



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถโดยสารสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โดยใช้การจำลองสถานการณ์

Improving Kasetsart University Bus Routes By Simulation Modeling and Analysis

นามผู้วิจัย นางสาวนิรมล โขขุนทด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ไอลดา ตริรัตน์ตระกูล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์รุ่งรัตน์ กิษฐ์เพ็ญ, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถโดยสารสวัสดิการภายใน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยการใช้การจำลองสถานการณ์

Improving Kasetsart University Bus Routes By
Simulation Modeling and Analysis

โดย

นางสาวนิรมล โขขุนทด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

พ.ศ. 2557

นิรมล โขขุนทด 2557: การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินทางโดยสารสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้การจำลองสถานการณ์ ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ไอลดา ศรีรัตน์ตระกูล, Ph.D. 117 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสถานการณ์ของรถสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในช่วงเวลาเร่งด่วน โดยมีดัชนีชี้วัด คือ ระยะเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารและเพิ่มระดับการบริการของรถสวัสดิการที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาที ซึ่งแนวทางการปรับปรุงที่ 1 คือ การเพิ่มจำนวนรถ และแนวทางการปรับปรุงที่ 2 คือ การเปลี่ยนรถวิ่งตามปกติเป็นรถสายด่วนตามจำนวนที่เหมาะสม

จากการจัดการตารางการเดินทางสวัสดิการใหม่ พบว่าจำนวนรถที่เหมาะสมของรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 สำหรับช่วงเวลา 7:30-9:30 น. คือ 5 3 3 และ 5 คัน ตามลำดับ โดยวิ่งตามปกติทุกคัน ซึ่งสามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 25.02% 33.57% 38.03% และ 32.86% ตามลำดับ และมีระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาที เพิ่มขึ้น 7.74% 26.65% 20.03% และ 20.41% ตามลำดับ สำหรับช่วงเวลา 11:30-13:30 น. มีจำนวนรถที่เหมาะสม คือ 5 2 2 และ 5 คัน ตามลำดับ โดยวิ่งตามปกติทุกคัน ซึ่งสามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 45.91% 0% 0% และ 39.01% ตามลำดับ และมีระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาที เพิ่มขึ้น 12.07% 0% 0% และ 13.15% ตามลำดับ และสำหรับช่วงเวลา 15:30-17:30 น. มีจำนวนรถที่เหมาะสมคือ 4 4 4 และ 5 คัน ตามลำดับ โดยรถสวัสดิการสาย 1 และ สาย 2 วิ่งตามปกติทุกคัน แต่รถสวัสดิการสาย 3 มี รถ 3 คัน ที่วิ่งตามปกติ และ 1 คัน วิ่งสายด่วน และ รถสวัสดิการสาย 4 มี รถ 4 คัน ที่วิ่งตามปกติ และ 1 คัน วิ่งสายด่วน ซึ่งสามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 25.42% 33.78% 41.49% และ 42.90% และมีระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาที เพิ่มขึ้น 13.45% 30.41% 38.46% และ 31.34% ตามลำดับ

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Niramon Khokhuntut 2014: Improving Kasetsart University Bus Routes By Simulation Modeling and Analysis. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Miss Ailada Treeratrakoon, Ph.D. 117 pages.

The objective of this research is to simulate status of Kasetsart University shuttle buses which run on Bangkhen Campus during rush hours. The key performance indexes are reducing an average waiting time per passenger and increasing a level of service not exceeding 10 minutes. The first improvement approach is increasing the number of buses. The second improvement approach is changing normal bus route to express line in an optimal number of buses.

The outcome of this research has found that at 7:30 a.m. - 9:30 a.m., the optimal number of buses in line 1, 2, 3 and 4 which run as normal route is 5, 3, 3 and 5 respectively. The average waiting time per passenger for each line is reduced by 25.02%, 33.57%, 38.03% and 32.86% and the level of service not exceeding 10 minutes for each line is increased by 7.74%, 26.65%, 20.03% and 20.41% respectively. At 11:30 a.m. - 1:30 p.m., the optimal number of buses in line 1, 2, 3 and 4 which run as normal route is 5, 2, 2 and 5 respectively. The average waiting time per passenger for each line is reduced by 45.91%, 0%, 0% and 39.01% and the level of service not exceeding 10 minutes for each line is increased by 12.07%, 0%, 0% and 13.15% respectively. At 3:30 p.m. - 5:30 p.m., the optimal number of buses in line 1, 2, 3 and 4 is 4, 4, 4 and 5 respectively. The bus line 1 and 2 run as normal route. However, there are 3 buses running as normal route and 1 bus running as express line in line 3 and there are 4 buses running as normal route and 1 bus running as express line in line 4. The average waiting time per passenger for each line is reduced by 25.42%, 33.78%, 41.49% and 42.90% and the level of service not exceeding 10 minutes for each line is increased by 13.45%, 30.41%, 38.46% and 31.34% respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.โอลดา ตริรัตน์ตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของงานวิจัยนี้มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รุ่งรัตน์ ภัสร์เพ็ญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งคณะกรรมการในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้ายทุกท่านที่เสียสละเวลาควบคุมการสอบและให้คำแนะนำเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานขับรถสวัสดิการ กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ที่อนุเคราะห์ข้อมูล และขั้นตอนในการเดินรถสวัสดิการ ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารสวัสดิการและข้อมูลจาก Global Positioning System (GPS) รวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการรถโดยสารสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาเสมอมา รวมทั้งเพื่อนๆที่ได้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนลุล่วงไปได้ด้วยดี

นิรมล โขขุนทด

มิถุนายน 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	42
สรุปและข้อเสนอแนะ	61
สรุป	61
ข้อเสนอแนะ	61
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	62
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก แสดงข้อมูลระยะทางระหว่างจุดจอดของ รถสวัสดิการสาย 1 2 3 และ 4	65
ภาคผนวก ข แสดงแบบสอบถาม	67
ภาคผนวก ค แสดงแบบฟอร์มใบบันทึกเวลาและจำนวนผู้โดยสาร	69
ภาคผนวก ง แสดงข้อมูลจำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการ สาย 1 2 3 และ 4 เฉลี่ย ในเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2556 ใน แต่ละช่วงเวลา เป็นเวลา 15 วัน	71
ภาคผนวก จ แสดงเวลาระหว่างการเข้ามาที่จุดจอดต่างๆ ของผู้โดยสาร ในแต่ละช่วงเวลา	76
ภาคผนวก ฉ แสดงความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทาง ไปยังจุดจอดเป้าหมาย	81

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข แสดงเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของรถสวัสดิการ สาย 123 และ 4	104
ภาคผนวก ซ แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบ	108
ภาคผนวก ฉ แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ผู้โดยสารขึ้น-ลง ในแต่ละจุดจอด ของรถสวัสดิการสาย 23 และ 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	115
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จุดจอดของการเดินรถสวัสดิการสายต่างๆ	23
2	ความเร็วของการเดินรถสวัสดิการสายต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา	30
3	จำนวนรอบทำซ้ำของระบบการให้บริการรถสวัสดิการ	39
4	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test ของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รถสวัสดิการวิ่ง 1 รอบ	40
5	การเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจที่เวลาคอยรวม โดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากผลของแบบสอบถามและแบบจำลองสถานการณ์	41
6	ความน่าจะเป็นของการใช้บริการจุดจอดรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม	46
7	ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบัน	49
8	ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 1	50
9	ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	57
10	ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	57
11	ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	57
12	เปรียบเทียบเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารที่ลดลง	59
13	เปรียบเทียบระดับการบริการของระบบรถสวัสดิการที่เวลาคอยไม่เกิน 10 นาที	59

ตารางผนวกที่

ก1	ข้อมูลระยะทางระหว่างจุดจอดปัจจุบันและจุดจอดถัดไป	66
ง1	จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 1	72
ง2	จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 2	73
ง3	จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 3	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง4 จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4	75
จ1 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 1	77
จ2 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 2	78
จ3 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 3	79
จ4 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 4	80
ฉ1 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.	82
ฉ2 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.	84
ฉ3 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	86
ฉ4 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.	88
ฉ5 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.	90
ฉ6 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	92
ฉ7 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.	94
ฉ8 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.	96
ฉ9 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	98
ฉ10 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ฉ11 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.	101
ฉ12 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย ที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอด เป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	102
ช1 เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 7:30-9.30 น. ระหว่างจุดจอดปัจจุบัน และจุดจอดถัดไป	105
ช2 เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 11:30-13.30 น. ระหว่างจุดจอด ปัจจุบันและจุดจอดถัดไป	106
ช3 เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 15:30-17.30 น. ระหว่างจุดจอด ปัจจุบันและจุดจอดถัดไป	107
ฅ1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ผู้โดยสารขึ้น-ลง ในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	116

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างระบบแถวคอย	4
2 หน้าต่างแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena	12
3 แสดงตัวอย่างหน้าต่างของการกำหนดขอบเขตของการรันผล	13
4 รายงานผลแบ่งตามประเภททางสถิติ	15
5 ขั้นตอนการให้บริการของรถสวัสดิการ	21
6 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 1 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น.	25
7 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 2 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น.	26
8 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 3 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น.	27
9 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 15:30 น.	28
10 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4 สำหรับช่วงเวลา 15:30 – 18:30 น.	29
11 ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ	32
12 การเข้ามาของผู้โดยสาร	33
13 การบริการของรถสวัสดิการ	34
14 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม	42
15 การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยของผู้ตอบแบบสอบถาม	43
16 เวลาในการรอรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม	43
17 เวลาที่สามารถรอรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม	44
18 ความพึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม	45
19 ความพึงพอใจตำแหน่งจุดจอดรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม	48
20 เปรี่เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.	51
21 เปรี่เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	เปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.	52
23	เส้นทางและจุดจอดรถสายด่วนของรถสวัสดิการสาย 2 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.	54
24	เส้นทางและจุดจอดรถสายด่วนของรถสวัสดิการสาย 3 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.	55
25	เส้นทางและจุดจอดรถสายด่วนของรถสวัสดิการสาย 4 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.	56

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถโดยสารสวัสดิการภายใน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์

**Improving Kasetsart University Bus Routes By
Simulation Modeling and Analysis**

คำนำ

ปัจจุบันรถสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ได้ให้บริการระหว่างเวลา 06:30-18:30 น. โดยมีรถสวัสดิการรวมทั้งสิ้น 30 คัน แบ่งเป็นรถบัส 25 ที่นั่ง จำนวน 6 คัน และรถรางนนทรี จำนวน 24 คัน โดยมี 4 สายหลัก และ 1 สายเสริมพิเศษ จากการสำรวจปริมาณของผู้ใช้บริการรถสวัสดิการ มก. งานยานพาหนะ กองยานพาหนะอาคารและสถานที่ พบว่าการใช้บริการรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 สาย 4 และ สายเสริมพิเศษ คิดเป็น 57.2% 20.8% 16.6% 5.2% และ 0.2% ตามลำดับ และในช่วงเวลาเร่งด่วน จะมีผู้ให้บริการจำนวนมาก ซึ่งการรอรับบริการจากรถสวัสดิการที่มีจำนวนจำกัดนั้นทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ รวมถึงปัญหาความจุของผู้ให้บริการต่อรถในแต่ละคันที่มีจำนวนจำกัด อีกทั้งระยะห่างของเวลาการปล่อยรถ และจำนวนรถที่มีอยู่ของแต่ละสายนั้นไม่เหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาการรอรับบริการจากรถสวัสดิการเป็นเวลานาน เมื่อทำการออกแบบสอบถามเวลาที่ผู้ให้บริการสามารถรอรถสวัสดิการได้ พบว่าเวลาที่สามารถรอได้น้อยกว่า 5 นาที 5-10 นาที มากกว่า 10 นาที และ อื่นๆ คือ 63.27% 16.33% และ 4.08% ตามลำดับ

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นจึงศึกษาเส้นทางการเดินรถของรถสวัสดิการเฉพาะสายหลัก ทำการเก็บข้อมูลการให้บริการรถสวัสดิการจากข้อมูลภาคสนาม และใช้การจำลองสถานการณ์เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการปรับปรุงที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบจริง เพื่อลดเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารและเพิ่มระดับการบริการของรถสวัสดิการให้เหมาะสมกับปริมาณรถสวัสดิการที่มีอยู่ในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1. เพื่อหาแนวทางการเพิ่มระดับการบริการของระบบรถสวัสดิการที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ให้เหมาะสมกับปริมาณรถสวัสดิการที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อหาจำนวนรถสวัสดิการในแต่ละสายและระยะห่างของการปล่อยรถที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่อลดเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสาร

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาการจำลองสถานการณ์เฉพาะ 4 สายหลัก คือ สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 ในช่วงเวลาเร่งด่วน ได้แก่ ช่วงเวลา 7:30-9:30 น. 11:30-13:30 น. และ 15:30-17:30 น.
2. ใช้โปรแกรม Arena 13.0 (Arena Rockwell Software)
3. กำหนดให้ผู้โดยสารแต่ละคนใช้เวลาในการขึ้น-ลง โดยเฉลี่ย 2 วินาที และมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
4. กำหนดให้รถสวัสดิการมีเวลาระหว่างเข้า-ออก ที่จุดจอด โดยเฉลี่ย 10 วินาที และมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มระดับการบริการของระบบรตสวัสดิการที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ให้เหมาะสมกับปริมาณรตสวัสดิการที่มีอยู่ในปัจจุบันได้
2. ทราบจำนวนรตสวัสดิการ ในแต่ละสายและระยะห่างของการปล่อยรตที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่อลดเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสาร
3. สามารถนำแนวทางการปรับปรุงให้นำไปปฏิบัติได้จริง

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

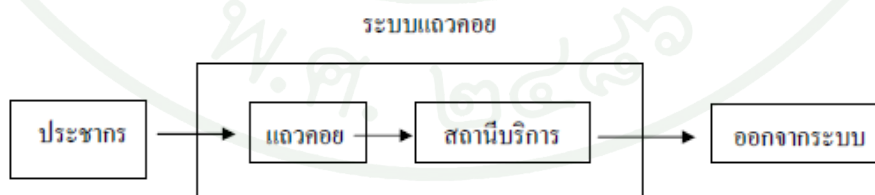
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีแถวคอย

ทฤษฎีแถวคอยจะมีแบบจำลองเชิงปริมาณที่มีลักษณะแตกต่างกันหลายแบบขึ้นอยู่กับรูปแบบและลักษณะของผู้เข้ามาใช้บริการ ลักษณะของหน่วยบริการ และลักษณะของแถวคอย นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ เช่น พฤติกรรมของผู้ที่เข้ามาใช้บริการที่อยู่ในระบบแถวคอย เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาแถวคอย ผู้ศึกษาจะต้องแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงสร้างระบบแถวคอยให้มีความชัดเจน เพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจแถวคอยนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.1 องค์ประกอบพื้นฐานในระบบแถวคอย

ในระบบแถวคอยโดยทั่วไปนั้น มีลักษณะหรือ โครงสร้างของระบบที่สำคัญเหมือนกัน เช่น ลูกค้าที่มารับบริการ รูปแบบของแถวคอย และสถานีบริการ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบแถวคอย

1.2 ลักษณะของระบบแถวคอย

เราสามารถพิจารณาลักษณะของแถวคอยได้ 2 แบบ คือ ระเบียบการให้บริการ (Queue

Discipline) และผังการให้บริการ (Physical Layouts)

1.2.1 ระเบียบการให้บริการ หมายถึง กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการให้บริการว่าจะให้บริการแก่ผู้มารับบริการรายใดก่อน เช่น

ก. มาก่อนรับบริการก่อน (First Come First Serve, FCFS)

ข. มาทีหลังรับบริการก่อน (Last Come First Serve, LCFS)

ค. ผู้มารับบริการที่มีความจำเป็นได้รับบริการก่อน

1.2.2 ผังการให้บริการ หมายถึง จำนวนหน่วยที่ให้บริการมีจำนวนเท่าไร และขั้นตอนการให้บริการมีกี่ขั้นตอน ซึ่งเราสามารถที่จะสรุปผังการให้บริการ

1.3 รูปแบบของระบบแถวคอย (ธิดินนท์, 2555)

1.3.1 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - ขั้นตอนเดียว (single-channel-single-phase system) คือ ระบบแถวคอยที่มีหน่วยบริการหน่วยเดียวและมีขั้นตอนเดียว เมื่อลูกค้ารับบริการเสร็จแล้วก็จะออกจากระบบไป

1.3.2 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - หลายขั้นตอน (single-channel-multiple-phase system) คือ ระบบแถวคอยที่ขั้นตอนการบริการหลายขั้นตอน (มากกว่า 1 ขั้นตอน) และแต่ละขั้นตอนมีหน่วยบริการเดียว

1.3.3 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (multiple - channel- single - phase system) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการขั้นตอนเดียว แต่มีหลายหน่วยบริการ

1.3.4 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - หลายขั้นตอน (multiple - channel - multiple - phase system) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการหลายขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนมีหลายหน่วยบริการ

1.4 ลักษณะของผู้มารับบริการ

สามารถพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

1.4.1 จำนวนประชากร (Population) หมายถึง ผู้ที่มีโอกาสเข้ามาใช้บริการในระบบ แลวดคอย ซึ่งเราจะพบว่าบางระบบจำนวนประชากรมีโอกาที่จะเข้าสู่ระบบเป็นจำนวนมาก เช่น ธนาคาร ปั้มน้ำมัน โรงพยาบาล เป็นต้น เราจะเรียกว่า จำนวนประชากรไม่จำกัด บางระบบจำนวนประชากรที่มีโอกาสเข้าสู่ระบบมีจำนวนน้อย เช่น จำนวนเครื่องจักรของโรงงานที่ต้องซ่อมมีจำนวน 10 เครื่อง เป็นต้น เราจะเรียกว่า จำนวนประชากรจำกัด ซึ่งในการวิเคราะห์ระบบแลวดคอย ต้องสามารถระบุถึงจำนวนประชากรได้ว่ามีลักษณะจำกัดหรือไม่จำกัด

1.4.2 ลักษณะการเข้ามารับบริการ (Arrival Characteristics) ในการเข้ามารับบริการ เราสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะที่สำคัญ คือ

ก. การเข้ามารับบริการแบบคงที่ หมายถึง การเข้ามารับบริการในอัตราที่สม่ำเสมอ เช่น ในระบบสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น

ข. การเข้ามารับบริการแบบสุ่ม หมายถึง การเข้ามารับบริการมีลักษณะที่ไม่แน่นอนไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทราบล่วงหน้าและการเข้ามารับบริการในแต่ละรายจะมีความเป็นอิสระต่อกัน โดยปกติแล้วลักษณะการเข้ามารับบริการส่วนใหญ่จะเป็นแบบสุ่ม โดยที่อัตราการเข้ามารับบริการจะมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง

ในการเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการของลูกค้าทำได้ 2 ลักษณะคือ

1. อัตราการเข้ามารับบริการ (arrival rate) หมายถึง ลูกค้าเข้ามารับบริการ โดยเฉลี่ยกี่คนในหนึ่งหน่วยเวลา

2. เวลาระหว่างการเข้ามารับบริการ (arrival time interval) หมายถึง เวลาห่างโดยเฉลี่ยระหว่างลูกค้าแต่ละคน

1.4.3 พฤติกรรมของผู้มารับบริการ (Behavior) บางระบบผู้เข้ามาใช้บริการจะมีความอดทนในการรอเพื่อที่จะได้รับบริการ ในขณะที่บางระบบผู้เข้ามาใช้บริการอาจจะไม่รอรับบริการหรืออาจเปลี่ยนไปใช้หน่วยบริการอื่นแทน บางกรณีผู้มารับบริการมีระดับความสำคัญที่สูงเข้ามาใช้บริการ ซึ่งอาจใช้สิทธิพิเศษที่จะไม่เข้าสู่ระบบแถวคอยได้ ทำให้ได้รับบริการก่อน เป็นต้น โดยปกติแบบจำลองแถวคอยส่วนใหญ่จะมีสมมติฐานที่ผู้เข้ามาใช้บริการจะรอจนกว่าจะได้รับบริการ

1.5 ลักษณะหน่วยบริการ

มีประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาจะเกี่ยวข้องกับอัตราการให้บริการแก่ผู้มารับบริการ (Service Rate) ซึ่งการให้บริการของหน่วยบริการจะมีการให้บริการ 2 ลักษณะ

1.5.1 อัตราการให้บริการแบบคงที่ หมายถึง การให้บริการในแต่ละรายจะใช้เวลาที่เท่าๆ กัน เช่น การบรรจุน้ำดื่มลงขวดด้วยเครื่องจักร ซึ่งแต่ละขวดจะใช้เวลา 5 วินาที ดังนั้น อัตราการให้บริการจะเท่ากับ 12 ขวดต่อนาที

1.5.2 อัตราการให้บริการแบบสุ่ม หมายถึง การให้บริการในแต่ละรายใช้เวลาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าแต่ละราย การรวบรวมข้อมูลของการให้บริการมักจะอยู่ในรูปของเวลาที่ใช้ในการบริการ (Service Time) ของแต่ละรายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยส่วนใหญ่ลักษณะหน่วยบริการจะเป็นเวลาที่ใช้ในการบริการแบบสุ่มและมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

2. การจำลองแบบปัญหา

ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญช่วยในการพิจารณาและวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากขึ้น โดยการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลอง ซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์คือ การสร้างแนวทางในการตัดสินใจ

ให้ระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้ระบบ หรือปรับปรุงระบบงานเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น โดยปราศจากการรบกวนงานในระบบจริง (ศิริจันทร์, 2532)

(Shannon, 1975) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองปัญหาว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

2.1 ชนิดของแบบจำลอง

เราสามารถจำแนกชนิดของแบบจำลองเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ใน 3 มิติ (วุฒิชัย, 2555) ดังนี้

2.1.1 มิติของเวลา สามารถแบ่งแบบจำลองเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบจำลองสถิตย์ (Static Simulation Models) และแบบจำลองพลวัตน์ (Dynamic Simulation Models)

ก. แบบจำลองสถิตย์ หมายถึง แบบจำลองชนิดที่ค่าสถานะของเอนทิตีต่างๆในระบบ (state variables) ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม การจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในแบบจำลองชนิดนี้มักอาศัยการสร้างตัวเลขสุ่มตามลักษณะการแจกแจงข้อมูลชนิดต่างๆ โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงแบบจำลองสถิต ก็หมายถึง แบบจำลองมอนติคาร์โล

ข. แบบจำลองพลวัตน์ ตรงข้ามกับแบบจำลองสถิตย์ กล่าวคือ สถานะของเอนทิตีต่างๆในระบบมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การสร้างแบบจำลองชนิดนี้อาศัยกลไก “นาฬิกาของแบบจำลอง” เป็นตัวควบคุม เมื่อนาฬิกาของแบบจำลองเดินไปค่าสถานะต่างๆของเอนทิตีจะถูกแก้ไข (update) ไปตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง แบบจำลองชนิดนี้เหมาะสำหรับการสร้างแบบจำลองระบบอุตสาหกรรมและการให้บริการต่างๆ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

2.1.2 มิติความแน่นอนของข้อมูล เมื่อพิจารณาที่การเกิดค่าของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลอง สามารถแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบจำลองดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Simulation Models) และแบบจำลองสโตคาสติก (Stochastic Simulation Models)

ก. แบบจำลองดิเทอร์มินิสติก คือ แบบจำลองที่ข้อมูลนำเข้ามีค่าเฉพาะเจาะจง เมื่อนำค่าของข้อมูลนำเข้าดังกล่าวนี้ไปใช้จึงสร้างค่าคำตอบของผลลัพธ์ที่จำเพาะเจาะจง แม้จะใช้แบบจำลองสักกี่ครั้งหากใช้ข้อมูลนำเข้าชุดเดิมก็จะสร้างค่าของผลลัพธ์แบบเดิม

ข. แบบจำลองสโตคาสติก หรือแบบจำลองพหุอะบิลิสติก (Probabilistic Simulation) คือ แบบจำลองที่ข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างสุ่ม และด้วยเหตุที่ข้อมูลนำเข้าเกิดขึ้นอย่างสุ่ม ข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลองจึงเกิดขึ้นอย่างสุ่มด้วยเช่นกัน กล่าวคือ ทั้งข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ล้วนมีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variables) การทดลองใช้แบบจำลองแต่ละครั้งจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไป ผู้สร้างแบบจำลองสโตคาสติกจึงจำเป็นต้องทดสอบแบบจำลองซ้ำแล้วซ้ำเล่า จนได้ข้อมูลคำตอบมากเพียงพอที่จะสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่สนใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การทดลองแบบจำลองดิเทอร์มินิสติกทดลองเพียงครั้งเดียวก็ได้คำตอบที่ต้องการ

2.1.3 มิติความต่อเนื่องของเหตุการณ์ สามารถแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบจำลองต่อเนื่อง (Continuous Simulation Models) และแบบจำลองไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Simulation Models)

ก. แบบจำลองต่อเนื่อง คือ แบบจำลองสำหรับระบบงานที่มีความต่อเนื่องของเหตุการณ์ตามเวลา เมื่อพิจารณาพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานะของเอนทิตีต่างๆ ในระบบจะพบว่าสถานะต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง

ข. แบบจำลองแบบไม่ต่อเนื่อง คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง บางครั้งเรียกแบบจำลองนี้ว่า “แบบจำลองเป็นช่วง”

อย่างไรก็ดีสำหรับระบบต่อเนื่องไม่จำเป็นต้องสร้างแบบจำลองแบบต่อเนื่องเท่านั้น บางครั้งเมื่อพิจารณาความเหมาะสมแล้ว นักพัฒนาแบบจำลองอาจใช้แบบจำลองไม่ต่อเนื่องกับระบบต่อเนื่องก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองเป็นหลัก

2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

2.2.1 การกำหนดลักษณะของปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

2.2.2 การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจน

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของระบบทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นข้อมูลนำเข้า (Input data) ให้กับแบบจำลอง

2.2.4 การสร้างตัวแบบจำลองที่อธิบายพฤติกรรมของระบบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Verification) ว่าโปรแกรมที่สร้างนั้นสามารถทำงานได้หรือไม่

2.2.6 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation) เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมรันผ่านแล้วให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง และมีการใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาตรวจสอบผลลัพธ์ โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติ เพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นเพียงค่าประมาณ

2.2.7 การวางแผนการทดลองว่าจะใช้ตัวแบบจำลองอย่างไรและทำการทดลองซ้ำจำนวนเท่าใด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ

2.2.8 การดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้

2.2.9 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากตัวแบบจำลอง รวมทั้งวิเคราะห์วิธีปรับปรุงตัวแบบจำลองเมื่อระบบงานจริงมีการปรับเปลี่ยน

2.2.10 การจัดการทำเอกสารแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

2.2.11 การนำเสนอผลสำเร็จที่ดีที่สุด ที่ได้จากตัวแบบจำลองไปใช้งาน

2.3 ข้อดีของการใช้แบบจำลองสถานการณ์

2.3.1 สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้

2.3.2 สามารถสร้างตัวแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้ โดยใช้เวลาน้อยลงในการประมวลผล

2.3.3 สามารถใช้แบบจำลองกับระบบ ที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้

2.3.4 สามารถจำลองระบบทางเลือกในการแก้ปัญหาของระบบ โดยเลือกทางเลือกที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง จะได้ลงทุนที่ถูกต้อง

2.4 ข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

2.4.1 การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องใช้ผู้มีความรู้ด้านการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลอง และผู้สร้างต้องมีความรู้พื้นฐานทางสถิติ เพื่อสามารถวิเคราะห์และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองไปปรับปรุงใช้ได้ถูกต้อง โดยผู้วิเคราะห์ต้องเข้าใจระบบเป็นอย่างดี และมีการเก็บข้อมูลทางสถิติในอดีตอย่างถูกต้อง จึงจะทำให้ระบบการจำลองมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง

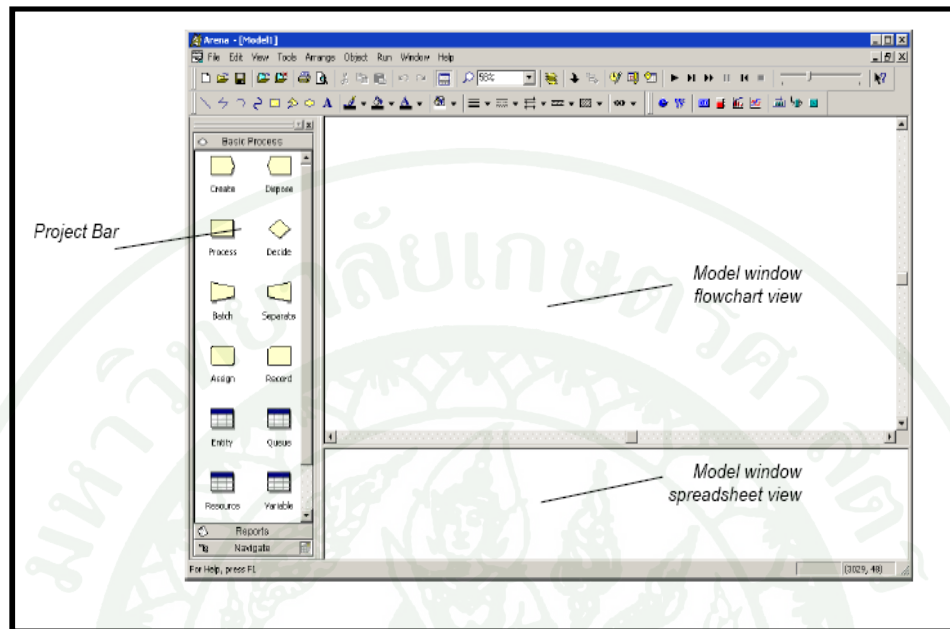
2.4.2 เนื่องจากตัวแบบจำลอง ผู้สร้างเป็นผู้สร้างทางเลือกให้ระบบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่เลือกจากแบบจำลองที่ถูกสร้าง อาจไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาให้กับระบบ

2.4.3 ผลการจำลอง มักเป็นค่าประมาณ

3. การจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena

3.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Arena

การเข้าสู่โปรแกรม Arena สามารถทำได้โดยเข้าไปที่เมนู Start > Program Files > Rockwell Software > Arena เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญดังนี้ (รุ่งรัตน์, 2553)



ภาพที่ 2 หน้าต่างแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arena

3.3.1 ส่วนที่ 1 เรียกว่า **Project Bar** ส่วนนี้ใช้สำหรับมองหาหน่วยประกอบต่าง ๆ ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบจะเรียกว่าโมดูล (Module) โดยตัวหน่วยโมดูลนี้มีไว้ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยคุณลักษณะของหน่วยโมดูล แบ่งได้เป็นสองประเภท คือ

ก. หน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจำลองโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของระบบ

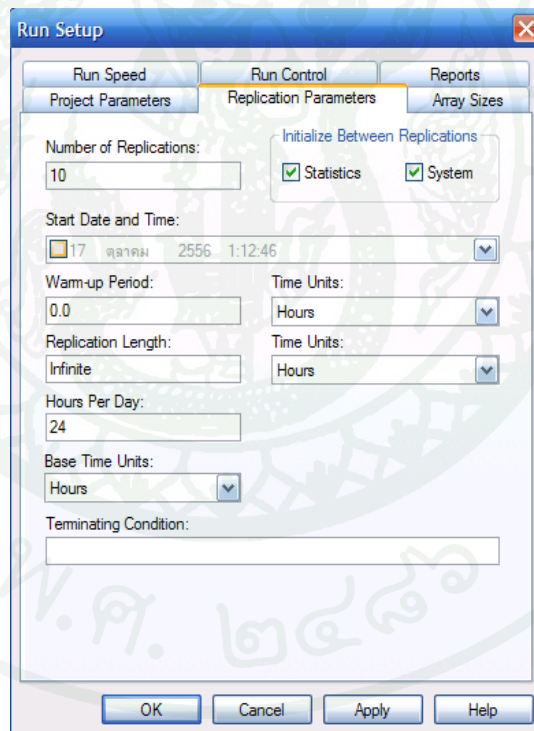
ข. หน่วยตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถนำมาคำนวณได้ หรือประมวลผลในตัวแบบจำลอง

3.3.2 ส่วนที่ 2 เรียกว่า **Flowchart view** เป็นส่วนที่ใช้แสดงการเชื่อมต่อของหน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) โดยส่วนนี้ใช้เพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบ วิธีการสร้างส่วนนี้ทำได้โดย การเลือกหน่วยโครงสร้างในส่วนที่หนึ่ง (Project Bar) แล้วคลิกลากหน่วยโครงสร้างนั้นมาวางลงในพื้นที่ที่สอง (Flowchart view) โดยแต่ละหน่วยโครงสร้างจะถูกนำมาประกอบกันด้วยเส้นเชื่อมต่อกลายเป็นผังโครงสร้างดำเนินงาน

3.3.3 ส่วนที่ 3 เรียกว่า **Spreadsheet view** เป็นส่วนที่ใช้สำหรับใส่และแสดงข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับสร้างแบบจำลอง ซึ่งแต่ละหน่วยตารางจัดการข้อมูล (**Spreadsheet Module**) ที่ถูกสร้างนี้ จะมีความสัมพันธ์ กับหน่วยโครงสร้างเสมอ

3.2 การรันผลโปรแกรม

การรันโปรแกรม **Arena** สามารถทำได้โดยการเลือกไปที่แถบเครื่องมือ **Run > Setup > เลือกแถบ Replication Parameters** จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 3 เพื่อกำหนดขอบเขตของการรันผล โดยการใส่ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลลงไปในช่องว่างที่ปรากฏ



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างหน้าต่างของการกำหนดขอบเขตของการรันผล

ข้อมูลที่กรอกใน **Replication Parameters**

3.2.1 Number of Replications: เป็นจำนวนรอบของการประมวลผลซ้ำในการรัน

3.2.2 Initialize Between Replications: การล้างค่าทางสถิติระหว่างรอบการทำซ้ำ ถ้าคลิกเครื่องหมายถูกแสดงว่าให้ล้างค่าทางสถิติออกกระหว่างรอบการทำซ้ำ (ค่าทางสถิติของแต่ละรอบ การประมวลผลจะไม่นำมาเป็นค่าเริ่มต้นของการรันในรอบถัดไป)

3.2.3 Start Date and Time: วันที่ตามปฏิทิน และเวลาตามปฏิทิน ที่สัมพันธ์กับเวลาของการใช้งานการจำลอง หากไม่ได้รับการกำหนดลงไปก็จะถือเอาวันที่เริ่มต้น และเวลาเป็นที่ยกขึ้นของวันปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น หากว่าเวลาในวันนี้ปัจจุบันในนาฬิกาทางคอมพิวเตอร์เป็นวันที่ 1 ธันวาคม 2006 เวลา 09:30:10 แล้ว วันที่และเวลาเริ่มต้นก็จะปรับเป็น 1 ธันวาคม 2006 เวลา 00:00:00 โดยอัตโนมัติ

3.2.4 Warm-up Period: ใช้ระบุช่วงเวลาเริ่มต้นที่มีการแกว่ง เนื่องจากในการทดลองช่วงแรก อาจมีการแกว่งของข้อมูล เพราะระบบที่ศึกษาายังทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงไม่ควรนำผลการทดลองช่วงแรกมาทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพราะอาจทำให้สรุปผลผิดพลาดได้ เนื่องจากข้อมูลช่วงการแกว่งนี้ไม่ใช่ตัวแทนของสภาพระบบที่แท้จริง (ไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากร) จึงใส่ช่วงเวลาที่มีการแกว่งของข้อมูลนั้นลงในช่อง Warm-up Period จากนั้นเลือกหน่วยของเวลาใส่ใน Time Units

3.2.5 Replication Length: เป็นความยาวของการรัน หากว่าไม่มีการกำหนดค่าในช่องนี้แล้ว แบบจำลองก็จะทำการรันอย่างไม่สิ้นสุด

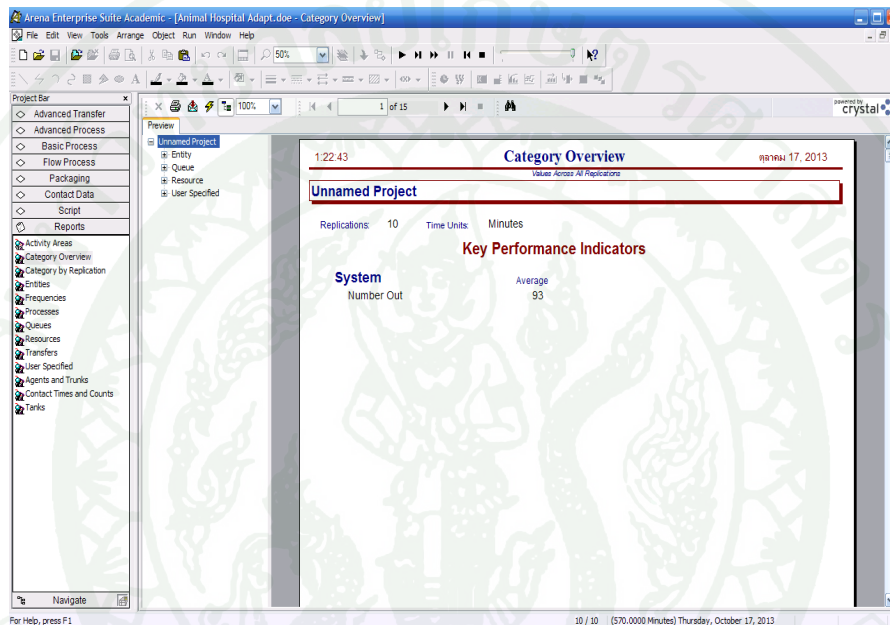
3.2.6 Hour Per Day: ใช้ระบุเวลาที่ระบบทำงาน หน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน

3.2.7 Base Time Units: เป็นหน่วยของเวลาที่ต้องการให้แสดงผลลัพธ์หลังจากการรัน โดยจะมีหน่วยวินาที นาที ชั่วโมง หรือ วัน ให้เลือก

3.2.8 Terminating Condition: เงื่อนไขการหยุดกำหนดสูตรที่ได้รับการประเมินโดยผ่านการดำเนินการจำลอง เพื่อกำหนดลงไปว่าจะหยุดการจำลองเมื่อใด

3.3. การรายงานผลลัพธ์จากโปรแกรม Arena

โปรแกรม **Arena** จะรายงานผลลัพธ์แบ่งตามประเภทของชนิดทางสถิติที่ผู้สร้างได้เลือกไว้ ระหว่างการตั้งค่าก่อนการรันซึ่งเมื่อการรันเสร็จสิ้น จะปรากฏรายงานผลลัพธ์ทางสถิติที่ต้องการ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 รายงานผลแบ่งตามประเภททางสถิติ

3.3.1 รายงานวัตถุ รายงานค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ (Entity) ประกอบไปด้วย

เวลา (Time)

ก. Value Add Time (VA Time) คือ มูลค่าเพิ่มเวลาเฉลี่ยต่อวัตถุ ซึ่งเกิดจากเวลาที่วัตถุทำกิจกรรมอันทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

ข. Non Value Add Time (NVA Time) คือ มูลค่าไม่เพิ่มเวลาโดยเฉลี่ยต่อวัตถุ ที่เกิดจากการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม

ค. Wait Time คือ เวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อวัตถุ ซึ่งเกิดจากการที่วัตถุรอคอยก่อน

เข้ารับบริการ ณ หน่วยงานต่างๆ และเกิดจากเวลาที่วัตถุทำกิจกรรมอันทำให้เกิดการรอคอย

ง. **Total Time** คือ เวลารวมทั้งหมดที่วัตถุอยู่ในระบบโดยเฉลี่ยต่อวัตถุ

อื่นๆ, จำนวน (Other)

ก. **Number In** คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่เข้ามาในระบบ

ข. **Number Out** คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ออกจากระบบ

ค. **Work In Process** คือ จำนวนวัตถุเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

3.3.2 รายงานแถวคอย รายงานค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานที่มีการรอคอย เพื่อใช้ทรัพยากรและอุปกรณ์ลำเลียงในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย

ก. **Waiting Time** คือ เวลารอคอยเฉลี่ยต่อวัตถุของแต่ละหน่วยโมดูล ที่ทำให้เกิดจากการรอคอยก่อนเข้าหน่วยโมดูล ซึ่งจะมีผลลัพธ์เป็นหน่วยเวลาแยกออกมาในแต่ละโมดูล (หน่วยบริการ)

ข. **Number of waiting** คือ จำนวนวัตถุที่คอยเฉลี่ยก่อนเข้าหน่วยโมดูลในแต่ละหน่วยบริการ ซึ่งจะมีผลลัพธ์เป็นจำนวนวัตถุแยกออกมาในแต่ละโมดูล (หน่วยบริการ)

3.3.3 รายงานทรัพยากร เป็นรายงานการใช้ทรัพยากรทั้งหมดของระบบ ซึ่งประกอบด้วย

ก. **Number busy** คือ จำนวนหน่วยเฉลี่ยของทรัพยากรกำลังทำงานอยู่

ข. **Number Scheduled** คือ จำนวนหน่วยเฉลี่ยของทรัพยากรถูกกำหนด

ตารางเวลา

ก. **Instantaneous Utilization** คือ ค่าอัตราประโยชน์ของทรัพยากร แสดงสัดส่วนเฉลี่ยเวลาในการทำงานของทรัพยากรต่อเวลาที่ระบบมีทั้งหมด

ง. **Scheduled Utilization** คือ สัดส่วนเฉลี่ยเวลาในการทำงานของทรัพยากรต่อเวลาที่ทรัพยากรตัวนั้นมีทั้งหมด

จ. **Total Number Seized** คือ จำนวนครั้งที่ทรัพยากรถูกจองเรียกใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐภณ และ ธนัญญา (2552) ศึกษากระบวนการจัดสรรจำนวนหน่วยให้บริการจ่ายสินค้า ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ในระบบของการเข้ารับสินค้าที่มีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบ และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากหน่วยให้บริการ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ ARENA เวอร์ชัน 10.0 เป็นเครื่องมือในการหาแนวทางการปรับปรุงการจัดสรรทรัพยากร และรูปแบบการให้บริการ ให้มีความสมดุล จากผลการศึกษาวินิจฉัยพบว่าการดำเนินการปรับลดหน่วยให้บริการจ่ายสินค้า สามารถลดปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ไม่ก่อให้เกิดอัตราประโยชน์กับระบบ และทำให้สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างคุ้มค่า แต่ยังคงความสามารถของการให้บริการ และประสิทธิภาพการบริหารจัดการได้ ผลจากการศึกษาพบว่าการจัดสรรหน่วยให้บริการจ่ายสินค้าของการปฏิบัติงานช่วงกลางคืน มีสัดส่วนการใช้งานหน่วยให้บริการจ่ายสินค้าเพิ่มขึ้น 24.54% ถึง 79.36% การปฏิบัติงานช่วงเช้า มีสัดส่วนการใช้งานหน่วยให้บริการจ่ายสินค้าเพิ่มขึ้น 36.38% ถึง 183.75% การปฏิบัติงานช่วงบ่าย มีสัดส่วนการใช้งานหน่วยให้บริการจ่ายสินค้าเพิ่มขึ้น 39.65% ถึง 125.92%

ปัทมา และ ลัดดา (2556) จัดตารางเวลาในการเดินทางเพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนผู้มาใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยใช้หลักการหาคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากการแก้สมการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาการจัดตารางเวลาเดินทางที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ต้นทุนในการดำเนินการต่ำที่สุดและระยะเวลาออกน้อยที่สุด โดยระยะทางและความเร็วในการเดินทางได้จากการเก็บข้อมูลจาก Global Positioning System (GPS), Geographic Information System (GIS) และจำนวนของผู้โดยสารในแต่ละป้ายใช้ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการ 5 เดือน คือ เดือนกันยายน 2554 ถึง กุมภาพันธ์ 2555 (ยกเว้นเดือนธันวาคม 2554) ผลที่ได้

จากการจัดตารางขนส่งที่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนในการดำเนินการเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 577,638 บาทต่อเดือน เป็น 399,081 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็น 30.92% และทำให้ค่าเฉลี่ยในการรอคอยเป็น 8 นาทีต่อเที่ยว ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของรูปแบบการเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชน

เปรมชีวิน (2554) ศึกษารูปแบบการให้บริการการเดินทางรถไฟฟ้าใต้ดิน (Mass Rapid Transit, MRT) สายเฉลิมรัชมงคล ในวันจันทร์-ศุกร์ ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เวลาประมาณ 07:00-9:00 น. โดยในแผนการเดินทางรูปแบบเดิมนั้น ได้กำหนดให้ค่าเวลาความถี่ระหว่างขบวนของรถไฟฟ้า (Headway) ไม่เกิน 5 นาที วิ่งรถไฟฟ้าทั้ง 18 ขบวน และมีรถไฟฟ้าสำรอง 1 ขบวน แต่ในปัจจุบันจำนวนผู้ใช้บริการเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้องวิ่งรถไฟฟ้าทั้งหมด 19 ขบวน และ Headway ที่ 3.2 นาที ซึ่งการใช้งานรถไฟฟ้าทั้ง 19 ขบวน อาจทำให้มีผลกระทบต่อในการซ่อมบำรุงและประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าที่อาจจะลดลงได้ในอนาคต ดังนั้น จึงได้นำหลักการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Arena มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาจัดรูปแบบในการเดินทางรถไฟฟ้า โดยมีตัวชี้วัดเป็นจำนวนขบวนรถไฟฟ้าที่ให้บริการ จำนวนผู้โดยสารตกค้าง และเวลาที่ผู้โดยสารรอคอยขบวนรถไฟฟ้าในช่วงเวลาเร่งด่วนในสถานี โดยคำนึงถึงพลังงานที่ใช้ไปสำหรับการเดินทางของรถไฟฟ้าด้วย ซึ่งผลลัพธ์จากการจำลองพบว่า สามารถลดจำนวนขบวนลงได้ 1 ขบวน ไว้สำหรับการซ่อมบำรุง และเตรียมรถไฟฟ้าไว้ในกรณีฉุกเฉิน โดยไม่มีผลกระทบต่อให้บริการในปัจจุบัน โดยกำหนดให้ Headway เท่ากับ 3.2 นาที และมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

รุ่งรัตน์ และ สราวุธ (2554) ได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์เบื้องต้นสำหรับโรงงานที่มีระบบการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้การเพิ่มกำลังการผลิต ในโรงงานผลิตฐานแม่พิมพ์แห่งหนึ่ง ที่ประกอบด้วย 5 ผลิตภัณฑ์ ที่ใช้สถานีงานร่วมกันบางสถานี ซึ่งแต่ละสถานีมีการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ปริมาณชิ้นงานระหว่างการผลิตมากเกินความต้องการ จำนวนงานคอยก่อนเข้าหน่วยงานมีมากที่สถานีคอขวดจึงต้องการหา ระบบที่มีการเพิ่มกำลังผลิตเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองระบบการผลิตของโรงงาน และทำการเปรียบเทียบแบบจำลองระบบการผลิตของโรงงานตัวอย่าง (ดั้งเดิม) กับแบบจำลองระบบที่มีการเพิ่มกำลังผลิตโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรในจุดคอขวด (ใหม่) ผลจากการศึกษาพบว่า ระบบที่มีการเพิ่มกำลังผลิตโดยการเพิ่มเครื่องจักรในจุดคอขวด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตให้ดีขึ้น เนื่องจากสามารถลดค่าเฉลี่ยเวลาคอยก่อนเข้าหน่วยงาน

M, S, R, G, GD, F, I และ QC คือ 0.22%, 0%, -, 0%, 54.83%, 1.38%, 33.33% และ 20.8% ตามลำดับ ลดค่าเฉลี่ยปริมาณชิ้นงานระหว่างผลิตของผลิตภัณฑ์ MBP, MBD, CNC, G และ GD ลง ได้ 3.36%, 4.55%, 4.76%, 0% และ 34.97% ตามลำดับ และลดค่าเฉลี่ยรอบระยะเวลาการผลิตของ ผลิตภัณฑ์ MBP, MBD, CNC, G และ GD ลงได้ 3.62%, 4.32%, 4.36%, 4.72% และ 34.77% ตามลำดับ และยังส่งผลทำให้ค่าปรับและปริมาณงานล่าช้ามีจำนวนลดลง 79.86% และ 44.44% ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอเครื่องจักร Gun Drilling Machine 2 เครื่อง ได้ระบุข้อมูล จำเพาะของเครื่อง ราคา รวมถึงความสามารถในการผลิต ต้นทุน และ จุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกซื้อเครื่องจักรใหม่

อรยา (2553) ศึกษาเส้นทางการวิ่งของรถเอจีวีของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งใน จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบตามสั่ง โรงงานประกอบด้วยสถานีนงาน 23 สถานี ซึ่ง แต่ละสถานีงานขนส่งวัสดุถึงกันด้วยรถเอจีวี โรงงานประสบปัญหาการติดขัดของรถ ทำให้เวลา ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น จึงได้เสนอแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลอง ระบบการผลิตของโรงงานเพื่อทำการจัดลำดับการทำงานและหาเส้นทางที่เหมาะสมของรถ โดยมี คำนวณชี้วัดผลการดำเนินงาน คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนชิ้นงานระหว่างการขนส่ง และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการขนส่งชิ้นงาน นอกจากนี้ ยังทดลองการเพิ่มเส้นทางการวิ่งของรถเพื่อสนองนโยบายของโรงงานที่จะทำการเพิ่มกำลังการผลิตอีกด้วย การจำลองสถานการณ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานที่ ระบบการผลิตที่คล้ายคลึงกัน และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสม จากการวิจัยพบว่า กฎการออกรถที่ดีที่สุดที่ทำให้ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการขนส่งชิ้นงานของรถเอจีวีมีค่า ลดลงถึง 19.62% คือ การออกรถแบบกลุ่มเดียวกัน ออกพร้อมกันแบบให้รถที่มีค่าจากการคำนวณต่ำที่สุดไปก่อน (Smallest Data balance First: SDF)

Ernst *et al.* (2004) กล่าวถึงภาพรวมและความสำคัญของการจัดตารางการทำงานของ พนักงาน (Staff Scheduling and Rostering) ตั้งแต่กระบวนการจัดตารางการทำงานของพนักงาน ปัญหาของการจัดตารางการทำงานของพนักงานในองค์กรธุรกิจต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีที่ใช้ ในการจัดตารางการทำงานของพนักงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ด้วยวิธีกำหนดการเชิง คณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) และเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรมสำเร็จรูป Arena 13.0 (Arena Rockwell Software) จำนวน 1 ชุด
3. โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบ (Minitab) จำนวน 1 ชุด
4. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เครื่อง
5. ใบบันทึกเวลาและจำนวนผู้โดยสาร
6. แบบสอบถาม

วิธีการ

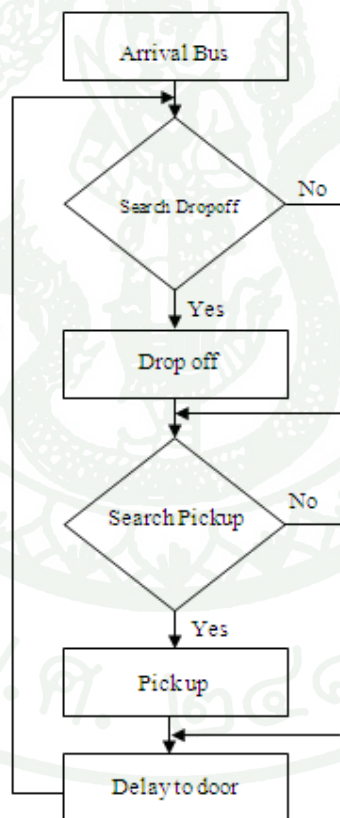
ในการทำงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการรอคอยของผู้โดยสาร โดยมีดัชนีชี้วัด คือ เพิ่มระดับการบริการของรถสวัสดิการที่เวลารอคอยโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที และ ลดเวลารอคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสาร โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์รถสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของรถสวัสดิการ 4 สายหลัก เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจ และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุง สำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับระบบจริง

2. การศึกษาข้อมูลทั่วไปและขั้นตอนการให้บริการของรถสวัสดิการ

รถสวัสดิการในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เปิดให้บริการทุกวัน โดยในวันจันทร์ ถึง วันศุกร์ ในเวลาราชการ เปิดให้บริการตั้งแต่เวลา 6:30 – 18:30 น. และนอกเวลาราชการ เปิดให้บริการตั้งแต่เวลา 18:30 – 22:00 น. นอกจากนี้ วันหยุดราชการและวันนักขัตฤกษ์ เปิดให้บริการ ตั้งแต่เวลา 7:00 – 17:00 น. โดยการให้บริการของรถสวัสดิการแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 สายหลักและ 1 สายพิเศษ ซึ่งแบ่งเป็นรถบัสและรถรางนทรี สามารถผู้โดยสารได้ 30 ที่นั่ง โดยมีขั้นตอนการให้บริการของรถสวัสดิการดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการให้บริการของรถสวัสดิการ

