

โครงการที่ 810/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การจัดตารางรอบรถไฟฟ้าสาธารณะ ขส.มช. โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ชุด
ข้อมูลขนาดใหญ่

นายกฤตยชญ์ โคตะมะ	รหัสนักศึกษา	590612035
นายวัฒนพงษ์ ธารเหลื่องทอง	รหัสนักศึกษา	580612089

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การจัดตารางรอบรถไฟฟ้า ชส.มช. โดยใช้การวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่
โดย	นายกฤตยชญ์ โคตะมะ รหัสนักศึกษา 590612035
	นายวัฒนพงษ์ ธารเหลื่องทอง รหัสนักศึกษา 580612089
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. วรพจน์ เสรีรัฐ
ปีการศึกษา	2562

ภาพวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับ
โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.วรพจน์ เสรีรัฐ)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.วิชัย ฉัตรทินวัฒน์)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.วิสัย วรธนัจฉริยา)

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการวิจัยเรื่อง การจัดตารางรอบรถไฟฟ้าสาธารณะ ขส.มช. โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่าย ซึ่งหากไม่มีบุคคลเหล่านี้โครงการวิจัยนี้อาจไม่ประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรพจน์ เสรีรัฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำความรู้ เสนอแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ตลอดจนคอยให้คำปรึกษาตลอดมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการระบบขนส่งมวลชน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ขส.มช.) ที่ให้ความอนุเคราะห์ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับระบบ ขส.มช.

นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่านที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ จึงได้ขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำโครงการวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากโครงการวิจัยเล่มนี้บกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัย และขออนุมัติขอเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทุกประการ

กฤตยชญ์ โคตะมะ

วัฒนพงษ์ ธารเหลื่องทอง

หัวข้อโครงการ	การจัดตารางรอบรถไฟฟ้า ชส.มช. โดยใช้การวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่		
โดย	นายกฤษฎชัย โคตะมะ	รหัสนักศึกษา	590612035
	นายวัฒนพงษ์ ธารเหลื่องทอง	รหัสนักศึกษา	580612089
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. วรพจน์ เสรีรัฐ		
ปีการศึกษา	2562		

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตารางการเดินรถไฟฟ้าสาย 3 เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการในแต่ละจุด และเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการใช้บริการในแต่ละจุดกับปริมาณของนักศึกษาที่เรียนในบริเวณใกล้เคียงจุดบริการ โดยเริ่มจากการนำข้อมูลในอดีตที่มีการรวบรวมไว้มาต่อยอดเพื่อนำมาจัดตารางรอบเวลาบริการให้มีความเหมาะสมและคุ้มค่าเพื่อตอบสนองความต้องการของการใช้บริการในปัจจุบัน โดยตั้งสมมติฐานว่าจำนวนการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่จะมีความสอดคล้องกับจำนวนครั้งในการใช้บริการ แต่ข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาไม่ได้นำมาช่วยในการจัดตารางรอบบริการ จึงมีความต้องการที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการใช้รถบริการรถขนส่งไฟฟ้า ชส.มช. กับตารางเวลาเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อนำผลที่ได้มาจัดตารางเดินรถไฟฟ้าให้เหมาะสมและคุ้มค่าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการในแต่ละจุดบริการในอนาคตต่อไป

จากผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์พบว่าจากข้อมูล 90 ชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์อยู่ที่ 45 ชุดและข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์อยู่ที่ 45 ชุดโดยดูจากเส้นแนวโน้มของจำนวนผู้ใช้บริการและนักศึกษาที่ลงทะเบียนร่วมด้วยแล้วสรุปได้ว่า จำนวนผู้ใช้บริการไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียน และจากผลการทดลองการจัดตารางรถไฟฟ้า ชส.มช. พบว่าจำนวนผู้ใช้ต่อจำนวนที่นั่งให้บริการเฉลี่ยอยู่ที่ 74.40 เปอร์เซ็นต์ จากอดีตอยู่ที่ 48.38 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นถึง 26.02 เปอร์เซ็นต์

Project Title	CMU Transit Scheduling Using Big Data Analytics		
Name	Krittayoch	Kotama	code 590612035
	Wattanapong	Thanluengtong	code 580612089
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Assistant Professor Worapod Sereerat, Ph.D.		
Academic	2019		

ABSTRACH

The purpose of this project is to setup an effective schedule for the 3th route transit, In order to corelate with the demand of each drop point and find the relationship of service time at each drop point with the amount of student around that drop point. By using data that were collected from the past, We can come up with the service schedule that is proper and economically effective with the demand in the present. Assuming that the number of student that register for the semester corelate with how many times has the service been used. But the student registry data were not used in creating the service schedule. This means we must find the relationship of the number of times that the Chiangmai University Transit were used with the study schedule of the students. So that we can use the result in order to create the service schedule of the transit that will be proper and economically effective for the demand at each drop point in the future.

The result from analyzing 90 data points, 45 of which were relevant and the rest were not. By looking at the number of people and student who potentially going to use the service, We conclude that the number of people who use the service does not corelate with the number of student who register for the semester. And the result from the service schedule for Chiangmai University Transit that we created showed that on average the number of people who use the service per the number of seats in the car are 74.40 percent which in the past it was at 48.38 percent in February, An improvement of 26.02 percent.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่) Big Data(	5
2.2 การอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม	6
2.3 การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์	8
2.4 การพยากรณ์	8
2.5 รูปแบบของปัญหาแบบ Linear programming	10
2.6 ผลงานวิจัยในอดีต	12
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการทำวิจัย	
3.1 ศึกษาข้อมูลย้อนหลังจากตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. สายที่3 ปีที่ 2/2561 ถึง 1/2562	14
3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนนักศึกษาจากตารางเรียนของนักศึกษา	14
3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์	17
3.4 จัดตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช .สายที่3 ด้วยวิธีพยากรณ์	21
3.5 ใช้ Linear Programming ในการจัดทรัพยากรที่เหมาะสมต่อการเดินรถ ไฟฟ้า ขส.มช .	25
3.6 เก็บข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงาน	28

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์	30
4.2 ผลจากการจัดตารางรอบบริการด้วยการพยากรณ์ผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ2563 .ศ.	32
4.3 ผลจากการจัดจัดทรัพยากรที่เหมาะสมด้วยวิธี Linear Programming	40
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	44
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน	45
5.3 ข้อเสนอแนะ	46
5.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	46
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ภาพผลการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วน ของประชากร 2 กลุ่มด้วยโปรแกรมมินิแทบ	48
ภาคผนวก ข ตารางผลการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วน ของประชากร 2 กลุ่มด้วยโปรแกรมมินิแทบ	103
ภาคผนวก ค ผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กัน	106
ภาคผนวก ง ตารางรอบบริการและกราฟเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์	116
ประวัติผู้เขียน	122

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงเกณฑ์ของการปฏิเสธ H_0 ของสมมติฐานรอง	9
3.1 อาคารที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดในแต่ละจุดบริการ	16
3.2 จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ยเฉพาะช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2561/2 ในแต่ละจุดบริการ	18
3.3 การคำนวณอัตราส่วนในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้บริการกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนในปี ณ จุดบริการ 2561/2 คณะรัฐศาสตร์	20
3.3 สมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไข	30
3.4 ข้อมูลผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนของแต่ละปี	22
3.5 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าเริ่มต้น	25
3.6 สมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไข	26
3.7 การคำนวณจำนวนรอบรถสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆจากจำนวนพนักงาน	27
3.8 Gantt Chart ช่วงการทำงานทับซ้อนของพนักงาน	28
4.1 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561	31
4.2 ผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ที่ได้จากการพยากรณ์และค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการในแต่ละวัน	32
4.3 ค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563	33
4.4 ค่าที่ใช้คำนวณและจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละวันของเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563	35
4.5 จำนวนรอบรถไฟฟ้าขสที่ที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน.มช.	37
4.6 รอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช.	39
4.7 จำนวนรอบรถไฟฟ้าขสต่ำสุดตามข้อมูลจริง.มช.	40
4.8 จำนวนและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีที่ 1	42
4.9 จำนวนและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีที่ 2	42
5.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	44

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 รถไฟฟ้า ขส.มช.	1
1.2 พื้นที่ให้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช.	2
1.3 กราฟเปรียบเทียบจำนวนที่นั่งระหว่างตารางรอบบริการ (.ย.มิ) และผู้ใช้บริการ (.ย.มิ)	3
1.4 แสดงข้อมูลการเดินทางในแต่ละช่วงเวลา	3
1.5 แสดงขอบเขตรัศมีไม่เกิน 100 เมตร จากจุดบริการ	4
2.1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองLP	11
3.1 ศึกษาข้อมูลย้อนหลังจากตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขส 3 สายที่ .มช. ปี 2561/2ถึง 2562/1	14
3.2 จุดบริการคณะสังคมศาสตร์	15
3.3 จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์	15
3.4 จุดบริการคณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์	15
3.5 กราฟจำนวนนักศึกษาในแต่ละจุดบริการในขอบเขตที่กำหนดวันปี 2561/2	16
3.6 จำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละรอบบริการของเดือนมิถุนายน ปี พ2562 .ศ.	17
3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม มินิแทบ)Minitab(	19
3.8 กราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละช่วงเวลาของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีที่จุดบริการ คณะรัฐศาสตร์ในปี 2561/2	20
3.9 กราฟจากการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาล	21
3.10 กราฟจากการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียล	22
3.11 แสดงตารางค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการของเดือนกุมภาพันธ์ในปี 2558/2 ช่วงเวลา 7:00 น. ถึง 16:00 น.	23
3.12 กราฟจำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย 45ช่วงเวลาของเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ปี 2558/2 ถึง ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี 2561/2	24
4.1 การเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่มีสัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวัน พฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2561/2	32
5.1 ผลเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

ขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ขส.มช.) มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ให้บริการนักศึกษาที่อยู่หอพักในมหาวิทยาลัย สามารถช่วยลดการใช้น้ำมันส่วนตัวลงและเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยและสังคมจังหวัดเชียงใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการลดปัญหารถติดและที่จอดรถไม่เพียงพอ ลดมลพิษในอากาศ การจราจรคับคั่งภายในมหาวิทยาลัย และยังเป็นการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง

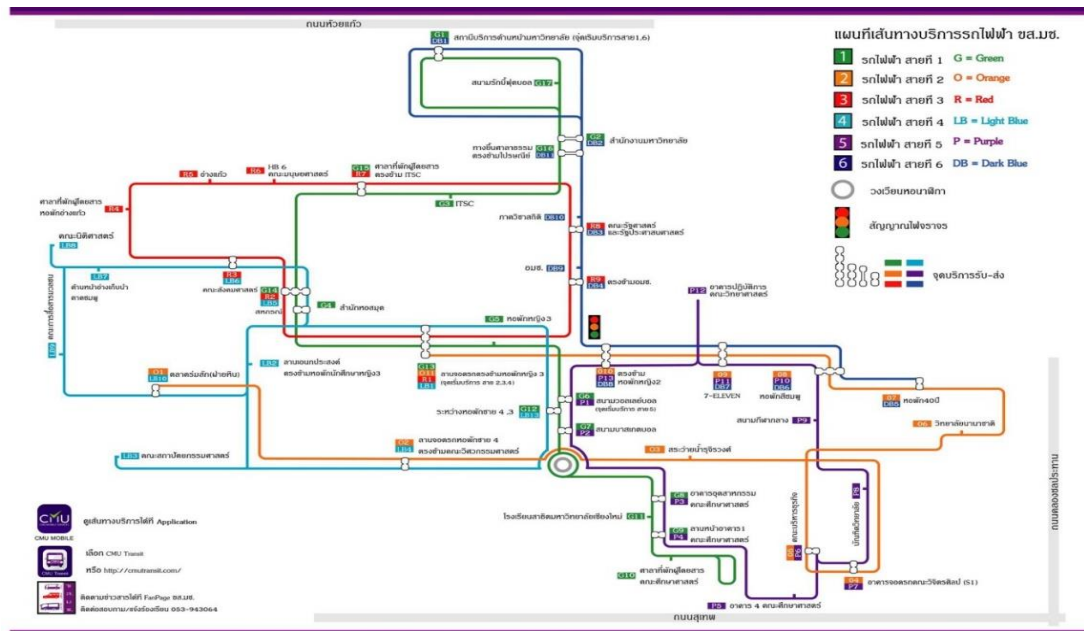
แสดงดังภาพ 1.1



ภาพ 1.1 รถไฟฟ้า ขส.มช.

ที่มา : www.transit.cmu.ac.th

การให้บริการด้วยรถไฟฟ้า ขส.มช. ภายในมหาวิทยาลัยฝั่งสวนสัตว์จะมีรถไฟฟ้าให้บริการจำนวน 55 คัน (สำรอง 5 คัน) โดยจะให้บริการพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้บริการประมาณ 6,600 กิโลเมตร/วัน ให้บริการทุกวัน ไม่เว้นวันหยุด ตั้งแต่เวลา 07.00 - 22.00 น. โดยจะให้บริการ 6 เส้นทางวิ่งและรถแต่ละคันสามารถบริการได้จำนวน 13 ที่นั่ง แสดงดังภาพ 1.2

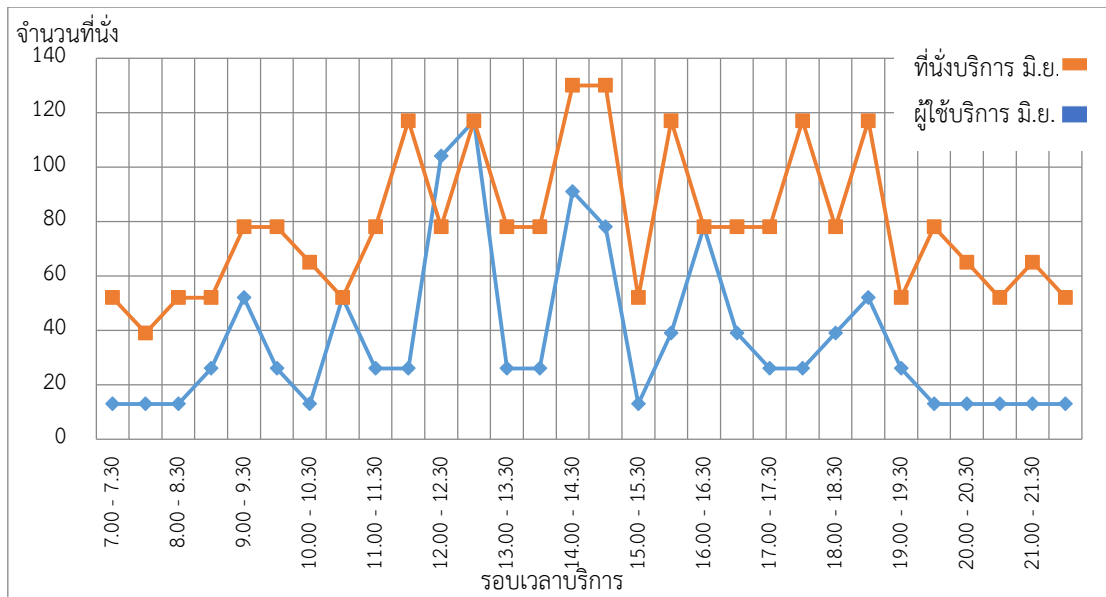


ภาพ 1.2 พื้นที่ให้บริการรถไฟฟ้า ชส.มช.

ที่มา : www.transit.cmu.ac.th

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าแต่ละช่วงเวลามีจำนวนความต้องการของผู้ใช้บริการและจำนวนรถหรือจำนวนที่นั่งที่รับบริการที่ไม่สอดคล้องกันคือ บางช่วงเวลามีรอบบริการมากกว่าจำนวนผู้ให้บริการเป็นจำนวนมาก เช่น ในช่วงเวลา 14.00–14.30 น. ซึ่งมีที่นั่งบริการ 130 ที่นั่ง แต่มีผู้ให้บริการเท่ากับ 91 ที่นั่ง และบางช่วงเวลามีผู้ให้บริการมากกว่าจำนวนรอบบริการเป็นจำนวนมาก เช่น ในช่วงเวลา 12.00–12.30 น. ซึ่งมีที่นั่งบริการ 78 ที่นั่ง แต่มีผู้ให้บริการเท่ากับ 104 ที่นั่ง แสดงดังภาพ 1.3

ในปัจจุบันนั้น การจัดการารอบบริการของของรถไฟฟ้า ชส.มช. เป็นการจัดการารอบบริการแบบรายเดือนและจะมีการใช้ตารางรอบเวลาเดิมตลอดทั้งเดือนไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่การเก็บข้อมูลนั้นมีการเก็บข้อมูลที่มีช่วงเวลาเป็นวินาทีซึ่งมีข้อมูล 1.98 ล้านข้อมูลต่อ 1 วัน (3600 วินาที x 10 ชั่วโมงทำงาน x 55 คันรถ) โดยข้อมูลที่มีประกอบด้วย วันที่และเวลา หมายเลขประจำรถ สายเดินรถ จำนวนผู้โดยสาร ความเร็ว ตำแหน่งรถ และหมายเลขผู้ขับขี่ แสดงดังภาพ 1.4



ภาพ 1.3 กราฟเปรียบเทียบจำนวนที่นั่งระหว่างตารางรอบบริการ (มิ.ย.) และผู้ให้บริการ (มิ.ย.)

