บทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กล่าวโดยทั่วไป

3.1.1 ผู้โดยสารขาออก (departing passenger)

ห้องผู้โดยสารขาออกอยู่บนดึกที่ทำการท่าอากาศยาน ผู้โดยสารที่จะเดินทางออกนอกประเทศจะนำกระเป๋าสัมภาระไปทำการตรวจส่ง (baggage check-in counters) กับเจ้าหน้าที่ประจำ แต่ละสายการบิน จากนั้นจึงไปให้เจ้าหน้าที่ตรวจคนเข้าเมือง ทำการตรวจตราหนังสือเดินทาง ซึ่งที่ด่านตรวจหนังสือเดินทางขาออกนี้ จะมีช่องทางเข้าตรวจ 18 ช่องทาง ตามปกติทางท่าอากาศยานจะประกาศเรียกผู้โดยสารเข้าตรวจ ก่อนเครื่องบินออกประมาณครึ่งชั่วโมง แต่ในทางปฏิบัติจะล่าช้ากว่านั้น โดยเฉพาะในกรณีของผู้โดยสารคนไทย มักจะเสียเวลาอำลากับผู้มาส่งจนใกล้เวลาเครื่องบินจะออกจึงเข้าตรวจ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดแถวคอยได้ เมื่อได้รับการตรวจตราหนังสือเดินทางเรียบร้อยแล้ว ผู้โดยสารจะเข้าไปนั่งคอยขึ้นเครื่อง ณ ห้องผู้โดยสารขาออก (departure lounge) ดังแสดงในรูปที่ 6

3.1.2 ผู้โดยสารขาเข้า (arriving passenger)

เมื่อมีเครื่องบินลงจอด ซึ่งลักษณะการเข้าจอดของเครื่องมี 2 ลักษณะ คือ การจอดเทียบกับประตูช่องทางเดินของเครื่องบินขนาดกลาง เช่น DC-8, DC-10 และ A-300 ฯลฯ อีกลักษณะหนึ่งคือ การลงจอดกลางแจ้งของเครื่องบินขนาดใหญ่ เช่น BOEING 747 ที่เรียกว่าจอดหลุม ซึ่งจะมีรถมารับไปยังตัวตึก ผู้โดยสารทั้งหมดก็จะเข้ายังห้องผู้โดยสารขาเข้า ผ่านด่านตรวจคนเข้าเมืองเพื่อตรวจประทับตราหนังสือเดินทาง ซึ่งมีช่องทางเข้าตรวจ 24 ช่องทาง แล้วผ่านไปยังที่รับกระเป๋า ซึ่งมีแป้นนำส่งกระเป๋าที่อยู่ในระหว่างใช้งาน 3 แป้น เมื่อได้รับกระเป๋าสัมภาระเรียบร้อยแล้ว จะต้องผ่านด่านศุลกากรที่มี 15 ช่องทางบริการ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ศุลการักษ์ทำการตรวจค้นตามระเบียบจึงออกไป ดังแสดงในผังตามรูปที่ 7

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้โดยสารขาออกในช่วงเดือนเมษายน และของผู้โดยสารขาเข้าในช่วงเดือนพฤษภาคม 2523 ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ดอนเมือง โดยทำการเก็บข้อมูลการเข้ารับบริการและเวลาที่ใช้บริการของผู้โดยสารในรอบ 7 วัน เนื่องจากเครื่องบินของสายการบินต่าง ๆ ได้ขึ้นลงตามตารางการบินที่ได้กำหนดไว้แล้วซ้ำทุก ๆ สัปดาห์ไป ซึ่งตารางการบินนี้อาจมีการคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย

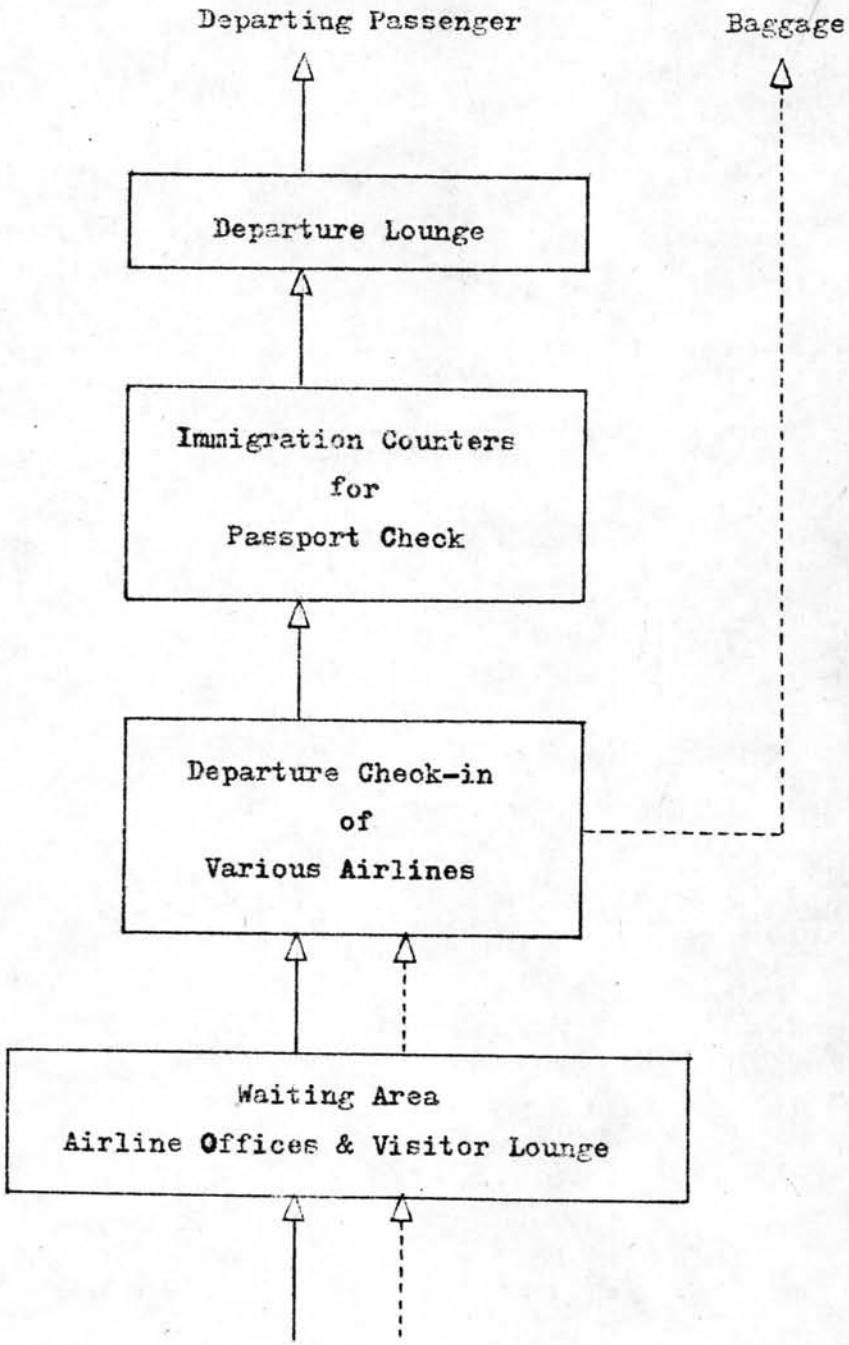
3.3 การวิเคราะห์และทดสอบข้อมูล

3.3.1 ข้อมูลของผู้โดยสารขาออก

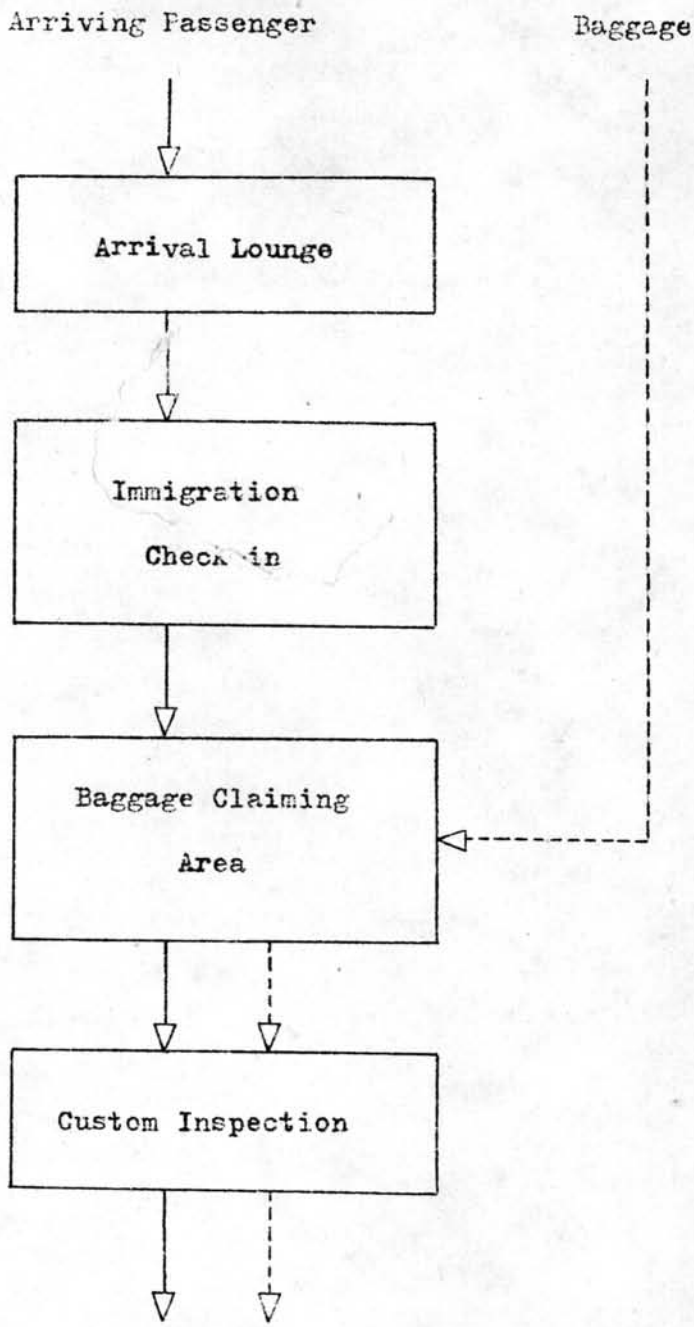
จากตารางที่ 6 มีเครื่องบินขึ้นจากสนามบินดอนเมืองมากในช่วงกลางวัน มากกว่าในช่วงกลางคืน คือในช่วง 08.30-11.00 น. ซึ่งจากตารางที่ 7 จะพบว่าช่วงเวลา 09.15-10.15 น. เป็นช่วงที่มีผู้โดยสารเดินทางออกมากที่สุดด้วย และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ตรวจคนเข้าเมือง ทำให้ทราบว่าช่วงเวลาที่ผู้โดยสารผ่านออกมากที่สุด คือ เวลาประมาณ 09.15-10.15 น. เช่นกัน ส่วนช่วงเวลาอื่น เช่นเวลาเย็น ก็เกิดปัญหาแถวคอยบ้าง แต่ไม่แออัดเท่าใด

3.3.1.1 การแจกแจงของข้อมูลการเข้ารับบริการ

โดยทั่วไปในระบบแถวคอยใด ๆ มักจะถือว่าอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้ามีลักษณะเป็นแบบปัวซอง (Poisson process) และช่วงเวลาที่เข้ามาห่างกันของลูกค้ามีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ดังนั้นในการวิเคราะห์นี้จึงตั้งสมมุติฐานว่า อัตราการเข้ารับบริการของผู้โดยสารขาออก ควรมีลักษณะการแจกแจงแบบปัวซองด้วย ซึ่งจากตารางที่ 9 คำนวณหาช่วงเวลาที่ผู้โดยสารสองคนเข้ามาห่างกัน (inter-arrival time) และความน่าจะเป็นสะสม แล้วนำมาเขียนกราฟของโค้งความน่าจะเป็นสะสม



รูปที่ 6 แสดงเส้นทางเดินของผู้โดยสารขาออก



รูปที่ 7 แสดงเส้นทางเดินของผู้โดยสารขาเข้า

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนเครื่องบินขาออกจากท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ในรอบ 24 ช.ม.(2)

วัน / เวลา	อา-ทิตย์	จันทร์	อัง-คาร	พุธ	พฤหัส	ศุกร์	เสาร์	รวม	เฉลี่ย/วัน
08.00–09.00	3	5	5	3	3	4	3	26	3.714
09.00–10.00	4	2	–	2	4	4	1	17	2.429
10.00–11.00	6	9	6	6	9	6	8	50	7.143
11.00–12.00	7	3	4	8	3	5	4	34	4.857
12.00–13.00	3	1	1	1	2	2	1	11	1.571
13.00–14.00	1	2	1	2	2	–	1	9	1.286
14.00–15.00	1	2	2	–	2	2	2	10	1.429
15.00–16.00	1	3	1	2	4	3	2	16	2.286
16.00–17.00	3	2	2	1	2	2	1	15	2.143
17.00–18.00	1	1	2	1	1	1	1	8	1.143
18.00–19.00	5	6	7	8	6	7	7	46	6.571
19.00–20.00	6	2	2	2	4	1	2	19	2.714
20.00–21.00	2	3	1	1	2	4	3	16	2.286
21.00–22.00	5	2	4	3	5	2	1	22	3.143
22.00–23.00	–	3	1	4	1	3	2	14	2.000
23.00–24.00	2	2	–	2	1	2	2	11	1.571
24.00–01.00	–	1	1	1	1	3	1	8	1.143
01.00–02.00	4	–	2	–	3	1	2	12	1.174
02.00–03.00	–	2	2	2	1	–	4	11	1.571
03.00–04.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
04.00–05.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
05.00–06.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
06.00–07.00	–	1	1	1	1	–	–	4	0.571
07.00–08.00	3	2	1	1	1	3	1	12	1.174

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนผู้โดยสารขาออกในช่วงเวลา 08.30–11.00 น.

