธ์กันตามเงื่อนไข $C_{ij} = U_i + V_j$ จนครบทุกค่าของ U_i และ V_j C_{ij} คือค่า C_{ij} ของ circle cells ใด ๆ

โดยทั่วไปแล้วนิยมให้ค่า U_i หรือ V_j ของแถวบนหรือแถวใด ๆ ที่มีจำนวน circle cells ในแถวนั้นมากที่สุดมีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้ก็เพื่อจะให้ค่า U_i และ V_j ทุก ๆ ค่า เป็นตัวเลขน้อย ๆ ซึ่งง่ายต่อการคำนวณ

(ข) จากค่า U_i และ V_j ทุกค่าที่หาได้ พิจารณาค่าของ path ของ noncircle cells โดยใช้ค่า $C_{ij} - (U_i + V_j)$ ถ้ามีผลเป็นเครื่องหมายบวกหมดแสดงว่า ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายสำหรับเป้าหมายต่ำสุดแล้ว แต่ถ้ามี path ใด ๆ มีผลเป็นลบ ก็จะต้องย้ายค่า X_{ij} จาก circle cells

(ค) พิจารณา noncircle cells ซึ่งค่าลบมากที่สุดสำหรับเป้าหมายต่ำสุด การเคลื่อนย้ายค่า X_{ij} จาก circle cells จะใช้ path ของ noncircle cells นั้น ๆ ซึ่งมีเครื่องหมายบวก (+) และสลับเครื่องหมายลบ (-) สำหรับจุดยอดต่อไปจนกว่าจะครบรอบโดยใช้วิธีเพิ่มจำนวน X_{ij} สำหรับจุดยอดที่เป็นบวก และลดจำนวน X_{ij} สำหรับจุดยอดที่เป็นลบ ซึ่งค่า X_{ij} คือจำนวนที่จัดสรรให้จากจำนวน X_{ij} ซึ่งมีเครื่องหมายเป็นลบใน path และมีค่าน้อยที่สุด

(ง) พิจารณาขั้นตอน (1) (2) (3) จนกระทั่งไม่มีการจัดสรรได้อีก

ตัวอย่างที่ 2.3 ลองพิจารณาตัวอย่างจากผลลัพธ์เบื้องต้น โดยวิธีประมาณของโวลเกิล โดยกำหนดให้ $U_1 = 0$ แล้วหาค่า V_j และ U_i จนครบดังนี้

ตารางที่ 2.17 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของไมโตรบที่ 1

ผลิตภัณฑ์ \ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพของการผลิต	U_i
1	20 +5	19 +9	14 +1	21 +5	16 (40)	40	0
2	(30)	20 +10	(20)	19 +3	(10)	60	0
3	18 -2	15 (40)	18 (50)	20 -1	65 +44	90	5
Dummy	0 +1	0 +6	0 +3	0 (40)	0 (10)	50	-16
ปริมาณความต้องการ	30	40	70	40	60	240	
V_j	15	10	13	16	16		

ให้ $U_1 = 0$ แล้ว $U_1 + V_5 = 16$ จะได้ $V_5 = 16$

$V_5 = 16$ $U_2 + V_5 = 16$ $U_2 = 0$

$U_2 = 0$ $U_4 + V_5 = 0$ $U_4 = -16$

$U_4 = -16$ $U_2 + V_3 = 13$ $V_3 = 13$

$V_3 = 13$ $U_2 + V_1 = 15$ $V_1 = 15$

$U_3 = 5$ $U_4 + V_4 = 0$ $V_4 = 16$

$U_3 = 5$ $U_3 + V_3 = 18$ $U_3 = 5$

$U_3 = 5$ $U_3 + V_2 = 15$ $V_2 = 10$

เมื่อหาค่า path ของ noncircle cells จาก $C_{ij} - (U_i + V_j)$

- จะได้
- path (1,1) คือ $20 - (0 + 15) = +5$
 - path (1,2) คือ $19 - (0 + 10) = +9$
 - path (1,3) คือ $14 - (0 + 13) = +1$
 - path (1,4) คือ $21 - (0 + 16) = +5$
 - path (2,2) คือ $20 - (0 + 10) = +10$
 - path (2,4) คือ $19 - (0 + 16) = +3$
 - path (3,1) คือ $18 - (5 + 15) = -2$
 - path (3,4) คือ $20 - (5 + 16) = -1$
 - path (3,5) คือ $65 - (5 + 16) = +44$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{path (d,1) คือ } 0 - (-16 + 15) = +1$$

$$\text{path (d,2) คือ } 0 - (-16 + 10) = +6$$

$$\text{path (d,3) คือ } 0 - (-16 + 13) = +3$$

เนื่องจาก path (3,1) คือ -2 แสดงว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

ดังนั้น path (3,1) มีจุดยอดคือ $X_{33} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{21}$ โดยมี X_{32} เป็นทางผ่าน

และ ค่าของจุดยอดต่างๆตามเครื่องหมายใน path (3,1) จะเพิ่มขึ้นและลดลงตามจำนวน $X_{ij} = X_{21}$

คือ 30

$$\text{เพราะฉะนั้น } X_{31} = 0 + 30 = 30$$

$$X_{33} = 50 - 30 = 20$$

$$X_{23} = 20 + 30 = 50$$

$$X_{21} = 30 - 30 = 0$$

ส่วน X_{32} ไม่เปลี่ยนแปลงเพราะเป็นทางผ่านเท่านั้น

ตารางที่ 2.18 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของโมเดอรอบที่ 2

ผลิตภัณฑ์ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพ ของการผลิต	U_i
1	20 +7	19 +9	14 +1	21 +5	16 (40)	40	0
2	15 +2	20 +10	13 (50)	19 +3	16 (10)	60	0
3	18 (30)	15 (40)	18 (20)	20 -1	65 +44	90	5
Dummy	0 +3	0 +6	0 +3	0 (40)	0 (10)	50	-16
ปริมาณความ ต้องการ	30	40	70	40	60	240	
V_j	13	10	13	16	16		

$$\text{ให้ } U_1 = 0 \quad \text{แล้ว } U_1 + V_5 = 16 \quad \text{จะได้ } V_5 = 16$$

$$V_5 = 16 \quad U_2 + V_5 = 16 \quad U_2 = 0$$

$$U_d + V_5 = 0 \quad U_d = -16$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{array}{lll}
 U_2 = 0 & U_2 + V_3 = 13 & V_3 = 13 \\
 V_3 = 13 & U_3 + V_3 = 18 & U_3 = 5 \\
 U_3 = 5 & U_3 + V_2 = 15 & V_2 = 10 \\
 & U_3 + V_1 = 18 & V_1 = 13 \\
 U_d = -16 & U_d + V_4 = 0 & V_4 = 16
 \end{array}$$

เมื่อหาค่า path ของ noncircle cells จาก $C_{ij} - (U_i - V_j)$

จะได้

$$\begin{array}{l}
 \text{path (1,1) คือ } 20 - (0 + 13) = +7 \\
 \text{path (1,2) คือ } 19 - (0 + 10) = +9 \\
 \text{path (1,3) คือ } 14 - (0 + 13) = +1 \\
 \text{path (1,4) คือ } 21 - (0 + 16) = +5 \\
 \text{path (2,1) คือ } 15 - (0 + 13) = +2 \\
 \text{path (2,2) คือ } 20 - (0 + 10) = +10 \\
 \text{path (2,4) คือ } 19 - (0 + 16) = +3 \\
 \text{path (3,4) คือ } 20 - (5 + 16) = -1 \\
 \text{path (3,5) คือ } 65 - (5 + 16) = +44 \\
 \text{path (d,1) คือ } 0 - (-16 + 13) = +3 \\
 \text{path (d,2) คือ } 0 - (-16 + 10) = +6 \\
 \text{path (d,3) คือ } 0 - (-16 + 13) = +3
 \end{array}$$

เนื่องจาก path (3,4) คือ -1 แสดงว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

ดังนั้น path (3,4) มีจุดยอดคือ $X_{33} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{25} \rightarrow X_{d5} \rightarrow X_{d4}$

และ ค่าของจุดยอดต่างๆตามเครื่องหมายใน path (3,4) จะเพิ่มขึ้นและลดลงตามจำนวน $X'_{ij} = X_{21}$

คือ 10

เพราะฉะนั้น

$$\begin{array}{l}
 X_{34} = 0 + 10 = 10 \\
 X_{33} = 20 - 10 = 10 \\
 X_{23} = 50 + 10 = 60 \\
 X_{25} = 10 - 10 = 0 \\
 X_{d5} = 10 + 10 = 20 \\
 X_{d4} = 40 - 10 = 30
 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.19 การหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายโดยวิธีของไมโครบที่ 3

ผลิตภัณฑ์ \ โรงงาน	1	2	3	4	5	สมรรถภาพของการผลิต	U_i
1	20 +6	19 +8	14 0	21 +5	16 (40)	40	0
2	15 +2	20 +10	13 (60)	19 +4	16 +1	60	-1
3	18 (30)	15 (40)	18 (10)	20 (10)	65 +45	90	4
Dummy	0 +2	0 +5	0 +2	0 (30)	0 (20)	50	-16
ปริมาณความต้องการ	30	40	70	40	60	240	
V_j	14	11	14	16	16		

ให้ $U_1 = 0$ แล้ว $U_1 + V_5 = 16$ จะได้ $V_5 = 16$
 $V_5 = 16$ $U_d + V_5 = 0$ $U_d = -16$
 $U_d = -16$ $U_d + V_4 = 0$ $V_4 = 16$
 $V_4 = 16$ $U_3 + V_4 = 20$ $U_3 = 4$
 $U_3 = 4$ $U_3 + V_1 = 18$ $V_1 = 14$
 $U_3 + V_2 = 15$ $V_2 = 11$
 $U_3 + V_3 = 18$ $V_3 = 14$
 $V_3 = 14$ $U_2 + V_3 = 13$ $U_2 = -1$

เมื่อหาค่า path ของ noncircle จาก $C_{ij} - (U_i - V_j)$

- จะได้
- path (1,1) คือ $20 - (0 + 14) = +6$
 - path (1,2) คือ $19 - (0 + 11) = +8$
 - path (1,3) คือ $14 - (0 + 14) = 0$
 - path (1,4) คือ $21 - (0 + 16) = +5$
 - path (2,1) คือ $15 - (-1 + 14) = +2$
 - path (2,2) คือ $20 - (-1 + 11) = +10$
 - path (2,4) คือ $19 - (-1 + 16) = +4$
 - path (2,5) คือ $16 - (-1 + 16) = +1$
 - path (3,5) คือ $65 - (4 + 16) = +45$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

path (d,1) คือ $0 - (-16 + 14) = +2$

path (d,2) คือ $0 - (-16 + 11) = +5$

path (d,3) คือ $0 - (-16 + 14) = +2$

เนื่องจากค่าของ path ของ noncircle cells โดยใช้ค่า $C_{ij} - (U_i + V_j)$ มีผลเป็นเครื่องหมายบวกหมดแสดงว่าได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายสำหรับเป้าหมายต่ำสุด

ค่าผลลัพธ์จาก
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} = 2,940$$

เมื่อพิจารณา
$$\sum_{i=1}^m a_i U_i + \sum_{j=1}^n b_j V_j = 2,940$$

2.1.2 รูปแบบปัญหาการขนส่งในกรณีเป็น Degeneracy

ปัญหาทางการขนส่ง ซึ่งมีผลลัพธ์ในตารางรอบใดรอบหนึ่งเกิดมีจำนวนของ circle cells น้อยกว่า $m + n - 1$ จะเกิดเป็นกรณีของ degeneracy ซึ่งไม่สามารถจะดำเนินขั้นตอนเพื่อหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายตามต้องการได้ เมื่อเกิดกรณีของ degeneracy จึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวน circle cells ให้ครบตามจำนวนของ $m + n - 1$ ซึ่งทุก ๆ circle cells ที่เพิ่มขึ้นจะต้องมีจำนวน X_{ij} เป็นศูนย์ การเพิ่ม circle cells ดังกล่าวโดยทั่วไปจะเพิ่มที่ noncircle cells ใดก็ได้ แต่นิยมเพิ่มสำหรับ circle cells เดิมที่ย้ายออกไป การใช้ค่า ϵ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงศูนย์แทนจำนวน X_{ij} ที่จะใช้เพิ่มจะช่วยให้ได้จำนวน circle cells ครบตามต้องการและสามารถหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายได้

ตารางที่ 2.20 ผลลัพธ์เกิด Degeneracy ในรอบที่ 1

ถึง	1	2	3	4	a_i	U_i
จาก						
1	10 ϵ	6 ϵ	20 +12	11 -8	$15 + \epsilon$	0
2	12 +1	7 ϵ	9 ϵ	20 ϵ	$25 + \epsilon$	1
3	6 ϵ	4 +42	16 +42	18 -13	5	-4
b_j	$5 + \epsilon$	$15 + \epsilon$	15	10	$45 + \epsilon$	
V_j	10	6	8	19		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ตารางรอบที่ 2.20 มีจำนวน circle cells ไม่ถึง $m + n - 1 = 3 + 4 - 1 = 6$ คือมีเพียง 4 cell เท่านั้นไม่สามารถหาค่าสัมพันธ์ของ U_i และ V_j ได้หมดจำเป็นต้องเพิ่ม cells ซึ่งมี $X_{ij} = \infty$ อีก 2 cells

ตารางที่ 2.21 ผลลัพธ์เกิด Degeneracy ในรอบที่ 2

ถึง	1	2	3	4	a_i	U_i
จาก						
1	10 ⊕	6 ⊕	20 +12	11 ⊕	15	0
2	12 +1	7 ⊕	9 ⊕	20 +8	25	1
3	6 ⊕	4 +12	16 +12	18 -11	5	-4
b_j	5	15	15	10	45	
V_j	10	6	8	11		

ผลลัพธ์ตารางรอบที่ 2.21 มีจำนวน circle cells เพียง 5 ช่องต้องเพิ่ม cell $X_{ij} = \infty$ อีกช่องหนึ่ง เมื่อตรวจสอบผลลัพธ์แล้ว ค่า $C_{ij} - (U_i + V_j) \geq 0$ หมด จึงเป็นผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

2.1.3 รูปแบบปัญหาทางการขนส่งใช้กับการหาผลลัพธ์เป้าหมายสูงสุด

รูปแบบปัญหาทางการขนส่ง ส่วนมากจะมีเป้าหมายเพื่อการลดค่าขนส่ง แต่เนื่องจากรูปแบบปัญหาดังกล่าวสามารถใช้สำหรับการแก้ปัญหาในลักษณะอื่น ๆ นอกจากปัญหาทางการขนส่งเช่น ปัญหาการจัดการทางการผลิต เราอาจมีเป้าหมายเพื่อการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำสุดหรือให้มีการผลิตซึ่งมีผลเป็นการได้กำไรสูงสุดก็ได้ ในปัญหาที่แล้ว ๆ มาเป็นการหาผลลัพธ์เป้าหมายต่ำสุด path ต่าง ๆ ซึ่งแสดงค่าของ $(C_{ij} - U_i - V_j)$ ยังมีค่าเป็นบวกอยู่ แสดงว่าสามารถเพิ่มค่าได้ ส่วนปริมาณที่เพิ่มก็คำนวณได้จากค่า X_{ij} ซึ่งเป็นค่า X_{ij} ที่น้อยที่สุดตามจุดยอดของ path ที่เป็นลบ และทำการย้าย circle cells ในลักษณะเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตัวอย่างที่ 2.4 ในการจัดเครื่องจักรเพื่อทำงาน มีเครื่องจักรอยู่ 4 ประเภท แต่ละประเภทมีจำนวนเครื่องจักรดังนี้ 25,30,20 และ 30 ตามลำดับ งานที่รับมามีอยู่ 5 แบบ แต่ละแบบจะต้องการ 20,20,30,10 และ 25 งาน ค่าใช้จ่ายในการผลิตสำหรับเครื่องจักรแต่ละชนิดเพื่อทำงานแต่ละแบบ และราคาของงานแต่ละชนิดที่รับมาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.22 ค่าใช้จ่ายในการผลิตสำหรับเครื่องจักรแต่ละชนิด

งาน เครื่องจักร	งาน					จำนวนเครื่องจักรที่มี
	1	2	3	4	5	
1	10	2	3	15	9	25
2	5	10	15	2	4	30
3	15	5	14	7	15	20
4	20	15	13	-	8	30
จำนวนงาน	20	20	30	10	25	-
ราคาต่อหน่วย	22	14	16	10	15	-

ให้จัดเครื่องจักรทำงานเพื่อให้ผลกำไรสูงสุด

วิธีทำ

ตารางที่ 2.23 ผลกำไรเบื้องต้นจากวิธีโดยประมาณของโวกเอล

งาน เครื่องจักร	งาน					จำนวนเครื่องจักรที่มี	U_i
	1	2	3	4	5		
1	12	12	13	-5	6	25	(1)
2	17	4	11	8	11	30	(6)(3)(3)
3	7	9	2	3	0	20	(2)(6)
4	2	-1	3	-M	7	30	(4)(4)(4)
จำนวนงาน	20	20	30	10	25	105	
V_j	(5)	(3)	(10)	(5)	(4)		
	(10)	(5)	(1)	(5)	(4)		
			(2)	(M)	(4)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางซึ่งแสดงผลกำไรจากการผลิตและการหาผลลัพท์เบื้องต้นตามวิธีโดยประมาณของไวเกลจะใช้ผลต่างของค่าสูงสุดกับค่ารองสุดเป็นค่าพิจารณา ซึ่งจะได้ผลลัพท์ดังตารางที่ 2.23

หมายเหตุ ค่า $-M$ สำหรับ C_{44} หมายความว่าเครื่องจักรชนิดที่ 4 ไม่สามารถผลิตงานชนิดที่ 4 ได้ จึงกำหนดให้ต้นทุนสูงมากๆ เป็น M ผลกำไรจึงเป็น $-M$

ตารางที่ 2.24 ผลลัพท์กำไรสูงสุดจากวิธีของโมโต

งาน เครื่องจักร	งาน					จำนวนเครื่องจักรที่มี	U_i
	1	2	3	4	5		
1	12 -11	12 €	13 25	-5 -19	6 -11	25	0
2	17 20	4 -2	11 -6	8 10	11 €	30	-6
3	7 -13	9 20	2 -8	3 -8	0 -14	20	-3
4	2 -11	-1 -3	3 5	-M -M	7 25	30	-10
จำนวนงาน	20	20	30	10	25	105	
V_j	23	12	13	14	17		

ตารางรอบที่ 2.24 แสดงค่าผลลัพท์ ($C_{ij} - U_i - V_j$) มีค่าเป็นลบหมด แสดงว่าผลลัพท์เบื้องต้นเป็นผลลัพท์ตามเป้าหมายแล้ว

2.2 การคำนวณเส้นทางสั้นที่สุด

ทฤษฎีกราฟเป็นสาขาหนึ่งในคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาอื่น ๆ ได้มากมาย และในปัญหาพิเศษหัวข้อนี้ ได้นำทฤษฎีกราฟมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณเส้นทางสั้นที่สุดในการขนส่งสินค้า โดยมีทฤษฎีและนิยามที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษดังนี้

นิยามที่ 2.1 กราฟ (graph) G (หรือกราฟที่ไม่แสดงทิศทาง) ประกอบด้วยเซต 2 เซต

1. เซต V ที่มีสมาชิกเรียกว่า จุดยอด (vertices หรือ points หรือ nodes)
2. เซต E ที่มีสมาชิกเรียกว่า ด้าน (edges หรือ arcs) โดยที่ด้าน e แต่ละด้านใน E ตรงกับคูที่ไม่เป็นอันดับของจุดยอดใน V

