บทที่ 3

ความต้องการใช้บริการและเวลาในการจัดเสนอบริการในปัจจุบัน

สิ่งที่เราต้องการเมื่อจะวิเคราะห์ระบบโดยใช้หุ่นจำลองและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปโปรแกรมสำเร็จGPSS/1100[1/] ก็คืออัตราการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร และเวลาที่ใช้ในการให้บริการผู้โดยสารแต่ละราย ข้อมูลทั้งสองนี้จะต้องระบุประเภทของการกระจายและค่าตัวกลาง (Average value) ของการกระจาย เพื่อให้คอมพิวเตอร์ผลิตเลขสุ่ม (Random number) ขึ้น ดังนั้น ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์หาประเภทการกระจายของข้อมูลโดยการประยุกต์หลักสถิติเข้ากับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่การรถไฟฯมีอยู่แล้ว อยู่ในรูปแบบที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนั้น ด้วยความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ของการรถไฟฯ จึงได้จัดทำแบบฟอร์มขึ้นใหม่ และจัดให้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลขึ้นในระหว่างวันที่ 9 ถึงวันที่ 20 มีนาคม 2524 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารหนาแน่นที่สุด หรือที่เรียกกันว่า ฤดูกาลโดยสาร เหตุที่ผู้ทำการวิจัยสนใจช่วงเวลานี้มากที่สุด ก็เนื่องมาจากเป็นช่วงเวลาที่มีผู้มาใช้บริการมาก และมักเกิดปัญหาต่างๆขึ้น นอกจากนั้นยังมีข้อมูลมากและเหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาประเภทการกระจายของข้อมูลด้วย

3.2 ความต้องการใช้บริการของผู้โดยสาร

จุดสำรวจความต้องการนี้ก็คือที่สำหรับแจกบัตรคิวตามที่กล่าวถึงในรูปที่ 1.1 ทั้งนี้โดยนับเฉพาะผู้โดยสารที่ประสงค์จะขอรับบัตรคิวเพื่อรอใช้บริการในลำดับถัดไป โดยแยกเก็บข้อมูลเฉพาะผู้มาใช้บริการในเส้นทางสายใต้กับเส้นทางสายเหนือ และสายตะวันออกเฉียงเหนือ โดยนับจำนวนผู้มาใช้บริการในทุกๆช่วงเวลา 1 นาที และเก็บข้อมูลที่ช่วงเวลาต่างๆกันในแต่ละวัน ข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปหาช่วงเวลาที่ผู้โดยสารแต่ละรายเข้ามาใช้บริการ หรือที่เรียกว่า Inter arrival time

อนึ่ง การแยกเก็บข้อมูลเป็นสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ และสายใต้ ก็เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดระบบบริการในลำดับถัดไป คือในขั้นการสำรองที่และการจำหน่ายตั๋ว (สายใต้มีเจ้าหน้าที่เฉพาะ ส่วนสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือใช้เจ้าหน้าที่ร่วมกัน ดูรูปที่ 1.2

1/ ดูบทที่ 2

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการสำรองที่และจองตั๋วในทางสายใต้ ตั้งแต่เวลา 8.30 - 16.30 น. ระหว่างวันที่ 17 - 20 มีค. ซึ่งเป็นช่วงที่มีผู้ใช้บริการสำรองที่และจองตั๋วมากที่สุด จะสังเกตเห็นได้ว่าปริมาณความต้องการใช้บริการจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในแต่ละวันดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 สำหรับจำนวนผู้โดยสารที่เข้ารับบริการสำหรับเส้นทางสายเหนือและสายอีสานก็คงมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จำนวนผู้มาใช้บริการในช่วงเวลาเช้า ระหว่าง 8.30 - 9.30 น. จะมีค่าสูงที่สุด คือประมาณ 1.75 คนต่อนาที สำหรับสายใต้ และ 1.30 คนต่อนาที สำหรับสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเวลาตั้งแต่ 9.30 - 10.30 น. อัตราผู้มาใช้บริการสำหรับทางสายใต้จะลดลงเหลือ 1.43 คนต่อนาที แต่จะกลับเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเวลาระหว่าง 10.30 - 11.30 น. อัตราการมาใช้บริการในตอนเช้าซึ่งสูงกว่าช่วงเวลาอื่นนั้น แท้ที่จริงเกิดจากการที่ผู้ประสงค์จะใช้บริการมาถึงก่อนเวลาเปิดที่ทำการ แต่ยังไม่ได้รับบริการในทันที จึงมีผู้โดยสารรอสะสมกันอยู่ในลักษณะของการตกค้างบริการ หรือมี Backlog service เกิดขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลนี้จะนับผู้มาใช้บริการแต่ละคนเป็นหนึ่ง แม้ผู้ใช้บริการบางคนจะสำรองที่และซื้อตั๋วเดินทางมากกว่าหนึ่งก็ตาม

ตารางที่ 3.1 การเข้ารับบริการสำรองที่และจองตั๋วรถไฟล่วงหน้าในสายใต้ที่ห้องจองตั๋วล่วงหน้า สถานีรถไฟกรุงเทพ ระหว่างวันที่ 17 - 20 มีนาคม 2524