เวลา \ วัน	อา-ทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัส	ศุกร์	เสาร์	รวม
08.30–08.45	23	52	22	98	48	13	62	318
08.45–09.00	89	61	37	78	103	5	105	478
09.00–09.15	171	84	114	85	201	34	129	727
09.15–09.30	234	160	113	265	189	86	112	1159
09.30–09.45	211	227	185	120	266	104	96	1210
09.45–10.00	327	220	155	458	235	130	200	1725
10.00–10.15	234	81	244	220	103	131	115	1137
10.15–10.30	296	62	129	287	53	87	57	971
10.30–10.45	177	47	53	126	54	94	35	586
10.45–11.00	117	25	61	41	35	60	22	361

จากรูปที่ 8 จะได้โค้งความน่าจะเป็นสะสมของเวลาห่างกันที่ผู้โดยสารขาออกเข้ารับบริการจากด่านตรวจคนเข้าเมือง มีลักษณะการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (9) นั่นคือ อัตราการเข้ารับบริการของผู้โดยสารควรจะมีการแจกแจงแบบปัวซอง

จากตารางที่ 8 เราสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ารับบริการได้

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{28} t_i f_i}{N}$$

$$= \frac{5232}{420}$$

$$= 12.457 \quad \text{คน/นาที}$$

นำค่า λ นี้ไปใช้ในการคำนวณค่าความถี่ตามทฤษฎีจากสมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับดังนี้

$$P(f) = \frac{(12.457)^f \; e^{-12.457}}{f!} \qquad (4)$$

$$E_i = N \cdot P(f) \qquad (5)$$

แล้วทำการเปรียบเทียบค่าความถี่ที่ได้จากข้อมูลจริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎี ดังแสดงในตารางที่ 10

ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เป็นการยอมรับสมมุติฐานที่ว่า อัตราการเข้ารับบริการมีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ารับบริการเท่ากับ 12.457 นาที/คน

ตารางที่ 8 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ารับบริการของผู้โดยสารขาออก

จำนวนผู้โดยสารในช่วง 1 นาที (n_i)	ความถี่(f_i)	$n_i f_i$
3	3	9
4	5	20
5	5	25
6	5	30
7	17	119
8	28	224
9	36	324
10	42	420
11	36	396
12	49	588
13	39	507
14	43	602
15	38	570
16	25	400
17	12	204
18	11	198
19	5	95
20	4	80
21	4	84
22	2	44
23	1	23
24	2	48
25	2	50
26	1	26
27	1	27
28	2	56
29	1	29
30	1	30
รวม	420	5232

ตารางที่ 9 แสดงการหาค่าความน่าจะเป็นสะสมของ interarrival time ของผู้โดยสารขาออก

จำนวนผู้โดยสารในช่วง 1 นาที	(วินาที)	ความถี่ f	ความถี่สะสม F	ความน่าจะเป็นสะสม P(F)
30	60/30 = 2.00	1	1	0.0024
29	60/29 = 2.07	1	2	0.0048
28	60/28 = 2.14	2	4	0.0095
27	60/27 = 2.22	1	5	0.0119
26	60/26 = 2.31	1	6	0.0143
25	60/25 = 2.40	2	8	0.0190
24	60/24 = 2.50	2	10	0.0238
23	60/23 = 2.61	1	11	0.0262
22	60/22 = 2.73	2	13	0.0310
21	60/21 = 2.86	4	17	0.0405
20	60/20 = 3.00	4	21	0.0500
19	60/19 = 3.16	5	26	0.0619
18	60/18 = 3.33	11	37	0.0881
17	60/17 = 3.53	12	49	0.1167
16	60/16 = 3.75	25	74	0.1762
15	60/15 = 4.00	38	112	0.2667
14	60/14 = 4.29	43	155	0.3690
13	60/13 = 4.62	39	194	0.4619
12	60/12 = 5.00	49	243	0.5786
11	60/11 = 5.45	36	279	0.6643
10	60/10 = 6.00	42	321	0.7643
9	60/9 = 6.67	36	357	0.8500
8	60/8 = 7.50	28	385	0.9167
7	60/7 = 8.57	17	402	0.9571
6	60/6 =10.00	5	407	0.9690
5	60/5 =12.00	5	412	0.9810
4	60/4 =15.00	5	417	0.9929
3	60/3 =20.00	3	420	1.0000

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถี่จริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎีของผู้โดยสารขาออก ที่เข้ารับบริการ

จำนวนผู้โดยสารในช่วง 1 นาที	ความน่าจะเป็นแบบปัวซอง	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
3	0.001253	0.526	3	
4	0.003903	1.639	5	
5	0.009723	4.084	5	
6	0.020187	8.478	5	
		14.727	18	0.727
7	0.035925	15.088	17	0.242
8	0.055940	23.495	28	0.864
9	0.077427	32.519	36	0.373
10	0.096464	40.515	42	0.054
11	0.109241	45.881	36	2.128
12	0.113401	47.629	49	0.039
13	0.108665	45.639	39	0.966
14	0.096688	40.609	43	0.141
15	0.080296	33.724	38	0.542
16	0.062516	26.257	25	0.060
17	0.045809	19.240	12	2.724
18	0.031703	13.315	11	0.402
19	0.020785	8.730	5	1.594
20	0.012946	5.437	4	
21	0.007679	3.225	4	