	122 id	created_at	source_time	122 bus	122 route	122 passenger	122 accuracy	122 speed	122 lat	122 lng	122 geton	122 driver	122 version
1	930,538,751	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:09	32	5	0	10.000000000000000	5.759999800000000	18.799087200000000	98.957505600000000	0	032	1.7.9
2	930,538,754	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:09	10	5	0	4.827000000000000	2.980000000000000	18.797101900000000	98.960530300000000	0	110	1.7.9
3	930,538,753	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:08	4	98	6	4.034000000000000	1.370000000000000	18.789313200000000	98.968837300000000	0	013	1.7.9
4	930,538,752	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:07	36	1	0	20.283000000000000	0.000000000000000	18.804504700000000	98.954514800000000	0	136	1.7.9
5	930,538,751	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:08	25	2	0	9.000000000000000	5.540000000000000	18.798738100000000	98.958406700000000	0	125	1.7.9
6	930,538,750	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:09	11	6	8	8.000000000000000	4.560000000000000	18.792186300000000	98.971016700000000	0	111	1.7.9
7	930,538,749	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:09	43	2	3	10.000000000000000	0.000000000000000	18.793434500000000	98.954797400000000	0	143	1.7.9
8	930,538,748	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:08	18	5	12	10.000000000000000	5.920000000000000	18.798509000000000	98.953261000000000	0	118	1.7.9
9	930,538,747	2019-09-10 08:52:09	2019-09-10 08:52:08	45	2	0	3.690000000000000	0.000000000000000	18.796991600000000	98.959370700000000	0	145	1.7.9

ภาพ 1.4 ข้อมูลการเดินทางในแต่ละช่วงเวลา

ผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะนำข้อมูลที่มีอยู่ในอดีตมาใช้ประโยชน์เพื่อจัดการตารางรอบเวลาบริการให้มีความสอดคล้องต่อความต้องการใช้บริการในปัจจุบันโดยสามารถปรับเปลี่ยนได้เป็นวันต่อวัน และผู้จัดทำก็ได้ตั้งสมมติฐานว่าจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละช่วงเวลาในอาคารเรียนน่าจะมีผลสอดคล้องกับจำนวนผู้ใช้บริการ แต่การจัดการตารางรอบบริการในปัจจุบันนั้นไม่ได้ใช้ข้อมูลจากตารางเรียนของนักศึกษามาช่วยในการจัดการตารางรอบบริการเพียงแต่ใช้สถิติจำนวนผู้ใช้บริการเท่านั้น จึงมีความต้องการที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างตารางเวลาเรียนของนักศึกษา กับจำนวนการใช้บริการรถไฟฟ้า ช.ม.ช. เพื่อจะนำความสัมพันธ์ที่ได้มาจัดการตารางเดินรถไฟฟ้าเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการในแต่ละจุดบริการในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 จัดตารางเดินรถไฟฟ้าสาย 3 เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการในแต่ละจุด

1.2.2 เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการใช้บริการในแต่ละจุดกับปริมาณของนักศึกษาที่เรียนในบริเวณใกล้เคียงจุดบริการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ศึกษาจุดบริการรถไฟฟ้า ขสม. จำนวน 3 จุด ได้แก่ (1) คณะมนุษยศาสตร์ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพ 1.5 (2) คณะสังคมศาสตร์ และ (3) คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ โดยอาคารเรียนที่ทำการศึกษจะห่างจากจุดบริการในรัศมีไม่เกิน 100 เมตร



ภาพ 1.5 แสดงขอบเขตรัศมีไม่เกิน 100 เมตร จากจุดบริการ

ที่มา : <https://www.google.co.th/maps>

1.3.2 ข้อมูลลงทะเบียนของนักศึกษาในระดับปริญญาตรีในปีการศึกษาที่ 1/2561 ถึง 1/2562 จากสำนักทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3.3 ข้อจำกัดงานวิจัย

1) ไม่ทราบจำนวนผู้ใช้บริการขึ้นหรือลงได้ เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่บอกแต่จำนวนผู้ใช้บริการที่เป็นผลรวมสุดท้าย (Sum-up) เท่านั้น ดังนั้นถ้ามีจำนวนคนขึ้น-ลงเท่าเดิมจะไม่สามารถนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์ได้

2) จากข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถทราบได้ว่าผู้ใช้บริการแต่ละคนจะลงในจุดใดบ้าง

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อให้รถไฟฟ้า ขสม. มีการใช้บริการเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของที่นั่งที่ให้บริการ

1.4.2 เพิ่มประสิทธิภาพของตารางการให้บริการรถไฟฟ้า ขสม. ต่อผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

2.1.1 ข้อมูล

ข้อมูล (Data) หมายถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งเป็นกลุ่มสัญลักษณ์แทนปริมาณ หรือการกระทำต่าง ๆ โดยยังไม่ผ่านการวิเคราะห์ หรือการประมวลผล ข้อมูลมีทั้งแบบของตัวเลข ตัวหนังสือ รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้นซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 ข้อมูลจำนวน (Numeric Data) คือ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร สามารถนำไปใช้ในการคำนวณ เช่น ปริมาณ ระยะทาง จำนวน

2.1.1.2 ข้อมูลอักขระ (Character Data) คือ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร สามารถนำไปค้นหา เปรียบเทียบ หรือพิมพ์ออกมาเป็นรายงานได้ เช่น ชื่อ ที่อยู่ สถานภาพ ประวัติการศึกษา บันทึกงาน การประชุม เป็นต้น

2.1.1.3 ข้อมูลภาพ (Image Data) คือ ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะเหมือนภาพถ่าย ไม่ว่าจะเป็นภาพจริง ๆ ภาพกราฟฟิก หรือเอกสารข้อมูลที่ถูกอยู่ในรูปแบบกราฟ

2.1.2 ข้อมูลขนาดใหญ่

ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) คือ ข้อมูลที่มีขนาดและความซับซ้อนของข้อมูลมากอาจได้มาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งรวมกันจนมีขนาดใหญ่ หรือ อาจมาจากแหล่งข้อมูลเดียวกันในปริมาณมาก เช่น ข้อมูลราคาสินค้า มาจากห้างสรรพสินค้าหลายห้าง หรือข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาต้องมีข้อมูลหลายแหล่งรวมกัน ตัวอย่างของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น Social media, Web data, Sensor, RFID, Stock Feeds, Mobile usage, เครือข่ายเซ็นเซอร์, การทำดัชนีค้นหาอินเทอร์เน็ต บันทึกการโทรศัพท์ ดาราศาสตร์ วิทยาศาสตร์สภาพอากาศ จีโนมิกส์ การวิจัยทางชีวธรณีเคมี ชีววิทยา และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและมักจะข้ามสาขา การสอดส่องทางการทหาร เวชระเบียน คลัง

ภาพถ่าย คลังภาพเคลื่อนไหว และพาณิซย์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เมื่อมองผิวเผินอาจเป็นข้อมูลที่ไม่มีคุณค่าหรือประโยชน์แต่อย่างไรร แต่เมื่อข้อมูลเหล่านี้รวมกันในปริมาณที่มาก สามารถแสดงให้เห็นถึงแง่มุมต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีคุณค่าทั้งทางธุรกิจ ด้านบริหาร หรือแม้กระทั่งด้านการศึกษา และแนวโน้มในอนาคตของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นหลายเท่าตัว

2.2 การอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม

2.2.1 การแจกแจงผลต่างสัดส่วนของตัวอย่าง 2 กลุ่ม

ถ้า $\hat{P}_1$ เป็นสัดส่วนของตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 จากประชากรที่มีการแจกแจงทวินามด้วยค่าเฉลี่ยดังสมการ 2.1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังสมการ 2.2 และ $\hat{P}_2$ เป็นสัดส่วนของตัวอย่าง สุ่มขนาด n_2 จากประชากรที่มีการแจกแจงทวินามด้วยค่าเฉลี่ยดังสมการ 2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังสมการ 2.4

$$\mu = n_1 p_1 \quad (2.1)$$

$$\sigma = \sqrt{n_1 \hat{P}_1 (1 - \hat{P}_1)} \quad (2.2)$$

$$\mu = n_2 p_2 \quad (2.3)$$

$$\sigma = \sqrt{n_2 \hat{P}_2 (1 - \hat{P}_2)} \quad (2.4)$$

ถ้าสุ่มตัวอย่างที่ n_1 และ n_2 มีขนาดใหญ่ จะได้ว่า ผลต่างของสัดส่วนของตัวอย่าง ($\hat{P}_1 - \hat{P}_2$) จะมีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ โดยที่ ค่าเฉลี่ยของผลต่างสัดส่วนของตัวอย่างดังสมการ 2.5 และความแปรปรวนผลต่างของสัดส่วนของตัวอย่างดังสมการ 2.6

$$\mu_{\hat{P}_1 - \hat{P}_2} = p_1 - p_2 \quad (2.5)$$

$$\sigma^2_{\hat{P}_1 - \hat{P}_2} = \frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2} \quad (2.6)$$

จะได้ตั้งสมการ 2.7

$$(\hat{P}_1 - \hat{P}_2) \sim N(\mu_{\hat{P}_1 - \hat{P}_2}, \sigma^2_{\hat{P}_1 - \hat{P}_2}) \quad (2.7)$$

2.2.2 การประมาณผลต่างสัดส่วน ของประชากร 2 กลุ่ม

ถ้าสุ่มตัวอย่างขนาด n_1 และ n_2 ขนาดใหญ่จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบทวินามซึ่งมีสัดส่วนเป็น p_1 และ p_2 ตามที่ได้กล่าวมา