จากภาพที่ 5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อรถมาถึงจุดจอด ผู้โดยสารที่ต้องการลงจะลงจากรถสวัสดิการก่อน และหลังจากนั้น

ผู้โดยสารที่รออยู่ที่จุดจอดจะสามารถขึ้นรถได้ตามจำนวนที่นั่งของรถแต่ละคันที่จะรองรับได้ ซึ่งค่าความจุคำนวณได้จาก จำนวนที่นั่งเริ่มต้นลบจำนวนผู้โดยสารบนรถจากจุดจอดก่อนหน้านี้บวกจำนวนผู้โดยสารที่ลงจุดจอดนี้ จากนั้นรถจะเดินทางไปยังจุดจอดต่อไป

2.1 ศึกษาเส้นทางและจุดจอดของการเดินรถดังตารางที่ 1

2.1.1 สาย 1 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น. ระยะทางวิ่งประมาณ 4.99 กิโลเมตร ต่อรอบ มีทั้งหมด 23 จุดจอด แสดงเส้นทางดังภาพที่ 6

2.1.2 สาย 2 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น. ระยะทางวิ่งประมาณ 5.01 กิโลเมตร ต่อรอบ มีทั้งหมด 22 จุดจอด แสดงเส้นทางดังภาพที่ 7

2.1.3 สาย 3 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 18:30 น. ระยะทางวิ่งประมาณ 5.56 กิโลเมตร ต่อรอบ มีทั้งหมด 25 จุดจอด แสดงเส้นทางดังภาพที่ 8

2.1.4 สาย 4 สำหรับช่วงเวลา 06:30 – 15:30 น. ระยะทางวิ่งประมาณ 2.70 กิโลเมตร ต่อรอบ มีทั้งหมด 14 จุดจอด แสดงเส้นทางดังภาพที่ 9 และสำหรับช่วงเวลา 15:30-18.30 น. ระยะทางวิ่งประมาณ 3.68 กิโลเมตร ต่อรอบ มีทั้งหมด 18 จุดจอด แสดงเส้นทางดังภาพที่ 10

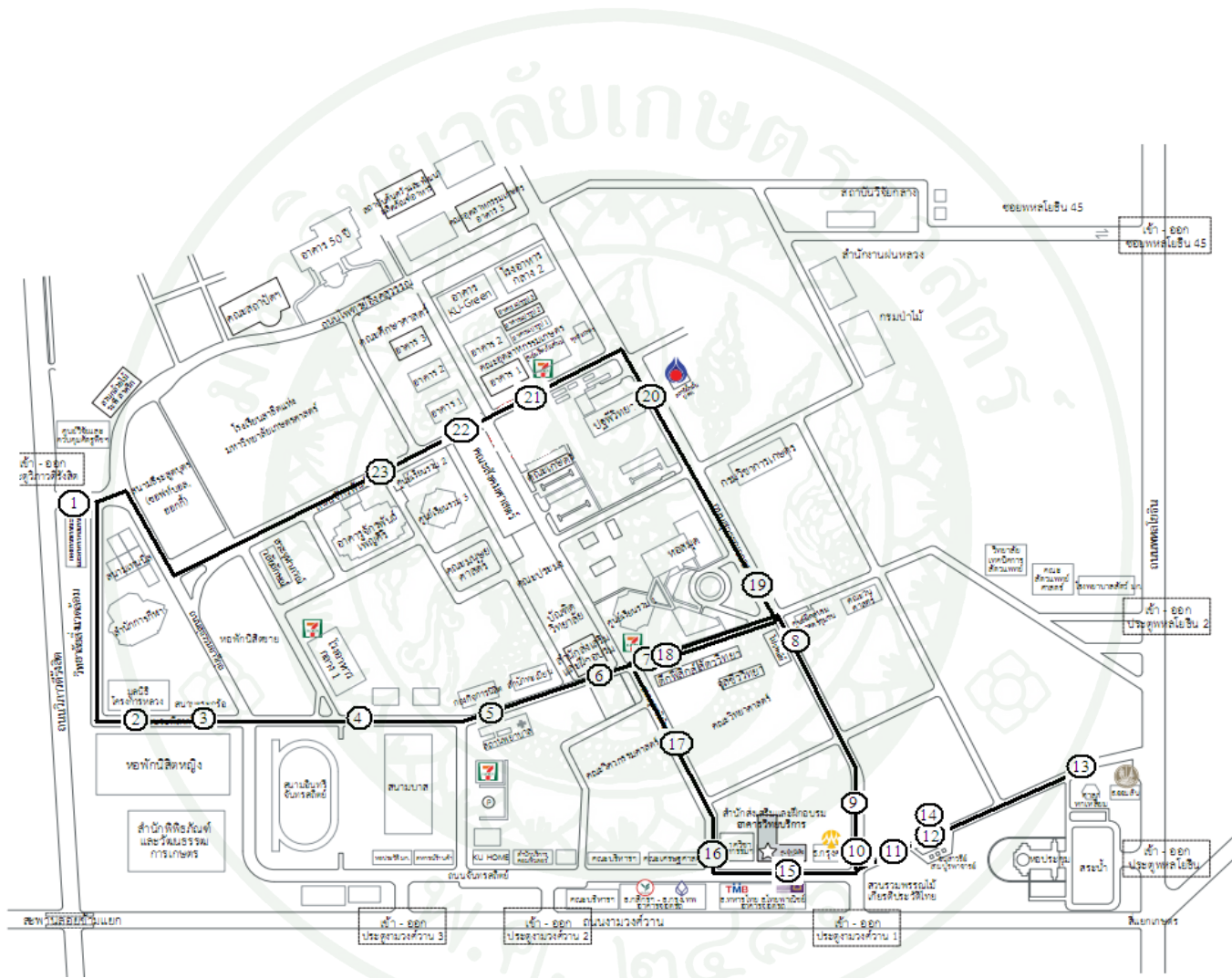
โดยมีระยะทางระหว่างจุดจอดดังตารางผนวกที่ ก1

ตารางที่ 1 จุดจอดของการเดินรถสวัสดิการสายต่างๆ

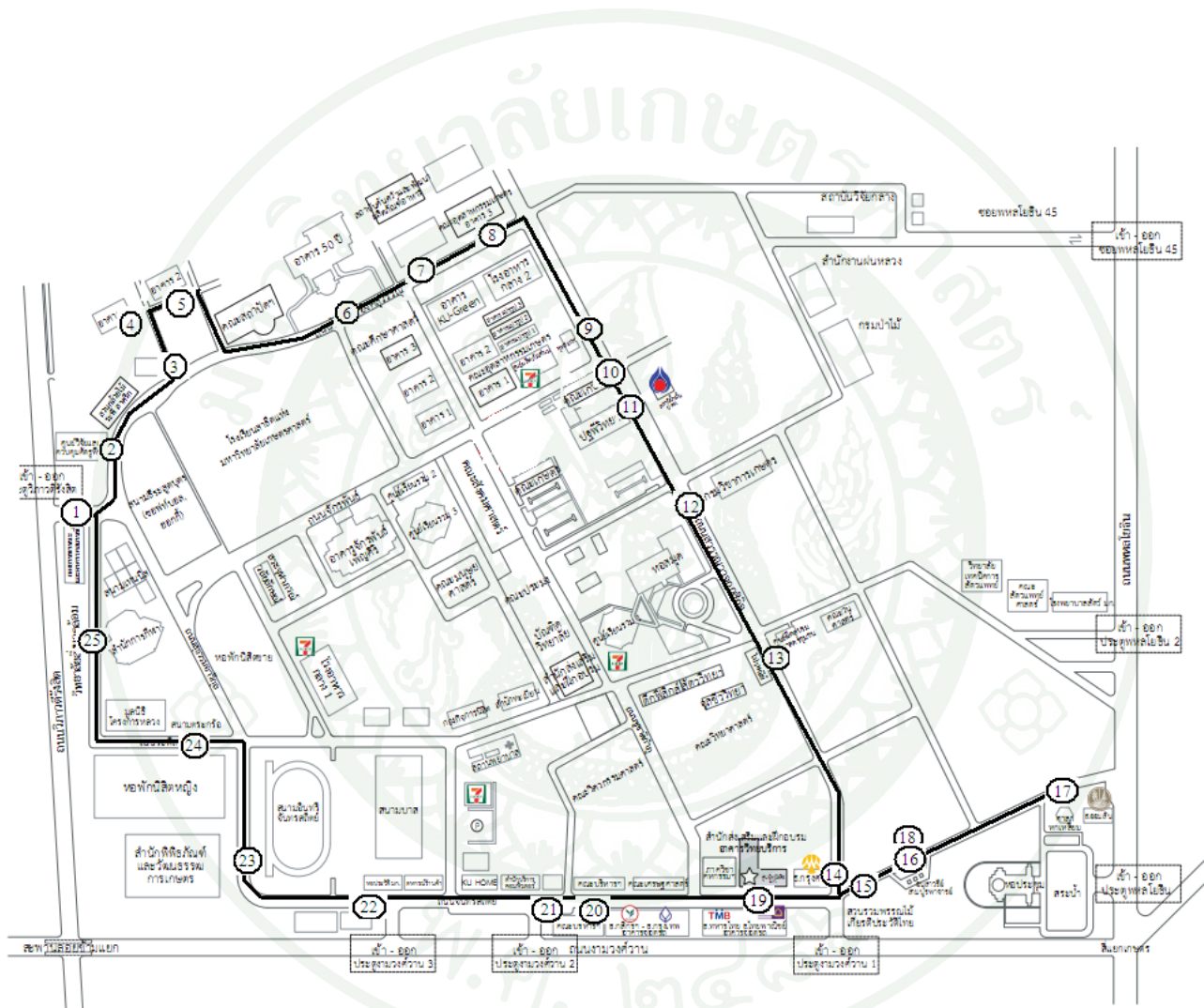
จุดจอดที่	สาย 1 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 2 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 3 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 4 (06:30 – 15:30 น.)	สาย 4 (15:30-18.30 น.)
1	กองยานพาหนะฯ	กองยานพาหนะ	กองยานพาหนะ	งามวงศ์วาน 1	งามวงศ์วาน 1
2	โครงการหลวง	โครงการหลวง	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช	คณะคหกรรม	คณะคหกรรม
3	หอพักนิสิตหญิง	หอพักนิสิตหญิง	ภาควิชาสถิติวิทยา	คณะวิทยาศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์
4	หอพักนิสิตชาย	สนามอินทรีฯ	คณะประมง อาคาร 1	ศร. 1 ถ.ชูชาติกำแพง	ศร. 1 ถ.ชูชาติกำแพง
5	กองกิจการนิสิต	สหกรณ์ร้านค้า	คณะประมง อาคาร 2	บัณฑิตวิทยาลัย	บัณฑิตวิทยาลัย
6	คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะบริหารธุรกิจ	อาคารสารนิเทศ 50 ปี	คณะมนุษยศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
7	ศร. 1 ถ.จันทร์สถิตย์	คณะเศรษฐศาสตร์	สถาบันอาหาร	สถาบันอาหาร	สถาบันอาหาร
8	ไปรษณีย์ มก.	ศูนย์หนังสือ มก.	คณะอุตสาหกรรม เกษตร อาคาร 3	คณะอุตสาหกรรม เกษตร อาคาร 3	คณะอุตสาหกรรม เกษตร อาคาร 3
9	อาคารวิทย์พัฒนา	สวนพรรณไม้ฯ	พุทธเกษตร	พุทธเกษตร	พุทธเกษตร
10	ธ. กรุงศรีฯ	อนุสาวรีย์ฯ	คณะเกษตร	คณะเกษตร	คณะเกษตร
11	สวนพรรณไม้ฯ	ศาลาหกเหลี่ยม	ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
12	อนุสาวรีย์ฯ	อนุสาวรีย์ฯ	กรมวิชาการเกษตร	กรมวิชาการเกษตร	กรมวิชาการเกษตร
13	ศาลาหกเหลี่ยม	งามวงศ์วาน 1	ไปรษณีย์ มก.	ไปรษณีย์ มก.	ไปรษณีย์ มก.
14	อนุสาวรีย์ฯ	คณะคหกรรม	ธ. กรุงศรีฯ	ธ. กรุงศรีฯ	ธ. กรุงศรีฯ
15	งามวงศ์วาน 1	คณะวิทยาศาสตร์	สวนพรรณไม้ฯ	-	สวนพรรณไม้ฯ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

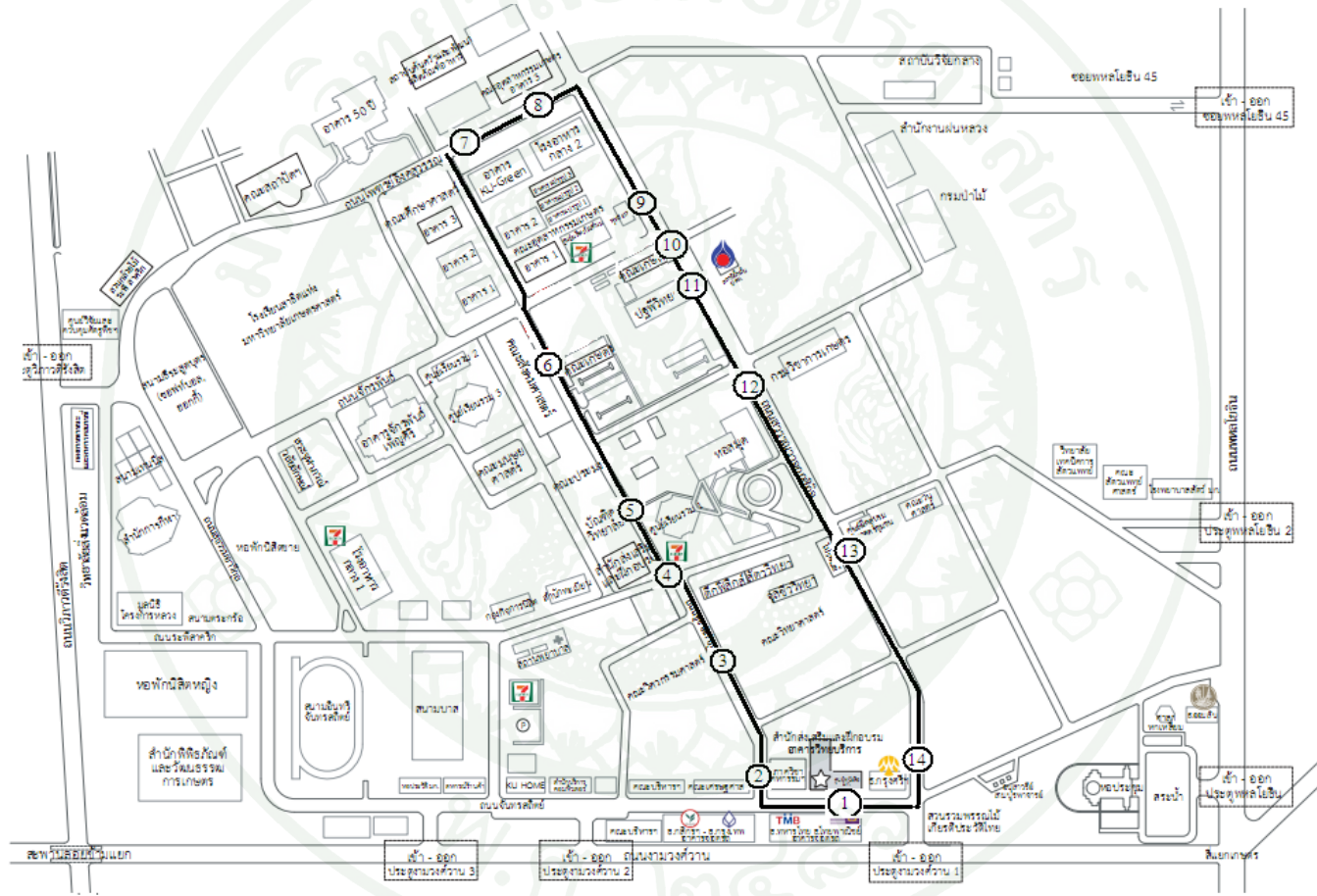
จุดจอดที่	สาย 1 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 2 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 3 (06:30 – 18:30 น.)	สาย 4 (06:30 – 15:30 น.)	สาย 4 (15:30-18.30 น.)
16	คณะวิศวกรรม	ศร. 1 ถ.จันทรสถิตย	อนุสาวรีย์ฯ	-	อนุสาวรีย์ฯ
17	คณะวิทยาศาสตร์	สำนักหอสมุด	ศาลาหกเหลี่ยม	-	ศาลาหกเหลี่ยม
18	ศร. 1 ถ.จันทรสถิตย	ปฐพีวิทยา	อนุสาวรีย์ฯ	-	อนุสาวรีย์ฯ
19	สำนักหอสมุด	พุทธเกษตร	งามวงศ์วาน 1	-	-
20	ปฐพีวิทยา	คณะอุตสาหกรรมเกษตร	คณะบริหารธุรกิจ	-	-
21	อาคารวชิรานุสรณ์	โรงอาหารกลาง 2	งามวงศ์วาน 2	-	-
22	คณะสังคมฯ	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	งามวงศ์วาน 3	-	-
23	ศร. 2,3,4	-	สำนักพิพิธภัณฑ์ฯ	-	-
24	-	-	สนามเซปักตะกร้อ	-	-
25	-	-	สำนักการกีฬา	-	-



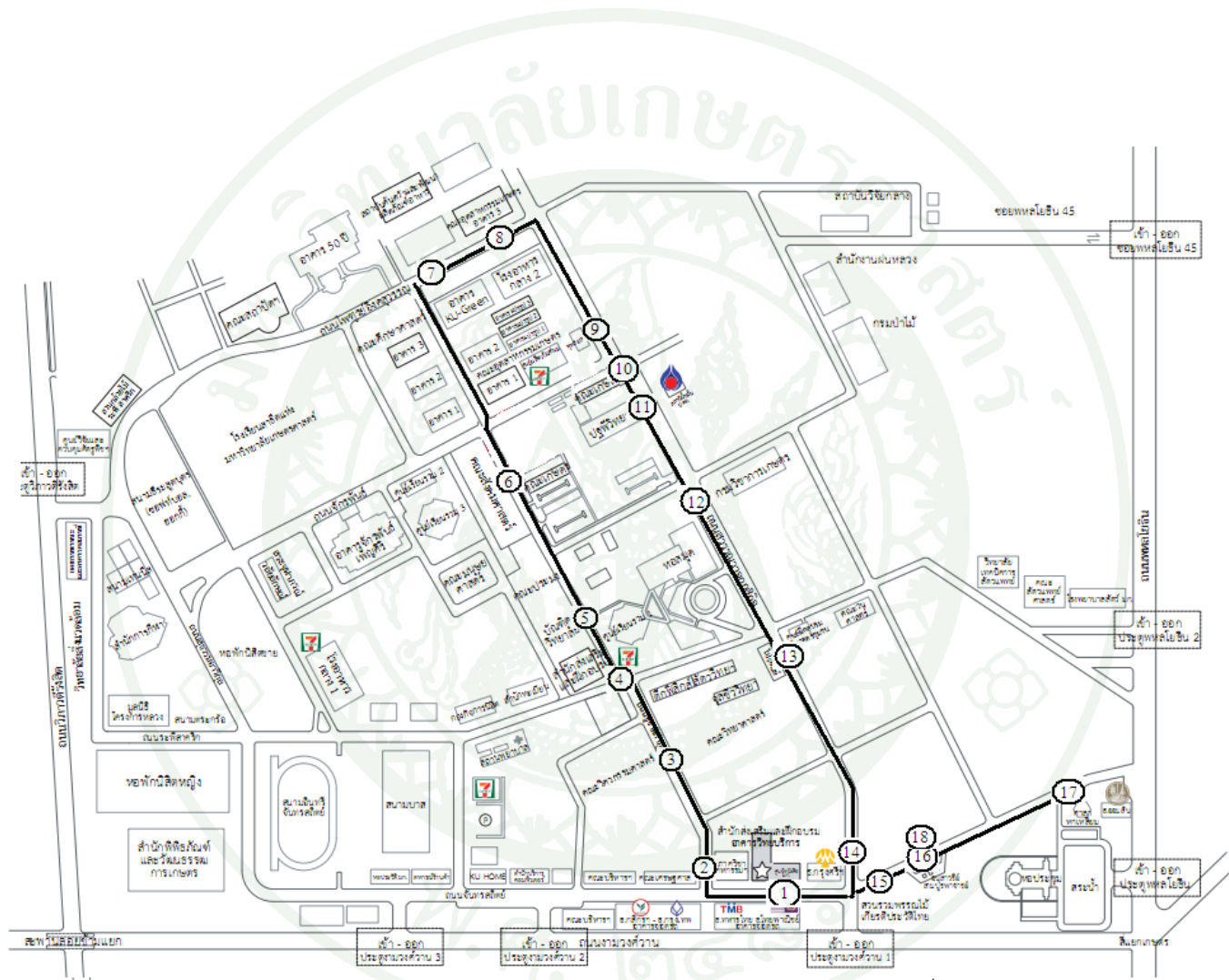
ภาพที่ 6 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 1 สำหรับช่วงเวลา 06:30 - 18:30 น.



ภาพที่ 8 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 3 สำหรับช่วงเวลา 06:30 - 18:30 น.



ภาพที่ 9 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4 สำหรับช่วงเวลา 06:30 - 15:30 น.



ภาพที่ 10 เส้นทางและจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.

2.2 ศึกษาความเร็วของการเดินรถสวัสดิการดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเร็วของการเดินรถสวัสดิการสายต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	สาย 1	สาย 2	สาย 3	สาย 4
7.30-9.30 น.	19.33	16.17	20.15	18.24
11.30-13.30 น.	20.19	21.10	25.41	17.63
15.30-17.30 น.	15.53	11.44	13.86	8.53

หมายเหตุ หน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ที่มา โครงการปรับปรุงการให้บริการรถสวัสดิการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน (2556)

3. การออกแบบสอบถาม

3.1 จำนวนแบบสอบถาม

การคำนวณจำนวนแบบสอบถาม ได้ใช้สูตรการหาขนาดตัวอย่างแบบไม่ทราบจำนวนประชากร ดังสูตรที่ (1)

$$N = \frac{Z^2}{4(e^2)} \quad (1)$$

เมื่อ N คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ (จำนวนแบบสอบถาม)

e คือ ระดับความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

Z คือ ค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญ

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า $Z = 1.96$

ดังนั้น เมื่อแทนค่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ 5% จะได้จำนวนแบบสอบถาม คือ

$$N = \frac{1.96^2}{4(0.05^2)} = 384.16 \text{ ชุด (385 ชุด)}$$

3.2 แจกแบบสอบถามดังกล่าวแก่คณาจารย์ ข ตามจุดต่างๆ เช่น ศร. 3 ศร. 4 คณะอุตสาหกรรม เกษตร คณะมนุษยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ โรงอาหารกลาง 2 และ สำนักหอสมุด โดยทำการสำรวจทั้งหมด 500 ชุด

4. การเก็บข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการรถสวัสดิการ

4.1 อัตราการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร

เก็บข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการรถโดยสารในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการ ในเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2556 ในแต่ละช่วงเวลาเร่งด่วน เป็นเวลา 15 วัน โดยใช้ไบบันทึกลงเวลา และจำนวนผู้โดยสารดังกล่าว ค ซึ่งมีจำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดดังตารางผนวกที่ ง1 ง2 ง3 และ ง4

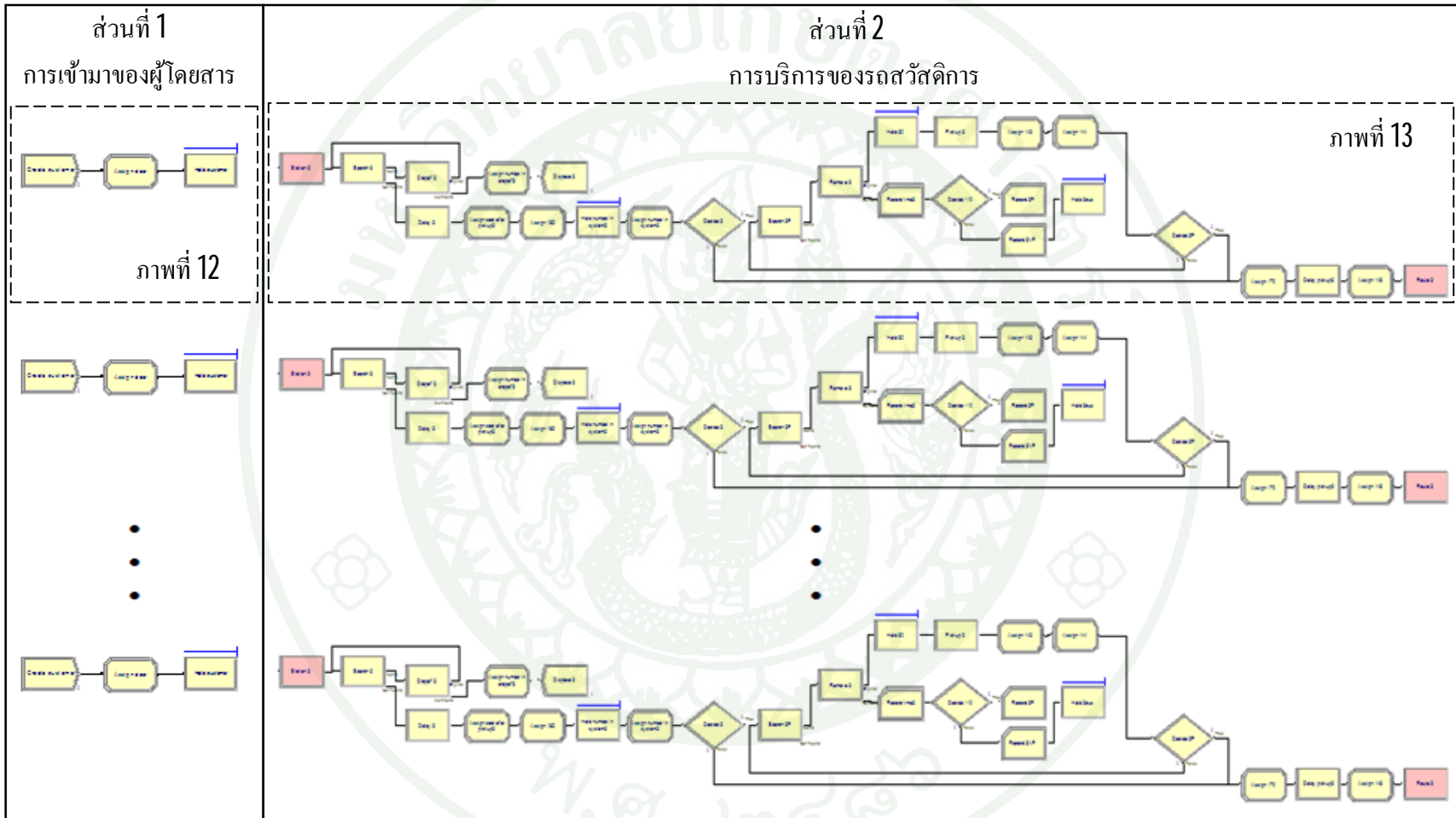
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