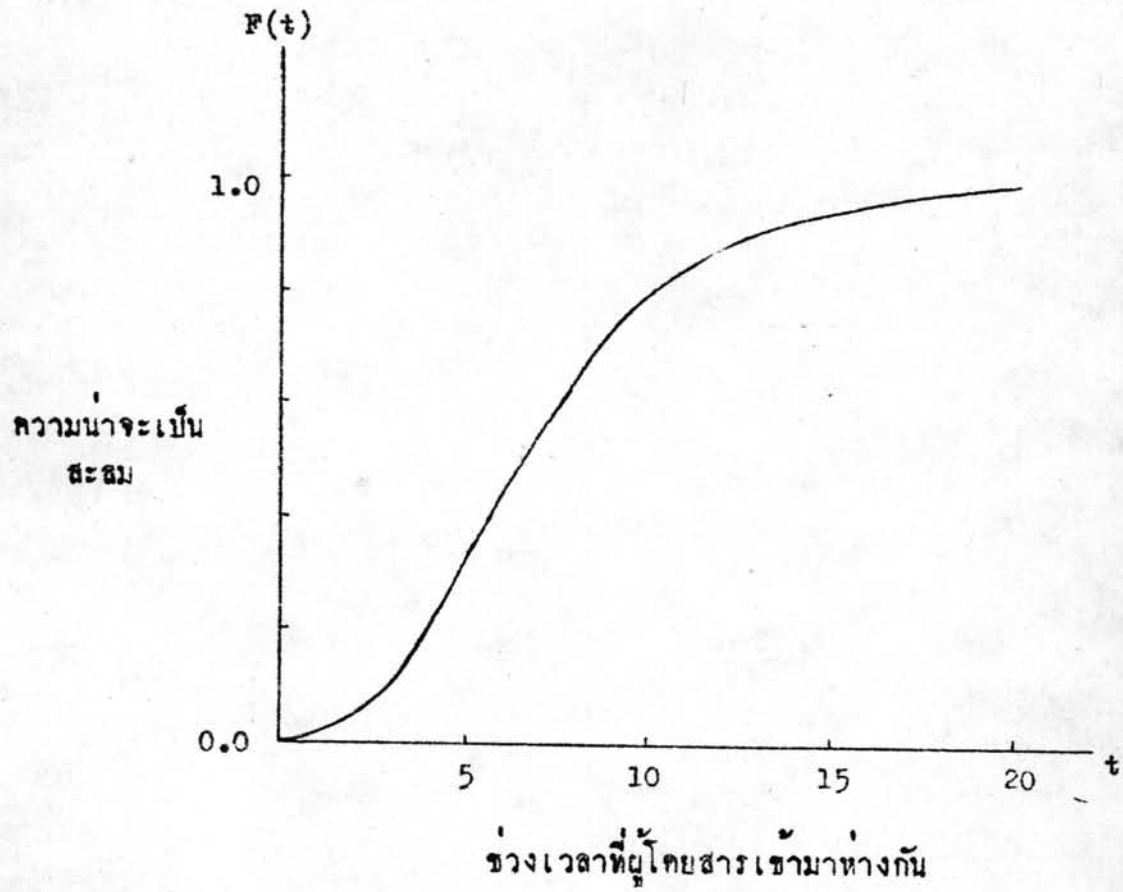
ตารางที่ 10 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบค่าความถี่จริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎีของผู้โดยสารขาออกที่เข้ารับบริการ

จำนวนผู้โดยสารในช่วง 1 นาที	ความน่าจะเป็นแบบปัวซอง	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
22	0.004348	1.826	2	
23	0.002355	0.989	1	
24	0.001222	0.513	2	
25	0.000609	0.256	2	
26	0.000292	0.123	1	
27	0.000135	0.057	1	
28	0.000060	0.025	2	
29	0.000026	0.011	1	
30	0.000011	0.005	1	
		12.467	21	5.840
รวม				16.696

$$\chi^2_{test} = 16.969$$

$$\chi^2_{(13,0.05)} = 22.362$$

$$\chi^2_{test} < \chi^2_{(13,0.05)}$$



รูปที่ 8 แสดงโค้งความน่าจะเป็นสะสมของ interarrival time ของผู้โดยสารขาออก

3.3.1.2 การแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการบริการ

เมื่อนำข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการบริการ มาแจกแจงความถี่ตามตารางที่ 11 และสร้างเป็น frequency histogram ดังรูปที่ 9 จะเห็นว่าเวลาที่น้อยที่สุดและนานที่สุด ที่ให้บริการมีค่าต่างกันมาก ซึ่งจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ตรวจคนเข้าเมือง ทราบว่าเนื่องมาจากสาเหตุสองประการ คือเนื่องจากการที่ผู้โดยสารกรอกข้อความในเอกสารการเดินทางไม่ถูกต้องครบถ้วน ทำให้ต้องเสียเวลาแก้ไข ประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งก็เนื่องมาจากประสบการณ์ความชำนาญของเจ้าหน้าที่ตรวจคนเข้าเมือง

i17923268

เจ้าหน้าที่ที่ทำงานหน้าที่นี้มานานย่อมมีความชำนาญ จึงใช้เวลาน้อย ส่วนเจ้าหน้าที่ที่มารับงานใหม่ ย่อมใช้เวลาตรวจนานกว่า

ตารางที่ 11 แสดงการแจกแจงชั้นความถี่ของเวลาที่ใช้ในการบริการแก่ผู้โดยสารขาออก ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง

เวลาที่ใช้ในการบริการ (วินาที)	จุดกลาง t_i	ความถี่ f_i	$t_i f_i$	$t_i^2 f_i$
20 - 35	27.5	10	275	7562.5
35 - 50	42.5	25	1062.5	45156.25
50 - 65	57.5	28	1610	92575
65 - 80	72.5	36	2610	189225
80 - 95	87.5	25	2187.5	191406.25
95 - 110	102.5	20	2050	210125
110 - 125	117.5	12	1410	165675
รวม		156	11250	901725

จากรูปที่ 9 จะเห็นว่าข้อมูลมีแนวโน้มที่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ดังนี้

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{7} t_i f_i}{N}$$

$$= \frac{11205}{156}$$

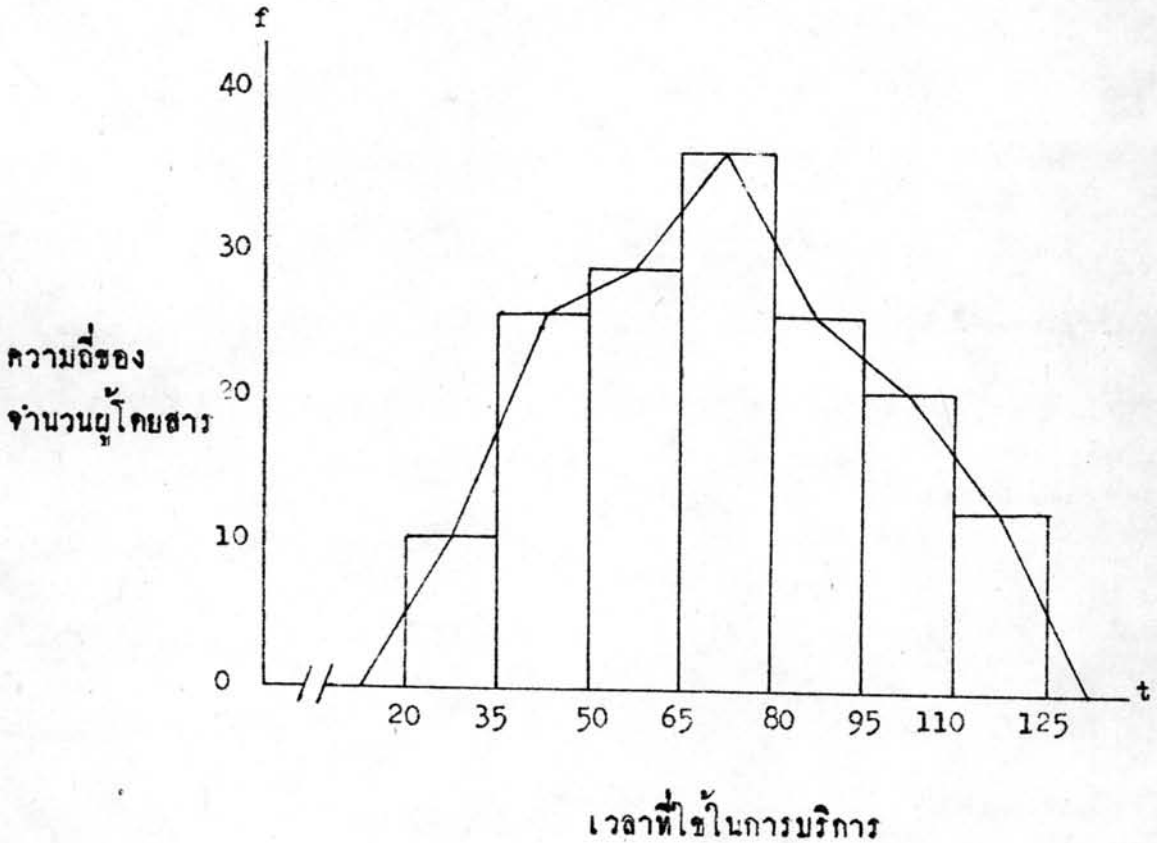
$$= 71.83 \text{ วินาที/คน}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{N\left(\sum_{i=1}^{7} t_i^2 f_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{7} t_i f_i\right)^2}{N\,(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{156(901725) - (11205)^2}{156(155)}}$$