ในการประมาณผลต่างสัดส่วนของประชากร $p_1 - p_2$ ค่าสถิติที่เป็นตัวประมาณ คือ ผลต่างสัดส่วนของตัวอย่าง $\hat{P}_1 - \hat{P}_2$ ดังนั้นเมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจง แบบปกติ สามารถสรุปการประมาณแบบช่วงความเชื่อมั่น $(1 - \alpha) \times 100\%$ ของผลต่างสัดส่วน ของประชากร 2 กลุ่ม ได้ตั้งสมการ 2.8 - 2.9

$$(\hat{P}_1 - \hat{P}_2) - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}} < p_1 - p_2 \quad (2.8)$$

$$p_1 - p_2 < (\hat{P}_1 - \hat{P}_2) + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}} \quad (2.9)$$

2.2.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม

การทดลองความแตกต่างของค่าสัดส่วนของกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่ เมื่อต้องการทดสอบสมมติฐานหลัก $H_0: p_1 = p_2$ และสมมติฐานรอง $H_1: p_1 \neq p_2$ โดยมีเกณฑ์ดังตาราง 2.1 การทดสอบจะต้องใช้ค่าคะแนนมาตรฐานของการแจกแจงปกติตั้งสมการ 2.10

$$Z = \frac{\hat{P}_1 - \hat{P}_2 - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}} \quad (2.10)$$

การทดสอบสมมติฐานหลักของ $H_0: p_1 = p_2$ ตัวทดสอบสถิติตั้งสมการ 2.10

$$Z_0 = \frac{\hat{P}_1 - \hat{P}_2}{\sqrt{\hat{P}(1-\hat{P})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (2.11)$$

ตาราง 2.1 แสดงเกณฑ์ของการปฏิเสธ H_0 ของสมมติฐานรอง

สมมติฐานรอง	เกณฑ์ของการปฏิเสธ H_0
$H_1: p_1 \neq p_2$	$Z_0 > Z_{\alpha/2}$ หรือ $Z_0 < -Z_{\alpha/2}$
$H_1: p_1 > p_2$	$Z_0 > Z_\alpha$
$H_1: p_1 < p_2$	$Z_0 < -Z_\alpha$

2.3 การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) หาได้จากสมการ 2.12

$$MAD = \frac{(\sum |Y_t - \hat{Y}_t|)}{n} \quad (2.12)$$

โดยที่ Y_t = ข้อมูลที่เวลา t
 $\hat{Y}_t$ = ค่าปรับเรียบที่เวลา

2.4 การพยากรณ์

2.4.1 การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียล (Exponential smoothing) หาได้จากสมการ 2.13

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (2.13)$$

โดยที่ F_t = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t
 A_{t-1} = ค่าจริง ณ ช่วงเวลา $t-1$
 F_{t-1} = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา $t-1$
 α = ค่าคงที่ปรับเรียบ

2.4.2 วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล (Decomposition method and Seasonal Indexes)

วิธีแยกส่วนเป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดในพยากรณ์ โดยจะเป็นการแยก(Decomposition) เอาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอนุกรมข้อมูลออกมา เช่น ข้อมูลฤดูกาล หรือดัชนีฤดูกาล เพื่อที่จะ

ทำให้ค่าการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำมากขึ้น

วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนแบบดั้งเดิม (Classical decomposition method)

การแยกส่วนของอนุกรมเวลาจะแสดงในรูปแบบของ multifactor โดยมีรูปแบบแสดงดังสมการ 2.14

$$Y_t = f(T, C, S, e) \quad (2.14)$$

Y_t : ค่าจริงในช่วงเวลา t

f : เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

T : แนวโน้ม

C : ผลจากการครบรอบ (Cyclical)

S : ผลจากฤดูกาล (Seasonal)

e : ความคลาดเคลื่อน

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ สามารถอยู่ในรูปแบบของ Multiplication (Multiplicative decomposition) และการเพิ่ม (Addition) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการ 2.15 - 2.16

$$\text{Multiplicative : } Y = T \times C \times S \times e \quad (2.15)$$

และ

$$\text{Additive : } Y = T + C + S + e \quad (2.16)$$

แต่เนื่องจากว่าแบบการเพิ่มไม่ค่อยนิยมอย่างวิธี Multiplicative ในรูปแบบของ Multiplicative นั้นค่าขององค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบจะไม่มีค่ากลางของสัดส่วนแต่ละองค์ประกอบเท่ากับ 1

2.4.3 ค่าผันแปรของฤดูกาล (Seasonal variation)

เป็นองค์ประกอบหนึ่งของอนุกรมเวลาอธิบายถึงการเกิดซ้ำ ๆ และเกิดการเปลี่ยนแปลงที่คาดการณ์ได้รอบ ๆ เส้นแนวโน้มภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งการคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาลจะเป็นการคำนวณหาจุดกึ่งกลางของถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นวิธีที่เรียกว่า วิธีอัตราส่วนต่อถั่วเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to moving average method) ซึ่งวิธีนี้ก่อนอื่นจะทำการประมาณค่าดัชนีฤดูกาล จากนั้นก็ค่อยทำการประมาณค่าแนวโน้มจากหลักการของการแยกส่วนของอนุกรมเวลาก็คือ เป็นการคิดแบบตรงไปตรงมาเนื่องจากว่าผลลัพธ์ของรูปแบบของอนุกรมเวลาที่เป็น Multiplicative นั้นจะเป็นการกำหนดค่าที่ไม่อยากนักสำหรับการประมาณค่าองค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบ เช่น

$$Y_t = TCSe \quad (2.18)$$

จากนั้น

$$Se = \frac{y_t}{TC} \quad (2.19)$$

ซึ่งหมายความว่าค่าจริง (Actual) จะถูกหารด้วยองค์ประกอบของแนวโน้มและ การครอบรอบ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าองค์ประกอบฤดูกาล และค่าความคลาดเคลื่อน

2.4.4 การแยกส่วนขององค์ประกอบฤดูกาล (Deseasonalizing value)

ในการแยกส่วนขององค์ประกอบฤดูกาลจากข้อมูลจริง เพื่อจะได้ทราบถึงค่าขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่เหลือก็คือแนวโน้ม การครอบรอบ และความคลาดเคลื่อน ซึ่งวิธีที่ใช้ก็คือ Deseasonalizing นั่นเอง

$$\frac{Y}{S} = TCe \quad (2.20)$$

โดยที่ S คือ ดัชนีฤดูกาลของช่วงเวลา t หลังจากที่มีการแยกส่วนขององค์ประกอบฤดูกาล (TCe) แล้ว ก็นำเอาค่า TCe ที่ได้มาใช้ในการประมาณค่าแนวโน้ม (T_t) โดยวิธีการสมการถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression)

2.5 รูปแบบของปัญหาแบบ Linear programming

Linear programming จะมีองค์ประกอบเบื้องต้นโดยสรุปอาจจะกล่าวได้ว่าประกอบไปด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

Decision Variables (x) คือ ตัวแปรที่เราต้องการทราบค่า หรือ กล่าวง่าย ๆ คือ ตัวแปรที่เราต้องการหาค่าเพื่อเป็นคำตอบของปัญหานั้น ๆ

Parameters (a , b) คือ ข้อมูลที่มีอยู่ของปัญหาอาจอยู่ในรูปของค่าคงที่ต่าง ๆ ที่ได้จากการเก็บข้อมูล

Objective (Z) คือ การวัดค่าเป้าหมายของปัญหา ซึ่งจะอยู่ในรูปของสมการความสัมพันธ์ที่ประกอบด้วย Decision Variables

Constraints (c) คือ การเขียนเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา ออกมาอยู่ในรูปแบบของสมการความสัมพันธ์ของ Decision Variables และค่า Parameters ที่มีอยู่

Resource Usage per Unit of Activity					Decision Variables: <u>X_i</u>
Activity					
	1	2	...	n	Amount of
Resource	Resource Activity				
1	a_{11}		...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
.	...	...	...	...	
.					
m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m
Contribution to Z per unit of activity	c_1	c_2	...	c_n	<u>Parameters</u>

ภาพ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง LP

จากภาพ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง LP ประกอบด้วย

2.5.1 สมการเป้าหมาย (Objective Function) ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งการหาค่าที่มากที่สุด (Maximize) หรือการหาค่าที่ต่ำสุด (Minimize) ก็ได้เช่น ดังสมการ

$$\text{Minimize } Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \quad (2.21)$$

2.5.2 สมการเงื่อนไข (Constraints) (ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

- 1) Functional Constraints ซึ่งมักจะถูกเขียนขึ้นจากข้อมูลของปัญหา
- 2) Non-negativity Constraints ซึ่งเป็นข้อกำหนดของตัวแปรทุกตัว (โดยส่วนมาก) ว่าเมื่อหาคำตอบสุดท้ายได้จะต้องมีค่าเป็นบวกหรือศูนย์เท่านั้น (แต่ในบางกรณีคำตอบของปัญหาอาจจะเป็นค่าบวกหรือลบก็ได้ ซึ่งก็ต้องมีการเขียนสมการเงื่อนไขแบบอื่นขึ้นมา)