วัน / เวลา	17 มีค.	18 มีค.	19 มีค.	20 มีค.	รวม	ค่าเฉลี่ย (คน/นาที)	คน/ชม.
8.30-9.30	108	123	96	92	419	419/240 = 1.75	105
9.30-10.30	75	104	87	78	344	344/240 = 1.43	86
10.30-11.30	119	130	114	121	484	484/240 = 2.01	121
11.30-12.30	61	80	78	95	314	314/240 = 1.31	79
12.30-13.30	59	78	68	88	293	293/240 = 1.22	73
13.30-14.30	56	69	68	75	268	268/240 = 1.04	67
14.30-15.30	35	49	53	54	191	191/240 = 0.80	48
15.30-16.30	34	29	33	33	129	129/240 = .54	32
รวม	547	662	597	636	-	-	-

ตารางที่ 3.2 การเข้ารับบริการสำรองที่และจองตั๋วรถไฟล่วงหน้าในสายเหนือและสายตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ 17 - 20 มีนาคม 2524 -

วัน / เวลา	17 มีค.	18มีค.	19 มีค.	20มีค.	รวม	ทางเฉลี่ย (คน/นาที)	ทางเฉลี่ย (คน/ชม.)
8.30-9.30	78	75	73	86	312	312/240 = 1.30	78
9.30-10.30	58	70	84	66	278	278/240 = 1.16	70
10.30-11.30	61	70	78	89	298	298/240 = 1.24	74
11.30-12.30	43	66	58	63	230	230/240 = .96	58
12.30-13.30	69	47	52	47	215	215/240 = .90	54
13.30-14.30	60	62	46	41	209	209/240 = .87	52
14.30-15.30	50	44	59	36	189	189/240 = .79	47
15.30-16.30	38	34	28	26	126	126/240 = .52	31
รวม	457	468	478	454	-	-	-

อัตราการมาใช้บริการของผู้โดยสารที่ประสงค์จะสำรองที่และจองตั๋วล่วงหน้านี้ ทางการรถไฟฯไม่สามารถควบคุมลักษณะการเปลี่ยนแปลงได้ ข้อมูลอีกประเภทหนึ่งที่ควรจะได้นำมาแสดงไว้ในที่นี้ด้วยก็คือ จำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละช่วงเวลา แต่เนื่องจากไม่มีเวลาค้นหาข้อมูลดังกล่าว จึงจำเป็นต้องงดเว้นไป อัตราการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้นับว่ามีผลต่อการเตรียมขีดความสามารถของระบบ เพื่อรับกับความต้องการใช้บริการของผู้โดยสารในอนาคตด้วย

3.3 เวลาที่ใช้ในการให้บริการ

ตามระบบให้บริการเดิมในข้อ 1.1 นั้น เจ้าหน้าที่คนหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นทั้งผู้สำรองที่นั่งและจำหน่ายตั๋วล่วงหน้าด้วย และในระหว่างที่ดำเนินการวิจัยเรื่องนี้ การรถไฟฯก็เปลี่ยนระบบการให้บริการโดยแยกเจ้าหน้าที่สำรองที่และจำหน่ายตั๋วออกจากกัน (ดูข้อ 1.3) เวลาที่ใช้ในการให้บริการสำหรับระบบเดิมไม่มีการเก็บไว้โดยละเอียด ตามหลักฐานในรายงานของการรถไฟฯ (เอกสารอ้างอิงลำดับที่ 1) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างในเดือนเมษายน 2523 เวลาที่ใช้สำหรับการสำรองที่และจำหน่ายตั๋วโดยเฉลี่ยทุกสายประมาณ 3.83 นาทีต่อราย ข้อมูลที่ทำการสำรวจใหม่โดยละเอียดไม่มีเนื่องจากได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบไปก่อนหน้าดังกล่าวแล้วข้างต้น ข้อมูลสำหรับระบบใหม่นี้

สำรวจระหว่าง 9 - 13 มีค.24

สำหรับเวลาที่ใช้ในการให้บริการตามระบบใหม่จะแยกเป็นสองประเภทคือ เวลาที่ใช้สำหรับการสำรองที่ และเวลาที่ใช้ในการออกตั๋วโดยสาร นอกจากนั้นยังแยกย่อยลงไปอีกชั้นหนึ่งตามเส้นทางการเดินรถ คือสายใต้กับสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับบริการที่ให้ความสนใจในที่นี้ก็คือ การสำรองที่และจองตั๋วล่วงหน้าเพื่อโดยสารรถชั้นหนึ่งและชั้นสองทุกประเภท

เนื่องจากเวลาและสถานที่อันจำกัด จึงทำการสำรวจโดยจับเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่บางรายเท่านั้น โดยได้ชี้แจงให้ทราบวัตถุประสงค์เพื่อให้ปฏิบัติหน้าที่ไปตามปกติ การจับเวลาจะเริ่มต้นตั้งแต่ผู้โดยสารถูกเรียกเข้ามายังหน่วยให้บริการ จนกระทั่งใช้บริการในแต่ละขั้นตอนเสร็จสิ้น

