



# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ

สถิติ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

An Analysis of Registration System of Ramkhamhaeng University

นามผู้วิจัย นางสาวอารีรัตน์ ลักขมีลออ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( รองศาสตราจารย์จรัสชัย สุขะเกตุ, วท.ม. )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญอ้อม โคมที, Ph.D. )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุรพร สุทธิรัตน์, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์สายสุดา สมจิต, M.S. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

An Analysis of Registration System of Ramkhamhaeng University

โดย

นางสาวอารีรัตน์ ลักขมิลออ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

พ.ศ. 2550

อารีรัตน์ ลักขมีลลอ 2550: การวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัย  
รามคำแหง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ  
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์จรัสชัย สุชะเกตุ, วท.ม. 216 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัย  
รามคำแหง กรณีที่นักศึกษามาลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัย

ระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหงในปัจจุบัน จะมีช่องการลงทะเบียนที่  
นำมาวิจัยทั้งหมด 55 ช่องบริการ โดยแบ่งประเภทช่องการลงทะเบียนออกเป็น 2 ประเภท คือ  
ช่องการลงทะเบียนปกติ จำนวน 51 ช่องบริการ และช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 ช่องบริการ

ระบบการลงทะเบียนใหม่ที่สร้างขึ้นมี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 ซึ่งจะมีจำนวนช่องการ  
ลงทะเบียนในแต่ละประเภทเท่าระบบเดิมทั้งหมด แต่มีการกำหนดจำนวนนักศึกษาที่เข้ามา  
ลงทะเบียนวิชาเรียนในแต่ละวันลงทะเบียนและแต่ละช่วงเวลา ผู้วิจัยจะใช้ระบบที่ 1 นี้เป็นฐาน  
ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ และระบบที่ 2 จะเป็นระบบที่มีการลดจำนวนช่อง  
การลงทะเบียนปกติจากเดิม 51 ช่องบริการ เหลือ 48 ช่องบริการ และลดจำนวนช่องการ  
ลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากเดิม 4 ช่องบริการ เหลือ 3 ช่องบริการ

ผลการจำลองแบบระบบที่ 2 จำนวน 100 ครั้ง สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ พบว่าจะ  
มีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบ  
เปอร์เซ็นต์ และสำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าจะมีเวลา  
รอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งหนึ่งของ  
ระบบที่ 1

Areerat Luxamila-awe 2007: An Analysis of Registration System of Ramkhamhaeng University. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Associate Professor Chirash Sukhagate, M.S. 216 pages.

The purpose of this research was to compare the registration system of Ramkhamhaeng University. The study was as follows:

For this research, the registration system of Ramkhamhaeng had 55 registration service channels. These channels were divided into 2 types: the first type was the general registration consisted of 51 channels, the second type was the student's identification cards of VISA-electron registration student consisted of 4 channels.

The new registration systems had 2 systems: the first system had the same channels as the old system, except they were given the equal number of registered students for each time in everyday. The researcher used the first system to compare the efficiency to the new others systems. The second system was reduced the general registration service channel from 51 to 48 channels and reduced the channels of student's identification cards of VISA-electron registration from 4 to 3 channels.

The 100 times independent simulation study showed the result of the second system as follows: for the general registration service, the average waiting time was less 5 minutes and the percentage of server's idle time was less than 10% . For the student's identification cards of VISA-electron registration service, the average waiting time was less 5 minutes and the percentage of server's idle time was less than a half of server's idle time percentage of the first system.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

/ /

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์จรัสชัย สุขะเกตต์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญอ้อม โฉมทิ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก และ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุรพ สุธรรค์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การ  
ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ  
ดร. วรทยา ธรรมกิตติภพ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณสำนักบริการทางวิชาการและประมวลผล มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่  
ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอบมอบแต่คุณ สุรัสวดี  
ลักษมีลออ (ผู้เป็นมารดา) และครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนทางการศึกษามาโดยตลอด

อารีรัตน์ ลักษมีลออ

เมษายน 2550

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	7
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	42
สรุปและข้อเสนอแนะ	145
สรุป	145
ข้อเสนอแนะ	146
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	148
ภาคผนวก	150
ภาคผนวก ก	151
ภาคผนวก ข	194
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	216

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาถิ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1	42
2	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1	43
3	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1	45
4	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาถิ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2	47
5	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2	48
6	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2	50
7	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาถิ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3	52
8	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3	53
9	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3	55
10	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาถิ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4	57
11	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4	58
12	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4	60
13	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาถิ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5	62
14	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5	63
15	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5	64

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6	67
17	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6	68
18	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 6	70
19	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7	72
20	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7	73
21	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 7	75
22	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8	77
23	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8	78
24	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 8	80
25	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9	82
26	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9	83
27	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 9	85
28	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10	88
29	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10	89
30	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 10	92

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
31	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11	94
32	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11	95
33	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11	98
34	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	100
35	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	101
36	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	104
37	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	106
38	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	107
39	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	110
40	จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	112
41	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	113
42	เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย(นักศึกษา) วีซ่า อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	116
43	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 1	120
44	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 2	121

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
45	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 3	122
46	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 4	123
47	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 5	124
48	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 6	126
49	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 7	127
50	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 8	128
51	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 9	129
52	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 10	130
53	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 11	131
54	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 12	133
55	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 13	134
56	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียน วันที่ 14	135
57	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 1	137

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
58	สรุปผลการวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 1	140
59	สรุปผลการวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 2	141
60	สรุปผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนของ ช่องการลงทะเบียนปกติ	142
61	สรุปผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนของ ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	143

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแสดงกระบวนการของการรอคอย	9
2	ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งหน่วยให้บริการ – หนึ่งแถวคอย	10
3	ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งหน่วยให้บริการ – หลายแถวคอย	10
4	ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย – หนึ่งแถวคอย และให้บริการแบบขนาน	11
5	ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย – หลายแถวคอย และให้บริการแบบขนาน	11
6	ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยและให้บริการแบบอนุกรม	11
7	ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยซึ่งให้บริการทั้งแบบขนานและอนุกรมผสมกัน	12
ภาพผนวกที่		
ก1	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 1	152
ก2	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 2	153
ก3	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 3	154
ก4	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 4	155
ก5	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 5	156
ก6	การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 6	157











### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข32 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11	210
ข33 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11	211
ข34 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	211
ข35 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	212
ข36 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12	212
ข37 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	213
ข38 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	213
ข39 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13	214
ข40 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	214
ข41 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	215
ข42 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14	215

## การวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนเรียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

### An Analysis of Registration System of Ramkhamhaeng University

#### คำนำ

มหาวิทยาลัยรามคำแหงได้รับการสถาปนาเป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐมาตั้งแต่พ.ศ.2514 ณ บริเวณที่ดินทั้งหมดประมาณ 300 ไร่เศษ ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ โดยพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ.2514 กำหนดให้มหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นสถาบันการศึกษาและวิจัยแบบตลาดวิชา กล่าวคือ ให้เปิดรับสมัครบุคคลเข้าเป็นนักศึกษาโดยไม่จำกัดจำนวนและไม่มีการสอบคัดเลือก นับตั้งแต่ได้รับการสถาปนาขึ้นในปี 2514 จนถึงปัจจุบันมหาวิทยาลัยได้เปิดทำการเรียนการสอนมาเป็นระยะเวลา 35 ปีแล้ว ตลอดเวลาที่ผ่านมามหาวิทยาลัยรามคำแหงได้พัฒนามาโดยตลอด ทั้งในด้านพัฒนาการวิชาการ พัฒนาลังคม โดยให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในขณะเดียวกันก็พัฒนาไปตามกระแสโลกาภิวัตน์ทางด้านเทคโนโลยี กระทั่งในปัจจุบันมหาวิทยาลัยรามคำแหงได้เปิดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีทันสมัย อันได้แก่ การสอนทางไกล การเรียนการสอนแบบ E-Learning การใช้คอมพิวเตอร์ในทุกระดับทั้งงานด้านบริการและการสอน จนมหาวิทยาลัยได้ก้าวสู่การเป็น E-University ในระดับมาตรฐานสากล

เนื่องจากการที่มหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นมหาวิทยาลัยเปิดแห่งแรกของประเทศไทยที่เปิดโอกาสให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้โดยไม่ต้องมีการสอบคัดเลือก รวมทั้งอัตราค่าหน่วยกิตไม่มากจนเกินไป จึงเป็นเหตุให้มีนักศึกษาจำนวนมากเข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยรามคำแหงและเพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี เช่น ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ทางมหาวิทยาลัยมีนักศึกษารวมทั้งสิ้น 243,309 คน เนื่องจากนักศึกษามีจำนวนมากทางมหาวิทยาลัยจึงจัดให้นักศึกษาเลือกทำการลงทะเบียนได้ถึง 5 วิธี ได้แก่ การมาลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัย (ซึ่งมีจำนวนนักศึกษาที่ได้มาลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 มากถึง 178452 คน นอกนั้นจำนวนนักศึกษาที่เหลือจะลงทะเบียนด้วยวิธีอื่น ๆ) การลงทะเบียนผ่านเครือข่ายลงทะเบียนเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัย (Campus Network) หรือเรียกย่อๆว่า RU-Net การลงทะเบียนเรียนทางโทรศัพท์ การลงทะเบียนทางไปรษณีย์ และการลงทะเบียนผ่านทาง SMS ทั้งนี้เพื่อลดความแออัดในการที่นักศึกษามาลงทะเบียนที่

มหาวิทยาลัย แต่ยังมีนักศึกษามากกว่าครึ่งที่ยังเลือกใช้วิธีการลงทะเบียนวิชาเรียนที่มหาวิทยาลัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาการลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชาเรียนที่มหาวิทยาลัย เพื่อจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่นักศึกษามาทำการลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัยเป็นจำนวนมาก

การลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยในปัจจุบันจะเป็นการลงทะเบียนโดยใช้ระบบบาร์โค้ด กล่าวคือ นักศึกษาจะต้องนำรหัสประจำตัวนักศึกษาและรหัสวิชาเรียน ที่ต้องการลงทะเบียน ซึ่งจะป้อนรหัสบาร์โค้ดติดลงในสมุดลงทะเบียน และนำมายื่นเจ้าหน้าที่ในวันทำการลงทะเบียน เจ้าหน้าที่จะสแกนบาร์โค้ดของรหัสนักศึกษา และสแกนรหัสวิชาเรียนลงเครื่องคอมพิวเตอร์ นักศึกษาจ่ายค่าเล่าเรียน รับใบเสร็จเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการเข้าห้องสอบ และนักศึกษาก็ออกจากระบบได้ การลงทะเบียนวิธีนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีที่ประหยัดเวลาในการลงทะเบียน แต่ก็ยังมีนักศึกษาจำนวนมากต้องรอคอยการลงทะเบียนในแถวคอยเป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจาก มหาวิทยาลัยรามคำแหงมีนักศึกษาเป็นจำนวนมาก และนักศึกษาส่วนใหญ่เลือกที่จะมาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนในวันท้าย ๆ ของช่วงเวลาที่กำหนดให้นักศึกษามาลงทะเบียนวิชาเรียน มากกว่าการมาตามกำหนดการที่ทางสำนักบริการทางวิชาการและประมวลผล (สวป.) ได้จัดแบ่งวันให้นักศึกษามาทำการลงทะเบียนตามลำดับของรหัสของนักศึกษา

### ขั้นตอนการลงทะเบียน

นักศึกษาที่จะมาลงทะเบียนวิชาเรียนที่มหาวิทยาลัย จะต้องมาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ณ อาคารเวียงคำ โดยทางสำนักบริการทางวิชาการและประมวลผล ได้เปิดช่องบริการลงทะเบียน เพื่อให้บริการนักศึกษาที่จะทำการลงทะเบียนจำนวนทั้งหมด 56 ช่อง ซึ่งช่องบริการลงทะเบียนมีการแบ่งช่องทำการลงทะเบียนเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ช่องการลงทะเบียนปกติโดยมีการชำระเงินค่าลงทะเบียนเป็นเงินสด จำนวน 51 ช่อง
2. ช่องการลงทะเบียนโดยใช้การชำระเงินค่าลงทะเบียนด้วยบัตรนักศึกษาที่เป็นบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 ช่อง

3. ช่องการลงทะเบียนพิเศษสำหรับ นักศึกษาทุนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี นักศึกษาพิเศษ(นักศึกษาทุพพลภาพ) นักศึกษาที่มีปัญหาไม่สามารถชำระค่าลงทะเบียนได้ซึ่งได้ติดต่อทางสวป. ไว้แล้ว และพระภิกษุสงฆ์ จำนวน 1 ช่อง

การให้ช่องบริการจะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ในช่องบริการละ 2 คน โดยที่เจ้าหน้าที่แต่ละคนจะทำงานแตกต่างกัน ดังนี้ เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลนักศึกษาลงคอมพิวเตอร์และสแกนรหัสวิชาเรียน จำนวน 1 คน และ เจ้าหน้าที่การเงินมีหน้าที่รับเงินและพิมพ์ใบเสร็จรับเงิน จำนวน 1 คน ดังนั้นจะมีเจ้าหน้าที่ให้บริการทั้งหมดจำนวน 112 คน

ทางสำนักบริการทางวิชาการและประมวลผล ได้จัดแบ่งนักศึกษาที่จะมาทำการลงทะเบียนตามรหัสนักศึกษา โดยกำหนดให้มีจำนวนนักศึกษาที่จะมาทำการลงทะเบียนวันหนึ่ง ๆ ประมาณ 15000 คน (ตามรหัสนักศึกษา) ซึ่งถ้านักศึกษามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนล่าช้ากว่าวันที่กำหนดเอาไว้ตามรหัสนักศึกษาจะต้องจ่ายค่าธรรมเนียมปรับ 30 บาท

การลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษา แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1: การเตรียมการลงทะเบียนในส่วนของนักศึกษา

นักศึกษาต้องเตรียมสิ่งที่ใช้ประกอบการลงทะเบียน ซึ่งประกอบด้วย

1. สมุดลงทะเบียน
2. บัตรประจำตัวนิสิตที่ติดแถบรหัสประจำตัวแล้ว
3. สมุดแถบรหัสวิชาที่ต้องการลงทะเบียน

ขั้นตอนที่ 2: การลงทะเบียนวิชาเรียนที่มหาวิทยาลัย

1. นักศึกษานำสมุดลงทะเบียนที่ติดแถบรหัสวิชาลงทะเบียนแล้วยื่นให้เจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนตามประเภทการลงทะเบียนของตน

2. นักศึกษารับใบเสร็จรับเงินและสมุดลงทะเบียนคืน เพื่อใช้ในการลงทะเบียนครั้งต่อไป และเก็บใบเสร็จรับเงินไว้เป็นหลักฐานในการเข้าสอบ

3. นักศึกษารับใบเสร็จรับเงินแล้วตรวจสอบวงวิชา หากพบข้อผิดพลาดให้แจ้งเจ้าหน้าที่ก่อนออกจากช่องบริการลงทะเบียน

### การทำงานของเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่ในแต่ละช่องบริการจะมีช่องบริการละ 2 คน และการทำงานของเจ้าหน้าที่แต่ละคนแตกต่างกัน ดังนี้

1. เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลนักศึกษาพร้อมทั้งสแกนรหัสวิชาเรียนลงคอมพิวเตอร์ :  
เจ้าหน้าที่รับสมุดลงทะเบียนของนักศึกษามาบันทึกข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา (กรณีนักศึกษาเข้าใหม่ แต่ถ้าเป็นนักศึกษาเดิมเจ้าหน้าที่จะทำการสแกนรหัสนักศึกษาแทน) และสแกนรหัสวิชาเรียนลงคอมพิวเตอร์

2. เจ้าหน้าที่การเงิน : เจ้าหน้าที่รับชำระค่าลงทะเบียนของนักศึกษาสำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ และใช้บัตรนักศึกษาที่เป็นบัตรวิชา อิเลคตรอนเพื่อชำระค่าลงทะเบียนแทนเงินสด ส่วนช่องการลงทะเบียนพิเศษไม่ต้องชำระค่าลงทะเบียน เพียงแต่ยื่นหลักฐานแทนการชำระเงินต่อเจ้าหน้าที่แทน จากนั้นเจ้าหน้าที่จะทำการพิมพ์ใบเสร็จรับเงินให้นักศึกษาเป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการเข้าห้องสอบ

### ลักษณะของปัญหา

การลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ถึงแม้จะมีช่องการบริการอยู่เป็นจำนวนมากแล้วก็ตาม แต่ปัญหาแถวคอยก็ยังเกิดอยู่อันเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากทางสวป. ได้จัดแบ่งนักศึกษาที่จะมาทำการลงทะเบียนตามรหัสนักศึกษา โดยให้แต่ละวันที่ทำการลงทะเบียนมีนักศึกษาที่จะมาทำการลงทะเบียนในปริมาณที่เท่าๆกัน โดยกำหนดให้นักศึกษามาทำการลงทะเบียนจำนวนประมาณ 15000 คนต่อวัน แต่นักศึกษาส่วนใหญ่

จะมาทำการลงทะเบียนไม่ตรงตามวันที่ตนต้องลงทะเบียนตามรหัสนักศึกษาที่กำหนดไว้ แต่จะมาทำการลงทะเบียนในวันสุดท้ายของการลงทะเบียนแทน จึงเป็นสาเหตุให้ปริมาณนักศึกษาที่มาทำการลงทะเบียนในวันสุดท้ายมีจำนวนมากกว่าปกติประมาณ 2 เท่า ทำให้ในวันสุดท้ายของการลงทะเบียนมีการรอคอยลงทะเบียนวิชาเรียนเป็นระยะเวลาานาน ซึ่งในบางที่แถวคอยการลงทะเบียนจะยาวมากจนเกินออกมานอกตัวอาคารลงทะเบียน แตกต่างในวันแรกของการลงทะเบียนซึ่งจะมีปริมาณนักศึกษาน้อยมาก

2. เนื่องจากจำนวนนักศึกษาที่มาลงทะเบียนวิชาเรียนในช่วงวันแรก ๆ ต่างกับช่วงวันลงทะเบียนท้าย ๆ มาก จึงทำให้ในช่วงวันลงทะเบียนแรก ๆ ของการลงทะเบียนเจ้าหน้าที่จะมีเปอร์เซ็นต์การว่างงานมากซึ่งจะแตกต่างกับช่วงวันลงทะเบียนท้าย ๆ เป็นอย่างมาก

3. ช่องการลงทะเบียนซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 56 ช่อง ซึ่งจำนวนช่องการลงทะเบียนแต่ละช่องจะมีจำนวนนักศึกษาแตกต่างกันมาก โดยที่ช่องการลงทะเบียนด้านที่ติดกับประตูทางเข้าใหญ่ซึ่งประกอบด้วยช่องการลงทะเบียนที่ 24-56 จะมีนักศึกษามากกว่าช่องการลงทะเบียนอีกฝั่งหนึ่งซึ่งประกอบด้วยช่องการลงทะเบียนที่ 1-23 และนักศึกษาส่วนมากจะเลือกเข้ารับบริการช่องการลงทะเบียนบริเวณตรงกลางของแต่ละฝั่งมากกว่าบริเวณส่วนริม ทำให้บริเวณช่องการลงทะเบียนตรงกลางมีเวลารอคอยการลงทะเบียนมากกว่าช่องการลงทะเบียนบริเวณอื่น

4. ช่องการลงทะเบียนที่เปิดเฉพาะให้นักศึกษาที่ใช้บัตรนักศึกษาชำระเงินแทนเงินสด มีอัตราส่วนนักศึกษามาใช้บริการน้อยมากเมื่อเทียบกับช่องบริการปกติและช่องการลงทะเบียนพิเศษทำให้ในช่วงเวลาที่มึนักศึกษาเข้ามาในระบบจำนวนมากช่องบริการนี้จะว่างมากไป

5. ปัญหาเกี่ยวกับการให้บริการ เนื่องจากบุคลากรและสถานที่รับลงทะเบียนวิชาเรียนมีจำกัด จึงเกิดปัญหาในด้านการให้บริการ โดยไม่สามารถรองรับจำนวนนักศึกษาที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้อย่างเพียงพอ

6. ปัญหาเกี่ยวกับการเข้าแถวคอยนาน เนื่องจากจำนวนนักศึกษามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนที่มหาวิทยาลัยมีจำนวนมาก และนักศึกษาส่วนใหญ่เลือกทำการลงทะเบียนวิชาเรียนแบบชำระเงินสดเป็นค่าลงทะเบียนวิชาเรียน และนักศึกษาบางส่วนจะเตรียมเงินค่าลงทะเบียนมาไม่พอดี เจ้าหน้าที่จึงต้องทำการตรวจนับเงินทอน ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดแถวคอยยาวในช่วงเวลาหนึ่ง

7. ปัญหาเนื่องจากความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลผิดพลาด เช่น กรณีการบันทึกข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ ซึ่งบางกรณีเกิดความผิดพลาดจากการที่เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลผิดพลาด อาทิ เจ้าหน้าที่อ่านแถบรหัสวิชาเรียนไม่ครบ จึงเป็นเหตุให้เกิดการเสียเวลายกเลิกใบเสร็จและบันทึกข้อมูลการลงทะเบียนวิชาเรียนใหม่

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหงในปัจจุบัน
2. เพื่อสร้างระบบการลงทะเบียนแบบใหม่ ซึ่งจะเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาการรอคอยที่เกิดขึ้นจากการลงทะเบียนแบบเดิม
3. เพื่อเปรียบเทียบระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบเดิมและระบบใหม่

## ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหงที่มาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2549 ในช่วงวันที่ 2 มิ.ย. – 15 มิ.ย. 2549 ณ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เท่านั้น จะไม่ศึกษากรณีที่นักศึกษาลงทะเบียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ลงทะเบียนผ่านทางโทรศัพท์ ลงทะเบียนทางไปรษณีย์ และลงทะเบียนผ่านทาง SMS ในการวิเคราะห์ปัญหาระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษาครั้งนี้จะอาศัยหลักการของทฤษฎีแถวคอยและเทคนิคการจำลองแบบมาช่วยในการวิเคราะห์ผลการทดลอง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดระบบการให้บริการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง กรณีที่นักศึกษามาลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัย ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้ช่วยลดเวลารอคอยเฉลี่ยของนักศึกษาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเจ้าหน้าที่ได้อย่างเต็มกำลัง
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับมหาวิทยาลัยแห่งอื่นที่ใช้ระบบการลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัยในการศึกษาถึงวิธีการจัดระบบการให้บริการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## การตรวจเอกสาร

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยของการลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง ได้ทำการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory)
2. เทคนิคการจำลองแบบ (Simulation Technique)
3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory)

การเข้าแถวคอยเพื่อรอรับบริการเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น ผู้ป่วยนอกรอรับการรักษากจากแพทย์ นักศึกษาารอรับบริการลงทะเบียนวิชาเรียนในแถวคอยการรอคอย และลูกค้าที่รอรับบริการที่ธนาคาร เป็นต้น จะเกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากความไม่แน่นอนของการเข้ารับบริการและการให้บริการ จึงมีการคิดค้นทฤษฎีแถวคอย เพื่อใช้ในการหาตัวแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์มาแทนปัญหาการแถวคอยและนำตัวแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ปัญหาแถวคอยที่เกิดขึ้น จุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาอาจเป็นไปได้เพื่อลดค่าใช้จ่าย หรือจัดระบบการบริการให้ดีขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายอื่นๆ

#### 1. โครงสร้างระบบแถวคอย

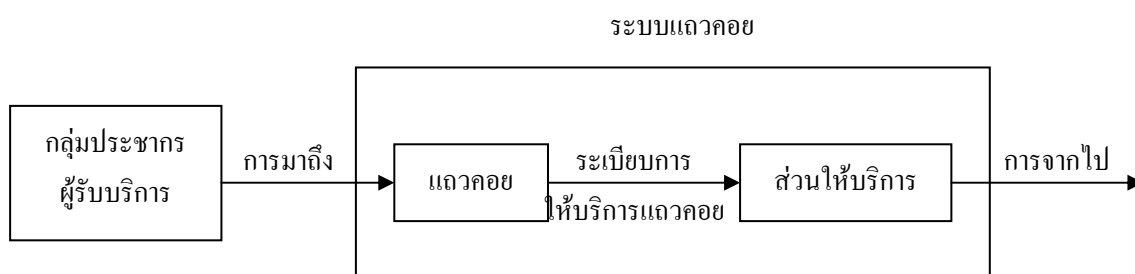
โครงสร้างระบบแถวคอย ประกอบด้วย

1.1 ลูกค้าที่มารับบริการ (Customer)

1.2 แถวคอย (Queue)

### 1.3 หน่วยบริการหรืออุปกรณ์ที่ให้บริการ (Service Channel or Server)

กระบวนการรอคอยโดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วย องค์ประกอบและเหตุการณ์ที่สำคัญคือ การมาถึง (arrivals) ของผู้รับบริการ การตั้งแถวคอย การเข้ารับบริการ และการจากไป กระบวนการจะเริ่มต้นจากมีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้รับบริการ เข้ามาในระบบแถวคอยเพื่อรับบริการ ถ้าส่วนให้บริการกำลังให้บริการผู้รับบริการอื่นอยู่ ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่จะต้องเข้าแถวคอย (queue) เพื่อรอรับบริการ ผู้รับบริการที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียบการให้บริการแถวคอย (queue discipline) เมื่อรับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอย กระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงกระบวนการของการรอคอย

## 2. ลักษณะที่สำคัญของตัวแบบแถวคอย

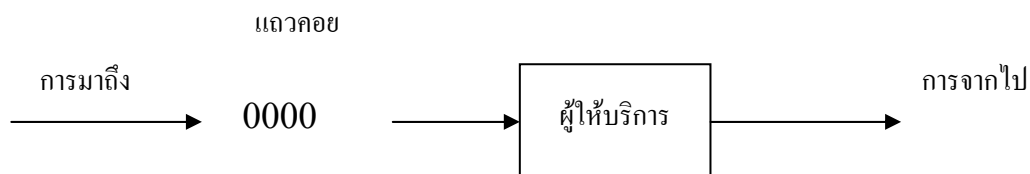
ตัวแบบแถวคอยมีลักษณะที่สำคัญ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.1 การแจกแจงการเข้ามา (Arrival Distribution) ถ้าลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นเวลาแน่นอนก็สามารถจัดให้มีหน่วยบริการตามเวลานั้นๆ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาแถวคอยได้ แต่เนื่องจากการมาของลูกค้าขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายอย่าง จึงทำให้ลูกค้ามาเป็นกลุ่มโดยที่กระจายการมาบ้าง ทำให้ช่วงเวลาระหว่างผู้ที่เข้ามาติด ๆ กัน (interarrival time) แตกต่างกันไป ซึ่งการแจกแจงการมาอาจเป็นแบบพัวซอง (Poisson) เออร์แลงก์ (Erlang) หรืออื่นๆ

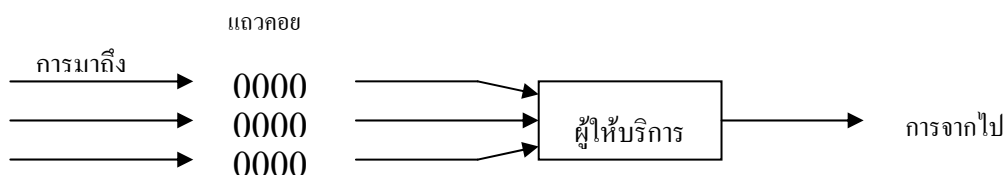
2.2 การแจกแจงการให้บริการ (Service Distribution) เวลาที่ใช้ในการให้บริการแก่ลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการนั้นมีต่าง ๆ กัน ซึ่งมีการแจกแจงของเวลาที่ให้บริการอาจเป็นแบบสม่ำเสมอ เออร์แลงก์ เอ็กซ์โปเนนเชียล หรือเป็นแบบอื่นๆ

2.3 จำนวนช่องทางการให้บริการ (Service Channels) การให้บริการอาจเปิดช่องทางให้บริการ 1 ช่องทางหรือมากกว่า 1 ช่องทาง ทั้งนี้การจัดรูปแบบอาจเป็นแบบขนาน แบบอนุกรม หรือ ทั้งสองแบบรวมกัน

2.3.1 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วย หน่วยบริการจะให้บริการลูกค้าครั้งละคนเมื่อลูกค้าคนแรกเข้ารับบริการจนเสร็จแล้วออกจากระบบไป ลูกค้าคนถัดไปก็จะเข้ารับบริการต่อทันที

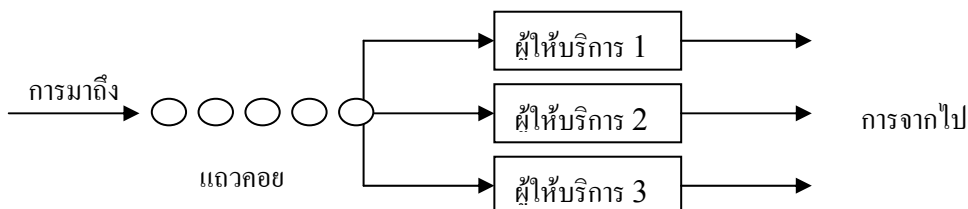


ภาพที่ 2 ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งหน่วยให้บริการ - หนึ่งแถวคอย

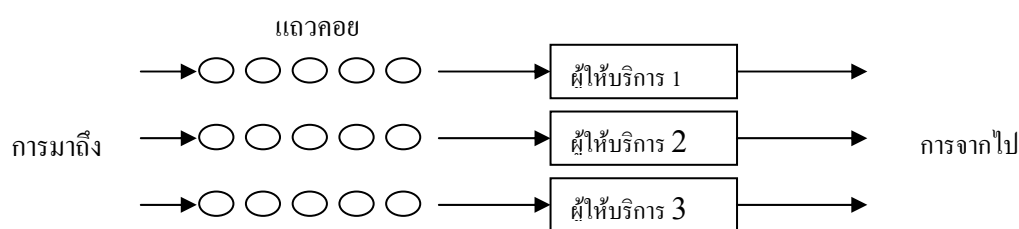


ภาพที่ 3 ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งหน่วยให้บริการ - หลายแถวคอย

2.3.2 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยและให้บริการแบบขนาน ลูกค้าจะเข้ารับบริการจากหน่วยให้บริการที่มีอยู่หลายหน่วยโดยที่หน่วยบริการใดว่างลูกค้าก็สามารถเข้ารับบริการได้ทันที

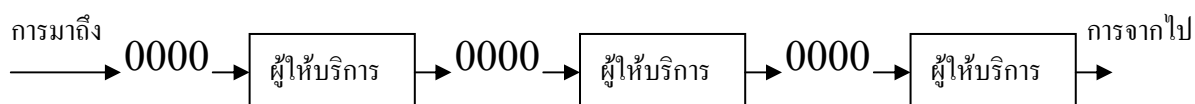


ภาพที่ 4 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย - หนึ่งแถวคอย และให้บริการแบบขนาน