สำหรับ Functional Constraints นั้น รูปแบบมาตรฐาน จะอยู่ในรูปของสมการที่มีเครื่องหมายน้อยกว่าหรือเท่ากับ ($\leq$) แต่สามารถถูกเขียนในรูปแบบอื่น ๆ ได้เช่น

ใช้เครื่องหมายมากกว่าหรือเท่ากับ ($\geq$) ดังสมการ

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i \text{ สำหรับ } i \quad (2.22)$$

ในรูปเครื่องหมายเท่ากับ (=) ดังสมการ

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n = b_i \text{ สำหรับ } i \quad (2.23)$$

สำหรับ Non-negativity Constraints ถ้าต้องการให้ตัวแปรสามารถมีค่าได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ สามารถเขียนโดยใช้สมการ 2.24

$$X_j \quad \text{unrestricted in sign สำหรับ } j \quad (2.24)$$

(unrestricted อาจจะเขียนโดยใช้ตัวย่อ URS หรือในความหมายภาษาไทยคือ สามารถมีค่าได้ทั้งบวกและลบ)

2.6 ผลงานวิจัยในอดีต

2.6.1 การหาความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

ผลงานวิจัยของคุณ จินสิน กิตานุวัฒน์ ปี 2558 เรื่อง “ความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการจัดการข้อมูลเพื่อความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” กล่าวถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการจัดการข้อมูล มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตามสมมติฐานการวิจัยสรุปได้ดังข้อ 1-3

1) สมมติฐาน : แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มีความสัมพันธ์กับการจัดการข้อมูล ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มีความสัมพันธ์กับการจัดการข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0001 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2) สมมติฐาน : การจัดการข้อมูล มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การจัดการข้อมูล มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

3) สมมติฐาน : แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของกิจการในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ไม่มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของกิจการในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการจัดการข้อมูล เพื่อความสำเร็จของกิจการในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อที่หนึ่ง คือ เพื่อศึกษารูปแบบของแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งรูปแบบของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ที่สำคัญต่อการจัดข้อมูล เพื่อสำเร็จของกิจกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย Social Media และ Mobile Usage

2.6.2 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ที่เป็นช่วงเวลา

ผลงานวิจัยของคุณ นิตยา วงศ์ระวัง และ กัญญา ทองสนิท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปกร เรื่อง “ตัว

แบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ที่เป็นช่วงเวลา ” กล่าวว่า จากการวิเคราะห์การหาปริมาณการผลิตสินค้าให้มีระดับเหมาะสม โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ 2550 ถึง ปี พ.ศ 2553 จากบริษัทตัวอย่างนำมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการพยากรณ์โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่,การพยากรณ์โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แบบถ่วงน้ำหนัก,การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล , การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบแบบ ดับเบิลเอกซ์โพเนนเชียล , การพยากรณ์โดยวิธีวินเตอร์,เทคนิคการแยกส่วน และงานวิจัยนี้ได้นำเอาเศรษฐมิติ (Econometrics) มาใช้ในการพยากรณ์อีกด้วย เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์และคำนวณหา ปริมาณการผลิตที่เหมาะสมกับปริมาณความต้องการจริง

จากการทำการพยากรณ์และหาค่าความ คลาดเคลื่อนโดยการเอาข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ 2550 – พ.ศ 2553 เพื่อพยากรณ์ปี พ.ศ. 2554 พบว่าการพยากรณ์ ด้วยวิธีแบบวินเตอร์จะให้ผลดีที่สุด และสามารถพยากรณ์ การผลิตเดือนที่ 6 ถึงเดือนที่ 12 ของปี 2554 ได้ ใกล้เคียงกับความต้องการของ ลูกค้ามากที่สุด

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลย้อนหลังจากตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขสมก. สายที่ 3 ปี 2/2561 ถึง 1/2562

จากภาพ 3.1 จะเห็นความต่างของผู้ใช้บริการกับที่นั่งบริการที่เป็นเปอร์เซ็นต์ได้ชัดเจนในช่องเปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยที่นั่งต่อรอบ

ปี พ.ศ. 2562 : สายสีแดง (สาย 3)							
เดือน	จำนวนผู้โดยสาร	จำนวนรอบวิ่งจริง	จำนวนที่นั่งบริการ	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยที่นั่งต่อรอบ	ค่าเฉลี่ยที่ผู้โดยสารต่อวัน	ค่าเฉลี่ยรอบวิ่งต่อวัน	จำนวนผู้โดยสารต่อรอบ
(หน่วย)	(คน)	(รอบ)	(ที่นั่ง)	(เปอร์เซ็นต์)	(คน)	(รอบ)	(คน)
ม.ค.	57,048	7,920	102,960	55.41%	2,852	396	7
ก.พ.	43,016	6,840	88,920	48.38%	2,264	360	6
มี.ค.	42,666	7,560	98,280	43.41%	2,032	360	6
เม.ย.	39,901	8,160	106,080	37.61%	1,995	408	5
พ.ค.	19,650	8,568	111,384	17.64%	936	408	2
มิ.ย.	14,779	7,752	100,776	14.67%	778	408	2
ก.ค.	31,231	8,568	111,384	28.04%	1,487	408	4
ส.ค.	92,830	8,568	111,384	83.34%	4,420	408	11
ก.ย.	63,949	8,568	111,384	57.41%	3,045	408	7
ต.ค.	59,168	8,568	111,384	53.12%	2,818	408	7
พ.ย.	51,956	8,568	111,384	46.65%	2,474	408	6
ธ.ค.	-	-	-	-	-	-	-

ภาพ 3.1 ตารางสรุปรอบบริการและผู้ใช้บริการสาย 3 ปี 2/2561 ถึง 1/2562

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนนักศึกษาจากตารางเรียนของนักศึกษา

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนนักศึกษาจากตารางเรียนของนักศึกษาของแต่ละช่วงเวลาของปี 2/2561 ถึง 1/2562 ในขอบเขตอาคารบริเวณใกล้เคียงจุดบริการโดยมีระยะห่างจากจุดบริการเป็น

รัศมี 100 เมตร จำนวน 3 จุดบริการดังภาพ 3.2-3.4 โดยแบ่งช่วงเวลา 3 ช่วงเวลาคือ วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี วันพุธ และวันอังคารกับวันศุกร์ แต่ละวันจะมีรอบเวลา 5 รอบคือ 8:00, 9:30, 11:00, 13:00, 14:30 ซึ่งจำนวนนักศึกษาในแต่ละจุดบริการในขอบเขตที่กำหนดโดยแสดงดังภาพ 3.5 และอาคารที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดในแต่ละจุดบริการดังตาราง 3.1



ภาพ 3.2 จุดบริการคณะสังคมศาสตร์

ที่มา : <https://www.google.co.th/maps>



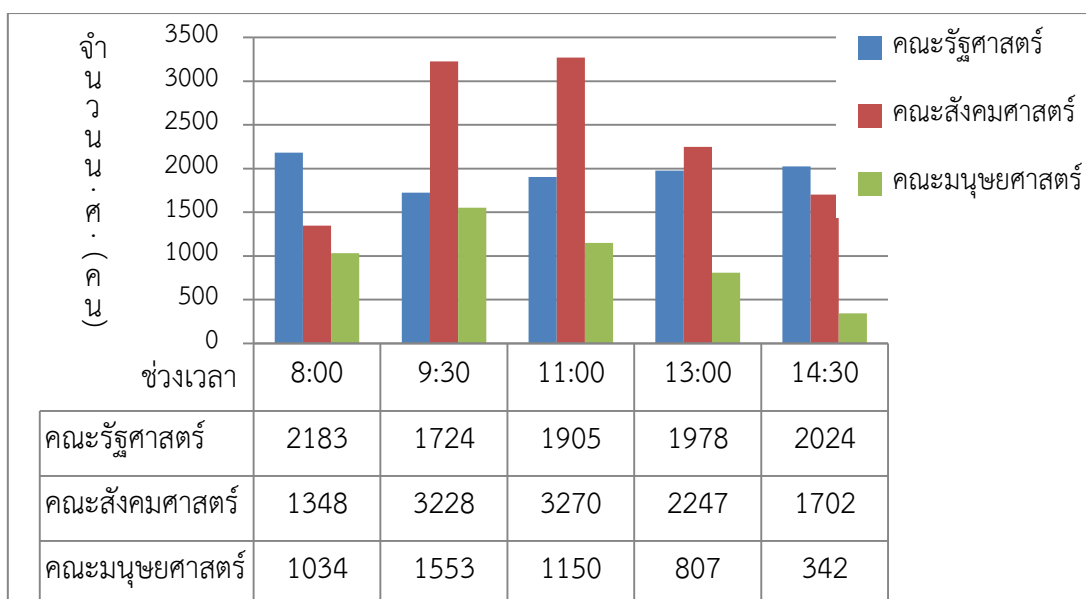
ภาพ 3.3 จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์

