

## บทที่ 3

### ขั้นตอนการทดลองและวิธีดำเนินงาน

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาในบทที่ 2 ในบทนี้จะนำเสนอให้ทราบถึงวิธีการดำเนินงานในด้านต่างๆ ทั้งด้านการวางแผนและการออกแบบระบบเพื่อการเชื่อมต่อสื่อสารของระบบให้สามารถบรรลุจุดประสงค์ของงานวิจัยได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ จึงได้มีการวางแผนงานการทำงานการออกแบบการดำเนินการสร้างเพื่อให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งได้มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

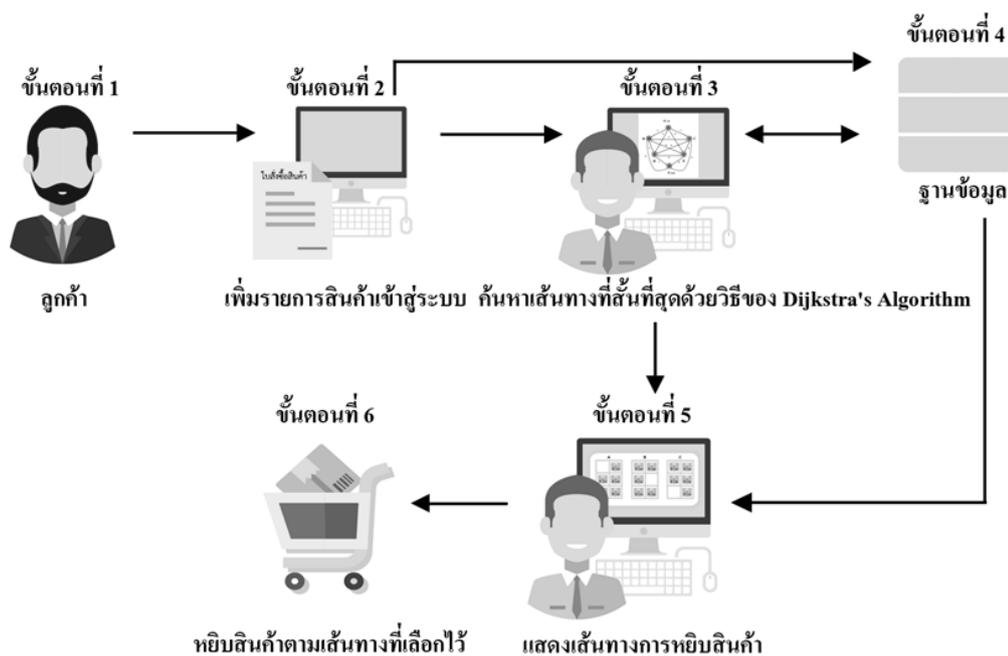
#### องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์

องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

1. Microsoft Windows 10 (64 bit)
2. Microsoft visual studio 2015
3. Microsoft access 2010

การทำงานของระบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก

การทำงานของระบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก ในขั้นตอนที่ 1 ลูกค้าออกใบสั่งซื้อสินค้า ขั้นตอนที่ 2 เพิ่มข้อมูลสินค้าตามรายการใบสั่งซื้อจากลูกค้าลงสู่ระบบ ขั้นตอนที่ 3 รับใบสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า แล้วนำมาค้นหาเส้นทางของการหีบสินค้าภายในคลัง ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมทำการประมวลผล โดยนำรายการสินค้าจากใบสั่งซื้อภายในฐานข้อมูลมาประมวลผลโดยใช้อัลกอริทึมของไดจ์สตรา (Dijkstra's algorithm) ซึ่งเป็นการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้า ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมแสดงผลออกมาเป็นเส้นทางของการหีบสินค้า และขั้นตอนที่ 6 หีบสินค้าตามเส้นทางที่เลือก ดังภาพที่ 3.1



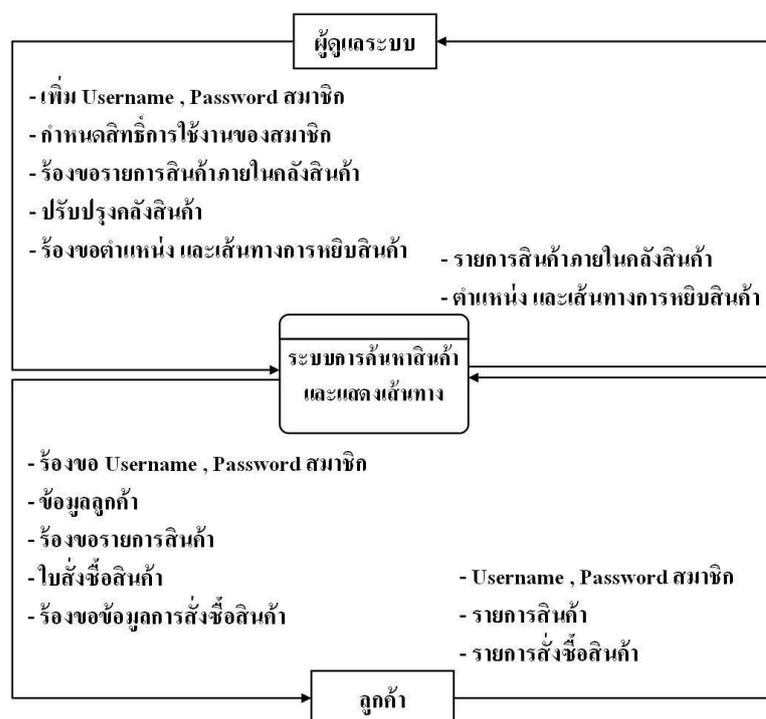
ภาพที่ 3.1 ระบบการทำงานของการทำงานหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก

### การออกแบบระบบงาน

ผู้จัดทำได้มีแนวคิดที่จะจัดทำ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก เนื่องจากต้องการพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าให้มีความทันสมัย เพื่ออำนวยความสะดวกผู้ใช้ และช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการดำเนินงาน ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของระบบโดยรวมว่ามีการทำงานอย่างไร และติดต่อกับส่วนใดบ้าง รวมถึงการออกแบบระบบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน มีความถูกต้องของการไหลของข้อมูล โดยแบ่งเป็น คอนแทกซ์ไดอะแกรม(Context Diagram) คาด้าโฟลว์ไดอะแกรม (Data Flow Diagram)