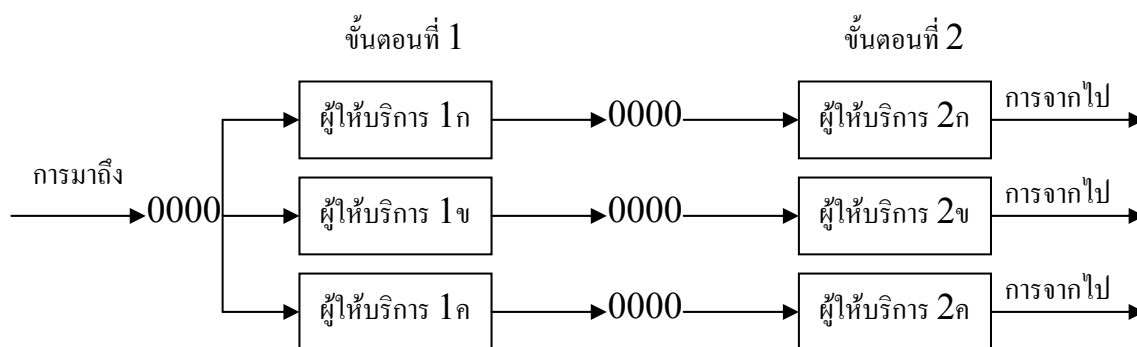
ภาพที่ 5 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย - หลายแถวคอย และให้บริการแบบขนาน

2.3.3 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยและให้บริการแบบอนุกรม ลูกค้าจะเข้ารับบริการจากหน่วยบริการที่ละหน่วยตามลำดับ เมื่อลูกค้าออกจากหน่วยบริการแรก จะเข้ารับบริการจากหน่วยบริการถัดไป ซึ่งหน่วยบริการแต่ละหน่วยจะให้บริการที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 6 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยและให้บริการแบบอนุกรม

2.3.4 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยซึ่งให้บริการทั้งแบบขนานและอนุกรมผสมกัน ลูกค้าจะเข้ารับบริการจากหน่วยให้บริการที่มีหลายหน่วยแบบขนาน และเมื่อลูกค้าออกจากหน่วยให้บริการแรกจะเข้ารับบริการจากหน่วยให้บริการถัดไปแบบอนุกรม



ภาพที่ 7 ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยซึ่งให้บริการทั้งแบบขนานและอนุกรมผสมกัน

2.4 ระเบียบการเข้ารับบริการ (Service Discipline and Service Priority) หมายถึง ลำดับของลูกค้ายในแถวคอยที่เข้ารับบริการ ซึ่งอาจจะเป็น

2.4.1 มาก่อนได้รับบริการก่อน (First Come First Served ; FCFS) ลูกค้าที่เข้ามาสู่ระบบบริการก่อนจะได้รับบริการก่อน ลูกค้าคนถัดไปจึงจะได้รับบริการ เช่น การรอการเข้ารับบริการตรวจรักษาของแพทย์ การเข้าแถวทำบัตรของผู้ป่วย การเข้าแถวเพื่อซื้อบัตรชมภาพยนตร์ การจ่ายค่าผ่านทางขึ้นทางด่วน และการรอจ่ายเงินที่เคาน์เตอร์ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2.4.2 มาก่อนได้รับบริการทีหลัง (Last Come First Served ; LCFS) ลูกค้าที่เข้ามาสู่ระบบบริการก่อนจะได้รับบริการทีหลัง เช่น วัสดุสำนักงานชนิดเดียวกันที่อยู่ด้านบนจะถูกนำไปใช้ก่อน ในคลังสินค้าสินค้าที่ถูกขนเข้าคลังสินค้าก่อนจะถูกจัดเรียงซ้อน ๆ กัน เวลานำออกมาใช้สินค้าที่ถูกขนเข้าทีหลังจะถูกนำมาใช้ก่อน เป็นต้น

2.4.3 รับบริการตามความสำคัญ (Priority) ลูกค้าที่มีความสำคัญมากกว่าจะได้รับบริการก่อนลูกค้าที่มีความสำคัญน้อยกว่า ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บสาหัสจะได้รับบริการก่อนลูกค้าที่ได้รับบาดเจ็บเพียงเล็กน้อย ผู้ที่เป็นสมาชิกจะได้รับบริการก่อนบุคคลธรรมดา เป็นต้น

2.4.4 การรับบริการแบบสุ่ม (Service in Random Order; SIRO) ลูกค้าที่เข้ามารับบริการจะมีโอกาสได้รับบริการเท่าเทียมกัน เช่น การแจกใบปลิว การแจกสินค้าตัวอย่าง เป็นต้น

2.5 ลักษณะของหน่วยให้บริการ (Calling Source) หน่วยให้บริการมีขีดจำกัดในการรับลูกค้า เช่น จำนวนเตียงผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่มีอยู่จำกัด จำนวนแพทย์มีจำกัด จำนวนห้องผ่าตัดฉุกเฉินมีจำกัด เป็นต้น ส่วนหน่วยให้บริการไม่มีขีดจำกัดในการรับลูกค้า เช่น การส่งจดหมายไม่จำกัดจำนวนในการส่ง การสมัครเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเปิดไม่จำกัดจำนวนผู้สมัคร การฝากเงินธนาคารไม่จำกัดจำนวนคนที่ฝาก เป็นต้น

2.6 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการ (Queue Size) ลูกค้ามีจำนวนจำกัด เช่น จำนวนเครื่องจักรในโรงงานที่รอซ่อม เป็นต้น ลูกค้ามีจำนวนไม่จำกัด เช่น ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาล เป็นต้น

### 3. สัญลักษณ์ที่ใช้ในทฤษฎีแถวคอย

Taha (1997) ได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้กับทฤษฎีของแถวคอย ดังนี้คือ

- $n$  : เป็นจำนวนลูกค้าในระบบ
- $P_n(t)$  : เป็นความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า  $n$  หน่วยในระบบที่เวลา  $t$  ใด ๆ ในสถานะถ่ายทอด (transient state) โดยสมมติว่าระบบเริ่มต้นที่เวลา  $t = 0$
- $P_n$  : ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า  $n$  หน่วยในระบบในสถานะอยู่ตัว (steady states)
- $\lambda_n$  : อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าเมื่อระบบมีลูกค้า  $n$  หน่วย
- $\lambda$  : อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าโดยเฉลี่ย (จำนวนลูกค้าต่อ 1 หน่วยเวลา)
- $\mu_n$  : อัตราการให้บริการเมื่อระบบมีลูกค้า  $n$  หน่วย
- $\mu$  : อัตราการให้บริการโดยเฉลี่ย (จำนวนลูกค้าที่ได้รับบริการต่อ 1 หน่วยเวลา)
- $X$  : เปรอร์เซนต์ที่หน่วยบริการว่างงาน

- $C$  : จำนวนช่องหรือสถานีบริการ มีค่าเป็นเลขจำนวนเต็มบวก  
 $W_s$  : ค่าคาดหมายเวลารอคอยของลูกค้า 1 หน่วยในระบบ  
 $W_q$  : ค่าคาดหมายเวลารอคอยของลูกค้า 1 หน่วยในแถวคอย  
 $L_s$  : ค่าคาดหมายจำนวนลูกค้าในระบบ  
 $L_q$  : ค่าคาดหมายจำนวนลูกค้าในแถวคอย

#### 4. การวิเคราะห์ระบบแถวคอย

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงอัตราการมาของลูกค้า รูปแบบการแจกแจงของอัตราการให้บริการและระเบียบการเข้าแถวคอย ระบบแถวคอยพัชองจะมีลักษณะดังนี้

##### 4.1 การแจกแจงการเข้าสู่ระบบ (Distribution of Arrivals)

สมมติที่เวลา  $t=0$  ไม่มีลูกค้าในระบบ ให้  $\lambda$  เป็นอัตราการมาโดยเฉลี่ยของลูกค้าต่อ 1 หน่วยเวลา และให้  $x(t)$  เป็นจำนวนลูกค้าในระบบในช่วงเวลา  $t$  ใดๆ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า  $n$  คนในระบบในช่วงเวลา  $t, t > 0$  คือ

$$P[x(t) = n] = P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} ; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

นั่นคือ  $x(t)$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบพัชองที่มีค่าเฉลี่ย  $\lambda t$  และความแปรปรวนเป็น  $\lambda t$

##### 4.2 การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบ (Distribution of Interarrival Times)

ให้  $t$  เป็นช่วงเวลาระหว่างการมาของลูกค้าที่เข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง  $t$  มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ย  $1/\lambda$  และความแปรปรวน  $1/\lambda^2$  ดังนั้น ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function) ของช่วงเวลาระหว่างการมา คือ

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} ; \quad t > 0, \lambda > 0$$

#### 4.3 การแจกแจงจำนวนลูกค้าที่ออกจากระบบ (Distribution of Departures)

สมมติมีลูกค้าอยู่ในระบบทั้งหมด  $N$  หน่วย ที่เวลา  $t=0$  และไม่มีลูกค้าเข้ามาอีก ให้  $\mu$  เป็นอัตราการออกจากระบบของลูกค้าที่ได้รับบริการเสร็จต่อ 1 หน่วยเวลา และ  $x(t)$  เป็นจำนวนลูกค้าในระบบในช่วงเวลา  $t$  ใด ๆ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า  $n$  คน อยู่ในระบบในช่วงเวลา  $t, t > 0$  คือ

$$P[x(t) = n] = P_n(t) = \frac{e^{-\mu t} (\mu t)^{N-n}}{(N-n)!} \quad ; \quad n = 0, 1, 2, \dots, N$$

เนื่องจาก

$$\sum_{n=0}^N P_n(t) = 1$$

เมื่อ  $n = 0$  จะได้

$$P_0(t) = 1 - \sum_{n=1}^N P_n(t)$$

นั่นคือ  $x(t)$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบพัวซอง มีค่าเฉลี่ย  $\mu t$  และความแปรปรวน  $\mu t$

#### 4.4 การแจกแจงเวลาที่ใช้ในการให้บริการ (Distribution of Service Time)

ให้  $t$  เป็นเวลาที่ใช้ในการให้บริการ  $t$  มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยมีค่าเฉลี่ย  $1/\mu$  และความแปรปรวน  $1/\mu^2$  ดังนั้น ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function, p.d.f.) ของเวลาในการให้บริการ คือ

$$g(t) = \mu e^{-\mu t} \quad ; \quad t > 0, \mu > 0$$

## 5. สัญลักษณ์ของตัวแบบจำลอง

Kendall (1953) and Lee (1966) กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้บอกลักษณะของปัญหาแถวคอย  
ดังนี้

(a / b / c) : (d / e / f)

- a : การแจกแจงของการเข้ารับบริการหรือช่วงเวลาห่างระหว่างผู้ที่มารับบริการแต่ละราย
- b : การแจกแจงของการให้บริการ
- c : จำนวนช่องทางบริการหรือสถานีบริการ
- d : ระเบียบของแถวคอย (เช่น FCFS, LCFS, SIRO, GD)
- e : จำนวนผู้เข้ารับบริการสูงสุดที่สามารถอยู่ในระบบได้ (จำนวนคนในแถวคอยรวมกับจำนวนคนที่กำลังรับบริการอยู่)
- f : จำนวนผู้มีสิทธิเข้ารับบริการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ a และ b อาจเป็นได้ ดังนี้

M : การแจกแจงความน่าจะเป็นของลูกค้ำที่เข้ามาสู่ระบบหรือลูกค้ำที่ออกจากระบบเป็นแบบพัชอง (Poisson Arrival or Departure Distribution) หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาสู่ระบบหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Interarrival Time or Service Time Distribution)

D : ช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการเป็นแบบคงที่

$E_k$  : ช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการเป็นแบบแจกแจงแบบเออร์แลง (Erlangian Distribution) หรือแกมมา (Gamma Distribution) โดยมีพารามิเตอร์  $k$

GI : การแจกแจงการเข้าสู่ระบบหรือช่วงเวลาการเข้ามาของลูกค้ำเป็นแบบอิสระทั่วไป (General Independent Distribution)

GD : การแจกแจงการของเสร็จจากการรับบริการหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบทั่วๆไป  
(General Distribution)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ d อาจเป็นดังนี้

FCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน

LCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาหลังได้รับบริการก่อน

SIRO หลักเกณฑ์การให้บริการแบบสุ่ม

GD หลักเกณฑ์การให้บริการแบบทั่วๆไป

## 6. รูปแบบการวิเคราะห์ระบบแถวคอย

### 6.1 ตัวแบบแถวคอยที่มี 1 ช่องทาง และแถวคอยไม่จำกัด (M/M/1) : (GD/∞/∞)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้าระบบของลูกค้าเป็นแบบพัวซอง  
การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการให้บริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล มี 1 ช่องทางบริการ  
วิธีการเข้ารับบริการเป็นแบบใด ๆ ผู้มารับบริการมีจำนวนไม่จำกัด และมาจากประชากรไม่จำกัด  
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ พิจารณาจากค่าต่างๆ ดังนี้

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$$

เปอร์เซ็นต์การว่างงานที่หน่วยบริการว่างงานไม่เกิน  $\beta$  ;  $x \leq \beta$

$$\text{เมื่อ : } X = 100 \left( 1 - \frac{\lambda}{\mu} \right) \leq \beta$$

6.2 คิวแบบแถวคอยที่มี C ช่องทางบริการและความยาวแถวคอยไม่จำกัด

(M/M/C) : (GD/∞/∞)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้าระบบของลูกค้าเป็นแบบพัวซอง การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการให้บริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล มีช่องทางให้บริการ C ช่องทาง วิธีการเข้ารับบริการเป็นแบบใด ๆ ผู้รับบริการมีจำนวนไม่จำกัด และมาจากประชากรที่มีไม่จำกัด การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ พิจารณาจากค่าต่างๆ ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{C\mu}$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 & 0 \leq n \leq C \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{C! C^{n-c}} P_0 & n > C \end{cases}$$

$$L_q = P_0 \frac{(\lambda/\mu)^c}{C!(1-\rho)^2} \rho$$

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

เปอร์เซ็นต์การว่างงานที่หน่วยบริการว่างงานไม่เกิน  $\beta$  ;  $x \leq \beta$

$$\text{เมื่อ : } x = 100 \left( 1 - \frac{\lambda}{c\mu} \right) \leq \beta$$

### เทคนิคการจำลองแบบ

การจำลอง (Simulation) เป็นเทคนิคหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาทางด้านการดำเนินงานของระบบที่ซับซ้อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เทคนิคการจำลองแบบได้รับความนิยม คือ ทฤษฎีและวิธีการที่ใช้ในเทคนิคการจำลองแบบโดยทั่วไปจะง่ายกว่าเทคนิคอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้เทคนิคการจำลองแบบสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับระบบทุกระบบไม่ว่าระบบจะมีความยุ่งยากซับซ้อนเพียงใด

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความว่า จำลองแบบปัญหา คือ กระบวนการออกแบบจำลอง (model) ของระบบงานจริง (system) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบทดลองนั้น เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

จากคำจำกัดความดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการของการจำลองแบบปัญหานั้น แบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองส่วนหนึ่ง และการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากลไกของวิธีการของการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้อาจเป็นระบบหรือเป็นแนวความคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใด โดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง

## 1. ระบบงาน (System)

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (elements) ที่มีความสัมพันธ์ทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงานนั้น เพราะว่าการจำลองแบบปัญหาเป็นการศึกษากระบวนการทำงานของทั้งระบบ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบที่ชัดเจนของระบบงานที่เรา กำลังศึกษา

ระบบงานต่าง ๆ จะต้องประกอบด้วย กลุ่มขององค์ประกอบ (elements or entity) ซึ่งมี ลักษณะเฉพาะตัว (attribute) และองค์ประกอบเหล่านี้จะก่อให้เกิดกิจกรรม (activity) เพื่อให้ระบบงานดำเนินไปจนบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงาน การจำแนกประเภทของระบบงานนั้น จำแนกตามการนำไปใช้งาน โดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบ (status system) ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ประเภท คือ

1.1 ระบบงานต่อเนื่อง (Continuous System) คือ ระบบงานที่เปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น ระดับน้ำภายในเขื่อนซึ่งจะต้องเพิ่มหรือลดตลอดเวลา และระบบ การจราจร เป็นต้น

1.2 ระบบงานไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลง สถานภาพของระบบเป็นช่วง ๆ ระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง เช่น ระบบการทำงานของธนาคาร ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบระหว่าง 8.30-15.30 น. เป็นต้น

1.3 ระบบแน่นอน (Deterministic System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพ ของระบบใหม่ สามารถบอกได้แน่นอนว่าเป็นอย่างไร เช่น ระบบปฏิบัติการหนึ่งจะมีผลลัพธ์ ออกมาทุกงานใช้เวลา 15 วินาที เป็นต้น

1.4 ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของ ระบบที่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น

1.5 ระบบสถิต (Static System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบไม่ เกี่ยวข้องกับเวลา เช่น Monte Carlo Simulation เป็นต้น

1.6 ระบบพลวัต (Dynamic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับเวลา

## 2. องค์ประกอบของระบบ

2.1 สมาชิก (Entities) คือ สิ่งที่ต้องการศึกษาในระบบงาน สมาชิกของระบบอาจจะประกอบไปด้วย คน สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องจักรกล วัตถุดิบ วัสดุสำเร็จ เป็นต้น ในวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ สมาชิก หมายถึง นักศึกษาที่มาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ณ อาคารจักรเวียงคำ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2.2 คุณสมบัติหรือคุณลักษณะของสมาชิก (Attribute) คือ ลักษณะเฉพาะของสมาชิกซึ่งสังเกตรบบงานจริง ในวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ คุณลักษณะของสมาชิกจะหมายถึง ชั้นปีของนักศึกษา

2.3 กิจกรรม (Activity) คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบซึ่งกินเวลาช่วงหนึ่ง เช่น ในระบบการจราจร การขับเคลื่อนรถยนต์ถือว่าเป็นกิจกรรม สำหรับระบบสินค้าคงคลัง การขนส่งสินค้าถือเป็นกิจกรรม ดังนั้นเมื่อเกิดกิจกรรมจะทำให้สภาพของระบบเปลี่ยนไป ในวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ กิจกรรมจะหมายถึง การลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษา

2.4 สภาพหรือสถานะของระบบ (State of System) คือ รายละเอียดของสมาชิก คุณสมบัติ และกิจกรรมทั้งหมดภายในระบบ ซึ่งก็คือกลุ่มของตัวแปรที่อธิบายระบบ ณ เวลาหนึ่ง ๆ เราเรียกตัวแปรเหล่านี้ว่า “ตัวแปรสถานะ” (State Variables) ซึ่งจะอธิบายระบบ ณ เวลาหนึ่ง ๆ เช่น จำนวนนักศึกษาที่กำลังทำการลงทะเบียนและรอทำการลงทะเบียน จำนวนพนักงานเคาน์เตอร์ที่กำลังให้บริการและเวลาการมาถึงธนาคารของลูกค้าแต่ละราย เป็นต้น

2.5 เหตุการณ์ (Event) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นโดยฉับพลันที่ทำให้สภาพของระบบเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งไม่ใช่เวลาหรือใช้เวลาน้อยเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการจำลอง เช่น ในระบบแถวคอยการเข้ามาของลูกค้า ณ เวลาหนึ่ง ๆ ถือเป็นเหตุการณ์หนึ่งที่มีผลทำให้ภาวะของระบบเปลี่ยนแปลง เหตุการณ์บางเหตุการณ์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ แต่บางเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอก

ระบบก็อาจส่งผลให้ภาวะของระบบเปลี่ยนแปลงไปก็ได้เช่นกัน เหตุการณ์ของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ คือ การที่นักศึกษาเข้ามาสู่ระบบและออกจากระบบซึ่งทำให้สถานะของระบบเปลี่ยนแปลงไป

### 3. กระบวนการจำลองแบบปัญหา (Simulation Process)

การดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Formulation and System Definition) ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขตข้อจำกัดต่าง ๆ และวิธีวัดผลของระบบงาน

3.2 การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่ต้องการศึกษาเขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.3 การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและการจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้

3.4 การลงรหัส (Coding) เป็นการแปรแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.5 การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้

3.6 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ

3.7 การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical Planning) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดสอบอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลเพียงพอ (ด้วยระดับความเชื่อมั่นในการวิเคราะห์ที่เหมาะสม)

3.8 การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นขั้นตอนการคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากแบบจำลอง

3.9 การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลองจะเป็นการตีความว่า ระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไรและแก้ปัญหาแล้วจะได้ผลการทดลองอย่างไร

3.10 การนำไปใช้งาน (Implementation) จากผลการทดลองเราจะเลือกวิธีการที่จะ แก้ปัญหาได้ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง

3.11 การจัดทำเอกสารประกอบการใช้งาน (Documentation) เป็นวิธีการบันทึกกิจกรรม ของการทำแบบจำลองระบบ โครงสร้างแบบจำลอง วิธีการใช้งาน และผลที่ได้จากการใช้งานเพื่อ ประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งานและเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงและดัดแปลง แบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบ

#### 4. การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล

การทดสอบการแจกแจงข้อมูลจะทำได้โดยการพล็อตกราฟในเบื้องต้น ซึ่งจะใช้ในการ คาดคะเนลักษณะการแจกแจง แล้วจึงทำการทดสอบความเหมาะสมของลักษณะการแจกแจงด้วย วิธีทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 การทดสอบมีหลายวิธี ได้แก่ การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square Test) และการทดสอบโคโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test)

##### 4.1 การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square Test)

การทดสอบไคสแควร์สามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบต่อเนื่องและ ไม่ต่อเนื่อง โดยมีข้อสมมติว่าข้อมูลแต่ละค่าเป็นอิสระกัน การทดสอบทำได้โดยการแบ่งช่วงข้อมูล ออกเป็น  $k$  ช่วง

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0$  : ข้อมูลมีการแจกแจงตามที่กำหนด

$H_1$  : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบอื่น

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - nP_i)^2}{nP_i}$$

โดยที่  $O_i$  = ความถี่ของข้อมูลในช่วงที่  $i$  ที่ได้จากการสังเกต (Observed Frequency)

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$P_i$  = ความน่าจะเป็นของการได้ข้อมูลในช่วงที่  $i$  โดยที่  $\sum_{i=1}^k P_i = 1$

$\chi^2$  มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่มีจำนวนอิสระ  $k-r-1$  เมื่อ  $r$  เป็นจำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณจากข้อมูล และจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  เมื่อ  $P\text{-value} < \alpha$

#### 4.2 การทดสอบโคโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test)

การทดสอบโคโมโกรอฟ-สไมร์นอฟใช้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (ordinal scale) และจะใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง การทดสอบนี้มีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบไคสแควร์

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0$  : ข้อมูลมีการแจกแจงตามที่กำหนด

$H_1$  : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบอื่น

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ

$$D_n = \text{Max} \{D_n^+, D_n^-\}$$

เมื่อ

$$D_n^+ = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{1}{n} - F(\hat{x}_i) \right\}$$

และ

$$D_n^- = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ F(\hat{x}_i) - \left( \frac{i-1}{n} \right) \right\}$$

โดยที่  $F(\hat{x})$  เป็นฟังก์ชันการแจกแจงตามที่กำหนดในสมมติฐานหลัก และ  $x_i$  เป็นข้อมูลลำดับที่  $i$  เมื่อเรียงลำดับข้อมูล  $x$  และสามารถหาค่าวิกฤตของตัวสถิติ Kolmogorov-Smirnov ที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ จากตารางของ Law and Kelton (1982)

## 5. การสร้างตัวเลขสุ่ม

การจำลองแบบจะต้องมีการกำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบให้ใกล้เคียงระบบงานจริงมากที่สุด เหตุการณ์เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาโดยอาศัยค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ เนื่องจากตัวแปรสุ่มแบบต่างๆจะต้องสร้างขึ้นจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ ดังนั้นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอจึงมีความสำคัญมากในการจำลองแบบข้อมูล จึงต้องเลือกวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มที่เหมาะสมเพื่อให้ตัวเลขสุ่มที่ได้มีความถูกต้อง และสามารถนำมาใช้งานได้อย่างดี คุณสมบัติของตัวเลขสุ่มที่ดีนั้นจะต้องเป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอและเป็นอิสระกันในเชิงสถิติ

วิธีที่นิยมใช้ในการสร้างตัวเลขสุ่ม คือ วิธี Multiplication Congruential Generator จะให้ตัวเลขสุ่มที่เรียกว่า เลขสุ่มคล้าย (pseudo - random number) เนื่องจากเป็นตัวเลขที่เกิดจากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ของตัวเลขก่อนหน้านี้ full period (ไม่ได้เลขสุ่มที่มีรอบยาวที่สุดออกมา  $m$  ค่า) แต่ถ้าเลือกค่า  $m$  และ  $a$  ที่มีความยาวเหมาะสมจะได้รอบยาวที่สุด คือ  $m-1$  ค่า

กำหนดให้  $X_0$  เป็นค่าเริ่มต้น (Seed)

$X_i$  เป็นเลขตัวที่  $i$

$a, m$  เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็มลบ

วิธีการผลิตชุดตัวเลขจำนวนเต็ม  $X_1, X_2, \dots$  ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง  $m-1$  คือ

$$X_i = (a X_{i-1}) \bmod m \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

ตัวเลขจำนวนเต็ม  $X_1, X_2, \dots$  จะมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง  $m-1$  ดังนั้นถ้าเราต้องการตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง 1 ทำได้ดังนี้

$$R_i = \frac{X_i}{m} \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

ตัวเลขสุ่ม  $R_1, R_2, \dots$  ที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง 1 สามารถผลิตได้โดยเลขสุ่มคล้ายนี้จะมีรอบยาวที่สุดเท่ากับ  $m-1$  โดยจะมีรอบยาวเพียงใดหรือคุณสมบัติดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่าการเลือกค่า  $a, m$  และ  $X_0$  Law and Kelton (1991) แนะนำว่า  $a$  ต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่น้อยกว่า  $M$  โดยที่  $M$  เป็นเลขจำนวนเฉพาะที่ใหญ่ที่สุดและ  $X_0$  จำนวนเลขจำนวนเต็มคี่ หรือจำนวนเฉพาะที่น้อยกว่า  $m$

## 6. การทดสอบความเป็นตัวเลขสุ่ม

เลขสุ่มที่สร้างขึ้นด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นไม่ได้เป็นเลขสุ่มที่แท้จริง เพื่อให้แน่ใจว่าเลขที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติของการเป็นเลขสุ่มที่ดีเพียงพอ โดยนำเลขที่สร้างขึ้นไปทดสอบความเป็นเลข

สุ่มทางสถิติก่อนนำมาใช้ มีหลายวิธี ได้แก่

6.1 การทดสอบการแจกแจง (Distribution Test or Frequency Test) ใช้ตัวสถิติทดสอบของโคโมโกรอฟ-สไมร์นอฟหรือสถิติทดสอบไคสแควร์ เป็นการทดสอบโดยการเปรียบเทียบการแจกแจงของตัวเลขสุ่มที่ผลิตได้ ว่ามีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง 0 ถึง 1 [ U(0,1) ] หรือไม่

6.2 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independent Test) มีการทดสอบหลายวิธี ได้แก่ การทดสอบวิ่ง (run test) การทดสอบอัตโนมัติสัมพันธ์ (autocorrelation test) การทดสอบแบบช่วง (gap test) และการทดสอบโป๊กเกอร์ (poker test) ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้การทดสอบวิ่ง (run test)

### 6.2.1 การทดสอบวิ่ง (Run Test)

เป็นการทดสอบจำนวนวิ่งขึ้น (run up) และวิ่งลง (run down) หรือวิ่งเหนือ (run above) และวิ่งใต้ (run below) จากค่าเฉลี่ยโดยเปรียบเทียบกับจำนวนที่นับได้จากตัวอย่างกับจำนวนคาดหวัง

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0$  : ลำดับของตัวเลขเป็นแบบสุ่ม

$H_1$  : ลำดับของตัวเลขไม่เป็นแบบสุ่ม

ตัวสถิติทดสอบที่ใช้

$$Z = \frac{r - E(r)}{\sqrt{\text{var}(r)}}$$

โดย  $r$  = จำนวนวิ่ง (เครื่องหมาย +,-)

$n$  = จำนวนข้อมูล

$r \approx N(E(r), \text{Var}(r))$

$$E(r) = \frac{2n-1}{3}$$

$$\text{Var}(r) = \frac{1}{90}(16n-29)$$

## 7. การสร้างตัวแปรสุ่ม (Random Variable Generation)

การสร้างตัวแปรสุ่มที่ใช้เพื่อจำลองแบบปัญหานั้นมีหลายวิธี แต่ความเหมาะสมซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้ คือ วิธีการแปลงผกผัน

### 7.1 วิธีการแปลงผกผัน (Inverse Transform Technique)

วิธีการแปลงผกผันจะสามารถใช้ได้กับตัวอย่างที่มีการแจกแจงได้หลายลักษณะและสะดวก เนื่องจากถ้าทราบรูปแบบฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (cumulative distribution function) ของตัวแปรสุ่มนั้นแล้วนำฟังก์ชันการแจกแจงสะสมนี้มาเท่ากับตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ นั่นคือฟังก์ชันการแจกแจงสะสมต้องมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (0,1) เช่นกัน ให้  $x$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (cumulative distribution function) คือ  $F(x)$  เป็นฟังก์ชันแบบไม่ลด (nondecreasing function) จะสามารถหาฟังก์ชันผกผัน

$$F_x^{-1}(u) = \inf\{x : F_x(x) \geq u\}, 0 \leq u \leq 1$$

## ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญมี (2525) ได้วิเคราะห์ระบบแถวคอยของการลงทะเบียนวิชาเรียนของนิสิตบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยนำเอาเทคนิคการจำลองแบบมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยการศึกษาระบบงานลงทะเบียนวิชาเรียนในปัจจุบันและการศึกษาระบบงานลงทะเบียนที่ทดลองเปลี่ยนแปลง ผลการวิจัยระบบงานลงทะเบียนเรียนระบบปัจจุบันเป็นระบบงานที่มีประสิทธิภาพดีกว่าระบบงานลงทะเบียนอื่นๆ ที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ การศึกษาประสิทธิภาพได้นำเอาค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ยมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

ธีระภา (2532) ได้วิเคราะห์ระบบการให้บริการผู้ป่วยที่ห้องจ่ายยาของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบแถวคอยในการซื้อยาของผู้ป่วย โดยใช้การจำลองแบบเปรียบเทียบระบบแถวคอยที่มีจำนวนผู้ให้บริการที่ทำหน้าที่ต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการให้บริการเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพการทำงานโดยทั่วไปของระบบงานที่คิดขึ้นจะดีกว่าระบบงานเดิม เมื่อพิจารณาเวลาที่ผู้ป่วยใช้ในระบบ ถ้าพิจารณาเวลารอคอยรอคอยเฉลี่ยและจำนวนผู้รับบริการเฉลี่ยที่คอยในแต่ละขั้นตอนจะพบว่าระบบหลังดีกว่าระบบแรก เฉพาะในขั้นตอนการจัดยา ภาษาที่ใช้ในการจำลองแบบคือ ภาษาฟอร์แทรน 77

