บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิจัยถึงความหนาแน่นของจำนวนเครื่องบิน แบบ ฮ.– 6 ในระบบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงกากาศยานคณเมือง กรมช่างกากาศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยประยุกต์แบบจำลองผลระบบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ผลของระบบจากการสุ่มข้อมูล ทำให้มีความจำเป็นต้องทราบถึงรูปแบบการแผ่กระจายความน่าจะเป็น จากการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์อัตราเครื่องบินที่เข้ารับบริการและระยะเวลาการให้บริการสำหรับงานซ่อมบำรุง เพื่อนำเอาพารามิเตอร์มาใช้สุ่มแทนเวลาที่เครื่องบินเข้ารับการซ่อมบำรุง และระยะเวลาการซ่อมบำรุง นำมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาข้อยุติ การเลือกจัดแบบแผน การปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ที่สามารถลดความหนาแน่นจำนวนเครื่องบินที่เข้ามารอรับการซ่อมบำรุง ด้วยการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณ และวิเคราะห์ผล จากการเก็บข้อมูลซึ่งสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

4.1 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราการเข้ารับบริการ

การเก็บข้อมูลอัตราการเข้ารับบริการนี้ ได้รับจากรายงานในบันทึกสมุดประวัติงานซ่อมบำรุงเครื่องบินแบบ ฮ.– 6 ของโรงงานซ่อมบำรุง ศูนย์ซ่อมบำรุงกากาศยานคณเมือง กรมช่างกากาศ แสดงไว้ในตารางที่ (4-1) ซึ่งในตารางนี้ได้จำแนกประเภทของการเข้ารับบริการไว้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ การซ่อมใหญ่ และการซ่อมย่อม

ตารางที่ 4.1

แสดงจำนวนเครื่องบินแบบ ฮ.– 6 ที่เข้ารับการซ่อมบำรุง พ.ศ. 2519-2520

ประเภท	2519	2520	
การซ่อมใหญ่	57	66	เครื่อง
การซ่อมย่อย	104	105	เครื่อง

แหล่งที่มาของข้อมูล: กรมช่างอากาศ

4.1.1 การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราการเข้ารับบริการซ่อมใหญ่

การเก็บข้อมูลอัตราเครื่องบินที่เข้ามาซ่อมใหญ่ในระบบงานซ่อมบำรุง กำหนดระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์ สำหรับการเก็บความถี่ข้อมูลจำนวนเครื่องบินที่เข้ามารับบริการงานซ่อมใหญ่ n เครื่อง 1 ครั้ง ความถี่ที่ได้จากการเก็บข้อมูล 52 ครั้ง จากระยะเวลา 2 ปี จำนวนเครื่องบินเข้ารับบริการงานซ่อมใหญ่ 123 เครื่อง จะมีค่ามัชฌิมอัตราที่เครื่องบินเข้ามาซ่อมใหญ่ (Mean Arrival rate) จำนวน 2.3653 เครื่อง ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์

การทดสอบพารามิเตอร์การแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล อัตราเครื่องบินที่เข้ามาในระบบงานบริการซ่อมบำรุงเป็นแบบปัวซองได้ดังนี้

กำหนดสัญญลักษณ์ให้

f_n = ความถี่ที่มีเครื่องบินเข้ามารับการซ่อมบำรุง n เครื่อง ในช่วงระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์

n = จำนวนเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมบำรุง ในช่วงระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์

P_n = ความน่าจะเป็นที่มีเครื่องบินเข้ามารับการซ่อมบำรุงจำนวน 0,1,2.....n เครื่อง ในช่วงระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์

$52.f_n$ = ความถี่จำนวนครั้งที่คาดว่าจะมีจำนวนเครื่องบินเข้ามาทางทฤษฎี n เครื่อง ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์จากการเก็บข้อมูล 52 ครั้ง

λt = ค่ามัชฌิมอัตราเครื่องบิน 2.3653 เครื่อง ที่เข้ามาซ่อมบำรุงในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์

ν = จำนวนอันตรภาคชั้นของข้อมูล

รูปแบบการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปัวซอง จะเป็นดังนี้

$$P_n = \frac{(2.3653)^n}{n!} e^{-2.3653} \quad ; \lambda t = 2.3653$$

การใช้ Chi-Square Goodness of Fit (χ^2) เพื่อวิเคราะห์การแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล อัตราการเข้ารับบริการงานซ่อมบำรุงว่าจะเป็นแบบปัวซอง [1] (Poisson distribution) หรือไม่ แสดงได้ดังนี้

$$\chi^2 \text{ test} = \sum_{i=1}^{\nu} \frac{(\text{Number observed} - \text{Number expected})^2}{\text{Number expected}}$$

Degree of Freedom [2] ข้อมูลอัตราเครื่องบินที่เข้ารับบริการงานซ่อมบำรุง ได้จากการเก็บข้อมูลจริงทั้งหมด ค่า Degree of Freedom เท่ากับ $\nu - 1$ แต่ในกรณีที่เป็นข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลจริงบางส่วน ค่า Degree of Freedom เท่ากับ $\nu - 1 - h$ เมื่อกำหนดสัญญลักษณ์ให้ h เป็นจำนวนพารามิเตอร์ของข้อมูลที่เราประเมินขึ้น (Estimated) โดยการสุ่มมาเป็นตัวอย่างบางส่วนเท่านั้น

---

[1] Thomas L. Saaty, Elements of Queuing Theory, (New York : Mc Graw-Hill Co.; 1961), p.45.