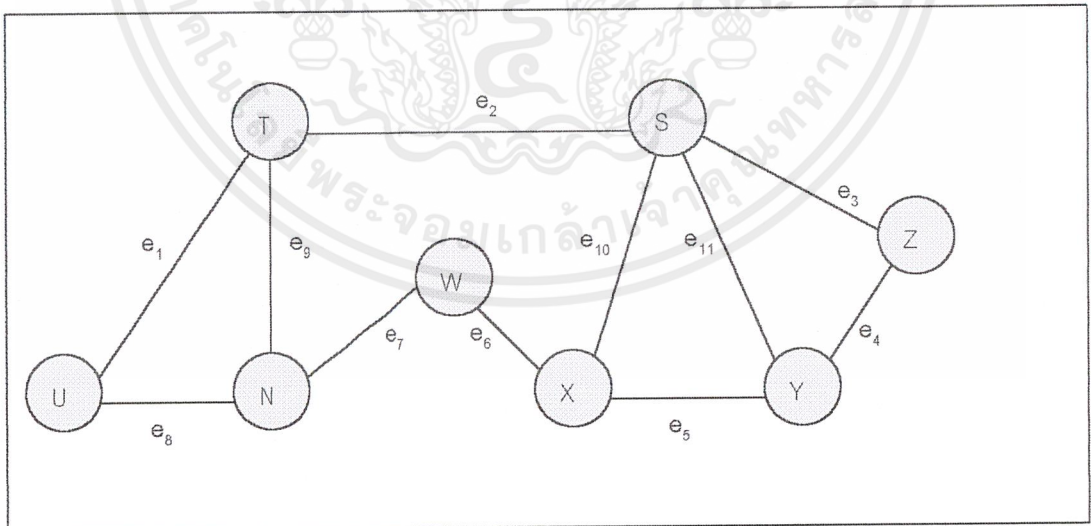
ถ้าด้าน e ด้านหนึ่งตรงกับคู่ของจุดยอด u และ v เพียงชุดเดียว เราเขียน $e = \{u, v\} = \{v, u\}$

นิยามนี้ยอมให้เขียนด้านต่างกันได้ที่ตรงกับคู่ของจุดยอดเดียวกัน

เราเขียนแทนกราฟ G ด้วย $G = (V, E)$ เมื่อต้องการเน้นทั้ง 2 ส่วนของ G และถ้าไม่บอกเป็นอย่างอื่น สมมติว่าเซต E และ V เป็นเซตที่มีสมาชิกจำกัด เพื่อความสะดวก ในกรณีเซต E และ V เป็นเซตที่มีสมาชิกไม่มากนัก เราใช้แผนภาพบนระนาบแทนกราฟได้ดังนี้

- ใช้จุดหรือวงกลมเล็ก ๆ แทนจุดยอด v ใน V
- ใช้เส้นที่ลากเชื่อมจุด v_1 และ v_2 แทนด้าน $\{v_1, v_2\}$

ข้อตกลง สำหรับกราฟที่ไม่แสดงทิศทาง G ถ้า $e = \{v, u\}$ เป็นด้านของ G จะเรียกจุดยอด u และ v ว่า อยู่ติดกันหรือประชิดกัน (adjacent) ใน G และกล่าวว่า ด้าน e ตกกระทบ (incident) บนจุดยอด u และ v หรือด้าน e เชื่อมโยง (connect) จุดยอด u และ v

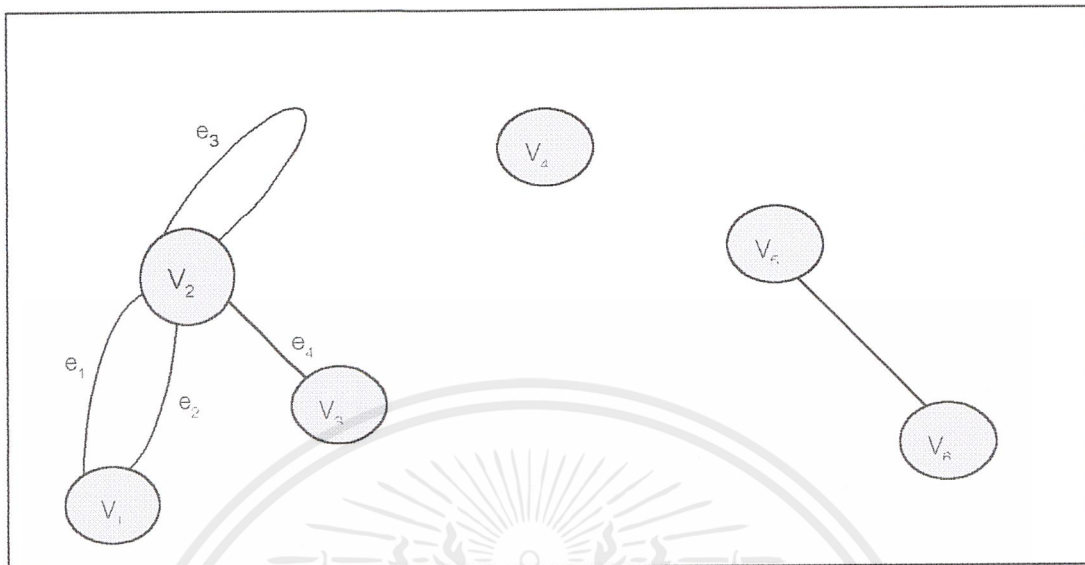


รูปที่ 2.2 กราฟที่ไม่แสดงทิศทาง

จากรูปที่ 2.2 ด้าน e_6 ตกกระทบบนจุดยอด W และ X , จุดยอด T และ Y ไม่อยู่ติดกัน แต่จุดยอด N กับ W อยู่ติดกัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้จะสนใจเฉพาะกราฟที่ไม่แสดงทิศทาง และเรียกสั้น ๆ ว่า กราฟ



รูปที่ 2.3 กราฟอย่างง่าย

ข้อสังเกต

1. นิยามที่ 2.1 ยอมให้เกิดด้านที่ต่างกันจากคู่ของจุดยอดจุดเดียวกัน ตัวอย่างเช่นในรูปที่ 2.3 ด้าน e_1 และ e_2 ตรงกับคู่ (v_1, v_2) ของจุดยอด ด้านเช่นนี้เรียกว่า ด้านขนาน (parallel edge)
2. นิยามที่ 2.1 ยังทำให้เกิดด้านที่อยู่ในรูป (v, v) ซึ่งจะเรียกว่า ลูป (loop) ตัวอย่างเช่นในรูปที่ 2.3 ด้าน e_3 หมายถึง (v_2, v_2) เป็นลูป
3. ในรูปที่ 2.3 จะเห็นว่า ไม่มีด้านที่ติดกระบบบนจุดยอด v_4 เรียกว่า จุดยอดเดี่ยว (isolation) กราฟที่ไม่มีลูปหรือด้านขนานเรียกว่า กราฟอย่างง่าย (simple graph)

นิยามที่ 2.2 เมตริกซ์ประชิด (Adjacency Matrix)

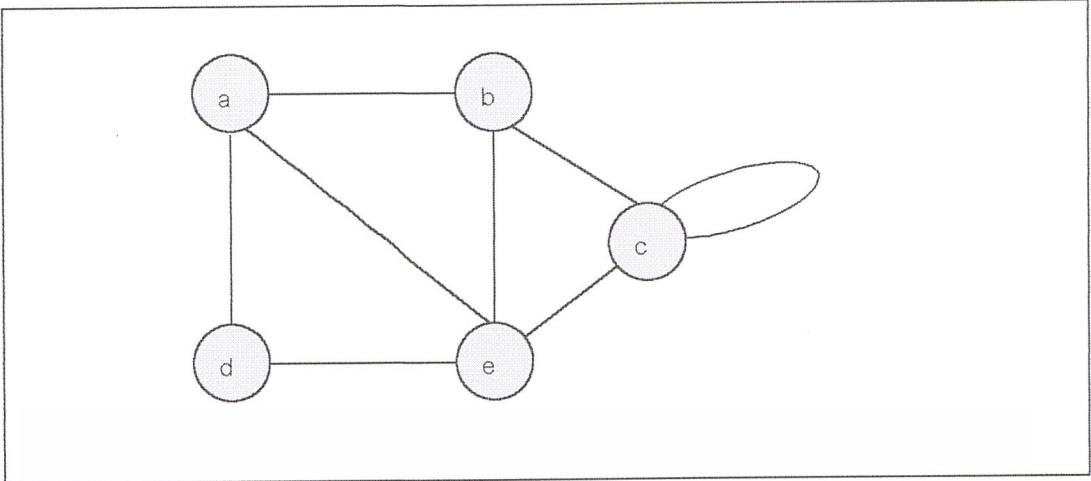
เท่าที่ผ่านมาเราแทนกราฟรูปหนึ่งด้วยการเขียนภาพ แต่ในบางครั้ง เช่น เมื่อใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์กราฟ เราต้องการการแทนที่มีรูปแบบเหมาะสมกว่า วิธีหนึ่งในการแทนกราฟคือใช้ เมตริกซ์ประชิด (adjacency matrix)

ให้ $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_{|V(G)|}\}$ เป็นเซตของจุดในกราฟ G เมตริกซ์ประชิด (adjacency matrix) ของ G เขียนแทนด้วย $A(G)$ จะเป็นเมตริกซ์ขนาด $V(G) \times V(G)$ และ $A(G) = [a_{ij}]$ โดยที่ a_{ij} เป็นจำนวนของเส้นที่เชื่อมจุด v_i และ v_j

จากบทนิยามนี้เห็นได้ชัดเจนว่า $A(G)$ เป็นเมตริกซ์สมมาตร (symmetric matrix) ในกรณีที่ G เป็นกราฟอย่างง่ายสมาชิกในแนวเส้นทแยงมุมหลักของ $A(G)$ จะเท่ากับ 0 ยิ่งไปกว่านั้น ผลรวมของสมาชิกในแต่ละแถวมีค่าเท่ากับดีกรีของจุดในกราฟ G

พิจารณากราฟในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟสำหรับเมตริกซ์ประชิด

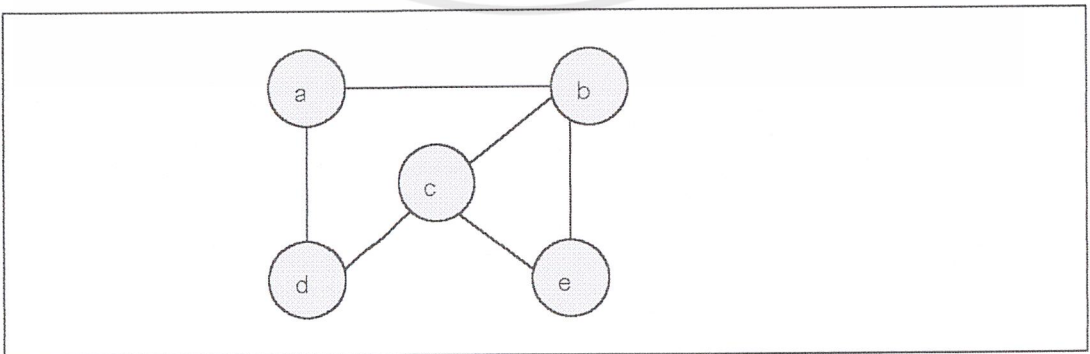
ในการหาเมตริกซ์ประชิดของกราฟในรูปที่ 2.4 เราจะเลือกจุดยอดในอันดับใด ๆ ก็ได้ เช่น a , b , c , d , e แล้วเขียนแถวและคอลัมน์ของเมตริกซ์ชุดหนึ่งด้วยจุดยอดที่เรียงอันดับแล้ว

สมาชิกในเมตริกซ์จะมีค่าเป็น 1 ถ้ามีด้านเชื่อมโยงจุดยอดของแถวและคอลัมน์ในกราฟและมีค่าเป็น 0 ถ้าไม่มีด้านเชื่อมโยงจุดยอดของแถวและคอลัมน์ในกราฟ

ดังนั้นในกรณีนี้ เมตริกซ์ประชิดสำหรับกราฟในรูปที่ 2.4 จะแสดงได้ดังนี้

	a	b	c	d	e
a	0	1	0	0	1
b	1	0	1	0	1
c	0	1	1	0	1
d	0	0	0	0	1
e	1	1	1	1	0

เมตริกซ์ประชิดเป็นวิธีแทนกราฟวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพไม่น้อย เพราะเมตริกซ์จะสมมาตรบนเส้นทแยงมุมหลัก สิ่งที่ไม่อยู่บนเส้นทแยงมุมหลักจะปรากฏซ้ำ เราจึงอาจจัดเก็บในหน่วยความจำเพียงครึ่งเมตริกซ์ (เฉพาะตัวเลขที่อยู่เหนือเส้นตรงที่ขีด)



รูปที่ 2.5 กราฟสำหรับครึ่งเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 กำหนดเมตริกซ์ประชิด A ได้ดังนี้

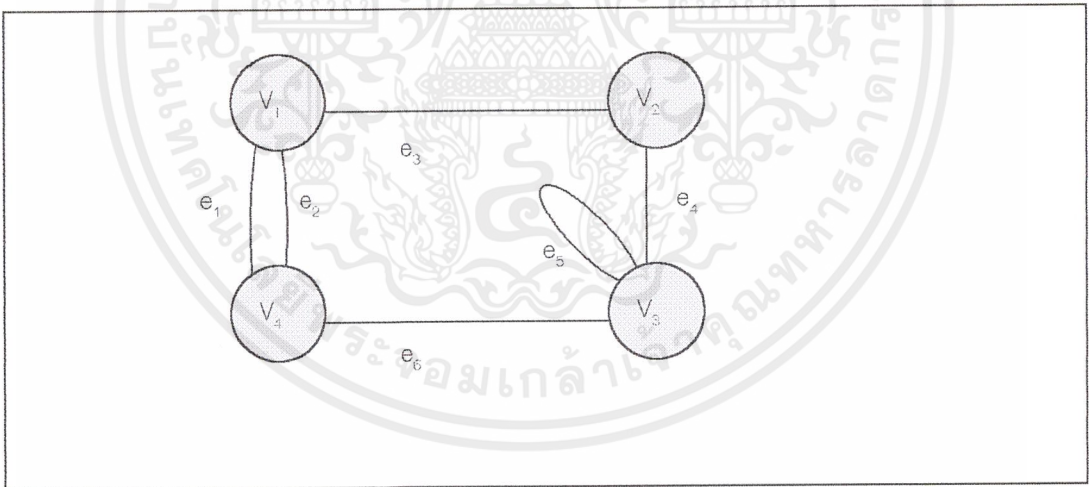
$$A(G) = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

นิยามที่ 2.3 เมตริกซ์ตักกระทบ (Incidence Matrix)

ให้ $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_{V(G)}\}$ และ $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_{E(G)}\}$ เป็นเซตของจุดและเซตของเส้นกราฟ G เมตริกซ์กระทบ (incidence matrix) ของกราฟ G เขียนแทนด้วย $I(G)$ จะเป็นเมตริกซ์ขนาด $V(G) \times E(G)$ และ $I(G) = [x_{ij}]$ โดยที่ x_{ij} เป็นจำนวนครั้งที่จุด v_i ตักกระทบกับเส้น e_j ซึ่ง x_{ij} จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เท่านั้น จากบทนิยามข้างต้นจะเห็นได้ว่า

$$d(v_i) = \sum_{j=1}^{E(G)} x_{ij}$$

และผลรวมของสมาชิกในแต่ละคอลัมน์ของ $I(G)$ มีค่าเท่ากับ 2 ในกรณีที่ G เป็นกราฟอย่างง่าย x_{ij} จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เท่านั้น



รูปที่ 2.6 กราฟสำหรับเมตริกซ์ตักกระทบ

จากรูปที่ 2.6 สามารถกำหนดเมตริกซ์ตักกระทบ ได้ดังนี้

$$I(G) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

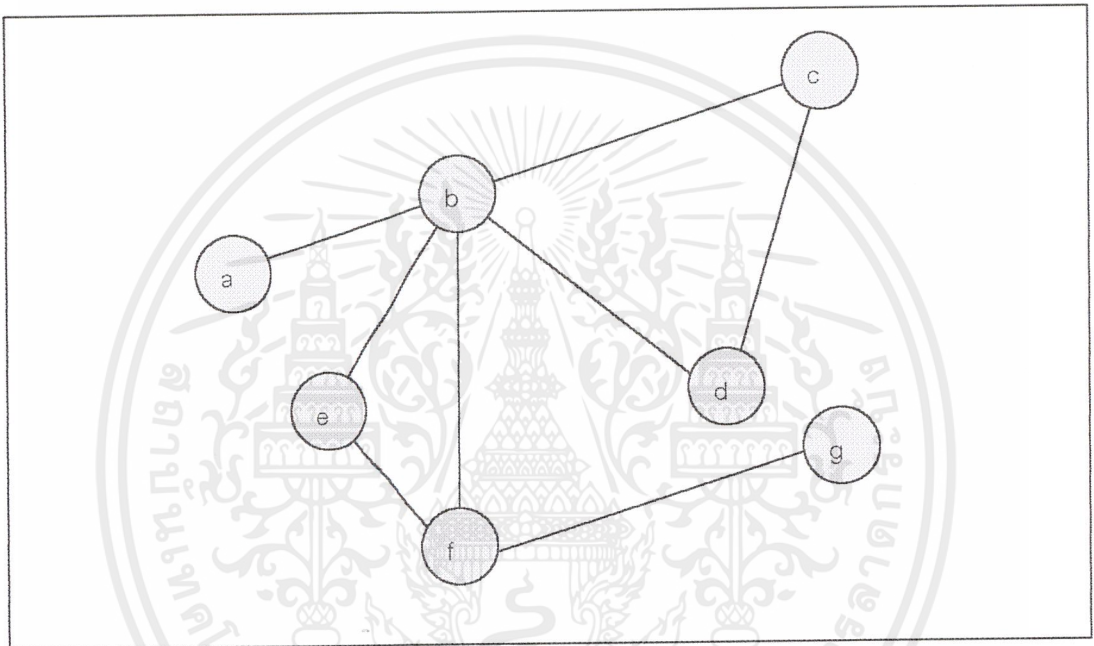
นิยามที่ 2.4 ให้ G เป็นกราฟ ให้ v และ w เป็นจุดยอดใน G

ทางเดิน (path) จาก v ไป w ยาว n คือ ลำดับด้านจาก v ไป w ยาว n โดยที่ด้านทั้งหมดต่างกัน

ทางเดินอย่างง่าย (simple path) จาก v ไป w ยาว n คือ ทางเดินในรูป $(v_0, v_1, v_2, \dots, v_n)$ เมื่อ $v_0 = v$ และ $v_n = w$ และจุดยอด v_0, v_1, \dots, v_n แตกต่างกัน

วงจร (circuit or cycle) คือ ทางเดินจาก v ไป v

วงจรอย่างง่าย (simple circuit) คือ วงจรในรูป $(v_0, v_1, v_2, \dots, v_n)$ เมื่อ $v_0 = v_n$ และจุดยอด v_0, v_1, \dots, v_{n-1} แตกต่างกัน