มาลี (2536) ได้วิเคราะห์ระบบแถวคอยของการให้บริการรับฝาก ถอนเงิน และรับรางวัลสลาก ระบบที่ปฏิบัติในปัจจุบันมี 6 ขั้นตอนคือ ต้อนรับลูกค้า ตรวจสอบเลขที่หรือบัตรคู่สลาก ตรวจสอบลายเซ็นลูกค้าและอนุมัติ หมายเลขบัญชี ปล่อยเงิน ลงบันทึกรายการ หรือตรวจสอบรางวัลสลากด้วยคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบความถูกต้อง คือสมุดและเงินที่ถอน หรือคืนสลากหรือเงินรางวัล ผลการวิเคราะห์เพื่อหาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของลูกค้าที่รอคอยโดยเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอน สัดส่วนเวลาว่างของผู้ให้บริการในขั้นตอนต่างๆ ว่างจากการให้บริการ และช่วงเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ โดยจำแนกลูกค้าเป็น 3 ประเภท และบัญชีเป็น 2 ประเภท ภาษาที่ใช้ในการจำลองแบบคือ ภาษาฟอร์แทรน 77

ประพันธ์ (2538) ได้ศึกษาระบบแถวคอยการเข้ารับบริการของผู้ป่วยแผนกโรคภูมิแพ้ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ปัญหาที่พบ คือ ผู้ป่วยใช้เวลาในการรอคอยเข้ารับบริการนาน งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจำนวนผู้ให้บริการและเวลาเริ่มให้บริการผู้ป่วยที่เหมาะสม ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต้องผ่าน

ขั้นตอนต่างๆที่ขั้นตอนตามลำดับดังนี้ คือ ขั้นตอนการตรวจโรค ขั้นตอนการจัดเพิ่ม ขั้นตอนการชำระเงินและขั้นตอนการตรวจสอบใบเสร็จ จากการวิจัยพบว่าช่วงเวลาในการเข้าสู่แผนกโรคภูมิแพ้ของผู้ป่วยและเวลาให้บริการในขั้นตอนการตรวจสอบใบเสร็จมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล ส่วนเวลาในการตรวจโรค ขั้นตอนการจัดเพิ่มและขั้นตอนการชำระเงินมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จากการจำลองระบบการให้บริการสี่ระบบ เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการรอเข้ารับบริการในขั้นตอนการตรวจโรคในแต่ละระบบ พบว่า ระบบการให้บริการระบบที่สามใช้เวลาน้อยที่สุดเท่ากับ ระบบที่สองใช้เวลานานที่สุด ส่วนเวลาที่ใช้คอยในขั้นตอนอื่นๆพบว่าทั้งสี่ระบบไม่แตกต่างกัน ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่สามจะดีกว่าทุกระบบ

สุวรรณ (2538) ได้วิเคราะห์การให้บริการการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์ของกรมการขนส่งทางบก เพื่อศึกษาปัญหาที่ทำให้การบริการเกิดความล่าช้า และผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ให้บริการในแต่ละขั้นตอน เพื่อหาจำนวนผู้ให้บริการที่เหมาะสม โดยนำเอาเทคนิคการจำลองแบบมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบแถวคอย เพื่อศึกษาถึงจำนวนงานที่จดทะเบียนรถ เวลาที่ใช้ในการรอคอยเฉลี่ย จำนวนเฉลี่ยของงานที่เข้ารับบริการ และสัดส่วนของเวลาของผู้ให้บริการว่าจากการให้บริการ ผลการวิจัยพบว่า การลดหรือเพิ่มเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการในขั้นตอนการออกใบเสร็จรับเงิน และขั้นตอนบันทึกรายละเอียด ไม่สามารถทำให้ระบบการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์ทั้งระบบดีขึ้นกว่าเดิม ภาษาที่ใช้ในการจำลองแบบคือ ภาษาฟอร์แทรน 77

คันสนีย์ (2542) ได้ศึกษาการนำคลังข้อมูลมาประยุกต์เข้ากับระบบการตัดสินใจเพื่อใช้สำหรับโรงพยาบาล โดยการนำกรณีศึกษาในระบบแถวคอย แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลนครชน เพื่อแสดงให้เห็นผู้บริการทราบว่าในปัจจุบันจำนวนแพทย์ผู้ให้การรักษามีจำนวนพอเหมาะกับจำนวนผู้ป่วยที่มารับบริการหรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์ระบบแถวคอย แบบ M/M/1 และ M/M/C เก็บข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลและให้ผู้ป่วยกรอกแบบสอบถาม นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาระบบคลังข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์แอคแซส เพื่อแสดงรายงานผลวิเคราะห์ระบบแถวคอย ที่สามารถแสดงให้เห็นว่ามีบางช่วงเวลาที่ยังมีแถวคอยอยู่มาก หรือบางช่วงเวลาแพทย์ผู้ให้บริการว่าง ผู้บริหารสามารถนำผลการวิเคราะห์เป็นแนวทางในการตัดสินใจวางแผนลดเวลารอคอยของผู้ป่วยและกำหนดจำนวนแพทย์ในโรงพยาบาลต่อไป

จิราวดี (2545) ได้ศึกษาระบบการให้บริการลิฟต์ อาคารเรียนมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย เพื่อหาระบบการให้บริการลิฟต์ที่มีประสิทธิภาพในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้บริการมาก คือ ช่วงเวลา 08.00-09.00น. และ 12.15-12.45 น. และ 13.40-14.10 น. สร้างแบบจำลองการให้บริการลิฟต์

ขึ้นมา 3 ระบบ ดังนี้ ระบบที่ 1 เป็นแบบจำลองการให้บริการลิฟต์ในปัจจุบัน โดยลิฟต์จะให้บริการระบบชั้นคู่-ชั้นคี่ ระบบที่ 2 และระบบที่ 3 เป็นแบบจำลองการให้บริการลิฟต์ระบบใหม่ โดยลิฟต์ให้บริการระบบแบ่งเขตสูง-เขตต่ำ และระบบแบ่งเขต 4 ระดับตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ในช่วงเวลา 08.00-09.00 น. ระบบที่ 1 เป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด เพราะเป็นเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้ลิฟต์อยู่ในระบบน้อยที่สุด ส่วนในช่วงเวลา 12.15 -12.45 น. และช่วงเวลา 13.40-14.10 น. ระบบที่ 2 เป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดเพราะให้เวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้ลิฟต์อยู่ในระบบน้อยที่สุด

วรรณภัทร (2547) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลศรีนครินทร์ 3 งาน คือ งานเวชระเบียน งานห้องตรวจโรค และงานเภสัชกรรม

งานเวชระเบียน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างระบบใหม่และระบบเดิม ระบบใหม่มี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 ผู้ป่วยเก่าขึ้นบัตรได้ 1 ช่องบริการและผู้ป่วยใหม่ขึ้นบัตรได้อีก 3 ช่อง ระบบที่ 2 คล้ายกับระบบที่ 1 แต่มีเจ้าหน้าที่ทำใบประวัติ 2 คน และเจ้าหน้าที่ลงทะเบียนบัตรออก 1 คน ผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในระบบแล้ว ระบบที่สองผู้ป่วยใช้เวลาอยู่ในระบบน้อยที่สุด จำนวนผู้ป่วยที่รอรับบริการโดยเฉลี่ยในทั้ง 3 ระบบไม่ต่างกันนัก และในระบบที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ว่างงานของเจ้าหน้าที่มากที่สุด

ห้องตรวจโรค ศึกษาการให้บริการผู้ป่วยปัจจุบันขั้นตอนการตรวจโรคเป็นขั้นตอนที่ผู้ป่วยใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากที่สุด รองลงมา คือ ขั้นตอนการส่งบัตร OPD. และรับใบสั่งยา จำนวนผู้ป่วยที่รอรับบริการในคิวโดยเฉลี่ยในทุกขั้นตอนน้อยมาก

งานเภสัชกรรม เป็นการเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่ โดยที่ระบบใหม่ซึ่งประกอบด้วยระบบที่ 1 และ 2 จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานและจำนวนห้องยาที่ให้บริการ

ผลการวิเคราะห์ระบบผู้ป่วยนอกทั้งระบบ หากปรับปรุงระบบโดยงานเวชระเบียนใช้ระบบที่ 2 และงานเภสัชกรรมใช้งานระบบที่ 1

สายสุรางค์ (2547) ได้ศึกษาระบบแถวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือดโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่สามารถให้บริการผู้ป่วยที่ถูกส่งมาที่ศูนย์รับ-ส่ง

พยากรณ์ เพื่อรับการเจาะเลือด ผู้ทำการวิจัยทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 07.00 - 09.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีผู้ป่วยมารับบริการมากที่สุดของวัน งานวิจัยในที่นี่ได้จำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบงาน 6 ระบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่รอคอย ในขั้นตอนการลงทะเบียน/จ่ายหลอดเลือดพบว่าระบบที่ 6 มีประสิทธิภาพดีกว่าระบบอื่น ส่วนในขั้นตอนการเจาะเลือดพบว่าระบบที่ 3 มีประสิทธิภาพดีกว่าระบบอื่น เมื่อพิจารณาเวลารอคอยเฉลี่ย และจำนวนผู้ป่วยที่อยู่ในระบบทั้งหมด พบว่าระบบที่ 6 เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

จันทรา (2548) ได้ศึกษาปัญหาการรอคอยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลกันตัง จังหวัดตรัง ปัญหาที่พบเสมอ คือ ผู้ป่วยใช้เวลาในการรอรับบริการนาน ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาหาวิธีการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจำนวนผู้ให้บริการที่เหมาะสม ผู้ป่วยที่รับบริการต้องผ่านขั้นตอนการลงทะเบียนผู้ป่วย ขั้นตอนการตรวจรักษาและขั้นตอนเภสัชกรรม จากการศึกษาระบบปัจจุบันพบว่า ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการจะใช้เวลารอคอยเฉลี่ยในระบบ 65.87 - 83.20 นาที ซึ่งผู้ป่วยจะใช้เวลารอคอยในขั้นตอนตรวจรักษานานที่สุด และรองลงมา คือ ขั้นตอนการลงทะเบียน งานวิจัยนี้จะทำการจำลองระบบงาน 4 ระบบ โดยการเพิ่มบุคลากรในแต่ละขั้นตอนต่างๆ คือ ระบบที่ 1 เพิ่มเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการลงทะเบียน 1 คน ระบบที่ 2 เพิ่มแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน ระบบที่ 3 เพิ่มแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน และเภสัช 1 คน และระบบที่ 4 เพิ่มเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการลงทะเบียน 1 คน และแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน พบว่าการใช้เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 4 ไม่แตกต่างกัน และระบบที่ 3 ใช้เวลารอคอยเฉลี่ยในระบบน้อยที่สุด แสดงว่าระบบที่ 3 มีประสิทธิภาพมากที่สุด

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ARENA Version 7.01
3. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Version 13.0

### วิธีการ

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลของนักศึกษาที่มาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนและระยะเวลาในการให้บริการของช่องการลงทะเบียนในประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ช่องการลงทะเบียนปกติ ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ และช่องการลงทะเบียนพิเศษ (ซึ่งสำหรับการวิจัยครั้งนี้ จะไม่นำข้อมูลของช่องการลงทะเบียนพิเศษนี้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมด้วย และในระบบใหม่ก็ให้คง 1 ช่องบริการเท่าเดิม) ของวันทำการลงทะเบียนวันที่ 2 มิถุนายน - 15 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ตั้งแต่เวลา 13.00 - 15.00 น. เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีนักศึกษามาลงทะเบียนวิชาเรียนมากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ โดยมีขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

##### 1.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

1.1.1 ทำหนังสือเพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการมาลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษาถึงผู้อำนวยการสำนักบริการทางวิชาการและทดสอบประเมินผล (สวป.)

1.1.2 จัดเตรียมแบบฟอร์มสำหรับเก็บข้อมูล

## 1.2 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 บันทึกจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน เก็บข้อมูลการเข้ามา ต่อหน้าที่ ตั้งแต่เวลา 13.00 – 15.00 น. ของวันลงทะเบียนวันที่ 2 มิถุนายน - 15 มิถุนายน พ.ศ. 2549

1.2.2 บันทึกเวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติทั้ง 51 ช่องบริการ

1.2.3 บันทึกเวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 4 ช่องบริการ

## 2. การหารูปแบบการแจกแจงข้อมูล

นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาหารูปแบบการแจกแจง โดยการคาดคะเนจากกราฟ และทดสอบ ภาวะสารูปสนิทธิ (goodness of fit test) เพื่อทดสอบว่ารูปแบบการแจกแจงนั้นถูกต้องตามที่คาดไว้ หรือไม่ โดยคำนวณหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood method) ดังนี้

### 2.1 วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

ให้  $X_1, X_2, \dots, X_n$  เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นของความ น่าจะเป็น คือ  $f(x, \theta)$  ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (likelihood function) ของตัวอย่างสุ่ม คือ ฟังก์ชัน ความหนาแน่นของความน่าจะเป็นร่วมของ  $X_1, X_2, \dots, X_n$  โดยที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์  $\theta$  และแทนฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นด้วยสัญลักษณ์  $L(\theta)$  หรือ  $L(\theta; X_1, X_2, \dots, X_n)$  ซึ่งขั้นตอนใน การหาตัวประมาณ มีดังนี้

2.1.1 ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น คือ

$$L(\theta) = L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$= f(x_1, \theta)f(x_2, \theta) \dots f(x_n, \theta)$$

2.1.2 หาค่า  $\theta$  จาก  $\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0$

2.1.3 แก่สมการในข้อที่ 2.1.2 หาค่า  $\theta$  จะได้  $\hat{\theta}$  เป็นตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ  $\theta$

3. สร้างแบบจำลองระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนในปัจจุบันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. สร้างแบบจำลองระบบใหม่ของการลงทะเบียนวิชาเรียนขึ้นมา

เพื่อให้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้บริการกับระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนแบบเดิม

4.1 ระบบที่ 1

ระบบที่ 1 มีจำนวนช่องบริการของการลงทะเบียนในแต่ละประเภทเท่าระบบเดิมทั้งหมด แต่มีการกำหนดจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนให้เท่ากันในแต่ละวันลงทะเบียนและเท่ากันในช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ระบบที่ 1 นี้ผู้วิจัยจะใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบกับระบบใหม่ ที่สร้างขึ้น

4.2 ระบบที่ 2

ระบบที่ 2 มีการลดจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติจากเดิม 51 ช่องบริการ เหลือ 48 ช่องบริการ และลดช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากเดิม 4 ช่องบริการ เหลือ 3 ช่องบริการ

## 5. ทำการจำลองแบบที่เป็นอิสระกัน 100 ครั้ง

ในแต่ละครั้งจะได้ตัวแปรที่ใช้วัดประสิทธิภาพการทำงาน คือ เวลารอคอยเฉลี่ยของนักศึกษา และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ นำผลการจำลองแบบมาวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังนี้

### 5.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ

เป็นการเปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งในที่นี้จะแบ่งการกำหนดสมมติฐานหลักของการเปรียบเทียบเป็น 2 กรณีตามประเภทของช่องการลงทะเบียนที่นำมาวิจัย เนื่องจากในแต่ละช่องการลงทะเบียนมีจำนวนนักศึกษามาลงทะเบียนแตกต่างกันมาก และจำนวนช่องการบริการก็แตกต่างกันมาก เช่นกัน

#### 5.1.1 ช่องการลงทะเบียนปกติ

เป็นการเปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพ ว่าในการให้บริการของช่องการลงทะเบียนปกติของระบบใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบที่ 1 มีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์

ก. การเปรียบเทียบเวลารอคอยเฉลี่ยของระบบที่ 1 กับระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ

$$H_0 : \mu_i \leq c_0$$

$$H_1 : \mu_i > c_0$$

โดยที่  $\mu_i$  คือ เวลารอคอยเฉลี่ยของช่องการลงทะเบียนปกติของระบบใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

$c_0$  คือ เวลาห้านาทีที่กำหนดขึ้น

ตัวทดสอบสถิติ คือ

$$Z = \frac{(\bar{X} - c_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยจากระบบใหม่ เท่ากับ  $\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

S เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบใหม่ เท่ากับ  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$

n เป็นจำนวนข้อมูลของระบบใหม่

ข. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของระบบที่ 1  
กับระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ

$$H_0 : \mu_j \leq d_0$$

$$H_1 : \mu_j > d_0$$

โดยที่  $\mu_j$  คือ เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของช่องการ  
ลงทะเบียนปกติของระบบใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจาก  
เดิม

$d_0$  คือ เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการซึ่งเท่ากับสิบ  
เปอร์เซ็นต์ที่กำหนดขึ้น

ตัวทดสอบสถิติ คือ

$$Z = \frac{(\bar{X} - d_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยจากระบบใหม่ เท่ากับ  $\frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n}$

S เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบใหม่ เท่ากับ  $\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}}$

n เป็นจำนวนข้อมูลของระบบใหม่

### 5.1.2 ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการเปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพ ว่าในการให้บริการของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ของระบบใหม่ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบที่ 1 มีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งหนึ่งของระบบที่ 1 หรือไม่

ก. การเปรียบเทียบเวลารอคอยเฉลี่ยของระบบที่ 1 กับระบบใหม่ สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

$$H_0 : \mu_k \leq e_0$$

$$H_1 : \mu_k > e_0$$

โดยที่  $\mu_k$  คือ เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

$e_0$  คือ เวลาห้านาทีที่กำหนดขึ้น

ตัวทดสอบสถิติ คือ

$$Z = \frac{(\bar{X} - e_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยจากระบบใหม่ เท่ากับ  $\frac{\sum_{k=1}^n X_k}{n}$

S เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบใหม่ เท่ากับ  $\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2}{n-1}}$

n เป็นจำนวนข้อมูลของระบบใหม่

ข. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของระบบที่ 1 กับระบบใหม่ สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิช่าอิเล็กทรอนิกส์

$$H_0 : \mu_1 \leq f_0$$

$$H_1 : \mu_1 > f_0$$

โดยที่  $\mu_1$  คือ เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของระบบใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

$f_0$  คือ ค่าครึ่งหนึ่งของเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากที่สุดของระบบที่ 1

ตัวทดสอบสถิติ คือ

$$Z = \frac{(\bar{X} - f_0)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยจากระบบใหม่ เท่ากับ  $\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

S เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบใหม่ เท่ากับ  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$

n เป็นจำนวนข้อมูลของระบบใหม่

## 6. การสรุปผลการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ทำได้โดยพิจารณาจาก P-value

### 6.1 การเปรียบเทียบเวลารอคอยเฉลี่ยของระบบที่ 1 กับระบบใหม่

#### 6.1.1 ช่องการลงทะเบียนปกติ

ถ้า P-value <  $\alpha$  แสดงว่า เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติมากกว่าห้านาที

แต่ถ้า P-value  $\geq \alpha$  แสดงว่า เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติไม่เกินห้านาที

#### 6.1.2 ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

ถ้า P-value <  $\alpha$  แสดงว่า เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มากกว่าห้านาที

แต่ถ้า  $P - \text{value} \geq \alpha$  แสดงว่า เวลารอคอยเฉลี่ยของระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่เกินห้านาที

## 6.2 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการระบบที่ 1 กับระบบใหม่

### 6.2.1 ช่องการลงทะเบียนปกติ

ถ้า  $P - \text{value} < \alpha$  แสดงว่า เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติมากกว่าสิบเปอร์เซ็นต์

แต่ถ้า  $P - \text{value} \geq \alpha$  แสดงว่า เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์

### 6.2.2 ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

ถ้า  $P - \text{value} < \alpha$  แสดงว่า เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการระบบสำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มากกว่าครึ่งหนึ่งของระบบที่ 1

แต่ถ้า  $P - \text{value} \geq \alpha$  แสดงว่า เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการระบบใหม่สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่เกินครึ่งหนึ่งของระบบที่ 1

## สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล

อาคารเวียงคำ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ถนน รามคำแหง เขต บางกะปิ  
กรุงเทพมหานคร

## สถานที่ใช้ในการวิจัย

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ผลและการวิจารณ์

การหาอัตราการเข้ารับบริการและอัตราการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษา  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 1

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียน  
วิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	3
1	13
2	24
3	24
4	28
5	19
6	5
7	2
8	1
9	1
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข1) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution)  
ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 3.34$  คนต่อนาที

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อนาที มีการแจกแจงแบบปัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อนาที ไม่มีการแจกแจงแบบ  
ปัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 7.55 และ P-value เท่ากับ 0.114 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อ นาที ในวันลงทะเบียนวันที่ 1 มีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 3.34 คนต่อนาที

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

ตารางที่ 2 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
187 – 193	1
194 – 200	2
201 – 207	2
208 – 214	3
215 – 221	12
222 - 228	17

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
229 - 235	28
236 - 242	41
243 - 249	45
250 - 256	47
257 - 263	44
264 - 270	32
271 - 277	26
276 - 284	11
285 - 291	14
292 - 298	2
299 - 305	4
306 - 312	2
รวม	333

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข2) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 252$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 21.1$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 8.99 และ P-value เท่ากับ 0.534 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 252 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

**ตารางที่ 3** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
232-243	3
244-255	4
256-267	9
268-279	7
280-291	4
292-303	9
รวม	36

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข3) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 271$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 20.2$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 2.27 และ P-value เท่ากับ 0.147 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 271 วินาที

## การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 2

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

ตารางที่ 4 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	9
1	36
2	30
3	22
4	17
5	5
6	0
7	0
8	1
9	0
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข4) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัซซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 2.19$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 4.61 และ P-value เท่ากับ 0.215 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ขอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 2.19 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

ตารางที่ 5 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
168 - 179	1
180 - 191	5
192 - 203	3
204 - 215	11
216 - 227	24
228 - 239	28
240 - 251	24

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
252 - 263	26
264 - 275	28
276 - 287	17
288 - 299	27
300 - 311	11
312 - 323	6
324 - 335	5
รวม	216

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข5) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 258$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 32.9$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิท (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.38 และค่า P-value เท่ากับ 0.397 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 258 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

**ตารางที่ 6** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
229-258	6
259-288	13
289-318	9
319-348	6
349-378	1
รวม	35

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ 6) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 287$  วินาที และ  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 33.3$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 1.44 และ P-value เท่ากับ 0.238 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 287 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 3

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

ตารางที่ 7 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข7) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 3.25$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.85 และค่า P-value เท่ากับ 0.159 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 3.25 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

ตารางที่ 8 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
187-195	1
196-205	0
206-215	1
216-225	4
226-235	10
236-245	22
246-255	30
256-265	29
266-275	41
276-285	42
286-295	37
296-305	40

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
306-315	37
316-325	21
326-335	11
336-345	9
346-355	5
รวม	340

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข8) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 283$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 29.1$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจง แบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.62 และ P-value เท่ากับ 0.676 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 283 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

ตารางที่ 9 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
224-236	2
237-249	5
250-262	12
263-275	8
276-288	6
289-301	5
รวม	38

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ๙) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 264$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 18.7$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา)  
วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา)  
วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 1.5 และ P-value เท่ากับ 0.231 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 264 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 4

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

ตารางที่ 10 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข10) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 2.07$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสันนิทติ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 3.28 และ P-value เท่ากับ 0.369 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 2.07 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

**ตารางที่ 11** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
198-209	2
210-221	2
222-233	8
234-245	16
246-257	20
258-269	26
270-281	33
282-293	30
294-305	29
306-317	12
318-329	6
330-341	8

## ตารางที่ 11 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
342-353	1
รวม	193

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข11) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 275$ วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 29.8$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 5.22 และ P-value เท่ากับ 0.519 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 275 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

ตารางที่ 12 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
200-226	1
227-253	4
254-280	9
281-307	16
308-334	8
335-361	2
รวม	40

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข12) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 287$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 30.4$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.569 และ P-value เท่ากับ 0.467 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 287 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 5

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

ตารางที่ 13 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข13) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 1.1$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสัณทิตี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.823 และ P-value เท่ากับ 0.674 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 1.1 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

ตารางที่ 14 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
217-229	3
230-242	8
243-255	13
256-268	11
269-281	17
282-294	12
295-307	9
308-320	2
รวม	75

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข14) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 269$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 25.1$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสัณทิตี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 3.57 และ P-value เท่ากับ 0.184 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 269 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

ตารางที่ 15 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
118-210	2
211-233	9

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
234-256	9
257-279	11
280-302	7
303-325	2
รวม	40

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข15) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 254$  วินาที และ ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 31$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเลคตรอน มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเลคตรอน ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.697 และ P-value เท่ากับ 0.43 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 254 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 6

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

ตารางที่ 16 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข16) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 2.87$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 2.95 และค่า P-value เท่ากับ 0.417 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการเท่ากับ 2.87 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

**ตารางที่ 17** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
191-200	1
201-210	0
211-220	4
221-230	4
231-240	8
241-250	23
251-260	20
261-270	42
271-280	34
281-290	40
291-300	35
301-310	40
311-320	21

ตารางที่ 17 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
321-330	9
331-340	8
341-350	1
351-360	6
รวม	216

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข17) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 281$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 30.7$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.99 และ P-value เท่ากับ 0.726 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการ

ลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 281 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

ตารางที่ 18 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
323-255	3
256-279	12
280-303	8
304-327	6
328-351	3
รวม	32

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข18) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบแกมมา (gamma distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

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

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\alpha$  คือ  $\hat{\alpha} = 2.39$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\beta$  คือ  $\hat{\beta} = 23.6$  วินาที

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบแกมมา

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบแกมมา

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 2.09 และ P-value เท่ากับ 0.167 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6 มีการแจกแจงแบบแกมมา โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 289 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 7

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

ตารางที่ 19 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข19) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 4.22$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 3.56 และ P-value เท่ากับ 0.475 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 4.22 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

**ตารางที่ 20** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
180-188	2
189-197	3
198-206	5
207-215	8
216-224	16
225-233	12
234-242	22
243-251	27
252-260	41
261-269	44
270-278	58
279-287	49
288-296	52

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
297-305	35
306-314	31
315-323	18
324-332	13
333-341	9
342-350	5
351-359	3
360-368	2
รวม	455

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข20) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 276$ วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 32.8$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 10.3 และ P-value เท่ากับ 0.667 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 276 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

**ตารางที่ 21** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
240-252	1
253-265	6
266-278	7
279-291	11
292-304	10
305-317	3
รวม	38

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข21) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 282$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 17.2$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 2.16 และ P-value เท่ากับ 0.159 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 282 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 8

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

ตารางที่ 22 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข22) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 4.76$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.16 และ P-value เท่ากับ 0.301 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 4.76 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

**ตารางที่ 23** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
188-194	5
195-201	2
202-208	2
209-215	17
216-222	17
223-229	23
230-236	42
237-243	45
244-250	50
251-257	72
258-264	59
265-271	67
272-278	42

ตารางที่ 23 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
279-285	25
286-292	19
293-299	14
300-306	6
307-313	1
314-320	1
321-327	1
รวม	510

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข23) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 255$ วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 22.5$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิท (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 11.1 และ P-value เท่ากับ 0.604 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 255 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

**ตารางที่ 24** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
199-221	2
222-244	6
245-267	12
268-290	14
291-313	6
314-336	3
รวม	43

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข24) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 269$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 27.7$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.314 และ P-value เท่ากับ 0.6 ดังนั้นจึงสรุป  
ได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียน  
ด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลา  
การให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 269 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 9

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

ตารางที่ 25 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข25) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 16.7$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6 และ P-value เท่ากับ 0.542 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 16.7 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

ตารางที่ 26 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
164-167	1
168-172	0
173-177	2
178-182	0
183-187	1
188-192	4
193-197	6
198-202	13
203-207	18
208-212	32
213-217	32
218-222	42
223-227	75

ตารางที่ 26 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
228-232	73
233-237	102
238-242	111
243-247	124
248-252	114
253-257	117
258-262	127
263-267	133
268-272	97
273-277	72
278-282	76
283-287	61
288-292	52
293-297	37
298-302	20
303-307	18
308-312	8
313-317	5
318-322	2
323-327	2
328-232	1
333-337	1
รวม	1580

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข26) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 254$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 24.3$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสัณทิตี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 21.4 และ P-value เท่ากับ 0.611 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 254 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

ตารางที่ 27 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
209-233	1
234-258	7

## ตารางที่ 27 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
259-283	14
284-308	14
309-333	6
334-358	3
รวม	45

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข27) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 285$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 29$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสัณนิตี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 1.56 และ P-value เท่ากับ 0.224 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 285 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 10

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

ตารางที่ 28 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข28) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 21$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสันนิทติ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 10.5 และ P-value เท่ากับ 0.105 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 21 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

**ตารางที่ 29** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
173-176	1
177-180	0
181-184	1
185-188	0
189-192	1
193-196	4
197-200	4
201-204	4
205-208	10
209-212	6
213-216	16
217-220	15
221-224	35

## ตารางที่ 29 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
225-228	40
229-232	60
233-236	77
237-240	85
241-244	78
245-248	108
249-252	143
253-256	130
257-260	145
261-264	126
265-268	133
269-272	109
273-276	93
277-280	73
281-284	54
285-288	39
289-292	28
293-296	25
297-300	17
301-304	5
305-308	5
309-312	4
313-316	3
317-320	2
รวม	1680

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข29) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 256$ วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 20$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิท (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 25 และ P-value เท่ากับ 0.521 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันทะเบียนวันที่ 10 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 256 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

ตารางที่ 30 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ วันลงทะเบียนวันที่ 10

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
226-244	2
245-263	9
264-282	12
283-301	14
302-320	7
321-339	3
รวม	47

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข30) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 282$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 23.6$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.362 และ P-value เท่ากับ 0.566 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 282 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 11

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

ตารางที่ 31 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	1
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข31) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 20.8$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 5.55 และ P-value เท่ากับ 0.48 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 20.8 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

**ตารางที่ 32** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
167-171	1
172-176	1
177-181	2
182-186	1
187-191	2
192-196	3
197-201	3
202-206	12
207-211	20
212-216	28
217-221	40
222-226	69
227-231	78

ตารางที่ 32 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
232-236	85
237-241	129
242-246	103
247-251	135
252-256	124
257-261	159
262-266	136
267-271	131
272-276	116
277-281	80
282-286	69
287-291	67
292-296	52
297-301	36
302-306	23
307-311	14
312-316	8
317-321	4
322-326	4
327-331	2
332-336	1
337-341	0
342-346	0
347-351	0
352-356	1
รวม	1740

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข32) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 257$ วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 24.5$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 27.4 และ P-value เท่ากับ 0.348 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันทะเบียนวันที่ 11 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 257 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

ตารางที่ 33 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
207-229	3
230-252	9
253-275	14
276-298	12
299-321	8
322-344	1
รวม	47

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข33) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 272$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 28$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 0.255 และ P-value เท่ากับ 0.663 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วีซ่า อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 11 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 272 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 12

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

ตารางที่ 34 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข34) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 21.9$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$ : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 6.44 และค่า P-value เท่ากับ 0.391 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการเท่ากับ 21.9 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

ตารางที่ 35 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
170-173	1
174-177	1
178-181	3
182-185	0
186-189	2
190-193	7
194-197	15
198-201	11
202-205	12
206-209	22
210-213	40
214-217	43