[2] George P. Wadsworth and Joseph G. Bryan, Applications of Probability and Random Variables, 2d ed. (New York : Mc Graw-Hill, Co., 1974), p.393.

ตารางที่ 4.2

การทดสอบพารามิเตอร์อัตราเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมใหญ่

n	f_n	p_n	$52.p_n$	χ^2 test
0	7	0.0939	4.8828	0.9180
1	7	0.2221	11.5492	1.7919
2	16	0.2627	13.6604	0.4007
3	12	0.2071	10.7692	0.1406
4	4	0.1225	6.3700	0.8817
5	4	0.0579	3.0108	0.3250
> 5	2	0.0338	1.7576	0.0334
Total	52	1.000	52	4.4913

$$\sigma^2 = \sum_{n=o}^{n=6} \frac{(n-2.3653)^2}{(52-1)} = 2.4325$$

กล่าวได้ว่าจากข้อมูลที่ได้รับ ค่าพารามิเตอร์ σ^2 มีค่าใกล้เคียงกับ λt

ผลการทดสอบจากตาราง (4.2) $\chi^2 test = 4.4913$

Degree of Freedom ($\nu - 1 - 1$)

จากตารางการทดสอบ χ^2 ในภาคผนวก ค.[3] เมื่อ $(\nu - 2) = 5$ และ $\sigma = 0.05$ จะได้

$$\chi^2 (5, 0.05) = 11.070$$

---

[3] Donald Gross and Carl M. Harris, Fundamentals of Queueing Theory (New York : John Wiley & Sons, 1974), p.539.

ผลการทดสอบข้อมูลจากตารางที่ (4.2) ค่า χ^2 test < χ^2 (5, 0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ข้อมูลจะมีค่ามัชฌิมอัตราเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมใหญ่ เท่ากับ 2.3653 เครื่อง ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าข้อมูลจะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (Poisson distribution function)

4.1.2 การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราการเข้ารับบริการซ่อมย่อย

การเก็บข้อมูลอัตราเครื่องบินที่เข้ามาซ่อมย่อยในระบบงานซ่อมบำรุง กำหนดช่วงระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์ สำหรับการเก็บความถี่ข้อมูลจำนวนเครื่องบินที่เข้ามารับบริการงานซ่อมย่อย n เครื่อง 1 ครั้ง ความถี่ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจำนวน 52 ครั้ง จากระยะเวลา 2 ปี จำนวนเครื่องบินเข้ารับบริการงานซ่อมย่อย 209 เครื่อง จะมีค่ามัชฌิมอัตราเครื่องบินเข้ารับบริการงานซ่อมย่อย (Mean Arrival Rate) จำนวน 4.019 เครื่อง ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์

การทดสอบพารามิเตอร์การแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลอัตราเครื่องบินที่เข้ามาในระบบงานบริการซ่อมบำรุงเป็นแบบปัวซอง ได้ดังนี้

ความน่าจะเป็นที่มีเครื่องบินเข้ามารับการซ่อมย่อยจำนวน 0, 1, 2, 3 ..... n เครื่อง ในช่วงระยะเวลา t เท่ากับ 2 สัปดาห์ จะเป็นดังนี้

$$P_n = \frac{(4.019)^n}{n!} e^{-4.019} \quad ; \quad \lambda t = 4.019$$

การวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้ χ^2 test การแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล อัตราการเข้ารับบริการซ่อมบำรุงแบบปัวซอง แสดงไว้ในตารางที่ (4.3)

$$\sigma^2 = \sum_{n=o}^{n=9} \frac{(n-4.019)^2}{(52-1)} = 4.2937$$

กล่าวได้ว่าจากข้อมูลที่ได้รับ ค่าพารามิเตอร์ σ^2 มีค่าใกล้เคียงกับ λt

ตารางที่ 4.3

การทดสอบพารามิเตอร์อัตราเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมย่อย

n	f_n	P_n	$52.p_n$	χ^2 test
0	3	0.018	0.936	4.5514
1	4	0.072	3.744	0.0175
2	4	0.145	7.540	1.6619
3	9	0.194	10.088	0.1173
4	10	0.195	10.140	0.0019
5	12	0.157	8.164	1.8024
6	4	0.105	5.460	0.3904
7	2	0.060	3.120	0.4020
> 7	4	0.054	2.808	0.5060
Total	52	1.000	52	9.4508