รูปที่ 2.7 กราฟสำหรับลำดับด้าน

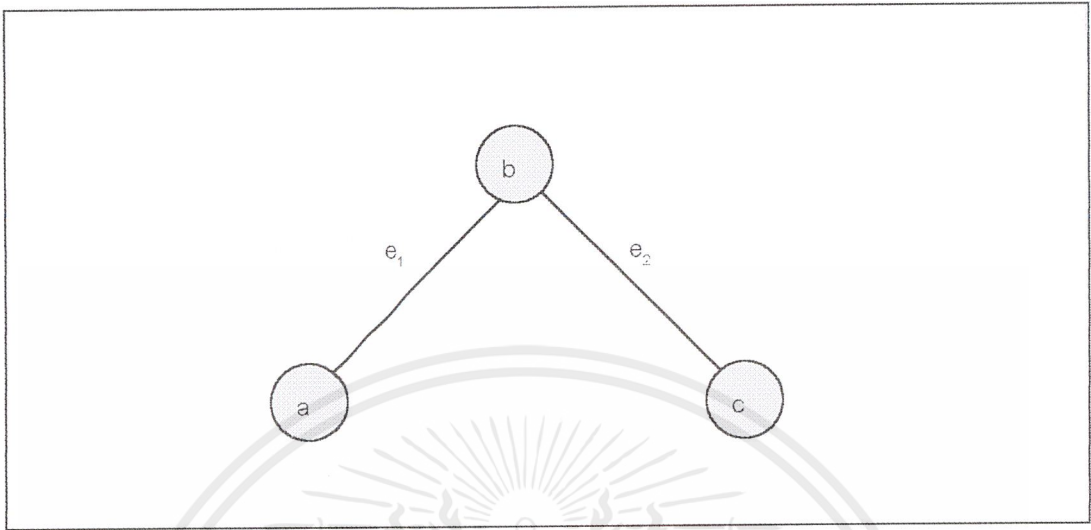
จากรูปที่ 2.7 สามารถแสดงตัวอย่างของลำดับด้าน ที่เป็นทางเดิน ทางเดินอย่างง่าย วงจร และวงจรอย่างง่าย ได้ดังตารางที่ 2.25

ตารางที่ 2.25 แสดงลำดับด้าน

ลำดับด้าน	ทางเดิน	ทางเดินอย่างง่าย	วงจร	วงจรอย่างง่าย
{a,b,d,c,b,a}				
{f,e,b,d,c,b,a}	✓			
{f,e,b,d}	✓	✓		
{b,f,e,b,d,c,b}	✓		✓	
{e,f,,b,e}	✓		✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามที่ 2.5 เรากล่าวว่ากราฟ G ติดต่อกัน หรือเชื่อมโยงได้ (connected) ถ้ากำหนดจุดยอด v และ w ใดๆ ที่ต่างกัน จะมีทางเดินจาก v ไป w เสมอ

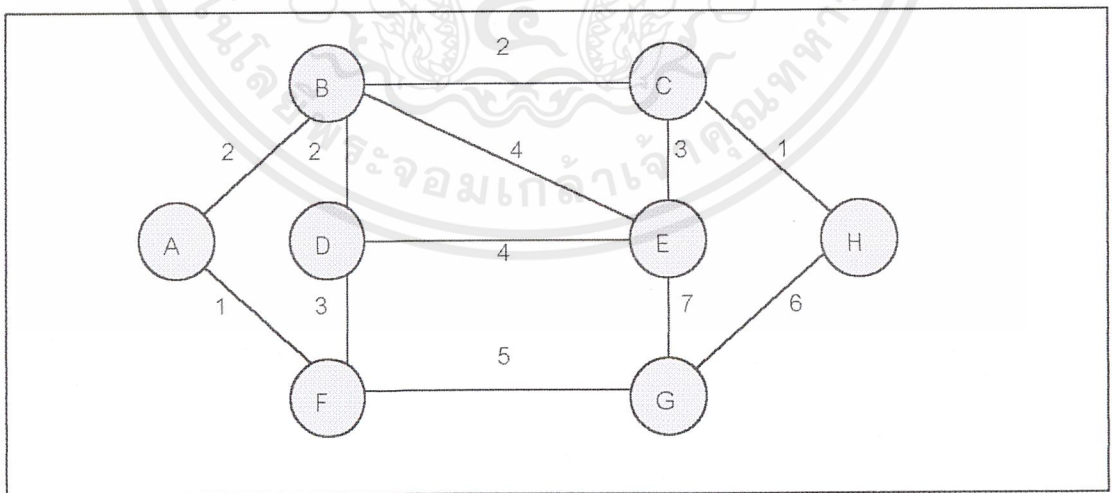


รูปที่ 2.8 กราฟติดต่อกัน

จากรูปที่ 2.8 กราฟในรูปนี้เป็นกราฟติดต่อกัน(Connected Graph)

นิยามที่ 2.6 เรากล่าวว่ากราฟ G เป็นกราฟที่มีน้ำหนัก (weighted graph หรือ labeled graph) เมื่อเส้นแต่ละเส้น e ใน G ถูกกำหนดด้วยจำนวนจริงที่ไม่เป็นลบ

เราเรียกจำนวนจริงดังกล่าวนี้ว่า น้ำหนักของเส้น e และเขียนแทนด้วย $w_G(e)$ หรือ $w(e)$



รูปที่ 2.9 กราฟที่มีน้ำหนัก

เราเรียกกราฟในรูปที่ 8 ว่าเป็นกราฟที่มีน้ำหนัก(weighted graph) โดยทั่วไปค่าที่กำหนดให้กับเส้น

ในกราฟ อาจแทนค่าใช้จ่าย ระยะทาง หรือเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามที่ 2.7 วงจรฮามิลโทเนียน

วงจรฮามิลโทเนียนในกราฟ G คือ ทางเดินที่เริ่มต้นและจบที่จุดยอดเดียวกัน แต่ต้องผ่านจุดยอดแต่ละจุดใน G เพียงครั้งเดียวและครบทุกจุด

นิยามที่ 2.8 การหาวิถีที่สั้นที่สุดโดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดคส์ตรา(Dijkstra Algorithm)

เมื่อเรา จำลองสถานที่และเส้นทางลงในกราฟ วิธีคำนวณระยะทางสั้นที่สุดวิธีหนึ่งที่น่าสนใจกับระบบคอมพิวเตอร์ คือ

ขั้นตอนวิธีของไดคส์ตรา (Dijkstra Algorithm)

ให้ G เป็นกราฟไม่ขาดตอนที่มีน้ำหนัก และให้ u_0 เป็นจุดใด ๆ ใน G

ขั้นตอนที่ 1: ให้ $i = 0, S_0 = \{u_0\} = 0, L(u_0) = 0$ และ $L(v) = \infty$ สำหรับทุก ๆ จุด $v \neq u_0$ ขั้นตอนวิธีนี้จะ

จบลงเมื่อ $V(G) = 1$ ถ้า $V(G) \neq 1$ ให้ดำเนินต่อไปในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2: สำหรับแต่ละ $v \in S_i$ ให้แทนค่า $L(v)$ ด้วย

$$\min \{L(v), L(u_i) + w(u_i, v)\}$$

ถ้าค่าที่น้อยที่สุดนี้ก่อให้เกิดค่าใหม่ของ $L(v)$ ขึ้นแล้ว ให้กำหนดค่าให้ v เสียใหม่ด้วยคูลำดับ $(L(v), u)$

ขั้นตอนที่ 3: ให้พิจารณาหาค่า $\min \{L(v)\}$ และเรียกจุดที่ก่อให้เกิดค่าที่น้อยที่สุดนี้ว่า u_{i+1}

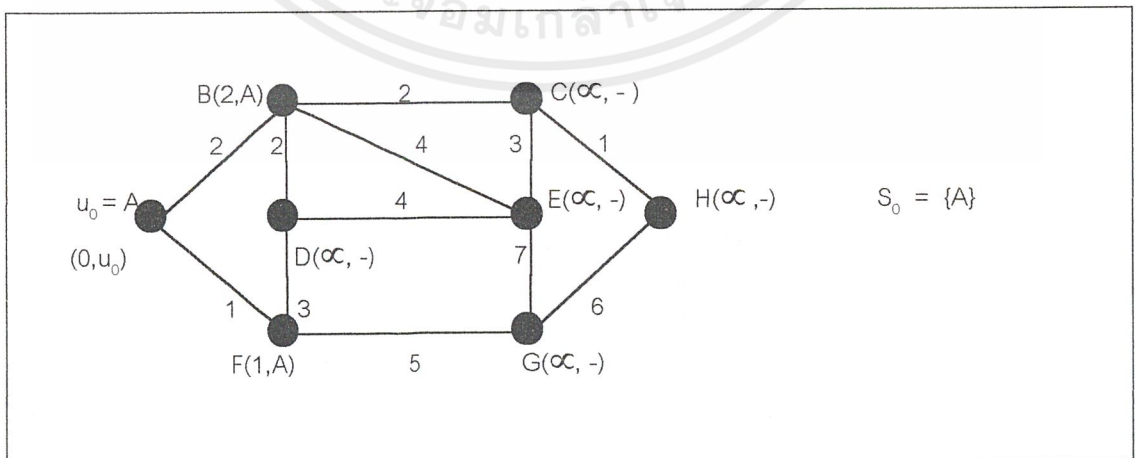
$$v \in S$$

ขั้นตอนที่ 4: กำหนดให้ $S_{i+1} = S_i \cup \{u_{i+1}\}$

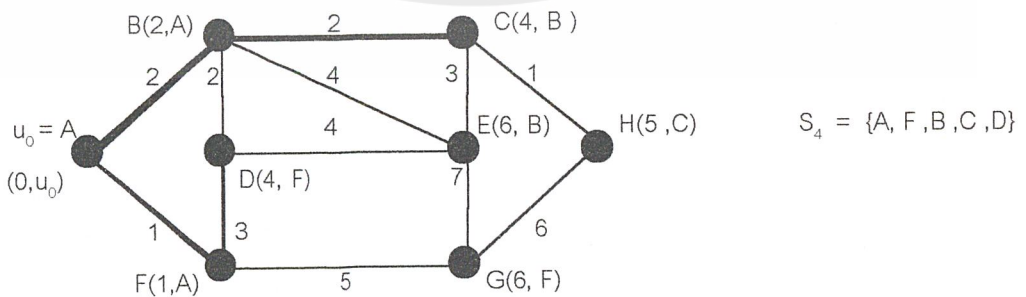
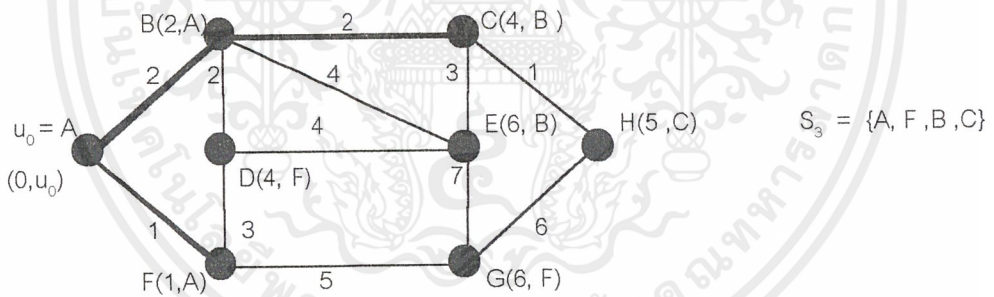
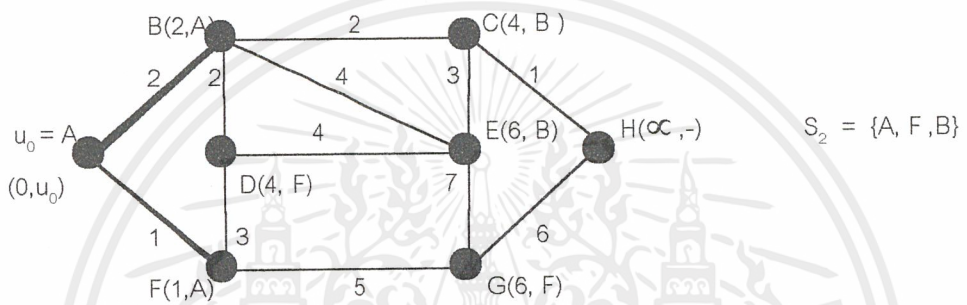
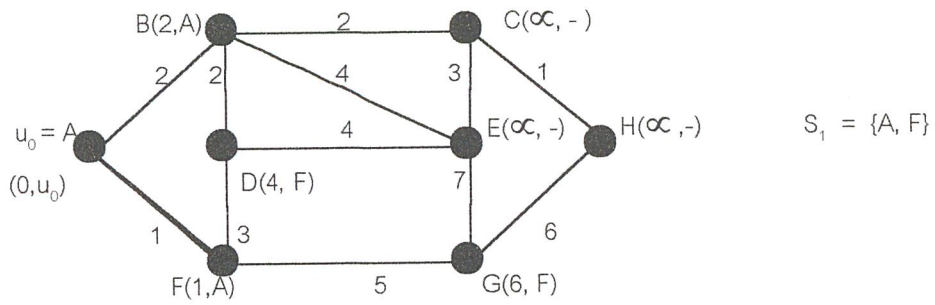
ขั้นตอนที่ 5: แทนค่า i ด้วย $i+1$ ถ้า $i = V(G) - 1$ แล้ว ขั้นตอนวิธีจะจบ แต่ถ้า $i \neq V(G) - 1$ ให้กลับไป

ขั้นตอนที่ 2

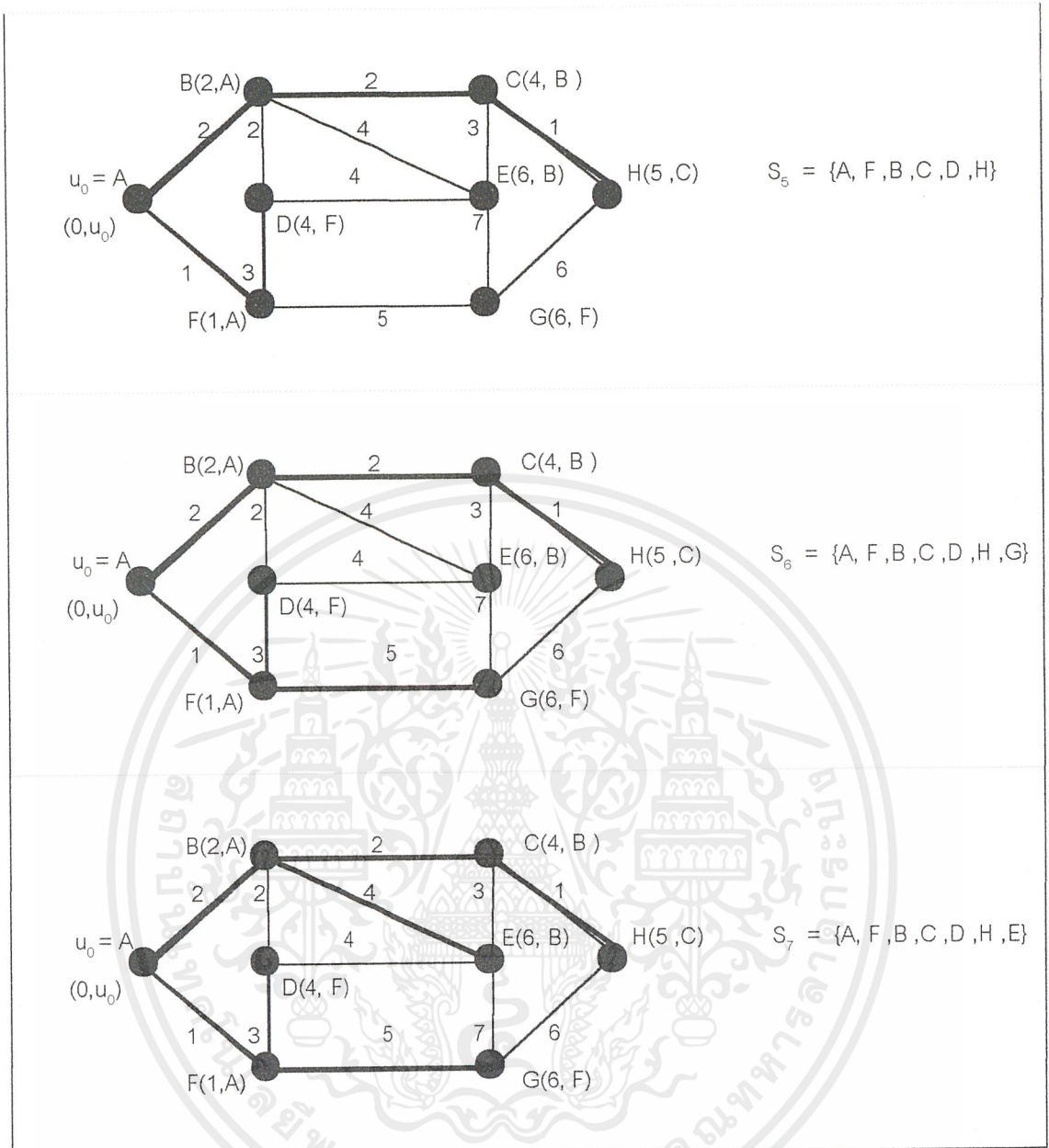
จากรูปที่ 2.9 ขั้นตอนการหาวิถี A-H ที่สั้นที่สุด โดยขั้นตอนวิธีของไดคส์ตราโดยใช้รูปกราฟแสดงเป็นขั้นตอนการได้ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงขั้นตอนการหาวิถี A-H ที่สั้นที่สุด

จากรูปที่ 2.10 เราจะได้ว่า	$d(A,B) = L(B) = 2$	
	$d(A,F) = L(F) = 1$	
	$d(A,C) = L(C) = 4$	$= d(A,B) + w(BC)$
	$d(A,D) = L(D) = 4$	$= d(A,F) + w(FD)$
	$d(A,E) = L(E) = 6$	$= d(A,B) + w(BE)$
	$d(A,G) = L(G) = 6$	$= d(A,F) + w(FG)$
	$d(A,H) = L(H) = 5$	$= d(A,C) + w(CH)$

และวิถี A-H ที่สั้นที่สุดคือ A, B, C, H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฐานข้อมูลใน Delphi

2.3.1 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System)

ฐานข้อมูล (Database) จะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน มีความสัมพันธ์กัน เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกต่อการจัดเก็บและเรียกใช้งาน หากเป็นเมื่อก่อนที่ยังไม่มีระบบฐานข้อมูลใช้กันอย่างแพร่หลาย การจัดการกับข้อมูลระบบบุคลากร จะต้องมีการเพิ่มข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลส่วนตัวของบุคลากร เช่น ชื่อ ที่อยู่ เพิ่มหนึ่ง และมีเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของหน่วยงานหรือองค์กรอีกเพิ่มหนึ่ง อาจจะมีข้อมูลอื่น ๆ อยู่ในอีกหลาย ๆ แห่ง การจะให้ได้ข้อมูลของบุคลากรคนหนึ่งครบถ้วน จะต้องไปเปิดและอ่านข้อมูลในแฟ้มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้โปรแกรมยุ่งยากขึ้น เกิดการผิดพลาดง่ายขึ้น แต่เมื่อเป็นฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันถูกรวมเข้าไว้ด้วยกัน และจัดเก็บอย่างเป็นสัดส่วนอยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน พร้อม ๆ กับความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลนั้นด้วย ซึ่งจะช่วยให้เราเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลนั้นได้ง่ายขึ้น

เนื่องจากข้อมูลต่าง ๆ ถูกจัดรวบรวมกันไว้ในฐานข้อมูลทำให้เราไม่สามารถนำข้อมูลเข้าไปเก็บหรือเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาใช้โดยตรง การนำเอาฐานข้อมูลเข้าไปเก็บหรือดึงออกมาใช้นั้น จะต้องทำผ่านระบบจัดการฐานข้อมูลของฐานข้อมูลนั้น

ดังนั้นระบบจัดการฐานข้อมูลก็คือ โปรแกรม ๆ หนึ่งที่มีหน้าที่ในการจัดการ จัดเก็บบันทึกค้นหา และนำข้อมูลออกมาใช้ และดูแลรักษาข้อมูลให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ ซึ่งหน้าที่หลัก ๆ ของระบบจัดการฐานข้อมูลมีดังนี้

- ดูแลรักษาความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทุก ๆ ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล หากข้อมูลนั้นมีการกำหนดเงื่อนไขไว้ รวมถึงความสามารถในการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล (Error Recovery) ที่เกิดขึ้นในระบบได้