### วจกรการพัฒนาระบบงาน (Context Diagram)

เป็นเครื่องมือเชิงโครงสร้างที่ใช้บรรยายภาพรวมของระบบ โดยแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบหรือโพรเซส (Process) ระบุแหล่งกำเนิดของข้อมูล การไหลของข้อมูล ปลายทางข้อมูล การเก็บข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลกล่าวง่าย ๆ คือดีเอฟดีจะช่วยแสดงแผนภาพ ว่าข้อมูลมาจากไหนจะไปไหน เก็บข้อมูลไว้ที่ไหน มีอะไรเกิดขึ้นกับข้อมูลระหว่างทางเรียกว่าแผนภาพกระแสข้อมูลหรือ แผนภาพแสดงความเคลื่อนไหวของข้อมูลโดยดีเอฟดี

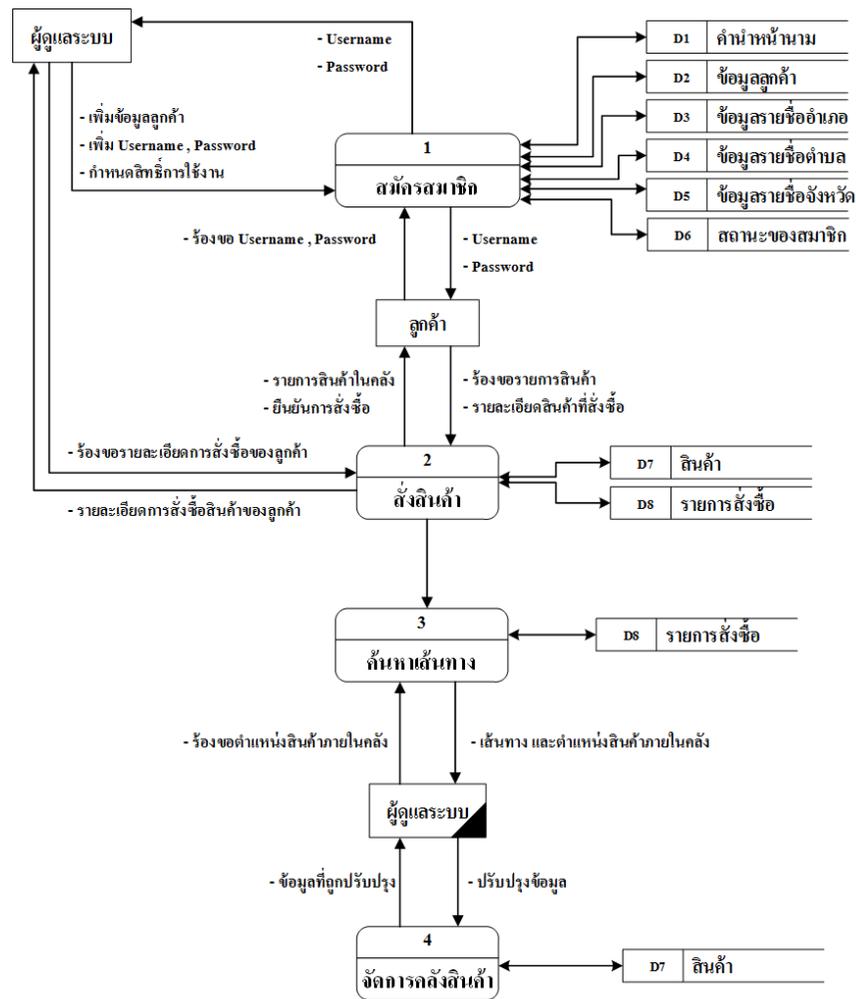


ภาพที่ 3.2 วงจรการพัฒนากระบวนการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก

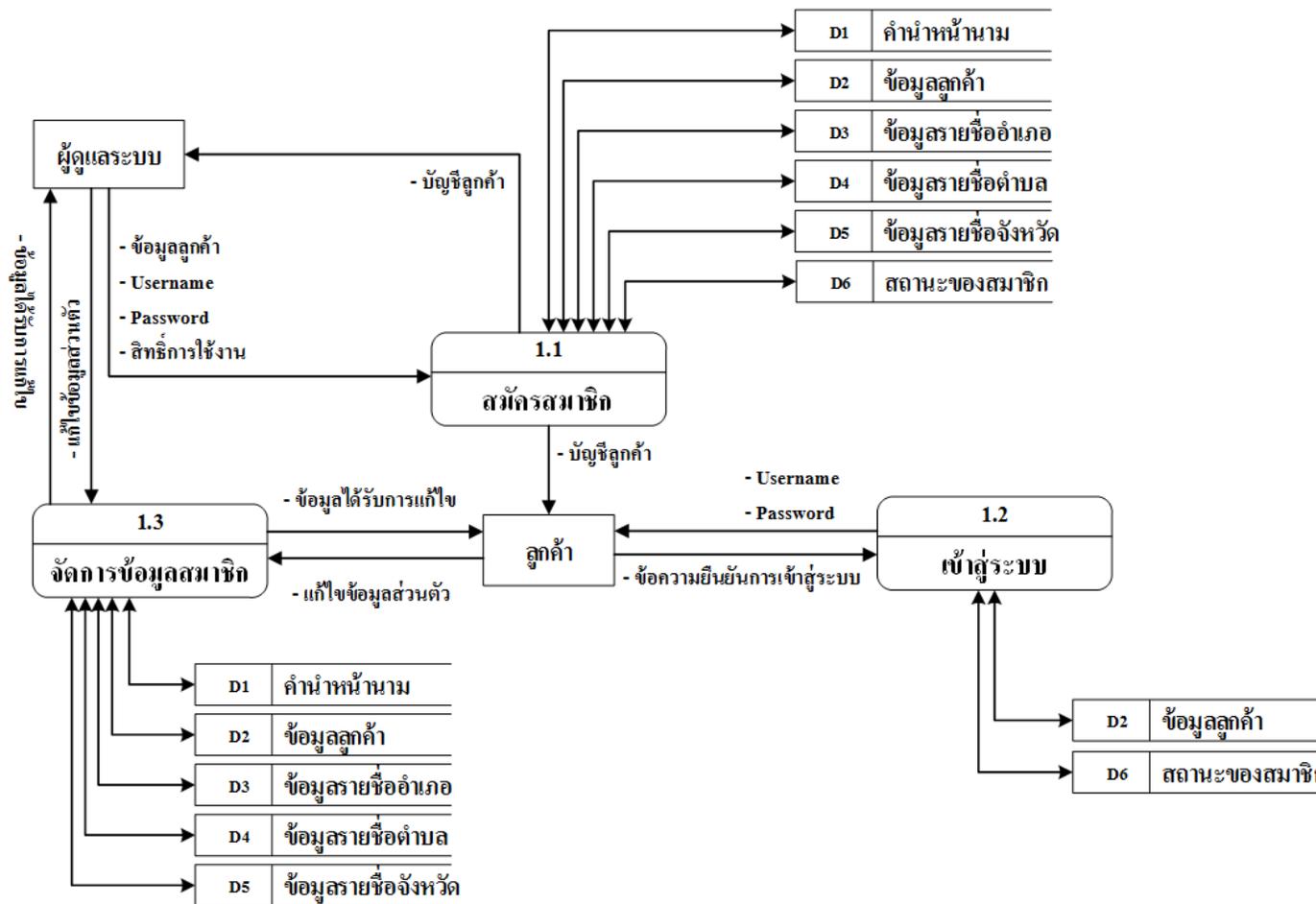
### แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram)