ที่มา : <https://www.google.co.th/maps>



ภาพ 3.4 จุดบริการคณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์

ที่มา : <https://www.google.co.th/maps>



ภาพ 3.5 กราฟจำนวนนักศึกษาในแต่ละจุดบริการในขอบเขตที่กำหนดวันปี 2/2561

จากภาพ 3.5 จะเห็นได้ว่าในแต่ละช่วงเวลาจะมีจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนอยู่จำนวนกี่คน ณ จุดบริการต่างๆในขอบเขตรัศมี 100 เมตร

ตาราง 3.1 อาคารที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดในแต่ละจุดบริการ

คณะสังคมศาสตร์	
HB1	อาคารมนุษยศาสตร์ 1
HB2	อาคารมนุษยศาสตร์ 2
HB7	อาคารมนุษยศาสตร์ 7
SB1-4	อาคารสังคมศาสตร์ 1-4
คณะมนุษยศาสตร์	
HB3	อาคารมนุษยศาสตร์ 3
HB4	อาคารมนุษยศาสตร์ 4
HB5	อาคารมนุษยศาสตร์ 5
HB6	อาคารมนุษยศาสตร์ 6
CSB	อาคารภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

ตาราง 3.1 อาคารที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดในแต่ละจุดบริการ (ต่อ)

คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์	
CB1-2	อาคารภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ 1-2
MB	อาคารภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
PB1	อาคารภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ 1
PSB	อาคารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์
STB	อาคารภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้บริการรถไฟฟ้า ชส.มช. สายที่ 3 ในแต่ละจุดบริการ กับจำนวนนักศึกษาที่ได้จากตารางเรียนในแต่ละบริเวณจุดบริการ โดยมีขั้นตอนดังข้อ 3.3.1-3.3.5

3.3.1 รวมจำนวนผู้ใช้บริการในช่วงเวลา 10 นาทีก่อนหน้านี้ในแต่ละรอบเวลาที่สนใจ (8:00, 9:30, 11:00, 13:00, 14:30) จากตารางดังตัวอย่างดังภาพ 3.6 ในแต่ละวันที่เหมือนกันมาหาค่าเฉลี่ยจำนวนคนต่อวันในจำนวนเต็มยกตัวอย่างเช่น จากภาพ 3.6 รวมเวลาในแต่ละวันจันทร์ (แถบสีเหลือง) ได้ 3, 4 และ 7 ตามลำดับ นำมาหาค่าเฉลี่ยคือ $3 + 4 + 7 = 14$ แล้วนำมาหาร 3 จะได้เท่ากับ 5 คน

ลำดับ	เวลา	วัน	เวลาประมาณ	อ	พ	พฤ	ศ	จ	อ	พ	พฤ	ศ	จ	อ	พ	พฤ	ศ	จ	อ
				4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25
14	7:32			1	3	0	3	0	0	2	4	0	0	0	1	4	2	5	1
15	7:35			1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8	0	0	0	1
16	7:37			1	1	1	0	0	0	2	2	0	2	1	4	3	2	4	0
17	7:40			1	2	6	1	1	0	1	0	1	2	2	2	2	1	0	4
18	7:42			0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	6
19	7:45			4	5	1	0	2	0	0	1	0	2	2	1	1	1	0	0
20	7:47			1	2	1	3	3	0	0	0	1	2	3	3	3	1	5	
21	7:50			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	1	0
22	7:52			1	0	3	9	2	0	1	0	0	0	1	1	3	0	2	2
23	7:55			1	2	0	2	0	6	0	0	0	1	3	0	7	0	0	0
24	7:57			1	2	9	0	1	2	0	1	1	2	6	1	1	2	2	2
25	8:00			1	0	2	3	0	5	2	0	0	1	3	1	2	3	2	0
26	8:02			3	0	4	4	0	0	1	0	0	0	3	3	4	4	3	3

ภาพ 3.6 ตารางจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละรอบบริการของเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2562

จากภาพ 3.6 เป็นตารางข้อมูลดิบโดยช่องลำดับเป็นลำดับรอบบริการรถไฟฟ้า ชส.มช. ซึ่งในแต่ละลำดับจะบอกเวลาการออกบริการว่าออกบริการเวลาไหนบ้างและมีจำนวนผู้ใช้บริการอยู่ที่คนในเวลานั้นๆและบอกวันว่าเป็นวันจันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี หรือศุกร์เป็ยตัวย่อโดยมีวันที่ตามปฏิทินกำกับอยู่ข้างล่างของช่องบอกวัน

3.3.2 ทำขั้นตอนที่ 3.3.1 ซ้ำในแต่ละวันของจุดบริการทั้ง 3 จุด (จันทร์-ศุกร์)

3.3.3 นำค่าเฉลี่ยของ วันที่มีสองวันคือ วันจันทร์กับวันพฤหัสบดีและ วันอังคารกับวันศุกร์มาหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ค่าเฉลี่ยวันจันทร์คือ 23 คนและค่าเฉลี่ยวันพฤหัสบดีคือ 21 คนให้นำ

ค่าเฉลี่ยสองค่านี้มารวมกันแล้วหาร 2 ซึ่งจะได้เท่ากับ 22 คน

3.3.4 ทำขั้นตอน 3.3.1 – 3.3.3 ทั้ง 3 จุดบริการในทุกเดือนและ หาค่าเฉลี่ยทั้งปีของปี 2/2561 และ 1/2562 ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละจุดบริการของปีแต่ละปี โดยตัวอย่างแสดง ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 จำนวนผู้ให้บริการเฉลี่ยเฉพาะช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561 ใน
ในแต่ละจุดบริการ

จำนวนผู้ให้บริการช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการ (คน)			
เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	4	3	2
9:30	11	4	5
11:00	18	7	6
13:00	13	7	6
14:30	18	1	8
รวม	64	21	26

จากตาราง 3.2 จะแสดงค่าเฉลี่ยผู้ให้บริการของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561 ในแต่ละจุดบริการต่างของเวลา 5 ช่วงเวลาและมีผลรวมจำนวนผู้ให้บริการทั้ง 5 ช่วงเวลาของแต่ละจุดบริการอยู่ล่างสุดของตาราง

3.3.5 นำค่าที่ได้จากขั้นตอน 3.3.4 ไปหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรมมินิแทบ (Minitab) ซึ่งสามารถอ้างอิงความถูกต้องของโปรแกรมมินิแทบ (Minitab) ได้จากข้อ 1 ถึงข้อ 3

1) ให้เหตุการณ์ที่สนใจของ P_1 เท่ากับ 11289 และ P_2 เท่ากับ 42 โดยเหตุการณ์ทั้งหมดของ P_1 มีค่าเท่ากับ 59028 และ P_2 มีค่าเท่ากับ 254 จะได้ว่า $\hat{P}_1$ มีค่าเท่ากับ $11289/59028$ หรือ 0.191248 และ $\hat{P}_2$ มีค่าเท่ากับ $42/254$ หรือ 0.165354

2) กำหนดให้ค่า Z ดังสมการ 3.1

$$Z = \frac{\hat{P}_1 - \hat{P}_2}{\sqrt{\hat{P}(1-\hat{P})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (3.1)$$

โดยที่ $\hat{P}$ คือ ผลรวมของเหตุการณ์ที่สนใจหารด้วย ผลรวมของเหตุการณ์ทั้งหมด ซึ่งจะได้ดังสมการ 3.2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.191137

$$\hat{P} = \frac{11289 + 42}{59028 + 254} \quad (3.2)$$

3) แทนค่าในข้อ 2 เพื่อหาค่า Z จะได้ดังสมการ 3.3 จะได้ค่า Z เท่ากับ 1.05 และมี p-value เท่ากับ 0.294 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากโปรแกรมมินิแทบ (Minitab) ดังภาพ 3.7 คือ $Z = 1.11$ และมี p-value เท่ากับ 0.268

$$Z = \frac{0.191248 - 0.165354}{\sqrt{0.191137(1 - 0.191137)\left(\frac{1}{59028} + \frac{1}{254}\right)}} \quad (3.3)$$

WORKSHEET 1

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	59028	11289	0.191248
Sample 2	254	42	0.165354

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0258939	(-0.019903, 0.071691)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.11	0.268
Fisher's exact		0.337

ภาพ 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม มินิแทบ (Minitab)

3.3.6 จากข้อ 3.3.5 จะเห็นได้ว่าค่า p-value ที่ได้จากโปรแกรมมินิแทบ (Minitab) ภาพ 3.7 และจากการคำนวณมีค่าที่ใกล้เคียงกันคือ 0.268 และ 0.294 ตามลำดับ ซึ่งเกณฑ์การยอมรับ H₀ ค่า p-value จะต้องมากกว่า α คือ 0.05