## ตารางที่ 35 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
218-221	45
222-225	51
226-229	76
230-233	87
234-237	92
238-241	103
242-245	124
246-249	128
250-253	126
254-257	151
258-261	116
262-265	108
266-269	92
270-273	78
274-277	61
278-281	58
282-285	39
286-289	26
290-293	28
294-297	14
298-301	7
302-305	11
306-309	2
310-313	6
314-317	2
318-321	2
รวม	1790

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข35) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 251$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 23.6$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 22.7 และ P-value เท่ากับ 0.649 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ขอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันทะเบียนวันที่ 12 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 251 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

ตารางที่ 36 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
224-242	4
243-261	11
262-280	18
281-299	14
300-318	8
319-337	5
338-356	3
รวม	63

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข36) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 282$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 29.2$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 3.54 และ P-value เท่ากับ 0.187 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 282 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 13

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

ตารางที่ 37 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข37) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 28.4$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 5.49 และ P-value เท่ากับ 0.485 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 28.4 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

**ตารางที่ 38** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
182-185	2
186-189	3
190-193	4
194-197	8
198-201	6
202-205	8
206-209	11
210-213	18
214-217	36
218-221	43
222-225	61
226-229	62

ตารางที่ 38 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
230-233	92
234-237	114
328-241	115
242-245	125
246-249	147
250-253	121
254-257	118
258-261	142
262-265	121
266-269	127
270-273	69
274-277	72
278-281	65
282-285	42
286-289	34
290-293	26
294-297	16
298-301	8
302-305	11
306-309	9
310-313	5
314-317	1
318-321	1
322-325	2
รวม	1845

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข38) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 251$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 21.4$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิท (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 22.2 และ P-value เท่ากับ 0.624 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ขอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันทะเบียนวันที่ 13 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 251 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

ตารางที่ 39 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
227-242	2
243-258	7
259-274	11
275-290	24
291-306	12
307-322	9
323-338	1
339-354	1
รวม	67

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข39) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 285$  วินาที และ  $\sigma^2$  คือ ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\hat{\sigma}^2 = 21.8$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 4.34 และ P-value เท่ากับ 0.122 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 285 วินาที

### การลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 14

1. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

ตารางที่ 40 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนต่อหน้าที่	ความถี่
0	1
1	12
2	32
3	27
4	20
5	19
6	5
7	4
รวม	120

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข40) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\lambda$  คือ  $\hat{\lambda} = 35.6$  คนต่อหน้าที่

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ มีการแจกแจงแบบพัวซอง

$H_1$  : จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ไม่มีการแจกแจงแบบพัวซอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 8.17 และ P-value เท่ากับ 0.33 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14 มีการแจกแจงแบบพัวซอง โดยมีอัตราการเข้ามารับบริการ เท่ากับ 35.6 คนต่อหน้าที่

2. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

**ตารางที่ 41** เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
141-146	2
147-152	0
153-158	2
159-164	1
165-170	0
171-176	6
177-182	10
183-188	10
189-194	27
195-200	23
201-206	37
207-212	43
213-218	59

## ตารางที่ 41 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
219-224	82
225-230	89
231-236	106
237-242	114
243-248	128
249-254	143
255-260	137
261-266	135
267-272	137
273-278	125
279-284	106
285-290	87
291-296	79
297-302	43
303-308	43
309-314	28
315-320	14
321-326	12
327-332	19
333-338	7
339-344	5
345-350	1
351-356	2
357-362	1
363-368	0
369-374	0
375-380	1

## ตารางที่ 41 (ต่อ)

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
รวม	1864

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข41) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 257$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 32.1$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิท (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 34.8 และ P-value เท่ากับ 0.156 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันทะเบียนวันที่ 14 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลาการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 257 วินาที

3. การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

ตารางที่ 42 เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วย (นักศึกษา) วิชาอิเลคตรอน ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

เวลาการให้บริการ (วินาที)	ความถี่ (คน)
216-231	3
232-247	4
248-263	10
264-279	1
280-295	13
296-311	8
312-327	10
328-343	4
รวม	65

จากกราฟ (ภาพผนวกที่ ข42) พบว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\alpha < x < \alpha, -\alpha < \mu < \alpha \text{ และ } \sigma^2 > 0$$

โดยวิธี maximum likelihood ได้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\mu$  คือ  $\hat{\mu} = 283$  วินาที และตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์  $\sigma^2$  คือ  $\hat{\sigma}^2 = 30$  (วินาที)<sup>2</sup>

การทดสอบภาวะสารูปสนิทธิ (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$  : เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่า  $\chi^2$  เท่ากับ 2.43 และ P-value เท่ากับ 0.49 ดังนั้นจึงสรุป  
ได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) แสดงว่าเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียน  
ด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14 มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีเวลา  
การให้บริการเฉลี่ย เท่ากับ 283 วินาที

### ข้อสมมติในการจำลอง

1. การจำลองแบบระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง จะศึกษากรณีที่นักศึกษามาทำการลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัยเท่านั้น
2. เมื่อระบบเริ่มต้นที่วินาทีที่ศูนย์ จะไม่มีนักศึกษาอยู่ในระบบและนักศึกษาที่เข้ามาคนแรกจะได้รับบริการทันที
3. ระเบียบการให้บริการแถวคอยเหมือนกันในทุกหน่วยให้บริการ คือ ผู้เข้ามาก่อนจะได้รับบริการก่อน (First Come First Served , FCFS)
4. การปฏิบัติงานในแต่ละหน่วยให้บริการ ถือว่าไม่มีข้อผิดพลาดและไม่มีการย้อนกลับไปทำงานใหม่

### ผลการจำลองแบบระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหงระบบเดิม

จากการจำลองระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบเดิมอย่างอิสระกัน 100 ครั้ง จะได้ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพ คือ เวลารอคอยเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ ของช่องการลงทะเบียนปกติ และช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

#### ระบบงานเดิม

ระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนแบบเดิม มีช่องบริการลงทะเบียนทั้งหมดจำนวน 56 ช่องบริการ โดยแบ่งออกเป็น ช่องการลงทะเบียนปกติจำนวน 51 ช่องบริการ ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 ช่องบริการ และช่องการลงทะเบียนพิเศษจำนวน 1 ช่องบริการ (ซึ่งผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลของช่องการลงทะเบียนพิเศษนี้มาทำการวิเคราะห์ในระบบ และระบบใหม่ที่สร้างขึ้นก็ยังคงให้มี 1 ช่องบริการเท่ากับระบบงานในปัจจุบัน) ดังนั้นจึงมีจำนวนช่องการลงทะเบียนที่นำมาศึกษาทั้งหมด 55 ช่องบริการ ซึ่งในแต่ละช่องบริการจะมีเจ้าหน้าที่ประจำช่องบริการละ 2 คน ได้แก่ เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลโดยทั่วไปของนักศึกษา ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลนักศึกษาและสแกนรหัสวิชาเรียนลงคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 คน และเจ้าหน้าที่รับชำระเงิน ทำหน้าที่รับชำระเงินค่าลงทะเบียนและพิมพ์ใบเสร็จรับเงิน จำนวน 1 คน ระบบงานเดิมนี้อาศัยกับการลงทะเบียนวิชาเรียนทั้ง 14 วัน ซึ่งในแต่ละวันจะมีผลการทดสอบดังนี้

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 1

## ตารางที่ 43 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	28.5	14.72 – 42.28
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	51.08	32.95 – 69.24
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	81.52	63.71 – 99.33
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	67.61	51.55 – 83.76
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	206.83	156.80 – 256.86

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 14.72 – 42.28 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 32.95 – 69.24 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 63.71 – 99.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 51.55 – 83.76 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 156.80 – 256.86 วินาที

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 2

ตารางที่ 44 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	16.17	4.77 – 27.57
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	59.41	46.66 – 72.16
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	83.75	69.63 – 98.47
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	67.72	53.56 – 81.88
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	196.05	160.63 – 231.46

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 4.77 – 27.57 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 46.66 – 72.16 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 69.63 – 98.47  
เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 53.56 –  
81.88 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 160.63 –  
231.46 วินาที

### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 3

ตารางที่ 45 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	26.87	7.81 – 45.90
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	55.87	39.21 – 72.47
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	80.16	63.47 – 96.85
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	65.53	46.13 – 84.93
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	245.12	206.29 – 283.95

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 7.81 – 45.90 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 39.21 – 72.47 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 63.47 – 96.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 46.13 – 84.93 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 206.29 – 283.95 วินาที

#### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 4

ตารางที่ 46 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	10.82	0.91 – 20.71
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	74.43	58.94 – 89.93
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	88.63	71.37 – 105.89
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	64.32	46.40 – 82.24

## ตารางที่ 46 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)	188.76	140.67 – 236.87

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 0.91 – 20.71 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 58.94 – 89.93 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 71.37 – 105.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 46.40 – 82.24 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 140.67 – 236.87 วินาที

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 5

## ตารางที่ 47 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	6.47	0.61 – 12.33
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	71.09	51.24 – 90.94

## ตารางที่ 47 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	93.75	80.36 – 107.41
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	64.51	50.54 – 78.48
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	156.03	106.62 – 205.44

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 0.61 – 12.33 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 51.24 – 90.94 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 80.36 – 107.41 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 50.54 – 78.48 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 106.62 – 205.44 วินาที

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 6

ตารางที่ 48 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	19.48	3.08 – 35.89
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	35.23	17.51 – 52.96
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	84.40	72.40 – 96.42
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	67.07	53.97 – 80.17
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	205.69	166.97 - 244.41

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 3.08 – 35.89 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 17.51 – 52.96 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 72.40 – 96.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 53.97 – 80.17 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 166.97 - 244.41 วินาที

### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 7

ตารางที่ 49 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	57.36	29.46 – 85.26
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	52.93	23.05 – 82.81
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	67.81	44.15 – 91.47
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	65.05	36.33 – 93.77
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	270.54	215.83 – 325.25

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 29.46 – 85.26 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 23.05 – 82.81 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 44.15 – 91.47  
เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 36.33 –  
93.77 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 215.83 –  
325.25 วินาที

### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 8

ตารางที่ 50 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	68.08	55.68 – 80.48
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	72.98	62.18 – 83.78
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	53.15	38.72 – 67.58
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	62.01	48.47 – 75.56
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	289.74	268.26 – 311.22

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 55.68 – 80.48 วินาที ส่วนช่องการ

ลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 62.18 – 83.78 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 38.72 – 67.58  
เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 48.47 – 75.56 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียน โดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 268.26 – 311.22 วินาที

### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 9

ตารางที่ 51 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	799.81	762.31 – 837.32
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	73.62	55.32 – 91.92
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	4.81	1.40 – 8.22
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	59.89	42.07 – 77.71
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	981.02	945.48 – 1018.30

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 762.31 – 837.32 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 55.32 – 91.92 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 1.40–8.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 42.07 – 77.71 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 945.48 – 1018.30 วินาที

#### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 10

ตารางที่ 52 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	803.17	767.43 – 838.91
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	86.72	57.99 – 115.45
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	3.67	2.11 – 5.23
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	59.27	28.01 – 90.52

## ตารางที่ 52 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)	1053.94	1001.73 – 1106.15

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 767.43 – 838.91 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 57.99 – 115.45 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 2.11 – 5.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 28.01 – 90.52 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 1001.73 – 1106.15 วินาที

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 11

## ตารางที่ 53 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	963.21	897.61 – 1028.81
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	84.56	55.67 – 113.47

## ตารางที่ 53 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	3.55	1.82 – 5.29
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	58.82	55.48 – 62.16
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	1106.72	1056.94 – 1156.50

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 897.61 – 1028.81 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 55.67 – 113.47 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 1.82 – 5.29 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 55.48 – 62.16 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 1056.94 – 1156.50 วินาที

## วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 12

ตารางที่ 54 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	962.73	926.86 – 998.60
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	104.18	62.51 – 145.86
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	2.83	0.07 – 5.59
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	42.57	1.97 – 83.17
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	1180.83	1139.73 – 1221.93

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 926.86 – 998.60 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 62.51 – 145.86 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 0.07 – 5.59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 1.97 – 83.17 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 1139.73 – 1221.93 วินาที

### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 13

ตารางที่ 55 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	1062.51	1029.71 – 1095.31
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	118.58	91.88 – 145.28
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	1.48	1.01- 1.96
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	39.05	8.95 – 69.15
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	1252.42	1213.81 – 1291.76

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 1029.71 – 1095.31 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 91.88 – 145.28 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 1.01 - 1.96  
เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 8.95 –  
69.15 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 1213.81 –  
1291.76 วินาที

#### วันลงทะเบียนวิชาเรียนวันที่ 14

ตารางที่ 56 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	1194.52	0.93 -20.71
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	124.18	58.93 – 89.93
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	1.17	71.37 – 105.89
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	38.38	46.40 -82.24
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	1405.52	1364.32 – 1446.72

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบงานเดิม พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 0.93 -20.71 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 58.93 – 89.93 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 71.37 – 105.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 46.40 - 82.24 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนโดยเฉลี่ย ใช้เวลาประมาณ 1364.32 – 1446.72 วินาที

## ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

การจำลองระบบการลงทะเบียนระบบใหม่ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

### ระบบการลงทะเบียน

เนื่องจากการลงทะเบียนระบบปัจจุบัน ปัญหาที่พบ คือ นักศึกษาจะมาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนในช่วงวันท้ายๆ มีจำนวนมากกว่าช่วงวันต้นๆ ของการลงทะเบียนมาก และแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จึงเป็นสาเหตุมีเวลารอคอยเฉลี่ยของการลงทะเบียนและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการที่แตกต่างกันอย่างมากในช่วงดังกล่าว ดังนั้นในการสร้างระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบใหม่นี้ จึงมีการกำหนดจำนวนนักศึกษาที่มาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนในแต่ละวัน และในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยมีจำนวนเท่าๆ กัน

### ระบบที่ 1

ระบบที่ 1 นี้ จะเป็นการนำระบบการลงทะเบียนเดิม ซึ่งมีช่องการลงทะเบียนปกติ 51 ช่องบริการ ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 4 ช่องบริการ มาทำการสร้างระบบจำลอง แต่มีการกำหนดให้จำนวนนักศึกษาที่มาลงทะเบียนวิชาเรียนมีจำนวนเท่ากันในแต่ละวันและในช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ในการสร้างระบบใหม่ ผู้ทำการวิจัยจะนำระบบที่ 1 นี้เป็นฐานในการเปรียบเทียบเวลารอคอยเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ ระบบงานที่ 1 จะมีค่าเวลารอคอยเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การว่างงาน ดังนี้

ตารางที่ 57 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 1

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	198.72	162.56 – 234.89

## ตารางที่ 57 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ ค่าเฉลี่ย
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	78.08	42.53 – 113.18
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วย ให้บริการ</b>		
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	25.39	16.67 – 34.11
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	58.76	46.18 – 71.34
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	391.78	359.57 – 423.99

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 1 โดยกำหนดให้จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนในแต่ละวันมีจำนวนเท่ากัน พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ช่องบริการลงทะเบียนปกติ ใช้เวลาประมาณ 162.56 – 234.89 วินาที ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาประมาณ 42.53 – 113.18 วินาที

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการสำหรับช่องบริการลงทะเบียนปกติ มีค่าประมาณ 16.67 – 34.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าประมาณ 46.18 – 71.34 เปอร์เซ็นต์

เวลาที่นักศึกษาอยู่ในระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนระบบที่ 1 โดยกำหนดให้จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนให้เท่ากันในแต่ละวันและในช่วงเวลาที่ทำการวิจัย โดยเฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 359.57 – 423.99 วินาที

## ระบบที่ 2

ระบบที่ 2 มีการลดจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติจากเดิม 51 ช่องบริการ เหลือ 48 ช่องบริการ และลดช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากเดิม 4 ช่องบริการ เหลือ 3 ช่องบริการ

### การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ

#### 1. ช่องการลงทะเบียนปกติ

1.1 เวลารอคอยเฉลี่ยสำหรับช่องการลงทะเบียนปกติของระบบใหม่ไม่เกินห้านาที หรือ 300 วินาที หรือไม่

1.2 เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการสำหรับช่องการลงทะเบียนปกติของระบบใหม่ไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์ หรือไม่

#### 2. ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

2.1 เวลารอคอยเฉลี่ยสำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ของระบบใหม่ไม่เกิน 5 นาที (300 วินาที) หรือไม่

2.2 เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการสำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ของระบบใหม่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของระบบที่ 1 หรือ 29.38 เปอร์เซ็นต์ หรือไม่

ตารางที่ 58 สรุปผลการวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนระบบที่ 1

การวิเคราะห์ระบบ	ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ระบบที่ 1
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	162.56 – 234.89
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	42.53 – 113.18
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	16.67 – 34.11
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	46.18 – 71.34
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	359.57 – 423.99

ตารางที่ 59 สรุปผลการวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนระบบที่ 2

การวิเคราะห์ระบบ	ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ระบบที่ 2
<b>เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)</b>	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	262.53 – 334.67
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	154.31 – 216.81
<b>เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ</b>	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	0.09 – 7.01
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	16.28 – 41.24
<b>เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (วินาที)</b>	444.89 – 509.31

ตารางที่ 60 สรุปผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการลงทะเบียนของช่องการลงทะเบียนปกติ

การวิเคราะห์	ผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบ
	ระบบที่ 2
เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	ระบบที่ 2 $\leq 300$ (P > 0.05)
เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ	
- ช่องการลงทะเบียนปกติ	ระบบที่ 2 $\leq 10.00$ (P > 0.05)

ตารางที่ 61 สรุปผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์	ผลการเปรียบเทียบการจำลองแบบ
	ระบบที่ 2
เวลารอคอยเฉลี่ย (วินาที)	
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	ระบบที่ 2 $\leq 300$ ( $P > 0.05$ )
เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ	
- ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์	ระบบที่ 2 $\leq 29.38$ ( $P > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์เวลารอคอยเฉลี่ยของช่องการลงทะเบียนปกติ ระบบที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 262.53 – 334.67 วินาที จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า เสียเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที ( $P > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการสำหรับช่องการลงทะเบียนปกติของระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 0.09 – 7.01 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์ ( $P > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์เวลารอคอยเฉลี่ยของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชา อิเลคตรอน ระบบที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 154.31 – 216.81 วินาที จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า เสียเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที ( $P > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเลคตรอนของระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 16.28 – 41.24 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งของระบบที่ 1 ( $P > 0.05$ )

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของช่องการลงทะเบียนปกติในระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 0.09 – 7.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระบบที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 16.67 – 34.11 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการลดลง 79.45 – 99.46 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเลคตรอน ในระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 16.28 – 41.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระบบที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการประมาณ 46.18 – 71.34 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการลดลง 42.19 – 64.75 เปอร์เซ็นต์

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. การศึกษาระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง กรณีที่นักศึกษามาทำการลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนและเวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนทั้งสามประเภท ได้แก่ ช่องการลงทะเบียนปกติ ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ และช่องการลงทะเบียนพิเศษ (ในการวิจัยครั้งนี้จะไม่นำข้อมูลของช่องการลงทะเบียนนี้มาวิเคราะห์และจำลองแบบ แต่ในระบบใหม่ก็ยังคงให้มี 1 ช่องบริการเหมือนระบบการลงทะเบียนในปัจจุบัน) ซึ่งจะมีช่องการลงทะเบียนที่นำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด 55 ช่องบริการ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจำลองแบบการให้บริการลงทะเบียน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการลงทะเบียนเดิมกับระบบการลงทะเบียนใหม่ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนช่องให้บริการของช่องการลงทะเบียนประเภทต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาเวลารอคอยและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการ

2. ระบบใหม่ที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 2 ระบบ ซึ่งประกอบด้วยระบบที่ 1 และระบบที่ 2

#### 2.1 ระบบที่ 1

ระบบใหม่ที่ 1 ที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติและช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ เท่ากันกับระบบปัจจุบัน แต่จะมีการกำหนดจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนในแต่ละวันและในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยให้มีจำนวนเท่ากัน ผู้วิจัยจะใช้ระบบที่ 1 นี้ เป็นฐานในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับระบบใหม่ที่สร้างขึ้น โดยพิจารณาเวลารอคอยเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการของระบบการลงทะเบียนใหม่เป็นไปตามข้อกำหนดของสมมติฐานในการทดสอบแต่ละกรณีหรือไม่

## 2.2 ระบบที่ 2

ระบบที่ 2 ที่สร้างขึ้น จะเป็นระบบที่มีการลดจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติจากเดิม 51 ช่องบริการ เหลือ 48 ช่องบริการ และลดช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากเดิม 4 ช่องบริการ เหลือ 3 ช่องบริการ

3. ผลการวิเคราะห์ระบบที่ 2 พบว่าสำหรับช่องการลงทะเบียนปกติเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที (300 วินาที) และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์ ส่วนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที (300 วินาที) และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งของระบบที่ 1 ซึ่งผลการทดสอบเป็นไปตามสมมติฐานทุกประการ

### ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ในการแก้ปัญหาการรอคอยที่เกิดขึ้นจากการลงทะเบียนแบบเดิม ผู้วิจัยขอเสนอระบบที่ 2 ซึ่งเป็นระบบที่ลดจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติจากเดิม 51 ช่องบริการ เหลือ 48 ช่องบริการ และลดช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากเดิม 4 ช่องบริการ เหลือ 3 ช่องบริการ เพราะวาระบบที่ 2 นี้ จะทำให้นักศึกษาใช้เวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์ สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ และนักศึกษาใช้เวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งหนึ่งของระบบที่ 1 สำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

2. ควรมีการกำหนดให้นักศึกษามาทำการลงทะเบียนวิชาเรียนตามวันและเวลา ซึ่งกำหนดจากรหัสนักศึกษา แทนการกำหนดเพียงแต่วันที่จะมาลงทะเบียนวิชาเรียนเท่านั้น

3. ควรมีการกำหนดค่าปรับในการมาลงทะเบียนล่าช้ากว่าวันที่ต้องมาลงทะเบียนในอัตราต่อวันแทนที่จะกำหนดค่าปรับเป็นต่อครึ่ง เพื่อให้นักศึกษาจะได้มาลงทะเบียนวิชาเรียนตามวันและเวลาที่กำหนดตามรหัสศึกษามากขึ้นกว่าเดิม

## ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรจะทำการเก็บข้อมูลการเข้ามาของนักศึกษา และเวลาการให้บริการลงทะเบียนของช่องการลงทะเบียนประเภทต่าง ๆ ในลักษณะเก็บข้อมูลเต็มวัน เนื่องจากช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้ามาลงทะเบียนมากกว่าช่วงเวลาอื่นอาจจะเปลี่ยนไปจากช่วงเวลาที่ทำการวิจัย

2. ทำการศึกษาการลงทะเบียนช่องทางอื่น ๆ ที่เหลือ อาทิ การลงทะเบียนผ่านเครือข่ายลงทะเบียนเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต การลงทะเบียนเรียนทางโทรศัพท์ การลงทะเบียนทางไปรษณีย์ และการลงทะเบียนผ่านทาง SMS เพื่อหาศึกษาแนวทางที่จะทำให้นักศึกษาลงทะเบียนที่ช่องทางอื่น ๆ เพิ่มขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- จันทร์ ฅ นคร. 2548. การจำลองแบบปัญหาการรอคอยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลกันตัง จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราวดี พุ่มเจริญ. 2545. การวิเคราะห์ระบบการให้บริการลิฟต์: กรณีศึกษาอาคารเรียนของ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระภา วีระถาวร. 2532. การวิเคราะห์ระบบการให้บริการผู้ป่วยที่ห้องจ่ายยาของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญมี วัฒนานนท์. 2525. การวิเคราะห์ระบบแถวคอยของการลงทะเบียนเรียนวิชาเรียนของนิสิตบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ เพ็ญภาภรณ์. 2538. การวิเคราะห์ระบบแถวคอยการเข้ารับบริการของผู้ป่วยแผนกโรคภูมิแพ้ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มานพ วรภักดิ์. 2547. การจำลองเบื้องต้น. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- มาลี. 2536. วิเคราะห์ระบบแถวคอยของการให้บริการรับฝาก ถอนเงิน และรับรางวัลสลาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณภัทร มุกดาหาร. 2547. การวิเคราะห์ระบบการให้บริการผู้ป่วย แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2545. การวิจัยดำเนินงาน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ศันสนีย์ ชาดตระกูล. 2542. การพัฒนาคัดข้อมูลเพื่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจ กรณีศึกษา: ระบบแฉวคอย แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลนครชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สายสุรางค์ โชติพานิช. 2547. การวิเคราะห์ระบบแฉวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือด โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณ จันทร์แจ่มใส. 2538. การวิเคราะห์ระบบการให้บริการการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์ ของกรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Law, A.M. and W.D. Kelton. 1991. **Simulation Modeling and Analysis**. McGraw - hill, New York.

Shannon, R.E. 1975. **System Simulation: The Art and Science**. Prentice - hall, New York.

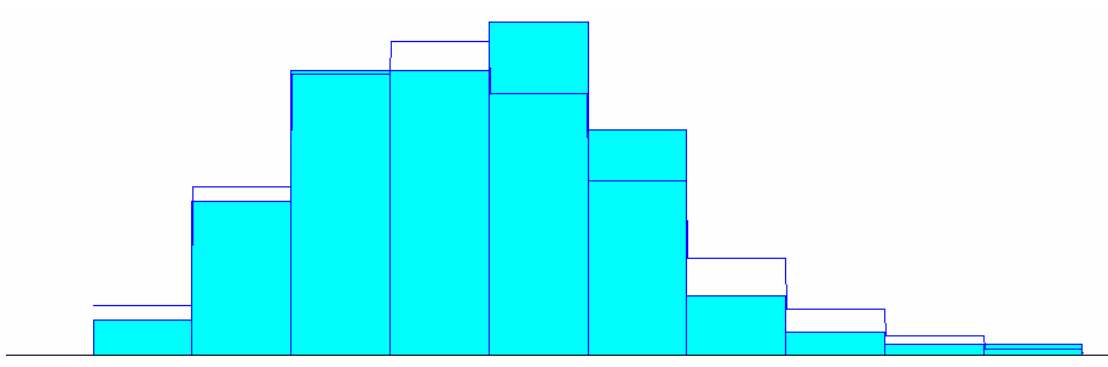
Taha, H.A. 1976. **Operation Research and Introduction**. Macmillan Publishing Co. Inc., New York.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก

การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนของนักศึกษา  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



Distribution Summary

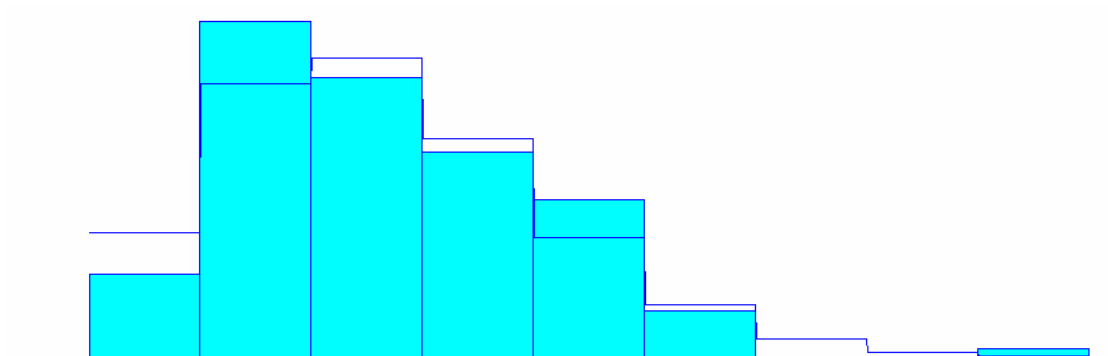
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(3.34)

Chi - Square Test

Number of intervals = 6  
Degrees of freedom = 4  
Test Statistic = 7.55  
Corresponding p-value = 0.114

ภาพผนวกที่ ก1 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวัน  
ลงทะเบียนวันที่ 1

## 2. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



### Distribution Summary

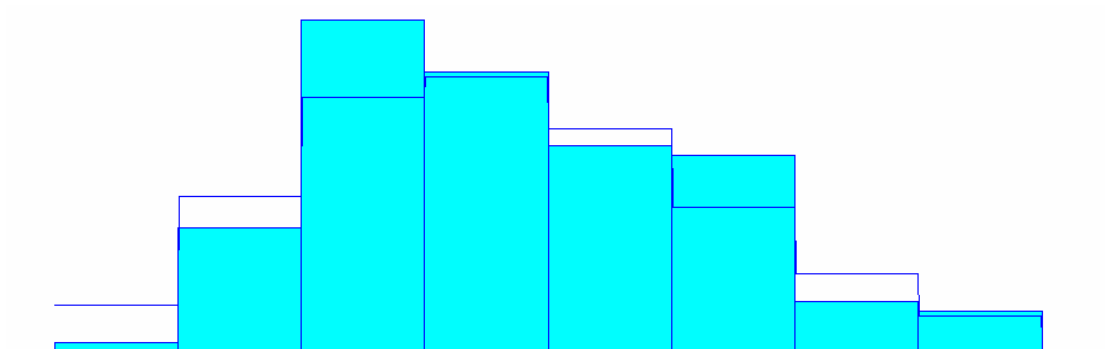
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(2.19)

### Chi - Square Test

Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 3  
Test Statistic = 4.61  
Corresponding p-value = 0.215

ภาพผนวกที่ ก2 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 2

### 3. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเลเบียนวันที่ 3



#### Distribution Summary

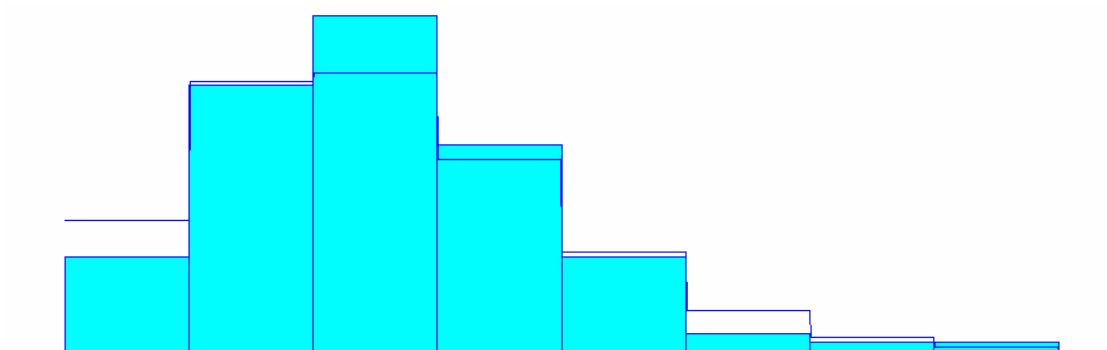
Distribution: Poisson  
Expression:  $POIS(3.25)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 6  
Degrees of freedom = 4  
Test Statistic = 6.85  
Corresponding p-value = 0.159