นำข้อมูลจำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล เพื่อเลือกรูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาระบบบริการ ให้บริการของรถสวัสดิการ

ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนผู้โดยสารขึ้นในแต่ละจุดจอด เป็นการเก็บข้อมูลอัตราการเข้ามาใช้บริการมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง และเวลาระหว่างการเข้าใช้บริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

5. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

สร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบการบริการรถสวัสดิการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena 13.0 โดยสร้างระบบการให้บริการรถสวัสดิการ ดังภาพที่ 11 ซึ่งในแต่ละจุดจอดประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การเข้ามาของผู้โดยสารและส่วนที่ 2 การบริการของรถสวัสดิการ



ภาพที่ 11 ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ

5.1 ส่วนของการเข้ามาของผู้โดยสาร



ภาพที่ 12 การเข้ามาของผู้โดยสาร

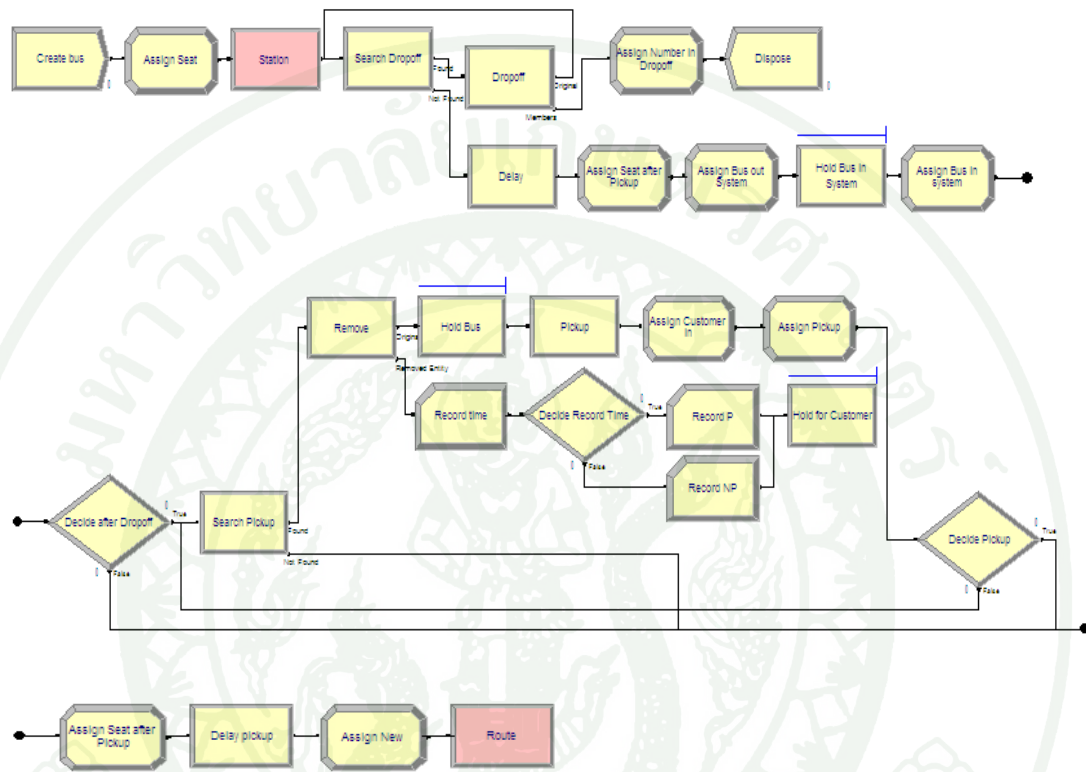
จากภาพที่ 12 คือ ส่วนที่ 1 ส่วนของการเข้ามาของผู้โดยสาร ซึ่งประกอบไปด้วย

5.1.1 Create Customer Module ทำหน้าที่สร้างผู้โดยสารที่มารอรถตามจุดจอด ซึ่งมีเวลาระหว่างการเข้ามา ดังตารางผนวกที่ จ1 จ2 จ3 และ จ4

5.1.2 Assign Door Module ทำหน้าที่กำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้แก่ผู้โดยสาร เพื่อกำหนดจุดจอดเป้าหมายในการเดินทางที่ผู้โดยสารต้องการลงดังตารางผนวกที่ ฉ1 ฉ2 ฉ3 ฉ4 ฉ5 ฉ6 ฉ7 ฉ8 ฉ9 ฉ10 ฉ11 และ ฉ12 และทำหน้าที่บันทึกเวลาที่ผู้โดยสารเข้ามาในจุดจอด

5.1.3 Hold Customer Module ทำหน้าที่สำหรับกักผู้โดยสารอยู่ในแถวคอย ณ จุดจอดรถ เมื่อผู้โดยสารเข้ามาจะถูกเก็บอยู่ในคิวอย่างไม่จำกัดจำนวน

5.2 การบริการของรถสวัสดิการ



ภาพที่ 13 การบริการของรถสวัสดิการ

จากภาพที่ 13 คือ ส่วนที่ 2 ส่วนของการบริการของรถสวัสดิการ ซึ่งประกอบไปด้วย

5.2.1 Create Bus Module ทำหน้าที่สร้างรถสวัสดิการที่วิ่งไปตามจุดจอดต่างๆ ด้วยระยะห่างของเวลาการปล่อยรถรอบแรก เท่ากับ 5 นาที

5.2.2 Assign Seat Module ทำหน้าที่กำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้แก่รถโดยสาร ซึ่งมีที่นั่งเริ่มต้นเท่ากับ 30 ที่นั่ง

5.2.3 Station Module ทำหน้าที่เป็นจุดจอดต่างๆ

5.2.4 Search Dropoff Module ทำหน้าที่ค้นหาผู้โดยสารจากรถสวัสดิการที่ต้องการลง

บริเวณจุดจอดต่างๆ ที่เป็นจุดจอดเป้าหมายในการลง โดยจะเริ่มต้นค้นหาผู้โดยสารคนแรกบนรถ จนถึงผู้โดยสารคนสุดท้ายบนรถ ว่ามีผู้โดยสารต้องการลงหรือไม่ ในกรณีที่ไม่มีผู้โดยสารที่ต้องการลง รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง Dropoff Module แต่ถ้าไม่เจอผู้โดยสารที่ต้องการลง รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง Delay Module

5.2.5 Dropoff Module ทำหน้าที่ปล่อยผู้โดยสารลงจุดจอด ซึ่ง Dropoff Module กับ Search Dropoff Module จะทำงานด้วยกัน โดย Search Dropoff Module ทำหน้าที่ค้นหาผู้โดยสารที่ต้องการลงจุดจอดเป้าหมาย และ Dropoff Module ทำหน้าที่ปล่อยผู้โดยสารลงที่จุดจอดเป้าหมายนั้น ซึ่งจะทำงานวนกันอยู่อย่างนั้นจนกว่าผู้โดยสารที่ต้องการลงจุดจอดเป้าหมายนั้นได้ลงจากรถหมดแล้ว

5.2.6 Assign Number in Dropoff Module ทำหน้าที่นับผู้โดยสารที่ลงจากรถสวัสดิการ ณ จุดจอดนั้นๆ

5.2.7 Dispose Module ทำหน้าที่จบการทำงานของผู้โดยสาร โดยที่ผู้โดยสารจะออกจากระบบแบบจำลอง ณ จุดนี้ และแสดงถึงการเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของผู้โดยสารรถโดยสารสวัสดิการ

5.2.8 Delay Module ทำหน้าที่เก็บเวลาระหว่างเข้า-ออก ที่จุดจอด และเวลาที่ผู้โดยสารลงจากรถ

5.2.9 Assign Seat after Dropoff Module ทำหน้าที่กำหนดที่นั่งหลังจากที่ผู้โดยสารลงจากรถสวัสดิการ และกำหนดตัวแปร เพื่อปล่อยรถคันใหม่เข้ามา ณ จุดจอดนี้

5.2.10 Assign Bus out System Module ทำหน้าที่กำหนดตัวแปรสำหรับปล่อยรถสวัสดิการ

5.2.11 Hold Bus in System Module ทำหน้าที่สำหรับกักรถสวัสดิการอยู่ในแถวคอยเพื่อไม่ให้เกิดการแซงกันของรถ

5.2.12 Assign Bus in System Module ทำหน้าที่กำหนดตัวแปรสำหรับกักรถสวัสดิการ

5.2.13 Decide Seat after Dropoff Module ทำหน้าที่ตรวจสอบที่นั่งว่างว่าจะรับผู้โดยสารได้หรือไม่ ถ้ามีที่นั่งว่าง รถสวัสดิการจะไปยัง **Search Pickup Module** ถ้าไม่มีที่นั่งว่าง รถสวัสดิการจะไปยัง **Assign Seat after Pickup Module**

5.2.14 Search Pickup Module ทำหน้าที่ค้นหาผู้โดยสารในคิวที่จุดจอด โดยจะค้นหาจากผู้โดยสารคนแรกในคิวจนถึงผู้โดยสารคนสุดท้ายในคิว ถ้าผู้โดยสารมีค่าคุณสมบัติที่จะสามารถขึ้นรถได้ รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง **Remove Module** แต่ถ้าไม่มีผู้โดยสารที่สามารถขึ้นรถได้ รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง **Assign Seat after Pickup Module**

5.2.15 Remove Module ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายผู้โดยสาร โดยโมดูลนี้จะมี 2 ทางออก คือ ทางออกของรถ และ ทางออกของผู้โดยสารที่ถูกส่งให้เคลื่อนย้ายออกจากคิวที่ค้นหาจาก **Search Pickup Module**

5.2.16 Record Time Customer Module ทำหน้าที่บันทึกเวลาที่ผู้โดยสารออกจากคิวด้วย **Remove Module**

5.2.17 Decide Record Time Module ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าเวลาที่บันทึกตั้งแต่ผู้โดยสารเข้ามาในระบบ ถึง ผู้โดยสารออกจากคิว ถ้าผู้โดยสารมีเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 นาที ผู้โดยสารจะถูกส่งไปยัง **Record N Module** ถ้าผู้โดยสารมีเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารมากกว่า 10 นาที ผู้โดยสารจะถูกส่งไปยัง **Record NP Module**

5.2.18 Record N Module ทำหน้าที่นับจำนวนผู้โดยสารที่มีเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 นาที

5.2.19 Record NP Module ทำหน้าที่นับจำนวนผู้โดยสารที่มีเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารมากกว่า 10 นาที

5.2.20 Hold for Customer Module ทำหน้าที่กักผู้โดยสารอยู่ในแถวคอยเพื่อรอการขึ้นรถสวัสดิการ

5.2.21 Hold Bus Module ทำหน้าที่กักรถสวัสดิการอยู่ในแถวคอยเพื่อรอการบันทึกค่าเวลาที่บันทึกตั้งแต่ผู้โดยสารเข้ามาในระบบ ถึง ผู้โดยสารออกจากคิว

5.2.22 Pickup Module ทำหน้าที่รับผู้โดยสารหนึ่งคน จาก Hold for Customer Module

5.2.23 Assign Number in Module ทำหน้าที่นับผู้โดยสารที่ขึ้นรถสวัสดิการ

5.2.24 Decide Pickup Module ทำหน้าที่ตรวจสอบที่นั่งของรถว่ายังสามารถรับผู้โดยสารได้หรือไม่ ถ้าสามารถรับผู้โดยสารได้ รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง Search Pickup Module ถ้าไม่สามารถรับผู้โดยสารได้ รถสวัสดิการจะถูกส่งไปยัง Assign Seat after Pickup Module

5.2.25 Assign Seat after Pickup Module ทำหน้าที่กำหนดที่นั่งหลังจากที่ผู้โดยสารขึ้นรถสวัสดิการ

5.2.26 Delay Pickup Module ทำหน้าที่เก็บเวลาที่ผู้โดยสารขึ้นรถสวัสดิการ

5.2.27 Assign Pickup Module ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อนับผู้โดยสารที่ขึ้นรถสวัสดิการสำหรับรถคันใหม่ที่เข้ามา ณ จุดจอดนี้

5.2.28 Route Module ทำหน้าที่ส่งรถสวัสดิการไปยังจุดจอดถัดไปด้วยเวลาดังตารางผนวกที่ ข1 ข2 และ ข3 ซึ่งคำนวณเวลามาจากสูตรที่ (2)

$$T = \frac{S}{V} \quad (2)$$

เมื่อ T คือ เวลาระหว่างจุดจอด (ชั่วโมง)

S คือ ระยะทาง (หน่วย กิโลเมตร)

V คือ ความเร็ว (หน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

6. การกำหนดค่าเริ่มต้นของการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์

6.1 ความยาวของแต่ละรอบทำซ้ำ

กำหนดให้ความยาวของแต่ละรอบทำซ้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง ตามเวลาของชั่วโมงเร่งด่วน

6.2 การกำหนดช่วงเวลาที่มีการแกว่ง (Warm-up Period)

เนื่องจากระบบการให้บริการรถสวัสดิการ มีความยาวของแต่ละรอบทำซ้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง ตามเวลาของชั่วโมงเร่งด่วน รูปแบบการรันของแบบจำลองนี้จึงเป็นระบบที่มีการสิ้นสุด (Terminating System) และเนื่องจากระบบมีการสิ้นสุดการรันที่แน่นอนด้วยเวลาที่กำหนดไว้ จึงไม่จำเป็นต้องมีค่าช่วงเวลาที่มีการแกว่ง (รุ่งรัตน์, 2553)

6.3 จำนวนรอบทำซ้ำ

จำนวนรอบทำซ้ำที่ใช้ในการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการดังตารางที่ 3 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ (3) โดยที่ช่วงความแม่นยำที่ต้องการกำหนดให้ $h = 5\%$ ของค่าเฉลี่ย

$$R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (3)$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการประมวลผล
 R_0 คือ จำนวนรอบการในการประมวลผลเริ่มต้น
 h_0 คือ ค่า Half Width จากการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น R_0
 h คือ ค่า Half Width ที่ยอมรับได้นั่นเอง

ตารางที่ 3 จำนวนรอบทำซ้ำของระบบการให้บริการรถสวัสดิการ

ช่วงเวลา	สาย	จำนวนรอบทำซ้ำ
7:30-9:30 น.	1	26
	2	27
	3	16
	4	49
11:30-13:30 น.	1	9
	2	53
	3	29
	4	24
15:30-17:30 น.	1	19
	2	20
	3	19
	4	28

เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับทุกผลการทดลองจึงกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำเท่ากับ 100 รอบ ทุกการจำลองสถานการณ์รถสวัสดิการ

7. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองสถานการณ์ด้วยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์และข้อมูลจากระบบจริง โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รถสวัสดิการวิ่ง 1 รอบ จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Arena จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ จากนั้นทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test (Rossetti, 2010) จากโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกันว่ามีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ด้วยวิธีการดังนี้

กำหนดให้ H_0 แทน สมมติฐานหลัก
 H_1 แทน สมมติฐานรอง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รถสวัสดิการวิ่ง 1 รอบ อยู่ในระบบจริง
 μ_1 แทน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รถสวัสดิการวิ่ง 1 รอบ อยู่ในระบบจำลอง

กำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง

$$H_0: \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_1$$

ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบ แสดง
 ดังภาคผนวก ข ได้ค่า P-Value ดังตารางที่ 4 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงสามารถยอมรับ
 สมมติฐานหลัก ได้ สรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่แตกต่างจากระบบจริงด้วยระดับความเชื่อมั่น
 95%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test ของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รถสวัสดิการ
 วิ่ง 1 รอบ

ช่วงเวลา	สาย	ระบบจริง (mean \pm SD)	แบบจำลองสถานการณ์ (mean \pm SD)	T-Value	P-Value
7:30-9:30 น.	1	22.73 \pm 2.21	22.28 \pm 0.92	1.50	0.136
	2	23.51 \pm 1.71	24.18 \pm 1.40	-1.88	0.062
	3	21.41 \pm 2.32	20.90 \pm 1.20	1.45	0.151
	4	12.11 \pm 2.12	13.02 \pm 1.87	-1.94	0.054
11:30-13:30 น.	1	21.06 \pm 1.42	20.64 \pm 1.03	1.56	0.122
	2	20.51 \pm 1.99	20.10 \pm 1.10	1.30	0.195
	3	19.01 \pm 1.48	18.49 \pm 1.15	1.76	0.082
	4	13.98 \pm 0.820	14.16 \pm 0.660	-1.07	0.288
15:30-17:30 น.	1	24.90 \pm 2.26	24.52 \pm 1.17	1.11	0.271
	2	30.33 \pm 2.40	29.53 \pm 1.85	1.68	0.096
	3	27.08 \pm 2.10	27.81 \pm 1.83	-1.59	0.115
	4	29.59 \pm 1.77	28.83 \pm 1.58	1.92	0.057

และเมื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากผลของแบบสอบถามและแบบจำลองสถานการณ์ของรถสวัสดิการทุกสายและทุกช่วงเวลา โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง พบว่า ระดับความพึงพอใจจากผลของแบบสอบถามและแบบจำลองสถานการณ์ มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างไม่เกิน 10% แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งถือว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่แตกต่างจากระบบจริง

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากผลของแบบสอบถามและแบบจำลองสถานการณ์

ระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
แบบสอบถาม	แบบจำลองสถานการณ์	
53.01%	62.54%	9.53

8. เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงระบบ

โดยแนวทางการปรับปรุงระบบ ประกอบด้วย

8.1 แนวทางการปรับปรุงที่ 1 คือ การจำลองสถานการณ์การเพิ่มจำนวนรถ โดยไม่เกินจำนวนพนักงานขับรถที่มีทั้งหมด คือ 17 คน ซึ่งมีขั้นตอน คือ เพิ่มจำนวนรถจากการจำลองสถานการณ์รถสวัสดิการปัจจุบันที่มีระดับการบริการต่ำที่สุดในแต่ละช่วงเวลา โดยจะเพิ่มครั้งละ 1 คัน ไปจนครบ 17 คัน หรือ จนกว่าระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 79.60% (ผลจากแบบสอบถามเวลาที่ผู้ใช้บริการสามารถรอรถสวัสดิการได้น้อยกว่า 5 นาที และ 5-10 นาที)

8.2 แนวทางการปรับปรุงที่ 2 คือ การจำลองสถานการณ์รถสวัสดิการ โดยการเปลี่ยนรถวิ่งตามปกติเป็นรถสายด่วน โดยเลือกจากระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับไม่ได้ คือ น้อยกว่า 79.60% จากแนวทางการปรับปรุงที่ 1 มาจำลองสถานการณ์ โดยมีขั้นตอน คือ ทำการตรวจสอบจำนวนผู้โดยสารในแต่ละจุดจอด แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลง โดยจะเลือกให้รถสายด่วนจอดเฉพาะจุดจอดที่มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลง ที่มากกว่า 10%

ผลและวิจารณ์

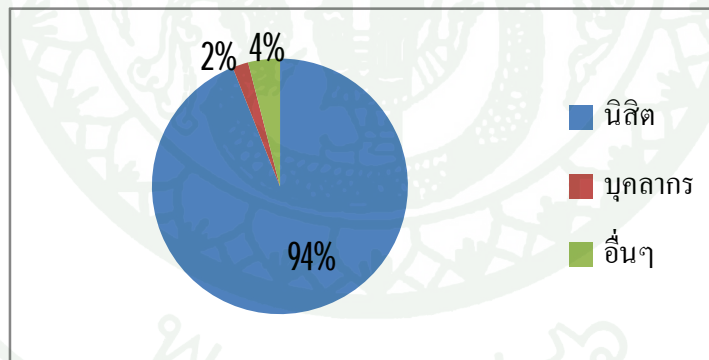
ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลจากแบบสอบถาม ผลการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการปัจจุบัน และผลการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการแนวทางการปรับปรุง

1. ผลจากแบบสอบถาม

แบบสอบถามนั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนข้อมูลทั่วไป ส่วนการให้บริการรถสวัสดิการ และ ส่วนการกำหนดจุดจอด

1.1 ส่วนข้อมูลทั่วไป

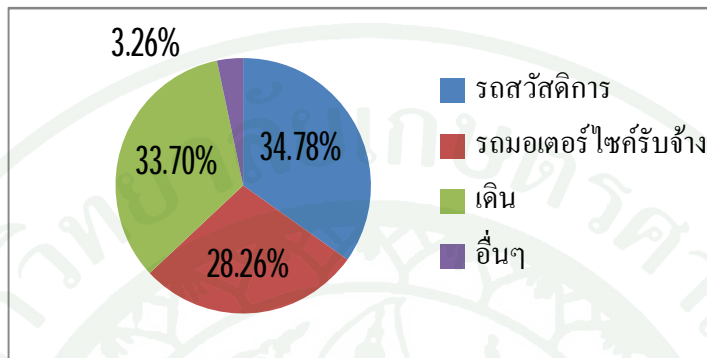
1.1.1 ประเภทผู้ใช้บริการ



ภาพที่ 14 ประเภทผู้ใช้บริการของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่ 14 แสดงประเภทผู้ใช้บริการของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเป็นนิสิต 94% บุคลากร 2% และ อื่นๆ 4%

1.1.2 การเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

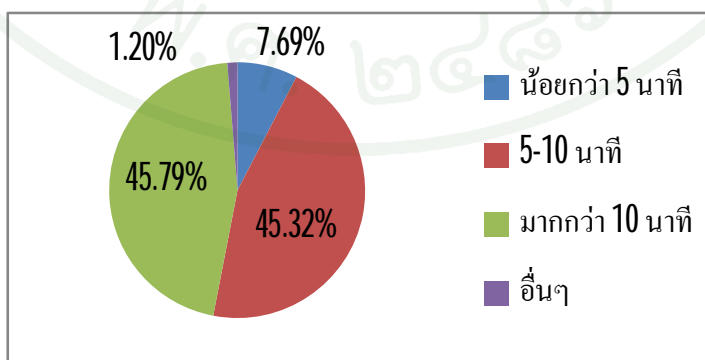


ภาพที่ 15 การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่ 15 แสดงการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจาก ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยด้วยรถสวัสดิการ 34.78% เดิน 33.70% รถ มอเตอร์ไซค์รับจ้าง 28.26% และ อื่นๆ 3.26%

1.2 ส่วนการให้บริการรถสวัสดิการ

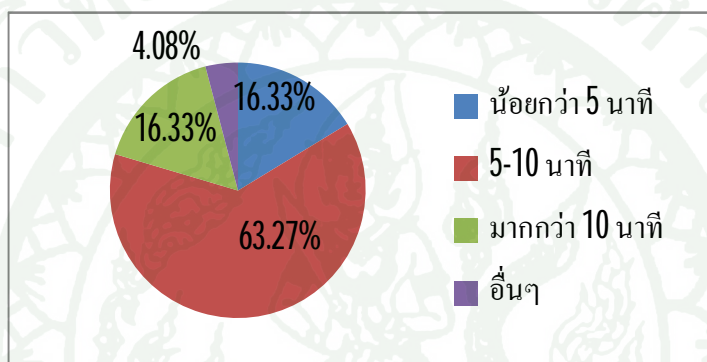
1.2.1 เวลาในการรอรถสวัสดิการ



ภาพที่ 16 เวลาในการรอรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่ 16 แสดงเวลาในการรอรหัสตัวการของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีเวลาในการรอรหัสตัวการน้อยกว่า 5 นาที 7.69% 5-10 นาที 32.85% มากกว่า 10 นาที 57.12% และ อื่นๆ 2.34%

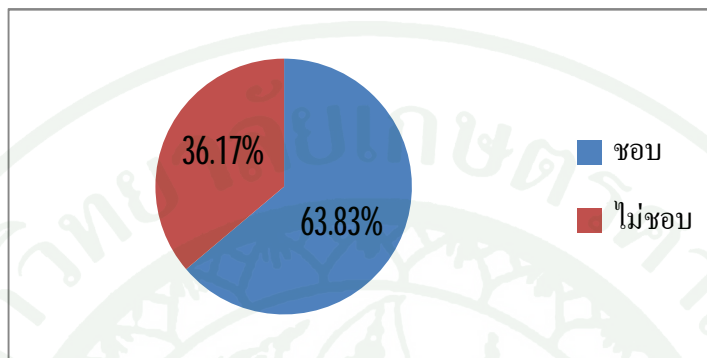
1.2.2 เวลาที่สามารถรอรหัสตัวการได้



ภาพที่ 17 เวลาที่สามารถรอรหัสตัวการได้

จากภาพที่ 17 แสดงเวลาที่สามารถรอรหัสตัวการของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดสามารถรอรหัสตัวการน้อยกว่า 5 นาที 16.33% 5-10 นาที 63.27% มากกว่า 10 นาที 16.33% และ อื่นๆ 4.08%

1.2.3 ระดับความพึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการ



ภาพที่ 18 ระดับความพึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่ 18 แสดงระดับความพึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีความพึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการ 63.83% และไม่พึงพอใจการให้บริการรถสวัสดิการ 36.17%

1.3 ส่วนการกำหนดจุดจอด

1.3.1 การใช้บริการจุดจอดรถสวัสดิการ

การให้บริการจุดจอดรถสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถามตามความถี่ แสดงความน่าจะเป็นการให้บริการในแต่ละจุดจอดดังตารางที่ 6