จะเป็นการอธิบายการทำงานของระบบเพื่อแยกระบบออกเป็นส่วนๆ และแสดงการไหลของข้อมูลภายในของระบบ สัมพันธ์กับแหล่งข้อมูลที่ใช้ โดยแผนภาพนี้จะเป็นสื่อที่ช่วยในการวิเคราะห์เป็นไปได้อย่างง่ายดาย รวมทั้งการไหลเข้าระบบ และไหลออกจากแหล่งข้อมูล โดยจะใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ดังภาพที่ 3.3 – 3.7

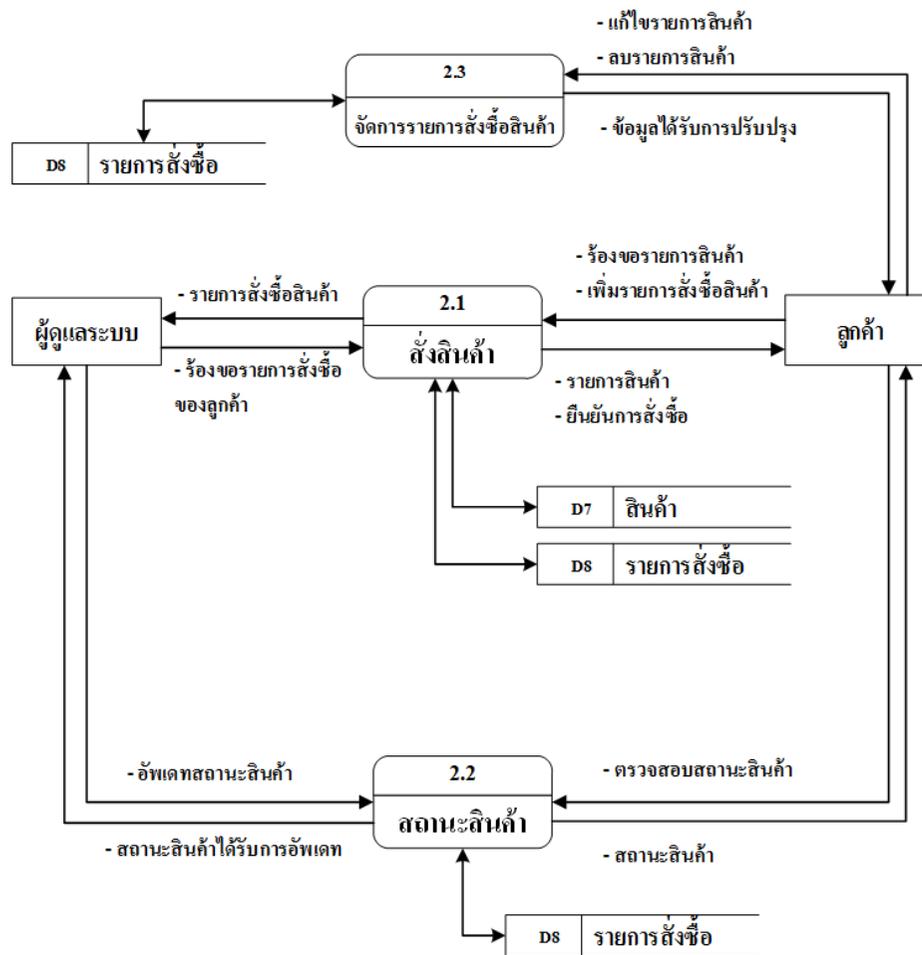
1. ประโยชน์ที่ได้จากการใช้แผนภาพการไหลของข้อมูล
2. สามารถใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนสิ่งที่วิเคราะห์
3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบใหญ่และระบบย่อย ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ต่างๆ ได้ดี
4. มีความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้วิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้ระบบ
5. สามารถเห็นข้อมูลและขั้นตอนๆ เป็นแผนภาพ