**ภาพผนวกที่ ก3** การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเลเบียนวันที่ 3

#### 4. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



#### Distribution Summary

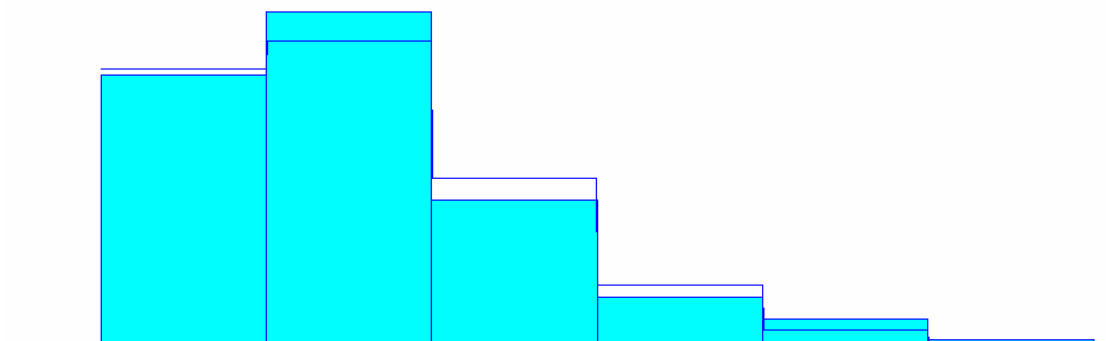
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(2.07)

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 3  
Test Statistic = 3.28  
Corresponding p-value = 0.369

**ภาพผนวกที่ ก4** การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 4

### 5. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



#### Distribution Summary

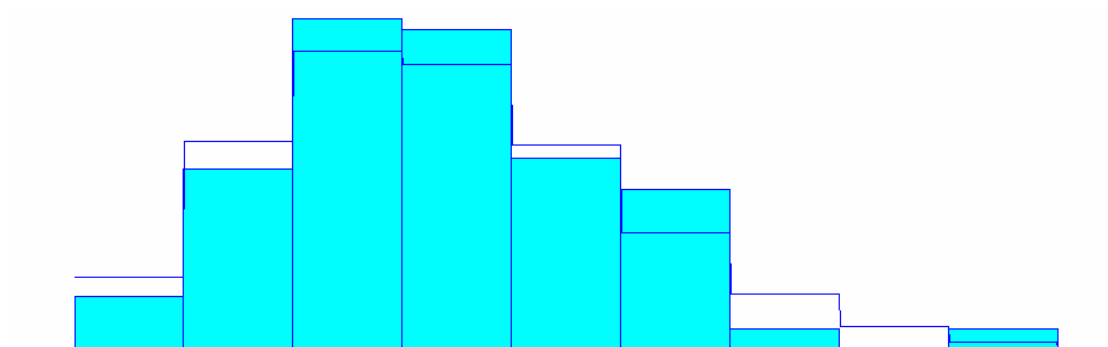
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(1.1)

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 2  
Test Statistic = 0.823  
Corresponding p-value = 0.674

ภาพผนวกที่ ก5 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 5

6. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



Distribution Summary

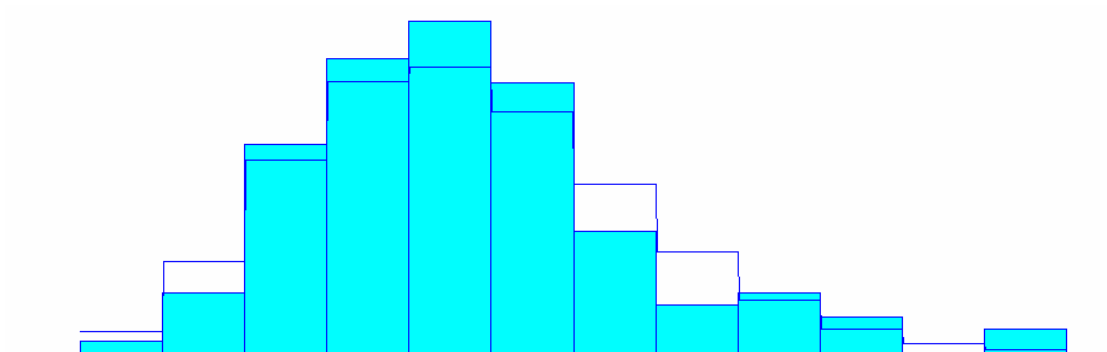
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(2.87)

Chi - Square Test

Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 3  
Test Statistic = 2.95  
Corresponding p-value = 0.417

ภาพผนวกที่ 6 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 6

7. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



Distribution Summary

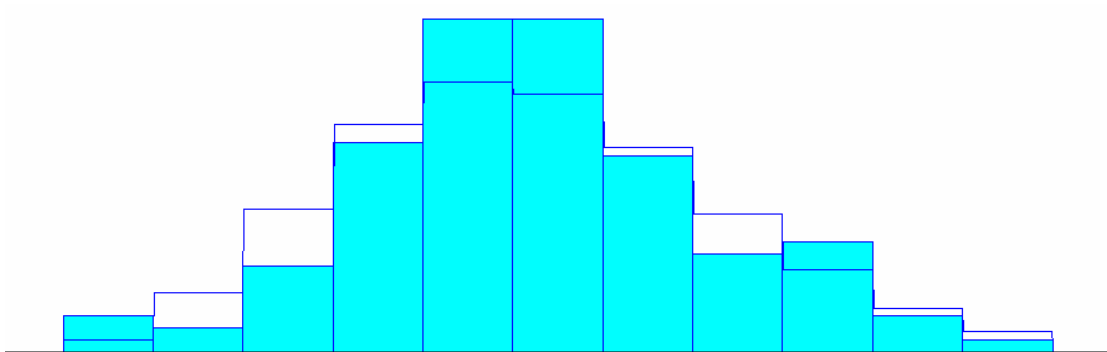
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(4.22)

Chi - Square Test

Number of intervals = 6  
Degrees of freedom = 4  
Test Statistic = 3.56  
Corresponding p-value = 0.475

ภาพผนวกที่ ก7 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 7

8. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



Distribution Summary

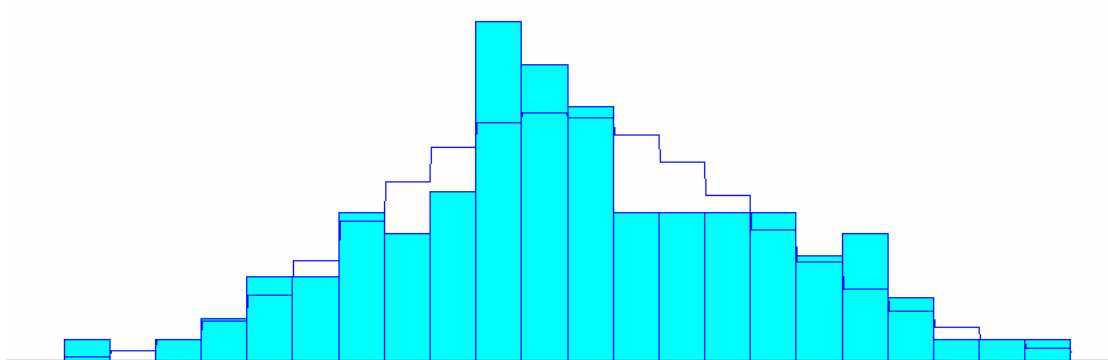
Distribution: Poisson  
Expression:  $POIS(4.76)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 7  
Degrees of freedom = 5  
Test Statistic = 6.16  
Corresponding p-value = 0.301

ภาพผนวกที่ 8 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 8

9. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเลเบียนวันที่ 9



Distribution Summary

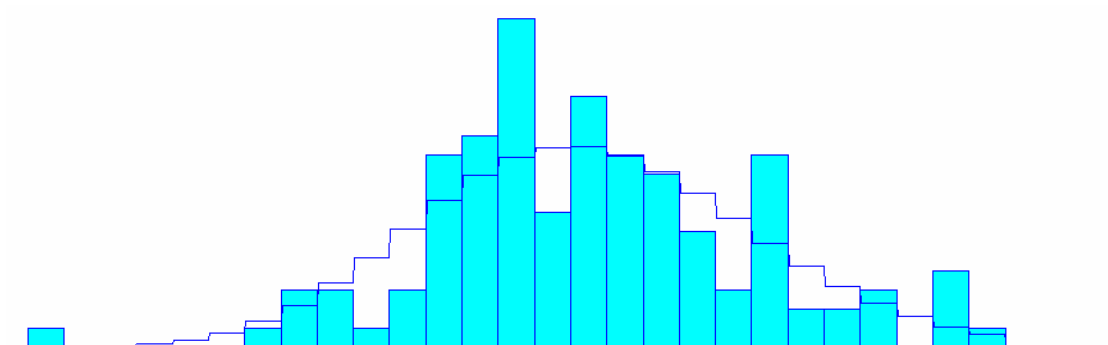
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(16.7)

Chi - Square Test

Number of intervals = 9  
Degrees of freedom = 7  
Test Statistic = 6  
Corresponding p-value = 0.542

ภาพผนวกที่ ๑๑ การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเลเบียนวิชาเรียนในวัน  
ลงทะเลเบียนวันที่ 9

10. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 10



Distribution Summary

Distribution: Poisson  
Expression: POIS(21)

Chi - Square Test

Number of intervals = 8

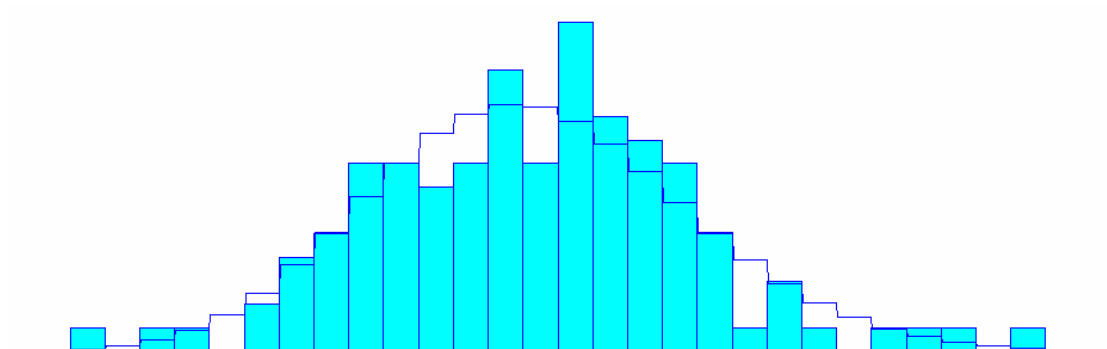
Degrees of freedom = 6

Test Statistic = 10.5

Corresponding p-value = 0.105

ภาพผนวกที่ ก10 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวัน  
ลงทะเบียนวันที่ 10

### 11. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



#### Distribution Summary

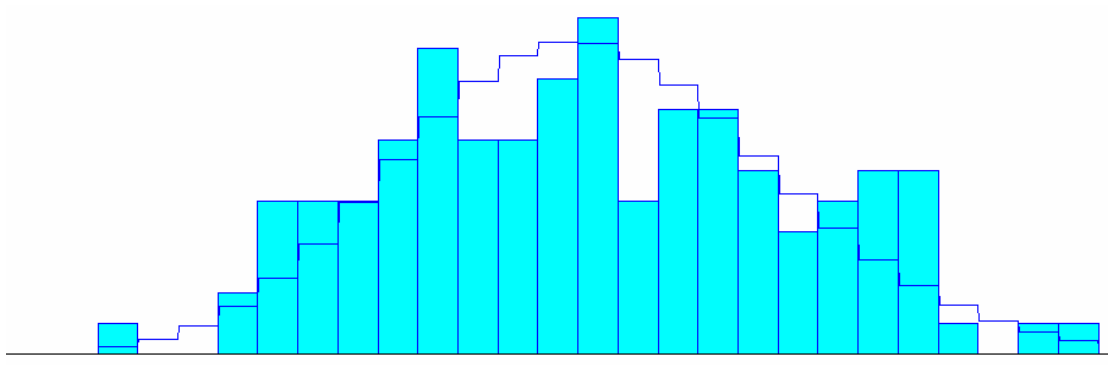
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(20.8)

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 8  
Degrees of freedom = 6  
Test Statistic = 5.55  
Corresponding p-value = 0.48

ภาพผนวกที่ ก11 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 11

## 12. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



### Distribution Summary

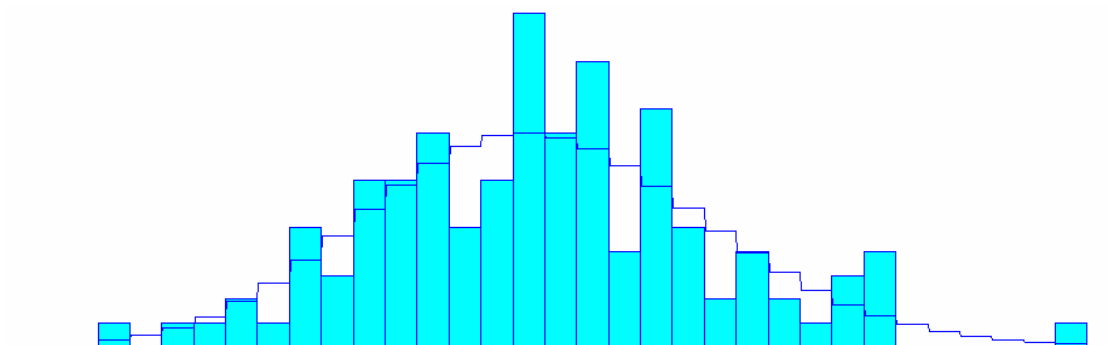
Distribution: Poisson  
 Expression: POIS(21.9)

### Chi - Square Test

Number of intervals = 8  
 Degrees of freedom = 6  
 Test Statistic = 6.44  
 Corresponding p-value = 0.391

ภาพผนวกที่ ก12 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 12

### 13. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



#### Distribution Summary

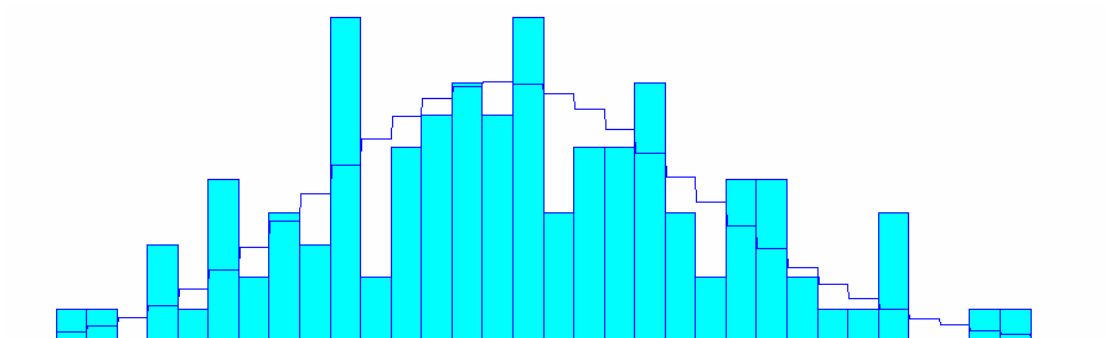
Distribution: Poisson  
Expression: POIS(28.4)

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 8  
Degrees of freedom = 6  
Test Statistic = 5.49  
Corresponding p-value = 0.485

ภาพผนวกที่ ก13 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 13

14. การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียน ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



Distribution Summary

Distribution: Poisson  
Expression: POIS(35.6)

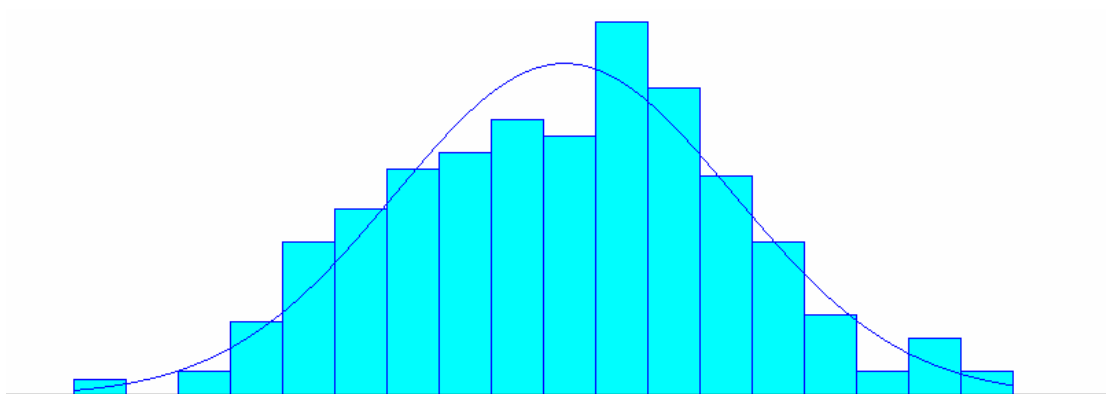
Chi - Square Test

Number of intervals = 9  
Degrees of freedom = 7  
Test Statistic = 8.17  
Corresponding p-value = 0.33

ภาพผนวกที่ ก14 การแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนในวันลงทะเบียนวันที่ 14

การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทาง  
ลงทะเบียนปกติ

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทาง  
ลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



Distribution Summary

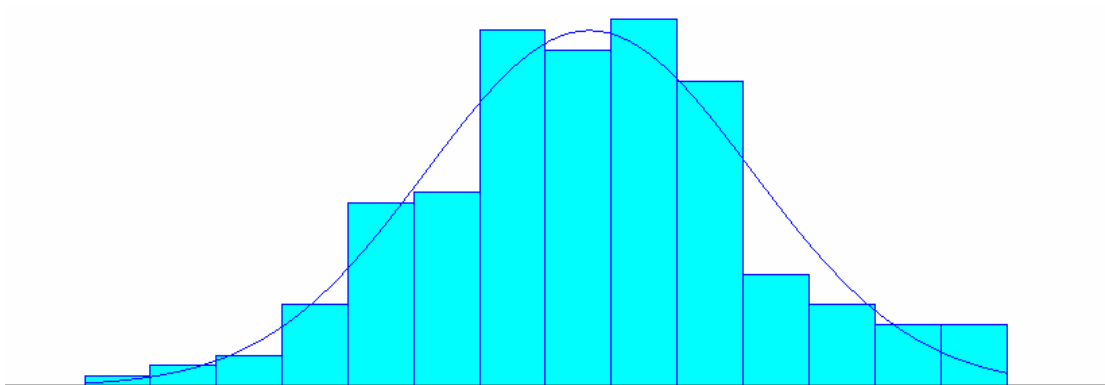
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(252, 21.1)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 13  
Degrees of freedom = 10  
Test Statistic = 8.99  
Corresponding p-value = 0.534

ภาพผนวกที่ ก15 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของ  
ช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

2. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



Distribution Summary

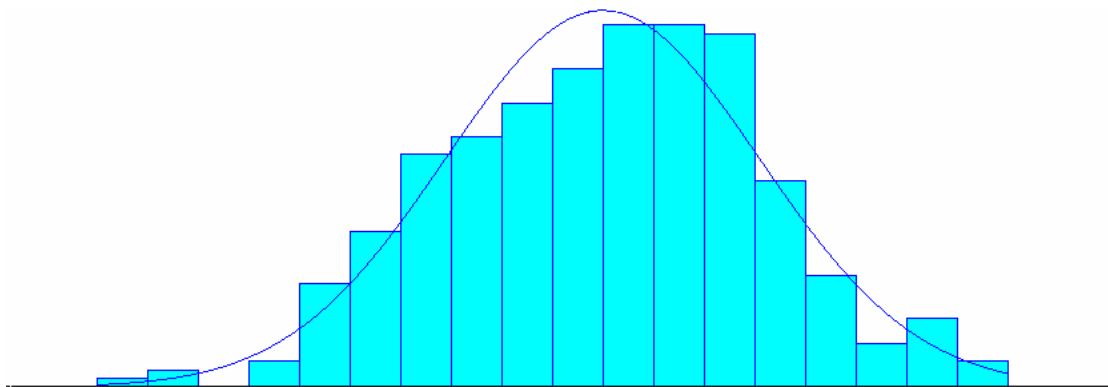
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(258, 32.9)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 9  
Degrees of freedom = 6  
Test Statistic = 6.38  
Corresponding p-value = 0.397

ภาพผนวกที่ ก16 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

3. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3



Distribution Summary

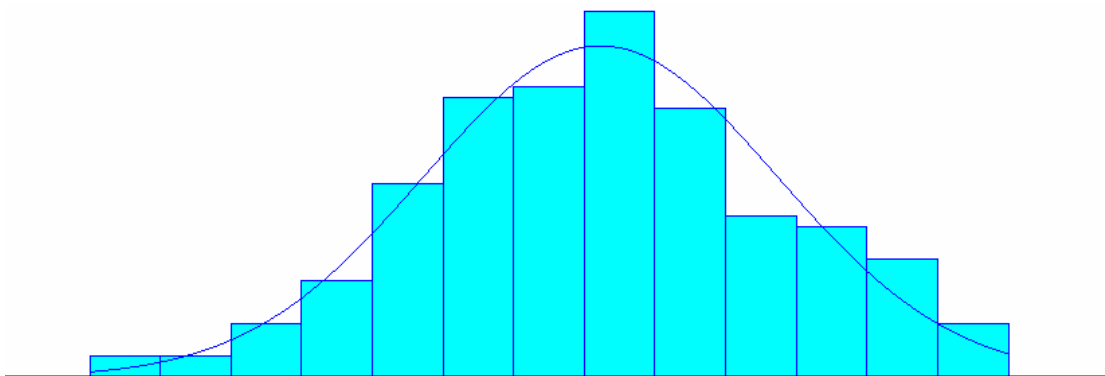
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(283, 29.1)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 12  
Degrees of freedom = 9  
Test Statistic = 6.62  
Corresponding p-value = 0.676

ภาพผนวกที่ ก17 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

4. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



Distribution Summary

Distribution: Normal

Expression:  $NORM(275, 29.8)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 9

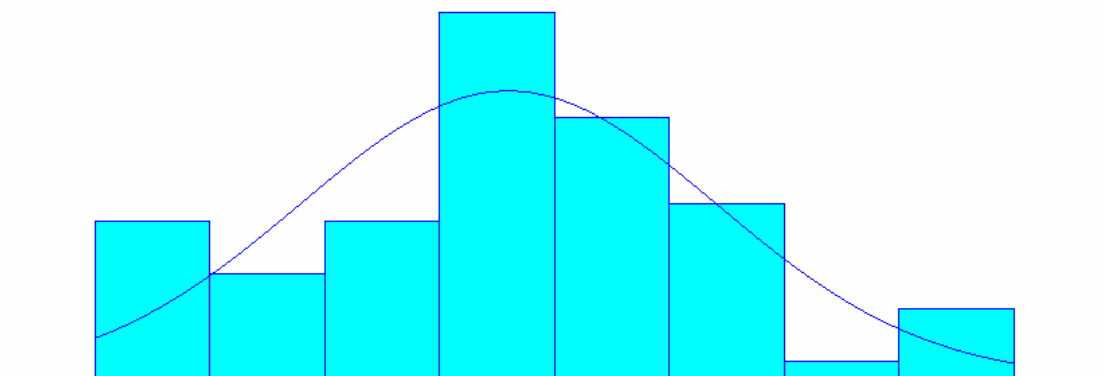
Degrees of freedom = 6

Test Statistic = 5.2

Corresponding p-value = 0.519

**ภาพผนวกที่ ก18** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

5. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



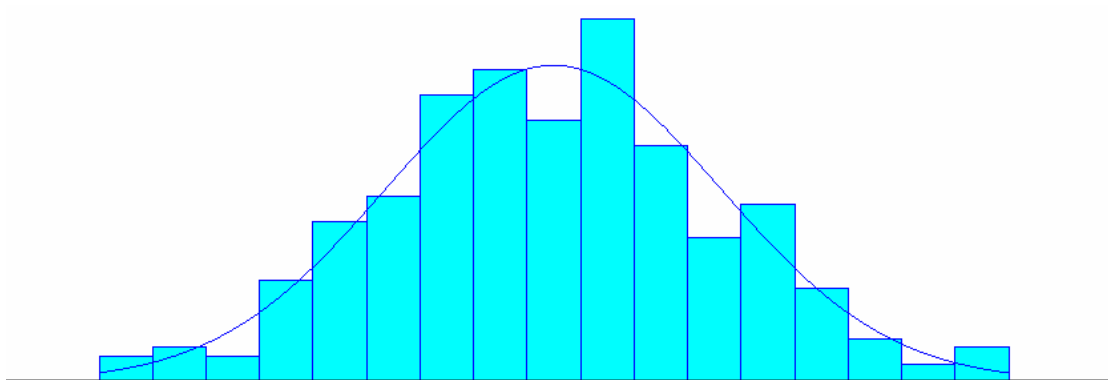
Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(269, 25.1)$

Chi - Square Test  
Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 2  
Test Statistic = 3.57  
Corresponding p-value = 0.184

ภาพผนวกที่ ก19 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

6. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



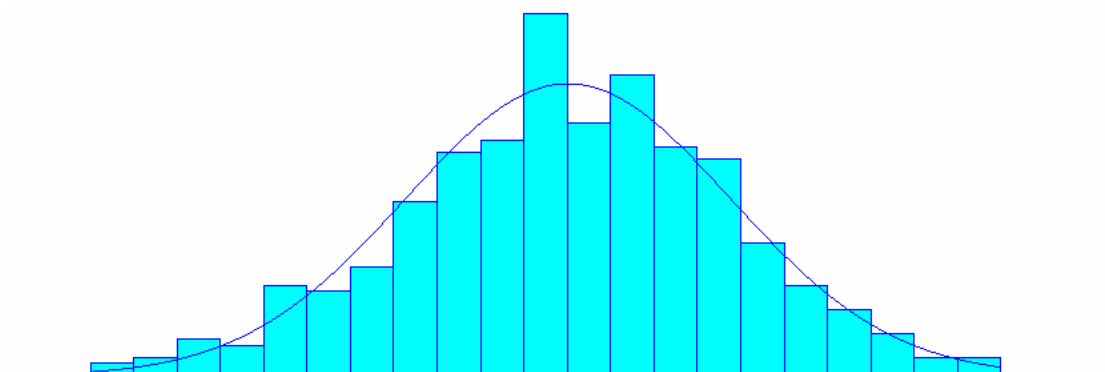
Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(281, 30.7)$

Chi - Square Test  
Number of intervals = 13  
Degrees of freedom = 10  
Test Statistic = 6.99  
Corresponding p-value = 0.726

ภาพผนวกที่ ก20 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

7. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



Distribution Summary

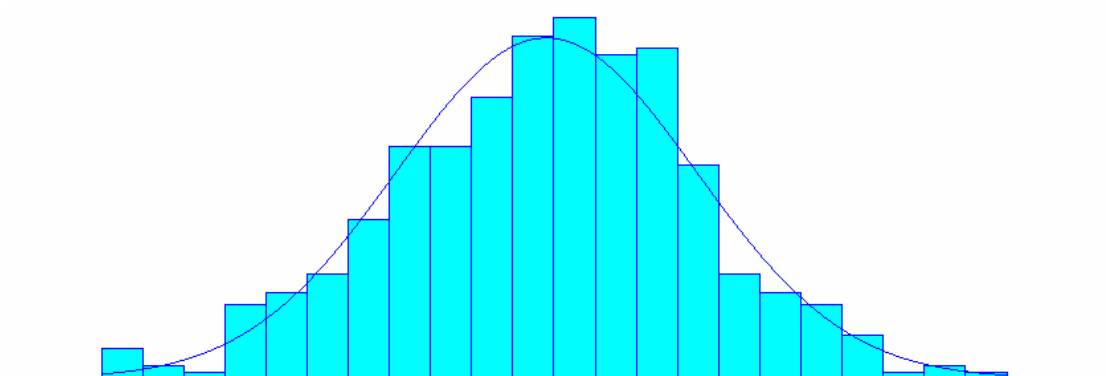
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(276, 32.8)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 16  
Degrees of freedom = 13  
Test Statistic = 10.3  
Corresponding p-value = 0.667

ภาพผนวกที่ ก21 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

8. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



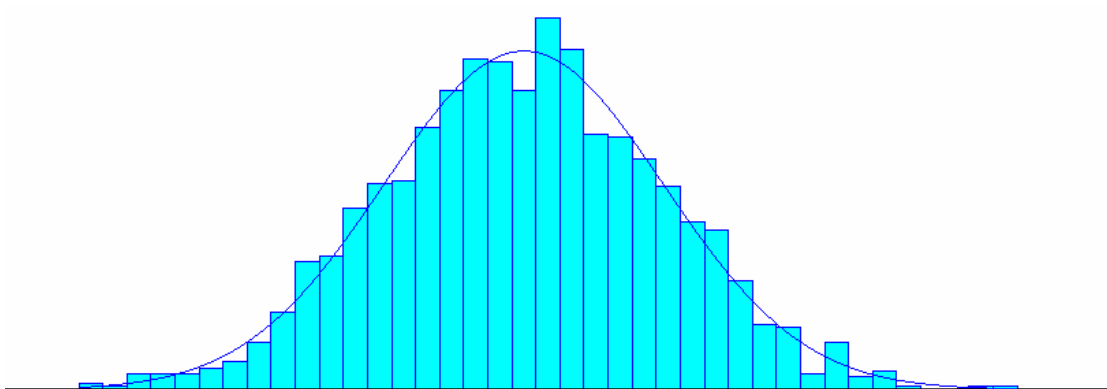
Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(255, 22.5)$

Chi - Square Test  
Number of intervals = 16  
Degrees of freedom = 13  
Test Statistic = 11.1  
Corresponding p-value = 0.604

ภาพผนวกที่ ก22 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

9. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9



Distribution Summary

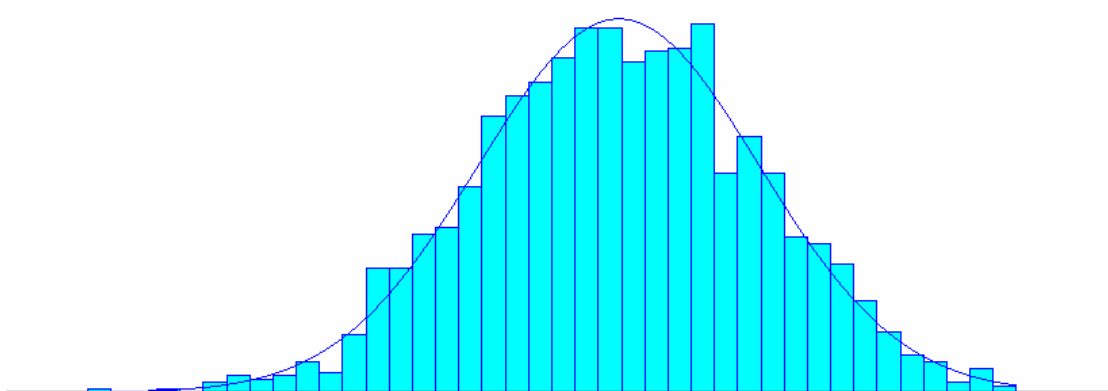
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(254, 24.3)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 27  
Degrees of freedom = 24  
Test Statistic = 21.4  
Corresponding p-value = 0.611