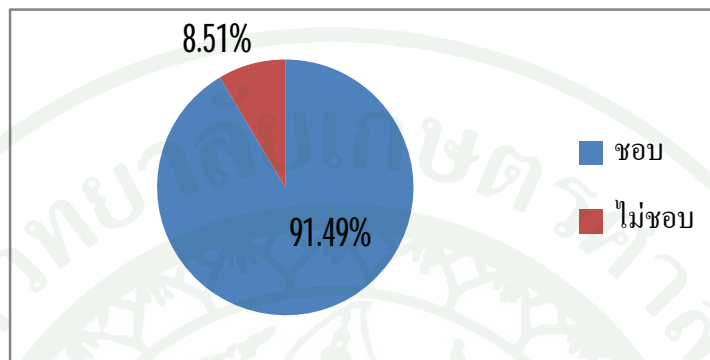
ตารางที่ 6 ความน่าจะเป็นของการใช้บริการจุดจอตลอดสวัสดิการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	จุดจอต	ความน่าจะเป็น	ลำดับที่	จุดจอต	ความน่าจะเป็น
1	กองยานพาหนะฯ	0.0411	25	ศูนย์หนังสือ มก.	0.0268
2	โครงการหลวง	0.0154	26	พุทธเกษตร	0.0174
3	หอพักนิสิตหญิง	0.0178	27	โรงอาหารกลาง 2	0.0196
4	หอพักนิสิตชาย	0.0154	28	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	0.0197
5	กองกิจการนิสิต	0.0252	29	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช	0.0144
6	คณะวิศวกรรมศาสตร์	0.0325	30	ภาควิชาภูมิวิทยา	0.0168
7	ศร. 1 ถ.จันทรสถิตย์	0.0230	31	คณะประมง อาคาร 1	0.0144
8	ไปรษณีย์ มก.	0.0242	32	คณะประมง อาคาร 2	0.0183
9	อาคารวิทย์พัฒนา	0.0318	33	อาคารสารนิเทศ 50 ปี	0.0182
10	ธ. กรุงศรีฯ	0.0177	34	สถาบันอาหาร	0.0196
11	สวนพรรณไม้ฯ	0.0177	35	คณะอุตสาหกรรมเกษตร	0.0209
12	ศาลาหกเหลี่ยม	0.0494	36	คณะเกษตร	0.0204
13	อนุสาวรีย์ฯ	0.0139	37	ปฐพีวิทยา	0.0172
14	งามวงศ์วาน 1	0.0377	38	กรมวิชาการเกษตร	0.0178
15	คณะคหกรรม	0.0225	39	คณะบริหารธุรกิจ	0.0215
16	คณะวิทยาศาสตร์	0.0326	40	งามวงศ์วาน 2	0.0174

ตารางที่ 6(ต่อ)

ลำดับที่	จุดจอด	ความน่าจะเป็น	ลำดับที่	จุดจอด	ความน่าจะเป็น
17	สำนักหอสมุด	0.0154	41	งามวงศ์วาน 3	0.0183
18	คณะมนุษยศาสตร์	0.0222	42	สำนักพิพิธภัณฑฯ	0.0154
19	อาคารวชิรานุสรณ์	0.0159	43	สนามเซปักตะกร้อ	0.0153
20	บัณฑิตวิทยาลัย	0.0178	44	สำนักการกีฬา	0.0167
21	ศร. 2,3,4	0.0217	45	ศร. 1 ถ.ชูชาติกำพู	0.0202
22	สหกรณ์ร้านค้า	0.0217	46	คณะสังคมศาสตร์	0.0153
23	สนามอินทรีฯ	0.0164	47	คณะอุตสาหกรรมการเกษตร อาคาร 3	0.0286
24	คณะเศรษฐศาสตร์	0.0193			

1.3.2 ระดับความพึงพอใจตำแหน่งจุดจอดรถสวัสดิการ



ภาพที่ 19 ระดับความพึงพอใจตำแหน่งจุดจอดของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่ 19 แสดงระดับความพึงพอใจตำแหน่งจุดจอดของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีความพึงพอใจตำแหน่งจุดจอด 91.49% และ ไม่พึงพอใจตำแหน่งจุดจอด 8.51%

2. ผลการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการปัจจุบัน

ผลจากการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena 13.0 ภายใต้เงื่อนไขการประมวลผลความยาวของแต่ละรอบทำซ้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง และจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ และไม่มีค่าช่วงเวลาที่มีการแกว่ง

การจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบัน พบว่า ในแต่ละช่วงเวลามีเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารที่มากกว่า 10 นาที และระดับการบริการโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากสูตรที่ (4) สรุปได้ดังตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าระบบการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบันยังไม่เพียงพอต่อการรองรับผู้โดยสารทำให้ผู้โดยสารต้องรอคอยนาน ส่งผลให้ระดับการบริการต่ำ

$$\% \text{ ความพึงพอใจ} = \frac{\text{จำนวนผู้โดยสารที่พึงพอใจ}}{\text{จำนวนผู้โดยสารทั้งหมด}} \times 100 \quad (4)$$

ตารางที่ 7 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบัน

ช่วงเวลา	สาย	จำนวนรถ (คัน)	เวลาโดยรวม	จำนวน	จำนวน	% ความ พึงพอใจ
			โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	ผู้โดยสาร ที่พึงพอใจ (คน)	ผู้โดยสาร ที่ไม่พึงพอใจ (คน)	
7:30-9:30 น.	1	4	12.79 ± 0.27	757	280	73.00
	2	2	11.14 ± 0.52	251	174	59.06
	3	2	10.99 ± 0.34	292	149	66.21
	4	4	11.99 ± 0.40	999	450	68.94
11:30-13:30 น.	1	3	12.11 ± 0.26	626	248	71.62
	2	2	7.26 ± 0.27	344	53	86.65
	3	2	7.44 ± 0.38	357	70	83.61
	4	3	13.15 ± 0.45	1,117	485	69.73
15:30-17:30 น.	1	3	10.11 ± 0.42	527	246	68.18
	2	2	13.53 ± 0.53	85	201	29.72
	3	2	13.81 ± 0.52	125	289	30.19
	4	3	14.99 ± 0.51	298	386	43.57

3. ผลการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการแนวทางการปรับปรุง

3.1 แนวทางการปรับปรุงที่ 1 คือ การเพิ่มจำนวนรถ โดยไม่เกินจำนวนตำแหน่งพนักงานขับรถสวัสดิการ คือ 17 คัน

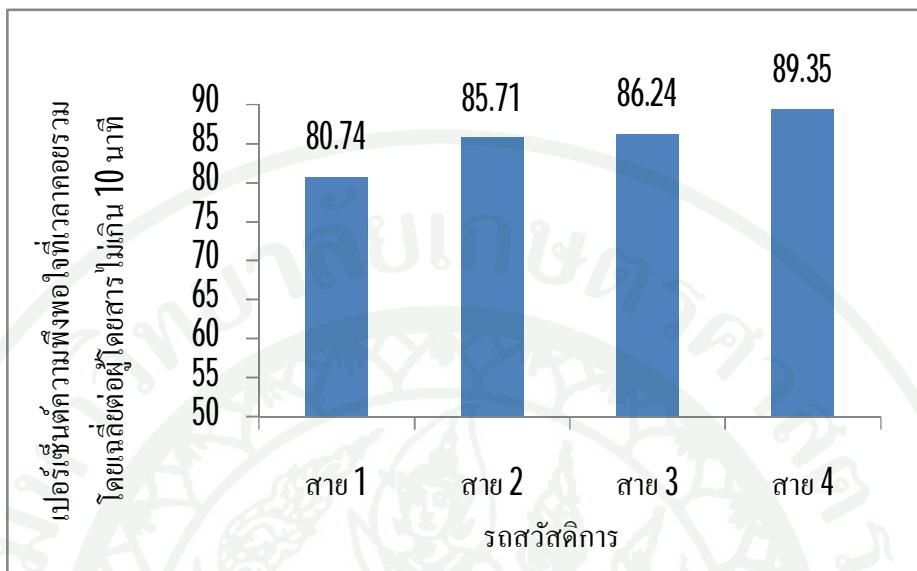
เนื่องจากระบบการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบันไม่เพียงพอต่อการรองรับผู้โดยสาร จึงเสนอแนวทางการปรับปรุงที่ 1 โดยในแต่ละช่วงเวลาทำการเพิ่มจำนวนรถไปครั้งละ 1 คัน โดยเลือกที่ค่าเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจที่ต่ำที่สุดก่อน และเพิ่มต่อเนื่อง จนครบ 17 คัน หรือ จนกว่าระดับความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ 79.60% ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 1

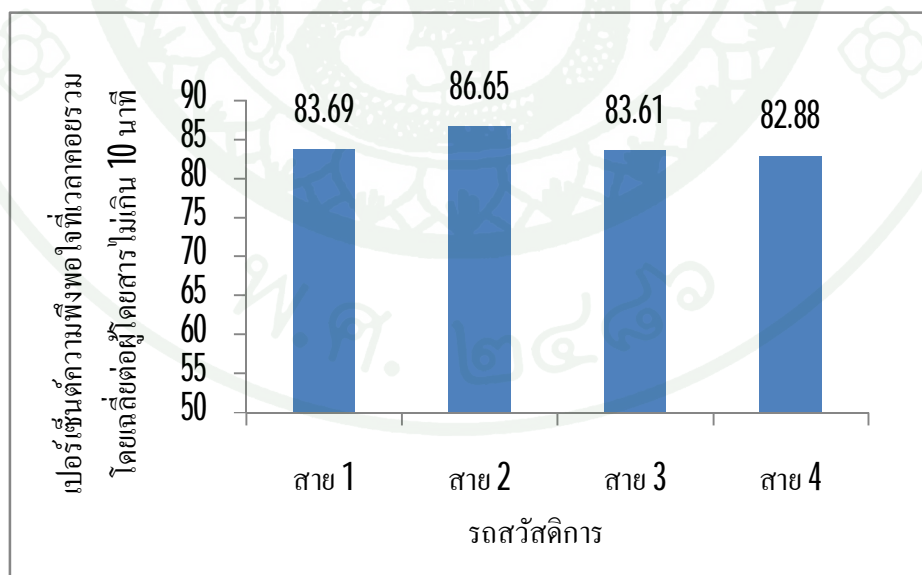
ช่วงเวลา	สาย	จำนวนรถ (คัน)	เวลาโดยรวม	จำนวน	จำนวน	% ความ พึงพอใจ
			โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	ผู้โดยสารที่ พึงพอใจ (คน)	ผู้โดยสารที่ ไม่พึงพอใจ (คน)	
7:30-9:30 น.	1	5	9.59 ± 0.23	872	208	80.74
	2	3	7.40 ± 0.23	396	66	85.71
	3	3	6.81 ± 0.26	420	67	86.24
	4	5	8.05 ± 0.40	1,435	171	89.35
11:30-13:30 น.	1	5	6.55 ± 0.28	908	177	83.69
	2	2	7.26 ± 0.18	344	53	86.65
	3	2	7.44 ± 0.21	357	70	83.61
	4	5	8.02 ± 0.37	1,719	355	82.88
15:30-17:30 น.	1	4	7.54 ± 0.42	671	151	81.63
	2	4	8.96 ± 0.35	187	124	60.13
	3	4	8.19 ± 0.47	332	157	67.89
	4	5	9.58 ± 0.65	543	265	67.20

จากตารางที่ 8 พบว่าการเพิ่มจำนวนรถสามารถลดเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสาร พร้อมกับเพิ่มระดับการบริการของรถโดยสารที่เวลาคอยไม่เกิน 10 นาทีได้ โดยรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 มีระดับการบริการของช่วงเวลา 7:30-9:30 น. คือ 80.74% 85.71% 86.24% และ 89.35% ตามลำดับ ช่วงเวลา 11:30-13:30 น. คือ 83.69% 86.65% 83.61% และ 82.88% ตามลำดับ และช่วงเวลา 15:30-17:30 น. คือ 81.63% 60.13% 67.89% และ 67.20% ตามลำดับ

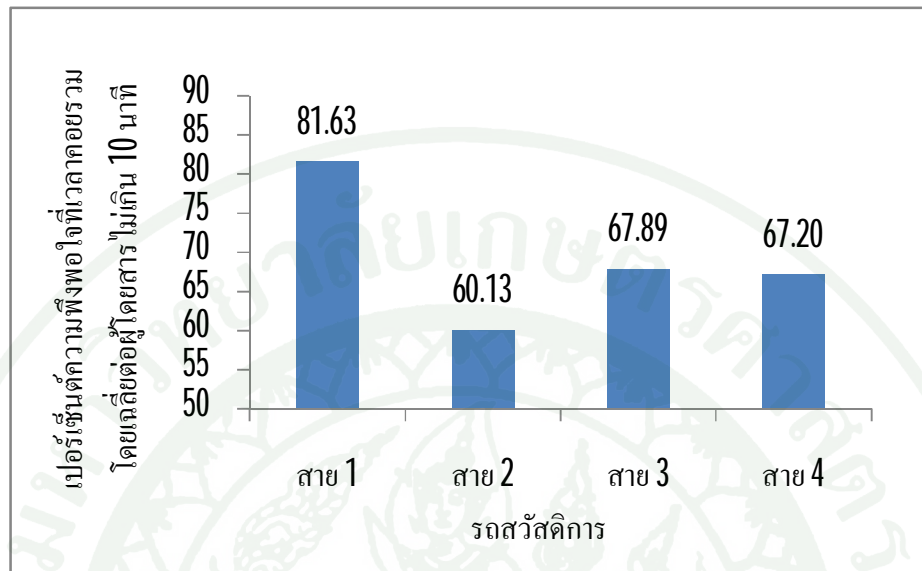
เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ของรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 ในแต่ละช่วงเวลาแสดงดังภาพที่ 20 21 และ 22



ภาพที่ 20 เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.



ภาพที่ 21 เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.



ภาพที่ 22 เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที จากการจำลองสถานการณ์ระบบรถสวัสดิการ แนวทางการปรับปรุงที่ 1 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จากภาพที่ 20 21 และ 22 ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์แนวทางการปรับปรุงที่ 1 แสดงให้เห็นว่า

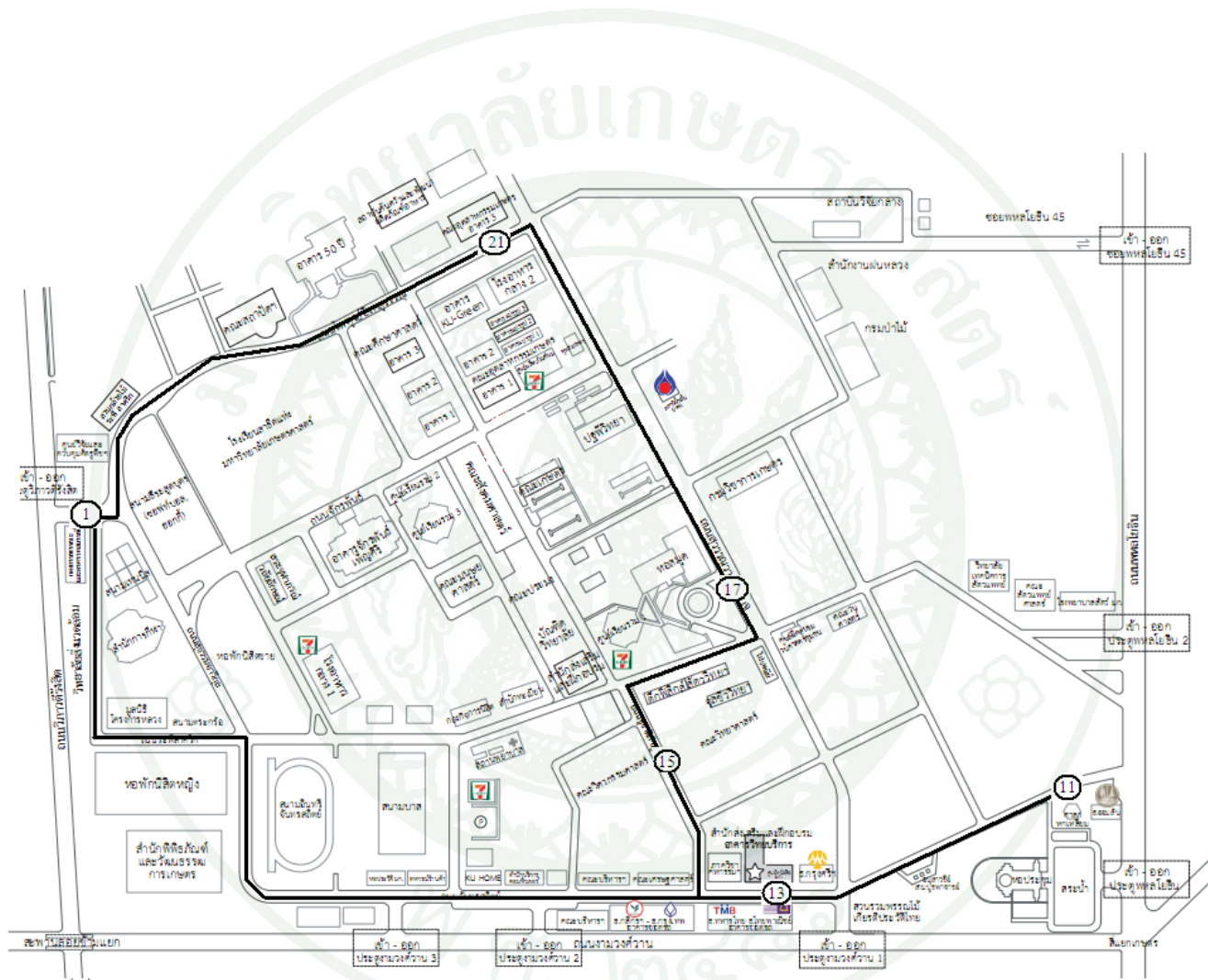
ในช่วงเวลา 7:30-9:30 น. เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ของรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และมีจำนวนรถทั้งหมด 16 คัน

ในช่วงเวลา 11:30-13:30 น. เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ของรถสวัสดิการสาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และมีจำนวนรถทั้งหมด 14 คัน

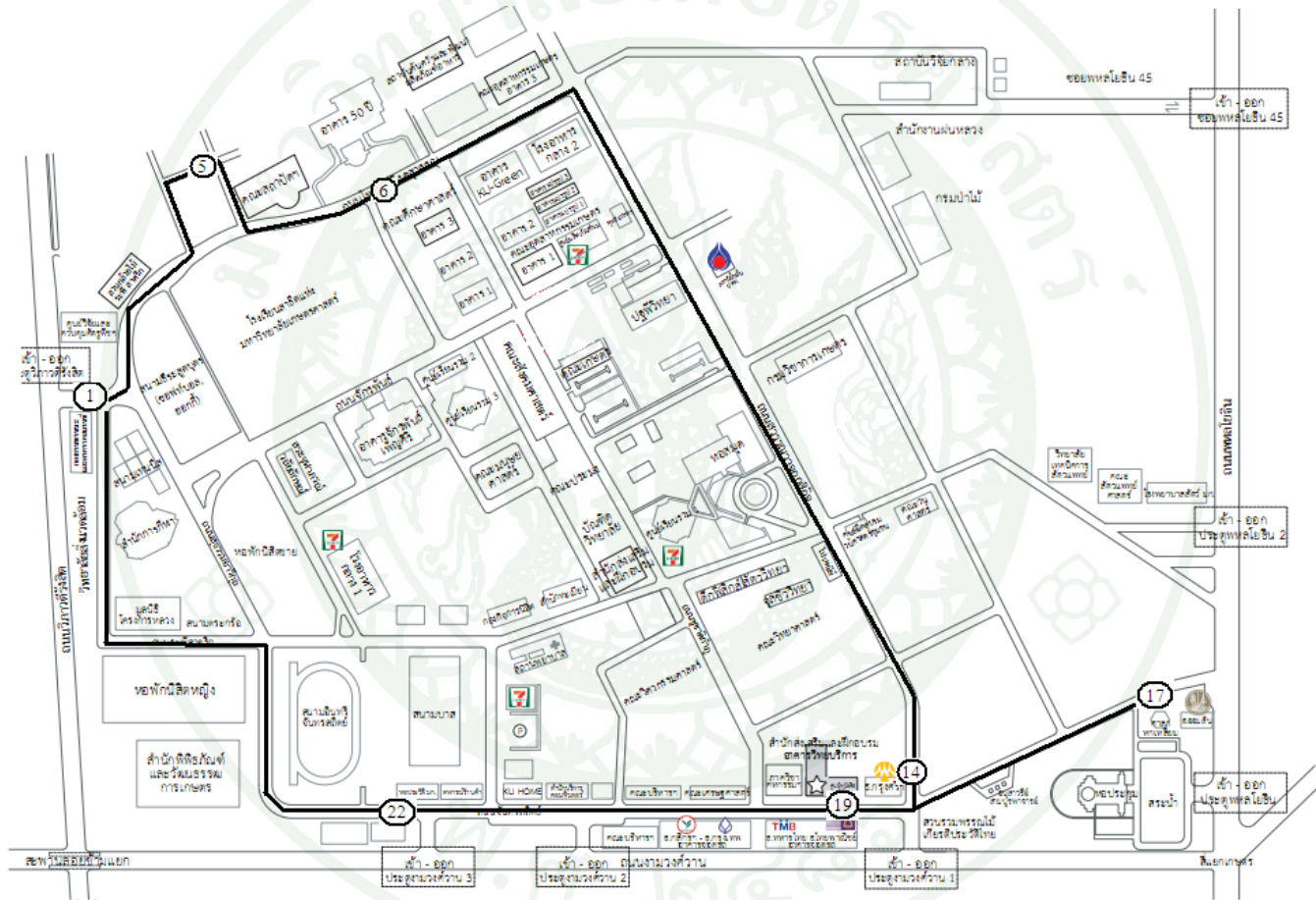
ในช่วงเวลา 15:30-17:30 เปอร์เซนต์ความพึงพอใจที่เวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ของรถสวัสดิการสาย 1 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 อยู่ในระดับที่ยังยอมรับไม่ได้ และมีจำนวนรถทั้งหมด 17 คัน ซึ่งครบจำนวนรถทั้งหมดที่มีแล้ว ดังนั้นจึงนำรถสวัสดิการสาย 2 สาย 3 และ สาย 4 มาจำลองสถานการณ์แนวทางการปรับปรุงที่ 2 ต่อไป

3.2 แนวทางการปรับปรุงที่ 2 คือ การจำลองสถานการณ์รถสวัสดิการโดยการเปลี่ยนรถวิ่งตามปกติเป็นรถสายด่วน โดยเลือกจากเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจที่เวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารไม่เกิน 10 นาที ที่อยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ คือ น้อยกว่า 79.60 % จากแนวทางการปรับปรุงที่ 1 มาจำลองสถานการณ์การปรับปรุงที่ 2 ซึ่งได้แก่ ช่วงเวลา 15:30-17:30 น. รถสวัสดิการสาย 2 สาย 3 และ สาย 4

โดยทำการตรวจสอบจำนวนผู้โดยสารในแต่ละจุดจอด แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลง โดยจะเลือกให้รถสายด่วนจอดเฉพาะจุดจอดที่มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลง ที่มากกว่า 10% ซึ่งแสดงดังตารางผนวกที่ ๑1 และแสดงจุดจอดของรถสายด่วนดังภาพที่ 23 24 และ 25 และผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 2 แสดงดังตารางที่ 9 10 และ 11



ภาพที่ 23 เส้นทางและจุดจอดครดสายด่วนของรถสวัสดิการสาย 2 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.



ภาพที่ 24 เส้นทางและจุดจอดรถสายคว้นของรถสวัสดิการสาย 3 สำหรับช่วงเวลา 15:30 - 18:30 น.