3.3.1 เวลาที่ใช้สำหรับการสำรองที่นั่ง

ตารางที่ 3.3 แสดงความถี่ในแต่ละอันตรภาคชั้นของช่วงเวลาในการสำรองที่สำหรับสายใต้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่การสำรองที่จะเสร็จสิ้นในราว 1 – 2 นาที รายที่ใช้เวลามากแสดงว่ามีปัญหาหรือเป็นการสำรองที่ในกรณีพิเศษ เช่น ต้องการสำรองไปและกลับ ที่นั่งตามที่ต้องการไม่มี เสียเวลาตัดสินใจและค้นหาที่นั่งใหม่ และอาจจะต้องการสำรองมากกว่า 1 ที่ เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 แสดงความถี่ในแต่ละอันตรภาคชั้นของช่วงเวลาในการสำรองที่สำหรับทางสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงความถี่ของเวลาที่ใช้ในการให้บริการ ณ ส่วนให้บริการสำรองที่นั่งสายใต้

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
0 – 1 นาที	55
1 – 2 "	90
2 – 3 "	44
3 – 4 "	19
4 – 5 "	10
5 – 6 "	6
6 – 7 "	2
7 – 8 "	1
8 – 9 "	0
9 – 10 "	1

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
10 – 11 นาที	0
11 – 12 "	0
12 – 13 "	2
13 – 14 "	0
14 – 15 "	1

ตารางที่ 3.4 แสดงความถี่ของเวลาที่ใช้ในการให้บริการ ณ ส่วนให้บริการสำรองที่นั่งสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
0 – 1 นาที	13
1 – 2 "	49
2 – 3 "	23
3 – 4 "	10
4 – 5 "	4
5 – 6 "	6
6 – 7 "	4
7 – 8 "	1
8 – 9 "	0
9 – 10 "	1
10 – 11 "	1

3.3.2 เวลาในการจำหน่ายตั๋วล่วงหน้า

ตารางที่ 3.5 แสดงความถี่ของเวลาในการออกตั๋วแก่ผู้โดยสารในอันตรภาคชั้นต่าง ๆ สำหรับผู้ใช้บริการในทางสายใต้ ส่วนตารางที่ 3.6 เป็นความถี่ของเวลาที่ใช้ในการออกตั๋ว

สำหรับผู้ใช้บริการในทางสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าลักษณะการกระจายของข้อมูลเมื่อดูด้วยตาจะคล้ายคลึงกับการสำรองที่ สำหรับรายที่ต้องใช้เวลาในการออกตั๋วนานก็คงคล้ายคลึงกับการสำรองที่ คือมักเป็นผู้ใช้บริการที่มีลักษณะพิเศษ เช่น ต้องออกตั๋วบางหรือออกตั๋วหลายใบ เป็นต้น นอกจากนั้นยังอาจเห็นได้ด้วยว่าการกระจายของเวลาที่ใช้ในการให้บริการสำหรับทางสายใต้กับสายเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

ตารางที่ 3.5 แสดงความถี่ของเวลาที่ใช้ในการให้บริการ ณ ส่วนจำหน่ายตั๋วล่วงหน้าสำหรับสายใต้

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
0 – 1 นาที	29
1 – 2 "	35
2 – 3 "	17
3 – 4 "	8
4 – 5 "	7
5 – 6 "	8
6 – 7 "	0
7 – 8 "	0
8 – 9 "	0
9 – 10 "	1
10 – 11 "	0
11 – 12 "	1

ตารางที่ 3.6 แสดงความถี่ของเวลาที่ใช้ในการให้บริการ ณ ส่วนจำหน่ายตั๋วล่วงหน้าสำหรับสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
0 – 1 นาที	14
1 – 2 "	49
2 – 3 "	27
3 – 4 "	18
4 – 5 "	11
5 – 6 "	4

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการบริการ	ความถี่
6 - 7 นาที	2
7 - 8 "	0
8 - 9 "	1
9 - 10 "	1
10 - 11 "	1
11 - 12 "	0
12 - 13 "	1

3.4 การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของข้อมูล

จากข้อมูลที่รวบรวมมาได้จะนำมาวิเคราะห์หาอัตราการเข้ามาใช้บริการ (Arrival rate) ของผู้โดยสาร (λ) และอัตราเร็วในการบริการผู้โดยสารแต่ละรายของเจ้าหน้าที่แต่ละคน (Service rate of individual servers) ซึ่งจะแทนด้วย μ ได้ ดังนี้.-

3.4.1 อัตราการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร (λ)