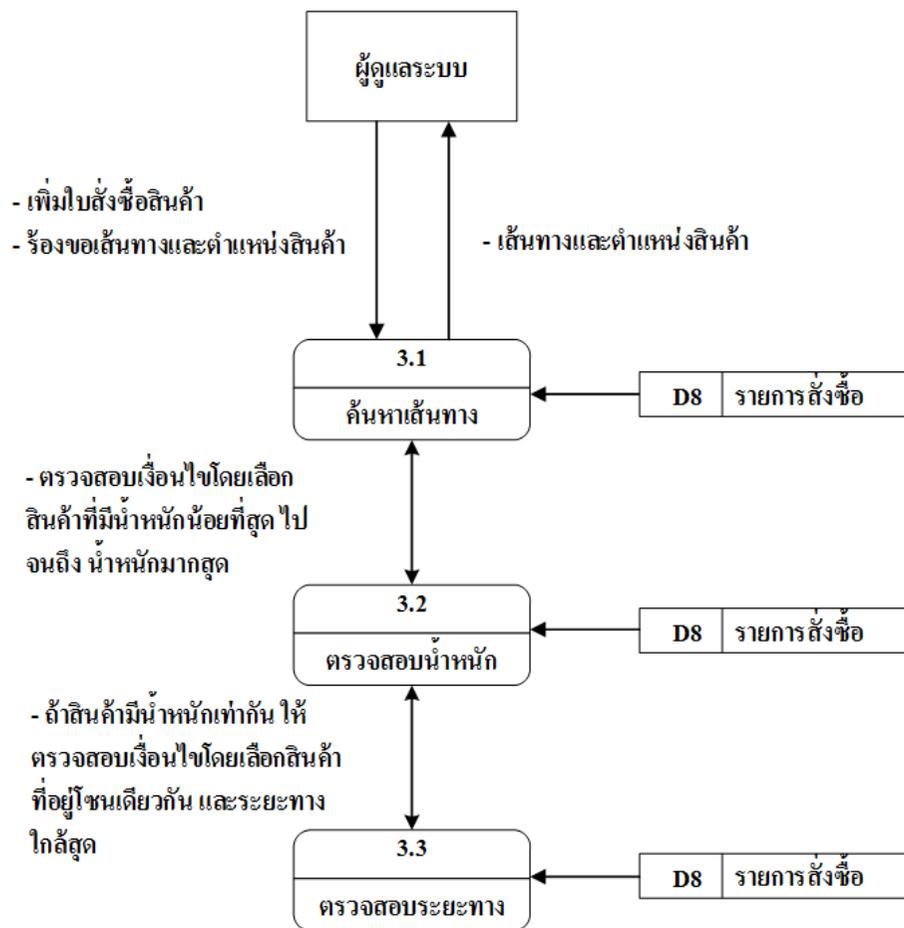
ภาพที่ 3.3 Data Flow Diagram Level 1



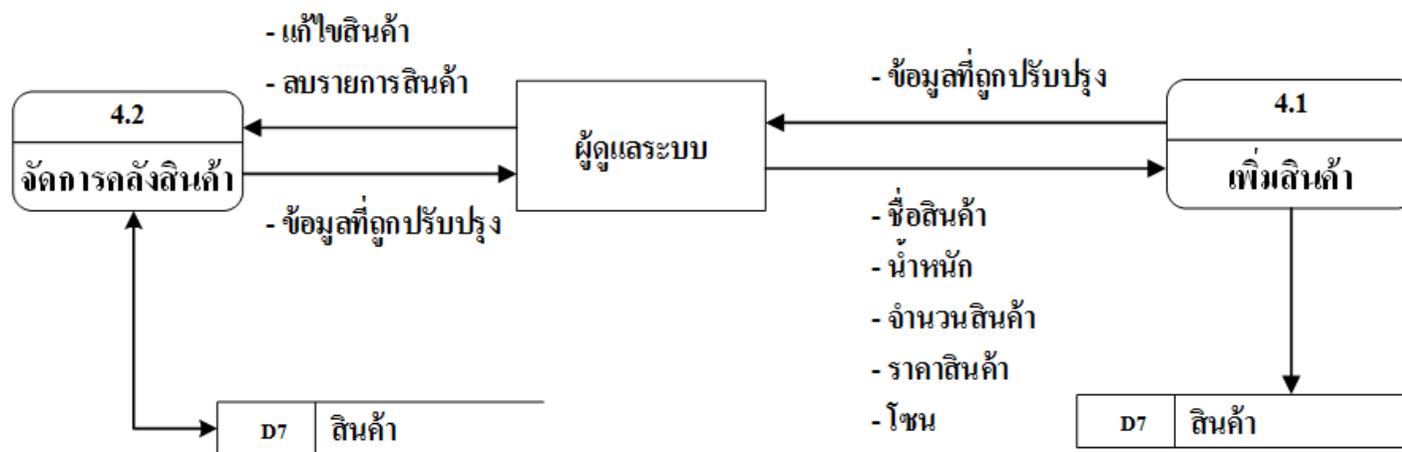
ภาพที่ 3.4 Data Flow Diagram Level 2 ของ Process ที่ 1 สมัครสมาชิก



ภาพที่ 3.5 Data Flow Diagram Level 2 ของ Process ที่ 2 ซื้อสินค้า



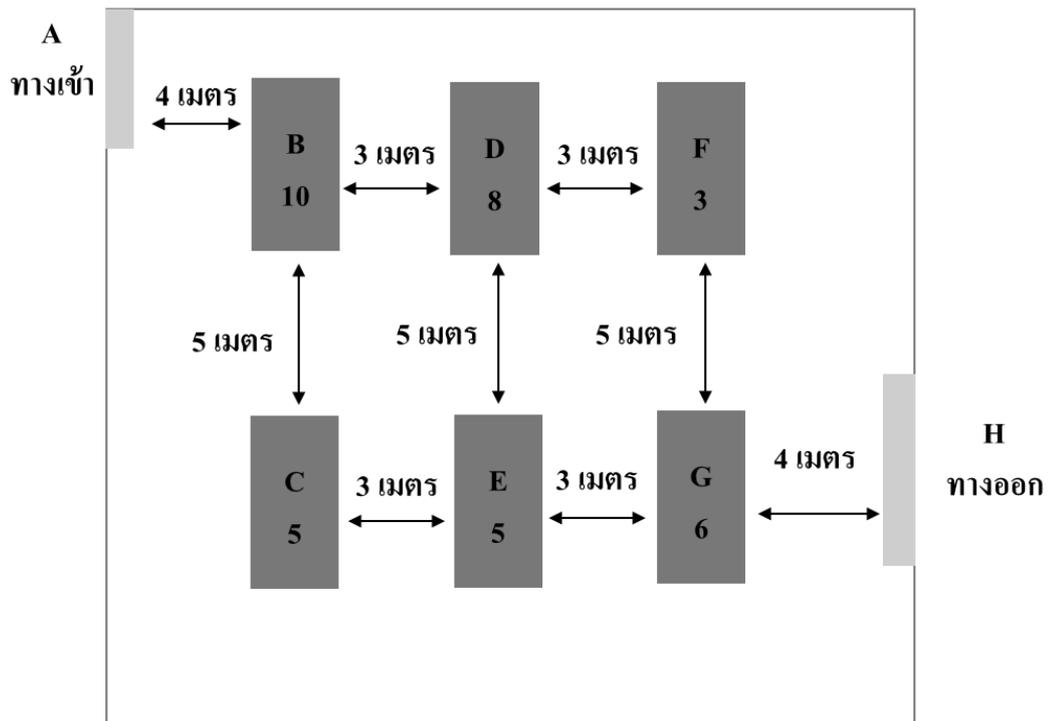
ภาพที่ 3.6 Data Flow Diagram Level 2 ของ Process ที่ 3 ค้นหาเส้นทาง