ผลการทดสอบจากตาราง 4.3 χ^2_{test} = 9.4508

Degree of freedom (ν-1-1) = (9 - 1-1)

จากตารางการทดสอบ χ^2 เมื่อ (ν - 2) = 7 และ α = 0.05 จะได้

$$\chi^2 (8, 0.05) = 14.067$$

ผลการทดสอบข้อมูลจากตารางที่ (4.3) ค่า χ^2 test < χ^2 (7, 0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 (level of significance) ข้อมูลจะมีค่ามัชฌิมอัตราเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมย่อยจะเท่ากับ 4.019 เครื่อง ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าข้อมูลจะมีฟังก์ชันการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปัวซอง

4.2 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลของระยะเวลาการให้บริการ

การเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาการให้บริการในระบบการซ่อมบำรุง จัดแบ่งลำดับขั้นการให้บริการออกเป็น 3 ลำดับขั้น ทั้งประเภทงานการซ่อมใหญ่และการซ่อมย่อย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลความถี่ของระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุง ด้วยการแบ่งช่วงระยะเวลาการให้บริการออกเป็น คันตรภาคชั้น เพื่อใช้คำนวณหาพารามิเตอร์ของระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุง ซึ่งประกอบด้วยค่ามัชฌิมของระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้ทำการทดสอบการแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาการให้บริการ จากหลักทฤษฎีทางสถิติเบื้องต้นนิยมนำเอาค่าระยะเวลาที่ให้บริการ และจำนวนความถี่มาเขียนเป็นรูป ฮิสโตแกรม (Frequency histogram) หรือรูปโพลีกอน (Frequency polygon) จะได้เป็นแนวทางที่จะสมมุติฐานการทดสอบรูปแบบการแผ่กระจายความถี่นั้นด้วย Chi-Square Goodness of Fit Test) ต่อไป

4.2.1 การเก็บและวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อมูลการซ่อมใหญ่

ในที่นี้ระยะเวลาสำหรับงานการให้ บริการซ่อมใหญ่จะแบ่งออกเป็น 3 ลำดับขั้นดังนี้

ก) ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 1

ระยะเวลางานให้บริการลำดับที่ 1 เริ่มนับตั้งแต่การตรวจรับเครื่องบินที่จะเข้ามารับบริการงานซ่อมใหญ่ การออกใบสั่งงานรายการที่ต้องการซ่อมบำรุง งานซ่อมบำรุงเริ่มจากการถอดอุปกรณ์หลัก ประเภทระบบโรเตอร์ (Rotor System) ระบบการถ่ายทอดกำลัง ระบบเครื่องยนต์ ระบบไฟฟ้า อุปกรณ์หลักเหล่านี้จะถูกนำไปซ่อมที่แผนก ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ เมื่อลำดับขั้นการปฏิบัติงานถอดแยกชิ้นส่วนสิ้นสุดลง ก็จะนำลำตัวเครื่องบินส่งเข้ารับบริการงานซ่อมบำรุงลำดับที่ 2 ต่อไป

การคำนวณหาค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูล ระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับจากศูนย์ซ่อมบำรุงกองการบินทหารบก กรมช่างกองทัพอากาศ กระทำได้ดังต่อไปนี้

กำหนดสัญญลักษณ์ให้

E_i = จำนวนเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมบำรุงทางทฤษฎี ระยะเวลาที่ใช้บริการงานซ่อมบำรุงอยู่ในอันตรภาคชั้นที่ i

f_i = จำนวนเครื่องบินที่เข้ามารับการซ่อมบำรุงจริง ระยะเวลาที่ใช้บริการงานซ่อมบำรุงอยู่ในอันตรภาคชั้นที่ i

i = อันตรภาคชั้นที่ i

p_i = ความน่าจะเป็น การแผกระจายแบบปกติ ที่มีช่วงระยะเวลางานบริการอยู่ในอันตรภาคชั้นที่ i

x_i = จุดกึ่งกลางช่วงระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุงอันตรภาคชั้นที่ i

y_i = ช่วงระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุง ในอันตรภาคชั้นที่ i

ตารางที่ 4.4

ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 1

i	y_i	f_i	x_i	$f_i \cdot x_i$	$f_i \cdot x_i^2$
1	< 18 ชม.	2	18	36	648
2	18 - 19.99	4	19	76	1,444
3	20 - 21.99	4	21	84	1,764
4	22 - 23.99	11	23	253	5,819
5	24 - 25.99	16	25	400	10,000
6	26 - 27.99	21	27	567	15,309
7	28 - 29.99	20	29	580	16,820
8	30 - 31.99	23	31	713	22,103
9	32 - 33.99	17	33	561	18,513
10	34 - 35.99	9	35	315	11,025
11	36 - 37.99	8	37	296	10,925
12	38 - 39.99	4	39	150	6,925
13	40 - 41.99	0	41	0	0
14	> 42	1	42	42	1,764
Total		140		4,079	122,245