สมมติว่าเราสนใจอัตราการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารในทางสายใด ในช่วงเวลาระหว่าง 9.30 - 10.30 น. เราอาจจะนำข้อมูลที่เก็บไว้มาเขียนใหม่ดังตารางที่ 3.7 โดยแสดงให้เห็นว่า จากข้อมูลที่ได้มานั้น ในแต่ละช่วง 1 นาทีที่ผ่านไปจะมีจำนวนผู้มาใช้บริการที่ความถี่มากน้อยเท่าใด ตัวอย่างเช่น ในช่วง 1 นาที ไม่มีผู้มาใช้บริการเลย จะมีอยู่ทั้งสิ้น 61 ครั้ง มีผู้มาใช้บริการ 1 คน 86 ครั้ง และมีผู้มาใช้บริการ 2 คน 47 ครั้ง ฯลฯ จากตารางที่ 3.7 เมื่อรวมความถี่สะสมเข้าด้วยกันจะได้ 240 นาที ซึ่งเท่ากับจำนวนนาทีที่ทำการเก็บข้อมูล (ดูตารางที่ 3.1 ประกอบ) ส่วนผลคูณของ x_i t_i เมื่อรวมกันเข้าก็จะได้จำนวนผู้มาใช้บริการทั้งสิ้นในระหว่างวันที่เก็บข้อมูล อัตราการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร (λ) จะหาได้ดังนี้.-

$$= \left(\sum_{i=0}^{6} t_i x_i \right) / N$$

$$= 344/240$$

$$= 1.43 \text{ คน/นาที}$$

นั่นคืออัตราการมาใช้บริการในสายใดระหว่าง 9.30 - 10.30 น. จะประมาณ 1.43 คนต่อนาที หรือประมาณทุก ๆ 42 วินาทีจะมีผู้โดยสารมา 1 คน

ตารางที่ 3.7 การแจกแจงความถี่ของผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการในทางสายใต้

จำนวนคนในแต่ละช่วง 1 นาที (t_i)	ความถี่ของแต่ละช่วงเวลา 1 นาที (x_i)	ความถี่สะสม	$x_i t_i$
0	61	61	0
1	86	147	86
2	47	194	94
3	29	223	87
4	11	234	44
5	3	237	15
6	3	240	18
รวม		240	344

เพื่อทดสอบหาลักษณะการกระจายของข้อมูล จะตั้งสมมติฐานว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบ Poisson ซึ่งจะสามารถทดสอบความถูกต้องหรือที่เรียกว่า Goodness of fit ได้โดยใช้ X^2- test (Chi square test) ซึ่งมีวิธีการดังนี้.-

ก. ตั้งสมมติฐาน H_0 ซึ่งแสดงว่าข้อมูลในการเข้ามารับบริการสำหรับสายใต้ในระหว่างเวลา 9.30 - 10.30 น. มีการกระจายเป็นแบบ Poisson

ข. หาความน่าจะเป็น (Probability) ตามสูตรการกระจายของ Poisson คือ $P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$ โดย λ เป็นค่าเฉลี่ยในการกระจายแบบ Poisson (ในที่นี้คือ 1.43 หากข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบ Poisson จริง)

ค. หาความถี่ของจำนวนผู้มาใช้บริการที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Expected value) โดยคำนวณจากความน่าจะเป็นในข้อ ข.

ในที่นี้ค่าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นคือ.-

$$E(x_i) = P(x_i) \cdot N$$

ง. ทดสอบโดยเปรียบเทียบความถี่ที่เก็บจากสภาพการทำงานจริง (Observed frequency) กับความถี่จากการคำนวณ (Expected frequency) คือ $\sum (O_i - E_i)^2 / E_i$ กับค่ามาตรฐานจากตารางของ Chi-distribution ที่ α % confidence limit และที่ Degree of freedom ตามข้อมูลที่จะวิเคราะห์ซึ่งแทนด้วย $\chi^2(\alpha, d.f.)$

โดย O_i เป็น Observed frequency และ

E_i เป็น Expected frequency

ตารางที่ 3.8 เป็นความถี่จากการคำนวณตามข้อ ข. และตารางที่ 3.9 เป็นค่าจากการคำนวณเปรียบเทียบกับค่าซึ่งสุ่มเก็บจากของจริง สำหรับชั้นที่มีความถี่น้อยกว่า 5 นำมารวมเข้าด้วยกัน

ตารางที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ที่มารับบริการจริงกับจำนวนที่ได้จากทางทฤษฎี

จำนวนผู้มารับบริการในช่วง 1 นาที	จำนวนความถี่จริง 0	ความน่าจะเป็นตาม Poisson $\lambda = 1.43$, P (x_i)	จำนวนความถี่จากการคำนวณ E (x_i)
0	61	.2466	59
1	86	.3452	83
2	47	.2417	58
3	29	.1128	27
4	11	.0395	9
5	3	.0111	3
6	3	.0032	1

ตารางที่ 3.9 แสดงการทดสอบ χ^2

O_i	E_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2/E_i$
61	59	4	.06779
86	83	9	.10843
47	58	121	2.08621
29	27	4	.14815
11)	9)		
3) 17	3) 13	16	1.23077
3)	1)		
240	240		3.6413

จากตารางที่ 3.9 $\chi^2(\text{test}) = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$= 3.6413$