ภาพที่ 3.7 Data Flow Diagram Level 2 ของ Process ที่ 4 จัดการคลังสินค้า

### แผนผังจำลองคลังสินค้า

แผนผังจำลองคลังสินค้าโดยกำหนดให้จุดทางเข้าคลังสินค้าเป็น A, ตำแหน่งสินค้าที่ 1 เป็น B, ตำแหน่งสินค้าที่ 2 เป็น C ตำแหน่งสินค้าที่ 3 เป็น D, ตำแหน่งสินค้าที่ 4 เป็น E, ตำแหน่งสินค้าที่ 5 เป็น F, ตำแหน่งสินค้าที่ 6 เป็น G และจุดทางออกคลังสินค้าเป็น H ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.8



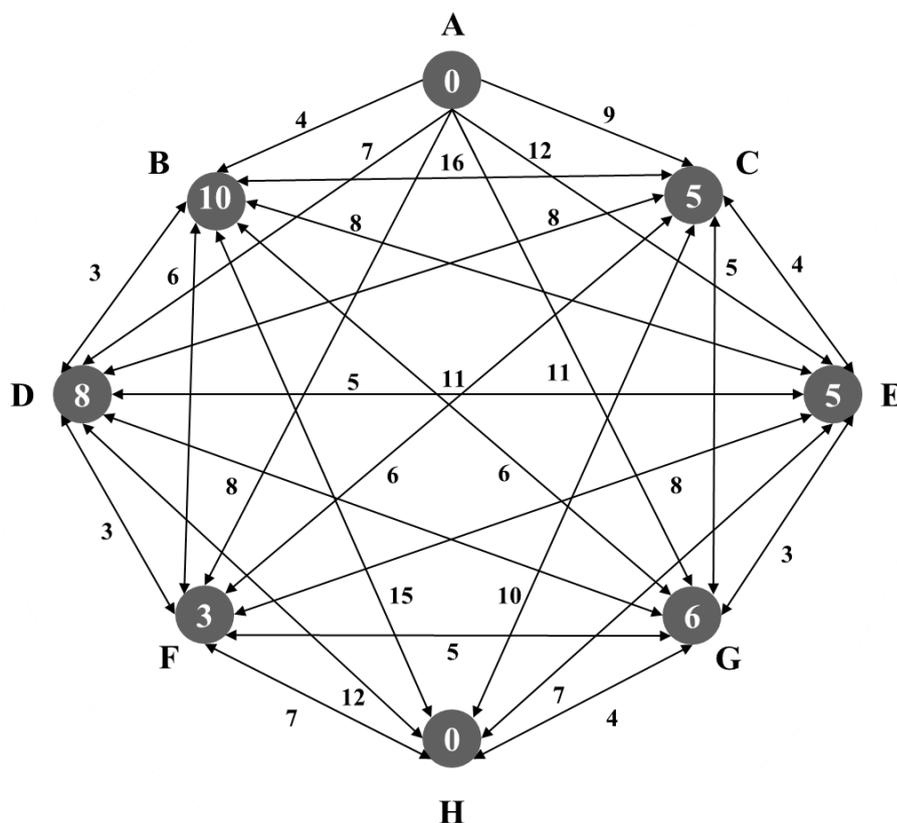
ภาพที่ 3.8 จำลองคลังสินค้า

### โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟจำลองคลังสินค้า

กราฟเป็นโครงสร้างที่นำมาใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยแทนวัตถุด้วยจุดเชื่อม และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยเส้นเชื่อม เขียนในรูปของสัญลักษณ์ได้เป็นส่วนประกอบของกราฟ  $G = (V, E)$  จุดยอด  $V(G)$  ได้แก่ A, B, C, D, E, F, G, H และเส้นเชื่อม  $E(G)$  ได้แก่ เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป E, เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป F, เส้นที่เชื่อมโยงจาก A ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป E, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป F, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก B ไป H, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป E, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป F, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก C ไป H, เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป E,

เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป F, เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก D ไป H, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป F, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก E ไป H, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป E, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป G, เส้นที่เชื่อมโยงจาก F ไป H, เส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป B, เส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป C, เส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป D, เส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป E, เส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป F และเส้นที่เชื่อมโยงจาก G ไป H,

เซตของจุดยอดแทนด้วย  $V(G) = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$  และเซตของเส้นเชื่อมแทนด้วย  $E(G) = \{(A,B), (A,C), (A,D), (A,E), (A,F), (A,G), (A,H), (B,C), (B,D), (B,E), (B,F), (B,G), (B,H), (C,B), (C,D), (C,E), (C,F), (C,G), (C,H), (D,B), (D,C), (D,E), (D,F), (D,G), (D,H), (E,B), (E,C), (E,D), (E,F), (E,G), (E,H), (F,B), (F,C), (F,D), (F,E), (F,G), (F,H), (G,B), (G,C), (G,D), (G,E), (G,F), (G,H)\}$  ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 กราฟโครงสร้างจำลองคลังสินค้า

### ตัวอย่างรายการใบสั่งซื้อสินค้า

ตัวอย่างรายการใบสั่งซื้อสินค้า กรณีศึกษาสั่งซื้อจำนวน 3 รายการ ได้แก่ รหัสสินค้า 10001 ชื่อสินค้า BBBB มีน้ำหนัก 10 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน B, รหัสสินค้า 10002 ชื่อสินค้า CCCC มีน้ำหนัก 5 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน C, และรหัสสินค้า 10003 ชื่อสินค้า DDDD มีน้ำหนัก 8 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน D ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรายการสินค้าตามใบสั่งซื้อสินค้า

รายการใบสั่งซื้อสินค้า				
รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	น้ำหนัก (kg)	จำนวน	โซน
10001	BBBB	10	1	B
10002	CCCC	5	1	C
10003	DDDD	8	1	D