ค่ามัชฌิมระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 1

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{14} f_i . x_i}{\sum_{i=1}^{14} f_i} = \frac{4,079}{140} = 29.1357 \text{ ชั่วโมง}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 1

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} f_i . x_i - \left(\sum_{i=1}^{14} f_i . x_i \right)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{140 \times 122,245 - (4,079)^2}{140(140-1)}}$$

$$= 4.9460 \text{ ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 1 จะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปกติหรือไม่ จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu} = 29.1356$ และ $\sigma = 4.940$ ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2 test เข้ามาวิเคราะห์ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ (4.5)

$$\chi^2 \text{ test} = \sum_{i=1}^{\nu} \frac{(f_i - E_i)^2}{E_i}$$

ตารางที่ 4.5

χ^2 test ระยะเวลางานบริการซอมใหญลำดับที่ 1

i	y_i	f_i	p_i	$E_i = 140 \cdot p_i$	χ^2 test
1	< 18 ชม.	2	0.0120	1.680	0.0610
2	18 - 19.99	4	0.0212	2.968	0.3588
3	20 - 21.99	4	0.0478	6.692	1.0829
4	22 - 23.99	11	0.0748	10.472	0.0266
5	24 - 25.99	16	0.1134	15.876	0.0010
6	26 - 27.99	21	0.1400	20.876	0.0153
7	28 - 29.99	20	0.1602	22.428	0.2628
8	30 - 31.99	23	0.1495	20.930	0.2047
9	32 - 33.99	17	0.1181	16.534	0.0131
10	34 - 35.99	9	0.0800	11.200	0.4321
11	36 - 37.99	8	0.0464	6.496	0.3482
12	38 - 39.99	4	0.0225	3.150	0.2293
13	40 - 41.99	0	0.0091	1.274	1.2749
14	>42	1	0.0050	0.700	0.1286
Total		140	1.0000	140	4.4384

χ^2 test = 4.4384

จากตารางการทดสอบ χ^2 Degree of freedom (14 - 1 - 2) = 11

χ^2 (11,0.05) = 19.675

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ขอมูลระยะเวลาการบริการซอมใหญลำดับที่ 1 จากตารางที่ (4.5) χ^2 test < χ^2(11,0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงอาจสรุปได้วาฟังก์ชันการแผกระจายความนาจะเป็นของขอมูลระยะเวลาการบริการซอมใหญลำดับที่ 1 จะเป็นแบบปกติ โดยมีคาพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ	29.136	ชั่วโมง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.946	ชั่วโมง

ข) ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2

ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2 เริ่มจากการตรวจรับโครงสร้างลำตัวเครื่องบินที่ได้รับการถอดอุปกรณ์หลัก และแยกออกไปซ่อมที่แผนกเกี่ยวข้องโดยเฉพาะในลำดับขั้นที่ 1 จนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงส่งโครงสร้างลำตัวเครื่องบินเข้ามารับการซ่อมในลำดับที่ 2 ซึ่งงานซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2 เป็นงานซ่อมเพื่อต้องการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องโครงสร้างลำตัวที่เกิดขึ้น ทำการซ่อมจนเสร็จเรียบร้อย ก็จะล้างลอกสีเก่าออก และตกแต่งสีโครงสร้างลำตัวใหม่ เมื่อเสร็จเรียบร้อยจึงจะส่งไปเข้ารับการบริการลำดับที่ 3 ต่อไป

การคำนวณหาค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.6

ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2

i	y_i	f_i	x_i	$f_i \cdot x_i$	$f_i \cdot x_i^2$
1	< 15 ชม.	1	15	15	225
2	15 - 17.99	0	16.5	0	0
3	18 - 20.99	7	19.5	136.5	2,661.75
4	21 - 23.99	12	22.5	270	6,075.00
5	24 - 26.99	17	25.5	433.5	11,054.25
6	27 - 29.99	23	28.5	655.5	18,681.75
7	30 - 32.99	21	31.5	661.5	20,837.25
8	33 - 35.99	22	34.5	759	26,185.50
9	36 - 38.99	14	37.5	522	19,687.50
10	39 - 41.99	12	40.5	486	19,683.00
11	42 - 44.99	6	43.5	261	11,353.50
12	45 - 47.99	4	46.5	186	8,649.00
13	> 48	1	48	48	2,304.00
Total		140		4,434	147,397.50

ค่ามัชฌิมระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 2

$$\frac{1}{\mu} = \frac{4,434}{140} = 31.671 \text{ ชั่วโมง}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 2

$$\sigma = \sqrt{\frac{140 \times 147,397 - (4,434)^2}{140 \times (140-1)}}$$

$$= 7.080 \text{ ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 2 จะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปกติ หรือไม่จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu} = 31.671$ และ 7.080 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2test เข้ามาวิเคราะห์ผล การทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ (4•7)