ตารางที่ 9 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุงที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จำนวนรถ ที่วิ่งปกติ (คัน)	จำนวนรถ สายด่วน (คัน)	เวลาโดยรวม โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	จำนวนผู้โดยสาร ที่พึงพอใจ (คน)	จำนวนผู้โดยสาร ที่ไม่พึงพอใจ (คน)	เปอร์เซ็นต์ ความพึง พอใจ
4	0	8.96 ± 0.42	187	124	60.13
3	1	9.64 ± 0.45	169	138	55.05
2	2	10.50 ± 0.40	141	161	46.69
1	3	14.11 ± 0.40	89	171	34.23

ตารางที่ 10 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุง ที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จำนวนรถ ที่วิ่งปกติ (คัน)	จำนวนรถ สายด่วน (คัน)	เวลาโดยรวม โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	จำนวนผู้โดยสาร ที่พึงพอใจ (คน)	จำนวนผู้โดยสาร ที่ไม่พึงพอใจ (คน)	เปอร์เซ็นต์ ความพึง พอใจ
4	0	8.19 ± 0.42	332	157	67.89
3	1	8.08 ± 0.45	335	153	68.65
2	2	10.32 ± 0.40	260	211	55.20
1	3	13.05 ± 0.40	170	210	44.74

ตารางที่ 11 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการของแนวทางการปรับปรุง ที่ 2 ของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จำนวนรถ ที่วิ่งปกติ (คัน)	จำนวนรถ สายด่วน (คัน)	เวลาโดยรวม โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	จำนวนผู้โดยสาร ที่พึงพอใจ (คน)	จำนวนผู้โดยสาร ที่ไม่พึงพอใจ (คน)	เปอร์เซ็นต์ ความพึง พอใจ
5	0	9.58 ± 0.34	543	265	67.20
4	1	8.56 ± 0.39	606	203	74.91

ตารางที่ 11 (ต่อ)

จำนวนรถ ที่วิ่งปกติ (คัน)	จำนวนรถ สายด่วน (คัน)	เวลาโดยรวม โดยเฉลี่ยต่อ ผู้โดยสาร (นาที)	จำนวนผู้โดยสาร ที่พึงพอใจ (คน)	จำนวนผู้โดยสาร ที่ไม่พึงพอใจ (คน)	เปอร์เซ็นต์ ความพึง พอใจ
3	2	8.91 ± 0.39	578	221	72.34
2	3	10.40 ± 0.38	486	268	64.46
1	4	13.03 ± 0.44	350	269	56.54

จากตารางที่ 9 รถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น. มีรถวิ่งตามปกติจอด 22 จุดจอด และรถสายด่วนจอด 6 จุดจอด คือ จุดจอดกองยานพาหนะ ศาลาหกเหลี่ยม งามวงศ์วาน 1 คณะวิทยาศาสตร์ สำนักหอสมุด โรงอาหารกลาง 2 พบว่า มีรถทั้งหมด 4 คัน ซึ่งรถวิ่งตามปกติ 4 คัน และไม่มีรถสายด่วน มีเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารต่ำสุด คือ 8.96 ± 0.42 และ เปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจสูงสุด คือ 60.13 %

จากตารางที่ 10 รถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น. มีรถวิ่งตามปกติจอด 25 จุดจอด และรถสายด่วนจอด 7 จุดจอด คือ จุดจอดกองยานพาหนะ คณะประมงอาคาร 2 อาคารสารนิเทศ 50 ปี ธ. กรุงศรีฯ ศาลาหกเหลี่ยม งามวงศ์วาน 1 งามวงศ์วาน 3 พบว่า มีรถทั้งหมด 4 คัน ซึ่งรถวิ่งตามปกติ 3 คัน และรถสายด่วน 1 คัน มีเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารต่ำสุด คือ 8.08 ± 0.45 และเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจสูงสุด คือ 68.65 %

จากตารางที่ 11 รถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น. มีรถวิ่งตามปกติจอด 18 จุดจอด และรถสายด่วนจอด 7 จุดจอด คือ จุดจอดงามวงศ์วาน 1 คณะวิทยาศาสตร์ ศรี.1 ถ. ชูชาติกำแพง คณะมนุษยศาสตร์ ธ. กรุงศรีฯ ศาลาหกเหลี่ยม พบว่า มีรถทั้งหมด 5 คัน ซึ่งรถวิ่งตามปกติ 3 คัน และรถสายด่วน 1 คัน มีเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารต่ำสุด คือ 8.56 ± 0.39 และ เปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจสูงสุด คือ 74.91%

จากการจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการรถสวัสดิการ เมื่อนำระบบปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงทั้ง 2 แนวทาง มาเปรียบเทียบเวลาโดยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารและระดับการบริการของรถโดยสารที่เวลาคอยไม่เกิน 10 นาที ได้ดังตารางที่ 12 และ 13

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารที่ลดลง

ช่วงเวลา	สาย	เวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสาร (นาที)			เวลาคอยรวม
		ระบบปัจจุบัน	การปรับปรุงที่ 1	การปรับปรุงที่ 2	โดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารที่ลดลง (นาที)
7:30-9:30 น.	1	12.79 ± 0.27	9.59 ± 0.23	-	25.02
	2	11.14 ± 0.52	7.40 ± 0.23	-	33.57
	3	10.99 ± 0.34	6.81 ± 0.26	-	38.03
	4	11.99 ± 0.40	8.05 ± 0.40	-	32.86
11:30-13:30 น.	1	12.11 ± 0.26	6.55 ± 0.28	-	45.91
	2	7.26 ± 0.27	7.26 ± 0.18	-	0.00
	3	7.44 ± 0.38	7.44 ± 0.21	-	0.00
	4	13.15 ± 0.45	8.02 ± 0.37	-	39.01
15:30-17:30 น.	1	10.11 ± 0.42	7.54 ± 0.42	-	25.42
	2	13.53 ± 0.53	8.96 ± 0.35	8.96 ± 0.35	33.78
	3	13.81 ± 0.52	8.19 ± 0.47	8.08 ± 0.45	41.49
	4	14.99 ± 0.51	9.58 ± 0.65	8.56 ± 0.39	42.90

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบระดับการบริการของระบบรถสวัสดิการที่เวลาคอยไม่เกิน 10 นาที

ช่วงเวลา	สาย	เปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจ			เปอร์เซ็นต์
		ระบบปัจจุบัน	การปรับปรุงที่ 1	การปรับปรุงที่ 2	ความพึงพอใจที่เพิ่มขึ้น
7:30-9:30 น.	1	73.00	80.74	-	7.74
	2	59.06	85.71	-	26.65
	3	66.21	86.24	-	20.03
	4	68.94	89.35	-	20.41
11:30-13:30 น.	1	71.62	83.69	-	12.07
	2	86.65	86.65	-	0.00

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ช่วงเวลา	สาย	เปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจ			เปอร์เซ็นต์ ความพึงพอใจ ที่เพิ่มขึ้น
		ระบบปัจจุบัน	การปรับปรุงที่ 1	การปรับปรุงที่ 2	
11:30-13:30 น.	3	83.61	83.61	-	0.00
	4	69.73	82.88	-	13.15
15:30-17:30 น.	1	68.18	81.63	-	13.45
	2	29.72	60.13	60.13	30.41
	3	30.19	67.89	68.65	38.46
	4	43.57	67.20	74.91	31.34

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรถสวัสดิการที่เหมาะสมจาก 2 แนวทางการปรับปรุง สำหรับช่วงเวลา 7:30-9:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 มีจำนวนรถสวัสดิการที่เหมาะสม คือ 5 3 3 และ 5 คัน ตามลำดับ สำหรับช่วงเวลา 11:30-13:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 มีจำนวนรถสวัสดิการที่เหมาะสม คือ 5 2 2 และ 5 คัน ตามลำดับ สำหรับช่วงเวลา 15:30-17:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 มีจำนวนรถสวัสดิการที่เหมาะสม คือ 4 4 4 และ 5 คัน ตามลำดับ โดยรถสวัสดิการสาย 3 มี รถ 3 คัน ที่วิ่งตามปกติ จุดจอด 25 จุดจอด และ 1 คัน วิ่งสายคว้น จุดจอด 7 จุดจอด คือ จุดจอดกองยานพาหนะฯ คณะประมงอาคาร 2 อาคารสารนิเทศ 50 ปี ๕.กรุงเทพฯ ศาลาหกเหลี่ยม งามวงศ์วาน 1 งามวงศ์วาน 3 และ รถสวัสดิการสาย 4 มี รถ 4 คัน ที่วิ่งตามปกติ จุดจอด 18 จุดจอด และ 1 คัน วิ่งสายคว้น จุดจอด 7 จุดจอด คือ จุดจอดงามวงศ์วาน 1 คณะวิทยาศาสตร์ ๑.1 ๓. ซุชาติกำแพง คณะมนุษยศาสตร์ ๕. กรุงเทพฯ และศาลาหกเหลี่ยม

จากการจัดตารางการเดินรถสวัสดิการใหม่ สำหรับช่วงเวลา 7:30-9:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 สามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 25.02% 33.57% 38.03% และ 32.86% และสามารถเพิ่มระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาทีได้ 7.74% 26.65% 20.03% และ 20.41% ตามลำดับ สำหรับช่วงเวลา 11:30-13:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 สามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 45.91% 0% 0% และ 39.01% และสามารถเพิ่มระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาทีได้ 12.07% 0% 0% และ 13.15% ตามลำดับ และสำหรับช่วงเวลา 15:30-17:30 น. พบว่า สาย 1 สาย 2 สาย 3 และ สาย 4 สามารถลดเวลาคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อผู้โดยสารจากเดิมได้ 25.42% 33.78% 41.49% และ 42.90% และสามารถเพิ่มระดับการบริการของรถที่มีเวลาคอยไม่เกิน 10 นาทีได้ 13.45% 30.41% 38.46% และ 31.34% ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เหมาะสมกับการให้บริการรถสวัสดิการปัจจุบัน ถ้าผู้โดยสารมีพฤติกรรมการใช้บริการรถสวัสดิการเปลี่ยนไปจากเดิม จะส่งผลให้การสรุปจำนวนรถที่เหมาะสมเปลี่ยนแปลงด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ณัฐภณ ทองใบ และ ธนัญญา วสุศรี. 2552. การจัดสรรหน่วยให้บริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขายสินค้า กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าผู้ผลิตปูนซีเมนต์ผงสำเร็จรูป, น. 257-269. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ธิดินันท์ ศรีสุวรรณดี. 2555. ต้นแบบแถวคอย. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ปัทมา อยู่เย็น และ ลัดดา ตันวานิชกุล. 2556. การจัดตารางเวลาในการเดินรถขนส่งมวลขน ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้โปรแกรมเอกเซลโซลเวอร์. วิศวกรรมลาดกระบัง 30(2): 80-84.

เปรมชีวิน ไตรทิพย์. 2554. การศึกษาการเดินรถไฟใต้ดิน สายเฉลิมรัชมงคล ในช่วงเวลาเร่งด่วน ด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

รุ่งรัตน์ ภิษัฒ์เพ็ญ. 2553. คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena. ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

รุ่งรัตน์ ภิษัฒ์เพ็ญ และ สราวุธ ทองฉ่ำ. 2554. การหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมเพื่อลดปัญหาคอขวด โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์, น.1-5. ใน การประชุมวิชาการย้ายงาน วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, ปทุมธานี.

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร. 2555. การวิเคราะห์แบบจำลอง. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2532. การจำลองแบบปัญหา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อรรษา วงศ์สุขศรี. 2553. การจำลองสถานการณ์เพื่อจัดลำดับการขนส่งรถเอวีที่เหมาะสมสำหรับการประกอบอุตสาหกรรมรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ernst, A.T., H. Jiang, M. Krishnamoorthy and D.Sier. 2004. Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. **European Journal of Operational Research**. 153: 3-27.

Rossetti., M.D. 2010. **Simulation Modeling and Arena**. John Wiley & Sons. Ltd., United States of America.

Shanon, R.E. 1975. **System Simulation: The Art and Science**. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

แสดงข้อมูลระยะทางระหว่างจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 123 และ 4

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลระยะทางระหว่างจุดจอดปัจจุบันและจุดจอดถัดไป (หน่วย กิโลเมตร)

ช่วงเวลา	6:30-18:30 น.			6:30-15:30 น.	15:30-18:30 น.
จุดจอดที่	สาย 1	สาย 2	สาย 3	สาย 4	สาย 4
1	0.380	0.380	0.085	0.147	0.147
2	0.112	0.112	0.187	0.202	0.202
3	0.187	0.175	0.211	0.153	0.153
4	0.132	0.269	0.242	0.301	0.301
5	0.148	0.313	0.753	0.122	0.122
6	0.184	0.151	0.151	0.218	0.218
7	0.337	0.200	0.152	0.152	0.152
8	0.207	0.089	0.225	0.225	0.225
9	0.104	0.254	0.158	0.158	0.158
10	0.254	0.249	0.159	0.159	0.159
11	0.249	0.333	0.233	0.233	0.233
12	0.333	0.291	0.173	0.173	0.173
13	0.291	0.147	0.207	0.207	0.207
14	0.147	0.202	0.104	0.249	0.104
15	0.202	0.160	0.254	-	0.254
16	0.160	0.384	0.249	-	0.249
17	0.384	0.226	0.333	-	0.333
18	0.226	0.094	0.291	-	0.291
19	0.206	0.149	0.251	-	-
20	0.090	0.169	0.124	-	-
21	0.136	0.300	0.175	-	-
22	0.222	0.369	0.299	-	-
23	0.304	-	0.178	-	-
24	-	-	0.222	-	-
25	-	-	0.148	-	-
ระยะทางทั้งหมด	4.998	5.019	5.416	2.701	3.684



ภาคผนวก ข
แสดงแบบสอบถาม

ภาคผนวก ข แบบสอบถาม

แบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลส่วนตัว

นิสิต บุคลากร อื่นๆ ระบุ.....

2. การเดินทางภายในมหาวิทยาลัย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

รถสวัสดิการ(รถตะลี่ย) รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง เดิน อื่น ระบุ.....

ส่วนที่ 2 การให้บริการรถสวัสดิการ

1. เวลาในการรอรถสวัสดิการ

น้อยกว่า 5 นาที 5-10 นาที มากกว่า 10 นาที อื่นๆ ระบุ.....

2. คุณสมารถรอรถสวัสดิการได้ในเวลา

น้อยกว่า 5 นาที 5-10 นาที มากกว่า 10 นาที อื่นๆ ระบุ.....

3. ความพึงพอใจในการให้บริการรถสวัสดิการ

ชอบ ไม่ชอบ

ส่วนที่ 3 การกำหนดจุดจอด

คำชี้แจง

1 หมายถึง ใช้บริการจุดจอดนั้นๆ (ความถี่น้อย)
2 หมายถึง ใช้บริการจุดจอดนั้นๆ (ความถี่ปานกลาง)
3 หมายถึง ใช้บริการจุดจอดนั้นๆ (ความถี่มาก)

1. คุณใช้บริการจุดจอด (โดยใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องว่าง)

ที่	จุดจอด	1	2	3	ที่	จุดจอด	1	2	3	ที่	จุดจอด	1	2	3
1	กองยานพาหนะ				17	สำนักหอสมุด				33	อาคารสารนิเทศ 50 ปี			
2	โครงการหลวง				18	คณะมนุษยศาสตร์				34	สถาบันอาหาร			
3	หอพักนิสิตหญิง				19	อาคารวิชานุสรณ์				35	คณะอุตสาหกรรมเกษตร			
4	หอพักนิสิตชาย				20	บัณฑิตวิทยาลัย				36	คณะเกษตร			
5	กองกิจการนิสิต				21	คร 2,3,4				37	ปฐพีวิทยา			
6	คณะวิศวกรรมศาสตร์				22	สหกรณ์ร้านค้า				38	กรมวิชาการเกษตร			
7	คร. 1 ถ.จันทร์ประดิษฐ์				23	สนามอินทรี ฯ				39	คณะบริหารธุรกิจ			
8	ไปรษณีย์ มก.				24	คณะเศรษฐศาสตร์				40	งามวงศ์วาน 2			
9	อาคารวิทย์พัฒนา				25	ศูนย์หนังสือ มก.				41	งามวงศ์วาน 3			
10	ธ. กรุงศรี				26	พุทธเกษตร				42	สำนักพิพิธภัณฑฯ			
11	สวนพรรณไม้				27	โรงอาหารกลาง 2				43	สนามเซปักตะกร้อ			
12	ศาลาหกเหลี่ยม				28	คณะสถาปัตย์ฯ				44	สำนักการกีฬา			
13	อนุสาวรีย์ฯ				29	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช				45	คร. 1 ถ.ชุนชาติกำพู			
14	งามวงศ์วาน 1				30	ภาควิชาชีววิทยา				46	คณะสังคมศาสตร์			
15	คณะคหกรรม				31	คณะประมง อาคาร 1				47	คณะอุตสาหกรรมการ-			
16	คณะวิทยาศาสตร์				32	คณะประมง อาคาร 2					เกษตรอาคาร 3			

2. ความพึงพอใจในการกำหนดจุดจอด

ชอบ ไม่ชอบ (ถ้าไม่ชอบ ควรเพิ่ม-ลดจุดจอด) โปรดระบุ.....





ตารางผนวกที่ 1 จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 1

จุดจอด	7:30-9:30 น.		11:30-13:30 น.		15:30-17:30 น.	
	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)
1	414	42	150	105	224	189
2	41	18	39	25	15	15
3	63	18	20	15	20	9
4	36	49	58	23	54	45
5	0	61	49	24	20	15
6	18	126	41	38	68	54
7	32	254	107	78	118	33
8	0	0	0	34	23	0
9	18	49	43	60	26	69
10	36	27	60	8	15	27
11	18	18	30	20	8	0
12	54	18	15	0	0	0
13	620	100	343	227	75	272
14	0	36	8	10	10	0
15	83	64	97	67	84	27
16	0	23	15	10	24	9
17	54	190	34	88	39	23
18	36	113	18	75	39	30
19	18	41	15	57	32	35
20	0	41	30	45	12	27
21	0	76	20	15	14	27
22	0	0	0	83	0	0
23	0	179	33	120	24	38

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 2

จุดจอด	7:30-9:30 น.		11:30-13:30 น.		15:30-17:30 น.	
	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)
1	108	9	7	49	20	90
2	14	9	7	0	9	9
3	9	0	12	0	0	8
4	5	5	0	0	0	4
5	15	19	0	7	13	20
6	6	43	9	18	12	4
7	5	20	14	21	10	8
8	7	20	18	7	10	11
9	15	9	0	0	15	0
10	5	16	14	0	12	0
11	217	54	166	30	37	81
12	0	0	0	9	12	0
13	35	38	32	21	37	17
14	5	9	18	9	8	16
15	9	54	26	95	28	10
16	10	54	7	70	12	7
17	9	23	16	28	23	12
18	0	21	0	0	24	4
19	0	25	0	28	12	0
20	18	46	0	12	8	10
21	18	25	49	11	28	20
22	5	14	39	18	8	4

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 3

จุดจอด	7:30-9:30 น.		11:30-13:30 น.		15:30-17:30 น.	
	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)
1	90	29	36	38	21	78
2	10	0	0	0	7	7
3	0	0	27	5	14	7
4	0	10	5	11	46	0
5	10	17	37	27	70	28
6	0	20	29	16	59	18
7	24	16	29	0	28	7
8	23	31	17	13	34	0
9	42	18	27	5	7	0
10	10	23	14	5	0	0
11	0	16	18	32	0	19
12	17	25	18	25	28	14
13	17	13	9	0	11	0
14	28	10	21	36	27	51
15	25	13	15	25	7	28
16	0	0	9	0	0	0
17	211	84	81	45	28	129
18	0	10	0	0	21	0
19	30	113	49	67	49	18
20	0	18	0	14	12	7
21	0	44	0	36	14	24
22	13	16	23	18	24	32
23	0	0	0	0	0	19
24	0	10	0	18	11	18
25	0	15	0	28	9	23

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนผู้โดยสารขึ้นลงในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 4

จุดจอด	7:30-9:30 น.		11:30-13:30 น.		15:30-17:30 น.	
	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)	ขึ้นรถ (คน)	ลงรถ (คน)
1	1,400	160	713	572	156	65
2	0	40	47	47	13	26
3	40	166	110	158	65	52
4	107	200	180	124	52	52
5	0	80	176	132	0	26
6	80	701	381	473	156	169
7	40	80	229	52	39	38
8	60	73	248	341	39	40
9	40	133	155	83	78	38
10	70	110	0	109	0	13
11	0	42	93	93	26	26
12	0	80	109	98	52	26
13	81	53	62	147	0	51
14	41	40	124	198	52	53
15	-	-	-	-	13	40
16	-	-	-	-	26	39
17	-	-	-	-	182	195
18	-	-	-	-	0	0



ตารางผนวกที่ ๑1 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 1

จุดจอดที่	7:30-9:30 น.	11:30-13:30 น.	15:30-17:30 น.
1	Expo(0.290)	Expo(0.800)	Expo(0.536)
2	Expo(2.917)	Expo(3.077)	Expo(8.000)
3	Expo(1.905)	Expo(6.000)	Expo(5.926)
4	Expo(3.333)	Expo(2.065)	Expo(2.222)
5	(-)	Expo(2.462)	Expo(6.061)
6	Expo(6.667)	Expo(2.909)	Expo(1.778)
7	Expo(3.704)	Expo(1.125)	Expo(1.016)
8	(-)	(-)	Expo(5.333)
9	Expo(6.667)	Expo(2.783)	Expo(4.706)
10	Expo(3.333)	Expo(2.000)	Expo(8.000)
11	Expo(6.667)	Expo(4.000)	Expo(15.000)
12	Expo(2.222)	Expo(8.000)	(-)
13	Expo(0.194)	Expo(0.350)	Expo(1.592)
14	(-)	Expo(16.000)	Expo(12.000)
15	Expo(1.441)	Expo(1.241)	Expo(1.422)
16	(-)	Expo(8.000)	Expo(5.000)
17	Expo(2.222)	Expo(3.500)	Expo(3.048)
18	Expo(3.333)	Expo(6.667)	Expo(3.077)
19	Expo(6.667)	Expo(8.000)	Expo(3.733)
20	(-)	Expo(4.000)	Expo(10.000)
21	(-)	Expo(6.000)	Expo(8.889)
22	(-)	(-)	(-)
23	(-)	Expo(3.636)	Expo(5.000)

หมายเหตุ (-) หมายถึง ไม่มีผู้โดยสารเข้ามาในจุดจอด

ตารางผนวกที่ ๒ การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 2

จุดจอดที่	7:30-9:30 น.	11:30-13:30 น.	15:30-17:30 น.
1	Expo(1.111)	Expo(17.143)	Expo(6.000)
2	Expo(8.889)	Expo(17.143)	Expo(13.846)
3	Expo(13.333)	Expo(10.286)	(-)
4	Expo(26.667)	(-)	(-)
5	Expo(8.000)	(-)	Expo(9.375)
6	Expo(20.000)	Expo(12.857)	Expo(10.000)
7	Expo(26.667)	Expo(8.571)	Expo(12.500)
8	Expo(17.778)	Expo(6.857)	Expo(12.500)
9	Expo(8.000)	(-)	Expo(8.000)
10	Expo(26.667)	Expo(8.571)	Expo(10.000)
11	Expo(0.553)	Expo(0.724)	Expo(3.281)
12	(-)	(-)	Expo(10.000)
13	Expo(3.419)	Expo(3.810)	Expo(3.243)
14	Expo(26.667)	Expo(6.857)	Expo(15.000)
15	Expo(13.333)	Expo(4.675)	Expo(4.286)
16	Expo(11.667)	Expo(17.143)	Expo(10.000)
17	Expo(13.333)	Expo(7.347)	Expo(5.250)
18	(-)	(-)	Expo(5.000)
19	(-)	(-)	Expo(10.000)
20	Expo(6.667)	(-)	Expo(15.000)
21	Expo(6.667)	Expo(2.449)	Expo(4.286)
22	Expo(26.667)	Expo(3.117)	Expo(15.000)

หมายเหตุ (-) หมายถึง ไม่มีผู้โดยสารเข้ามาในจุดจอด

ตารางผนวกที่ 3 การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 3

จุดจอดที่	7:30-9:30 น.	11:30-13:30 น.	15:30-17:30 น.
1	Expo(1.333)	Expo(3.333)	Expo(5.714)
2	Expo(12.000)	(-)	Expo(17.143)
3	(-)	Expo(4.444)	Expo(8.571)
4	(-)	Expo(26.667)	Expo(2.637)
5	Expo(12.000)	Expo(3.218)	Expo(1.714)
6	(-)	Expo(4.211)	Expo(2.030)
7	Expo(5.000)	Expo(4.211)	Expo(4.286)
8	Expo(5.143)	Expo(7.273)	Expo(3.547)
9	Expo(2.857)	Expo(4.444)	Expo(17.143)
10	Expo(12.000)	Expo(8.889)	(-)
11	(-)	Expo(6.667)	(-)
12	Expo(7.200)	Expo(6.667)	Expo(4.286)
13	Expo(7.200)	Expo(13.333)	Expo(11.429)
14	Expo(4.364)	Expo(5.714)	Expo(4.511)
15	Expo(4.800)	Expo(8.000)	Expo(17.143)
16	(-)	Expo(13.333)	(-)
17	Expo(0.569)	Expo(1.481)	Expo(4.286)
18	(-)	(-)	Expo(5.714)
19	Expo(4.000)	Expo(2.456)	Expo(2.449)
20	(-)	(-)	Expo(9.796)
21	(-)	(-)	Expo(8.571)
22	Expo(9.000)	Expo(5.333)	Expo(5.042)
23	(-)	(-)	(-)
24	(-)	(-)	Expo(11.429)
25	(-)	(-)	Expo(13.333)

หมายเหตุ (-) หมายถึง ไม่มีผู้โดยสารเข้ามาในจุดจอด

ตารางผนวกที่ ๔ การแจกแจงและเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้โดยสารรถสวัสดิการสาย 4

จุดจอดที่	7:30-9:30 น.	11:30-13:30 น.	15:30-17:30 น.
1	Expo(0.086)	Expo(0.168)	Expo(0.769)
2	(-)	Expo(2.581)	Expo(9.231)
3	Expo(3.000)	Expo(1.092)	Expo(1.846)
4	Expo(1.125)	Expo(0.667)	Expo(2.308)
5	(-)	Expo(0.683)	(-)
6	Expo(1.500)	Expo(0.315)	Expo(0.769)
7	Expo(3.000)	Expo(0.525)	Expo(3.077)
8	Expo(2.000)	Expo(0.484)	Expo(3.077)
9	Expo(3.000)	Expo(0.774)	Expo(1.538)
10	Expo(1.714)	(-)	(-)
11	(-)	Expo(1.290)	Expo(4.615)
12	(-)	Expo(1.106)	Expo(2.308)
13	Expo(1.481)	Expo(1.935)	(-)
14	Expo(2.927)	Expo(0.968)	Expo(2.308)
15	-	-	Expo(9.231)
16	-	-	Expo(4.615)
17	-	-	Expo(0.659)
18	-	-	(-)

หมายเหตุ (-) หมายถึง ไม่มีผู้โดยสารเข้ามาในจุดจอด



ภาคผนวก จ

แสดงความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมาย

ตารางผนวกที่ ๑1 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0.012	0.012	0.033	0.041	0.084	0.169	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.067	0.024	0.043	0.015	0.127	0.075	0.027	0.027	0.051	0	0.119
2	0.028	0	0.012	0.032	0.040	0.083	0.167	0	0.032	0.018	0.012	0.012	0.066	0.024	0.042	0.015	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.117
3	0.028	0.012	0	0.032	0.040	0.083	0.167	0	0.032	0.018	0.012	0.012	0.066	0.024	0.042	0.015	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.117
4	0.028	0.012	0.012	0	0.041	0.084	0.170	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.067	0.024	0.043	0.015	0.127	0.075	0.028	0.027	0.051	0	0.120
5	0.028	0.012	0.012	0.033	0	0.085	0.172	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.068	0.024	0.043	0.015	0.128	0.076	0.028	0.027	0.051	0	0.121
6	0.030	0.013	0.013	0.035	0.043	0	0.179	0	0.035	0.019	0.013	0.013	0.071	0.025	0.045	0.016	0.134	0.079	0.029	0.029	0.054	0	0.126
7	0.033	0.014	0.014	0.038	0.047	0.098	0	0	0.038	0.021	0.014	0.014	0.078	0.028	0.050	0.017	0.148	0.087	0.032	0.031	0.059	0	0.139
8	0.027	0.012	0.012	0.032	0.040	0.082	0.165	0	0.032	0.018	0.012	0.012	0.065	0.023	0.042	0.015	0.123	0.073	0.027	0.026	0.049	0	0.116
9	0.028	0.012	0.012	0.033	0.041	0.084	0.170	0	0	0.018	0.012	0.012	0.067	0.024	0.043	0.015	0.127	0.075	0.028	0.027	0.051	0	0.120
10	0.028	0.012	0.012	0.032	0.040	0.083	0.168	0	0.032	0	0.012	0.012	0.066	0.024	0.042	0.015	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.118
11	0.028	0.012	0.012	0.032	0.040	0.083	0.167	0	0.032	0.018	0	0.012	0.066	0.024	0.042	0.015	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.117
12	0.028	0.012	0.012	0.032	0.040	0.083	0.167	0	0.032	0.018	0.012	0	0.066	0.024	0.042	0.015	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.117
13	0.029	0.012	0.012	0.034	0.042	0.087	0.176	0	0.034	0.019	0.012	0.012	0	0.025	0.044	0.016	0.132	0.078	0.029	0.028	0.053	0	0.124
14	0.028	0.012	0.012	0.033	0.041	0.084	0.169	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.066	0	0.043	0.015	0.126	0.075	0.027	0.027	0.050	0	0.119
15	0.028	0.012	0.012	0.033	0.041	0.085	0.172	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.068	0.024	0	0.015	0.129	0.076	0.028	0.027	0.051	0	0.121

ตารางผนวกที่ ๑1 (ต่อ)