จากตารางที่ 3.3 สามารถเขียนในรูปแบบเซตรายการสินค้าได้ เซต  $L_{iw}$  เมื่อ  $L$  คือสินค้า,  $i$  คือลำดับรายการสินค้า และ  $w$  คือน้ำหนักสินค้า สามารถเขียนเซต  $L$  ได้ดังนี้

$$L_{iw} = \{ (1,10), (2,5), (3,8) \}$$

### เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด $WD = 0.3$ , $WI = 0.7$

สามารถเขียนเลขลำดับเมตริกซ์โดยระบุค่าดังนี้ พิจารณาจุดยอด A มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, G ระบุหมายเลข 8.2, 5, 7.1, 5.3, 5.1, 7.5 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด B มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป C, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 4.1, 6.5, 6.2, 3.3, 6, 11 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด C มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 7.6, 8.3, 4.7, 3.9, 5.7, 12 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด D มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, E, F, G, H ระบุหมายเลข 7.9, 6.2, 5.9, 3.9, 6.6, 8 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด E มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, F, G, H ระบุหมายเลข 9.7, 4.7, 8, 4.2, 5.1, 9 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด F มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, G, H ระบุหมายเลข 8.2, 5.3, 7.4, 5.6, 5.4, 5 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด G มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, H ระบุหมายเลข 8.8, 5, 8, 4.4, 3.3, 6 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0 และพิจารณาจุดยอด H ไม่มีเส้นเชื่อมต่อระบุไปยังโหนดอื่นระบุหมายเลข 0 ทุกช่อง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด  $WD = 0.3$ ,  $WI = 0.7$

i \ j	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	8.2	0	7.6	7.9	9.7	8.2	8.8	0
C	5	4.1	0	6.2	4.7	5.3	5	0
D	7.1	6.5	8.3	0	8	7.4	8	0
E	5.3	6.2	4.7	5.9	0	5.6	4.4	0
F	5.1	3.3	3.9	3.9	4.2	0	3.3	0
G	7.5	6	5.7	6.6	5.1	5.4	0	0
H	0	11	12	8	9	5	6	0

เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด  $WD = 0.4$ ,  $WI = 0.6$

สามารถเขียนเลขลำดับเมตริกซ์โดยระบุค่าดังนี้ พิจารณาจุดยอด A มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, G ระบุหมายเลข 7.6, 5, 6.8, 5.4, 5.8, 8 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด B มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป C, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 3.8, 6, 6.6, 3.4, 6, 11 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด C มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 6.8, 8.4, 4.6, 4.2, 5.6, 12 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด D มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, E, F, G, H ระบุหมายเลข 7.2, 6.6, 6.2, 4.2, 6.8, 8 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด E มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, F, G, H ระบุหมายเลข 9.6, 4.6, 8, 4.6, 4.8, 9 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด F มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, G, H ระบุหมายเลข 7.6, 5.4, 7.2, 5.8, 5.2, 5 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด G มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, H ระบุหมายเลข 8.4, 5, 8, 4.2, 3.4, 6 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0 และพิจารณาจุดยอด H ไม่มีเส้นเชื่อมต่อระบุไปยังโหนดอื่นระบุหมายเลข 0 ทุกช่อง ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด  $WD = 0.4$ ,  $WI = 0.6$

$j \backslash i$	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	7.6	0	6.8	7.2	9.6	7.6	8.4	0
C	5	3.8	0	6.6	4.6	5.4	5	0
D	6.8	6	8.4	0	8	7.2	8	0
E	5.4	6.6	4.6	6.2	0	5.8	4.2	0
F	5.8	3.4	4.2	4.2	4.6	0	3.4	0
G	8	6	5.6	6.8	4.8	5.2	0	0
H	0	11	12	8	9	5	6	0

เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด  $WD = 0.2$ ,  $WI = 0.8$

สามารถเขียนเลขลำดับเมตริกซ์โดยระบุค่าดังนี้ พิจารณาจุดยอด A มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, G ระบุหมายเลข 8.8, 5, 7.4, 5.2, 4.4, 7 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด B มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป C, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 4.4, 7, 5.8, 3.2, 6, 11 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด C มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, D, E, F, G, H ระบุหมายเลข 8.4, 8.2, 4.8, 3.6, 5.8, 12 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด D มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, E, F, G, H ระบุหมายเลข 8.6, 5.8, 5.6, 3.6, 6.4, 8 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด E มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, F, G, H ระบุหมายเลข 9.8, 4.8, 8, 3.8, 5.4, 9 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด F มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, G, H ระบุหมายเลข 8.8, 5.2, 7.6, 5.4, 5.6, 5 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0, พิจารณาจุดยอด G มีเส้นเชื่อมต่อระบุไป B, C, D, E, F, H ระบุหมายเลข 9.2, 5, 8, 4.6, 3.2, 6 นอกนั้นระบุค่าเป็น 0 และพิจารณาจุดยอด H ไม่มีเส้นเชื่อมต่อระบุไปยังโหนดอื่นระบุหมายเลข 0 ทุกช่อง ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด  $W_D = 0.2$ ,  $W_I = 0.8$

$j \backslash i$	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	8.8	0	8.4	8.6	9.8	8.8	9.2	0
C	5	4.4	0	5.8	4.8	5.2	5	0
D	7.4	7	8.2	0	8	7.6	8	0
E	5.2	5.8	4.8	5.6	0	5.4	4.6	0
F	4.4	3.2	3.6	3.6	3.8	0	3.2	0
G	7	6	5.8	6.4	5.4	5.6	0	0
H	0	11	12	8	9	5	6	0

### ขั้นตอนและอัลกอริทึมที่ประยุกต์ใช้เพื่อเป็นตัวแปรตัดสินใจหาเส้นทาง

ขั้นตอนนี้จะคำนวณหาเส้นเชื่อม  $E(G)$  ของกราฟทุกเส้นเชื่อมโยงที่มีความสัมพันธ์กันด้วยเส้นเชื่อม มีการพิจารณาทางด้านคณิตศาสตร์ประยุกต์ใช้ Utility Function มาวิเคราะห์การตัดสินใจเลือก ด้วย 2 ปัจจัย คือระยะทาง และน้ำหนัก โดยใช้สมการในคำนวณหาเส้นเชื่อมดังนี้

$$E_{ij} = W_D D_{ij} + W_I I_{iw} \quad (1)$$

ถ้าให้ความสำคัญของ  $\sum W = W_D + W_I$  มีค่าเท่ากับ 1 กำหนด  $W_D = 0.3$ ,  $W_I = 0.7$ ,  $W_D$  คือค่า Weight ระยะทาง,  $D_{ij}$  คือระยะทางระหว่างโหนด  $i$  และ  $j$ ,  $W_I$  คือค่า Weight สินค้า,  $I_{iw}$  คือเซตของจุดยอด ซึ่งค่า  $E(G)$  ของกราฟ คือค่าของเส้นเชื่อม สามารถเขียนเป็นอัลกอริทึมหาเส้นเชื่อมได้ดังนี้