ตารางที่ 4•7

χ^2test ระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 2

	y_i	f_i	Pi	Ei = 140•Pi	χ^2test
1	< 15 ชม.	1	0.0089	1.246	0.0486
2	15 - 17•99	0	0.0182	2.548	2.5480
3	18 - 20•99	7	0.0390	5.460	0.4344
4	21 - 23•99	12	0.0736	10.304	0.2792
5	24 - 26•99	17	0.1152	16.128	0.0471
6	27 - 29•99	23	0.1517	21.238	0.1462
7	30 - 32•99	21	0.1677	23.478	0.2615
8	33 - 35•99	22	0.1553	21.742	0.0031
9	36 - 38•99	14	0.1198	16.772	0.4581
10	39 - 41•99	12	0.0791	11.074	0.0774
11	42 - 44•99	6	0.0415	5.810	0.0062
12	45 - 47•99	4	0.0190	2.660	0.6750
13	> 48	1	0.0110	1.540	0.1894
Total		140	1.0000	140	5.1742

χ^2 test = 5.1742

จากตารางการทดสอบ χ^2 Degree freedom (13-1-2) = 10

$\chi^2(10,0.05)$ = 18.307

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2 จากตารางที่ (4•7) χ^2 test < χ^2 (10,0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงกล่าวสรุปได้ว่าฟังก์ชันการแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 2 จะเป็นแบบปกติ โดยมีค่าพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ	31.671	ชั่วโมง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.080	ชั่วโมง

ค) ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 3

ระยะเวลางานบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 3 เริ่มจากเมื่อรับโครงสร้างลำตัวเครื่องบินที่เสร็จจากงานบริการซ่อมลำดับที่ 2 ก็จะเข้ามารับบริการต่อไปในลำดับที่ 3 ซึ่งเป็นงานประกอบอุปกรณ์หลักที่ถอดแยกออกไปซ่อม เมื่อเข้ามาในลำดับที่ 1 และได้รับการซ่อมจนเสร็จเรียบร้อย ก็จะประกอบอุปกรณ์หลักเข้ากับลำตัวเครื่องบิน และทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากงานซ่อมบำรุงด้วยการทดลองบินตรวจสภาพความเรียบร้อยให้เป็นไปตามมาตรฐานคู่มือการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเครื่องบินแบบ ฮ.-6 เมื่อเสร็จเรียบร้อยก็จะส่งเครื่องบินกลับคืนให้กับหน่วยงานผู้ใช้ต่อไป

การคำนวณค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูลดังนี้

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8

ระยะเวลางานบริการซอมใหญลำดับที่ 3

i	y_i	f_i	x_i	$f_i x_i$	$f_i x_i^2$
1	< 20 ชม.	1	20	20	400
2	20 - 20.99	5	20.5	102.5	2,101.25
3	21 - 21.99	8	21.5	172	3,698.00
4	22 - 22.99	15	22.5	337.5	7,593.75
5	23 - 23.99	21	23.5	493.5	11,597.25
6	24 - 24.99	19	24.5	465.5	11,404.75
7	25 - 25.99	23	25.5	586.5	14,955.75
8	26 - 26.99	17	26.5	450.5	11,938.25
9	27 - 27.99	16	27.5	440.0	12,100.00
10	28 - 28.99	9	28.5	256.5	7,310.25
11	29 - 29.99	2	29.5	59	1,740.50
12	30 - 30.99	0	30.5	0	0
13	> 31	4	31	124	3,844
Total		140		3,507.5	88,683.75

คามัชฌิมระยะเวลางานบริการซอมใหญลำดับที่ 3

$$\frac{1}{\mu} = \frac{3,507.5}{140} = 25.054 \text{ ชั่วโมง}$$

คาเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลางานบริการซอมใหญลำดับที่

$$\sigma = \sqrt{\frac{140 \times 88,683.75 - (3,507.5)^2}{140(140-1)}}$$

$$= 2.412 \text{ ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 3 จะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจาย ความน่าจะเป็นแบบปกติ หรือไม่จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu}$ = 25.054 และ σ = 2.412 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2test เข้ามาวิเคราะห์ การทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ (4.9)

ตารางที่ 4.9

χ^2test ระยะเวลางานบริการชุดใหญ่ลำดับที่ 3

i	y_i	f_i	p_i	Ei = 140.pi	χ^2test
1	< 20 ชม.	1	0.0182	2.548	0.9405
2	20 - 20.99	5	0.0283	3.962	0.2719
3	21 - 21.99	8	0.0566	7.924	0.0007
4	22 - 22.99	15	0.0907	12.698	0.4173
5	23 - 23.99	21	0.1372	19.208	0.1672
6	24 - 24.99	19	0.1601	22.414	0.5200
7	25 - 25.99	23	0.1611	22.554	0.0088
8	26 - 26.99	17	0.1377	19.278	0.2692
9	27 - 27.99	16	0.0990	13.860	0.3304
10	28 - 28.99	9	0.0604	8.456	0.0350
11	29 - 29.99	2	0.0307	4.298	1.2287
12	30 - 30.99	0	0.0133	1.862	1.8620
13	> 31	4	0.0067	0.938	9.9956
Total		140	1.0000	140	16.0473

χ^2 test = 16.0473

χ^2 Degree of freedom (13-1-2) = 10

χ^2 (10,0.05) = 18.307

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 3 จากตารางที่ (4•9) χ^2 test < $\chi^2(10,0.05)$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมใหญ่ลำดับที่ 3 จะเป็นแบบปกติ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ	25.054	ชั่วโมง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.412	ชั่วโมง

4.2.2 การเก็บและวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อมูลการซ่อมย่อย

ประเภทงานซ่อมย่อยเป็นงานซ่อมสำหรับบริการด้านการบินโดยเฉพาะซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อบริการซ่อมบำรุงให้กับเครื่องบินตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง และงานซ่อมย่อยนี้จึงนับว่าเป็นงานซ่อมที่มีลำดับความสำคัญเช่นเดียวกันกับประเภทงานซ่อมใหญ่ แต่งานซ่อมย่อยนี้จะใช้เทคนิคการซ่อม เครื่องมือที่เป็นอุปกรณ์สนับสนุนงานซ่อมบำรุง จะมีปริมาณน้อยกว่าประเภทงานซ่อมใหญ่ ทำให้ระยะเวลาการให้บริการงานซ่อมบำรุงสั้นกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทงานซ่อมใหญ่

ก) ระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 1

ประเภทงานซ่อมย่อยลำดับที่ 1 เป็นงานซ่อมบำรุงเพื่อต้องการปรับปรุงสภาพการใช้งานประเภทอุปกรณ์หลักของเครื่องบิน เช่น ระบบเครื่องยนต์ ระบบการถ่ายทอดกำลัง และระบบไฟฟ้า ที่มีอายุการใช้งานครบกำหนด การซ่อมอุปกรณ์หลักเสียใหม่ให้มีประสิทธิภาพการใช้งานได้ดีดังเดิม การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเริ่มจากการตรวจรับ และออกใบสั่งงาน เครื่องบินที่เข้าซ่อมบำรุงเสร็จเรียบร้อย ก็จะทำการถอดอุปกรณ์หลักที่หมดอายุการใช้งาน ถึงกำหนดที่ต้องตรวจสอบ ถ้าหากชำรุดหรือเสื่อมก็นำส่งไปซ่อมบำรุงแผนกที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ ส่วนลำตัวเครื่องบินก็จะส่งเข้าไปลำดับที่ 2 ทำการตรวจสอบเพื่อซ่อมบำรุงโครงสร้างลำตัวต่อไป

การคำนวณหาค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูล ทำได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10

ระยะเวลางานบริการซักมยกยลำดับที่ 1

i	y_i	f_i	x_i	$f_i x_i$	$f_i x_i^2$
1	< 7 ชม.	2	7	14	98
2	7 - 7.99	2	7.5	15	112.5
3	8 - 8.99	8	8.5	68	578
4	9 - 9.99	12	9.5	114	1,083
5	10 - 10.99	12	10.5	126	1,323
6	11 - 11.99	24	11.5	276	3,174
7	12 - 12.99	23	12.5	287.5	3,593.75
8	13 - 13.99	28	13.5	378	5,103
9	14 - 14.99	25	14.5	362.5	5,256.25
10	15 - 15.99	24	15.5	372	5,766
11	16 - 16.99	19	16.5	313	5,172.75
12	17 - 17.99	15	17.5	262.5	4,593.75
13	18 - 18.99	11	18.5	203.5	3,764.75
14	19 - 19.99	4	19.5	78	1,521
15	> 20	1	20	20	400
Total		210		2,890	41,539.75

ค่ามัชฌิมระยะเวลางานบริการซักมยกยลำดับที่ 1

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2,890}{210} = 13.762 \text{ ชั่วโมง}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลางานบริการซักมยกยลำดับที่ 1

$$\sigma = \sqrt{\frac{210 \times 41,539.75 - (2,890)^2}{210(210-1)}}$$

$$= 2.908 \text{ ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการซ่อมยอยลำดับที่ 1 จะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปกติหรือไม่ จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu}$ = 13.762 และ σ = 2.908 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2test เข้ามาวิเคราะห์การทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ (4•11)

ตารางที่ 4•11

χ^2test ระยะเวลางานบริการซ่อมยอยลำดับที่ 1

i	y_i	f_i	P_i	Ei = 210•P_i	χ^2 test
1	< 7 ชม.	2	0.1000	2.100	0.0048
2	7 - 7•99	2	0.0134	2.814	0.2354
3	8 - 8•99	8	0.00271	5.691	0.9368
4	9 - 9•99	12	0.0477	10.017	0.3926
5	10 - 10•99	12	0.0729	15.309	0.7152
6	11 - 11•99	24	0.1010	21.210	0.3670
7	12 - 12•99	23	0.1244	26.124	0.3736
8	13 - 13•99	28	0.1358	28.518	0.0094
9	14 - 14•99	25	0.1325	27.825	0.2868
10	15 - 15•99	24	0.1139	23.919	0.0003
11	16 - 16•99	19	0.0882	18.522	0.0123
12	17 - 17•99	15	0.0610	12.0801	0.7058
13	18 - 18•99	11	0.0371	7.791	1.3217
14	19 - 19•97	4	0.0197	4.137	0.0045
15	> 20	1	0.0162	3.402	1.6960
Total		210	1.0000	210	7.0622

χ^2 test = 7.0622

จากตาราง χ^2 Degree of freedom (15-1-2) = 12

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 1 จากตารางที่ (4-11) χ^2test < χ^2 (12,0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงกาจสรุปได้ว่าฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาการบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 1 จะเป็นแบบปกติ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ = 13.762 ชั่วโมง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.908 ชั่วโมง

ข) ระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 2

ประเภทงานซ่อมย่อยลำดับที่ 2 เป็นประเภทงานตรวจสอบเพื่อซ่อมโครงสร้างลำตัวเครื่องบิน ภายหลังที่เครื่องบินได้มีชั่วโมงการบินใช้งานครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง จะทำการตรวจสอบระบบโครงสร้างลำตัวเครื่องบินทั้งลำ เพื่อพิจารณาข้อบกพร่องของส่วนประกอบโครงสร้างที่จำเป็นต้องการซ่อมบำรุง และฟื้นผิวบุลำตัวเครื่องบินที่เกิดจากอุบัติเหตุการใช้งาน ให้มีประสิทธิภาพการใช้งานได้อีกต่อไป เมื่อดำเนินงานซ่อมจนเสร็จเรียบร้อย ก็จะตกแต่งสีเครื่องบินให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย นำโครงสร้างลำตัวเครื่องบินที่ได้รับการซ่อมจนเสร็จเรียบร้อยส่งเข้าไปรับบริการงานซ่อมบำรุงลำดับที่ 3 จะได้ทำการประกอบระบบอุปกรณ์หลักเข้ากับโครงสร้างลำตัวต่อไป

การคำนวณหาค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.12

ระยะเวลางานบริการซอมยอยลำดับที่ 2

i	y_i	f_i	x_i	$f_i \cdot x_i$	$f_i \cdot x_i^2$
1	< 8 ชม.	6	8	48	384
2	8 - 8.99	4	8.5	34	289
3	9 - 9.99	14	9.5	133	1,263.5
4	10 - 10.90	19	10.5	199.5	2,094.75
5	11 - 11.99	27	11.5	310.5	3,570.75
6	12 - 12.99	33	12.5	412.5	5,156.25
7	13 - 13.90	29	13.5	391.5	5,285.25
8	14 - 14.99	30	14.5	435	6,307.50
9	15 - 15.99	21	15.5	325.5	5,045.25
10	16 - 16.99	13	16.5	214.5	3,539.25
11	17 - 17.99	7	17.5	122.5	2,143.25
12	> 18	7	18	126	2,243.25
Total		210		2,752.5	37,347.25

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2,752.5}{210} = 13.107 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{210 \times 37,347.25 - (2,752.5)^2}{210 \times (210-1)}}$$

$$= 2.465 \text{ ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการซอมยอยลำดับที่ 2 จะมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ หรือไม่จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu} = 13.107$ และ $\hat{\sigma} = 2.465$ ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2 test เข้ามา

วิเคราะห์ การทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ (4•13)

ตารางที่ 4•13

χ^2 test ระยะเวลางานบริการซอมยอยลำดับที่ 2

i	y_i	f_i	p_i	$E_i = 210 \cdot p_i^2$	χ^2 test
1	< 8 ชม.	6	0.0165	3.465	1.8546
2	8 - 8.99	4	0.0312	6.552	0.9940
3	9 - 9.99	14	0.0564	11.844	0.3925
4	10 - 10•99	19	0.0926	19.446	0.0102
5	11 - 11•99	27	0.1296	27.216	0.0017
6	12 - 12•99	33	0.1563	32.823	0.0054
7	13 - 13•99	29	0.1588	33.348	0.5670
8	14 - 14•99	30	0.1370	28.770	0.0525
9	15 - 15•99	21	0.1013	21.273	0.0035
10	16 - 16•99	13	0.0628	13.188	0.0027
11	17 - 17•99	7	0.0338	7.098	0.0014
12	> 18	7	0.0237	4.977	0.8223
Total		210	1.0000	210	4.7078