Degree of freedom (d.f.) $= 5 - 2$

$= 3$

จากตารางค่าสถิติเมื่อใช้ Confidence limit 95%

$$\chi^2_{(.05,3)} = 7.81$$

$$\chi^2_{(test)} < \chi^2_{(.05,3)}$$

∴ Accept Ho

ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการเข้ามาใช้บริการ สำหรับสายใต้ ระหว่างเวลา 9.30 - 10.30 น. มีการแจกจงแบบ Poisson โดยมีค่าเฉลี่ยในการเข้ามาใช้บริการ 1.43 คนต่อนาที

โดยการทดสอบในทำนองเดียวกันนี้สามารถแสดงให้เห็นได้ว่า การเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารในช่วงเวลาอื่นของสายใต้ มีการแจกแจงความถี่เป็นแบบ Poisson ด้วย โดยมีค่าเฉลี่ยของการแจกแจงตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

สำหรับการแจกแจงความถี่ของผู้ที่เข้ามาใช้บริการสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือที่เวลาต่างๆกัน ก็สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการเดียวกัน ซึ่งพบว่าการแจกแจงความถี่ในทุกช่วงเวลาเป็นแบบ Poisson โดยมีค่าเฉลี่ยของการแจกแจงตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

3.4.2 อัตราการให้บริการของเจ้าหน้าที่

3.4.2.1 การสำรองที่นั่ง

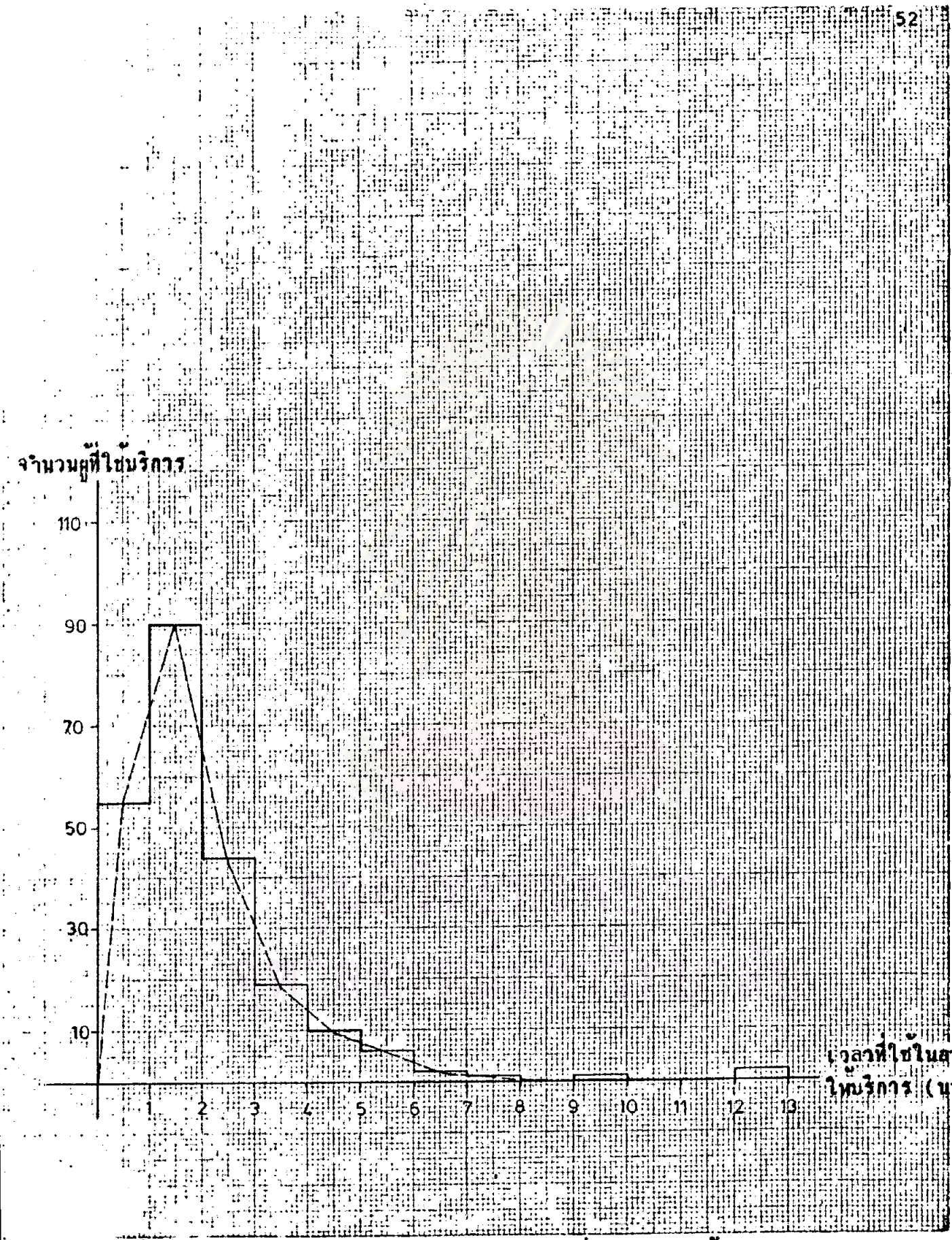
จากข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการสำรองที่ให้กับผู้โดยสารแต่ละรายในสายใต้ อาจนำมาเขียนในรูปของการแจกแจงความถี่ได้ตามตารางที่ 3.10 ซึ่งเมื่อนำมาเขียนเป็นรูปกราฟแท่ง (Histrogram) และรูปหลายเหลี่ยมแท่งความถี่ (Polygon frequency) ตามรูปที่ 3.1 แล้ว ก็พบว่ามีลักษณะคล้ายการแจกแจงในแบบ Gamma ดังนั้น จึงคาดคะเนว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบ Gamma[1/] ซึ่งจะหาสมการของการกระจายได้โดยหาค่าตัวมี α และ β ก็ต้องหาค่าเฉลี่ยของการแจกแจงและค่าความแปรปรวน (Standard deviation) ด้วย