$$= 25.004 \quad \text{วินาที}$$

จากนั้น ทำการทดสอบสมมุติฐานที่ว่า ข้อมูลของเวลาการให้บริการแก่ผู้โดยสารขาออก ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง เป็นแบบโค้งปกติ โดยวิธี χ^2- test ดังแสดงในตารางที่ 12



รูปที่ 9 แสดง frequency histogram ของเวลาที่ใช้ในการบริการผู้โดยสารขาออก ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง

ตารางที่ 12 แสดงการทดลองเปรียบเทียบความถี่ของเวลาที่ให้บริการจากข้อมูลกับความถี่ที่ได้ตามทฤษฎี

เวลาที่ใช้บริการ (วินาที)	ค่าความน่าจะเป็นสะสม F_i	$F_i - F_{i-1}$	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
20	0.0188				
		0.0506	7.89	10	0.562
35	0.0694				
		0.1200	18.72	25	1.107
50	0.1894				
		0.2003	31.25	28	0.337
65	0.3897				
		0.2358	36.78	36	0.017
80	0.6255				
		0.1957	30.53	25	1.001
95	0.8212				
		0.1145	17.86	20	0.256
110	0.9357				
		0.0643	10.03	12	0.387
125	1.0000				
รวม					4.667

$$\chi^2_{test} = 4.667$$

$$\chi^2_{(4,0.05)} = 9.488$$

$$\chi^2_{test} < \chi^2_{(4,0.05)}$$

โดยที่ ค่า F_i คำนวณได้จาก

$$z = \frac{t_i - \bar{t}}{\sigma_t}$$

$$= \frac{t_i - 71.83}{25.004}$$

แล้วเปิดตารางแสดงพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ภาคผนวก ก .) ก็จะได้ค่าความน่าจะเป็นสะสม F_i

ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า เวลาที่ใช้ในการบริการผู้โดยสารขาออก ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบริการ (mean service time) เท่ากับ 71.83 วินาที/คน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 25.004 วินาที

3.3.2 ข้อมูลของผู้โดยสารขาเข้า

เช่นเดียวกับผู้โดยสารขาออก คือช่วงเวลาที่มีเครื่องบินลงจอดคับคั่งจะเป็นช่วงเวลากลางวัน จากตารางที่ 13 จะพบว่า ช่วงเวลา 17.00-18.00 น. เป็นช่วงที่คับคั่งที่สุด นอกจากนี้ ลักษณะการเข้ามารับบริการของผู้โดยสารขาเข้า ยังต่างจากผู้โดยสารขาออกอีกด้วย คือผู้โดยสารขาเข้าจะเข้ามาเป็นกลุ่มตามเครื่องบินที่ลงจอด ซึ่งอาจแสดงได้ดังรูปที่ 10

3.3.2.1 การแจกแจงของข้อมูลการเข้ารับบริการ

ในระบบแถวคอยโดยทั่วไป เวลาระหว่างลูกค้าที่เข้ามาในระบบ (interarrival time) ส่วนมากจะมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ดังนั้นในการวิเคราะห์นี้ เราจึงตั้งสมมุติฐานว่า เวลาระหว่างกลุ่มผู้โดยสารที่เข้ามาเป็นระบบมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนเครื่องบินขาเข้าท่าอากาศยาน ในรอบ 24 ช.ม.(2)

วัน / เวลา	อา-ทิตย์	จันทร์	อัง-คาร	พุธ	พฤหัส	ศุกร์	เสาร์	รวม	เฉลี่ย/วัน
08.00–09.00	4	2	2	2	3	5	2	20	2.857
09.00–10.00	3	5	5	3	6	4	3	30	4.286
10.00–11.00	5	5	4	7	5	5	1	34	4.857
11.00–12.00	3	1	1	2	2	1	1	11	1.571
12.00–13.00	2	1	1	2	2	2	1	11	1.571
13.00–14.00	1	2	2	2	5	1	2	13	1.857
14.00–15.00	1	3	1	2	2	3	2	14	2.000
15.00–16.00	3	4	2	2	2	3	1	17	2.429
16.00–17.00	2	1	2	2	2	1	2	12	1.714
17.00–18.00	9	4	8	8	7	5	8	49	7.000
18.00–19.00	6	4	3	5	5	3	4	30	4.286
19.00–20.00	2	3	2	–	1	2	3	13	1.857
20.00–21.00	5	4	5	2	4	4	2	26	3.714
21.00–22.00	1	–	1	3	1	3	1	10	1.429
22.00–23.00	3	1	2	1	2	2	3	14	2.000
23.00–24.00	2	1	2	1	2	1	2	11	1.571
24.00–01.00	2	1	3	–	3	2	2	13	1.857
01.00–02.00	–	1	–	2	1	–	3	7	1.000
02.00–03.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
03.00–04.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
04.00–05.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
05.00–06.00	–	1	1	–	1	1	–	4	0.571
06.00–07.00	3	1	1	2	–	3	–	10	1.429
07.00–08.00	3	1	1	1	2	–	–	8	1.143

ตารางที่ 14 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของเวลาห่างกัน ที่กลุ่มผู้โดยสารขาเข้าเข้ารับบริการ