ภาพผนวกที่ ก23 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

10. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10



#### Distribution Summary

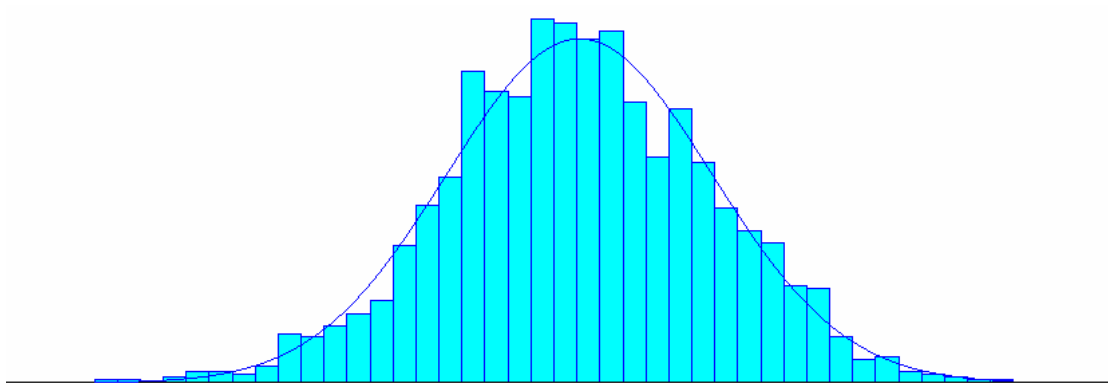
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(256, 20)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 29  
Degrees of freedom = 26  
Test Statistic = 25  
Corresponding p-value = 0.521

ภาพผนวกที่ ก24 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

11. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



Distribution Summary

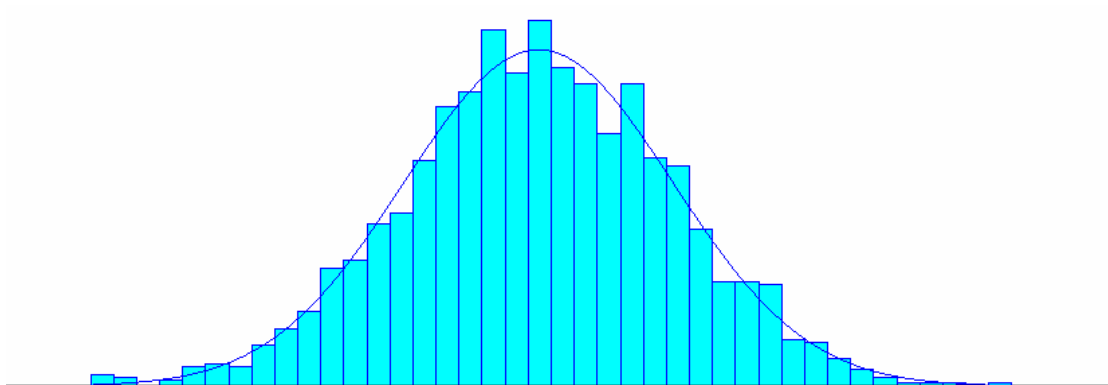
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(257, 24.5)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 28  
Degrees of freedom = 25  
Test Statistic = 27.4  
Corresponding p-value = 0.348

ภาพผนวกที่ ก25 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

12. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



Distribution Summary

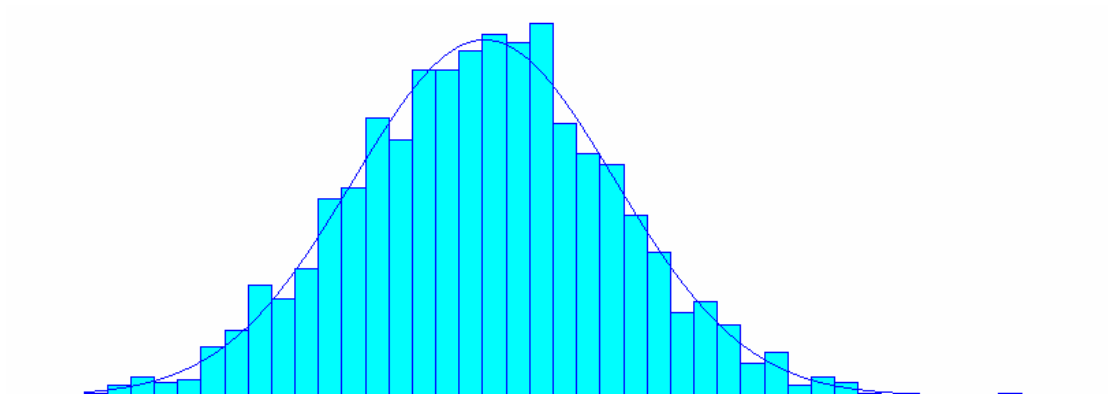
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(251, 23.6)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 29  
Degrees of freedom = 26  
Test Statistic = 22.7  
Corresponding p-value = 0.649

ภาพผนวกที่ ก26 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

13. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



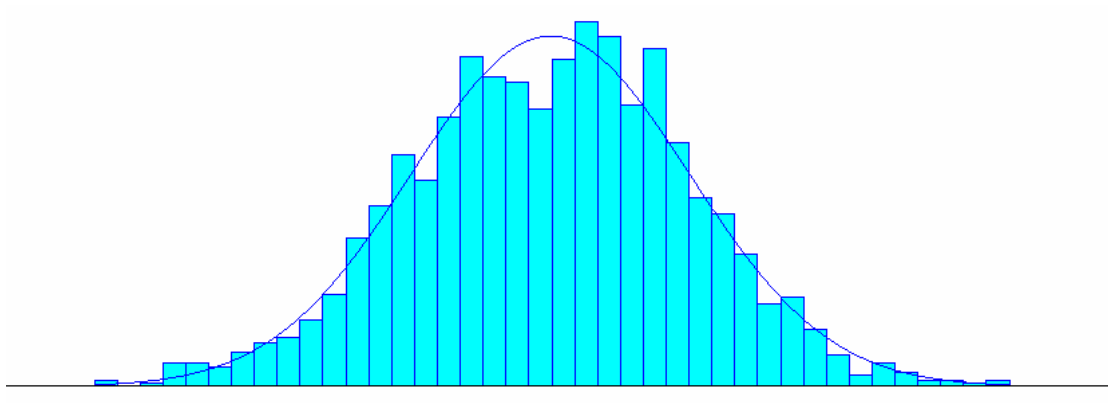
Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression: NORM(251, 21.4)

Chi - Square Test  
Number of intervals = 28  
Degrees of freedom = 25  
Test Statistic = 22.2  
Corresponding p-value = 0.624

ภาพผนวกที่ ก27 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

14. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(257, 32.1)$

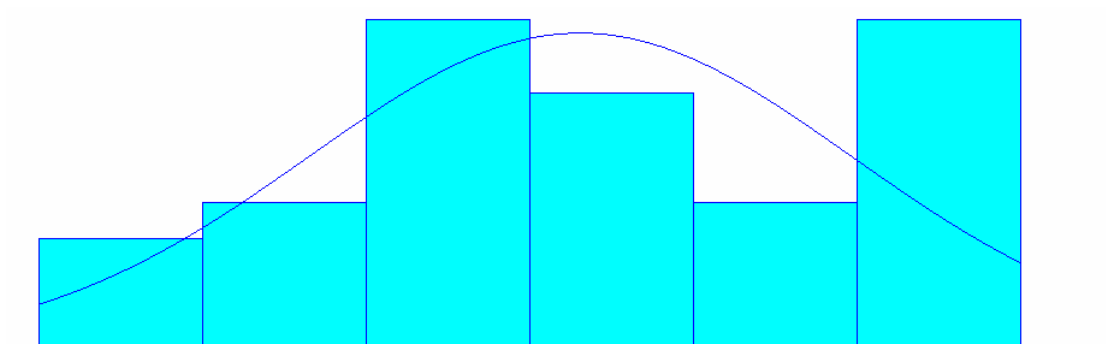
Chi - Square Test

Number of intervals = 30  
Degrees of freedom = 27  
Test Statistic = 34.8  
Corresponding p-value = 0.156

ภาพผนวกที่ ก28 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทาง  
ลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทาง  
ลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



Distribution Summary

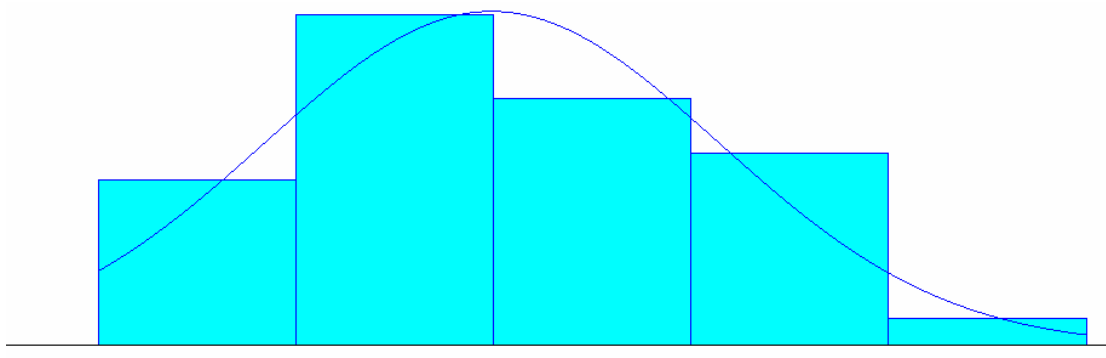
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(271, 20.2)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 2.27  
Corresponding p-value = 0.147

ภาพผนวกที่ ก29 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของ  
ช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

2. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



#### Distribution Summary

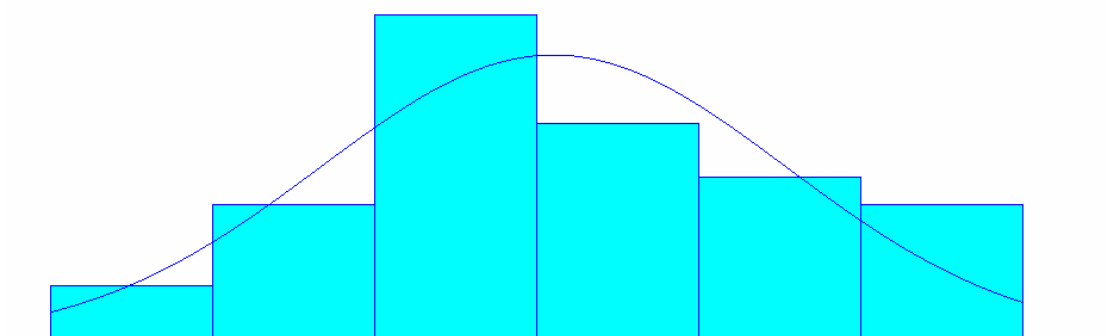
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(287, 33.3)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 1.44  
Corresponding p-value = 0.238

ภาพผนวกที่ ก30 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

3. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3



Distribution Summary

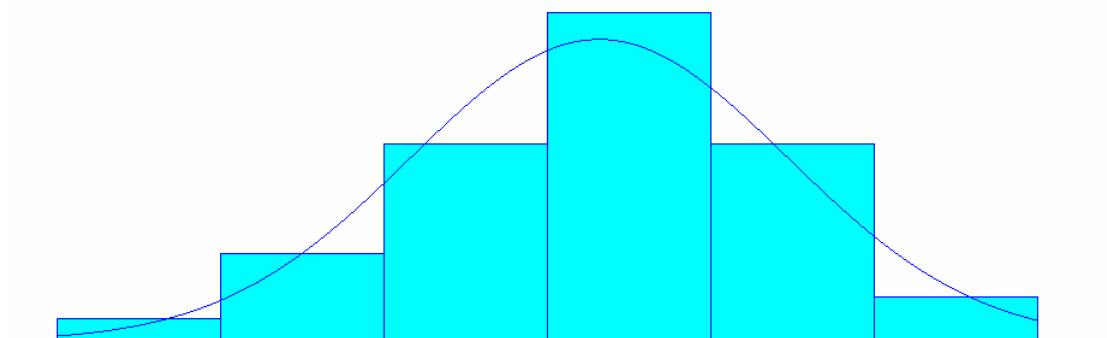
Distribution: Normal  
Expression: NORM(264, 18.7)

Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 1.5  
Corresponding p-value = 0.231

**ภาพผนวกที่ ก31** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

4. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



#### Distribution Summary

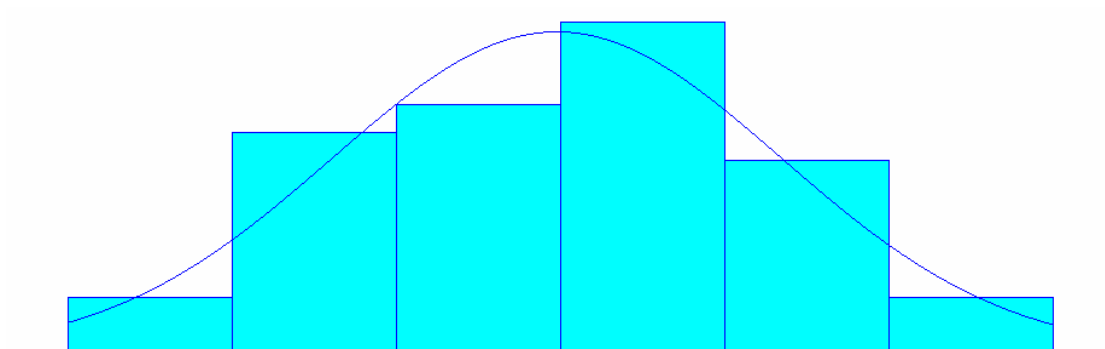
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(287, 30.4)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 0.569  
Corresponding p-value = 0.467

**ภาพผนวกที่ ก32** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

5. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



#### Distribution Summary

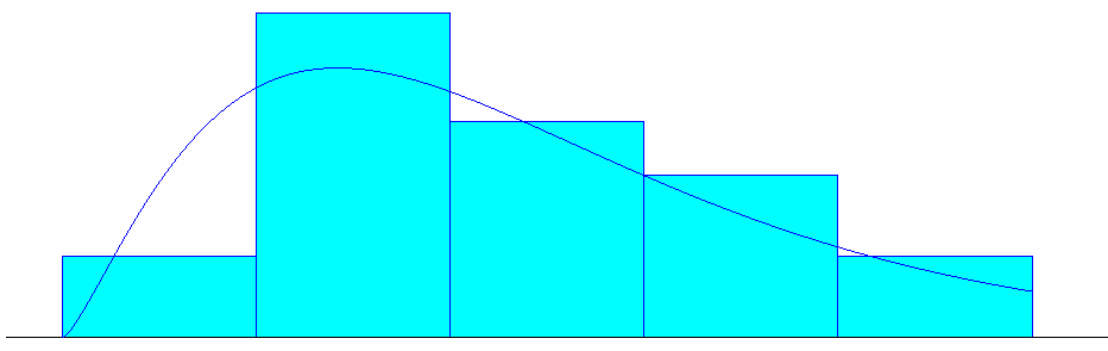
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(254, 31)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 0.697  
Corresponding p-value = 0.43

**ภาพผนวกที่ ก33** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

6. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



Distribution Summary

Distribution: Gamma

Expression:  $232 + \text{GAMM}(23.6, 2.39)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 4

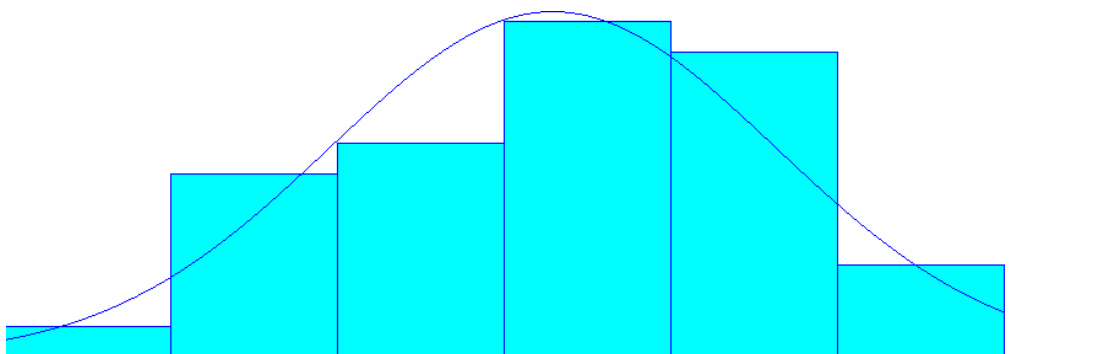
Degrees of freedom = 1

Test Statistic = 2.09

Corresponding p-value = 0.167

ภาพผนวกที่ ก34 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

7. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



Distribution Summary

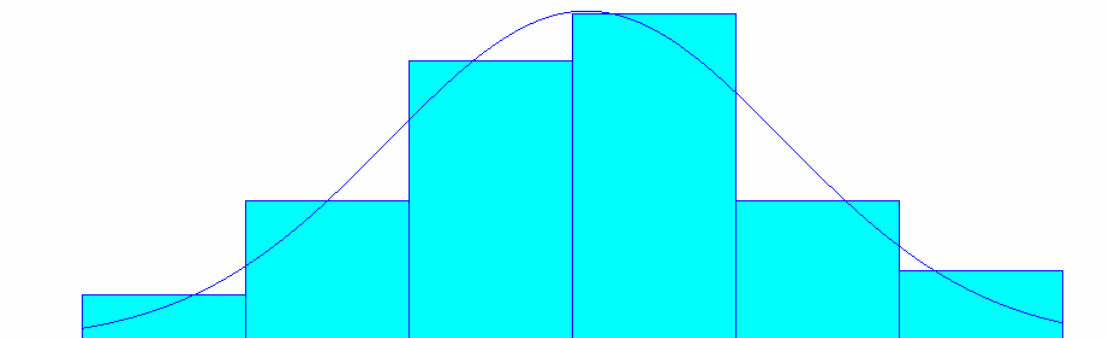
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(282, 17.2)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 2.16  
Corresponding p-value = 0.159

ภาพผนวกที่ ก35 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

8. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



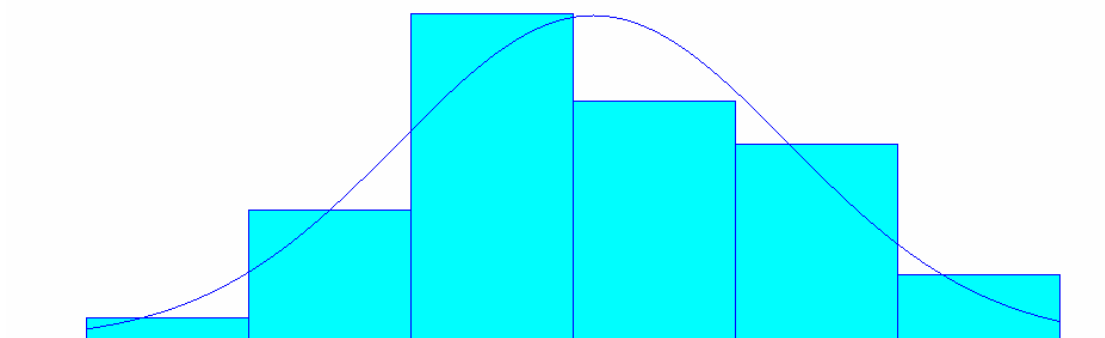
#### Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(269, 27.7)$

Chi - Square Test  
Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 0.314  
Corresponding p-value = 0.6

**ภาพผนวกที่ ก36** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

9. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9



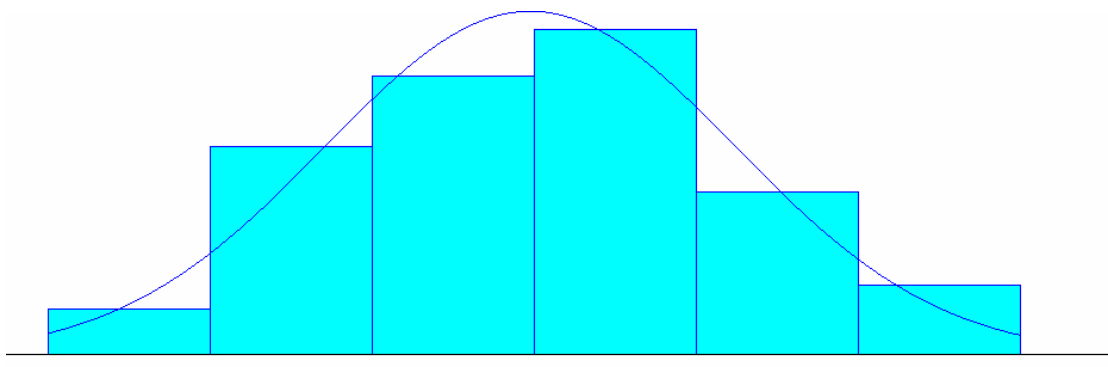
Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(285, 29)$

Chi - Square Test  
Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 1.56  
Corresponding p-value = 0.224

ภาพผนวกที่ ก37 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องทางลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

10. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันที่ลงทะเบียนวันที่ 10



#### Distribution Summary

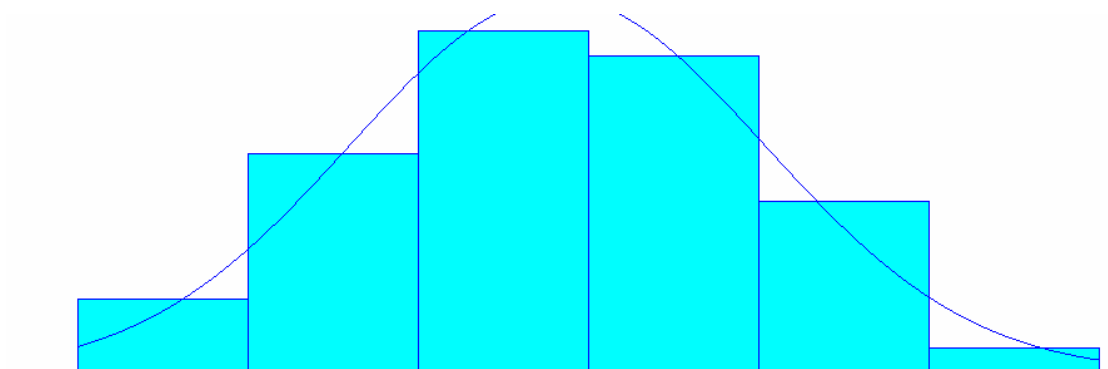
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(282, 23.6)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 0.362  
Corresponding p-value = 0.566

ภาพผนวกที่ ก38 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันที่ลงทะเบียนวันที่ 10

11. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



Distribution Summary

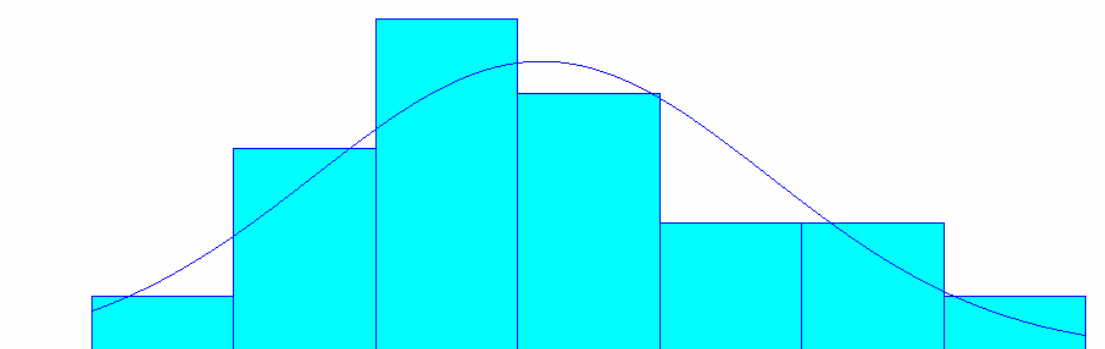
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(272, 28)$

Chi - Square Test

Number of intervals = 4  
Degrees of freedom = 1  
Test Statistic = 0.225  
Corresponding p-value = 0.663

ภาพผนวกที่ ก39 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

12. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



#### Distribution Summary

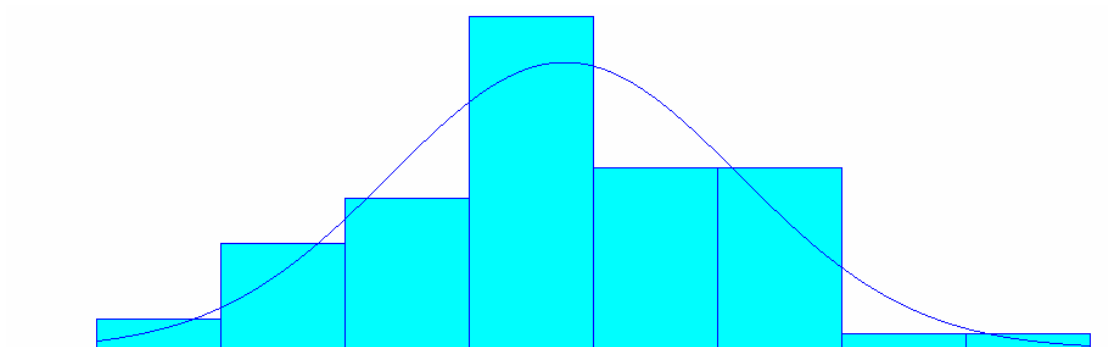
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(282, 29.2)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 2  
Test Statistic = 3.54  
Corresponding p-value = 0.187

**ภาพผนวกที่ ก40** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

13. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



#### Distribution Summary

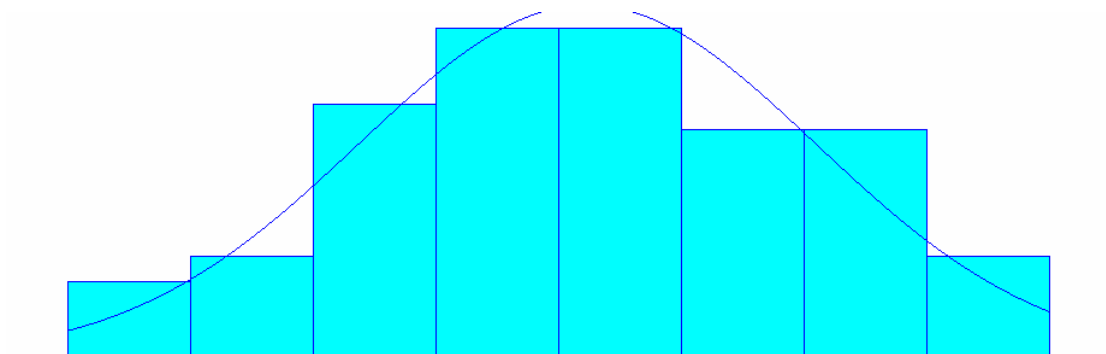
Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(285, 21.8)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 5  
Degrees of freedom = 2  
Test Statistic = 4.34  
Corresponding p-value = 0.122

ภาพผนวกที่ ก41 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

14. การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



#### Distribution Summary

Distribution: Normal  
Expression:  $NORM(283, 30)$

#### Chi - Square Test

Number of intervals = 6  
Degrees of freedom = 3  
Test Statistic = 2.43  
Corresponding p-value = 0.49

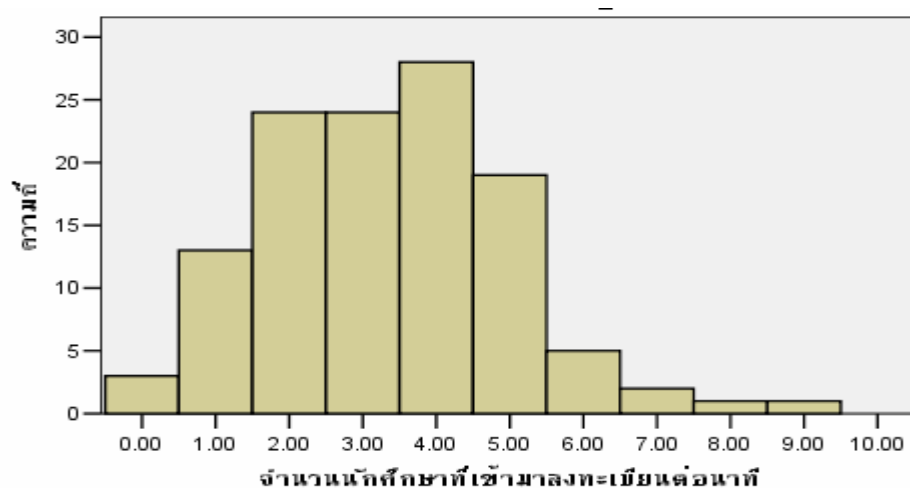
**ภาพผนวกที่ ก42** การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

ภาคผนวก ข

## ภาพแสดงการแจกแจงความถี่

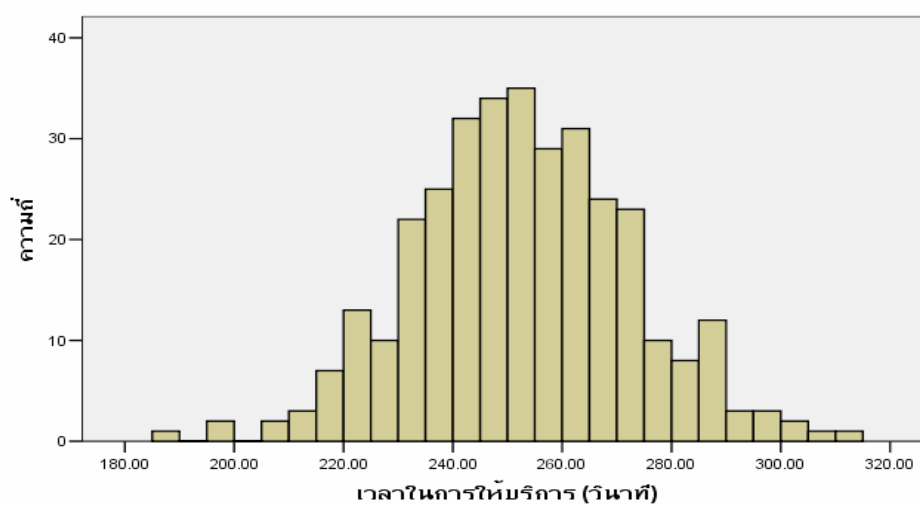
### การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 1

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



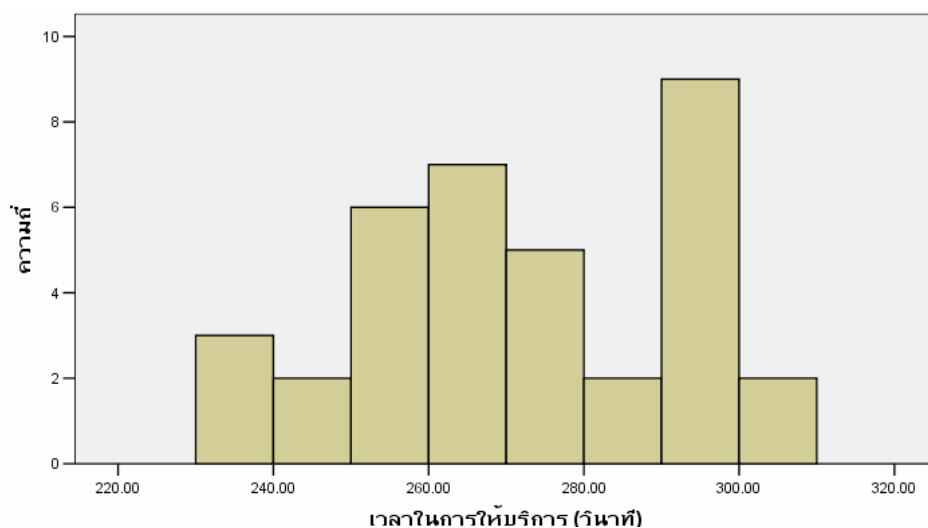
ภาพผนวกที่ ข1 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