- จัดการดูแลการใช้งานข้อมูลร่วมกันของโปรแกรมหลาย ๆ โปรแกรม

หน้าที่หนึ่งของระบบจัดการฐานข้อมูล คือ พยายามเอื้ออำนวยให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลเดียวกันจากหลาย ๆ โปรแกรมได้อย่างสะดวกและเหมาะสมต่อการใช้งานโดยที่ไม่ทำให้ความถูกต้องของข้อมูลเสียไป

- จัดการและดูแลระบบรักษาความปลอดภัยหรือการจำกัดสิทธิในการเรียกใช้ข้อมูล

การยอมให้มีการใช้งานข้อมูลได้พร้อม ๆ กัน จากหลาย ๆ โปรแกรมหรือผู้ใช้หลาย ๆ คน ผู้ใช้แต่ละคนหรือโปรแกรมแต่ละโปรแกรมมีความต้องการในการใช้ข้อมูลในระดับที่แตกต่างกัน บางคนต้องการที่จะเรียกดูเท่านั้น แต่บางคนต้องการจะแก้ไขข้อมูลด้วย การกำหนดสิทธิในการใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับความต้องการจะช่วยลดความผิดพลาดของข้อมูลได้เป็นอย่างดี

- สร้างมาตรฐานในการเรียกใช้ข้อมูล

ทุก ๆ โปรแกรมที่ต้องการจะเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลจะต้องทำการร้องขอ (Request) จากระบบจัดการฐานข้อมูล ดังนั้นคำสั่งในการเรียกใช้ข้อมูลจากโปรแกรมต่าง ๆ จะเหมือนกันหมดไม่ว่าจะเป็นภาษาอะไรในการพัฒนาโปรแกรมเพราะจะต้องส่งคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ในการเรียกใช้ และจัดการกับข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลจะเข้าใจได้เท่านั้น ซึ่งภาษาหรือคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ในการเรียกใช้และจัดการกับข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลต่าง ๆ ในปัจจุบันคือ Structured Query Language หรือ SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล

ประโยชน์จากการใช้ฐานข้อมูลในการประมวลผลมีมากมาย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเราเลือกใช้ DBMS ที่มีคุณภาพ) ซึ่งจะสรุปไว้ให้เห็นเด่นชัดดังต่อไปนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล
2. สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
4. สามารถควบคุมความเป็นมาตรฐานได้
5. สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้
6. สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้
7. สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้
8. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

ซึ่งเราจะขยายความแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (redundancy can be reduced)

ผู้ใช้แต่ละกลุ่มจะต้องมีไฟล์ส่วนตัวเอาไว้ ดังนั้นจึงเกิดเหตุการณ์ที่ข้อมูลชนิดเดียวกันถูกเก็บไว้หลาย ๆ แห่ง หรือที่เราเรียกว่า ความซ้ำซ้อน การนำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ในที่เดียวกันในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้ อย่างไรก็ตามการใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เราสามารถควบคุมการเกิดความซ้ำซ้อน เพราะถึงแม้ว่าจะต้องเก็บข้อมูลชุดเดียวกันไว้มากกว่าหนึ่งแห่ง DBMS ก็จะเป็นตัวที่ทราบอยู่ตลอดเวลาว่ามีความซ้ำซ้อนอยู่ที่ใดบ้าง

- 2) สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง (inconsistency can be avoided to some extent)

ประโยชน์ข้อนี้ก็สืบเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลไว้หลาย ๆ แห่งอาจก่อให้เกิดปัญหาว่า การแก้ไขข้อมูลเดียวกันนี้ทำไม่เหมือนกันในทุก ๆ แห่งทำให้เกิดปัญหาว่า ข้อมูลชุดเดียวกันอาจมีค่าในแต่ละแห่งไม่ตรงกัน ดังนั้นถ้าการใช้ระบบฐานข้อมูลทำให้เราสามารถลดความซ้ำซ้อนลงไปได้โดยมี DBMS เป็นตัวควบคุมดูแลว่า เมื่อเกิดการแก้ไขข้อมูลขึ้นเมื่อใด จะต้องแก้ไขให้เหมือนกันครบทุกแห่ง

- 3) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (the data can be shared)

การใช้ข้อมูลร่วมกันได้ไม่จำกัดอยู่เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ข้อมูลอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น แต่รวมถึงโปรแกรมประยุกต์ที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ด้วย สามารถที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มข้อมูลเข้าไปในระบบอีก

- 4) สามารถควบคุมความมาตรฐานได้ (standards can be enforced)

จากการที่เรานำข้อมูลมาเก็บรวมกันไว้ฐานข้อมูลเช่นนี้ ทำให้ผู้ที่มิหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลขึ้นมาได้ เช่น ให้ใช้หน่วยมาตรฐานการวัดที่เหมือนกัน รูปแบบในการเขียนวันที่ให้เหมือนกัน เป็นต้น ซึ่งการที่เหล่าข้อมูลล้วนใช้มาตรฐานเดียวกันนี้ ทำการให้การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง เรามีศัพท์ที่ใช้เรียกผู้ควบคุมระบบว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล (database administrator) หรือ DBA โดยที่ ผู้บริหารฐานข้อมูลนี้อาจจะเป็นบุคคลผู้เดียวหรือกลุ่มบุคคลก็ได้

5) สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้ (security restriction can be applied)

ระบบความปลอดภัยในที่นี้หมายถึง การป้องกันไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่มีสิทธิมาใช้ข้อมูลในระบบได้ เนื่องจาก ผู้บริหารฐานข้อมูลเป็นที่ควบคุมการใช้ข้อมูล จึงสามารถกำหนดสิทธิการใช้ของคนใด ๆ ก็ได้ตามความเหมาะสม และผู้ใช้แต่ละคนก็อาจจะใช้ข้อมูลได้ในระดับที่ต่างกัน

6) สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้ (integrity can be maintained)

ความขัดแย้งเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลมีความซ้ำซ้อนเท่านั้น แต่ในแง่ของความคงสภาพ แต่อาจเกิดขึ้นได้แม้ว่าจะไม่มีความซ้ำซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอายุของพนักงานในบริษัทอาจจะมีค่า 300 แทนที่จะเป็น 30 ซึ่งความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากความสะเพร่าในการพิมพ์ข้อมูลก็ได้ ในลักษณะของความไม่ถูกต้องเช่นนี้ ผู้ที่ออกแบบระบบฐานข้อมูลสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความคงสภาพไว้ เช่น ตามตัวอย่าง นี้ก็อาจใส่กฎว่า ค่าของอายุต้องเป็นตัวเลขระหว่าง 16-60 เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการใส่ข้อมูลใหม่หรือแก้ไขข้อมูล DBMS ก็จะควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์

7) สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้ (conflicting requirements can be balanced)

การที่ผู้ใช้งานทั้งหมดขององค์กรใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกันทำให้ ผู้บริหารฐานข้อมูลทราบถึงความต้องการและความสำคัญของผู้ใช้งานทั้งหมด จึงสามารถกำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลเพื่อให้บริการที่ดีที่สุดได้ เช่น เลือกรูปแบบข้อมูลที่ต้องใช้บ่อย ๆ ไว้ในสื่อข้อมูลที่มีความเร็วเป็นพิเศษเป็นต้น เป็นการสร้างสมดุลของความขัดแย้งไม่ให้เกิดความขัดแย้งในหมู่ผู้ใช้ เพราะการออกแบบนั้นกระทำการแนวทางที่มุ่งจะให้ประโยชน์ส่วนรวมดีที่สุด

8) เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล (data independence)

ลักษณะของข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระคือ ข้อมูลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ยังมีความผูกพันอยู่กับวิธีการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งในลักษณะการเขียนโปรแกรมประยุกต์บางประเภท เราอาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลไว้ในตัวโปรแกรมเสียด้วย นั่นก็หมายความว่า ถ้าเกิดต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดเก็บ หรือการเรียกใช้ข้อมูลแล้ว ผู้ใช้ก็จำเป็นต้องสร้างวิธีการประยุกต์ใช้ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นความไม่สะดวกอย่างยิ่ง และทำให้เราหมดโอกาสที่จะปรับปรุงโครงสร้างของข้อมูล เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสรุปแล้วการใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริง ๆ ถูก “ซ่อน” ออกจากมุมมองของการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 Delphi กับการจัดการฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับระบบงานด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งแอปพลิเคชันส่วนใหญ่ ที่มีการพัฒนาขึ้นมักจะเป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานด้านฐานข้อมูล ด้วยกันทั้งนั้น ซึ่งงานทางด้านนี้เป็นงานที่มีรายละเอียดค่อนข้างมาก และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นการมีเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถสร้าง และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ได้ง่ายจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบงาน

Delphi มีเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนางานด้านฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน จากการออกแบบเป็นอย่างดีของ Delphi ทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันทางด้านฐานข้อมูล กลายเป็นสิ่งง่าย และมีประสิทธิภาพสูง โดย Delphi ได้แบ่งส่วนต่างๆ ของระบบงานทางด้านฐานข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ ตั้งแต่การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล การเข้าถึงฐานข้อมูล การติดต่อกับผู้ใช้ และการอำนวยความสะดวกต่างๆ

- **ข้อแนะนำเกี่ยวกับฐานข้อมูลใน Delphi**

ฐานข้อมูลมาตรฐานที่ Delphi ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูล คือ Paradox และ dBASE แต่ Delphi สามารถทำงานกับฐานข้อมูลภายนอกอื่นๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ฐานข้อมูลทั่วไป เช่น Microsoft Access, Microsoft FoxPro (เรียกฐานข้อมูลเหล่านี้ว่า ฐานข้อมูลภายใน) และในชุด Client / Server ยังสามารถใช้กับระบบฐานข้อมูลที่อยู่บนเครื่อง Server เช่น Oracle, MS SQL, SyBase, Interbase (ต่อไปจะเรียกฐานข้อมูลเหล่านี้ว่า ฐานข้อมูล Server)

Delphi มีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลผ่านระบบที่ชื่อว่า Borland Database Engine (BDE) ซึ่งเป็นตัวจัดการระบบทางด้านฐานข้อมูลทั้งหมด

- **เครื่องมือที่ช่วยพัฒนาแอปพลิเคชันทางด้านฐานข้อมูลของ Delphi**

ก่อนที่จะจะเริ่มทำการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านฐานข้อมูล เราควรมาทำความรู้จักกับโปรแกรมต่างๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนางานด้านฐานข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Delphi มีโปรแกรมที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนางานด้านฐานข้อมูลให้อย่างเปรียบพร้อม โปรแกรมต่างๆ เหล่านี้ จะช่วยให้การพัฒนางานสะดวก และง่ายยิ่งขึ้นเป็นอย่างมาก ตั้งแต่การสร้าง และปรับปรุงโครงสร้างฐานข้อมูล การโอนย้ายข้อมูล และการแสดงข้อมูล

โปรแกรมสำหรับช่วยงานทางด้านฐานข้อมูลใน Delphi มีดังนี้

- BDE Administrator
- Database Desktop
- Database Explorer
- Data Migration Expert
- SQL Monitor

ตารางที่ 2.26 แสดงความหมายของศัพท์ทางด้านฐานข้อมูลที่ควรรู้

<ul style="list-style-type: none"> ● ฐานข้อมูล (Database) 	คือกลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งเราสามารถบันทึก เปลี่ยนแปลง ลบ และ สืบค้นกลับมาใช้งานได้ อย่างรวดเร็ว และเป็นระบบ
<ul style="list-style-type: none"> ● ตาราง (Table) 	คือที่สำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งในฐานข้อมูลอาจมีตารางได้หลายตาราง โดยแต่ละตาราง จะประกอบด้วยฟิลด์และเรคอร์ด
<ul style="list-style-type: none"> ● อินเด็กซ์ (Index) 	คือดัชนีของตาราง เราอาจมองอินเด็กซ์ เหมือนกับดัชนีที่อยู่ตอนท้ายของหนังสือก็ได้ ซึ่งมันจึงเป็นตัวช่วยในการค้นหาข้อมูล ภายในตาราง
<ul style="list-style-type: none"> ● ไพรมารีคีย์ (Primary Key) 	คือฟิลด์ที่ใช้เป็นหลักในการเข้าไปจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น การเรียกข้อมูล (query) ออกมาแสดง การเพิ่มข้อมูล และการลบข้อมูล เป็นต้น
<ul style="list-style-type: none"> ● SQL(Structure Query Language) 	คือการสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูล เช่น การเรียกข้อมูล query ออกมาแสดง การเพิ่มข้อมูล การแก้ไขข้อมูล และการลบข้อมูล เป็นต้น
<ul style="list-style-type: none"> ● คิวรี (query) 	คือการสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูล ปกติเราจะเขียนคิวรี โดยใช้คำสั่งภาษา SQL
<ul style="list-style-type: none"> ● BDE(Borland Database Engine) 	เป็นระบบที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ซึ่งงานด้านฐานข้อมูลต่างๆ ของ Delphi จะทำผ่าน BDE ทั้งหมด
<ul style="list-style-type: none"> ● Driver (ไดรเวอร์) 	เป็นตัวกลางที่ช่วยในการเชื่อมต่อจาก BDE ไปยังฐานข้อมูล เราสามารถเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล ทุกประเภทที่เรามี Driver ในการเชื่อมต่อ ซึ่งใน BDE มี Driver ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันเกือบทุกประเภท เราอาจจะต้องกำหนดคุณสมบัติบางตัวของ Driver ให้ถูกต้องเพื่อให้การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เป็นไปอย่างสมบูรณ์
<ul style="list-style-type: none"> ● Alias (แอเลียส) 	เป็นตัวเก็บคุณสมบัติต่างๆ ในการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล เช่น ประเภทฐานข้อมูล , ตำแหน่งที่เก็บฐานข้อมูล , ชื่อฐานข้อมูล เป็นต้น สมมติว่าเรามีฐานข้อมูล Paradox อยู่ที่โฟลเดอร์ C:\DATA เราสามารถสร้าง Alias ที่เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลนี้ โดยกำหนดคุณสมบัติการเชื่อมต่อเป็น Type = STANDARD , Default = Paradox Path = C:\ DATA , Enable BCD = False

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โครงสร้างของฐานข้อมูล

2.3.4.1 โครงสร้างพื้นฐานของฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์

ฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ในหลักการแล้วมีพื้นฐานมาจากทางคณิตศาสตร์ในเรื่องทฤษฎีของเซต (Theory of set) ข้อมูลจะถูกนำเสนอให้ผู้เห็นเป็นรูปของตารางแต่เพียงอย่างเดียว เพราะเข้าใจง่ายและสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ โครงสร้างข้อมูลหลักที่สำคัญ ๆ ของฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเก็บและค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล มีดังนี้

1. ตาราง เรคคอร์ด และฟิลด์ (Table , Record and Field)

ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลจะถูกจัดเก็บและนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง (Table) โดยในตารางหนึ่ง ๆ จะจัดเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน ในแต่ละตารางประกอบด้วย เรคคอร์ด (Record) และฟิลด์ (Field) ตามลำดับ

ดังนั้นแต่ละแถวของตารางก็คือ ข้อมูลหนึ่งชุดหรือข้อมูล 1 เรคคอร์ด (Record) และในแต่ละเรคคอร์ดจะประกอบด้วย ฟิลด์(Field) ที่เป็นหน่วยย่อยที่แสดงคุณลักษณะ (Attribute) ของข้อมูลแต่ละเรคคอร์ด ชุดนั้น

2. ดรรชนี (Index)

หากตารางข้อมูลพนักงานมีข้อมูลเก็บอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การประยุกต์ใช้ในองค์กรที่มีพนักงานเป็นจำนวนพันหรือหมื่นคน หากในฐานมีข้อมูลมีโครงสร้างตารางเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การที่จะค้นหาข้อมูลที่ต้องการของพนักงานคนใดคนหนึ่งที่จะต้องเสียเวลาเป็นอย่างมาก เพราะจะต้องทำการค้นหาข้อมูลตามลำดับทีละเรคคอร์ด ๆ ในตารางไปจนกว่าจะพบข้อมูลของพนักงานที่ต้องการ เพื่อช่วยให้การค้นหาข้อมูลตามที่ต้องการได้เร็วขึ้น ฐานข้อมูลทั่วไปจึงมีโครงสร้างอีกประเภทหนึ่งเรียกว่า ดรรชนี (Index) เพื่อสนับสนุนการค้นหาข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องค้นหาจากข้อมูลทั้งหมดในตารางเช่นเดียวกันกับลักษณะของดรรชนีท้ายเล่มของหนังสือแต่ละเล่มที่ช่วยให้เราสามารถค้นหาคำที่ต้องการว่า ปรากฏอยู่ในหน้าใดของหนังสือเล่มนั้นบ้าง โดยที่ไม่จำเป็นต้องอ่านหนังสือตั้งแต่ต้นจนหมดทั้งเล่ม

โครงสร้างของดรรชนีในฐานข้อมูลโดยมากมักจะใช้โครงสร้างข้อมูลประเภท B-Tree ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบต้นไม้หรือลำดับขั้นที่สมดุล

โดยปกติแล้ว ในแต่ละตารางมักจะมีบางฟิลด์หรืออาจจะหลายฟิลด์ประกอบกันที่สามารถจะบอกถึงความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละแถวได้ คือสามารถใช้อ้างถึงข้อมูลในเรคคอร์ดที่ต้องการได้ ฟิลด์หรือคอลัมน์ดังกล่าวเรียกว่าเป็น ดรรชนีหลัก (Primary Key) ของตารางนั้น

ในแต่ละตารางอาจมีโครงสร้างของดรรชนีรองรับได้มากกว่าหนึ่งดรรชนี ดรรชนีบางตัวอาจมีค่าที่ซ้ำกันได้ (Duplicable) การที่จะมีดรรชนีรองรับเป็นจำนวนเท่าใดขึ้นอยู่กับลักษณะของการค้นหาข้อมูลว่า จะใช้ข้อมูลในฟิลด์ใดเป็นจุดเริ่มต้นในการค้นหา แต่อย่างน้อยในแต่ละตารางก็ควรจะมีดรรชนีหลักที่สามารถใช้แยกแยะหรือระบุถึงข้อมูลในแต่ละเรคคอร์ดของตารางนั้นได้

3. ความสัมพันธ์ของตาราง (Relation)

ฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ (Relational Database) ส่วนใหญ่แล้วจะประกอบไปด้วย ตารางฐานข้อมูลต่าง ๆ หลายตาราง และในแต่ละตารางมักจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตาราง สามารถเป็นได้ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง สามารถเป็นได้ดังนี้

หมายความว่า ข้อมูลรายการหนึ่งจากตารางหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลของอีกตารางหนึ่งได้มากกว่าหนึ่งรายการ

2) ความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหนึ่งรายการ (Many – to – One Relation)

มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบย้อนกลับกับความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการ

3) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหนึ่งรายการ (One – to – One Relation)

ความสัมพันธ์รูปแบบนี้ ข้อมูลรายการหนึ่งของตารางหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลของอีกตารางหนึ่งได้เพียงหนึ่งรายการเท่านั้น

4) ความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหลายรายการ (Many – to – many Relation)

ตารางหนึ่งมีความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหลายรายการของอีกตารางหนึ่ง

ในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่ดี เราจะพบแต่ความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหนึ่งรายการ หรือความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการ โดยตรงระหว่างสองตารางในฐานข้อมูล ถึงแม้ว่าข้อมูลสองตารางมีความสัมพันธ์กับแบบหลายรายการต่อหลายรายการ แต่จะพบว่ามีการสร้างตาราง ขึ้นมาอีกหนึ่งตารางมีความสัมพันธ์กับแบบหลายรายการต่อหลายรายการ แต่จะพบว่ามีการสร้างตารางขึ้นมาอีกหนึ่งตารางเพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสองตารางข้างต้น โดยที่ตารางหนึ่งจะมีความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหนึ่งรายการกับตารางที่สร้างขึ้นใหม่นี้ และก็จะมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการจากตารางที่สร้างขึ้นใหม่นี้ไปยังตารางอีกหนึ่งในความสัมพันธ์เดิม

4. โปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล (Stored Procedure)

โครงสร้างหรือองค์ประกอบนี้ จะสนับสนุนเฉพาะในระบบจัดการฐานข้อมูลชั้นนำเท่านั้น รวมทั้ง MS-Access ด้วย ลักษณะของโปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล หรือ Stored Procedure จะถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน หรือจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นบ่อย ๆ ได้ เช่นเดียวกับการสร้างโปรแกรมย่อย (Subroutine) ไว้ในโปรแกรม

ประโยชน์ของการสร้างโปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูลหรือ Stored Procedure นี้ช่วยลดความซับซ้อนของโปรแกรมที่เรียกใช้หรือทำงานกับฐานข้อมูลนั้นแล้วผู้พัฒนาจะสามารถเรียกใช้ได้เลย ทำให้ไม่จำเป็นต้องสร้างการทำงานนั้นในโปรแกรม และช่วยสร้างความเป็นอิสระของโปรแกรมจากฐานข้อมูลได้อีกระดับหนึ่ง เพราะโปรแกรมย่อยดังกล่าวถูกเก็บรวมกับฐานข้อมูล และหากโครงสร้างของฐานข้อมูลเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไป ก็เพียงแต่โปรแกรมทุก ๆ โปรแกรมที่มีการเรียกใช้หรือทำงานกับฐานข้อมูลนั้น ๆ อีก และอีกประเด็นหนึ่งคือ ความเร็วในการประมวลผลที่ดีขึ้น

ลักษณะของชุดคำสั่งที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมย่อยให้สามารถทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล และวิธีการเรียกใช้จะแตกต่างกันไปตามระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละระบบ แต่จะมีลักษณะที่เหมือนกัน คือ ลักษณะคล้ายกับภาษาแบบสคริปต์ (Script Language) ที่มีคำสั่งสำหรับใช้ในการกำหนดค่า (Assignment Statement) การควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม (Control – Flow Statement) รวมทั้งคำสั่งที่ใช้ในการทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล ที่มักจะใช้ชุดคำสั่งของ SQL

2.3.5 การออกแบบฐานข้อมูล

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงหลักการและวิธีการในการออกแบบฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ที่เหมาะสมทั้งในเชิงทฤษฎีและวิธีการปฏิบัติ

2.3.5.1 ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ

1. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Database Design)

ขั้นตอนนี้มีหลักการเหมือนกันหมดไม่ว่าจะใช้กับระบบจัดการฐานข้อมูลใด ผลที่ได้จากการออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะนี้ เปรียบได้กับการสร้างแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ต้องการแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ได้นี้ไม่ขึ้นอยู่กับระบบหรือขนาดของเครื่องที่ใช้และไม่ขึ้นอยู่กับระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้

2. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Database Design)

จากแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ได้ เราจะต้องมากำหนดรายละเอียดทางกายภาพเพิ่มเติม ซึ่งในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องเอาข้อกำหนดของระบบที่ใช้ (System Configuration) เช่น ระบบที่ใช้มีดีสก์กี่ตัว แต่ละตัวมีความจุเท่าใดและต่ออยู่ในระบบอย่างไร ปริมาณข้อมูลที่ต้องการจะรองรับ และความถี่ในการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล รวมถึงต้องพิจารณาถึงระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ด้วย เพราะระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละระบบจะมีความสามารถบางอย่างที่ไม่เหมือนกัน เราควรออกแบบฐานข้อมูลในเชิงกายภาพนี้ให้เหมาะสมกับระบบต่าง ๆ ที่ใช้ เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และสะดวกในการบำรุงรักษา

ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ

เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการออกแบบฐานข้อมูล เพราะว่าหากแบบแปลนของฐานข้อมูลจากการออกแบบในเชิงตรรกะที่ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม ก็ไม่สามารถจะออกแบบฐานข้อมูลในเชิงกายภาพให้ดีและจัดสร้างข้อมูลอย่างที่ต้องการได้ การออกแบบในขั้นตอนนี้ใช้ได้กับระบบจัดการฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ทุก ๆ ระบบ และไม่ขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้ การออกแบบนี้มีขั้นตอนย่อย ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. กำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการ
2. กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการในข้อมูลแต่ละประเภท
3. กำหนดตรรกะหลักสำหรับข้อมูลแต่ละประเภท
4. กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละประเภท
5. กำหนดคุณลักษณะของความสัมพันธ์
6. เปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)
8. รวมข้อมูลที่มีตรรกะหลักเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

ในแต่ละหัวข้อจะอธิบายเพิ่มดังต่อไปนี้

1. กำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการ

เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบเชิงตรรกะ คือ ต้องระบุให้ได้ว่าในระบบที่ต้องการนั้นคือ มีการใช้ข้อมูลประเภทใดบ้าง ข้อมูลแต่ละประเภทดังกล่าวในสุดท้ายแล้วก็คือตารางในฐานข้อมูลนั่นเอง ซึ่งอาจจะเป็นตารางเพียงหนึ่งตารางหรือมากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดเริ่มต้น และกระบวนการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

2. กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการในข้อมูลแต่ละประเภท

หลังจากที่กำหนดได้แล้วว่าในฐานข้อมูลที่ต้องการจะออกแบบนั้นประกอบด้วยข้อมูลประเภทใดบ้าง จากนั้นจะต้องกำหนดว่าในข้อมูลแต่ละประเภทประกอบด้วยคุณลักษณะอะไรบ้าง และแต่ละคุณลักษณะจะใช้เก็บข้อมูลชนิดไหนเป็นข้อมูลแบบตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งในสุดท้ายแล้วคุณลักษณะแต่ละตัวก็จะกลายเป็นฟิลด์ ๆ หนึ่งของตาราง เราจึงไม่ควรที่กำหนดคุณลักษณะมากมายเกินความต้องการใช้งานเพราะจะทำให้ฐานข้อมูลใหญ่โตโดยไม่จำเป็น

3. กำหนดตรรกะหลักสำหรับข้อมูลแต่ละประเภท

ข้อมูลแต่ละประเภทที่ได้ซึ่งก็คือตารางนั้น อย่างน้อยจะต้องมีคุณลักษณะบางตัวหรือหลายตัวประกอบกัน เพื่อใช้แยกแยะหรือระบุถึงข้อมูลใด ๆ ที่ต้องการในตารางได้ ซึ่งก็คือตรรกะหลักของตารางข้อมูลแต่ละตารางจะมีตรรกะหลักได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น

4. กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละประเภท

เมื่อได้รายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทเรียบร้อยแล้ว จะต้องพิจารณาต่อไปว่าในข้อมูลแต่ละประเภทหรือตารางนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างกันบ้างไหม โดยทั่วไประบบจัดการฐานข้อมูลจะใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดและควบคุมความถูกต้องของข้อมูล (Data Integrity) โดยเฉพาะในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูลในการอ้างอิงถึง (Referential Integrity) ซึ่งจะช่วยลดปริมาณงานในโปรแกรมได้เป็นอย่างดี เพราะการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะทำเองโดยอัตโนมัติในระบบจัดการฐานข้อมูล

5. กำหนดคุณลักษณะของความสัมพันธ์

หลังจากที่ได้ความสัมพันธ์ตามที่ต้องการแล้ว ในบางความสัมพันธ์อาจมีคุณลักษณะเพิ่มเติมเพื่อเป็นการให้ข้อมูลหรือความหมายของความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง

เมื่อได้รายละเอียดคุณลักษณะความสัมพันธ์แล้ว จำเป็นต้องเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปเช่นเดียวกับข้อมูลประเภทหนึ่ง เพื่อให้ให้พิจารณาและดำเนินการในขั้นตอนต่อไปในลักษณะเดียวกัน วิธีการเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้เป็นรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง ทำโดยนำคุณลักษณะที่เป็นดรรชนีหลักของตารางที่มีความสัมพันธ์กันมาใส่เพิ่มเติมในความสัมพันธ์นั้น แล้วเขียนให้อยู่ในรูปแบบเช่นเดียวกับข้อมูลอื่น ๆ

7. Normalization

ในข้อมูลแต่ละประเภท การทำ Normalization เป็นกระบวนการที่ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในระบบได้เป็นอย่างดี ซึ่งหากข้อมูลไม่มีการซ้ำซ้อนแล้ว จะช่วยให้การค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้ง่ายขึ้น รวมทั้งง่ายต่อการแก้ไขหรือลบข้อมูลที่อาจจะมีซ้ำซ้อนในทางปฏิบัติทั่วไป แล้วจะทำการ Normalization ข้อมูลที่ได้ถึงระดับที่ 3 ก็เพียงพอ

โดยแต่ละระดับของการ Normalization มีดังนี้

1) Normalization ระดับที่ 1 (No repeating group)

ข้อมูลที่จัดอยู่ในรูปแบบ Normalization ระดับที่ 1 จะต้องไม่มีคุณลักษณะที่ซ้ำกันได้ ข้อมูลประเภทนั้น ซึ่งหมายถึงว่า สำหรับแต่ละเรคอร์ดของข้อมูลนั้นจะต้องไม่มีคุณลักษณะนั้นเกิดขึ้นซ้ำกัน

ดังนั้นเมื่อตรวจพบว่าอาจมีคุณลักษณะที่ซ้ำกันได้ จะทำการแก้ไขโดยการนำเอาคุณลักษณะของข้อมูลที่อาจซ้ำกันแยกออกมาสร้างเป็นข้อมูลอีกประเภทหนึ่ง พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะของดรรชนีหลักของข้อมูลเดิมเพิ่มในข้อมูลใหม่นี้ด้วย

2) Normalization ระดับที่ 2 (No partial key dependency)

หลังจากที่ผ่านการ Normalization ระดับที่ 1 แล้ว ข้อมูลที่ได้แต่ละตัวจะไม่มีคุณลักษณะที่อาจซ้ำกันได้ซ้อนอยู่อีก การทำ Normalization ระดับที่ 2 นี้จะทำการตรวจสอบว่ามีคุณลักษณะใดบ้างโยงหรือขึ้นอยู่กับคุณลักษณะใด ๆ ที่เป็นดรรชนีหลักของข้อมูลนั้น

การแก้ไขปรับปรุงของข้อมูลในลักษณะนี้ ทำโดยการแยกเอาคุณลักษณะที่โยงหรือขึ้นอยู่กับบางส่วนของดรรชนีหลักออกจากข้อมูลนั้น ไปสร้างเป็นข้อมูลใหม่อีกประเภทหนึ่ง พร้อมทั้งนำคุณลักษณะที่คุณลักษณะในดรรชนีที่ถูกอ้างถึงไปไว้ในข้อมูลใหม่นี้ด้วย

3) Normalization ระดับที่ 3 (No non – key dependency)

การ Normalization ระดับที่ 3 จะต้องตรวจสอบว่ามีคุณลักษณะของข้อมูลใดบ้างที่โยงหรือขึ้นอยู่กับคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของดรรชนีหลักของข้อมูล

การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในลักษณะนี้ จะต้องนำเอาคุณลักษณะ ตัวนั้นออกจากข้อมูลพร้อมทั้งคุณลักษณะที่ถูกโยงหรืออ้างถึงแยกออกไปสร้างเป็นข้อมูลใหม่อีกประเภทหนึ่ง

8. รวมข้อมูลที่มีดรรชนีหลักเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

หลังจากที่ทำการ Normalization ให้กับข้อมูลต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว อาจจะได้ข้อมูลหรือตารางเพิ่มเติมขึ้นมา หรือได้ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาจาก การเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้เป็นข้อมูลประเภทหนึ่ง หรือมีข้อมูลมากกว่าหนึ่งประเภทที่มีดรรชนีหลักเหมือนกัน ซึ่งหากข้อมูลทั้งสองมีดรรชนีหลักเหมือนกัน ก็หมายความว่า ข้อมูลทั้งสองสามารถจะรวมกันเป็นข้อมูลเดียวกันได้ เพราะเราสามารถอ้างอิงถึงข้อมูลนั้นได้จากดรรชนีเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

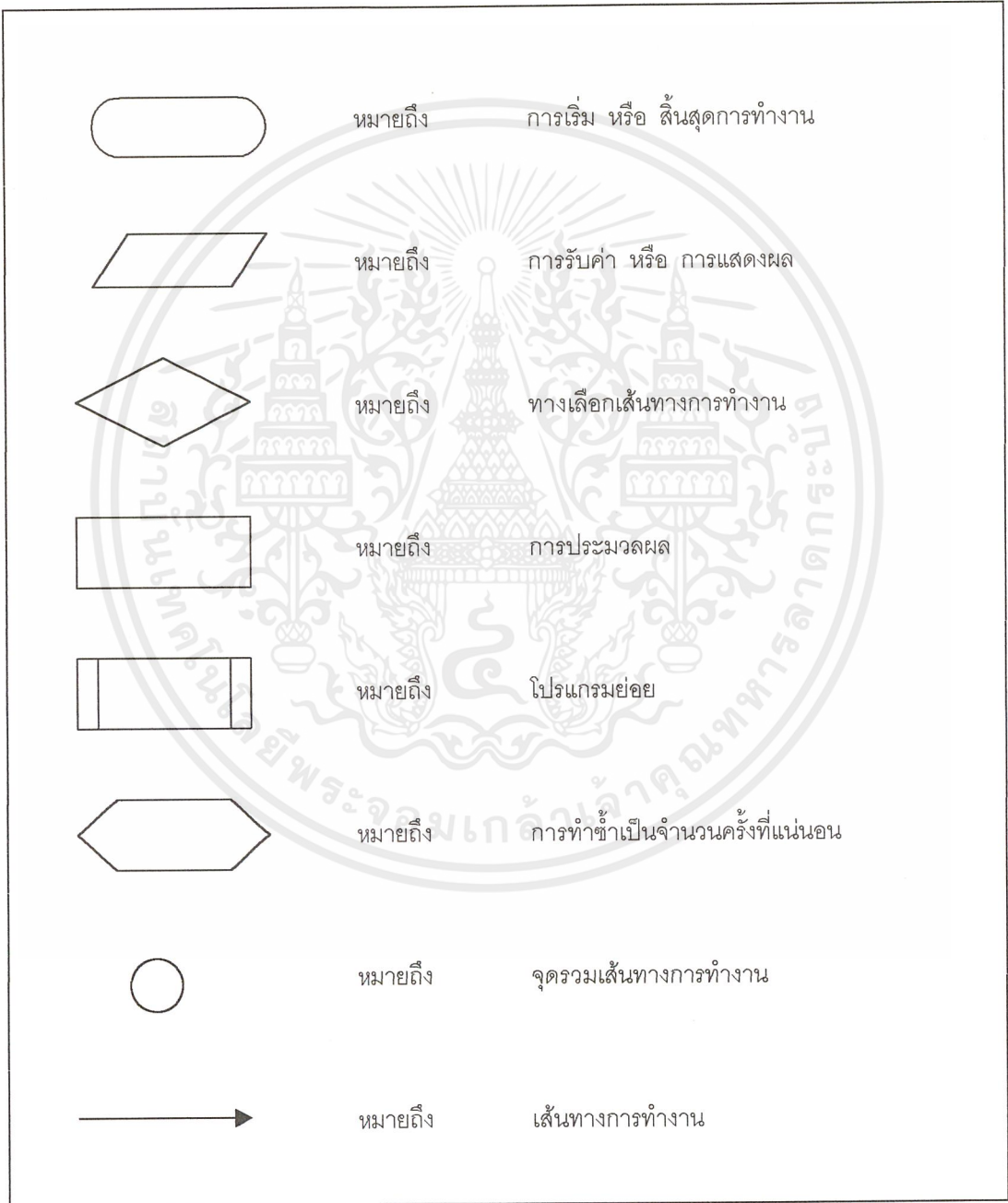
บทที่ 3

การออกแบบระบบงาน

3.1 รายละเอียดการออกแบบระบบงาน

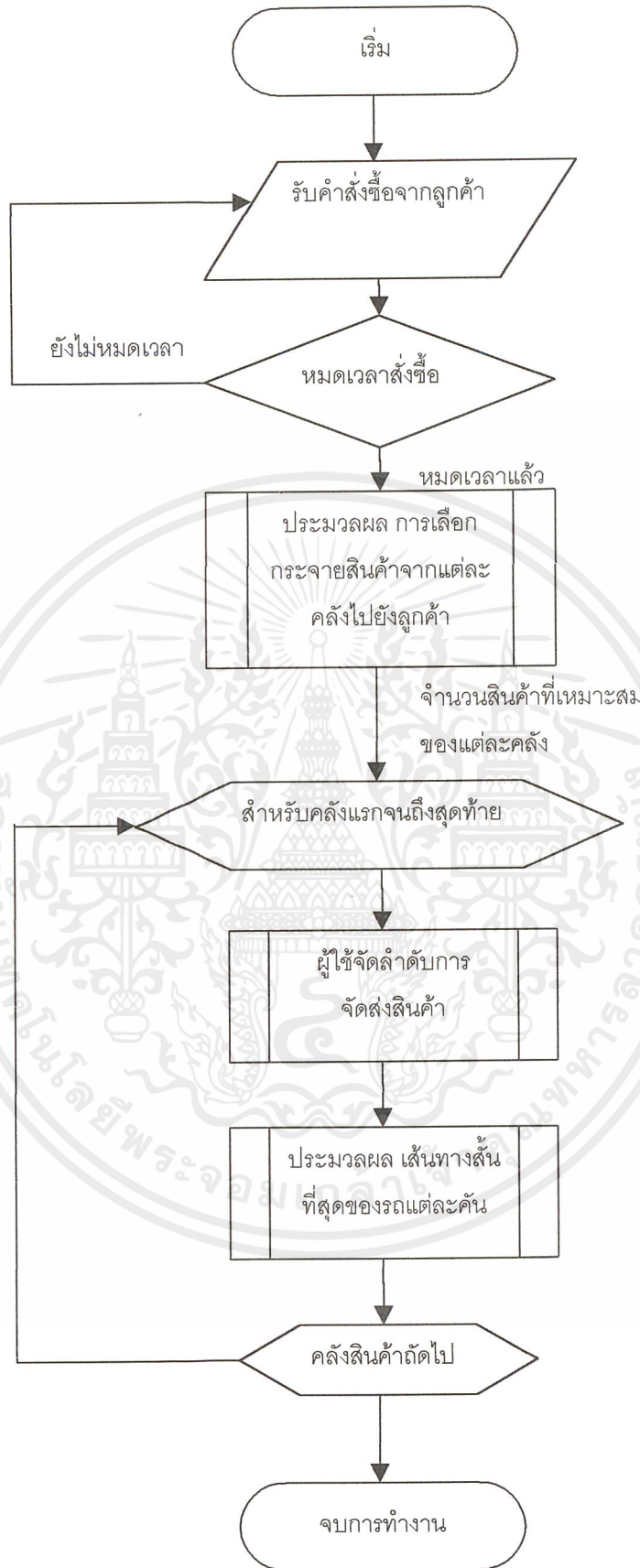
3.1.1 แผนภาพแสดงลำดับการประมวลผล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงลำดับการประมวลผลของโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