1/ การทดสอบนี้ไม่ได้นำไปใช้ในบทที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากการกระจายแบบ Gamma ไม่ใช่ฟังก์ชันมาตรฐานของโปรแกรมสำเร็จ GPSS/1100 (ดูคำอธิบายในข้อ 4.3) และไม่จำเป็นต้องทดสอบก็ได

ตารางที่ 3.10 แสดงการหาค่าเฉลี่ยของการให้บริการสำรองที่นั่ง (สายใต้)

เวลาที่ใช้ในการให้บริการ	ความถี่ n_i	Central Value (x_i)	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$
0 - 1 นาที	55	.5	27.5	13.75
1 - 2 "	90	1.5	135	202.50
2 - 3 "	44	2.5	110	275
3 - 4 "	19	3.5	66.5	232.75
4 - 5 "	10	4.5	45	202.50
5 - 6 "	6	5.5	33	181.50
6 - 7 "	2	6.5	13	84.50
7 - 8 "	1	7.5	7.5	56.25
8 - 9 "	0	8.5	0	0
9 - 10 "	1	9.5	95	90.25
10 - 11 "	0	10.5	0	0
11 - 12 "	0	11.5	0	0
12 - 13 "	2	12.5	25	312.5
13 - 14 "	0	13.5	0	0
14 - 15 "	1	14.5	14.5	210.25
รวม	231		486.5	1861.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงลักษณะการกระจายของเวลาในการสำรองที่สำหรับสายใด้

$$\bar{x} = \left(\sum_{\text{all } i} n_i x_i\right)/N$$

$$\sigma^2 = \frac{N\sum n_i x_i^2 - (\sum n_i x_i)^2}{N(N-1)}$$

$$\bar{x} = 486.5/231$$

$$= 2.10606 \text{ นาที/คน}$$

$$\sigma^2 = \frac{231\times(1861.75) - (486.5)^2}{231\times(230)}$$

$$= 3.6397$$

จากค่าตัวกลางเลขคณิตและความแปรปรวน นำไปแทนในสูตรการหาค่าตัวกลาง (μ) และค่าความแปรปรวน (σ^2) ของการกระจายแบบ Gamma เพื่อหาค่า β และ α ได้ดังนี้.-

$$\mu = \alpha\beta$$

$$\sigma^2 = \alpha\beta^2$$

ฉะนั้น จะได้ $2.10606 = \alpha\beta$ และ

$3.6397 = \alpha\beta^2$

ซึ่งจะได้ $\alpha = 1.218 \approx 1$

$\beta = 1.728 \approx 2$

แทนค่า α และ β ลงในสมการของการกระจายแบบ Gamma คือ.-

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad ; \quad x > 0$$

จะได้ $f(x) = \frac{1}{2}\frac{e^{-x/2}}{\Gamma(1)}$

$$= \frac{1}{2} e^{-x/2}$$

ซึ่งเป็นสมการของการกระจายแบบ Exponential ที่มี Cumulative distribution คือ.-

$$F(x) = \int_0^x f(x)\,dx$$

จะได้ $F(x) = 1 - e^{-x/2}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการนี้จะสามารถนำไปคำนวณหาความถี่สะสมในแต่ละช่วงเวลาได้โดยการแทนค่า x เพื่อหาความน่าจะเป็นและความถี่ของเวลาที่ใช้ในการสำรองที่นั่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้ความสัมพันธ์ $E(x_i) = P(x_i) \cdot N$ ค่าความถี่จากการคำนวณอยู่ในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ความถี่ของเวลาที่ใช้ในการสำรองที่นั่ง ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการคำนวณ (E_i)

X	$F(x_i)=1-e^{-x/2}$	$F(x_i)-F(x_{i-1})$	$E(x_i)$ $P(x_i) \cdot N$	O_i	$(E_i-O_i)^2$	$(E_i-O_i)^2/E_i$
.5	.221199	.22199	51	55	16	.2711
1.5	.527633	.306434	71	90	361	5.08
2.5	.713495	.185862	43	44	1	.02325
3.5	.826226	.112731	26	19	49	1.8846
4.5	.894601	.068375	16	10	36	2.25
5.5	.936071	.041471	10	6	16	1.6
6.5	.961226	.015256	6	2	16	1.66
7.5	.976482	.015256	4)	1)		
8.5	.985736	.009254	2)	0)		
9.5	.991348	.005612	1)	1)		
10.5	.994752	.003404	1) 8	0) 5	9	1.125
11.5	.996817	.0020652	0)	0)		
12.5	.998069	.0012523	0)	2)		
13.5	.998829	.0007596	0)	0)		
14.5	.9992898	.0004607	0)	1)		
						14.89