จุดตั้งทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	0.028	0.012	0.012	0.032	0.040	0.083	0.167	0	0.032	0.018	0.012	0.012	0.066	0.024	0.042	0	0.125	0.074	0.027	0.027	0.050	0	0.118
17	0.031	0.013	0.013	0.036	0.045	0.093	0.188	0	0.036	0.020	0.013	0.013	0.074	0.027	0.047	0.017	0	0.083	0.030	0.030	0.056	0	0.132
18	0.029	0.013	0.013	0.034	0.043	0.088	0.178	0	0.034	0.019	0.013	0.013	0.070	0.025	0.045	0.016	0.133	0	0.029	0.028	0.053	0	0.125
19	0.028	0.012	0.012	0.033	0.041	0.084	0.169	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.067	0.024	0.043	0.015	0.127	0.075	0	0.027	0.051	0	0.119
20	0.028	0.012	0.012	0.033	0.041	0.084	0.169	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.067	0.024	0.043	0.015	0.126	0.075	0.027	0	0.051	0	0.119
21	0.029	0.012	0.012	0.033	0.042	0.086	0.173	0	0.033	0.018	0.012	0.012	0.068	0.025	0.044	0.016	0.130	0.077	0.028	0.028	0	0	0.122
22	0.027	0.012	0.012	0.032	0.040	0.082	0.165	0	0.032	0.017	0.012	0.012	0.065	0.023	0.041	0.015	0.123	0.073	0.027	0.027	0.049	0	0.116
23	0.031	0.013	0.013	0.036	0.045	0.092	0.186	0	0.036	0.020	0.013	0.013	0.073	0.026	0.047	0.017	0.139	0.083	0.030	0.030	0.056	0	0

ตารางผนวกที่ ๒ ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0.022	0.013	0.020	0.021	0.034	0.070	0.030	0.053	0.007	0.018	0	0.202	0.009	0.060	0.009	0.078	0.067	0.051	0.040	0.013	0.074	0.107
2	0.088	0	0.013	0.019	0.020	0.031	0.065	0.028	0.050	0.006	0.017	0	0.189	0.008	0.056	0.008	0.074	0.063	0.048	0.038	0.013	0.069	0.100
3	0.087	0.021	0	0.019	0.020	0.031	0.065	0.028	0.050	0.006	0.017	0	0.187	0.008	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.068	0.099
4	0.087	0.021	0.012	0	0.02	0.031	0.065	0.028	0.050	0.006	0.017	0	0.189	0.008	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.069	0.100
5	0.087	0.021	0.012	0.019	0	0.031	0.065	0.028	0.050	0.006	0.017	0	0.189	0.008	0.055	0.008	0.074	0.062	0.047	0.037	0.012	0.069	0.100
6	0.088	0.021	0.013	0.019	0.020	0	0.066	0.028	0.051	0.006	0.017	0	0.191	0.008	0.056	0.008	0.074	0.063	0.048	0.038	0.013	0.069	0.101
7	0.092	0.022	0.013	0.020	0.021	0.033	0	0.029	0.052	0.007	0.017	0	0.198	0.009	0.058	0.009	0.077	0.065	0.050	0.039	0.013	0.072	0.105
8	0.088	0.021	0.013	0.019	0.020	0.032	0.065	0	0.050	0.006	0.017	0	0.190	0.008	0.056	0.008	0.074	0.063	0.048	0.038	0.013	0.069	0.101
9	0.090	0.021	0.013	0.020	0.021	0.033	0.067	0.029	0	0.006	0.017	0	0.194	0.009	0.057	0.009	0.076	0.064	0.049	0.039	0.013	0.071	0.103
10	0.086	0.021	0.012	0.019	0.020	0.031	0.064	0.028	0.049	0	0.016	0	0.186	0.008	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.068	0.099
11	0.087	0.021	0.012	0.019	0.020	0.032	0.065	0.028	0.050	0.007	0	0	0.188	0.008	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.068	0.099
12	0.086	0.020	0.012	0.019	0.020	0.031	0.064	0.028	0.049	0.007	0.016	0	0.185	0.008	0.054	0.008	0.072	0.061	0.046	0.037	0.012	0.067	0.098
13	0.105	0.025	0.015	0.023	0.024	0.038	0.078	0.034	0.060	0.008	0.020	0	0	0.010	0.067	0.010	0.088	0.075	0.057	0.045	0.015	0.083	0.120
14	0.086	0.021	0.012	0.019	0.020	0.031	0.064	0.028	0.049	0.007	0.016	0	0.187	0	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.068	0.099
15	0.091	0.022	0.013	0.020	0.021	0.033	0.067	0.029	0.052	0.007	0.017	0	0.196	0.009	0	0.009	0.076	0.065	0.049	0.039	0.013	0.071	0.103

ตารางผนวกที่ ๒ (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	0.086	0.021	0.012	0.019	0.020	0.031	0.064	0.028	0.049	0.007	0.016	0	0.187	0.008	0.055	0	0.073	0.062	0.047	0.037	0.012	0.068	0.099
17	0.092	0.022	0.013	0.020	0.021	0.033	0.069	0.030	0.053	0.007	0.018	0	0.199	0.009	0.059	0.009	0	0.066	0.050	0.040	0.013	0.072	0.105
18	0.091	0.022	0.013	0.020	0.021	0.033	0.068	0.030	0.052	0.007	0.017	0	0.197	0.009	0.058	0.009	0.076	0	0.050	0.039	0.013	0.072	0.104
19	0.090	0.021	0.013	0.020	0.021	0.032	0.067	0.029	0.051	0.007	0.017	0	0.194	0.009	0.057	0.009	0.075	0.064	0	0.038	0.013	0.071	0.103
20	0.089	0.021	0.013	0.019	0.020	0.032	0.066	0.029	0.051	0.007	0.017	0	0.192	0.008	0.057	0.008	0.074	0.063	0.048	0	0.013	0.070	0.102
21	0.087	0.021	0.012	0.019	0.020	0.031	0.064	0.028	0.050	0.007	0.017	0	0.187	0.008	0.055	0.008	0.073	0.062	0.047	0.037	0	0.068	0.099
22	0.092	0.022	0.013	0.020	0.021	0.033	0.068	0.030	0.052	0.007	0.017	0	0.198	0.009	0.059	0.009	0.077	0.066	0.050	0.039	0.013	0	0.105
23	0.095	0.023	0.014	0.021	0.022	0.034	0.070	0.031	0.054	0.007	0.018	0	0.205	0.009	0.061	0.009	0.079	0.068	0.051	0.041	0.014	0.075	0

ตารางผนวกที่ 3 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0.020	0.012	0.060	0.020	0.072	0.044	0	0.091	0.036	0	0	0.361	0	0.036	0.012	0.030	0.040	0.046	0.036	0.036	0	0.050
2	0.204	0	0.010	0.048	0.016	0.058	0.036	0	0.074	0.029	0	0	0.293	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.038	0.029	0.029	0	0.041
3	0.202	0.016	0	0.048	0.016	0.058	0.035	0	0.074	0.029	0	0	0.291	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
4	0.210	0.017	0.010	0	0.017	0.060	0.037	0	0.077	0.030	0	0	0.303	0	0.030	0.010	0.025	0.033	0.039	0.030	0.030	0	0.042
5	0.204	0.016	0.010	0.048	0	0.058	0.036	0	0.074	0.029	0	0	0.293	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.038	0.029	0.029	0	0.041
6	0.212	0.017	0.010	0.051	0.017	0	0.037	0	0.078	0.030	0	0	0.306	0	0.030	0.010	0.025	0.034	0.039	0.030	0.030	0	0.042
7	0.208	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0	0	0.076	0.030	0	0	0.299	0	0.030	0.010	0.025	0.033	0.038	0.030	0.030	0	0.042
8	0.200	0.016	0.010	0.048	0.016	0.057	0.035	0	0.073	0.029	0	0	0.289	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
9	0.216	0.017	0.010	0.051	0.017	0.062	0.038	0	0	0.031	0	0	0.311	0	0.031	0.010	0.026	0.034	0.040	0.031	0.031	0	0.043
10	0.206	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.075	0	0	0	0.297	0	0.029	0.010	0.025	0.033	0.038	0.029	0.029	0	0.041
11	0.200	0.016	0.010	0.048	0.016	0.057	0.035	0	0.073	0.029	0	0	0.289	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
12	0.200	0.016	0.010	0.048	0.016	0.057	0.035	0	0.073	0.029	0	0	0.289	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
13	0.282	0.022	0.013	0.067	0.022	0.080	0.049	0	0.103	0.040	0	0	0	0	0.040	0.013	0.034	0.045	0.052	0.040	0.040	0	0.056
14	0.200	0.016	0.010	0.048	0.016	0.057	0.035	0	0.073	0.029	0	0	0.288	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
15	0.206	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.075	0.029	0	0	0.297	0	0	0.010	0.025	0.033	0.038	0.029	0.029	0	0.041

ตารางผนวกที่ ๓ (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	0.202	0.016	0.010	0.048	0.016	0.058	0.035	0	0.074	0.029	0	0	0.291	0	0.029	0	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
17	0.205	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.075	0.029	0	0	0.295	0	0.029	0.010	0	0.033	0.038	0.029	0.029	0	0.041
18	0.207	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.076	0.030	0	0	0.298	0	0.030	0.010	0.025	0	0.038	0.030	0.030	0	0.041
19	0.208	0.017	0.010	0.050	0.017	0.059	0.036	0	0.076	0.030	0	0	0.299	0	0.030	0.010	0.025	0.033	0	0.030	0.030	0	0.042
20	0.206	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.075	0.029	0	0	0.297	0	0.029	0.010	0.025	0.033	0.038	0	0.029	0	0.041
21	0.206	0.016	0.010	0.049	0.016	0.059	0.036	0	0.075	0.029	0	0	0.297	0	0.029	0.010	0.025	0.033	0.038	0.029	0	0	0.041
22	0.200	0.016	0.010	0.048	0.016	0.057	0.035	0	0.073	0.029	0	0	0.288	0	0.029	0.010	0.024	0.032	0.037	0.029	0.029	0	0.040
23	0.209	0.017	0.010	0.050	0.017	0.060	0.036	0	0.076	0.030	0	0	0.300	0	0.030	0.010	0.025	0.033	0.039	0.030	0.030	0	0

ตารางผนวกที่ 4 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0.018	0	0.009	0.038	0.085	0.040	0.039	0.018	0.031	0.107	0	0.075	0.018	0.107	0.107	0.046	0.042	0.049	0.091	0.050	0.029
2	0.018	0	0	0.009	0.038	0.085	0.040	0.039	0.018	0.031	0.107	0	0.075	0.018	0.107	0.107	0.046	0.042	0.049	0.091	0.050	0.029
3	0.018	0.018	0	0.009	0.037	0.083	0.039	0.038	0.018	0.031	0.106	0	0.074	0.018	0.106	0.106	0.045	0.041	0.048	0.090	0.049	0.028
4	0.018	0.018	0	0	0.038	0.084	0.039	0.038	0.018	0.031	0.106	0	0.075	0.018	0.106	0.106	0.046	0.041	0.049	0.091	0.050	0.028
5	0.018	0.018	0	0.010	0	0.086	0.041	0.040	0.018	0.032	0.110	0	0.077	0.018	0.110	0.110	0.047	0.043	0.050	0.093	0.051	0.029
6	0.019	0.019	0	0.011	0.040	0	0.043	0.042	0.019	0.034	0.115	0	0.081	0.019	0.115	0.115	0.049	0.045	0.053	0.098	0.054	0.031
7	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.087	0	0.040	0.018	0.032	0.110	0	0.077	0.018	0.110	0.110	0.047	0.043	0.050	0.093	0.051	0.029
8	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.087	0.041	0	0.018	0.032	0.110	0	0.077	0.018	0.110	0.110	0.047	0.043	0.050	0.093	0.051	0.029
9	0.018	0.018	0	0.010	0.038	0.085	0.040	0.040	0	0.031	0.107	0	0.075	0.018	0.107	0.107	0.046	0.042	0.049	0.091	0.050	0.029
10	0.018	0.018	0	0.010	0.038	0.086	0.040	0.040	0.018	0	0.109	0	0.076	0.018	0.109	0.109	0.047	0.042	0.050	0.092	0.051	0.029
11	0.020	0.020	0	0.011	0.041	0.094	0.044	0.044	0.020	0.035	0	0	0.082	0.020	0.118	0.118	0.050	0.046	0.054	0.100	0.055	0.031
12	0.018	0.018	0	0.010	0.037	0.084	0.039	0.039	0.018	0.031	0.105	0	0.074	0.018	0.105	0.105	0.045	0.041	0.048	0.089	0.049	0.028
13	0.019	0.019	0	0.011	0.040	0.090	0.042	0.042	0.019	0.034	0.114	0	0	0.019	0.114	0.114	0.049	0.044	0.052	0.097	0.053	0.030
14	0.018	0.018	0	0.010	0.038	0.085	0.040	0.040	0.018	0.032	0.107	0	0.075	0	0.107	0.107	0.046	0.042	0.049	0.091	0.050	0.029
15	0.020	0.020	0	0.011	0.041	0.094	0.044	0.044	0.020	0.035	0.118	0	0.083	0.020	0	0.118	0.050	0.046	0.054	0.100	0.055	0.031

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
16	0.020	0.020	0	0.011	0.041	0.094	0.044	0.044	0.020	0.035	0.118	0	0.083	0.020	0.118	0	0.050	0.046	0.054	0.100	0.055	0.031
17	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.088	0.041	0.041	0.018	0.033	0.110	0	0.078	0.018	0.110	0.110	0	0.043	0.050	0.094	0.051	0.029
18	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.087	0.041	0.041	0.018	0.033	0.110	0	0.077	0.018	0.110	0.110	0.047	0	0.050	0.093	0.051	0.029
19	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.088	0.041	0.041	0.018	0.033	0.111	0	0.078	0.018	0.111	0.111	0.047	0.043	0	0.094	0.052	0.029
20	0.019	0.019	0	0.011	0.041	0.092	0.043	0.043	0.019	0.034	0.115	0	0.081	0.019	0.115	0.115	0.049	0.045	0.053	0	0.054	0.031
21	0.018	0.018	0	0.010	0.039	0.088	0.041	0.041	0.018	0.033	0.111	0	0.078	0.018	0.111	0.111	0.047	0.043	0.051	0.094	0	0.029
22	0.018	0.018	0	0.010	0.038	0.086	0.040	0.040	0.018	0.032	0.108	0	0.076	0.018	0.108	0.108	0.046	0.042	0.050	0.092	0.050	0

ตารางผนวกที่ ๕ ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0	0	0	0.018	0.047	0.055	0.018	0	0	0.079	0.024	0.055	0.023	0.247	0.183	0.073	0	0.073	0.032	0.027	0.046
2	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.070	0.022	0.049	0.020	0.219	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
3	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.070	0.022	0.049	0.020	0.219	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
4	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.070	0.022	0.049	0.020	0.219	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
5	0.115	0	0	0	0	0.043	0.049	0.016	0	0	0.071	0.022	0.049	0.021	0.222	0.165	0.066	0	0.066	0.029	0.025	0.041
6	0.118	0	0	0	0.017	0	0.051	0.017	0	0	0.073	0.023	0.051	0.021	0.228	0.169	0.068	0	0.068	0.030	0.025	0.042
7	0.119	0	0	0	0.017	0.044	0	0.017	0	0	0.074	0.023	0.051	0.021	0.230	0.170	0.068	0	0.068	0.030	0.026	0.043
8	0.115	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0	0	0	0.071	0.022	0.049	0.021	0.222	0.165	0.066	0	0.066	0.029	0.025	0.041
9	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.070	0.022	0.049	0.020	0.219	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
10	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.070	0.022	0.049	0.020	0.219	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
11	0.122	0	0	0	0.017	0.045	0.052	0.017	0	0	0	0.023	0.052	0.022	0.235	0.174	0.070	0	0.070	0.030	0.026	0.044
12	0.116	0	0	0	0.017	0.043	0.050	0.017	0	0	0.071	0	0.050	0.021	0.224	0.166	0.066	0	0.066	0.029	0.025	0.041
13	0.119	0	0	0	0.017	0.044	0.051	0.017	0	0	0.073	0.022	0	0.021	0.23	0.171	0.068	0	0.068	0.030	0.026	0.043
14	0.116	0	0	0	0.017	0.043	0.050	0.017	0	0	0.071	0.021	0.050	0	0.224	0.166	0.066	0	0.066	0.029	0.025	0.041
15	0.145	0	0	0	0.021	0.053	0.062	0.021	0	0	0.089	0.027	0.062	0.027	0	0.208	0.083	0	0.083	0.036	0.031	0.052

ตารางผนวกที่ ๕ (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
16	0.135	0	0	0	0.019	0.050	0.058	0.019	0	0	0.083	0.025	0.058	0.025	0.262	0	0.077	0	0.077	0.034	0.029	0.048
17	0.121	0	0	0	0.017	0.045	0.052	0.017	0	0	0.074	0.022	0.052	0.022	0.235	0.173	0	0	0.069	0.030	0.026	0.043
18	0.113	0	0	0	0.016	0.042	0.049	0.016	0	0	0.069	0.021	0.049	0.021	0.220	0.162	0.065	0	0.065	0.028	0.024	0.040
19	0.121	0	0	0	0.017	0.045	0.052	0.017	0	0	0.074	0.022	0.052	0.022	0.235	0.173	0.069	0	0	0.030	0.026	0.043
20	0.117	0	0	0	0.017	0.043	0.050	0.017	0	0	0.071	0.021	0.050	0.021	0.226	0.167	0.067	0	0.067	0	0.025	0.042
21	0.116	0	0	0	0.017	0.043	0.050	0.017	0	0	0.071	0.021	0.050	0.021	0.225	0.166	0.066	0	0.066	0.028	0	0.042
22	0.118	0	0	0	0.017	0.043	0.051	0.017	0	0	0.072	0.022	0.051	0.022	0.229	0.169	0.067	0	0.067	0.029	0.027	0

ตารางผนวกที่ ๖ ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0.037	0.033	0.016	0.082	0.016	0.033	0.045	0	0	0.331	0	0.069	0.065	0.041	0.029	0.049	0.016	0	0.041	0.082	0.016
2	0.283	0	0.024	0.012	0.061	0.012	0.024	0.033	0	0	0.246	0	0.052	0.049	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.061	0.012
3	0.282	0.027	0	0.012	0.061	0.012	0.024	0.033	0	0	0.245	0	0.052	0.048	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.061	0.012
4	0.278	0.027	0.024	0	0.060	0.012	0.024	0.033	0	0	0.243	0	0.051	0.048	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.060	0.012
5	0.292	0.028	0.025	0.013	0	0.013	0.025	0.035	0	0	0.255	0	0.053	0.050	0.031	0.022	0.038	0.013	0	0.031	0.063	0.013
6	0.278	0.027	0.024	0.012	0.060	0	0.024	0.033	0	0	0.243	0	0.051	0.048	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.060	0.012
7	0.282	0.027	0.024	0.012	0.061	0.012	0	0.033	0	0	0.245	0	0.052	0.048	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.061	0.012
8	0.284	0.028	0.024	0.012	0.061	0.012	0.024	0	0	0	0.248	0	0.052	0.049	0.031	0.021	0.037	0.012	0	0.031	0.061	0.012
9	0.275	0.027	0.024	0.012	0.059	0.012	0.024	0.033	0	0	0.240	0	0.050	0.047	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.059	0.012
10	0.275	0.027	0.024	0.012	0.059	0.012	0.024	0.033	0	0	0.240	0	0.050	0.047	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.059	0.012
11	0.362	0.035	0.031	0.016	0.078	0.016	0.031	0.043	0	0	0	0	0.066	0.062	0.039	0.027	0.047	0.016	0	0.039	0.078	0.016
12	0.275	0.027	0.024	0.012	0.059	0.012	0.024	0.033	0	0	0.240	0	0.050	0.047	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.059	0.012
13	0.290	0.028	0.025	0.012	0.062	0.012	0.025	0.034	0	0	0.252	0	0	0.050	0.031	0.022	0.037	0.012	0	0.031	0.062	0.012
14	0.289	0.028	0.025	0.012	0.062	0.012	0.025	0.034	0	0	0.252	0	0.053	0	0.031	0.022	0.037	0.012	0	0.031	0.062	0.012
15	0.284	0.027	0.024	0.012	0.061	0.012	0.024	0.034	0	0	0.247	0	0.052	0.049	0	0.021	0.037	0.012	0	0.030	0.061	0.012

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
16	0.281	0.027	0.024	0.012	0.060	0.012	0.024	0.033	0	0	0.245	0	0.051	0.048	0.030	0	0.036	0.012	0	0.030	0.060	0.012
17	0.285	0.028	0.025	0.012	0.061	0.012	0.025	0.034	0	0	0.248	0	0.052	0.049	0.031	0.021	0	0.012	0	0.031	0.061	0.012
18	0.278	0.027	0.024	0.012	0.060	0.012	0.024	0.033	0	0	0.243	0	0.051	0.048	0.030	0.021	0.036	0	0	0.030	0.060	0.012
19	0.275	0.027	0.024	0.012	0.059	0.012	0.024	0.033	0	0	0.240	0	0.050	0.047	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.059	0.012
20	0.284	0.027	0.024	0.012	0.061	0.012	0.024	0.034	0	0	0.247	0	0.052	0.049	0.030	0.021	0.037	0.012	0	0	0.061	0.012
21	0.292	0.028	0.025	0.013	0.063	0.013	0.025	0.035	0	0	0.255	0	0.053	0.050	0.031	0.022	0.038	0.013	0	0.031	0	0.013
22	0.278	0.027	0.024	0.012	0.060	0.012	0.024	0.033	0	0	0.243	0	0.051	0.048	0.030	0.021	0.036	0.012	0	0.030	0.060	0

ตารางผนวกที่ ๗ ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1		0	0	0	0.019	0.033	0.038	0.031	0.060	0.034	0.045	0.031	0.048	0.026	0.019	0.026	0	0.161	0.019	0.216	0.034	0.084	0.031	0	0.019	0.029
2	0.053	0	0	0.018	0.031	0.036	0.029	0.057	0.032	0.042	0.029	0.045	0.024	0.018	0.024	0	0.152	0.018	0.204	0.032	0.079	0.029	0	0.018	0.027	
3	0.053	0	0	0.018	0.031	0.036	0.029	0.057	0.032	0.042	0.029	0.045	0.024	0.018	0.024	0	0.152	0.018	0.204	0.032	0.079	0.029	0	0.018	0.027	
4	0.054	0	0		0	0.032	0.037	0.030	0.058	0.032	0.043	0.030	0.046	0.025	0.019	0.025	0	0.155	0.019	0.208	0.032	0.081	0.030	0	0.019	0.028
5	0.054	0	0	0.019		0	0.038	0.030	0.059	0.033	0.044	0.030	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.157	0.019	0.211	0.033	0.082	0.030	0	0.019	0.028
6	0.055	0	0	0.019	0.032		0	0.030	0.059	0.033	0.044	0.030	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.158	0.019	0.212	0.033	0.083	0.030	0	0.019	0.028
7	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037		0	0.058	0.033	0.044	0.030	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.157	0.019	0.211	0.033	0.082	0.030	0	0.019	0.028
8	0.056	0	0	0.019	0.033	0.039	0.031		0	0.034	0.045	0.031	0.048	0.026	0.019	0.026	0	0.161	0.019	0.217	0.034	0.084	0.031	0	0.019	0.029
9	0.054	0	0	0.019	0.032	0.038	0.030	0.058		0	0.044	0.030	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.157	0.019	0.211	0.033	0.082	0.030	0	0.019	0.028
10	0.055	0	0	0.019	0.032	0.038	0.030	0.059	0.034		0	0.030	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.159	0.019	0.213	0.033	0.083	0.030	0	0.019	0.028
11	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037	0.030	0.058	0.034	0.043		0	0.047	0.025	0.019	0.025	0	0.157	0.019	0.211	0.033	0.082	0.030	0	0.019	0.028
12	0.055	0	0	0.019	0.032	0.038	0.030	0.059	0.034	0.044	0.030		0	0.025	0.019	0.025	0	0.159	0.019	0.214	0.033	0.083	0.030	0	0.019	0.029
13	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037	0.030	0.058	0.034	0.043	0.030	0.047		0	0.019	0.025	0	0.156	0.019	0.210	0.033	0.081	0.030	0	0.019	0.028
14	0.054	0	0	0.019	0.031	0.037	0.030	0.057	0.033	0.043	0.030	0.046	0.024		0	0.025	0	0.155	0.019	0.208	0.032	0.081	0.030	0	0.019	0.028
15	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037	0.030	0.058	0.034	0.043	0.030	0.047	0.024	0.019		0	0	0.156	0.019	0.210	0.033	0.082	0.030	0	0.019	0.028

ตารางผนวกที่ ๗ (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
16	0.053	0	0	0.018	0.031	0.036	0.029	0.056	0.033	0.042	0.029	0.045	0.024	0.018	0.024	0	0.152	0.018	0.205	0.032	0.080	0.029	0	0.018	0.027
17	0.062	0	0	0.021	0.037	0.043	0.034	0.067	0.039	0.049	0.034	0.054	0.028	0.021	0.028	0	0	0.021	0.242	0.038	0.094	0.034	0	0.021	0.032
18	0.054	0	0	0.019	0.031	0.037	0.030	0.057	0.033	0.043	0.030	0.046	0.024	0.019	0.024	0	0.156	0	0.208	0.032	0.081	0.030	0	0.019	0.028
19	0.066	0	0	0.023	0.039	0.046	0.037	0.071	0.041	0.053	0.037	0.057	0.030	0.023	0.030	0	0.192	0.023	0	0.040	0.100	0.037	0	0.023	0.034
20	0.054	0	0	0.019	0.032	0.038	0.030	0.058	0.034	0.043	0.030	0.047	0.024	0.019	0.024	0	0.158	0.019	0.212	0	0.082	0.030	0	0.019	0.028
21	0.057	0	0	0.020	0.034	0.039	0.032	0.061	0.036	0.045	0.032	0.049	0.026	0.020	0.026	0	0.166	0.020	0.223	0.036	0	0.032	0	0.020	0.030
22	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037	0.030	0.058	0.034	0.043	0.030	0.047	0.024	0.019	0.024	0	0.157	0.019	0.211	0.034	0.082	0	0	0.019	0.028
23	0.053	0	0	0.018	0.031	0.036	0.029	0.056	0.033	0.042	0.029	0.045	0.024	0.018	0.024	0	0.152	0.018	0.205	0.033	0.080	0.029	0	0.018	0.027
24	0.054	0	0	0.018	0.031	0.037	0.030	0.057	0.033	0.043	0.030	0.046	0.024	0.018	0.024	0	0.155	0.018	0.209	0.033	0.081	0.030	0	0	0.028
25	0.054	0	0	0.019	0.032	0.037	0.030	0.058	0.034	0.043	0.030	0.047	0.024	0.019	0.024	0	0.157	0.019	0.211	0.034	0.082	0.030	0	0.019	0

ตารางผนวกที่ 8 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	0.011	0.027	0.064	0.037	0	0.030	0.011	0.011	0.074	0.060	0	0.085	0.058	0	0.106	0	0.158	0.032	0.085	0.043	0	0.043	0.067	
2	0.082	0	0.010	0.024	0.059	0.034	0	0.027	0.010	0.010	0.068	0.055	0	0.078	0.054	0	0.098	0	0.145	0.029	0.078	0.039	0	0.039	0.061
3	0.083	0	0	0.025	0.059	0.034	0	0.028	0.010	0.010	0.069	0.055	0	0.079	0.054	0	0.099	0	0.146	0.030	0.079	0.039	0	0.039	0.062
4	0.084	0.011	0	0.060	0.035	0	0.028	0.010	0.010	0.070	0.056	0	0.080	0.055	0	0.100	0	0.148	0.030	0.080	0.040	0	0.040	0.063	
5	0.087	0.012	0.025	0	0.036	0	0.029	0.010	0.010	0.073	0.058	0	0.083	0.057	0	0.104	0	0.154	0.031	0.083	0.041	0	0.041	0.065	
6	0.085	0.011	0.025	0.061	0	0	0.028	0.010	0.010	0.071	0.057	0	0.081	0.056	0	0.101	0	0.150	0.030	0.081	0.040	0	0.040	0.063	
7	0.082	0.011	0.024	0.058	0.035	0	0.027	0.010	0.010	0.068	0.055	0	0.078	0.054	0	0.097	0	0.145	0.029	0.078	0.039	0	0.039	0.061	
8	0.085	0.011	0.024	0.060	0.036	0	0	0.010	0.010	0.070	0.056	0	0.080	0.055	0	0.100	0	0.149	0.030	0.080	0.040	0	0.040	0.063	
9	0.083	0.011	0.024	0.059	0.035	0	0.028	0	0.010	0.069	0.055	0	0.079	0.054	0	0.098	0	0.146	0.030	0.079	0.039	0	0.039	0.062	
10	0.083	0.011	0.024	0.059	0.035	0	0.028	0.011	0	0.069	0.055	0	0.079	0.054	0	0.098	0	0.146	0.029	0.079	0.039	0	0.039	0.062	
11	0.088	0.012	0.025	0.063	0.037	0	0.030	0.012	0.012	0	0.058	0	0.083	0.057	0	0.104	0	0.155	0.031	0.083	0.042	0	0.042	0.066	
12	0.087	0.011	0.025	0.062	0.036	0	0.030	0.011	0.011	0.073	0	0	0.082	0.056	0	0.103	0	0.153	0.031	0.082	0.041	0	0.041	0.065	
13	0.082	0.011	0.024	0.058	0.035	0	0.028	0.011	0.011	0.069	0.054	0	0.078	0.053	0	0.097	0	0.144	0.029	0.078	0.039	0	0.039	0.061	
14	0.089	0.012	0.026	0.063	0.037	0	0.030	0.012	0.012	0.075	0.058	0	0	0.058	0	0.105	0	0.156	0.032	0.084	0.042	0	0.042	0.066	
15	0.087	0.011	0.025	0.062	0.036	0	0.030	0.011	0.011	0.073	0.057	0	0.082	0	0	0.103	0	0.152	0.031	0.082	0.041	0	0.041	0.064	

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

จุดตั้งทาง	จุดจอดเป้าหมาย																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
16	0.082	0	0.011	0.024	0.058	0.035	0	0.028	0.011	0.011	0.069	0.054	0	0.078	0.054	0	0.097	0	0.144	0.029	0.078	0.039	0	0.039	0.061
17	0.091	0	0.012	0.026	0.064	0.038	0	0.031	0.012	0.012	0.076	0.060	0	0.086	0.060	0	0	0	0.160	0.032	0.086	0.043	0	0.043	0.068
18	0.082	0	0.011	0.024	0.058	0.035	0	0.028	0.011	0.011	0.069	0.054	0	0.078	0.054	0	0.097	0	0.144	0.029	0.078	0.039	0	0.039	0.061
19	0.096	0	0.013	0.028	0.068	0.040	0	0.033	0.013	0.013	0.081	0.063	0	0.091	0.063	0	0.113	0	0	0.034	0.091	0.045	0	0.045	0.071
20	0.084	0	0.011	0.024	0.060	0.036	0	0.029	0.011	0.011	0.071	0.056	0	0.080	0.056	0	0.100	0	0.149	0	0.080	0.040	0	0.040	0.063
21	0.089	0	0.012	0.026	0.063	0.037	0	0.030	0.012	0.012	0.075	0.058	0	0.084	0.058	0	0.105	0	0.156	0.033	0	0.042	0	0.042	0.066
22	0.085	0	0.011	0.025	0.060	0.036	0	0.029	0.011	0.011	0.072	0.056	0	0.081	0.056	0	0.101	0	0.150	0.031	0.081	0	0	0.040	0.063
23	0.082	0	0.011	0.024	0.058	0.034	0	0.028	0.011	0.011	0.069	0.054	0	0.078	0.054	0	0.097	0	0.144	0.030	0.078	0.039	0	0.039	0.061
24	0.085	0	0.011	0.025	0.060	0.036	0	0.029	0.011	0.011	0.072	0.056	0	0.081	0.056	0	0.101	0	0.150	0.031	0.081	0.040	0	0	0.063
25	0.087	0	0.011	0.025	0.062	0.037	0	0.030	0.011	0.011	0.073	0.057	0	0.083	0.057	0	0.103	0	0.154	0.032	0.083	0.041	0	0.041	0

ตารางผนวกที่ 9 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	0.016	0.016	0	0.063	0.039	0.016	0	0	0	0.042	0.031	0	0.113	0.063	0	0.287	0	0.039	0.016	0.053	0.072	0.043	0.041	0.052
2	0.150	0	0.013	0	0.054	0.034	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.097	0.054	0	0.248	0	0.034	0.013	0.046	0.062	0.037	0.035	0.045
3	0.150	0.013	0	0	0.054	0.034	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.097	0.054	0	0.248	0	0.034	0.013	0.046	0.062	0.037	0.035	0.045
4	0.148	0.013	0.013	0	0.053	0.033	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.096	0.053	0	0.245	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
5	0.157	0.014	0.014	0	0	0.035	0.014	0	0	0	0.038	0.028	0	0.102	0.056	0	0.258	0	0.035	0.014	0.048	0.065	0.039	0.037	0.047
6	0.154	0.014	0.014	0	0.055	0	0.014	0	0	0	0.037	0.028	0	0.100	0.055	0	0.253	0	0.034	0.014	0.047	0.063	0.038	0.036	0.046
7	0.150	0.013	0.013	0	0.054	0.035	0	0	0	0	0.036	0.027	0	0.097	0.054	0	0.248	0	0.034	0.013	0.046	0.062	0.037	0.035	0.045
8	0.148	0.013	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.035	0.027	0	0.096	0.053	0	0.244	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
9	0.148	0.013	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.035	0.027	0	0.096	0.053	0	0.244	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
10	0.148	0.013	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.035	0.027	0	0.096	0.053	0	0.244	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
11	0.154	0.014	0.014	0	0.055	0.035	0.014	0	0	0	0	0.028	0	0.100	0.055	0	0.253	0	0.034	0.014	0.047	0.063	0.038	0.036	0.046
12	0.152	0.014	0.014	0	0.055	0.035	0.014	0	0	0	0.037	0	0	0.099	0.055	0	0.251	0	0.034	0.014	0.046	0.063	0.038	0.036	0.046
13	0.148	0.013	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.096	0.053	0	0.244	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
14	0.164	0.015	0.015	0	0.059	0.038	0.015	0	0	0	0.040	0.029	0	0	0.059	0	0.270	0	0.037	0.015	0.050	0.068	0.040	0.038	0.049
15	0.156	0.014	0.014	0	0.056	0.036	0.014	0	0	0	0.038	0.028	0	0.102	0	0	0.258	0	0.035	0.014	0.048	0.065	0.039	0.036	0.047

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
16	0.1480	0.0130	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.097	0.053	0	0.244	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
17	0.1960	0.0180	0.018	0	0.070	0.045	0.018	0	0	0	0.048	0.035	0	0.128	0.070	0	0	0	0.044	0.018	0.060	0.081	0.048	0.046	0.059
18	0.1480	0.0130	0.013	0	0.053	0.034	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.097	0.053	0	0.245	0	0.033	0.013	0.045	0.061	0.037	0.035	0.044
19	0.1530	0.0140	0.014	0	0.055	0.035	0.014	0	0	0	0.037	0.027	0	0.100	0.055	0	0.253	0	0	0.014	0.047	0.063	0.038	0.036	0.046
20	0.1500	0.0130	0.013	0	0.054	0.035	0.013	0	0	0	0.036	0.027	0	0.098	0.054	0	0.248	0	0.035	0	0.046	0.062	0.037	0.035	0.045
21	0.1550	0.0140	0.014	0	0.056	0.036	0.014	0	0	0	0.038	0.028	0	0.101	0.056	0	0.256	0	0.036	0.014	0	0.064	0.038	0.036	0.046
22	0.1570	0.0140	0.014	0	0.056	0.036	0.014	0	0	0	0.038	0.028	0	0.103	0.056	0	0.260	0	0.036	0.014	0.048	0	0.039	0.037	0.047
23	0.1530	0.0140	0.014	0	0.055	0.035	0.014	0	0	0	0.037	0.028	0	0.100	0.055	0	0.254	0	0.035	0.014	0.047	0.063	0	0.036	0.046
24	0.1530	0.0140	0.014	0	0.055	0.035	0.014	0	0	0	0.037	0.027	0	0.100	0.055	0	0.253	0	0.035	0.014	0.047	0.063	0.037	0	0.046
25	0.1550	0.0140	0.014	0	0.056	0.036	0.014	0	0	0	0.038	0.028	0	0.101	0.056	0	0.256	0	0.036	0.014	0.048	0.063	0.038	0.036	0

ตารางผนวกที่ 10 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0.022	0.092	0.111	0.044	0.390	0.044	0.041	0.074	0.061	0.023	0.044	0.030	0.022
2	0.083	0	0.086	0.104	0.042	0.365	0.042	0.038	0.069	0.057	0.022	0.042	0.028	0.021
3	0.089	0.022	0	0.112	0.045	0.391	0.045	0.041	0.074	0.061	0.023	0.045	0.030	0.022
4	0.091	0.023	0.094	0	0.045	0.399	0.045	0.042	0.076	0.063	0.024	0.045	0.030	0.023
5	0.085	0.021	0.088	0.106	0	0.373	0.043	0.039	0.071	0.059	0.022	0.043	0.028	0.021
6	0.127	0.032	0.132	0.159	0.064	0	0.064	0.058	0.106	0.087	0.033	0.064	0.042	0.032
7	0.085	0.021	0.088	0.106	0.043	0.373	0	0.039	0.071	0.059	0.022	0.043	0.028	0.021
8	0.085	0.021	0.088	0.106	0.042	0.372	0.042	0	0.071	0.058	0.022	0.042	0.028	0.021
9	0.088	0.022	0.091	0.110	0.044	0.384	0.044	0.040	0	0.060	0.023	0.044	0.029	0.022
10	0.087	0.022	0.090	0.108	0.043	0.379	0.043	0.039	0.072	0	0.023	0.043	0.029	0.022
11	0.083	0.021	0.087	0.104	0.042	0.366	0.042	0.038	0.069	0.057	0	0.042	0.028	0.021
12	0.085	0.021	0.088	0.106	0.043	0.373	0.043	0.039	0.071	0.059	0.022	0	0.028	0.021
13	0.084	0.021	0.087	0.105	0.042	0.368	0.042	0.038	0.070	0.058	0.022	0.042	0	0.021
14	0.083	0.021	0.087	0.104	0.042	0.365	0.042	0.038	0.069	0.057	0.022	0.042	0.028	0

ตารางผนวกที่ 11 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0.023	0.077	0.060	0.064	0.230	0.025	0.166	0.040	0.053	0.045	0.048	0.071	0.097
2	0.222	0	0.061	0.048	0.051	0.183	0.020	0.132	0.032	0.042	0.036	0.038	0.057	0.077
3	0.232	0.019	0	0.050	0.053	0.192	0.021	0.138	0.033	0.044	0.038	0.040	0.059	0.080
4	0.229	0.019	0.063	0	0.053	0.189	0.021	0.136	0.033	0.043	0.037	0.039	0.059	0.079
5	0.229	0.019	0.063	0.050	0	0.190	0.021	0.137	0.033	0.044	0.037	0.039	0.059	0.080
6	0.266	0.022	0.073	0.058	0.061	0	0.024	0.158	0.038	0.050	0.043	0.046	0.068	0.092
7	0.222	0.018	0.061	0.048	0.051	0.184	0	0.132	0.032	0.042	0.036	0.038	0.057	0.077
8	0.250	0.021	0.069	0.054	0.058	0.207	0.023	0	0.036	0.047	0.041	0.043	0.064	0.087
9	0.225	0.018	0.062	0.049	0.052	0.186	0.020	0.134	0	0.043	0.037	0.039	0.058	0.078
10	0.227	0.019	0.063	0.049	0.052	0.188	0.021	0.135	0.033	0	0.037	0.039	0.058	0.079
11	0.226	0.019	0.062	0.049	0.052	0.187	0.021	0.135	0.033	0.043	0	0.039	0.058	0.078
12	0.226	0.019	0.062	0.049	0.052	0.187	0.021	0.135	0.033	0.043	0.037	0	0.058	0.078
13	0.231	0.019	0.064	0.050	0.053	0.191	0.021	0.137	0.033	0.044	0.037	0.040	0	0.080
14	0.235	0.019	0.065	0.051	0.054	0.195	0.021	0.140	0.034	0.045	0.038	0.040	0.061	0

ตารางผนวกที่ 12 ความน่าจะเป็นจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่เดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเป้าหมายของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

จุดต้นทาง	จุดจอดเป้าหมาย																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0.029	0.059	0.059	0.029	0.191	0.043	0.045	0.043	0.015	0.029	0.029	0.058	0.060	0.045	0.044	0.221	0
2	0.070	0	0.056	0.056	0.028	0.183	0.041	0.043	0.041	0.014	0.028	0.028	0.055	0.057	0.043	0.042	0.211	0
3	0.072	0.029	0	0.058	0.029	0.188	0.042	0.045	0.042	0.014	0.029	0.029	0.057	0.059	0.045	0.043	0.217	0
4	0.072	0.029	0.058	0	0.029	0.188	0.042	0.045	0.042	0.014	0.029	0.029	0.057	0.059	0.045	0.043	0.217	0
5	0.070	0.028	0.056	0.056	0	0.183	0.041	0.043	0.041	0.014	0.028	0.028	0.055	0.057	0.043	0.042	0.211	0
6	0.083	0.033	0.067	0.067	0.033	0	0.049	0.051	0.049	0.017	0.033	0.033	0.065	0.068	0.051	0.050	0.250	0
7	0.071	0.029	0.057	0.057	0.029	0.186	0	0.044	0.042	0.014	0.029	0.029	0.056	0.058	0.044	0.043	0.214	0
8	0.072	0.029	0.057	0.057	0.029	0.186	0.042	0	0.042	0.014	0.029	0.029	0.056	0.058	0.044	0.043	0.215	0
9	0.071	0.029	0.057	0.057	0.029	0.186	0.042	0.044	0	0.014	0.029	0.029	0.056	0.058	0.044	0.043	0.214	0
10	0.069	0.028	0.056	0.056	0.028	0.181	0.041	0.043	0.041	0	0.028	0.028	0.054	0.057	0.043	0.042	0.208	0
11	0.070	0.028	0.056	0.056	0.028	0.183	0.041	0.043	0.041	0.014	0	0.028	0.055	0.057	0.043	0.042	0.211	0
12	0.070	0.028	0.056	0.056	0.028	0.183	0.041	0.043	0.041	0.014	0.028	0	0.055	0.057	0.043	0.042	0.211	0
13	0.072	0.029	0.058	0.058	0.029	0.188	0.042	0.045	0.042	0.014	0.029	0.029	0	0.059	0.045	0.043	0.217	0
14	0.073	0.029	0.058	0.058	0.029	0.189	0.042	0.045	0.042	0.015	0.029	0.029	0.057	0	0.045	0.044	0.218	0
15	0.072	0.029	0.057	0.057	0.029	0.186	0.042	0.044	0.042	0.014	0.029	0.029	0.056	0.058	0	0.043	0.215	0

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

จุดต้นทาง	จุดจอกเป้าหมาย																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
16	0.071	0.029	0.057	0.057	0.029	0.186	0.042	0.044	0.042	0.014	0.029	0.029	0.056	0.058	0.044	0	0.214	0
17	0.086	0.034	0.069	0.069	0.034	0.224	0.050	0.053	0.050	0.017	0.034	0.034	0.068	0.070	0.053	0.052	0	0
18	0.068	0.027	0.055	0.055	0.027	0.178	0.040	0.042	0.040	0.014	0.027	0.027	0.054	0.056	0.042	0.041	0.205	0



ตารางผนวกที่ ๑ เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 7:30-9:30 น. ระหว่างจุดจอด
ปัจจุบันและจุดจอดถัดไป (หน่วย นาที)

จุดจอดที่	สาย 1	สาย 2	สาย 3	สาย 4
1	1.180	1.411	0.254	0.484
2	0.346	0.414	0.556	0.666
3	0.580	0.649	0.629	0.505
4	0.411	0.999	0.721	0.990
5	0.461	1.162	2.241	0.403
6	0.572	0.560	0.449	0.717
7	1.047	0.744	0.454	0.502
8	0.641	0.332	0.671	0.741
9	0.323	0.942	0.471	0.521
10	0.788	0.924	0.473	0.523
11	0.773	1.237	0.694	0.767
12	1.035	1.081	0.515	0.568
13	0.905	0.546	0.615	0.680
14	0.457	0.751	0.310	0.820
15	0.628	0.592	0.756	-
16	0.495	1.426	0.741	-
17	1.193	0.839	0.993	-
18	0.702	0.350	0.868	-
19	0.640	0.553	0.748	-
20	0.279	0.628	0.368	-
21	0.423	1.114	0.522	-
22	0.689	1.371	0.889	-
23	0.944	-	0.529	-
24	-	-	0.660	-
25	-	-	0.439	-

ตารางผนวกที่ ๒ เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 11:30-13.30 น. ระหว่างจุดจอด
ปัจจุบันและจุดจอดถัดไป (หน่วย นาที)

จุดจอดที่	สาย 1	สาย 2	สาย 3	สาย 4
1	1.130	1.081	0.201	0.501
2	0.332	0.317	0.441	0.689
3	0.555	0.497	0.499	0.522
4	0.393	0.765	0.572	1.024
5	0.441	0.891	1.777	0.416
6	0.548	0.429	0.356	0.742
7	1.002	0.570	0.360	0.519
8	0.614	0.254	0.532	0.767
9	0.309	0.722	0.374	0.539
10	0.754	0.708	0.375	0.541
11	0.740	0.948	0.550	0.793
12	0.991	0.829	0.408	0.588
13	0.866	0.418	0.488	0.703
14	0.437	0.575	0.246	0.848
15	0.601	0.454	0.599	-
16	0.474	1.093	0.588	-
17	1.142	0.643	0.787	-
18	0.672	0.268	0.688	-
19	0.613	0.424	0.594	-
20	0.267	0.481	0.292	-
21	0.405	0.853	0.414	-
22	0.660	1.050	0.705	-
23	0.904	-	0.420	-
24	-	-	0.524	-
25	-	-	0.348	-

ตารางผนวกที่ 3 เวลาโดยเฉลี่ยระหว่างจุดจอดของช่วงเวลา 15:30-17.30 น. ระหว่างจุดจอด
ปัจจุบันและจุดจอดถัดไป (หน่วย นาที)

จุดจอดที่	สาย 1	สาย 2	สาย 3	สาย 4
1	1.469	1.994	0.369	1.035
2	0.431	0.585	0.808	1.423
3	0.722	0.917	0.914	1.079
4	0.511	1.412	1.048	2.117
5	0.573	1.643	3.259	0.861
6	0.712	0.791	0.653	1.534
7	1.303	1.051	0.660	1.073
8	0.798	0.469	0.975	1.585
9	0.402	1.331	0.685	1.113
10	0.981	1.306	0.688	1.118
11	0.962	1.749	1.009	1.640
12	1.288	1.529	0.748	1.216
13	1.126	0.772	0.895	1.454
14	0.568	1.061	0.450	0.732
15	0.782	0.837	1.099	1.785
16	0.616	2.016	1.078	1.751
17	1.485	1.186	1.444	2.346
18	0.874	0.495	1.262	2.050
19	0.797	0.782	1.088	-
20	0.348	0.887	0.535	-
21	0.527	1.574	0.758	-
22	0.858	1.937	1.293	-
23	1.176	-	0.770	-
24	-	-	0.960	-
25	-	-	0.639	-



ภาคผนวก ข

แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบ

ภาคผนวก ข1 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	22.73	2.21	0.49
2	100	22.280	0.920	0.092

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.450
 95% CI for difference: (-0.143, 1.043)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.50 P-Value = 0.136 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.2233

ภาคผนวก ข2 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	21.06	1.42	0.32
2	100	20.64	1.03	0.10

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.420
 95% CI for difference: (-0.115, 0.955)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.56 P-Value = 0.122 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.1022

ภาคผนวก ข3 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 1 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	24.90	2.26	0.51
2	100	24.52	1.17	0.12

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.380
 95% CI for difference: (-0.301, 1.061)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.11 P-Value = 0.271 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.4039

ภาคผนวก ข4 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	23.51	1.71	0.38
2	100	24.18	1.40	0.14

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: -0.670
 95% CI for difference: (-1.375, 0.035)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.88 P-Value = 0.062 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.4544

ภาคผนวก ข5 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	20.51	1.99	0.44
2	100	20.10	1.10	0.11

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.410
 95% CI for difference: (-0.214, 1.034)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.30 P-Value = 0.195 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.2856

ภาคผนวก ข6 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 2 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	30.33	2.40	0.54
2	100	29.53	1.85	0.19

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.800
 95% CI for difference: (-0.145, 1.745)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.68 P-Value = 0.096 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.9491

ภาคผนวก ข7 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	21.41	2.32	0.52
2	100	20.90	1.20	0.12

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.510
 95% CI for difference: (-0.189, 1.209)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.45 P-Value = 0.151 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.4404

ภาคผนวก ข8 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จาก โปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	19.01	1.48	0.33
2	100	18.49	1.15	0.11

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.520
 95% CI for difference: (-0.067, 1.107)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.76 P-Value = 0.082 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.2092

ภาคผนวก **ซ9** แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 3 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	27.08	2.10	0.47
2	100	27.81	1.83	0.18

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: -0.730
 95% CI for difference: (-1.640, 0.180)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.59 P-Value = 0.115 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.8761

ภาคผนวก **ซ10** แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 7:30-9:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	12.11	2.12	0.47
2	100	13.02	1.87	0.19

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: -0.910
 95% CI for difference: (-1.838, 0.018)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.94 P-Value = 0.054 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.9125

ภาคผนวก ข11 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 11:30-13:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	13.980	0.820	0.18
2	100	14.160	0.660	0.066

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: -0.180
 95% CI for difference: (-0.514, 0.154)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.07 P-Value = 0.288 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 0.6883

ภาคผนวก ข12 แสดงผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample t-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป
มินิแทบของรถสวัสดิการสาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	20	29.59	1.77	0.40
2	100	28.83	1.58	0.16

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: 0.760
 95% CI for difference: (-0.022, 1.542)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.92 P-Value = 0.057 DF = 118
 Both use Pooled StDev = 1.6121



ภาคผนวก ฉ

แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ผู้โดยสารขึ้น-ลง ในแต่ละจุดจอด
ของรถสวัสดิการสาย 2 สาย 3 และ สาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

ตารางผนวกที่ ๑1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ผู้โดยสารขึ้น-ลง ในแต่ละจุดจอดของรถสวัสดิการสาย 2
สาย 3 และ สาย 4 ช่วงเวลา 15:30-17:30 น.

ช่วงเวลา	สาย 2			สาย 3			สาย 4			
	จุดจอด	ขึ้น	ลง	รวม	ขึ้น	ลง	รวม	ขึ้น	ลง	รวม
1		5.95	26.66	32.61	4.00	14.83	18.83	16.44	6.85	23.29
2		2.58	2.68	5.26	1.33	1.33	2.67	1.37	2.74	4.11
3		0.00	2.38	2.38	2.67	1.33	4.00	6.85	5.48	12.33
4		0.00	1.19	1.19	8.67	0.00	8.67	5.48	5.48	10.96
5		3.81	5.95	9.76	13.33	5.33	18.66	0.00	2.74	2.74
6		3.57	1.19	4.76	11.26	3.33	14.59	16.44	17.81	34.25
7		2.86	2.38	5.24	5.33	1.33	6.67	4.11	4.00	8.11
8		2.86	3.33	6.19	6.44	0.00	6.44	4.11	4.21	8.32
9		4.46	0.00	4.46	1.33	0.00	1.33	8.22	4.00	12.22
10		3.57	0.00	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	1.37
11		10.88	24.14	35.02	0.00	3.55	3.55	2.74	2.74	5.48
12		3.57	0.00	3.57	5.33	2.67	8.00	5.48	2.74	8.22
13		11.01	5.16	16.17	2.00	0.00	2.00	0.00	5.37	5.37
14		2.38	4.76	7.14	5.07	9.63	14.69	5.48	5.58	11.06
15		8.33	2.98	11.31	1.33	5.33	6.67	1.37	4.21	5.58
16		3.57	2.14	5.71	0.00	0.00	0.00	2.74	4.11	6.85
17		6.80	3.57	10.37	5.33	24.48	29.81	19.18	20.55	39.73
18		7.14	1.19	8.33	4.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
19		3.57	0.00	3.57	9.33	3.33	12.66	-	-	-
20		2.38	3.09	5.47	2.33	1.33	3.67	-	-	-
21		8.33	5.95	14.28	2.67	4.53	7.20	-	-	-
22		2.38	1.19	3.57	4.53	6.13	10.66	-	-	-
23		-	-	-	0.00	3.67	3.67	-	-	-
24		-	-	-	2.00	3.47	5.47	-	-	-
25		-	-	-	1.71	4.44	6.16	-	-	-

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวนิรมล โขขุนทด
เกิดวันที่	21 กรกฎาคม พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (พ.ศ. 2554)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	นิรมล โขขุนทด และ ไอศดา ตีร์รัตน์ตระกูล. 2557. การปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถโดยสารสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้ระบบจีพีเอสและการจำลองสถานการณ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52.5: 41-47.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	1. ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาประจำปีงบประมาณ 2555 และ 2556 2. ทุนผู้ช่วยสอนภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2555 และ 2556