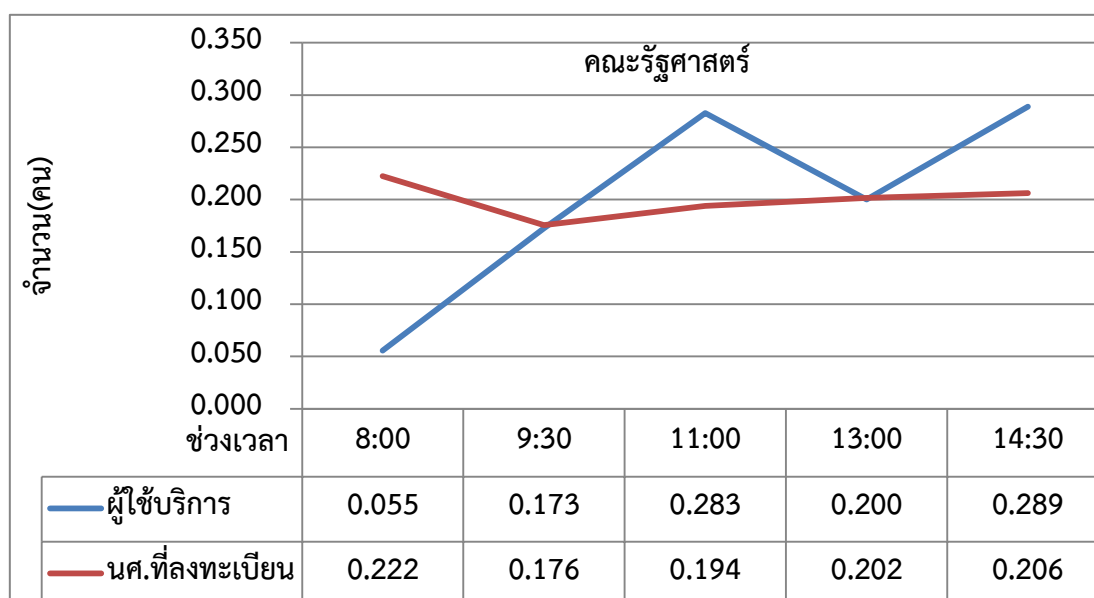
3.3.7 สร้างกราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนของแต่ละช่วงเวลากับผลรวมของทุกช่วงเวลาระหว่างจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนกับผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขสม. เพื่อแสดงให้เห็นจำนวนนักศึกษา

ที่ลงทะเบียนหรือจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. ว่าช่วงเวลาใดมีจำนวนคนมากที่สุดให้เห็นถึงแนวโน้มเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนกับผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. โดยตัวอย่างกราฟแสดงดังภาพ 3.8 และการคำนวณแสดงตัวอย่างดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 การคำนวณอัตราส่วนในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้บริการกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนในปี 2/2561 ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์

คณะรัฐศาสตร์				
ช่วงเวลา	จำนวน นศ. ที่ลงทะเบียน (คน)		จำนวนผู้ใช้บริการ (คน)	
8:00	2183	0.222	4	0.055
9:30	1724	0.176	11	0.173
11:00	1905	0.194	18	0.283
13:00	1978	0.202	13	0.200
14:30	2024	0.206	18	0.289
ผลรวม	9814		64	

จากตาราง 3.3 เป็นการนำจำนวนคน (หลักที่มีผลรวม) ของสองข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา มาหาอัตราส่วนโดยหาจากจำนวนคนในแต่ละช่วงเวลาหารด้วยผลรวมของทุกช่วงเวลาซึ่งผลก็คือหลักัดมาจากหลักจำนวนคน



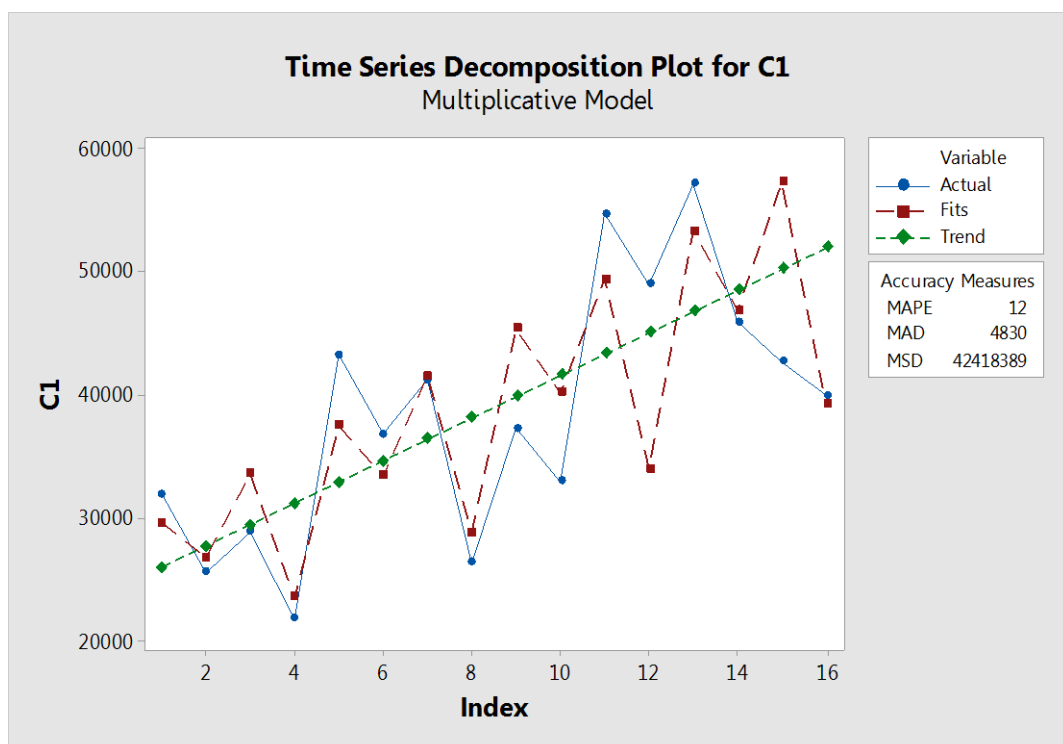
ภาพ 3.8 กราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละช่วงเวลาของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีที่จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ในปี 2/2561

จากภาพ 3.8 จะเห็นช่วงเวลาที่มีความแตกต่างของจำนวนคนน้อยที่สุดและมากที่สุดของสองข้อมูลเช่น ช่วงเวลา 8:00 เป็นช่วงเวลาที่ผู้ใช้บริการน้อยที่สุดโดยมีอัตราส่วนอยู่ที่ 5.5 เปอร์เซ็นต์แต่ช่วงเวลา 9:30 เป็นช่วงเวลาที่มึนักศึกษาลงทะเบียนเรียนน้อยที่สุด

3.4 จัดตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. สายที่ 3 ด้วยวิธีการพยากรณ์

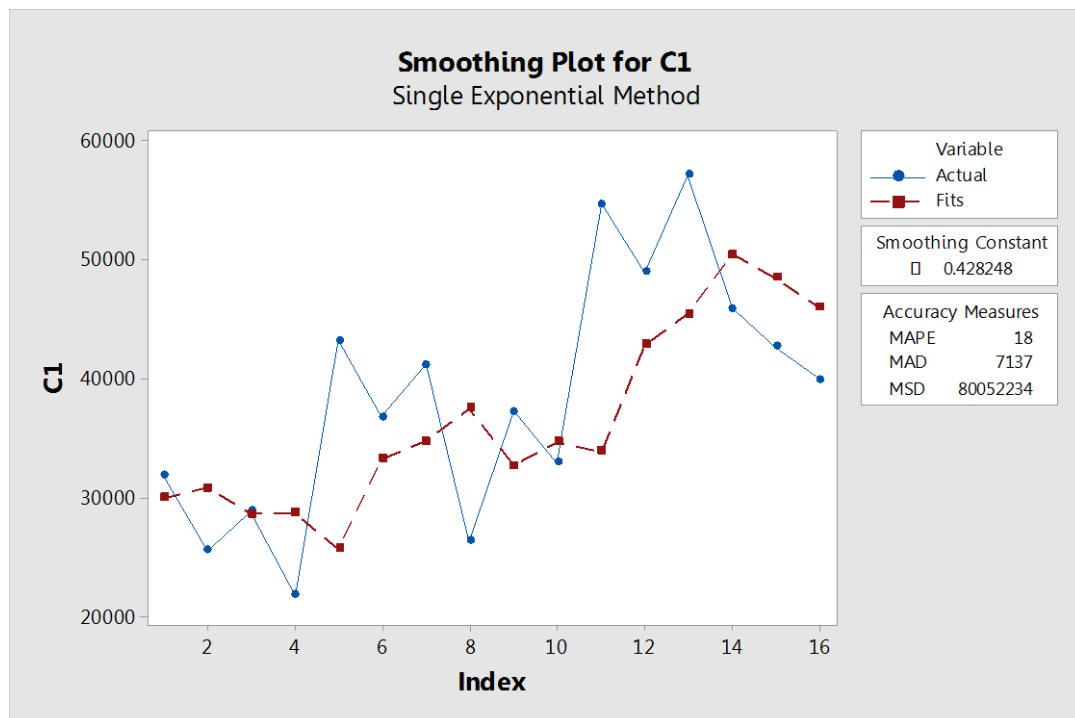
การพยากรณ์จะใช้ข้อมูลของเดือนกุมภาพันธ์ย้อนหลัง 4 ปีเพื่อนำไปการพยากรณ์ความต้องการใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ของเดือนมกราคม ในปี 2563 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 นำผลรวมของผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนของเทอม 2 ย้อนหลัง 4 ปี คือปี 2558 2559 2560 และ 2561 มาพยากรณ์ ซึ่งจากภาพ 3.9 จะเป็นกราฟที่ได้จากการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาลและภาพ 3.10 จะเป็นกราฟที่ได้จากการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียล จะเห็นได้ว่าค่า MAD ของการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาลให้ค่าที่น้อยกว่าถึง 2307 หน่วย ดังนั้นจึงใช้วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาลเพื่อหาผู้ใช้บริการในปี 2562 ซึ่งจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนของแต่ละปี 2558 ถึง 2561 แสดงดังตาราง 3.4