การทดสอบว่าการแจกแจงแบบ Exponential เหมาะสมกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาหรือไม่ จะทำได้โดย.-

กำหนด Ho : สมมติฐานซึ่งแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบ Exponential

จากตารางที่ 3.11

$$\chi^2_{(test)} = \sum_{all\ i} (O_i - E_i)^2/E_i$$

$$= 14.89$$

$$d.f. = 8 - 2$$

$$= 6$$

$$\chi^2_{(.01,6)} = 16.8 \quad \text{(หาจากตารางค่าสถิติ)}$$

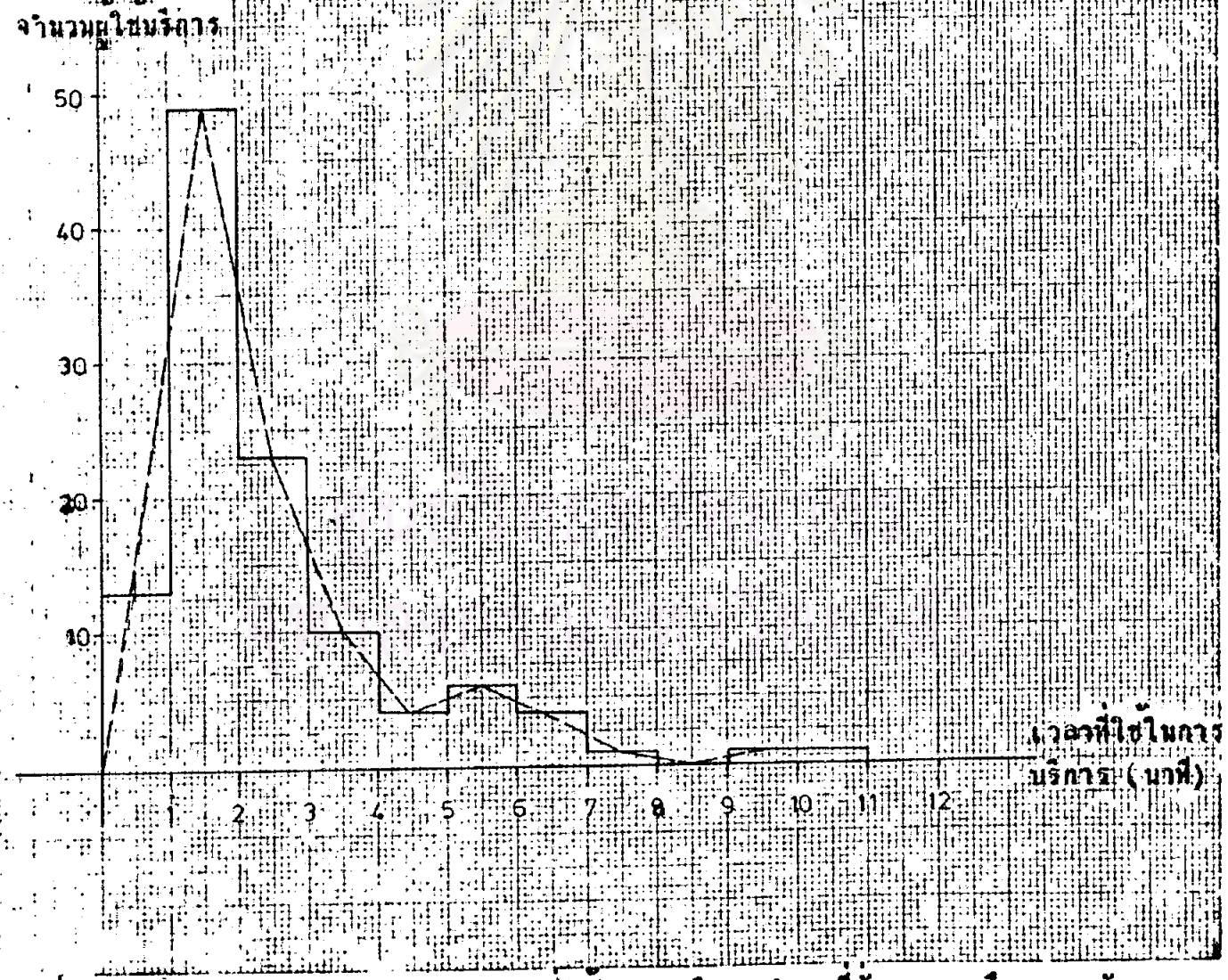
$$\chi^2_{(test)} < \chi^2_{(.01,6)}$$

ซึ่งแสดงว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานด้วยความเชื่อมั่น 99% (ใช้ 99% Confidence limit) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเวลาที่เจ้าหน้าที่ใช้สำหรับบริการสำรองที่สายใต้ มีการกระจายเป็นแบบ Exponential โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.11 นาที/คน