เวลาที่กลุ่มผู้โดยสารเข้ามาห่างกัน(นาที)	จุดกลางชั้น t_i	ความถี่ f_i	$t_i f_i$
0 - 5	2.5	29	72.5
6 - 11	8.5	12	102.0
12 - 17	14.5	5	72.5
18 - 23	20.5	6	123.0
24 - 29	26.5	1	26.5
30 - 35	32.5	1	32.5
รวม		54	429.0

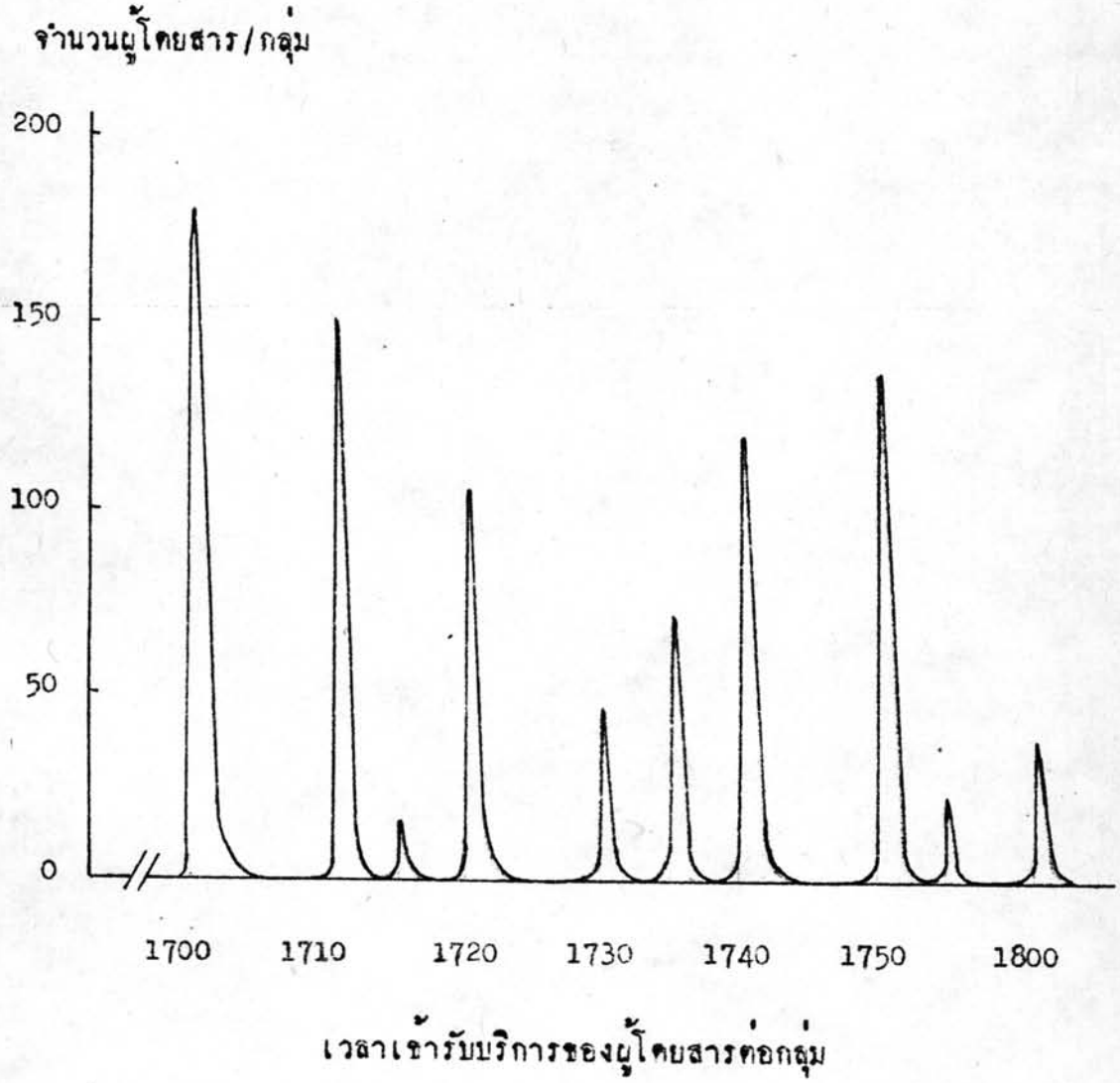
จากตารางที่ 14 สามารถหาค่าเวลาเฉลี่ยของเวลาระหว่างผู้โดยสารสองกลุ่มที่เข้ามารับบริการ ได้ดังนี้

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^{6} t_i f_i}{N}$$

$$= \frac{429.0}{54}$$

$$= 7.94 \quad \text{นาที/กลุ่ม}$$

จากนั้น ทำการเปรียบเทียบค่าความถี่จริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎี เพื่อทดสอบการแจกแจงของข้อมูลการเข้ารับบริการ ดังแสดงในตารางที่ 15



รูปที่ 10 แสดงลักษณะการเข้ามาในระบบของผู้โดยสารขาเข้า

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถี่จริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎี ของเวลาการเข้ารับบริการของผู้โดยสารขาเข้า

เวลาระหว่างผู้โดยสารที่เข้ารับบริการ (วินาที)	ความน่าจะเป็นสะสม F	$F_i - F_{i-1}$	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
0	0				
		0.4671	25.22	29	0.566
5	0.4671				
		0.2826	15.26	12	0.696
11	0.7497				
		0.1327	7.17	5	0.655
17	0.8824				
		0.0623	3.36	6	
23	0.9447				
		0.0293	1.58	1	
29	0.9740				
		0.0260	1.40	1	
35	1.0000		6.34	8	0.429
รวม					2.346

$$\chi^2_{test} = 2.346$$

$$\chi^2_{(2,0.05)} = 5.994$$

$$\chi^2_{test} < \chi^2_{(2,0.05)}$$

ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ายอมรับสมมุติฐานที่ว่า ช่วงเวลาระหว่างผู้โดยสารขาเข้าสองกลุ่มที่เข้ารับบริการ มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาเท่ากับ 7.94 นาทีต่อกลุ่ม

ในการวิเคราะห์นี้ได้เลือกช่วงเวลา 17.00–18.00น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารเข้ารับบริการคับคั่งที่สุด ซึ่งจากการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่ามีผู้โดยสารขาเข้าทั้งหมด 5648 คน ในช่วงเวลานี้ (จากตารางภาคผนวก ง.) ดังนั้นจำนวนคนเฉลี่ยของผู้โดยสารขาเข้าต่อกลุ่ม ($\bar{n}$) หาได้ดังนี้

$$\bar{n} = \frac{5648}{54}$$

$$= 104.59 \simeq 105 \quad \text{คน/กลุ่ม}$$

เวลาเฉลี่ยระหว่างผู้โดยสารที่เข้ารับบริการ (วินาที)

$$\bar{t} = \frac{60 \times 7.94}{105}$$

$$= 4.537 \quad \text{วินาที/คน}$$

3.3.2.2 <u>การแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ให้บริการ</u>