---

#### อัลกอริทึม 1: คำนวณค่า Utility Function บน Edge

---

- 1: for each  $E_{ij} \in E$
  - 2:  $d[E_{ij}] = W_D D_{ij} + W_I I_{iw}$ ;
  - 3: Call Dijkstra
-

เมื่อทำการหาเส้นเชื่อม  $E(G)$  ของกราฟแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนหาเส้นทางของการหิบลินค่าตามใบสั่ง โดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา (Dijkstra's Algorithm) จากกราฟระบุทิศทางที่ทุกๆเส้นเชื่อมมีค่าน้ำหนักเป็นบวก สำหรับขั้นตอนวิธีนี้จะทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด จากจุดยอดเริ่มต้นจุดหนึ่งไปยังจุดยอดปลายทางใดๆ ในกราฟโดยพิจารณาหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปที่ละจุดเรื่อยๆ จนครบ สามารถเขียนเป็นอัลกอริทึมหาเส้นทางได้ดังนี้

---



---

#### อัลกอริทึม 2: ไดจ์สตรา

---

- 1: Dijkstra ( $G = (V, E), s$ )
  - 2: for each  $v \in V$
  - 3:      $d[v] = \infty; p[v] = \text{null};$
  - 4:  $d[s] = 0$
  - 5: for each  $v \in \text{Adj}(u)$  {
  - 6:     if ( $d[u] + w(u, v) < d[v]$ )
  - 7:          $d[v] = d[u] + w(u, v)$
  - 8:          $p[v] = u$
- 

#### การหาค่าพลังงานที่ใช้

การหาค่าพลังงานจะช่วยให้ทราบว่าเส้นทางนั้นต้องใช้พลังงานเท่าใด ในกรณีที่เส้นทางมีค่าเท่ากันมากกว่าหนึ่งเส้นทาง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าทุกเส้นทางจะใช้พลังงานเท่ากันเสมอไป โดยงานเป็นปริมาณที่สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังสูตรคำนวณหางานดังนี้

$$Ep = mgh \quad (2)$$

เมื่อ  $Ep$  แทน พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีหน่วยเป็นจูล (J),  $m$  แทน มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg),  $g$  แทนความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก,  $h$  แทน ระยะหรือความสูง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

### ER-Diagram

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบฐานข้อมูลของระบบเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการหยิบสินค้าที่ใช้บันทึกการสั่งซื้อสินค้าของผู้ใช้บริการ มีการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการค้นหาระยะทางตามใบสั่งซื้อสินค้า ข้อมูลการสั่งซื้อที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลในภายหลังโดยมีความสัมพันธ์ของข้อมูลดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 โค้ดโปรแกรมฐานข้อมูลของระบบ

### Data Dictionary

พจนานุกรมข้อมูลจะประกอบด้วยหน่วยข้อมูล หรือข้อมูลย่อยต่างๆ ของระบบ โดยข้อมูลย่อยคือข้อมูลที่ไม่สามารถแยกย่อยออกไปได้อีก เช่น ข้อมูลสมาชิก ประกอบด้วย รหัสผู้ใช้ ชื่อ นามสกุล และที่อยู่ เป็นต้น สำหรับข้อมูลย่อยเหล่านี้เมื่อนำมารวมกันก็จะเรียกว่าเรคคอร์ด และในที่สุดก็จะเป็นโครงสร้างแฟ้มข้อมูล โดยพจนานุกรม คือ เอกสารที่ใช้อธิบายรายละเอียดโครงสร้างแฟ้มข้อมูล และรวมถึงรายการข้อมูลประกอบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย แอดทริบิวต์ รายละเอียดข้อมูล ชนิดข้อมูล ขนาดความกว้าง คีย์หลัก และคีย์นอก ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ของตารางดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตารางข้อมูลรายละเอียดการสั่งซื้อ (order detail)

Name	Type	Description
ID_order	int	รหัสใบสั่ง
ID_pro	int	รหัสสินค้า
p_name	Varchar	ชื่อสินค้า
p_weight	Varchar	น้ำหนักสินค้า
p_num	Varchar	จำนวนสินค้า
p_price	Varchar	ราคาสินค้า
p_zone	Varchar	โซนสินค้า
p_way	Varchar	ระยะทางสินค้า
o_num	Varchar	รวมจำนวนสินค้า
o_price	Varchar	รวมราคาสินค้า
o_date	datetime	วันที่สั่งซื้อ

ตารางที่ 3.6 ตารางข้อมูลสมาชิก (member)

Name	Type	Description
ID_mem	int	รหัสสมาชิก
m_name	Varchar	ชื่อสมาชิก
m_user	Varchar	ชื่อการใช้งาน
m_pass	Varchar	รหัสผ่านการเข้าใช้งาน
m_status	Varchar	สิทธิการใช้งาน

ตารางที่ 3.7 ตารางข้อมูลใบสั่ง (order)

Name	Type	Description
ID_order	int	รหัสใบสั่ง
o_date	Varchar	เวลาในการสั่ง
o_total	Varchar	ราคารวมสินค้า
o_status	Varchar	สถานะการตรวจสอบเส้นทาง

ตารางที่ 3.8 ตารางข้อมูลสินค้า (product)

Name	Type	Description
ID_pro	int	รหัสสินค้า
p_name	Varchar	ชื่อสินค้า
p_weight	Varchar	น้ำหนักสินค้า
p_num	Varchar	จำนวนสินค้า
p_price	Varchar	ราคาสินค้า
p_zone	Varchar	โซนสินค้า
p_way	Varchar	ระยะทางสินค้า