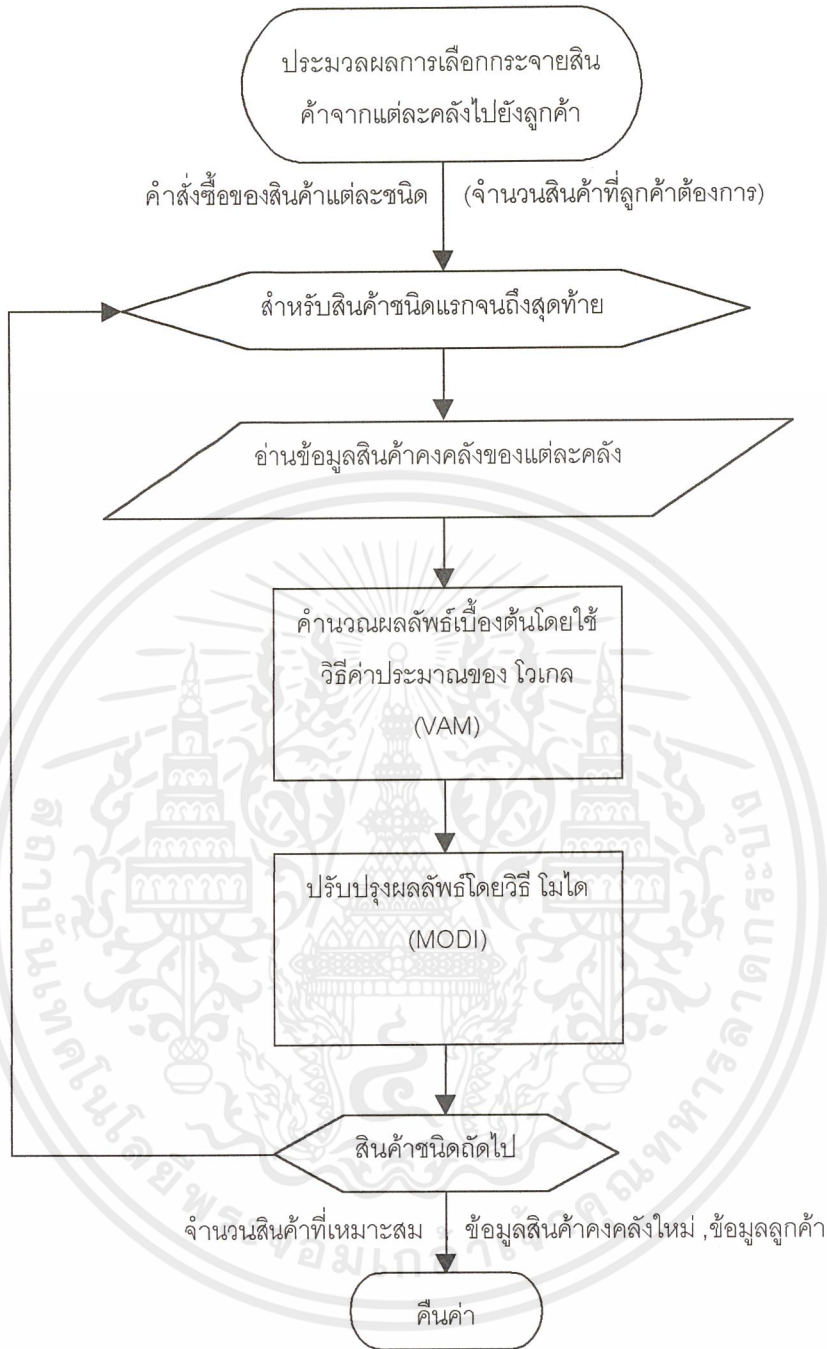
รูปที่ 3.1 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงลำดับการประมวลผลของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



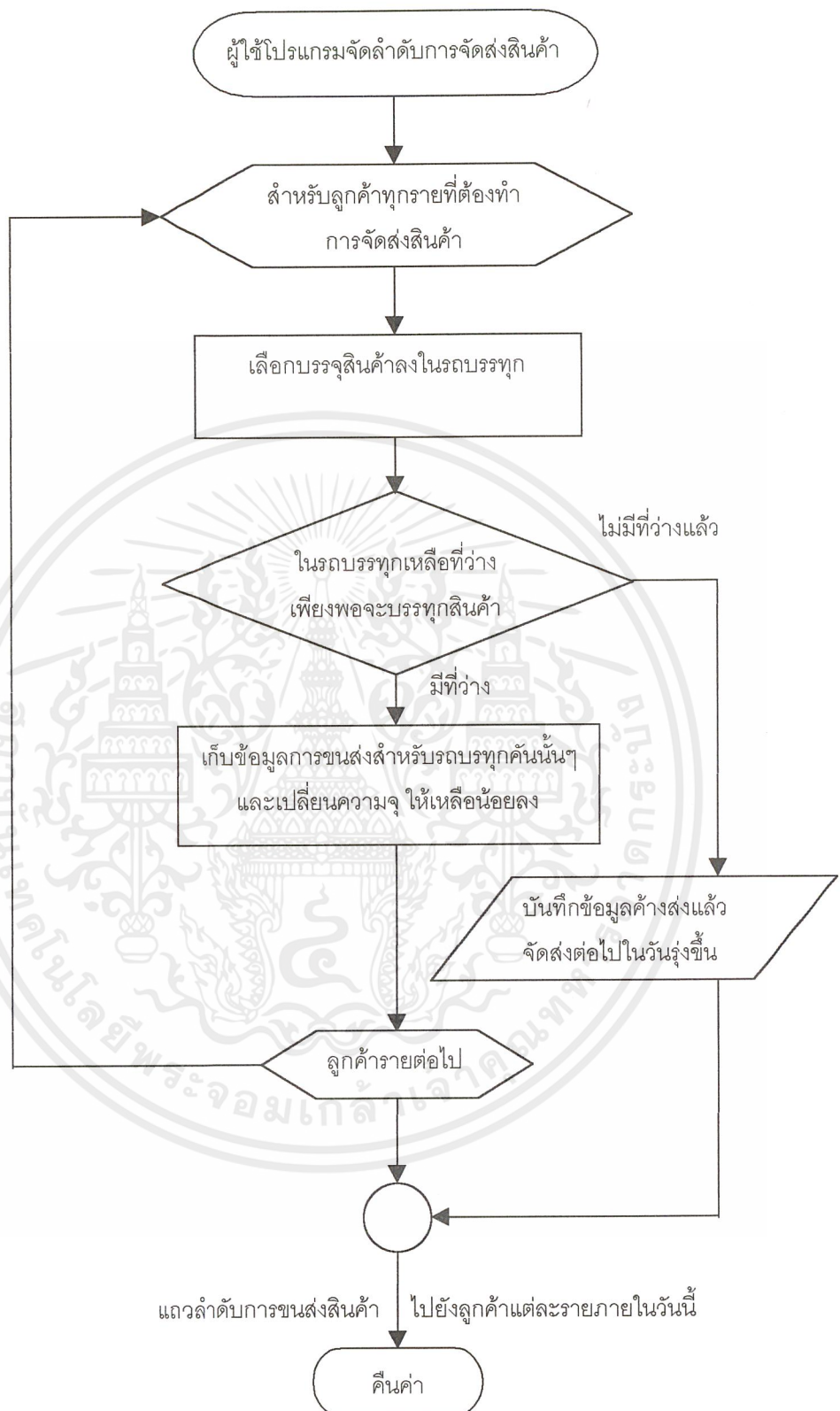
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานโดยทั่วไปของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



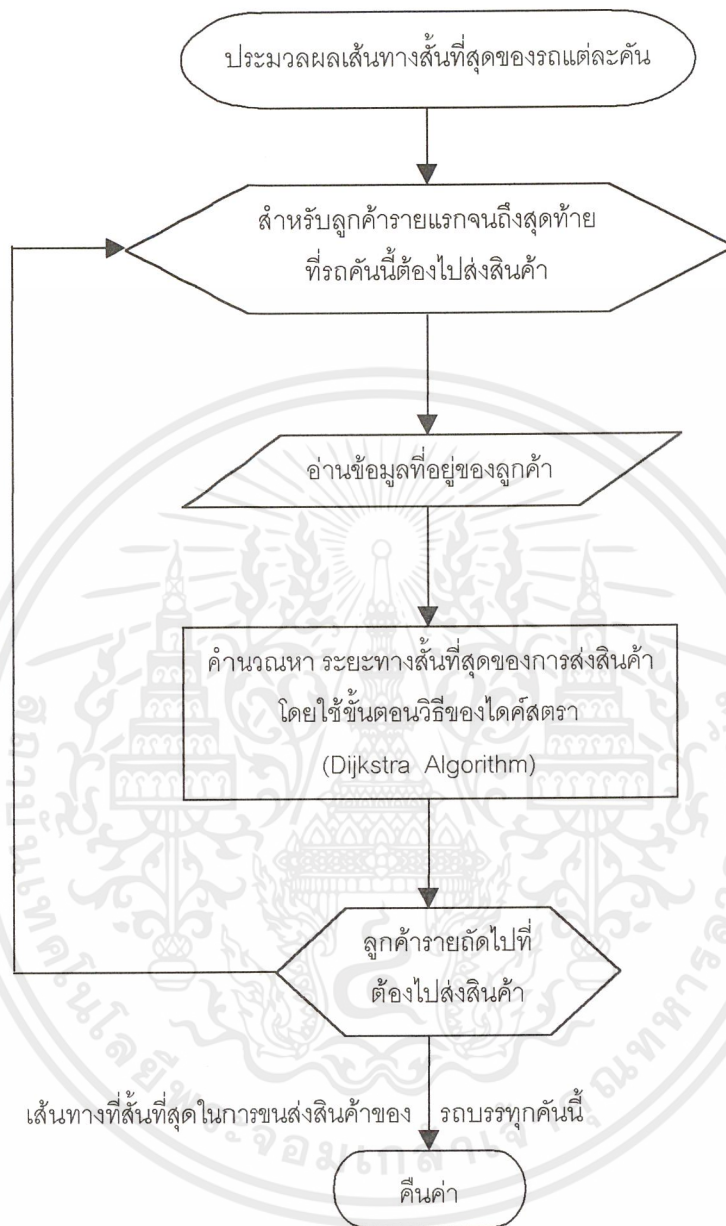
รูปที่ 3.3 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลการเลือกกระจายสินค้าจากแต่ละคลังไปยังลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลลำดับการจัดส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ส่วนขยายของวิธีการประมวลผลเส้นทางสั้นที่สุดของรถแต่ละคัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 รายละเอียดของฐานข้อมูล

1.) รายชื่อของฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

รายชื่อฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

ลำดับที่	ชื่อตาราง	ความหมาย
1.	Car	รายละเอียดของรถแต่ละคันที่เข้าบรรทุกสินค้า
2.	Cust	รายละเอียดลูกค้า
3.	Deliver	จำนวนสินค้าที่ได้จากการคำนวณโดยทฤษฎีปัญหาการขนส่ง
4.	Detailor	รายละเอียดของใบส่งสินค้าแต่ละใบ
5.	Inv	รายละเอียดคลังสินค้า
6.	Ordert	รายละเอียดใบส่งสินค้า
7.	Percent	เปอร์เซ็นต์การขายของลูกค้า
8.	Pro	รายละเอียดสินค้า
9.	Proinv	จำนวนสินค้าคงคลัง
10.	Reg	รายชื่อเขตทั้งหมดที่มีการจัดส่ง
11.	Reginv	พื้นที่จัดส่งของแต่ละคลัง
12.	Zone_TB	รายชื่อเขตทั้งหมดที่มีในแผนที่
13.	Road_TB	รายชื่อถนนทั้งหมดที่มีในแผนที่
14.	Point_Road	ตำแหน่งของจุดที่อยู่บนถนน
15.	Part_Road	ส่วนต่างๆที่ใช้ในการแบ่งถนน
16.	Short_Road	ระยะทางที่น้อยที่สุด และจุดที่ใช้ในการเดินทางจากจุดถึงจุด
17.	Part_Hamil_TB	ระยะทางที่น้อยที่สุด และจุดที่ใช้ในการเดินทางจากถนนถึงถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) รายละเอียดของฐานข้อมูลแต่ละตาราง

รายละเอียดของฐานข้อมูลแต่ละฐานข้อมูล แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

- ชื่อตาราง car
ชื่อคีย์หลัก idcar

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตาราง car

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idcar	Alphabet(7)	รหัสรถบรรทุก
2	Name	Alphabet(20)	ชนิดของรถบรรทุก
3	Volume	Number	ความจุ
4	Idinv	Alphabet(2)	รหัสคลังสินค้า ที่รถบรรทุกสังกัดอยู่

- ชื่อตาราง cust
ชื่อคีย์หลัก idcust

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของตาราง cust

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idcust	Alphabet(4)	รหัสลูกค้า
2	Name	Alphabet(20)	ชื่อลูกค้า
3	Last	Alphabet(20)	นามสกุล
4	Address	Alphabet(20)	บ้านเลขที่
5	Soi	Alphabet(20)	ซอย
6	District	Alphabet(20)	แขวง
7	Region	Alphabet(20)	เขต
8	Road	Alphabet(20)	ถนน
9	Province	Alphabet(20)	จังหวัด
10	Tel	Alphabet(20)	โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อตาราง deliver
- ชื่อคีย์หลัก idor , idpro , idinv , idcar

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของตาราง deliver

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idor	Alphabet(4)	รหัสใบสั่งซื้อ
2	Idpro	Alphabet(4)	รหัสสินค้า
3	Idinv	Alphabet(2)	รหัสคลังสินค้า
4	Idcar	Alphabet(7)	รหัสรถบรรทุก
5	Amount	Number	จำนวนสินค้า

- ชื่อตาราง detailor
- ชื่อคีย์หลัก idor , idpro

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของตาราง detailor

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idor	Alphabet(4)	รหัสใบสั่งซื้อ
2	Idpro	Alphabet(4)	รหัสสินค้า
3	Amount	Number	จำนวนสินค้า
4	Date	Date	วันที่สั่งซื้อ

- ชื่อตาราง inv
- ชื่อคีย์หลัก idinv

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของตาราง inv

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idinv	Alphabet(2)	รหัสคลังสินค้า
2	Address	Alphabet(20)	เลขที่
3	Soi	Alphabet(20)	ซอย
4	District	Alphabet(20)	แขวง
5	Region	Alphabet(20)	เขต
6	Road	Alphabet(20)	ถนน
7	Province	Alphabet(20)	จังหวัด
8	Tel	Alphabet(20)	โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อตาราง ordert
ชื่อคีย์หลัก idor

ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของตาราง ordert

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idor	Alphabet(4)	รหัสใบสั่งซื้อ
2	Idcust	Alphabet(4)	รหัสลูกค้า

- ชื่อตาราง percent
ชื่อคีย์หลัก idcust , idpro

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของตาราง percent

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idcust	Alphabet(4)	รหัสลูกค้า
2	Idpro	Alphabet(4)	รหัสสินค้า
3	Percent	Number	เปอร์เซ็นต์การขาย

- ชื่อตาราง pro
ชื่อคีย์หลัก idpro

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดของตาราง pro

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idpro	Alphabet(4)	รหัสสินค้า
2	Name	Alphabet(20)	ชื่อสินค้า
3	Price	Number	ราคาสินค้า / หน่วย
4	Weight	Number	น้ำหนักสินค้า / หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อตาราง proinv
- ชื่อคีย์หลัก idpro , idinv

ตารางที่ 3.10 แสดงรายละเอียดของตาราง proinv

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idpro	Alphabet(4)	รหัสสินค้า
2	Idinv	Alphabet(2)	รหัสคลังสินค้า
3	Amount	Number	จำนวนสินค้าคงคลัง

- ชื่อตาราง reg
- ชื่อคีย์หลัก region

ตารางที่ 3.11 แสดงรายละเอียดของตาราง reg

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Region	Alphabet(20)	ชื่อเขต

- ชื่อตาราง reginv
- ชื่อคีย์หลัก idinv , region

ตารางที่ 3.12 แสดงรายละเอียดของตาราง reginv

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Idinv	Alphabet(2)	รหัสคลังสินค้า
2	Region	Alphabet(20)	เขตที่บริการจัดส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อตาราง Zone_TB
- ชื่อคีย์หลัก Zone , Street

ตารางที่ 3.13 แสดงรายละเอียดของตาราง Zone_TB

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Zone	Alphabet(50)	ส่วนของถนนที่อยู่ในเขต
2	Street	Alphabet(50)	ชื่อของถนนที่อยู่ในเขต

- ชื่อตาราง Road_TB
- ชื่อคีย์หลัก ID_Road

ตารางที่ 3.14 แสดงรายละเอียดของตาราง Road_TB

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	ID_Road	Alphabet(5)	รหัสของถนน
2	Name_Road	Alphabet(50)	ชื่อของถนน

- ชื่อตาราง Point_Road
- ชื่อคีย์หลัก ID_Point

ตารางที่ 3.15 แสดงรายละเอียดของตาราง Point_Road

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	ID_Point	Alphabet(5)	รหัสของจุด
2	X	Number	ค่าของตำแหน่ง X
3	Y	Number	ค่าของตำแหน่ง Y

- ชื่อตาราง Part_Road
- ชื่อคีย์หลัก ID_Road , Part_Road

ตารางที่ 3.16 แสดงรายละเอียดของตาราง Part_Road

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	ID_Road	Alphabet(5)	รหัสของถนน
2	Part_Road	Alphabet(5)	ส่วนของถนน
3	Partt_Road	Number	ระยะทางของส่วนถนน
4	XY1	Number	ตำแหน่งแรกของส่วนของถนน
5	XY2	Number	ตำแหน่งที่สองของส่วนของถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อตาราง Short_Road
- ชื่อคีย์หลัก ID_Point1 , ID_Point2

ตารางที่ 3.17 แสดงรายละเอียดของตาราง Short_Road

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	ID_Point1	Alphabet(5)	รหัสของจุดที่ 1
2	ID_Point2	Alphabet(5)	รหัสของจุดที่ 2
3	Weight	Number	ระยะทางจากจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 2
4	List	Alphabet(5)	จุดที่ต้องผ่านจากจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 2

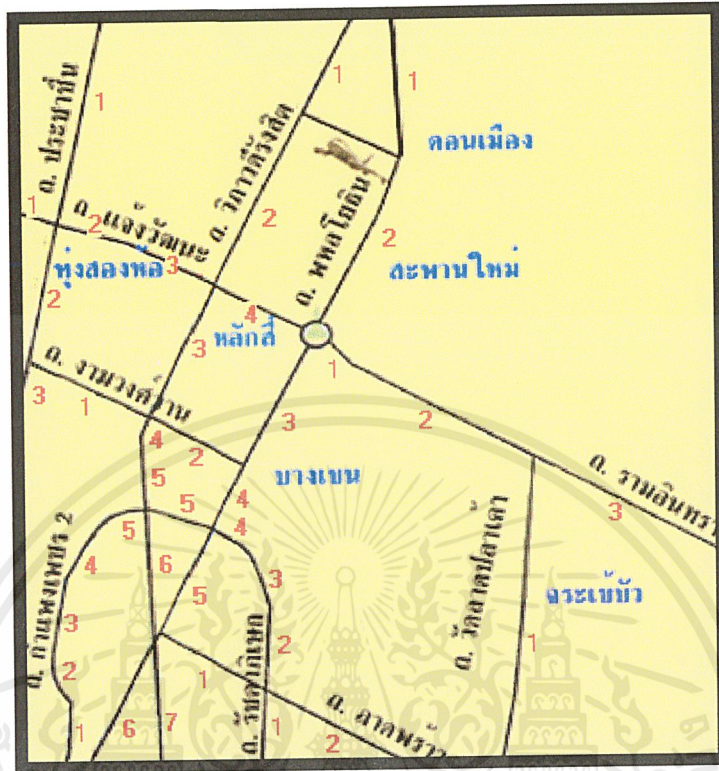
- ชื่อตาราง Part_Hamil_TB
- ชื่อคีย์หลัก ID_Part1 , ID_Part2

ตารางที่ 3.18 แสดงรายละเอียดของตาราง Part_Hamil_TB

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	ID_Part1	Alphabet(5)	รหัสของส่วนถนนที่ 1
2	ID_Part2	Alphabet(5)	รหัสของส่วนถนนที่ 2
3	List	Alphabet(100)	จุดที่ต้องผ่านจากส่วนที่ 1 ถึง ส่วนที่ 2
4	Weight	Number	ระยะทางจากส่วนที่ 1 ถึง ส่วนที่ 2
5	Time	Number	ระยะเวลาจากส่วนที่ 1 ถึง ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 รายละเอียดของแผนที่



รูปที่ 3.6 แสดงรูปแผนที่ส่วนที่นำมาเป็นขอบเขตของปัญหาพิเศษ

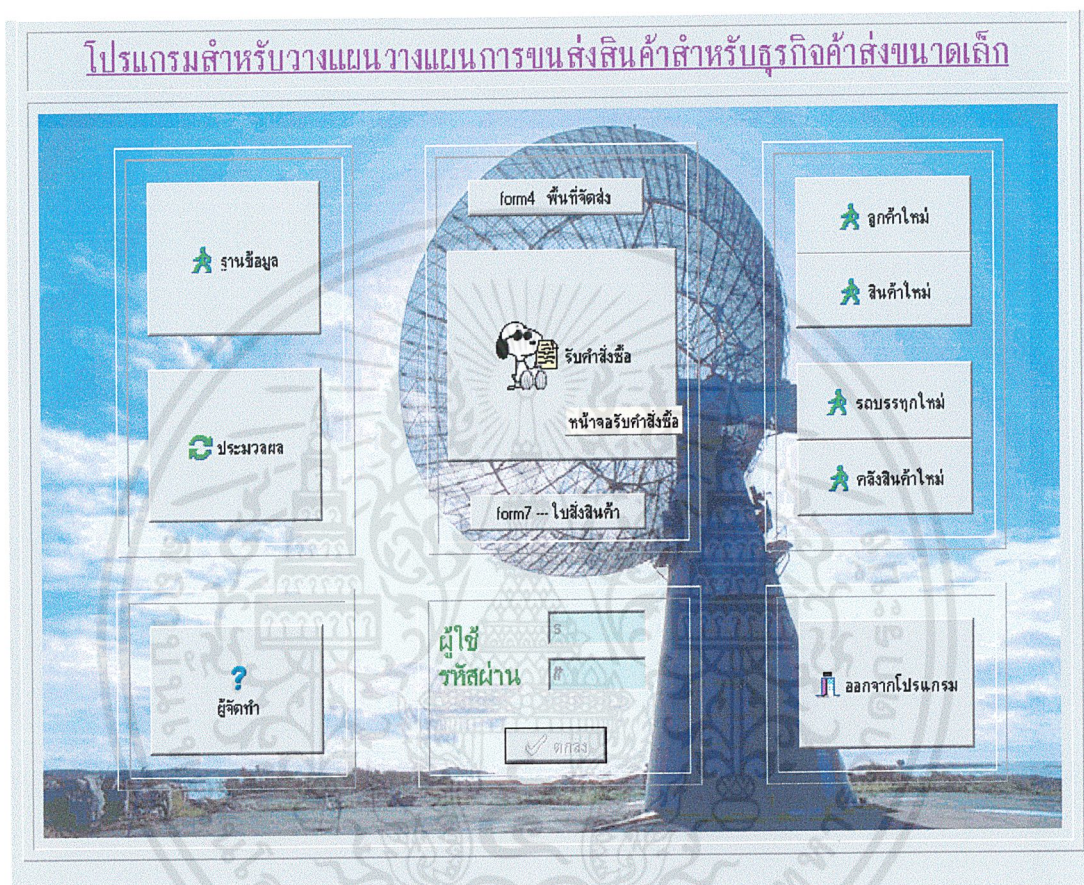
แผนที่ในรูปที่ 3.6 เป็นแผนที่ของถนนที่อยู่ในพื้นที่ของ เขตทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ เขตสะพานใหม่ เขตดอนเมือง เขตบางเขน เขตจระเข้บัว ได้แก่ ถนนประชาชื่น ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนพหลโยธิน ถนนวิภาวดี ถนนงามวงศ์วาน ถนนกำแพงเพชร 2 ถนนรัชดาภิเษก ถนนลาดพร้าว ถนนวัดลาดปลาเค้า ถนนรามอินทรา ถนนแต่ละสายได้แบ่งเป็นส่วนๆ โดยใช้จุดตัด หรือแยกของถนน เป็นตัวแบ่งส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฟอร์มของโปรแกรม

รูปแบบและหน้าที่ของฟอร์มแต่ละฟอร์มในโปรแกรม แสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

- ชื่อฟอร์ม หน้าจอหลัก
- หน้าที่ แสดงเมนูเพื่อเปิดไปยังหน้าจอย่อยอื่นๆ ในโปรแกรม



รูปที่ 3.7 แสดงฟอร์มหน้าจอหลัก

คอนโทรล	: ฐานข้อมูล	แสดงหน้าจอฐานข้อมูล
	: ประมวลผล	แสดงหน้าจอประมวลผล
	: ผู้จัดทำ	แสดงหน้าจอผู้จัดทำ
	: ตกลง	เพื่อยืนยันรหัสผ่านในการใช้โปรแกรม
	: รับคำสั่งซื้อ	แสดงหน้าจอรับคำสั่งซื้อ
	: ลูกค้าใหม่	แสดงหน้าจอลูกค้าใหม่
	: สินค้าใหม่	แสดงหน้าจอสินค้าใหม่
	: รถบรรทุกใหม่	แสดงหน้าจอรถบรรทุกใหม่
	: คลังสินค้าใหม่	แสดงหน้าจอคลังสินค้าใหม่
	: ออกจากโปรแกรม	ปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม คลัง
- หน้าที่ ทำการปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลคลัง

แก้ไข

รหัสคลัง

แก้ไขข้อมูลคลังสินค้า

รหัสคลังสินค้า	ชื่อสินค้า	ที่ตั้ง
01	d	d
▶ 02	ร	รร

ชื่อคลัง

เลขที่

ซอย

แขวง

เขต

ถนน

จังหวัด

โทรศัพท์

เลือกฐานข้อมูล

- ดูค่า
- คลังสินค้า
- พื้นที่จัดส่ง
- สินค้า
- รถยนต์
- ไปส่งสินค้า
- สินค้าคงคลัง
- เพลอร์เซ็นด์การขาย

หน้าจอหลัก

ตกลง ยกเลิก

รูปที่ 3.9 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลคลัง

- คอนโทรล : ตกลง ตกลงให้โปรแกรมปฏิบัติงาน
- : ยกเลิก ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
- : เลือกฐานข้อมูล เปลี่ยนไปทำงานกับฐานข้อมูลอื่นๆ
- : หน้าจอหลัก ออกไปสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม พื้นที่จัดส่ง
หน้าที่ ทำการปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลพื้นที่จัดส่งของแต่ละคลัง

เพิ่ม | แก้ไข

รหัสคลัง ▼ เขต ▼

เลือกรูปแบบข้อมูล

- อุกคำ
- คลังสินค้า
- พื้นที่จัดส่ง
- สินค้า
- รถยนต์
- โบสถ์สินค้า
- สินค้าคงคลัง
- เพลอร์เซ็นต์การชาย

รูปที่ 3.10 แสดงฟอร์มเพิ่มฐานข้อมูลพื้นที่จัดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม สินค้า
- หน้าที่ ทำการปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลสินค้า

แก้ไข

รหัสสินค้า

ชื่อสินค้า

ราคา

น้ำหนักสินค้า/หน่วย

รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	ราคา/หน่วย	น้ำหนัก/หน่วย

เลือกฐานข้อมูล

ลูกค้า

คลังสินค้า

พื้นที่จัดส่ง

สินค้า

รถยนต์

ใบส่งสินค้า

สินค้าคงคลัง

เปอร์เซ็นต์การขาย

หน้าจอหลัก

ตกลง

ยกเลิก

รูปที่ 3.12 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลสินค้า

- คอนโทรล : ตกลง ตกลงให้โปรแกรมปฏิบัติงาน
- : ยกเลิก ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
- : เลือกฐานข้อมูล เปลี่ยนไปทำงานกับฐานข้อมูลอื่นๆ
- : หน้าจอหลัก ออกไปสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม สินค้าคงคลัง
- หน้าที่ ทำการปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลสินค้าคงคลัง

รูปที่ 3.14 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลสินค้าคงคลัง

- | | | |
|---------|------------------|---------------------------------|
| คอนโทรล | : ตกลง | ตกลงให้โปรแกรมปฏิบัติงาน |
| | : ยกเลิก | ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด |
| | : เลือกฐานข้อมูล | เปลี่ยนไปทำงานกับฐานข้อมูลอื่นๆ |
| | : หน้าจอหลัก | ออกไปสู่หน้าจอหลัก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม เฟอร์เซ็นต์การขาย
- หน้าที่ ทำการปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลเฟอร์เซ็นต์การขาย

รูปที่ 3.15 แสดงฟอร์มฐานข้อมูลเฟอร์เซ็นต์การขาย

- คอนโทรล : ตกลง ตกลงให้โปรแกรมปฏิบัติงาน
- : ยกเลิก ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
- : เลือกรฐานข้อมูล เปลี่ยนไปทำงานกับฐานข้อมูลอื่นๆ
- : หน้าจอหลัก ออกไปสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม คลังสินค้าใหม่
- หน้าที่ เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกประวัติคลังสินค้าแห่งใหม่

คลังสินค้าใหม่

รหัสคลัง 03

ชื่อคลัง

เลขที่

ชอย

แขวง

เขต

ถนน รามอินทรา

จังหวัด

โทรศัพท์

หน้าจอตัก

ยกเลิก

ขั้นต่อไป >>

รูปที่ 3.16 แสดงฟอร์มคลังสินค้าใหม่

คอนโทรล	: ขั้นต่อไป	ให้โปรแกรมปฏิบัติงานขั้นต่อไป
	: ยกเลิก	ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
	: หน้าจอหลัก	ออกไปสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม เขตที่จัดส่งสินค้า
หน้าที เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกพื้นที่จัดส่งสินค้าของคลังใหม่

รูปที่ 3.18 แสดงฟอร์มเขตที่จัดส่งสินค้า

คอนโทรล	: ก่อนหน้านี้	กลับไปยังฟอร์มก่อนหน้า (ฟอร์มตำแหน่งคลัง)
	: เสร็จสิ้น	โปรแกรมเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานเพิ่มคลังใหม่
	: ตกลง	ตกลงเลือกพื้นที่จัดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม สินค้าใหม่
 หน้าที่ เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกประวัติสินค้าชนิดใหม่

รูปที่ 3.19 แสดงฟอร์มสินค้าใหม่

คอนโทรล	: ขั้นต่อไป	ให้โปรแกรมปฏิบัติงานขั้นต่อไป(ฟอร์มสินค้าคงคลัง)
	: ยกเลิก	ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
	: หน้าจอหลัก	ออกไปสู่นำจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม สินค้าคงคลัง
หน้าที เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกจำนวนสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าชนิดใหม่

รูปที่ 3.20 แสดงฟอร์มสินค้าคงคลัง

คอนโทรล	: ก่อนหน้านี้	กลับไปยังฟอร์มก่อนหน้านี้ (ฟอร์มสินค้าใหม่)
	: เสร็จสิ้น	โปรแกรมเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานเพิ่มคลังใหม่
	: ตกลง	ตกลงเลือกพื้นที่จัดส่ง
	: ยกเลิก	ยกเลิกจำนวนสินค้าคงคลังที่ระบุลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม รถบรรทุกใหม่
- หน้าที่ เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกประวัติรถยนต์คันใหม่

รูปที่ 3.21 แสดงฟอร์มรถบรรทุกใหม่

คอนโทรล	: ตกลง	ตกลงให้เพิ่มรถบรรทุกคันใหม่
	: ยกเลิก	ยกเลิกจำนวนสินค้าคงคลังที่ระบุลงไป
	: หน้าจอหลัก	กลับสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม ลูกค้าใหม่
- หน้าที่ เป็นหน้าจอสำหรับบันทึกประวัติลูกค้าใหม่

รหัสลูกค้าใหม่ 0001

ชื่อ

นามสกุล

บ้านเลขที่

ชาย

หญิง

เขต

ถนน

จังหวัด

โทรศัพท์

หน้าจอหลัก

ยกเลิก

ขั้นตอนต่อไป >>

รูปที่ 3.22 แสดงฟอร์มลูกค้าใหม่

คอนโทรล	: ขั้นตอนต่อไป	ให้โปรแกรมปฏิบัติงานขั้นตอนต่อไป
	: ยกเลิก	ยกเลิกการกระทำก่อนหน้าทั้งหมด
	: หน้าจอหลัก	ออกไปสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม รับคำสั่งซื้อ
หน้าที เป็นหน้าจอสำหรับรับคำสั่งซื้อ

เพิ่ม | สรุป

รหัสลูกค้า

13:21:57

4/3/2001

สินค้า จำนวน

	รหัสสินค้า	รายการ	จำนวน	ราคา	รวม
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

รวม

รับข้อมูลสั่งซื้อ

รหัสลูกค้า

ชื่อ

นามสกุล

บ้านเลขที่

ซอย

แขวง

เขต

ถนน

จังหวัด

โทรศัพท์

ตกลง ยกเลิก

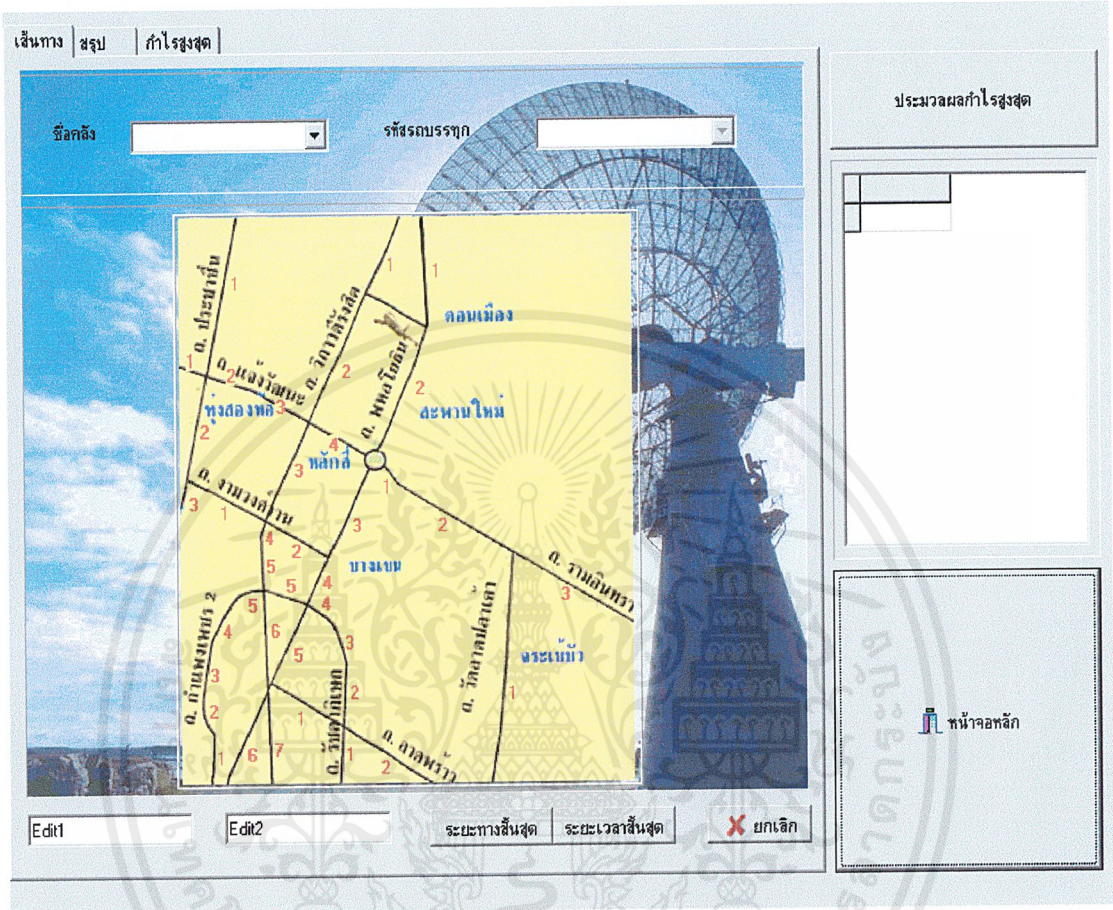
หน้าจอหลัก

รูปที่ 3.25 แสดงฟอร์มรับคำสั่งซื้อ

- คอนโทรล : หน้าจอหลัก กลับไปหน้าจอหลัก
- : ตกลง ตกลงเลือกพื้นที่จัดส่ง
- : ยกเลิก ยกเลิกจำนวนสินค้าคงคลังที่ระบุลงไป
- : ✓ ตกลงรับรายการสั่งซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม ประมวลผล
หน้าที่ หน้าจอสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลปัญหาทางการขนส่ง และ เส้นทางสั้นที่สุด



รูปที่ 3.26 แสดงฟอร์มประมวลผลเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่ง

- | | | |
|---------|------------------|--|
| คอนโทรล | : หน้าจอหลัก | กลับไปหน้าจอหลัก |
| | : ระยะทางสั้นสุด | แสดงผลเส้นทางที่ได้จากการคำนวณบนปัจจัยระยะทางสั้นสุด |
| | : ยกเลิก | ยกเลิกจำนวนสินค้าคงคลังที่ระบุลงไป |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทาง | สรุป | กำไรสูงสุด

ประมวลผลกำไรสูงสุด

หน้าจอหลัก

รูปที่ 3.27 แสดงฟอร์มประมวลผลจำนวนสินค้าที่เหมาะสม

คอนโทรล : ประมวลผลกำไรสูงสุด ประมวลผลเพื่อหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมและ
 ประมวลผลกำไรสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทาง สรุป | กำไรสูงสุด

Idinv	Idor	Idpro	Amount	Dateor	Idcar

ประมวลผลกำไรสูงสุด

หน้าจหลัก

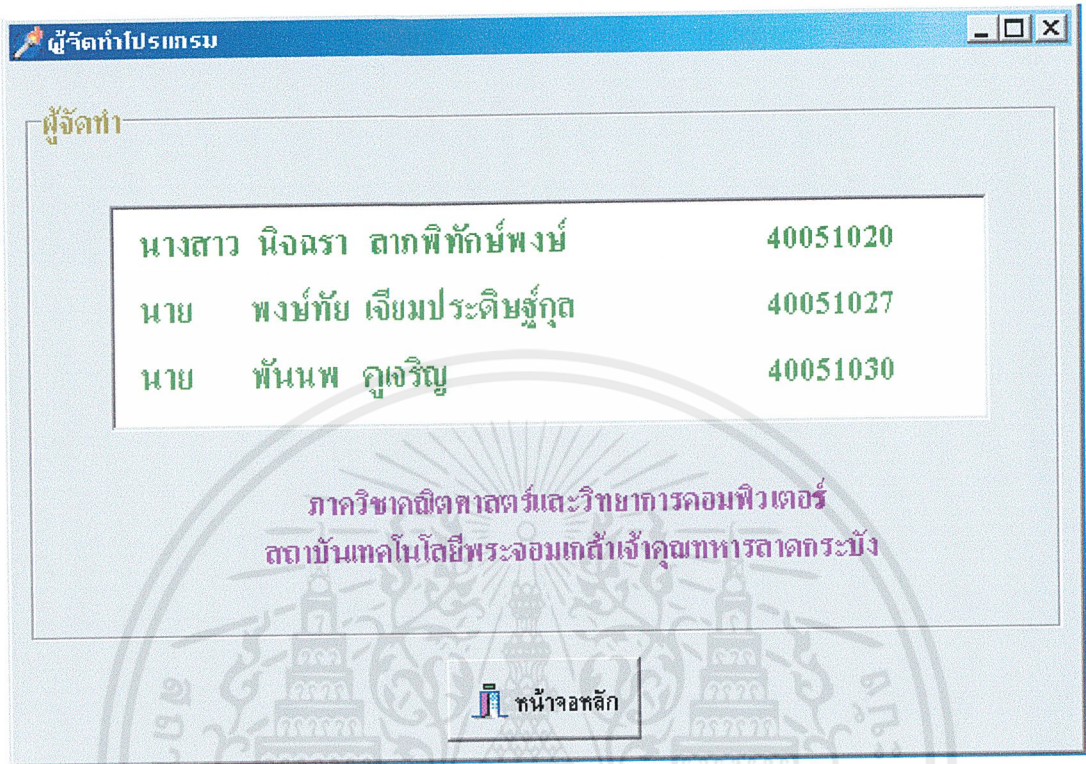
รูปที่ 3.28 แสดงฟอร์มสรุปของการประมวล

คอนโทรล : ตาราง

แสดงผลสรุปของการประมวลผลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อฟอร์ม ผู้จัดทำ
- หน้าที แสดงรายชื่อผู้จัดทำโปรแกรม



รูปที่ 3.29 แสดงฟอร์มผู้จัดทำ

คอนโทรล : หน้าจอหลัก

กลับสู่หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การประเมินผลระบบ

การทดสอบและประเมินผลโครงการ โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก โดยใช้ ภาษาในการเขียนโปรแกรมคือ เดลไฟ4 บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ 98 ขึ้นไป สามารถประเมินผลได้ดังนี้

4.1 การประเมินผลด้านการบันทึกข้อมูล

จากการทดสอบโปรแกรมสามารถสรุปได้ว่า การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผล ทำได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักการออกแบบฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องจะเป็นส่วนสนับสนุนให้การประมวลผลถูกต้องด้วย เนื่องจากโปรแกรมนี้อาจต้องใช้ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในหลายฐานข้อมูลมาประมวลผลเข้าด้วยกัน

อีกทั้งการบันทึกข้อมูลสามารถขยายผลได้กับขอบเขตการใช้งานที่กว้างกว่าข้อมูลตัวอย่างในการแก้ปัญหาพิเศษนี้ กล่าวคือ สามารถใช้งานได้กับทุกพื้นที่ในกรุงเทพมหานครได้ แต่จะต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม เช่น เส้นทาง และสถานที่ต่างๆ , ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

สำหรับฐานข้อมูลเส้นทาง ผู้ใช้จะไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้เลย เนื่องจากเป็นส่วนที่สำคัญต่อการประมวลผลหาเส้นทางสั้นที่สุด การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็มีความถูกต้องของผลลัพธ์ได้ ดังนั้นฐานข้อมูลนี้จึงต้องให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเป็นผู้ปรับปรุงเท่านั้น

4.2 การประเมินผลการคำนวณหาจำนวนสินค้าและระยะทางที่เหมาะสม

สามารถคำนวณหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมได้อย่างถูกต้อง ส่วนระยะทางสั้นที่สุดในกรณีขนส่งของรถแต่ละคัน ก็สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้องเช่นเดียวกัน

จะทำการยกตัวอย่างข้อมูลบางส่วน และแสดงขั้นตอนการประมวลผล ดังนี้

1. ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมจะต้องป้อนเข้าสู่ฐานข้อมูล

กำหนดตัวอย่างข้อมูลในธุรกิจ คือ

ลังสินค้าจำนวน	6	คลัง
ลูกค้าจำนวน	6	คน
สินค้าจำนวน	3	ชนิด

แสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลประวัติลูกค้า ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล cust

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลลูกค้า

ลูกค้า	ประวัติลูกค้า (ชื่อลูกค้า / ที่อยู่ / เบอร์โทรศัพท์)
ลูกค้า 1	เพชรรัตน์ บวรสิทธิ์ / 301 ถ.รามอินทรา เขตจระเข้บัว กทม. / 9516324
ลูกค้า 2	กิตติศักดิ์ จรุงกิจพัฒนา / 550 ถ.พหลโยธิน เขตดอนเมือง กทม. / -
ลูกค้า 3	ปัญญาพร ศรีเมือง / 882-3 ถ.แจ้งวัฒนะ อำเภอทุ่งสองห้อง ปทุมธานี / 5602347-9
ลูกค้า 4	นพพล วัฒนานนท์ / 671/23-25 ถ.งามวงศ์วาน เขตบางเขน กทม. / 5538214-8
ลูกค้า 5	ปิยนันท์ ปัจฉิมสวัสดิ์ / 433-4 ถ.รามอินทรา เขตสะพานใหม่ กทม. / 9645823
ลูกค้า 6	กอบสิทธิ์ วงศ์ไพฑูรย์ / 565/37-9 ถ.วิภาวดีรังสิต เขตหลักสี่ กทม. / 5536990-2

- ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขาย ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล percent

ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขาย

ลูกค้า สินค้า	1	2	3	4	5	6
สินค้า 1	10%	5%	1%	5%	1%	10%
สินค้า 2	20%	10%	2%	10%	2%	20%
สินค้า 3	30%	15%	3%	15%	3%	10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลประวัติคลังสินค้า ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล inv

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติคลังสินค้า

คลังสินค้า	ประวัติคลังสินค้า(ชื่อคลัง / ที่อยู่ / เบอร์โทรศัพท์)
คลัง 1	คลัง1 / 101-2 ถ.วัดลาดปลาเค้า เขตจระเข้บัว กทม. / 9516986
คลัง 2	คลัง2 / 923/4-6 ถ.พหลโยธิน เขตดอนเมือง กทม. / 8836974-6
คลัง 3	คลัง3 / 682-3 ถ.ประชาชื่น อำเภอทุ่งสองห้อง ปทุมธานี / 5606388-90
คลัง 4	คลัง4 / 223-25 ถ.กำแพงเพชร2 เขตบางเขน กทม. / 5538798-9
คลัง 5	คลัง5 / 963-4 ถ.พหลโยธิน เขตสะพานใหม่ กทม. / 9665823-5
คลัง 6	คลัง6 / 565-9 ถ.งามวงศ์วาน เขตหลักสี่ กทม. / 5536980-2

- ข้อมูลประวัติสินค้า ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล pro

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติสินค้า

สินค้า	ประวัติสินค้า (ชื่อสินค้า / น้ำหนักต่อหน่วย / ราคา)
สินค้า 1	ESSO 2T / 5 กก. / 1580 บาท
สินค้า 2	SHELL Formula One / 6 กก. / 1830 บาท
สินค้า 3	Welloil KZ2 / 8 กก. / 1970 บาท

- ข้อมูลสินค้าคงคลัง ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล proinv

ตารางที่ 4.5 แสดงตัวอย่างข้อมูลจำนวนสินค้าคงคลัง

คลัง สินค้า	1	2	3	4	5	6
สินค้า 1	100	100	100	100	100	100
สินค้า 2	100	100	100	100	100	100
สินค้า 3	100	100	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลใบสั่งสินค้า ถูกจัดเก็บในฐานะข้อมูล ordert

ตารางที่ 4.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลใบสั่งสินค้า

รหัสใบสั่งซื้อ	ลูกค้าผู้สั่งซื้อ
0001	ลูกค้า1
0002	ลูกค้า2
0003	ลูกค้า3
0004	ลูกค้า4
0005	ลูกค้า5
0006	ลูกค้า6

- ข้อมูลรายละเอียดใบสั่งสินค้า ถูกจัดเก็บในฐานะข้อมูล detailor

ตารางที่ 4.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดใบสั่งสินค้า

รหัสใบสั่งสินค้า	สินค้าชนิดที่สั่ง	จำนวนสินค้าที่สั่ง
0001	สินค้า 1	200
0001	สินค้า 3	150
0002	สินค้า 1	50
0003	สินค้า 1	150
0003	สินค้า 2	200
0004	สินค้า 2	100
0005	สินค้า 2	300
0006	สินค้า 3	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลประวัติรถบรรทุก ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล car

ตารางที่ 4.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลประวัติรถบรรทุก

รถบรรทุก	ประวัติรถบรรทุก (รุ่น / ความจุ / สังกัดคลังสินค้า)
รถคันที่ 1	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง1
รถคันที่ 2	NISSAN BigM / 1000 กก. / คลัง1
รถคันที่ 3	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง2
รถคันที่ 4	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง2
รถคันที่ 5	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง3
รถคันที่ 6	NISSAN BigM / 1000 กก. / คลัง 3
รถคันที่ 7	NISSAN BigM / 1000 กก. / คลัง 4
รถคันที่ 8	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง 4
รถคันที่ 9	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง 5
รถคันที่ 10	TOYOTA HILUX / 1500 กก. / คลัง 6
รถคันที่ 11	NISSAN BigM / 1000 กก. / คลัง 6

- ข้อมูลพื้นที่จัดส่งของแต่ละคลัง ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล reginv

ตารางที่ 4.9 แสดงตัวอย่างข้อมูลพื้นที่จัดส่ง

คลังสินค้า	พื้นที่จัดส่ง
คลัง1	จระเข้บัว , ดอนเมือง
คลัง 2	ดอนเมือง , ทุ่งสองห้อง
คลัง 3	ทุ่งสองห้อง , บางเขน
คลัง 4	บางเขน , สะพานใหม่
คลัง 5	สะพานใหม่ , หลักสี่
คลัง 6	หลักสี่ , จระเข้บัว

หลังจากทำการบันทึกตัวอย่างข้อมูลข้างต้นแล้ว ก็นำข้อมูลรายละเอียดการสั่งซื้อมาประมวลผลในขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประมวลผลเพื่อหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสม และให้กำไรสูงสุดแก่ธุรกิจ ได้ผลลัพธ์ดังตารางต่อไปนี้

สินค้าชนิดที่ 1

แสดงในหน้าจอของโปรแกรม ดังนี้

0001	0001	0002	0003	ai
01	10	5	0	100
02	0	5	1	100
03	0	0	1	100
06	10	0	0	100
bj	200	50	150	

รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1

0001	0001	0002	0003	ai
01	100	0	0	100
02	0	50	50	100
03	0	0	100	100
06	100	0	0	100
bj	200	50	150	

รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1

0001	0001	0002	0003	ai
01	100	0.1	0	100
02	0	50	50	100
03	0	0	100	100
06	100	0	0	100
bj	200	50	150	

รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าชนิดที่ 2

0002	0003	0004	0005	ai
02	2	0	0	100
03	2	10	0	100
04	0	10	2	100
05	0	0	2	100
bj	200	100	300	

รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2

0002	0003	0004	0005	ai
02	100	0	0	100
03	100	0	0	100
04	0	100	0	100
05	0	0	100	100
dummy	0	0	200	100
bj	200	100	300	

รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2

0002	0003	0004	0005	ai
02	100	0	0	100
03	100	0.1	0	100
04	0	100	0.1	100
05	0	0	100	100
dummy	0	0	200	100
bj	200	100	300	

รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าชนิดที่ 3

0003	0001	0006	ai
01	30	0	100
05	0	10	100
06	30	10	100
bj	150	150	

รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงตารางเริ่มต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3

0003	0001	0006	ai
01	50	50	100
05	0	100	100
06	100	0	100
bj	150	150	

รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3

0003	0001	0006	ai
01	100	0	100
05	0	100	100
06	50	50	100
bj	150	150	

รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลลัพธ์ที่ปรับปรุงแล้วของปัญหาการขนส่งสินค้าชนิดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ใช้โปรแกรมทำการจัดลำดับการจัดส่งสินค้า

ผู้ใช้สามารถเลือกจัดลำดับการจัดส่งสินค้าได้หลายแบบ การให้ผู้ใช้จัดลำดับการจัดส่งเอง จะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้เลือกสรรบรรทุกที่เหมาะสมแก่การขนส่งซึ่งจะได้ผลดีกว่าการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากมีปัจจัยหลายปัจจัยด้วยกันในการตัดสินใจ เช่น

- เส้นทางบางเส้น ต้องใช้รถบรรทุกคันเล็ก เนื่องจากต้องจัดส่งสินค้าเข้าไปในซอยย่อย
- ถ้าลูกค้ารายนั้นสั่งสินค้ามาหลายครั้งในหนึ่งวัน แต่ผู้ใช้มีความต้องการให้จัดส่งสินค้าเป็นครั้งเดียว
- ถ้ารถบรรทุกคันเล็กจัดส่งสินค้าได้หมด ก็สมควรจะเลือกรถบรรทุกคันเล็กมากกว่าคันใหญ่
- ถ้าภายในวันสามารถจัดส่งสินค้าได้มากกว่า 1 รอบ ก็สามารถวางแผนการส่งสินค้าในรอบต่อไปได้ทันที

ปัญหาเหล่านี้ซับซ้อนเกินกว่าที่ผู้จัดทำจะสามารถเขียนโปรแกรมครอบคลุมได้หมด การวางแผนการจัดส่งแบบหนึ่งอาจได้ผลดี แต่กลับขัดกันกับการวางแผนอีกแบบหนึ่ง ดังนั้นจึงได้ให้ผู้ใช้โปรแกรมทำการจัดลำดับการจัดส่งสินค้าด้วยตนเอง น่าจะได้ผลตรงตามผู้ใช้ต้องการมากกว่าการประมวลผลโดยโปรแกรม

ในที่นี้จะสมมติว่า ผู้ใช้ต้องการจัดลำดับการขนส่งสินค้าเป็นดังนี้

รหัสคลังสินค้า	รหัสใบสั่งสินค้า	รหัสสินค้า	จำนวนสินค้า	รหัสรถบรรทุก
▶ 01	0001	0001	100	01-0001
01	0001	0003	100	01-0001
02	0002	0001	50	02-0001
02	0003	0001	50	02-0001
02	0003	0002	100	02-0001
03	0003	0001	100	02-0001
03	0003	0002	100	02-0001
04	0004	0002	100	04-0001
05	0005	0002	100	05-0001
05	0006	0003	100	05-0001
06	0001	0001	100	06-0001
06	0001	0003	50	06-0001
06	0006	0003	50	06-0001

รูปที่ 4.10 แสดงรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของรถแต่ละคัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่ให้ระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งสินค้าของรถบรรทุก แต่ละคัน จากรายละเอียดการขนส่งของรถแต่ละคัน จะต้องประมวลผลเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขนส่ง ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.11 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 01-0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 02-0001



รูปที่ 4.13 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกรหัส 03-0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยประมวลผลในการขนส่งสินค้า สำหรับธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก ผู้จัดทำได้ตั้งชื่อโปรแกรมนี้ว่า “โปรแกรมสำหรับวางแผนการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าส่งขนาดเล็ก” สามารถแบ่งการทำงานภายในโปรแกรม ได้ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนการจัดการฐานข้อมูลและการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม
 - 1.1 การบันทึกข้อมูลใหม่ลงในฐานข้อมูล
 - 1.2 การแก้ไขข้อมูลที่มีอยู่แล้วภายในฐานข้อมูล
2. ส่วนการประมวลผล
 - 2.1 การประมวลผลเพื่อหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าของแต่ละคลังสินค้า
 - 2.2 การประมวลผลเพื่อจัดลำดับการจัดส่งสินค้า ลงในรถบรรทุกของแต่ละคลัง
 - 2.3 การประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่ง
 - การประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่ให้ระยะทางสั้นที่สุด
3. ส่วนการแสดงผล
 - 3.1 การแสดงผลกำไรทั้งหมดที่ธุรกิจได้รับ
 - 3.2 การแสดงผลลำดับการจัดส่งสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน
 - 3.3 การแสดงผลเส้นทางขนส่งสินค้าลงบนแผนที่

จากการประเมินผลระบบพบว่าโปรแกรมสามารถจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผล ได้ถูกต้องตามหลักทฤษฎีการออกแบบฐานข้อมูล

ปัจจัยสำหรับการประมวลผลเพื่อหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าของแต่ละคลังสินค้า ผู้จัดทำได้พิจารณาเฉพาะ ปัจจัยด้านเปอร์เซ็นต์การขาย ซึ่งจะทำให้ธุรกิจได้กำไรมากที่สุด เพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น

สำหรับการประมวลผลเพื่อจัดลำดับการจัดส่งสินค้า ผู้ใช้สามารถเลือกการจัดส่งสินค้าได้ 2 ระบบ คือ การประมวลผลลำดับการจัดส่งสินค้าโดยคอมพิวเตอร์ และ การจัดส่งสินค้าโดยผู้ใช้เลือกลำดับการจัดส่งเอง

ปัจจัยสำหรับการประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่ง มีเป้าหมายในการคำนวณ คือ การประมวลผลเพื่อหาเส้นทางที่ให้ระยะทางสั้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะใช้คอมพิวเตอร์ที่มีซีพียูความเร็วในการประมวลผลค่อนข้างสูง เนื่องจากปริมาณข้อมูลจำนวนมากๆ อาจจะทำให้การคำนวณทำได้ค่อนข้างล่าช้า
2. ควรจะได้มีการพิจารณาถึงระยะทางภายในตรอก ซอย ตลอดจนถนนเส้นทางลัดด้วย เพราะจะทำให้ได้เส้นทางที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น
3. หากต้องการพัฒนาเพื่อใช้ในระบบงานจริง ควรจะได้มีการพิจารณาถึงระยะทางจากการใช้เส้นทางบนทางด่วน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการเก็บข้อมูลเส้นทางบนทางด่วนเพิ่มเติม
4. ควรจะได้มีการพิจารณาถึงช่วงเวลาที่มัลบั๊กซ์ใช้เส้นทางการเดินทางเดี่ยว และสองทาง เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพเส้นทางจริงมากขึ้น เพราะบางเส้นทางที่ได้กำหนดเป็นการเดินทางเดี่ยวหรือสองทางนั้น ได้กำหนดไว้แค่บางช่วงเวลาเท่านั้น
5. สำหรับการประมวลผลเพื่อหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าจากคลังไปยังลูกค้า อาจจะสามารถเพิ่มปัจจัยการคำนวณอย่างอื่นก็ได้ เช่น การให้ความสำคัญของลูกค้าที่มีประวัติการสั่งซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากที่สุด ซึ่งในปัญหาพิเศษนี้ ได้พิจารณานำค่าเปอร์เซ็นต์การขายมาใช้คำนวณเท่านั้น
6. อาจจะมีการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถประมวลผลเพื่อเลือกเส้นทางที่ให้ระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดได้



บรรณานุกรม

1. Abraham Silbershatz, Henry F. Korth and S.Sudashan .**Database system concepts**. McGraw-Hill Company.1977.
2. Amrin Petchkul.1996. **“Computer system for transportation problem”**.B.Sc.(Applied-Mathematics).
3. Fred Buckley and Frank Harar. **Distance In Graph**. Addison-Wesley Publishing Company .1990.
4. MJ. Fryer and JV. Greenman. **Optimization Theory**. Edward Arnold(Australia) Pty.Ltd.1987.
5. Pornpit Buranasampatanon.et.al. 1998. **“Route analysis for minimizing travelling distance and time consumed in bangkok”**. B.Sc.(Computer Science).
6. Tom Swan. **Foundations Of Delphi Development For Windows 95**. IDG Books Worldwide ,Inc. 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้