ก) <u>ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง</u>

นำข้อมูลของเวลาที่ให้บริการมาจัดชั้นความถี่ แล้วสร้างเป็น frequency histogram ดังแสดงในตารางที่ 16 และรูปที่ 11 ตามลำดับ จะพบว่า เวลาที่ใช้ในการบริการต่างกันมากเช่นเดียวกับของผู้โดยสารขาออก ซึ่งก็เนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าวมาแล้วเช่นเดียวกัน

จากรูปที่ 11 จะเห็นว่าข้อมูลมีแนวโน้มที่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ซึ่งสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังนี้

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{6} t_i f_i}{N}$$

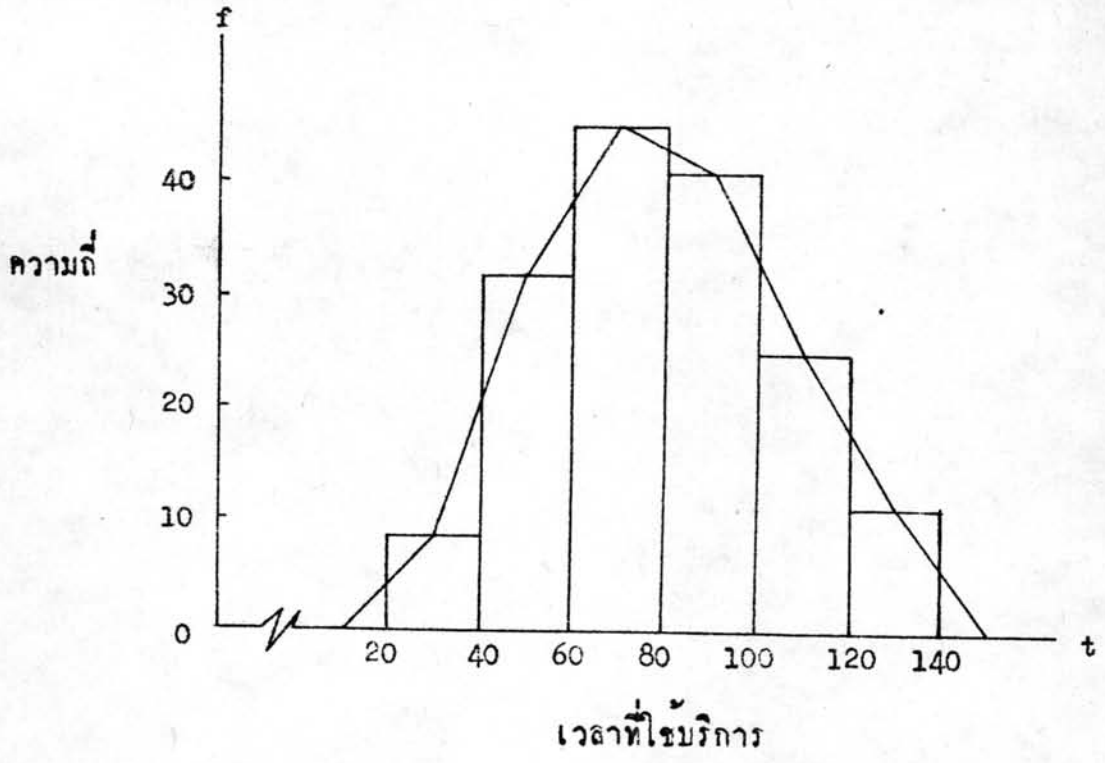
$$= \frac{12790}{161}$$

$$= 79.44 \quad \text{วินาที/คน}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{N.(\sum_{i=1}^{6} t_i^2 f_i) - (\sum_{i=1}^{6} t_i f_i)^2}{N\,(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{161(1123300) - (12790)^2}{161\,(160)}}$$

$$= 25.89 \quad \text{วินาที}$$



รูปที่ 11 แสดง frequency histogram ของเวลาที่ใช้บริการผู้โดยสารขาเข้าที่ด่านตรวจคนเข้าเมือง

ตารางที่ 16 แสดงการแจกแจงชั้นความถี่ของเวลาที่ใช้ในการบริการแก่ผู้โดยสารขาออก ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง

เวลาที่ใช้ในการบริการ (วินาที)	จุดกลาง t_i	ความถี่ f_i	$t_i f_i$	$t_i^2 f_i$
20 - 40	30	8	240	7200
40 - 60	50	32	1600	80000
60 - 80	70	44	3080	215600
80 - 100	90	41	3690	332100
100 - 120	110	25	2750	302500
120 - 140	130	11	1430	185900
รวม		161	12790	1123300

ทำการทดสอบว่า ข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการบริการแก่ผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง มีการแจกแจงแบบโค้งปกติจริงหรือไม่ โดยวิธี χ^2- test ดังแสดงในตารางที่ 17 โดยที่ ค่า F_i คำนวณจาก

$$z = \frac{t_i - \bar{t}}{\delta_t}$$

$$= \frac{t_i - 79.44}{25.59}$$

แล้วเปิดตารางแสดงพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ภาคผนวก ก.) ซึ่งก็คือค่า F_i

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถี่ของเวลาที่ใช้บริการจริงกับค่าความถี่ตามทฤษฎีของผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง

เวลาที่ใช้บริการ (วินาที)	ความน่าจะเป็นสะสม F_i	$F_i - F_{i-1}$	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
20	0.0116				
		0.0552	8.89	8	0.087
40	0.0668				
		0.1659	26.71	32	1.048
60	0.2327				
		0.2513	40.56	44	0.310
80	0.4840				
		0.3070	49.43	41	1.437
100	0.7910				
		0.1519	24.46	25	0.012
120	0.9429				
		0.0571	9.19	11	0.356
140	1.0000				
รวม					3.250

$$\chi^2_{test} = 3.250$$

$$\chi^2_{(3,0.05)} = 7.81$$

$$\chi^2_{test} < \chi^2_{(3,0.05)}$$

ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานที่ว่า เวลาที่ใช้ในการบริการผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบริการ เท่ากับ 79.44 วินาที/คน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 25.89 วินาที

ข) ณ ด่านศุลกากร

นำข้อมูลมาจัดชั้นความถี่อย่าง frequency histogram เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการ และการแจกแจงของชุดข้อมูล ตามตารางที่ 18 และรูปที่ 12 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่า ข้อมูลมีแนวโน้มที่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ จึงตั้งสมมุติฐาน แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของเวลาและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{5} t_i f_i}{N}$$

$$= \frac{7968}{107}$$

$$= 74.46 \quad \text{วินาที/คน}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{N(\sum_{i=1}^{6} t_i^2 f_i) - (\sum_{i=1}^{6} t_i f_i)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{107(648576) - (7968)^2}{107(106)}}$$

$$= 22.8 \quad \text{วินาที}$$

โดยที่ค่า F_i ในตารางที่ 19 ได้จาก

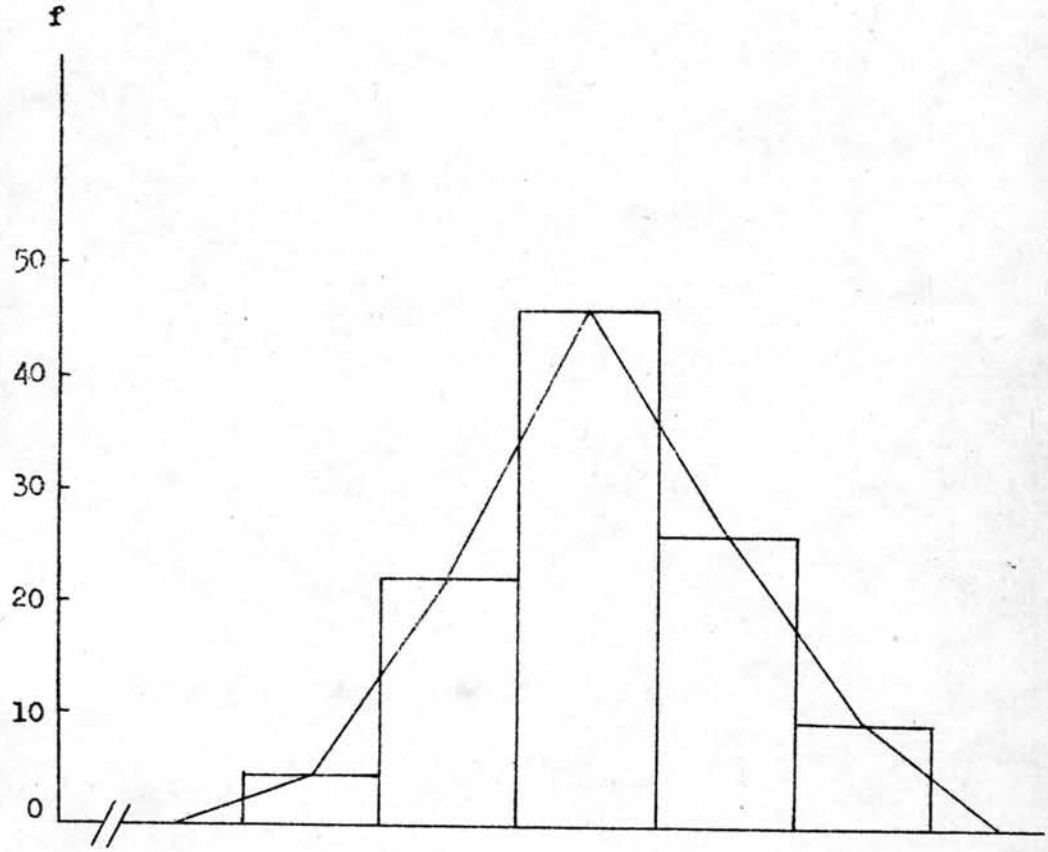
$$z = \frac{t_i - 74.47}{22.8}$$

แล้วเปิดตารางแสดงพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ภาคผนวก ก.) ซึ่งค่าที่ได้ก็คือค่า F_i

ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่า ยอมรับสมมุติฐานที่ว่าเวลาที่ใช้ในการบริการผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านศุลกากร มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบริการ เท่ากับ 74.47 วินาที/คน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 22.8 วินาที

ตารางที่ 18 แสดงการจัดชั้นความถี่ของข้อมูลเวลาที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านศุลกากร

เวลาที่ใช้บริการ (วินาที)	จุดกลาง t_i	ความถี่ f_i	$t_i f_i$	$t_i^2 f_i$
12 - 36	24	4	96	2304
36 - 60	48	23	1104	52992
60 - 84	72	46	3312	238464
84 -108	96	26	2496	239616
108 -132	120	8	960	115200
รวม		107	7968	648576



รูปที่ 12 แสดง frequency histogram ของเวลาที่ใช้ในการบริการผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านศุลกากร

ตารางที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถี่ของเวลาที่ให้บริการจริง กับค่าความถี่ตามทฤษฎี ของผู้โดยสารขาเข้า ณ ด่านศุลกากร

เวลาที่ใช้ในการบริการ (วินาที)	ความน่าจะเป็นสะสม F_i	$F_i - F_{i-1}$	ความถี่ตามทฤษฎี E_i	ความถี่จริง O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
12	0.0036				
		0.0459	4.91	4	
36	0.0495				
		0.2214	23.69	23	
			28.60	27	0.090
60	0.2709				
		0.3955	42.32	46	0.320
84	0.6664				
		0.2642	28.27	26	0.182
108	0.9306				
		0.0694	7.43	8	0.044
132	1.0000				
รวม					0.636

$$\chi^2_{test} = 0.636$$

$$\chi^2_{(1,0.05)} = 3.841$$

$$\chi^2_{test} < \chi^2_{(1,0.05)}$$

3.4 สรุปผลการวิเคราะห์และทดสอบข้อมูล

3.4.1. ผู้โดยสารขาออก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้โดยสารขาออก ที่ผ่านด่านตรวจคนเข้าเมือง ในช่วงวันที่ 15 เม.ย. 2523 ถึง 30 เม.ย. 2523 สรุปได้ว่า ในช่วงเวลา 09.15–10.15 น. มีผู้โดยสารขาออก เข้ารับบริการคับคั่งมาก โดยมีการแจกแจงของอัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบปัวซองที่มีค่าเฉลี่ย 12.457 คนต่อนาที ส่วนเวลาของการให้บริการมีการแจกแจงแบบโค้งปกติที่มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 71.83 วินาทีต่อคน และ 25.004 วินาที ตามลำดับ

3.4.2. ผู้โดยสารขาเข้า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้โดยสารขาเข้า ในช่วงวันที่ 7 พ.ค. 2523 ถึง 22 พ.ค. 2523 สรุปได้ว่า ในช่วง 17.00–18.00 น. ของทุก ๆ วัน มีผู้โดยสารขาเข้าคับคั่งที่สุด โดยมีการแจกแจงของเวลาระหว่างกลุ่มผู้โดยสารที่เข้ามาเป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 7.94 นาทีต่อกลุ่ม หรือ 4.537 วินาทีต่อคน ส่วนเวลาของการให้บริการ ณ ด่านตรวจคนเข้าเมือง มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 79.44 และ 25.89 วินาทีต่อคน ตามลำดับ จากนั้นจะมาเสียเวลารอคอยรับกระเป๋า (time delay) เฉลี่ยคนละประมาณ 15 นาที ส่วนเวลาที่ให้บริการ ณ ด่านศุลกากร มีการแจกแจงแบบโค้งปกติเช่นกันที่มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 74.47 และ 22.8 วินาทีต่อคน ตามลำดับ