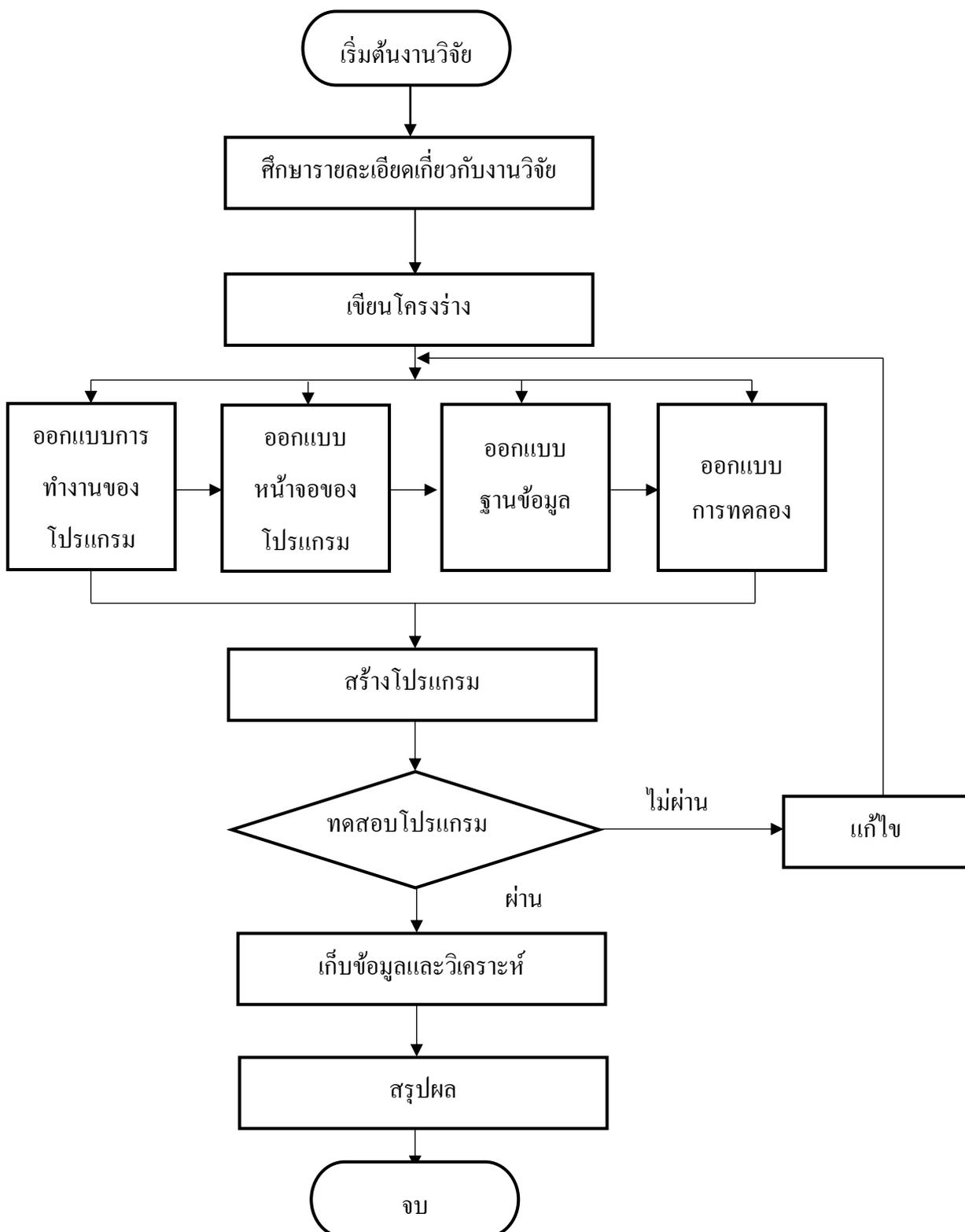
ตารางที่ 3.9 ตารางข้อมูลระยะทาง (distance)

Name	Type	Description
ID	int	รหัส
startzone	Varchar	โซนต้นทาง
targetzone	Varchar	โซนปลายทาง
distance	Varchar	ระยะห่าง

ตารางที่ 3.10 ตารางข้อมูลเส้นทาง (way)

Name	Type	Description
ID	int	รหัส
CurrentZone	Varchar	โซนปัจจุบัน
AnotherZone	Varchar	โซนอื่น
way	Varchar	เส้นทาง

## แผนผังการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเรื่องการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้าตาม  
ใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก

จากภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการดำเนินงานการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก ประกอบด้วยศึกษาข้อมูลและระบบที่ใช้งานกับการจัดการคลังสินค้า แล้ววิเคราะห์ปัญหาด้านการจัดการ เพื่อการออกแบบการทำงานของระบบการจัดการคลังสินค้า จากนั้นสร้างระบบการจัดการคลังสินค้าและทดลองการทำงานของระบบว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของงานหรือไม่ เมื่อทำการทดสอบผ่านกระบวนการบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มงานวิจัย

### แผนดำเนินงานของงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัยเป็นส่วนหนึ่ง que แสดงรายละเอียดของกิจกรรมการทำงานในแต่ละขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน จากเริ่มต้นการจัดทำงานวิจัยจนถึงสิ้นสุดการวิจัย ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 แผนดำเนินงานวิจัยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะทางและน้ำหนัก

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาปฏิบัติงาน								
	พ.ศ. 2559				พ.ศ. 2560				
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดของงานวิจัย	↔								
2. ศึกษาการทำงานของระบบ		↔							
3. เขียนโครงร่างงานวิจัย			↔						
4. ออกแบบการทำงานของระบบ				↔	↔				
5. สร้างระบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด						↔			

ตารางที่ 3.11 (ต่อ) แผนดำเนินงานวิจัยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะเวลาและน้ำหนัก

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาปฏิบัติงาน								
	พ.ศ. 2559				พ.ศ. 2560				
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
6. ทดสอบการทำงานระบบและแก้ไขการทำงาน						←→			
7. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและจัดทำรูปเล่มงานวิจัย									←→

จากตารางที่ 3.11 แผนดำเนินงานการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหีบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยข้อบังคับระยะเวลาและน้ำหนัก ในเดือนกันยายน และตุลาคม พ.ศ. 2559 ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดของงานวิจัยและศึกษาการทำงานของระบบ เพื่อความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ได้เขียนโครงร่างงานวิจัย ต่อมาในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และมกราคม พ.ศ. 2560 ออกแบบการทำงานของระบบว่าระบบควรมีกระบวนการทำงานอย่างไร จากนั้นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยได้สร้างระบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด และได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบ และแก้ไขการทำงานในเดือนมีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2560 ตลอดจนการสรุปผลการดำเนินงานวิจัย และจัดทำรูปเล่มงานวิจัยในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการวิจัย