บทที่ 4
การเตรียมข้อมูล

บทนำ

การเตรียมข้อมูลเป็นกระบวนการซึ่งให้ได้มาซึ่งข้อมูล สำหรับใช้ในแบบจำลอง โดยในงานวิจัยฉบับนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งข้อมูลงานที่เข้ามาสู่ระบบจะเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีต การเตรียมข้อมูลมิใช่แค่การเก็บรวบรวมข้อมูลเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูล การประมาณค่าพารามิเตอร์ และการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร เพื่อการนำไปใช้และยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง

4.1 การศึกษาข้อมูลของระบบงาน

ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองในงานวิจัยฉบับนี้มีทั้ง ที่ได้จากการบันทึกไว้ในรายงานการผลิต ใบสั่งผลิต และการจับเวลาการผลิตในระบบงานจริง ซึ่งที่มาของข้อมูลสามารถจำแนกตามประเภทของข้อมูลได้ดังนี้

- ข้อมูลใบสั่งผลิต ได้จากฝ่ายวางแผน ซึ่งข้อมูล ได้แก่ เลขที่งาน เลขที่ชนิดชิ้นงาน จำนวนที่ต้องการ วันที่ออกใบสั่งผลิต วันที่ต้องการให้งานเสร็จ วันที่ปิดใบสั่งผลิต
- ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ใช้การจับเวลาการทำงานจริง
- ข้อมูลการทำงานของการตัด เจียร และตรวจสอบชิ้นงาน ใช้การจับเวลาการทำงานจริง
- ข้อมูลเวลาหยุดของเครื่องจักร เก็บข้อมูลจากรายงานการผลิตประจำวันในระยะเวลาที่ศึกษา

- ข้อมูลร้อยละการผลิตและชิ้นงานดี เก็บข้อมูลจากรายงานการผลิตประจำวันในระยะเวลาที่ศึกษา
- ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานทั่วไป ได้จากแผนกผลิต

หมายเหตุ ข้อมูลจากใบสั่งผลิต เป็นข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดว่างานใดจะเข้าสู่ระบบเมื่อใด ซึ่งข้อมูลนี้จะมีเฉพาะในช่วงสามเดือนที่กำหนดในขอบเขตงานวิจัย

ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งได้แก่ เครื่องที่ใช้ในการหล่อ มีทั้งหมด 5 เครื่อง

- ♦ เครื่องหล่อแบบทราย
- ♦ เครื่องหล่อแบบ Gravity Die Casting 2 เครื่อง
- ♦ เครื่อง IMR หล่อแบบ Low Pressure Die Casting
- ♦ เครื่อง KWC หล่อแบบ Low Pressure Die Casting

ข้อมูลการตัด เจียร และตรวจสอบ จะแยกประเภทออกเป็นกลุ่มๆ ซึ่งแล้วแต่ว่าเป็นชิ้นงานเลขที่เท่าใด ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีค่าพารามิเตอร์ของเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน

4.2 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้จะกล่าวถึง การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อข้อมูล เพื่อจำแนกประเภทข้อมูล นอกจากนั้นยังเป็นการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล เพื่อเป็นการยืนยันถึงความถูกต้องของการประมาณลักษณะของข้อมูล และความถูกต้องของแบบจำลอง

4.2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากปัจจัยเดี่ยว เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อค่าเวลาการผลิต

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงาน และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของการหล่อแบบทราย

			Unique Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SAND	Main Effects	PART	.148	3	.918E-02	.088	.966
	Model		.148	3	.918E-02	.088	.966
	Residual		20.199	36	.561		
	Total		20.347	39	.522		

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักร KWC หล่อแบบ LPDC ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักร KWC หล่อแบบ LPDC จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงาน และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของการหล่อเครื่อง KWC

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KWC	Between Groups	19.614	5	3.923	1.297	.274
	Within Groups	223.803	74	3.024		
	Total	243.418	79			

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของการตัดในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของการตัดในกลุ่มเดียวกัน จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงานในกลุ่มเดียวกัน และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการตัดของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการตัดของชิ้นงานกลุ่มที่ 1

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CUT	Between Groups	508.549	7	72.650	.348	.931
	Within Groups	35910.137	172	208.780		
	Total	36418.686	179			

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของการเจียร ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของการเจียรในกลุ่มเดียวกัน จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงานในกลุ่มเดียวกัน และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการเจียรของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.4

***ตารางที่ 4.4** วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการเจียรของชิ้นงานกลุ่มที่ 1*

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GRIND	Between Groups	452.427	4	113.107	.701	.592
	Within Groups	31474.558	195	161.408		
	Total	31926.985	199			

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของการตรวจสอบ ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบ ต่อเวลาการทำงานของการตรวจสอบในกลุ่มเดียวกัน จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงานในกลุ่มเดียวกัน และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการตรวจสอบของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.5

***ตารางที่ 4.5** วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการตรวจสอบของชิ้นงานกลุ่มที่ 1*

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
INS	Between Groups	15.466	9	1.718	.853	.570
	Within Groups	181.412	90	2.016		
	Total	196.878	99			

4.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากปัจจัยสองปัจจัย เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อค่าเวลาการผลิต

1.การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงาน และเลขที่เครื่องจักรต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบ GDC ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงานและเลขที่เครื่องจักร ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบ GDC จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงาน และเลขที่เครื่องจักร และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่อง GDC เนื่อง 2 ปัจจัย แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 *วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่อง GDC เนื่อง 2 ปัจจัย*

			Unique Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDC	Main Effects		170.309	3	56.770	1.138	.339
		MACHINE	1.248E-02	1	1.248E-02	.000	.987
		PART	168.626	2	84.313	1.690	.191
	2-Way Interactions	MACHINE * PART	113.004	2	56.502	1.132	.327
	Model		275.044	5	55.009	1.102	.365
	Residual		4191.246	84	49.896		
	Total		4466.289	89	50.183		

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยชนิดของชิ้นงาน และจำนวนชิ้นงานในการผลิตต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักร IMR หล่อแบบ LPDC ซึ่งผลที่ได้แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่าชนิดของชิ้นงาน ไม่มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักร IMR หล่อแบบ LPDC แต่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่สองยอมรับว่าจำนวนชิ้นงานในการผลิต มีผลกระทบต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักร IMR หล่อแบบ LPDC จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของชิ้นงาน แต่แยกพิจารณาถึงจำนวนชิ้นงานในการผลิต และนำข้อมูลมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่อง IMR เนื่อง 2 ปัจจัย แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่อง IMR เนื่อง 2 ปัจจัย

			Unique Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IMR	Main Effects		2502.460	4	625.615	29.811	.000
		NUM	2475.260	1	2475.260	117.949	.000
		PART	19.683	3	6.561	.313	.816
	2-Way Interactions	NUM * PART	2.132	3	.711	.034	.992
	Model		2529.121	7	361.303	17.217	.000
	Residual		2979.983	142	20.986		
	Total		5509.104	149	36.974		

4.2.3การทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร (Goodness of Fit Test) โดยใช้การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2 Test) โดยใช้ค่า χ^2 เป็นค่าสถิติสำหรับทดสอบ เพื่อประมาณลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล และยืนยันความถูกต้องของการประมาณลักษณะของข้อมูล

หมายเหตุ การทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร ไม่ใช่วิธีการสำหรับเลือกลักษณะการกระจายที่ดีที่สุด มันเป็นเพียงประเมินผลว่าลักษณะการกระจายที่เลือกใช้กับตัวอย่างนั้นๆ เป็นลักษณะที่เหมาะสมเพียงใด

ข้อมูลบางข้อมูลซึ่งมีความสำคัญน้อย อาจใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยมิได้ทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร เนื่องจากจำนวนข้อมูลไม่เพียงพอ และมีผลต่อระบบน้อย เช่น เวลาสูญเสียในการเปลี่ยนใบเลื่อย

4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ จะพิจารณาการพารามิเตอร์แบบจุด เพื่อจะนำไปใช้ในแบบจำลอง โดยมีตัวประมาณค่าที่นิยมนั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ความไม่ลำเอียง (Unbiasedness) ตัวประมาณค่าจะมีความไม่ลำเอียงเป็นคุณสมบัติก็ต่อเมื่อค่าคาดหมายของตัวตัวประมาณค่านั้นมีค่าเท่ากับค่าของพารามิเตอร์ที่มันประมาณ

ความแปรปรวนน้อยที่สุด (Minimum Variance) ตัวประมาณค่าจะมีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่ลำเอียงที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุด

$Var(\theta) = 1/(nE((\delta \ln f(x)/\delta\theta)^2))$

โดยที่ $Var(\theta)$ = ความแปรปรวนของตัวประมาณค่า

f(x) = ฟังก์ชั่นการกระจายของความน่าจะเป็นของตัวแปร x ซึ่งมี θ เป็นพารามิเตอร์

n = จำนวนข้อมูล

ความเสมอต้นเสมอปลาย (Consistency) ตัวประมาณค่าจะมีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่ลำเอียงและมีความเสมอต้นเสมอปลายก็ต่อเมื่อ

$Var(\theta) \rightarrow 0$ เมื่อ $n \rightarrow \infty$

การประมาณพารามิเตอร์สำหรับการกระจายของความน่าจะเป็น

รูปแบบของการกระจายความน่าจะเป็นที่ใช้ในแบบจำลอง จะมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งจะใช้การประมาณค่าด้วยวิธีการของความเป็นไปได้สูงสุด (Method of Maximum Likelihood) ซึ่งสามารถจำแนกตามประเภทของลักษณะการกระจายซึ่งใช้ในแบบจำลองได้ดังนี้

ประมาณค่า μ ด้วย $\overline{X}$ (Mean) และ σ ด้วย S.D. (Standard Deviation)

Normal Distribution

$$\mu = \sum_{i=1}^{n} x_i / n$$

$$\sigma = \sum (x_i - \mu)^2 / (n-1)$$

Exponential Distribution

$$\beta = \bar{x}$$

Gamma Distribution

$$\alpha = (\mu / \sigma)^2$$

$$\beta = \sigma^2 / \mu$$

4.4 ข้อมูลที่จะนำเข้าในแบบจำลอง

4.4.1 ข้อมูลเวลาการผลิต

ข้อมูลเวลาการผลิต เป็นค่าพารามิเตอร์ของเวลาการผลิตซึ่งแสดงลักษณะการกระจาย ซึ่งแยกตามลักษณะของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเวลาการผลิต

ประเภท	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประเภทการการะจาย
1.เครื่องจักรแบบหล่อทราย	55.6305	0.7365	การกระจายแบบปกติ
2.เครื่องจักรGDC	46.6461	7.0840	การกระจายแบบปกติ
3.เครื่องจักรKWC	53.0619	1.7553	การกระจายแบบปกติ
4.เครื่องจักรMRผลิตหนึ่งแบบ	56.7257	2.8826	การกระจายแบบปกติ
5.เครื่องจักรMRผลิตสองแบบ	64.9226	5.5432	การกระจายแบบปกติ
6.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่1	106.6629	14.2638	การกระจายแบบปกติ
7.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่2	80.1194	6.8428	การกระจายแบบปกติ
8. การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่3	62.8669	10.1419	การกระจายแบบปกติ
9. การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่4	39.8216	8.5636	การกระจายแบบปกติ
10.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่5	67.9591	7.9318	การกระจายแบบปกติ
11.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่6	66.0008	7.3467	การกระจายแบบปกติ
12.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่7	83.1557	9.2650	การกระจายแบบปกติ
13.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่8	62.9657	7.8597	การกระจายแบบปกติ
14.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่9	51.7015	8.7711	การกระจายแบบปกติ
15.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่10	48.4591	7.0886	การกระจายแบบปกติ
16.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่11	30.9139	6.5385	การกระจายแบบปกติ
17.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่12	52.4911	7.4127	การกระจายแบบปกติ
18.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่13	315.0749	44.6640	การกระจายแบบปกติ
19.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่14	71.4177	12.7644	การกระจายแบบปกติ
20.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่15	55.2277	7.3329	การกระจายแบบปกติ
21.การตัด ชิ้นงานกลุ่มที่16	90.7778	10.8720	การกระจายแบบปกติ
22.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่1	61.3965	12.6664	การกระจายแบบปกติ
23.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่2	50.3254	8.1052	การกระจายแบบปกติ
24.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่3	39.9658	9.9305	การกระจายแบบปกติ
25.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่4	144.5677	22.2155	การกระจายแบบปกติ
26.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่5	76.3708	8.0368	การกระจายแบบปกติ
27.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่6	38.1068	9.9654	การกระจายแบบปกติ
28.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่7	28.0479	3.7379	การกระจายแบบปกติ
29.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่8	31.9730	8.5782	การกระจายแบบปกติ
30.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่9	60.0863	10.8640	การกระจายแบบปกติ
31.การเจียรชิ้นงานกลุ่มที่10	10.8640	10.8640	การกระจายแบบปกติ
32.การเจียรชิ้นงานกลุ่มที่11	39.3503	14.9192	การกระจายแบบปกติ
33.การเจียรชิ้นงานกลุ่มที่12	35.7337	4.9025	การกระจายแบบปกติ
34.การเจียรชิ้นงานกลุ่มที่13	21.9351	1.9572	การกระจายแบบปกติ

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเวลาการผลิต (ต่อ)

ประเภท	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประเภทการการะจาย
35.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่14	16.2222	2.2798	การกระจายแบบปกติ
36.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่15	33.3359	9.8072	การกระจายแบบปกติ
37.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่16	51.3308	7.3805	การกระจายแบบปกติ
38.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่17	17.6179	1.9833	การกระจายแบบปกติ
39.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่18	40.5018	9.4185	การกระจายแบบปกติ
40.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่19	44.8113	10.4844	การกระจายแบบปกติ
41.การเจียร ชิ้นงานกลุ่มที่20	109.4704	16.9551	การกระจายแบบปกติ
42 ตรวจสอบชิ้นงานกลุ่มที่1	13.30687	4.45944	การกระจายแบบปกติ
43 ตรวจสอบชิ้นงานกลุ่มที่2	6.43441	3.02915	การกระจายแบบปกติ
44 ตรวจสอบชิ้นงานกลุ่มที่3	2.40507	0.70297	การกระจายแบบปกติ

4.3.2 ข้อมูลอัตราส่วนร้อยละแบบดีจากการผลิต แสดงดังตารางที่ 4.9

***ตารางที่ 4.9** ข้อมูลอัตราส่วนร้อยละแบบดีจากการผลิต*

เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนแบบดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนแบบดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนแบบดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนแบบดี
1	0.8432	24	0.8696	47	0.8817	70	0.9258
2	0.9361	25	0.9793	48	0.9653	71	0.9500
3	0.9873	26	0.9065	49	0.9244	72	0.8365
4	0.9792	27	0.9136	50	0.9682	73	0.7683
5	1.0000	28	0.9942	51	0.9933	74	0.9826
6	0.9622	29	0.9283	52	0.9801	75	0.9891
7	0.9771	30	0.8428	53	0.9500	76	0.9869
8	0.9901	31	0.9000	54	0.9962	77	0.9776
9	0.9466	32	0.9209	55	0.9643	78	0.8982
10	0.9806	33	0.8762	56	0.9780	79	0.9771
11	0.9720	34	0.9658	57	0.9660	80	0.9543
12	0.9713	35	0.9646	58	0.9682	81	0.9910
13	0.7955	36	0.9813	59	0.9677	82	0.9727
14	0.9477	37	0.9773	60	0.9864	83	0.7526
15	0.9379	38	0.9500	61	0.9702	84	0.9795
16	0.9850	39	0.8095	62	0.9915	85	-
17	0.9764	40	0.9668	63	0.9603	86	0.9063
18	0.9659	41	0.9874	64	0.9771	87	0.9485
19	0.9750	42	0.9895	65	0.9674	88	0.9583
20	0.7773	43	0.9842	66	0.9225	89	0.9792
21	0.9673	44	0.9596	67	0.9820	90	0.9779
22	0.8279	45	0.9757	68	0.9556	91	0.9843
23	0.9762	46	0.9519	69	0.9836	92	0.9940

4.3.3 ข้อมูลอัตราส่วนร้อยละชิ้นงานดีจากการตรวจสอบ แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลอัตราส่วนร้อยละชิ้นงานดีจากการตรวจสอบ

เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนชิ้นงานดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนชิ้นงานดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนชิ้นงานดี	เลขที่ชิ้นงาน	อัตราส่วนชิ้นงานดี
1	0.8403	24	0.7786	47	0.9918	70	0.9757
2	0.9716	25	0.8000	48	0.9336	71	0.9717
3	0.7845	26	0.9451	49	0.9333	72	0.9200
4	0.9558	27	0.9880	50	0.9491	73	0.9018
5	0.9851	28	0.9089	51	0.9845	74	0.9308
6	0.9822	29	0.9468	52	0.9520	75	0.9924
7	0.9841	30	0.7880	53	0.9740	76	0.9267
8	0.9063	31	1.0000	54	0.9979	77	0.9923
9	0.9696	32	0.9248	55	0.9937	78	0.9504
10	0.9868	33	0.9885	56	0.9860	79	0.9892
11	0.8627	34	0.9168	57	0.9964	80	0.9931
12	0.9429	35	0.9891	58	0.9918	81	0.9896
13	0.9655	36	0.9515	59	0.9846	82	0.9906
14	0.9375	37	0.7498	60	0.9943	83	0.9824
15	0.9460	38	0.9216	61	0.9916	84	0.9914
16	0.9661	39	0.9427	62	0.9937	85	0.9979
17	0.9543	40	0.9701	63	0.9959	86	0.9538
18	0.9040	41	0.9892	64	0.9606	87	0.9208
19	0.9209	42	0.9803	65	0.9819	88	0.9776
20	0.9887	43	0.9794	66	0.7496	89	0.9964
21	0.9577	44	0.9810	67	0.8762	90	0.9916
22	0.8831	45	0.9122	68	0.9912	91	0.9881
23	0.9402	46	0.9422	69	1.0000	92	0.9460

4.3.4 ข้อมูลเวลาสูญเสียของการผลิต แสดงดังตารางที่ 4.11

อัตราเครื่องจักรเสีย (Machine Breakdown Rate) จากงานวิจัยในอดีตการจำลองเหตุการณ์เครื่องเสีย นิยมใช้รูปแบบการกระจายแบบเอ๊กโปแนลเซียล (Exponential) เนื่องจากให้อัตราการเสียที่คงที่ และยังเหมาะสมกับระบบที่ซับซ้อน ซึ่งมีส่วนประกอบหลายส่วน

อัตราเครื่องจักรเสียสามารถประมาณได้จากระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเครื่องจักรเสีย (Mean time between failure ,MTBF) และระยะเวลาซ่อม (Mean Time to Repair, MTTR) จากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า เวลาระหว่างเครื่องจักรเสีย และเวลาการซ่อมเครื่องจักรเสียมักจะเป็นการกระจายของความน่าจะเป็นแบบเอ๊กโปแนลเซียล (Exponential) ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ MTBF และ MTTR ตามลำดับ

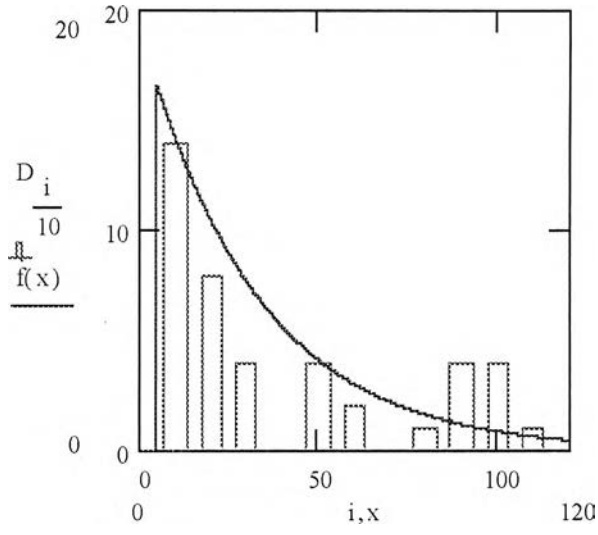
แต่ในงานวิจัยฉบับนี้ จะประมาณเวลาสูญเสียของการผลิตในการหล่อ โดยการพิจารณาเวลาสูญเสียจำแนกแต่ละสถานีหล่อ ซึ่งจะถือว่าการสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักร และในงานวิจัยฉบับนี้ จะประมาณระยะห่างของเวลาที่จะเกิดการหยุดของเครื่องจักรให้เป็นการกระจายแบบ Exponential ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ MTBF (ดังตารางที่ 4.11) ส่วนระยะเวลาซ่อม (MTTR) จะใช้ข้อมูลที่ได้จากรายงานการผลิตประจำวัน มาทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล ว่ามีรูปแบบเหมือนการกระจายแบบใด และสามารถเปรียบเทียบโดย กราฟของเวลาที่สูญเสียต่อครั้งการหยุด แสดงดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.4

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเวลาสูญเสียของการผลิต

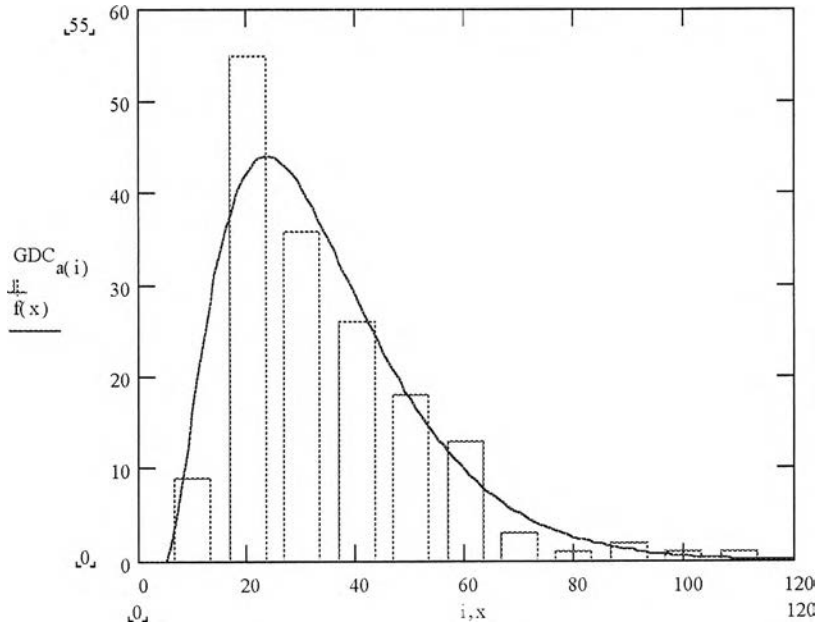
รายการ	MTBF(นาที)	MTTR(นาที)
เครื่องหล่อแบบทราย	Expo(1276.8)	Expo(19.6)+5
เครื่องหล่อแบบ GDC	Expo(348.29)	Gamm(11.94,2.009)+10
เครื่องIMRหล่อแบบ LPDC	Expo(281.50)	Gamm(13884,1.264)+10
เครื่องKWCหล่อแบบ LPDC	Expo(325.62)	Gamm(16.136,1.213)+10
เครื่องหล่อทุกเครื่อง	Expo(4555.1)	Expo(51.42)+95
เปลี่ยนใบเลื่อย	Expo(60)	Expo(300)

หมายเหตุ Expo(β) หมายถึง การกระจายของความน่าจะเป็นแบบ Exponential ซึ่งมีพารามิเตอร์ β

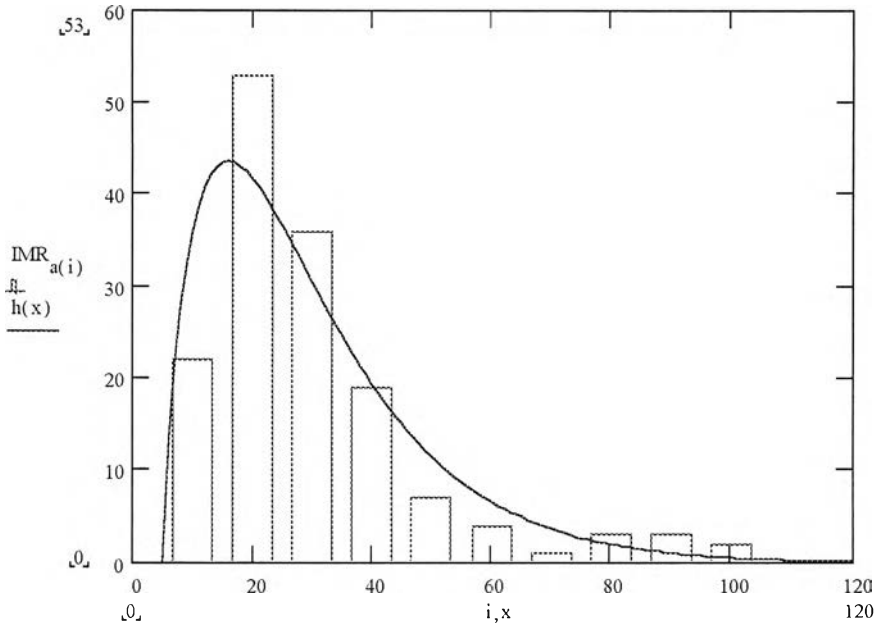
Gamm(β,α) หมายถึง การกระจายของความน่าจะเป็นแบบ Gamma ที่มีพารามิเตอร์ β และ α



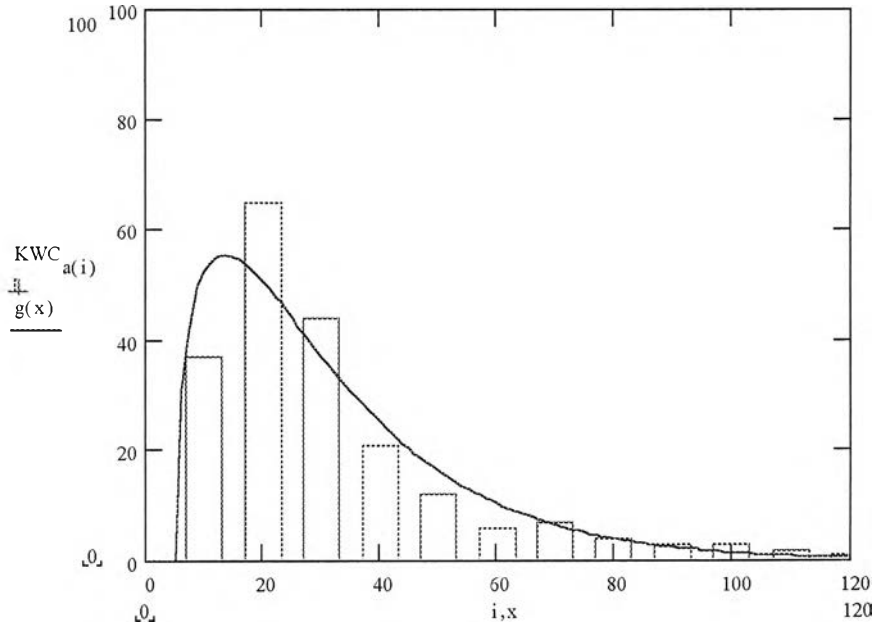
รูปที่ 4.1 กราฟเวลาสูญเสียของเครื่องจักร SAND



รูปที่ 4.2 กราฟเวลาสูญเสียของเครื่องจักร GDC



รูปที่ 4.3 กราฟเวลาสูญเสียของเครื่องจักร IMR



รูปที่ 4.4 กราฟเวลาสูญเสียของเครื่องจักร KWC

4.3.4ข้อมูลการทำงานทั่วไป

ข้อมูลการทำงานทั่วไป เป็นข้อมูลสภาพทั่วไปในการทำงาน ได้แก่

ตารางเวลาการทำงานของพนักงาน แสดงดังตารางที่ 4.12 และ 4.13

ระยะทางระหว่างสถานี จะกำหนดให้ระยะทางระหว่างสถานีหล่อทั้ง 4 สถานี มีระยะทางเท่ากับ 10 เมตร ระยะทางระหว่างสถานีตัดกับสถานีหล่อทั้ง 4 มีระยะทางเท่ากับ 50 เมตร และความเร็วของรถเข็นเท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที

ตารางที่ 4.12 *ตารางเวลาการทำงานของพนักงานหล่อและตรวจสอบ*

กะ	เริ่มงาน	ทำความสะอาด	พัก	เลิกงาน
1	07.45น.	07.45-07.50น.	11.45-12.25น.	15.45น.
2	15.45น.	15.45-15.50น.	19.00-19.40น.	23.45น.
3	23.45น.	23.45-23.50น.	03.00-04.00น.	07.45น.

ตารางที่ 4.13 *ตารางเวลาการทำงานของพนักงานตัดและเจียร*

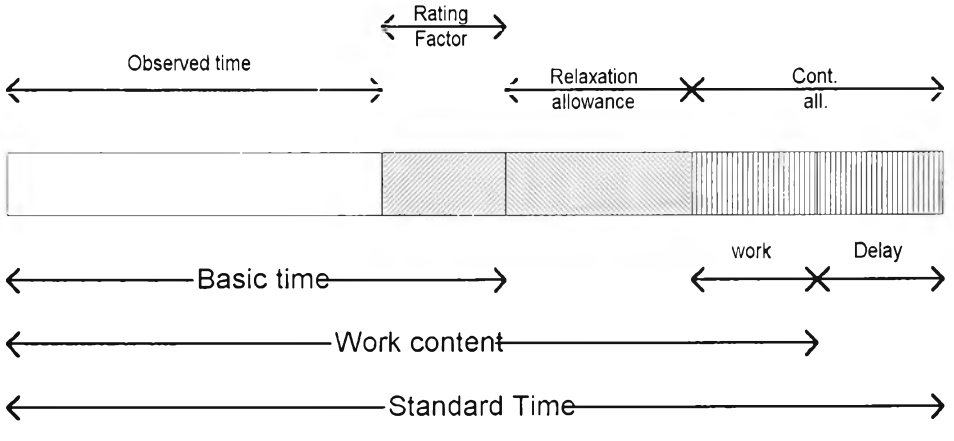
กะ	เริ่มงาน	ทำความสะอาด	พัก	พัก	พัก	เลิกงาน
1	07.45น.	07.45-07.50น.	10.00-10.10น.	11.45-12.25น.	14.00-14.10น.	15.45น.
2	15.45น.	15.45-15.50น.	-	19.00-19.40น.	22.00-22.10น.	23.45น.
3	23.45น.	23.45-23.50น.	-	03.00-04.00น.	06.00-06.10น.	07.45น.

4.4 การรวมเวลาเผื่อในการทำงานของการตัด เจียร และการตรวจสอบ

เนื่องจากการเก็บข้อมูลลักษณะการกระจายของเวลาการทำงานของงานตัด เจียร และตรวจสอบ เป็นการทำงานที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก เมื่อทำการเก็บข้อมูลโดยวิธีการจับเวลาการทำงานของพนักงาน ซึ่งเวลาการทำงานนั้นเป็นเวลาการทำงานที่พนักงานทำงานจริงๆไม่รวมการพัก หยุด และเวลาสูญเสียต่างๆ และในแบบจำลองไม่ได้จำลองสภานการณ์ละเอียดถึงที่จะสร้างเวลาสูญต่างๆขึ้น แต่เพื่อแบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จึงต้องคิดเวลาเผื่อในการทำงานรวมเข้าไปกับเวลาการทำงานด้วย โดยใช้การเผื่อเวลาต่างๆจาก หลักการการหาเวลามาตรฐาน ดังที่จะกล่าวต่อไป

การวัดผลงานคือ การประยุกต์นำเอาเทคนิคที่ออกแบบไว้ไปหาเวลาการทำงานชิ้นหนึ่ง สำหรับคนที่ทำงานระดับเหมาะสม

เวลามาตรฐาน เป็นเวลาทั้งหมดที่งานชิ้นนั้นควรจะเสร็จ โดยการทำงานอย่างมาตรฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยเวลาที่สำรวจมาเปรียบเทียบกับอัตราการทำงาน รวมกับเวลาเวลาเผื่อทั้งหมด สามารถดูได้จากรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 เวลามาตรฐาน

จากการเก็บข้อมูล โดยการจับเวลาของการทำงานทั้งสามประเภท สมมติให้คนงานตัวอย่างที่เลือกจับเวลา เป็นการทำงานด้วนอัตราการทำงานมาตรฐาน ดังนั้นเวลาการทำงานที่จะใช้ในแบบจำลอง จะเท่ากับเวลาที่สำรวจมาได้บวกเวลาเผื่อ และเวลาเผื่อในแบบจำลองจะเกิดขึ้นทุกๆชิ้นงานที่ทำงาน

การคำนวณเวลาเผื่อ

1. ในงานย่อยใด ๆ ให้ดูปริมาณความเครียดของงาน แยกตามหัวข้อตามตารางความเครียด (แสดงในภาคผนวก จ)
2. แบ่งคะแนน และหาผลรวมของปริมาณความเครียดทั้งหมด
3. อ่านจากตารางแปลคะแนน

โดยการคำนวณของแบบจำลองจะมีหลักการคือ เมื่อสุ่มตัวแปรสุ่มมา จะนำมาเปลี่ยนเป็นค่าฟังก์ชั่นเวลานำมาคูณกับค่าเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อจากการให้คะแนนข้างต้น จึงนำค่านั้นเป็นค่าเวลาที่กำหนดให้ชิ้นงานนั้นจะต้องใช้เวลาการทำงานนานเท่าไร เช่น ชิ้นงานที่ทำงานตัดของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 จะมีเวลาการทำงานเท่ากับ Norm (106.6629,14.2638)*1.2 สมมติว่าสุ่มค่าจากตัวแปรสุ่มได้ 100 เพราะฉะนั้นเวลาการทำงานจริงจะเท่ากับ 120 วินาที

การให้คะแนนตามความเครียด แสดงดังตารางที่ 4.14
แรงกระทำเฉลี่ย (A1) งานทั้งสามประเภท อยู่ในช่วงความกดต่ำ

***ตารางที่ 4.14** คะแนนตามความเครียด*

หัวข้อความเครียด	การตัด	การเจียร	การตรวจสอบ
A1.แรงกระทำเฉลี่ย	0	0	0
A2.ท่าทาง	4	4	0
A3.ความสั่นสะเทือน	2	2	0
A4.วัฏจักรสั้น	1	1	1
A5.เสื้อผ้า	6	6	0
B1.ความตั้งใจ	6	6	6
B2.ความซ้ำซาก	5	5	5
B3.สายตาเมื่อยล้า	0	0	0
B4.เสียง	4	4	4
C1.อุณหภูมิและความชื้น	8	8	8
C2.การระบายอากาศ	1	1	1
C3.ควัน	1	1	1
C4.ฝุ่น	2	2	2
C5.ความสกปรก	2	2	2
C6.ความเปียกแฉะ	0	0	0
รวม	42	42	30
เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	20	20	15

หมายเหตุ ในแบบจำลองเมื่อสุ่มเวลาการทำงานได้แล้ว จะนำเวลาที่ได้คูณกับเวลาเผื่อเพื่อเป็นเวลาการทำงานจริงที่ใช้ในแบบจำลอง

4.5 ตัวอย่างการคำนวณ

1.การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยชนิดของชิ้นงานต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย

สร้างแบบจำลองทางสถิติได้ดังนี้

$X_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$

โดยที่ X_{ij} = ค่าเวลาการผลิต

μ = ค่าเฉลี่ย

α_j = ผลกระทบของปัจจัย

ε_{ij} = ค่าคาดเคลื่อน

H0: = $\alpha_1=\alpha_2=...=\alpha_j=0$

ปัจจัยที่พิจารณาในตัวอย่างคือ ชนิดของชิ้นงาน (PART)

ผลการคำนวณได้ผลดังผลดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 *การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวอย่างที่ 1*

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sand	Between Groups	.187	7	2.672E-02	.045	1.000
	Within Groups	42.662	72	.593		
	Total	42.849	79			

สรุปว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ หรือชนิดของชิ้นงานไม่มีผลต่อเวลาการผลิตของเครื่องจักรแบบหล่อทราย ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

2.การวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากปัจจัยของ ชนิดของชิ้นงาน และเครื่องจักร ต่อเวลาการผลิตของเครื่องจักรแบบ GDC

สร้างแบบจำลองทางสถิติได้ดังนี้

$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$

โดยที่ X_{ij} = ค่าเวลาการผลิต

μ = ค่าเฉลี่ย

τ_i = ผลกระทบของปัจจัยชนิดของชิ้นงาน

β_j= ผลกระทบของปัจจัยเครื่องจักร

ε_{ij} = ค่าคาดเคลื่อน

H0: = $\tau_1=\tau_2=..=\tau_i=0$

H0: = $\beta_1=\beta_2=..=\beta_i=0$

H0: = $(\tau\beta)ij=0$

สำหรับทุก i,j

ผลการคำนวณได้ผลดังผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 *การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวอย่างที่ 2*

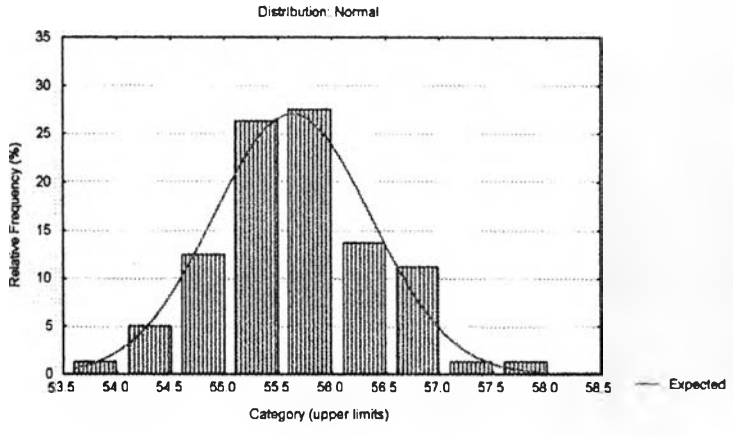
			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDC	Main Effects	(Combined)	248.157	6	41.360	.771	.595
		MACHINE	3.740E-02	1	3.740E-02	.001	.979
		PART	248.039	5	49.608	.924	.470
	2-Way Interactions	MACHINE * PART	32.530	5	6.506	.121	.987
	Model		280.687	11	25.517	.476	.913
	Residual		4185.602	78	53.662		
	Total		4466.289	89	50.183		

ผลการคำนวณดังตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน สำหรับปัจจัยสองปัจจัย สรุปว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักทั้ง 3 ได้ หรือปัจจัยทั้งสองไม่มีผลต่อเวลาการผลิตของเครื่องจักร GDC ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

3.การทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย

H0: เวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทรายมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติ

ถ้าข้อมูลมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติ ประมาณค่าพารามิเตอร์ μ = 55 6306 และ σ = 0.7367 รูปที่ 4.6 แสดงกราฟเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย



รูปที่ 4.6 แสดงกราฟเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย

ตารางที่ 4.17 ตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลและค่าคาดหมายของเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทราย

	Observed N	Expected N	Residual
น้อยกว่า54.75	8	9.2	-1.2
54.75 - 55.00	6	6.4	-.4
55.00 - 55.25	9	8.5	.5
55.25 - 55.50	13	10.1	2.9
55.50 - 55.75	12	10.8	1.2
55.75 - 56.00	10	10.2	-.2
56.00 - 56.25	6	8.7	-2.7
56.25 - 56.50	5	6.5	-1.5
มากกว่า56.50	11	9.6	1.4
Total	80		

ตารางที่ 4.18 ค่าสถิติไคร์สแควร์

	Chi-Square[a]	df	Asymp. Sig.
ข้อมูล	2.540	8	.960

a. 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 6.4.

จากผลการคำนวณค่าสถิติ (ตารางที่ 4.17 และ 4.18) ยอมรับสมมติฐานหลักว่าเวลาการทำงานของเครื่องจักรหล่อแบบทรายมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติ ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

4.6 สรุป

การเตรียมข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง จึงจำเป็นที่จะต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยเลือกใช้วิธีความเป็นไปได้สูงสุดในการประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงให้ทราบว่าชนิดของชิ้นงานไม่มีผลต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรในการหล่อ จึงประมาณค่าพารามิเตอร์โดยไม่คำนึงชนิดของชิ้นงานสำหรับการทำงานของเครื่องจักรในการหล่อ และการเลือกการกระจายที่เหมาะสมกับข้อมูลได้ โดยใช้วิธีการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร (Goodness of Fit Test) โดยใช้การทดสอบแบบไคร์สแควร์ ทั้งหมดนี้ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ ได้ค่าของพารามิเตอร์ดังที่ได้แสดงข้างต้น