χ^2 test = 4.7078

จากตาราง χ^2 Degree of freedom (12-1-2) = 9

$\chi^2(9,0.05) = 16.919$

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ข้อมูลระยะเวลาการบริการซอมยอยลำดับที่ 2 จากตารางที่ (4•13) χ^2 test < χ^2 (9,0.05) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าฟังก์ชั่นการแผกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาบริการซอมยอยลำดับที่ 2 จะเป็นแบบปกติ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ 13.107 ชั่วโมง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.465 ชั่วโมง

ค) ระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 3

ประเภทงานซ่อมย่อยลำดับที่ 3 เป็นงานประกอบอุปกรณ์หลักที่ได้รับการซ่อมจนเสร็จเรียบร้อยเข้ากับโครงสร้างลำตัวเครื่องบิน เมื่อประกอบอุปกรณ์หลักเสร็จก็จะมีการทดสอบผลการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงทั้งจากการตรวจสอบระบบงานซ่อมบำรุงในโรงงาน และการตรวจสอบผลจากการดำเนินงานซ่อมบำรุงด้วยการทดลองบิน การตรวจสอบเมื่อพบข้อบกพร่องก็จะดำเนินงานแก้ไข และทดสอบจนกระทั่งเครื่องบินสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะส่งเครื่องบินกลับให้หน่วยงานที่ใช้ต่อไป

การคำนวณหาค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูลทำได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14

ระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 3

i	y_i	f_i	x_i	$f_i x_i$	$f_i x_i^2$
1	< 4 ชม.	4	4	16	64
2	4 - 4.99	6	4.5	27	121.5
3	5 - 5.99	10	5.5	55	302.5
4	6 - 6.99	15	6.5	97.5	633.75
5	7 - 7.99	22	7.5	165	1,237.50
6	8 - 8.99	20	8.5	170	1,445
7	9 - 9.99	26	9.5	247	2,346.50
8	10 - 10.99	28	10.5	294	3,087.00
9	11 - 11.99	23	11.5	264.5	3,041.75
10	12 - 12.99	15	12.5	225	2,812.50
11	13 - 13.99	15	13.5	202.5	2,733.75
12	14 - 14.99	9	14.5	130.5	1,892.25
13	15 - 15.99	9	15.5	139.5	2,162.25
14	16 - 16.99	4	16.5	66	1,089
15	> 17	1	17	17	289
Total		210		2,116.5	23,258.25

ค่ามัชฌิมระยะเวลางานบริการซ่อมยอยลำดับที่ 3

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2,116.5}{210} = 10.079 \quad \text{ชั่วโมง}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{210 \times 23,258.25 - (2,116.5)^2}{210 \times (210-1)}}$$

$$= 3.036 \quad \text{ชั่วโมง}$$

การทดสอบสมมุติฐานข้อมูลระยะเวลางานบริการซ่อมย่อยลำดับที่ 3 จะมีฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบปกติ หรือไม่จากพารามิเตอร์ $\frac{1}{\mu} = 10.079$ และ $\hat{\sigma} = 3.036$ ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบข้อมูลเหล่านี้ด้วยการใช้ χ^2 test เข้ามาวิเคราะห์ผล การทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ (4•15)

ตารางที่ 4.15

χ^2 test ระยะเวลางานบริการชุดมยุคลำดับที่ 3

i	y_i	f_i	p_i	$E_i = 210 \cdot p_i$	χ^2 test
1	< 4 ชม.	4	0.023	4.830	0.1426
2	4 - 4.99	6	0.0242	5.082	0.1658
3	5 - 5.99	10	0.0429	9.009	0.1090
4	6 - 6.99	15	0.0656	13.776	0.1088
5	7 - 7.99	22	0.0903	18.963	0.4864
6	8 - 8.99	20	0.1151	24.171	0.7198
7	9 - 9.99	26	0.1286	27.006	0.0375
8	10 - 10.99	28	0.1296	27.216	0.0225
9	11 - 11.99	23	0.1172	24.612	0.1056
10	12 - 12.99	18	0.0954	20.034	0.2065
11	13 - 13.99	15	0.0697	14.637	0.0090
12	14 - 14.99	9	0.0459	9.639	0.0424
13	15 - 15.99	9	0.0266	5.586	0.0865
14	16 - 16.99	4	0.0145	3.045	0.2995
15	> 17	1	0.0114	2.394	0.8117
Total		210	1.0000	210	5.3536

χ^2 test = 5.3536

จากตาราง χ^2 Degree of freedom (15-1-2) = 12

χ^2 (12,0.05) = 21.026

ผลการทดสอบพารามิเตอร์ข้อมูลระยะเวลาการบริการซุคมยอย ลำดับที่ 3 จากตารางที่ (4•15) $\chi^2_{test} < \chi^2_{(12,0.05)}$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่าฟังก์ชันการแผกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลระยะเวลาการบริการซุคมยอยลำดับที่ 3: จะเป็นแบบปกติ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

ค่ามัชฌิมระยะเวลาการให้บริการ = 10.079 ชั่วโมง

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 3.036 ชั่วโมง