สำหรับการสำรองที่ในทางสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ จะสามารถนำมาเขียนในรูปของการแจกแจงความถี่ได้ดังตารางที่ 3.12 เมื่อนำความถี่ไปเขียนเป็นรูปกราฟแท่งจะมีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งคล้ายคลึงกับทางสายใต้ คือมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบ Gamma ดังนั้น จึงดำเนินการทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบ Gamma จริงหรือไม่ โดยการทดสอบหา Goodness of fit

ตารางที่ 3.12 ความถี่ของเวลาที่ใช้ในการสำรองที่สำหรับสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

เวลาที่ใช้ในการให้บริการ	Central Value (X)	ความถี่	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$
0 - 1 นาที	.5	13	6.5	3.25
1 - 2 "	1.5	49	73.5	110.25
2 - 3 "	2.5	23	57.5	143.75
3 - 4 "	3.5	10	35	122.5
4 - 5 "	4.5	4	18	81
5 - 6 "	5.5	6	33	181.5
6 - 7 "	6.5	4	26	169
7 - 8 "	7.5	1	7.5	56.25
8 - 9 "	8.5	0	0	0
9 - 10 "	9.5	1	9.5	90.25
10 - 11 "	10.5	1	10.5	110.25
รวม		112	277	1068



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะการกระจายของเวลาที่ใช้ในการบริการสำรองที่นั่ง สายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

จากตารางที่ 3.12 ; $\bar{x} = \frac{277}{112}$

$= 2.4732$ นาที/คน

$\sigma^2 = 3.4336$

แทนค่าหา α และ β เช่นเดียวกับสายใต้ จะได้ :

$\alpha = 1.78143 \simeq 2$

$\beta = 1.3883 \simeq 1$

ฉะนั้น การแจกแจงแบบ Gamma จึงมีค่า f(x) ซึ่งเขียนได้ในรูป

$$f(x) = \frac{x^{2-1} e^{-x}}{\Gamma(2)}$$

$$= x e^{-x}$$

และค่าการแจกแจงสะสมหาได้จาก

$$F(x) = \int_0^x f(x)\, dx$$

$$= 1 - e^{-x}(1+x)$$

ซึ่งนำไปหาค่าความถี่สะสมในแต่ละช่วงเวลาได้โดยแทนค่า x และหาค่าความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้จากความสัมพันธ์ $E(x_i) = P(x_i).N$ ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อคำนวณจากสมการการแจกแจง (สายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ)

X	$F(x_i)$	$F(x_i) - P(x_{i-1})$	$E(x_i) = N.P(x_i)$	O_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2/E_i$
.5	.0802035	.0802035	10	13	9	.90
1.5	.442175	.3519715	40	49	81	2.025
2.5	.7127025	.2705275	30	23	49	1.633
3.5	.8641135	.151411	17	10	49	2.8823
4.5	.9389005	.074878	8	4	16	2
5.5	.9734345	.034534	4)	6)		
6.5	.9887245	.01529	2)	4)		
7.5	.99529865	.00657415	1)7	1)13	36	5.14
8.5	.99806675	.0027681	0)	0)		
9.5	.99921355	.0027681	0)	1)		
10.5		.00078645				
						14.5931

การทดสอบความคลองจองระหว่างข้อมูลจากการสุ่มสำรวจกับความถี่จากการคำนวณจะทำได้โดย.-

กำหนด Ho : ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบ Gamma.

จากตารางที่ 3.13 :

$$\chi^2_{(test)} = \sum_{\text{all } i} (O_i - E_i)^2/E_i$$

$$= 14.5931$$

$$d.f. = 6-2$$

$$= 4$$

$$\chi^2_{(0.005,4)} = 14.9$$

$$\chi^2_{(test)} < \chi^2_{(0.005,4)}$$

แสดงว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานด้วยความเชื่อมั่น 99.5% ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเวลาสำหรับการสำรองที่สายเหนือและสายตะวันออกเฉียงเหนือมีการแจกแจงแบบ Gamma โดยมีค่าเฉลี่ย 2.47 นาที/คน

3.4.2.2 <u>การจำหน่ายตั๋วล่วงหน้า</u>

โดยการทดสอบเช่นเดียวกับที่ดำเนินการมาแล้วในข้อ 3.4.2.1 พบว่าด้วยความเชื่อมั่น 95% การกระจายเวลาที่ใช้สำหรับจำหน่ายตั๋วล่วงหน้าสายใต้มีการแจกแจงแบบ Exponential โดยมีค่าเฉลี่ย 2.21 นาที/คน

สำหรับการจำหน่ายตั๋วล่วงหน้าในทางสายเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีความเชื่อมั่น 95% ที่การกระจายของเวลาในการให้บริการเป็นแบบ Gamma. โดยมีดัชนี α = 2 และ β = 1 และมีค่าเฉลี่ย 2.61 นาที/คน