ภาพผนวกที่ ข2 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในลงทะเบียนวันที่ 1

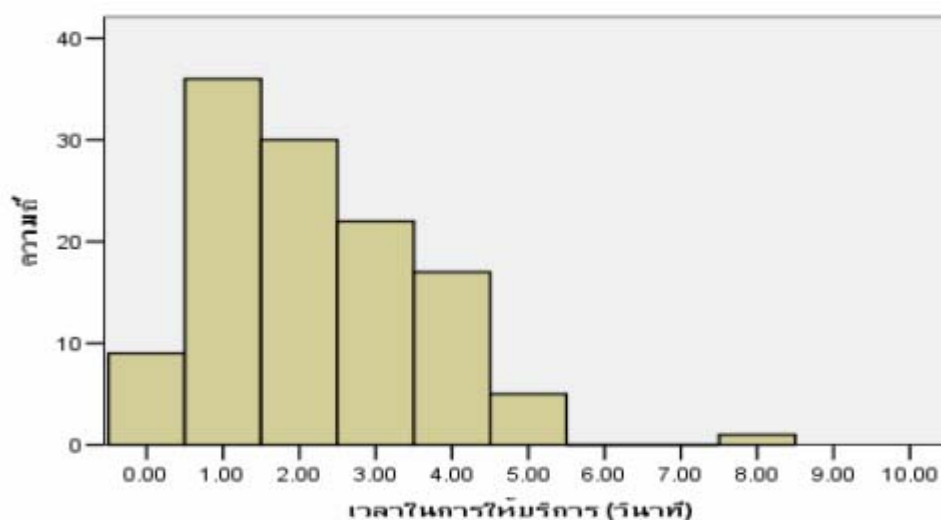
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1



ภาพผนวกที่ ข3 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 1

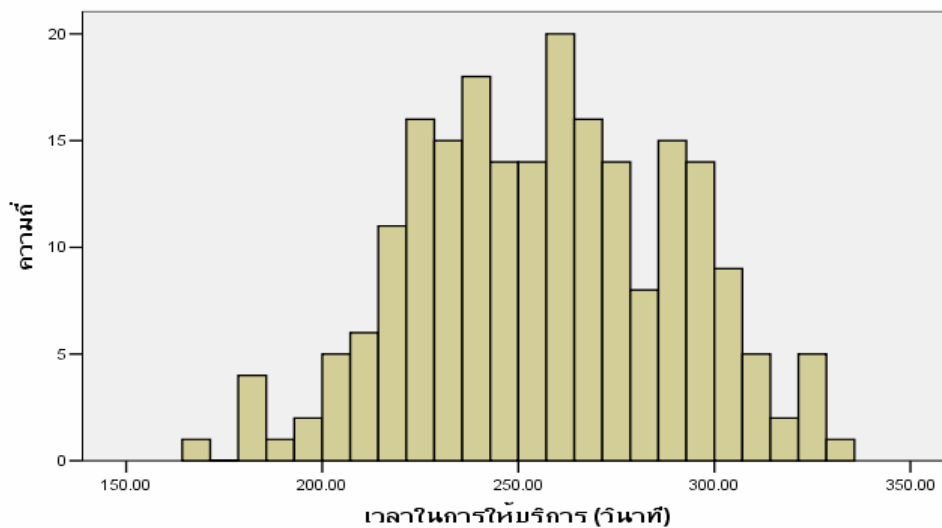
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 2

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อคาบที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



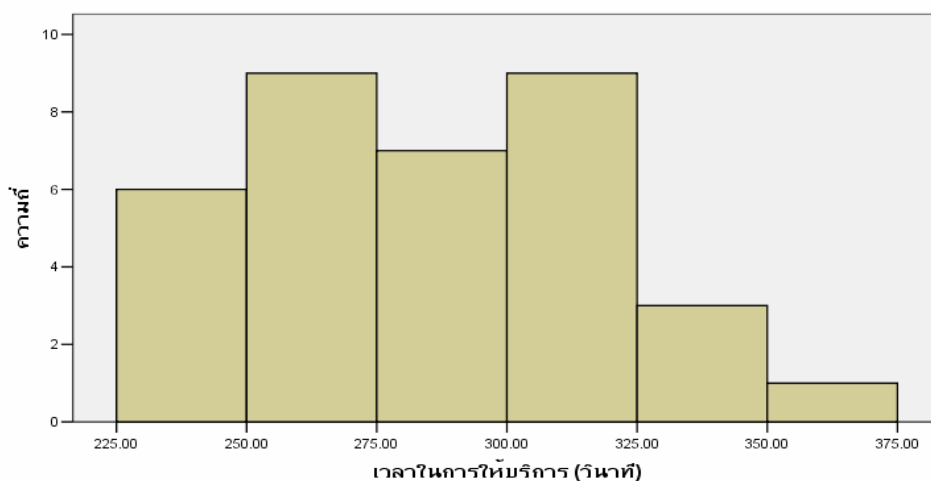
ภาพผนวกที่ ข4 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อคาบที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



ภาพผนวกที่ ข5 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

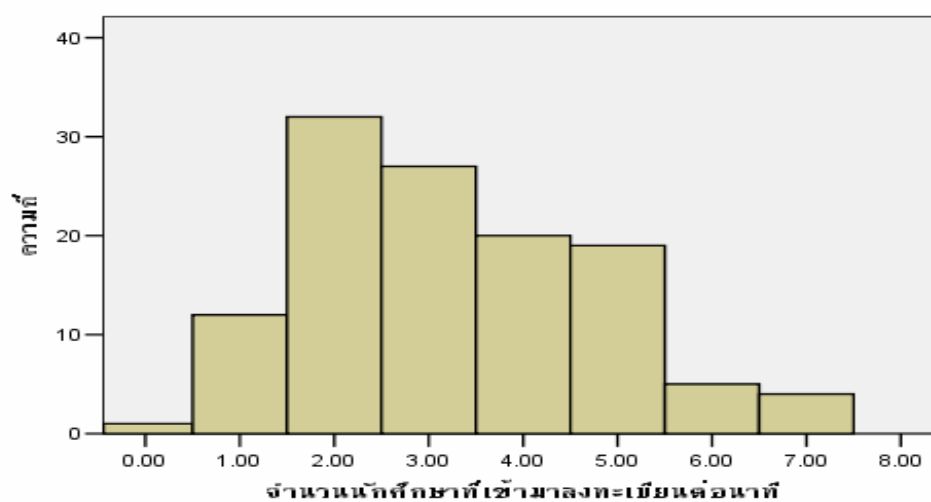
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2



ภาพผนวกที่ ข6 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 2

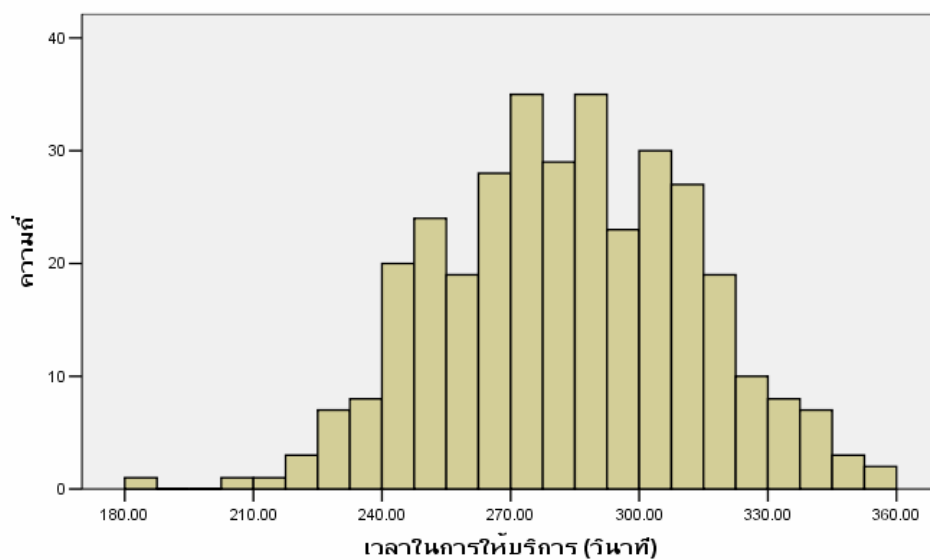
### การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 3

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3



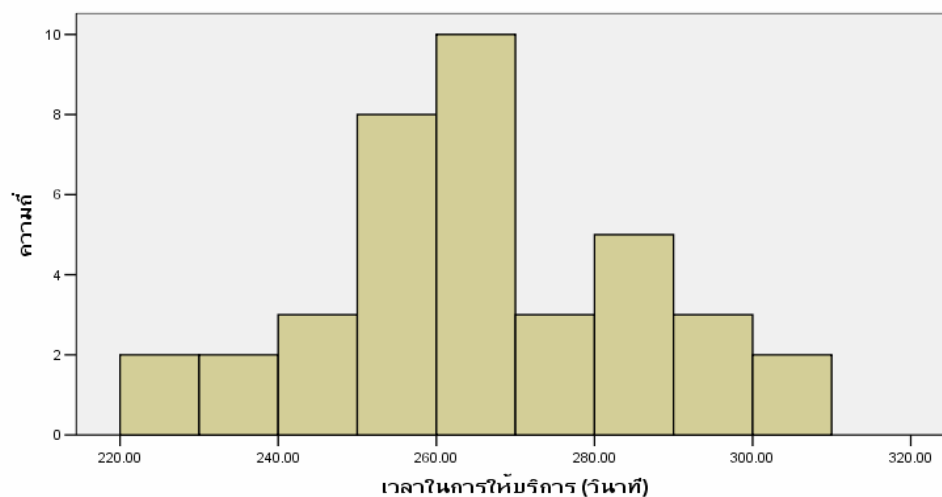
ภาพผนวกที่ ข7 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3



ภาพผนวกที่ ข8 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

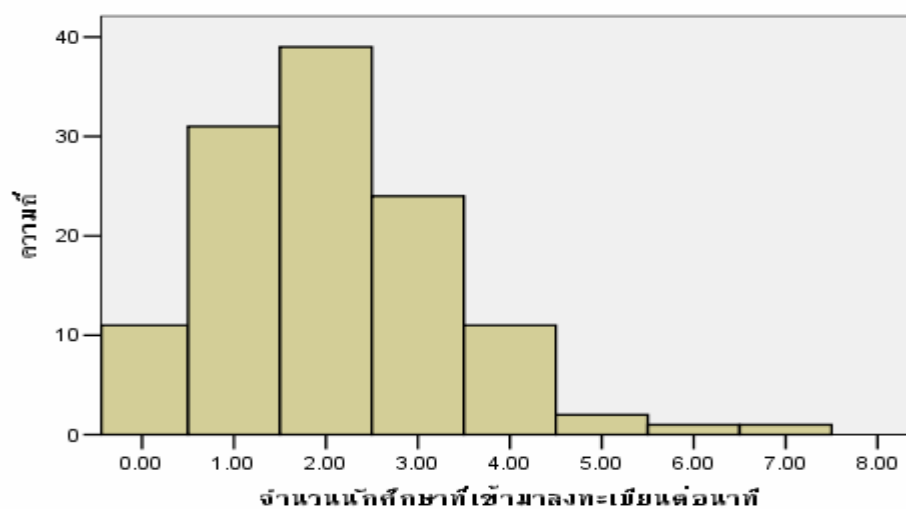
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3



ภาพผนวกที่ ข9 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 3

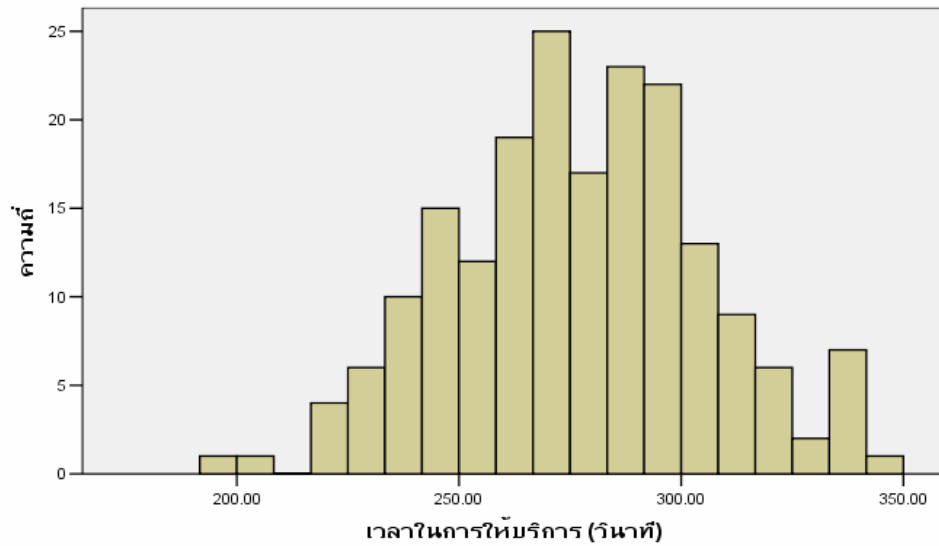
#### การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 4

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อนาที ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



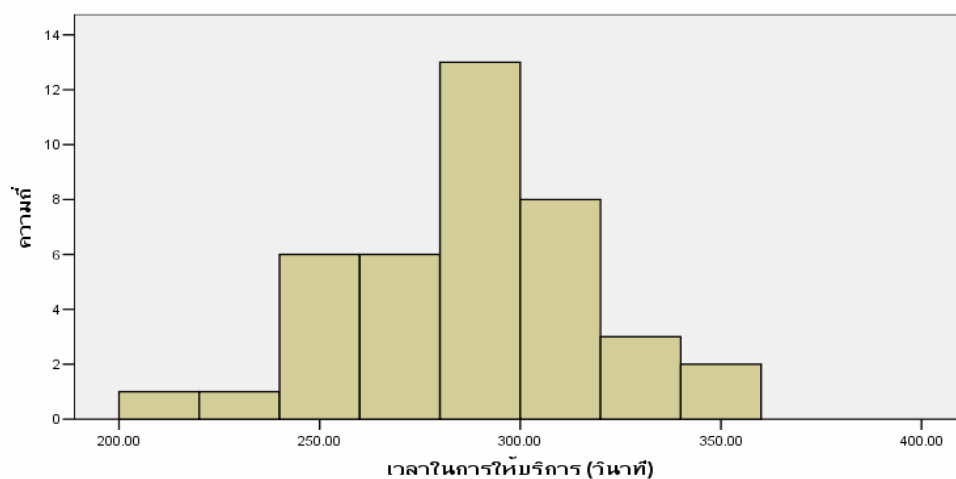
ภาพผนวกที่ ข10 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อนาที ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



ภาพผนวกที่ ข11 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

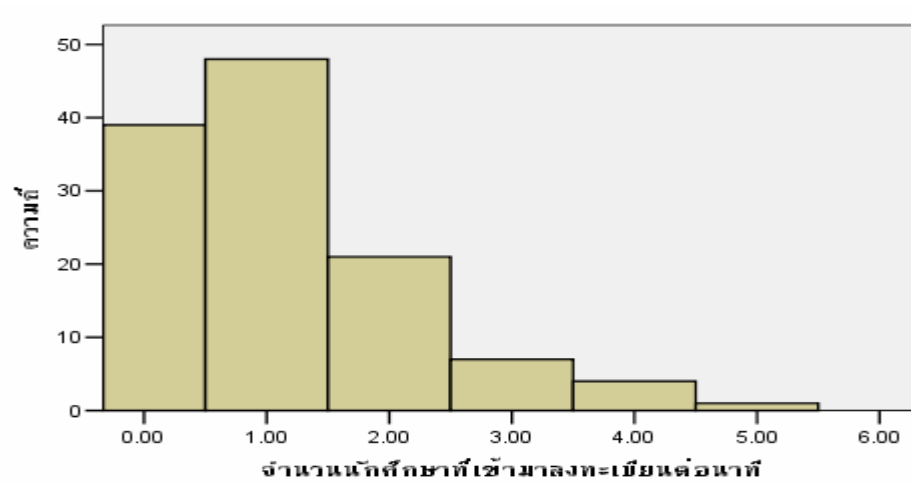
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4



ภาพผนวกที่ ข12 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 4

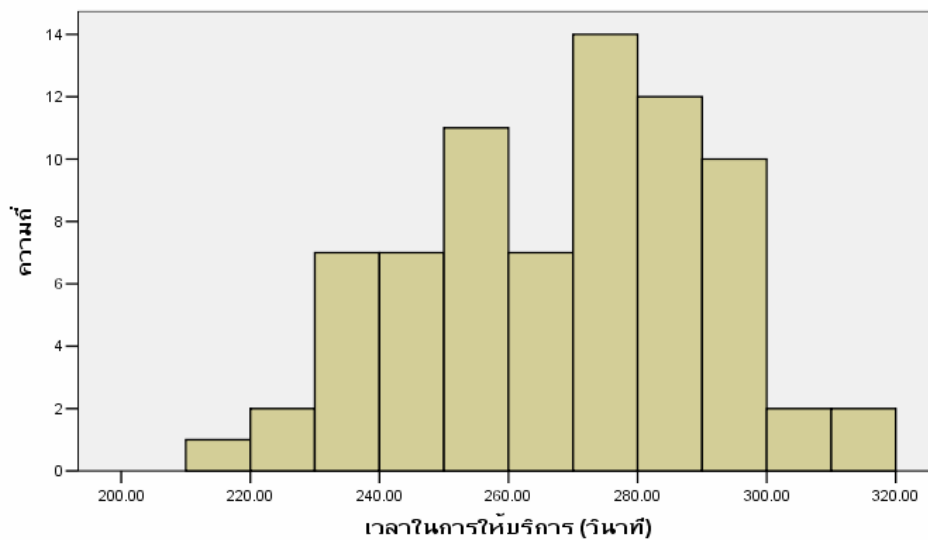
### การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 5

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



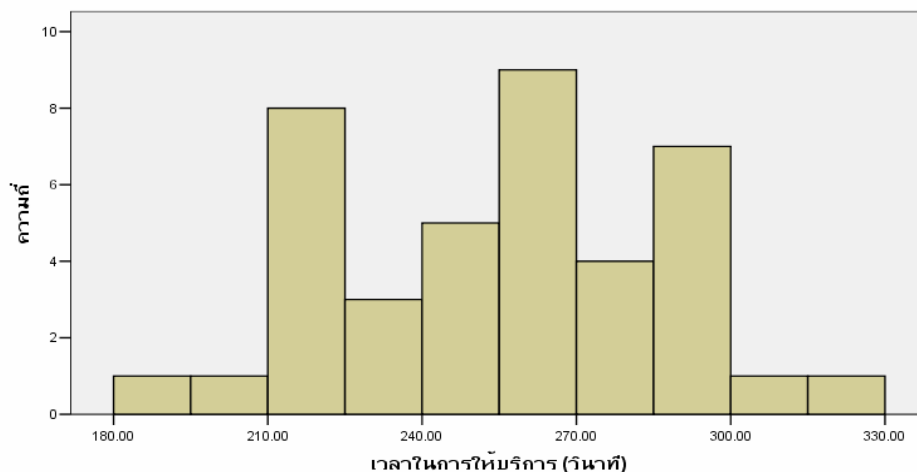
ภาพผนวกที่ ข13 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



ภาพผนวกที่ ข14 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

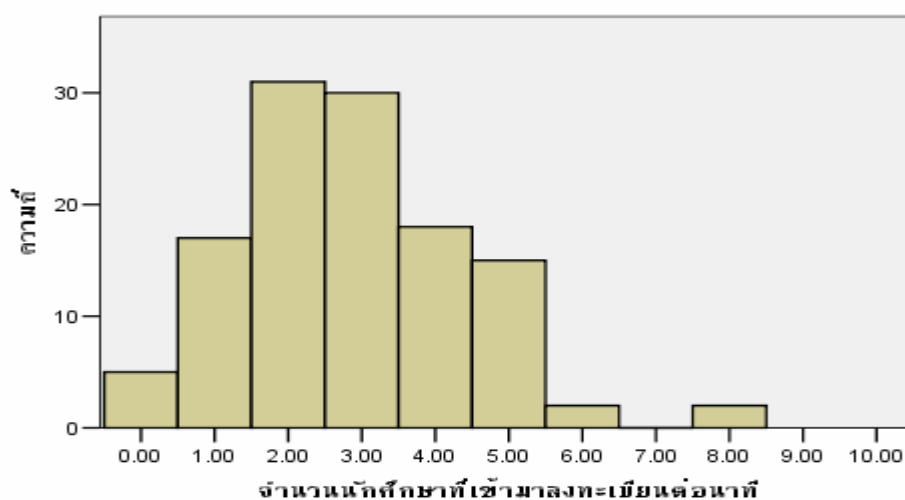
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5



ภาพผนวกที่ ข15 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 5

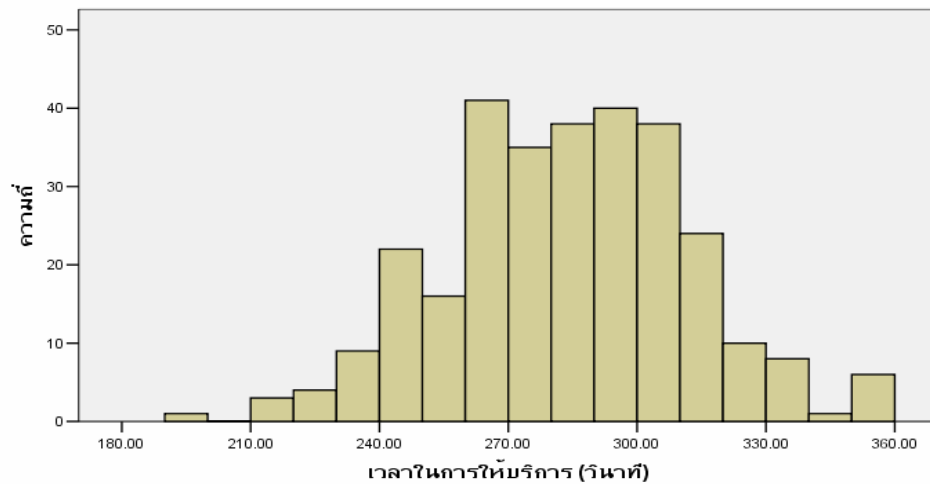
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 6

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



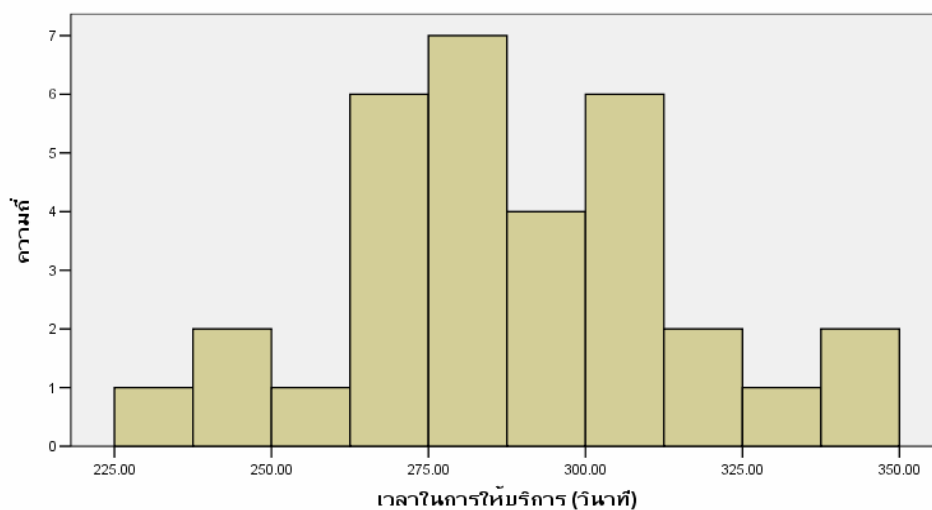
ภาพผนวกที่ ข16 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



ภาพผนวกที่ ข17 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

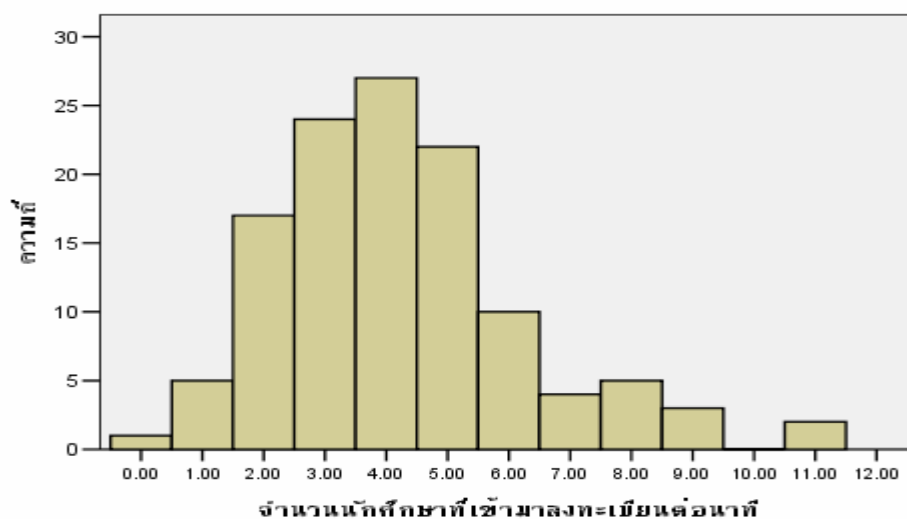
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6



ภาพผนวกที่ ข18 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 6

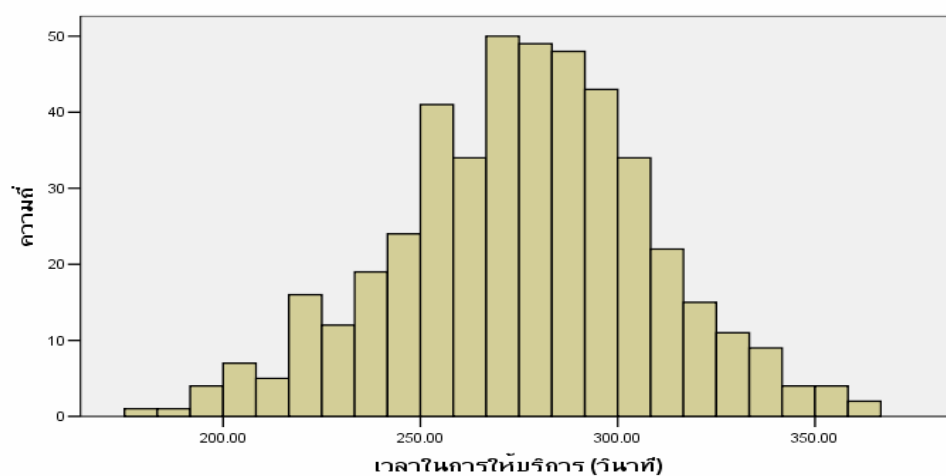
## การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 7

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



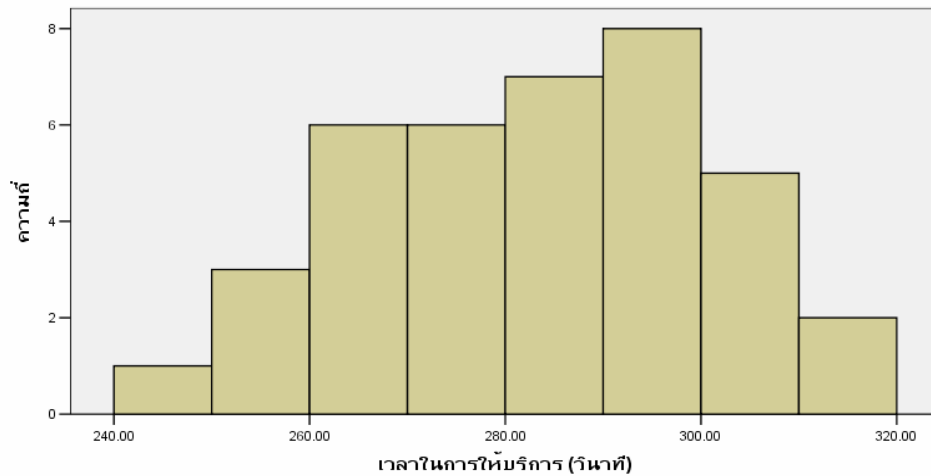
ภาพผนวกที่ ข19 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



ภาพผนวกที่ ข20 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

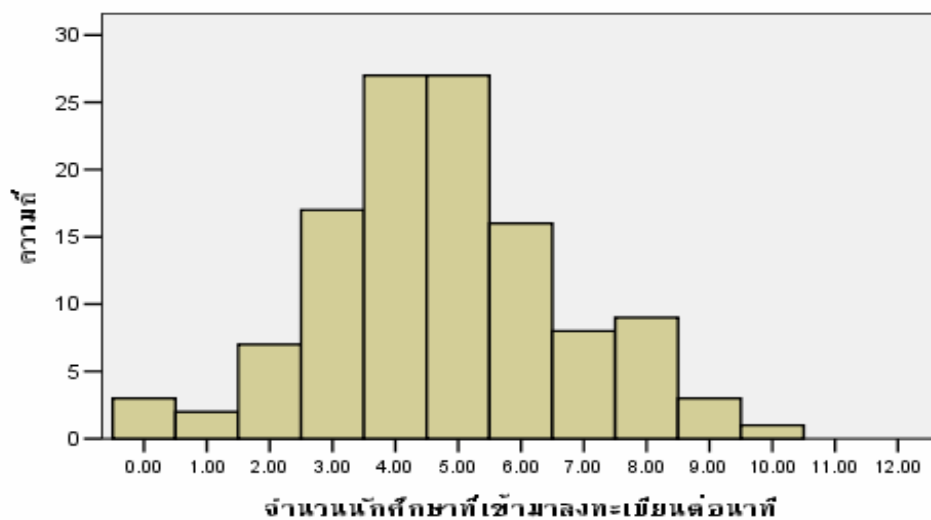
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7



ภาพผนวกที่ ข21 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องทางการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 7

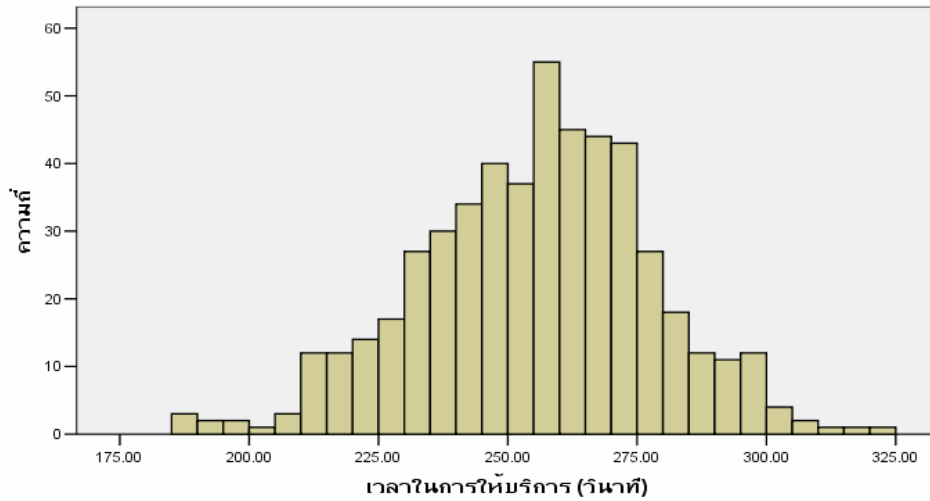
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 8

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



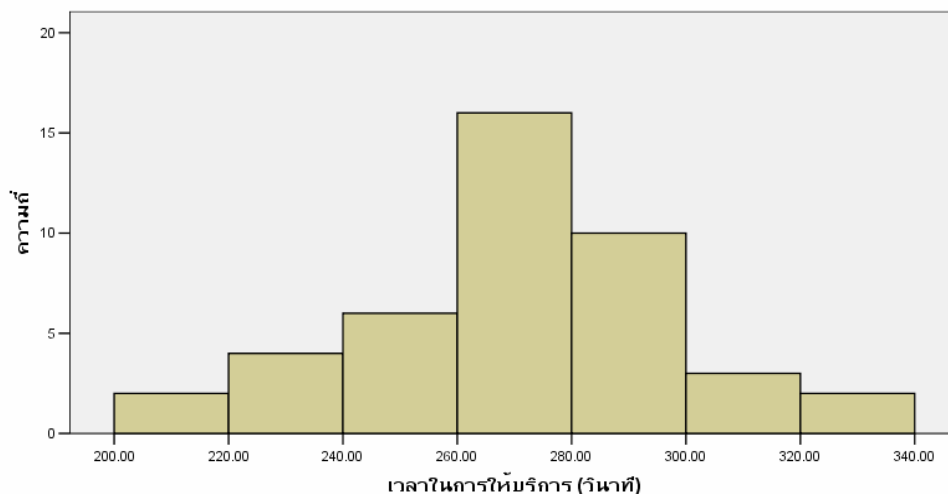
ภาพผนวกที่ ข22 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



ภาพผนวกที่ ข23 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

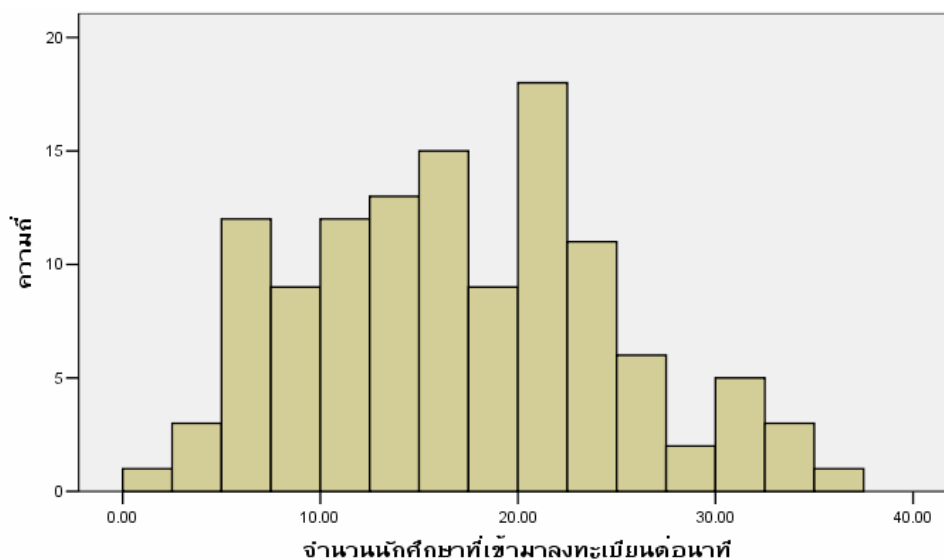
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8



ภาพผนวกที่ ข24 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 8

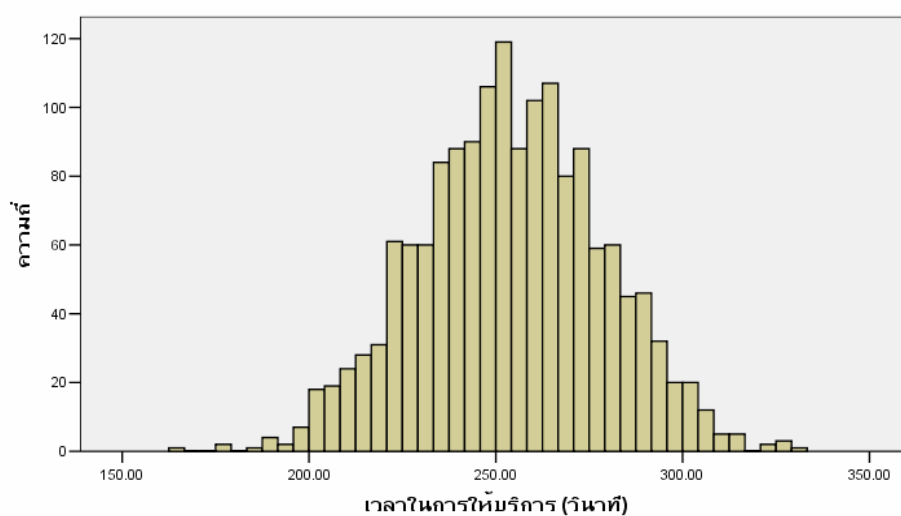
## การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 9

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9



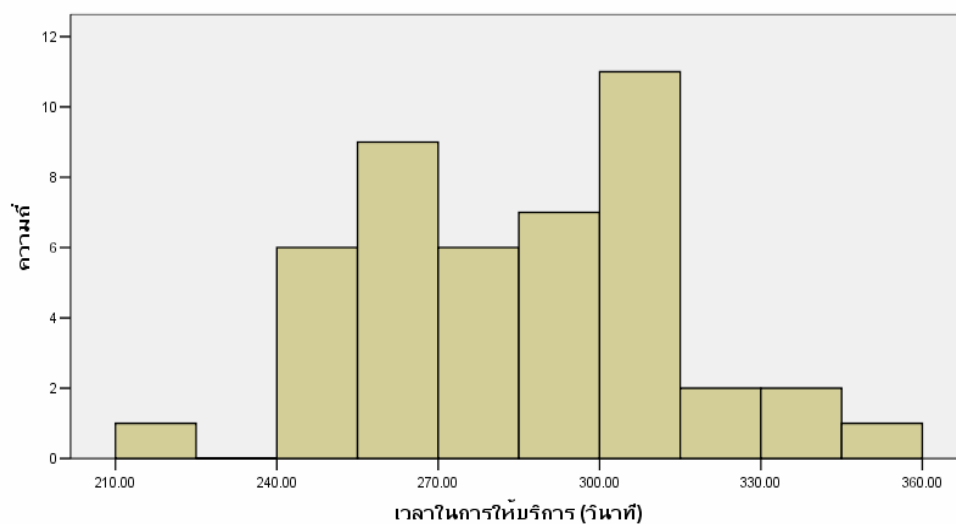
ภาพผนวกที่ ข25 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9



ภาพผนวกที่ ข26 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

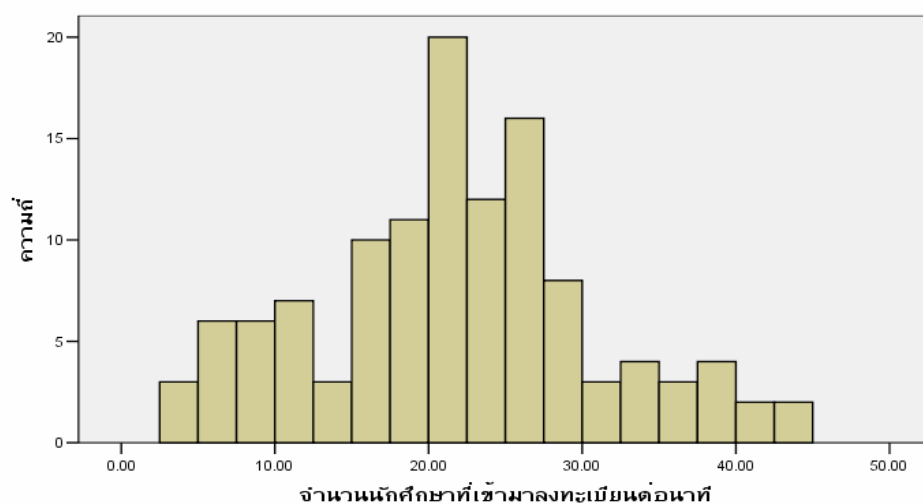
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9



ภาพผนวกที่ ข27 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 9

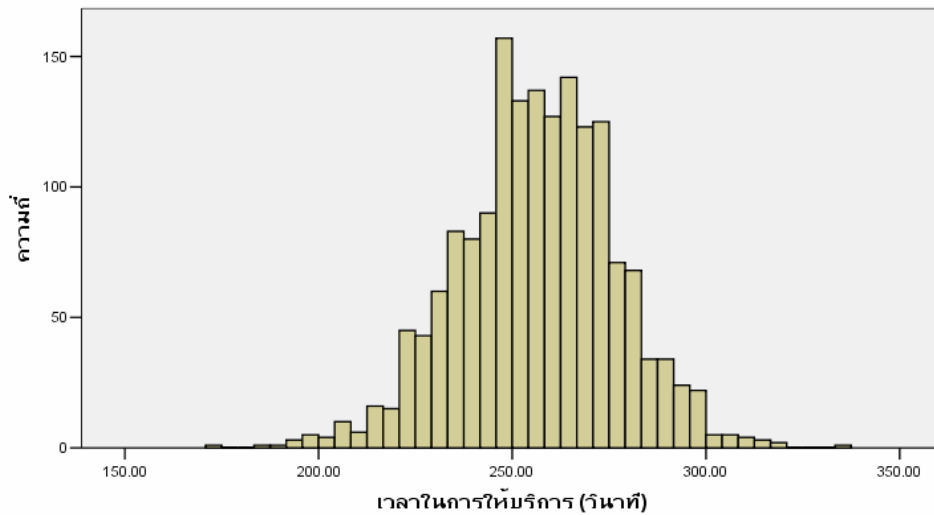
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 10

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10



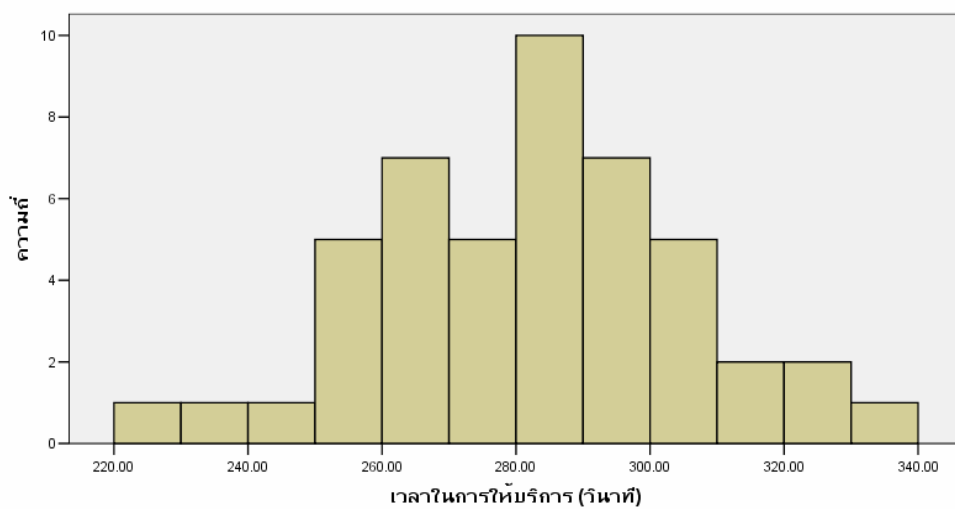
ภาพผนวกที่ ข28 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10



ภาพผนวกที่ ข29 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

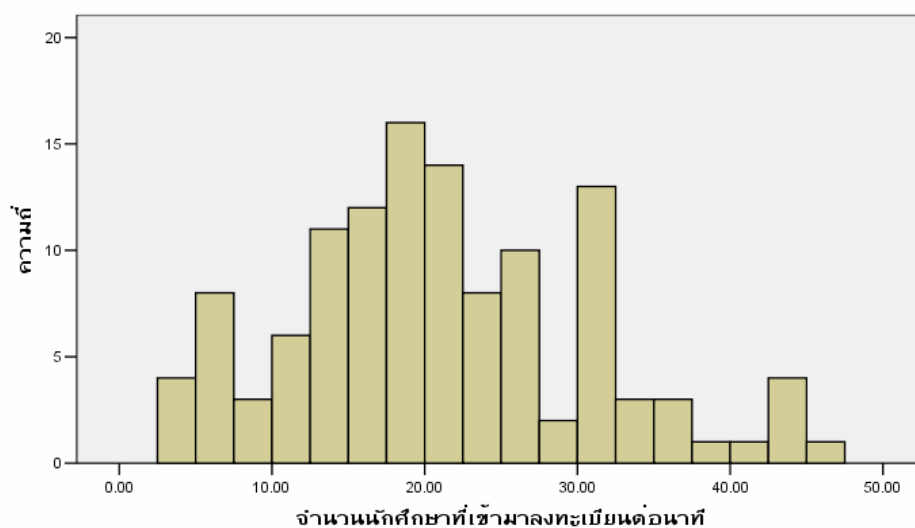
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10



ภาพผนวกที่ ข30 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 10

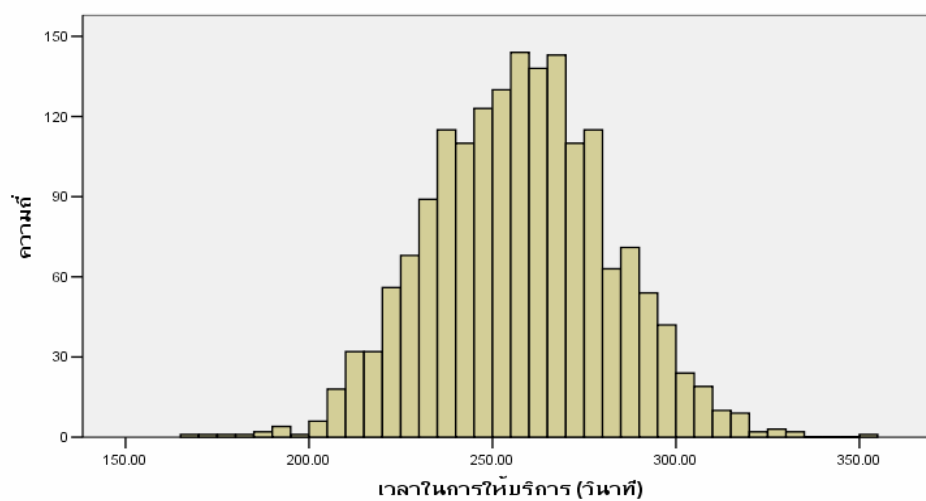
## การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 11

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



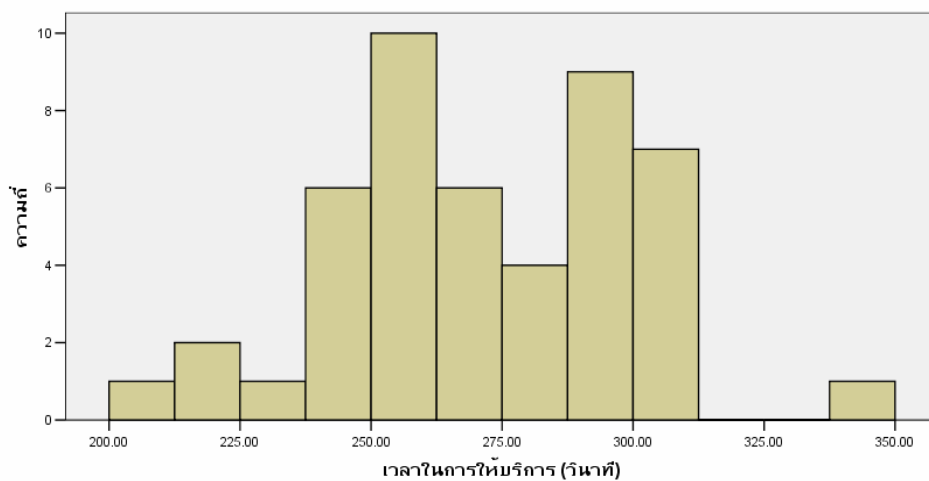
ภาพผนวกที่ ข31 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่ออนาที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



ภาพผนวกที่ ข32 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

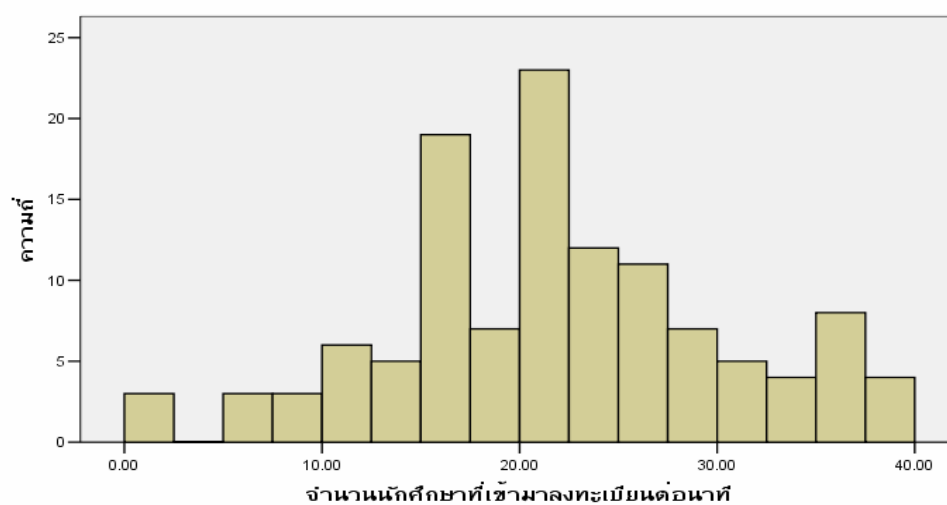
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11



ภาพผนวกที่ ข33 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 11

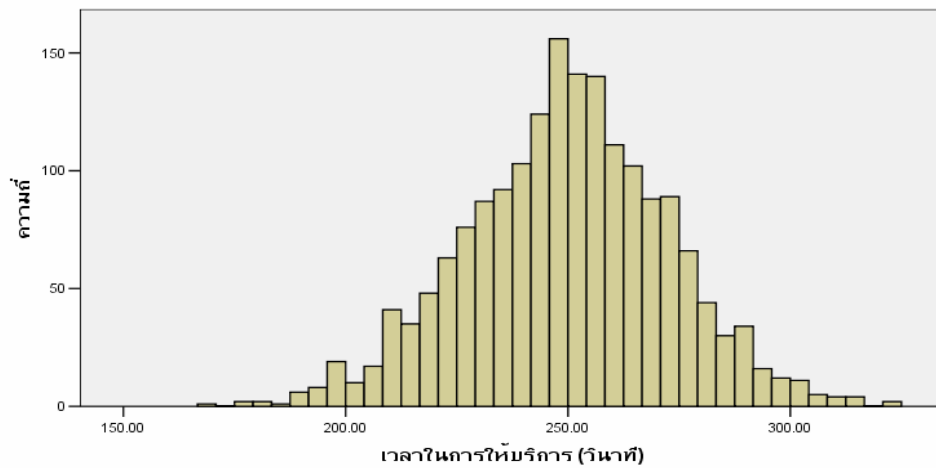
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 12

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



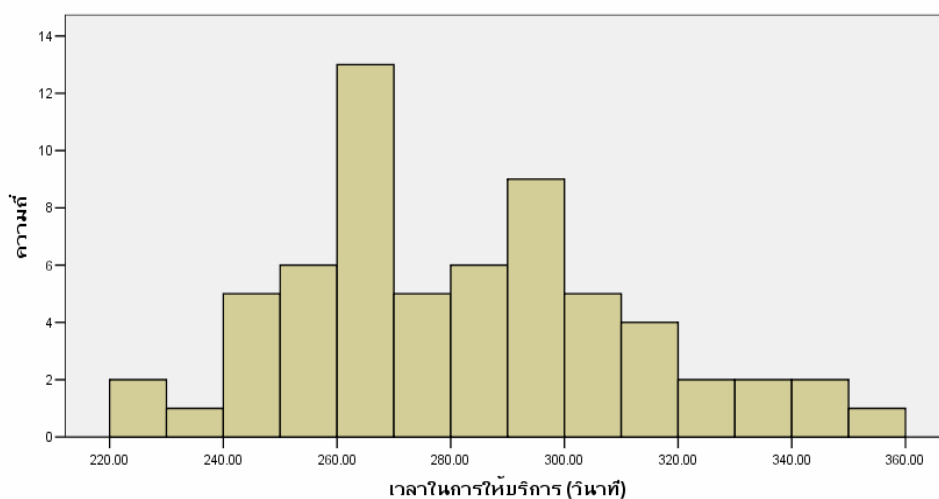
ภาพผนวกที่ ข34 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



ภาพผนวกที่ ข35 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

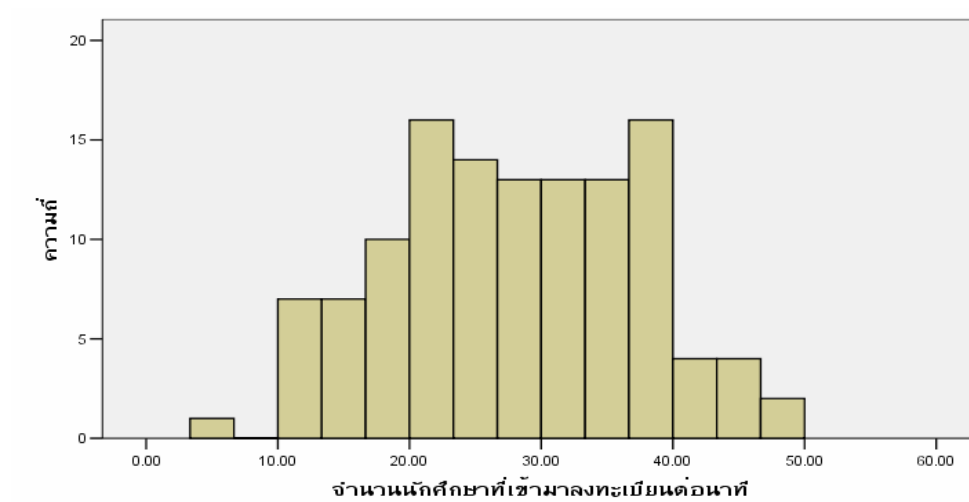
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12



ภาพผนวกที่ ข36 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 12

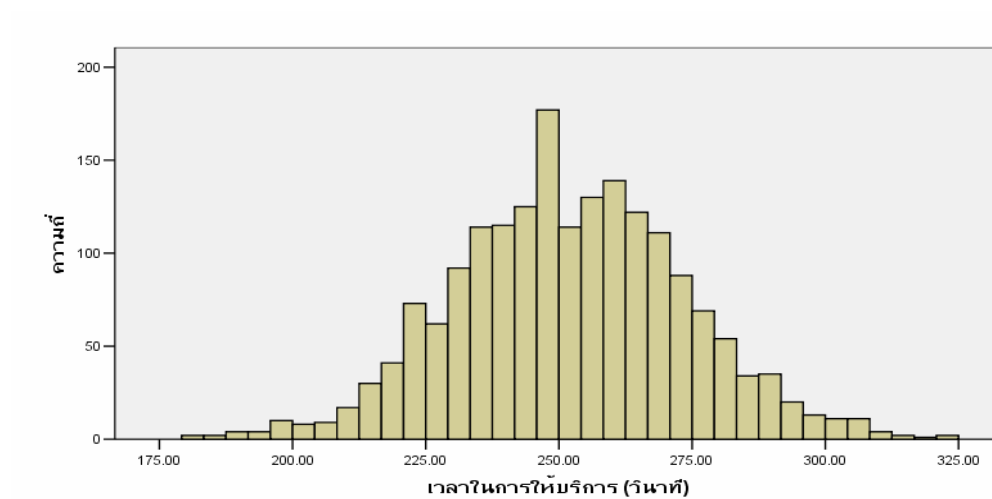
### การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 13

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



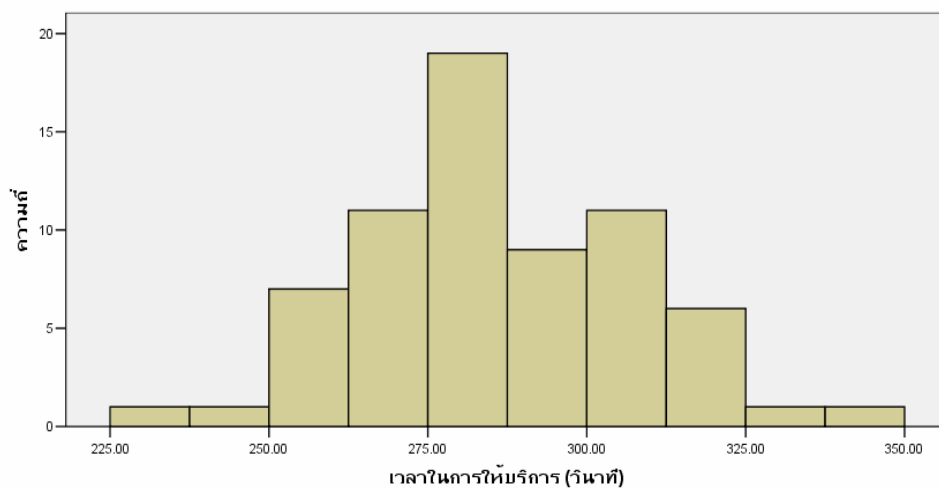
ภาพผนวกที่ ข37 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



ภาพผนวกที่ ข38 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

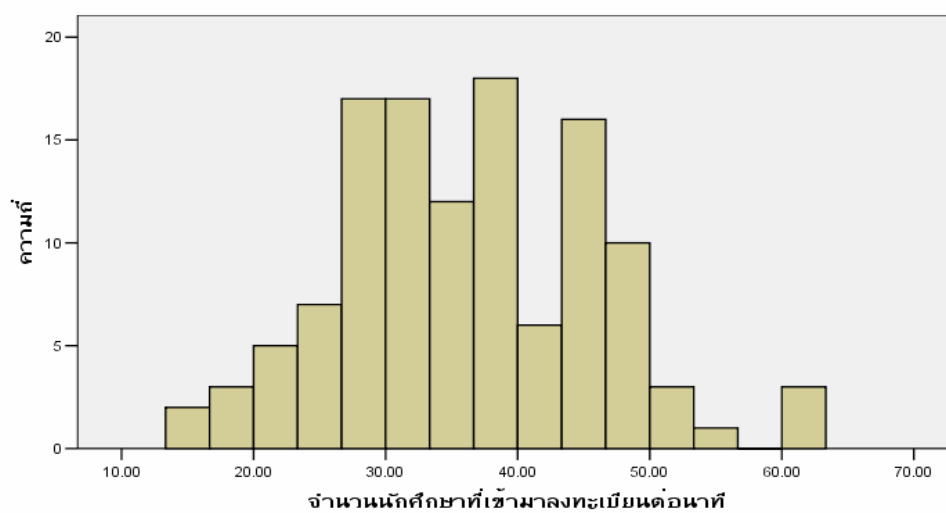
3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13



ภาพผนวกที่ ข39 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 13

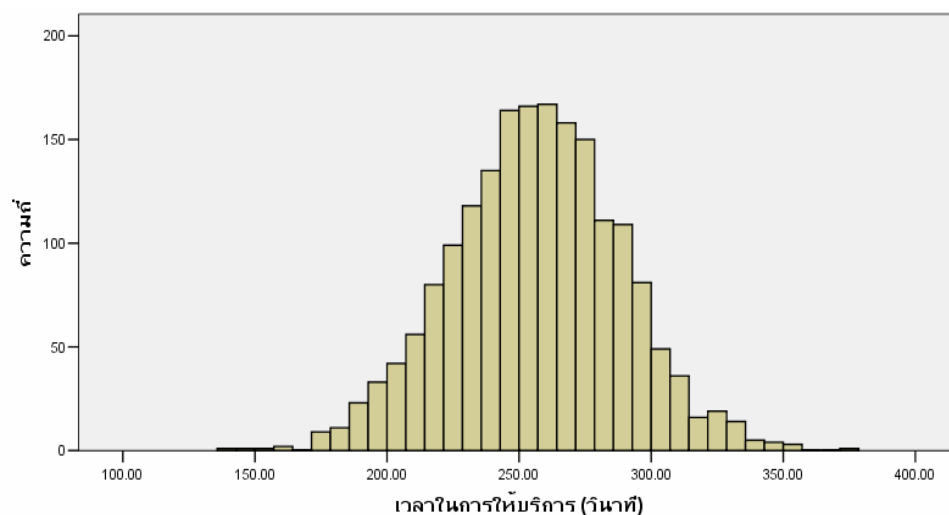
การลงทะเบียนวิชาเรียนในวันที่ 14

1. จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



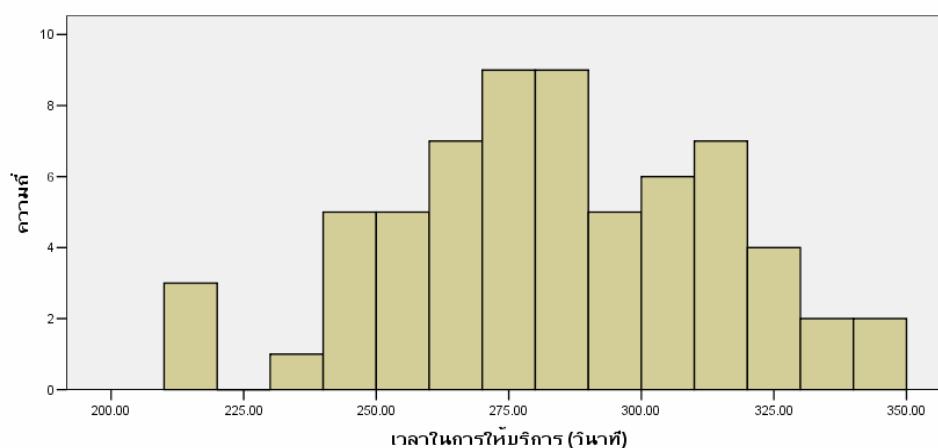
ภาพผนวกที่ ข40 จำนวนนักศึกษาที่เข้ามาลงทะเบียนวิชาเรียนต่อหน้าที่ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

2. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



ภาพผนวกที่ ข41 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนปกติ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

3. เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14



ภาพผนวกที่ ข42 เวลาการให้บริการลงทะเบียนวิชาเรียนของเจ้าหน้าที่ช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร (นักศึกษา) วิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในวันลงทะเบียนวันที่ 14

### ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอารีรัตน์ ลักษมีลออ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 กรกฎาคม 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากศูนย์วิชาบูรณาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2548)