ภาพ 3.9 กราฟจากการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาล

จากภาพ 3.9 จะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อน (MAD) ระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงอยู่ที่ 4830 หน่วยและมีความชันของสมการแนวโน้มอยู่ที่ 1733 หน่วย



ภาพ 3.10 กราฟจากการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียล

จากภาพ 3.10 เป็นการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลด้วยชุดข้อมูลเดียวกันกับภาพ 3.9 ซึ่งให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAD) ระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงอยู่ที่ 7137 หน่วย

ตาราง 3.4 ข้อมูลผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนของแต่ละปี

ผู้ใช้บริการในแต่ละเดือนของแต่ละปี (คน)							
ปี 2/2558		ปี 2/2559		ปี 2/2560		ปี 2/2561	
ม.ค.	31915	ม.ค.	43205	ม.ค.	37209	ม.ค.	57048
ก.พ.	25559	ก.พ.	36706	ก.พ.	32869	ก.พ.	45822
มี.ค.	28854	มี.ค.	41140	มี.ค.	54596	มี.ค.	42666
เม.ย.	21756	เม.ย.	26308	เม.ย.	48891	เม.ย.	39901

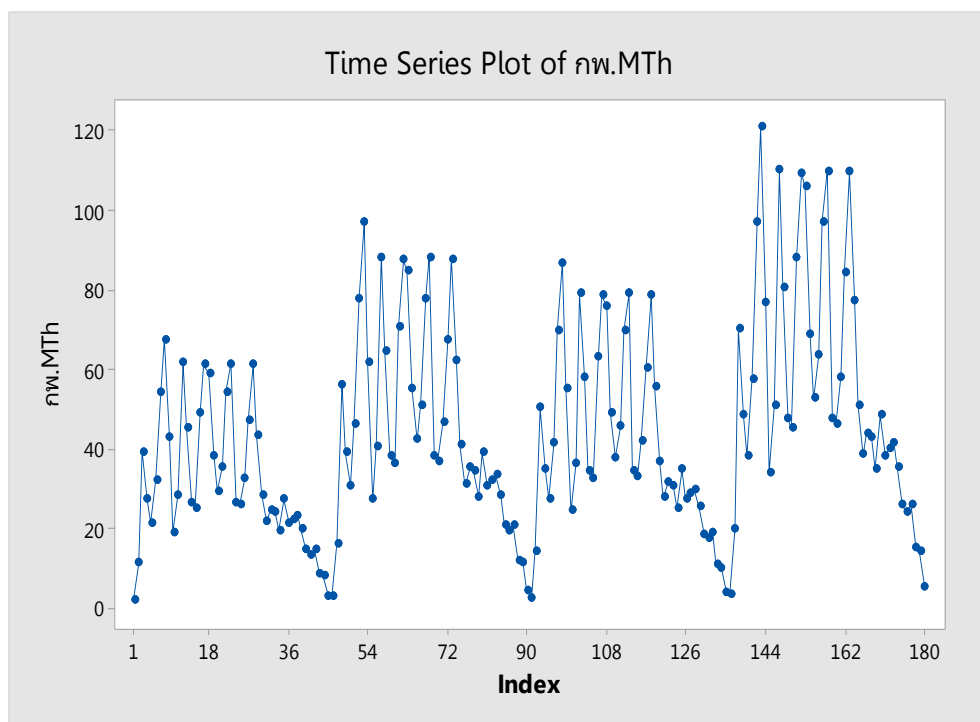
3.4.2 หาค่าเฉลี่ย (วิธีการหาค่าเฉลี่ยจะเป็นวิธีเช่นเดียวกันกับข้อ 3.3.1 – 3.3.3) ของผู้ใช้บริการในเวลาดำเนินงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ในเดือนกุมภาพันธ์ย้อนหลัง 4 ปี โดยเวลาการทำงานในแต่ละวันจะทำตั้งแต่ 7:00 น. ถึง 22:00 น. ซึ่งจะแบ่งช่วงเวลาทุกๆ 20 นาที ดังนั้นในแต่ละวันจะมีช่วงเวลาทั้งหมดคือ 45 ช่วงเวลา ตัวอย่างแสดงดังภาพ 3.11 เป็นค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการของเดือนกุมภาพันธ์ในปี 2/2558 ช่วงเวลา 7:00 น. ถึง 16:00 น.

ปี 2/2558		เวลา	วัน		
ลำดับ	เดือน		MTh	We	TuFr
1	ก.พ.	07:00-07:20	2	4	4
2		07:20-07:40	11	3	14
3		07:40-08:00	39	6	47
4		08:00-08:20	27	12	40
5		08:20-08:40	21	24	28
6		08:40-09:00	32	48	28
7		09:00-09:20	54	55	55
8		09:20-09:40	67	31	60
9		09:40-10:00	43	22	36
10		10:00-10:20	19	14	17
11		10:20-10:40	28	16	26
12		10:40-11:00	61	24	60
13		11:00-11:20	45	16	46
14		11:20-11:40	26	22	32
15		11:40-12:00	25	25	36
16		12:00-12:20	49	38	47
17		12:20-12:40	61	39	77
18		12:40-13:00	59	32	63
19		13:00-13:20	38	28	39
20		13:20-13:40	29	24	37
21		13:40-14:00	35	21	35
22		14:00-14:20	54	22	59
23		14:20-14:40	61	18	63
24		14:40-15:00	26	21	32
25		15:00-15:20	26	17	25
26		15:20-15:40	32	27	30
27		15:40-16:00	47	24	47

ภาพ 3.11 แสดงตารางค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการของเดือนกุมภาพันธ์ในปี 2/2558 ช่วงเวลา 7:00 น. ถึง 16:00 น.

จากภาพ 3.11 เป็นตัวอย่างผลที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมข. โดยจะบอกว่าในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวันมีผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยกี่คน ซึ่งตารางเต็มจะแสดงในภาคผนวก และมีทั้งหมด 45 ช่วงเวลา

3.4.3 นำค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการทั้ง 45 ช่วงเวลาของเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ปี 2/2558 – 2/2561 มาหาค่าดัชนีฤดูกาลทั้ง 45 ช่วงเวลา เนื่องจากจะเห็นองค์ประกอบฤดูกาลของเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ปี 2/2558 – 2/2561 ได้อย่างชัดเจนดังภาพ 3.12 เป็นกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย 45 ช่วงเวลาของเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ปี 2/2558 – 2/2561 ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี



ภาพ 3.12 กราฟจำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย 45 ช่วงเวลาของเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ปี 2/2558 ถึง 2/2561 ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี

3.4.4 หาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรวม 4 เดือนของผู้ใช้บริการในแต่ละวันของปี 2/2561 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังนี้

- 1) วันจันทร์กับวันพฤหัสบดีมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 36.48 เปอร์เซ็นต์
- 2) วันอังคารกับวันศุกร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 37.20 เปอร์เซ็นต์
- 3) วันพุธมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.16 เปอร์เซ็นต์

3.4.5 หาค่าพยากรณ์เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) นำค่าพยากรณ์ผู้ใช้บริการของทั้งเดือนเดือนกุมภาพันธ์ที่ได้จากข้อ 3.4.1 มาหาจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละวันโดยหาจากจำนวนผู้ใช้บริการเดือนกุมภาพันธ์คูณด้วยอัตราส่วนในแต่ละวันจากข้อ 3.4.4 แล้วนำมาหารด้วยจำนวนวันที่มีในเดือนกุมภาพันธ์เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ย จากนั้นนำค่าที่

ได้มาหาค่าเริ่มต้นจากสมการแนวโน้มเส้นตรงที่ได้จากข้อ 3.4.3 โดยตัวอย่างการคำนวณแสดงดังตาราง 3.5

ตาราง 3.5 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าเริ่มต้น

ข้อมูลวันจันทร์กับพฤหัสบดีของเดือนกุมภาพันธ์		
สมการแนวโน้มเส้นตรงจากข้อ 3.4.3	ค่าพยากรณ์จากข้อ 3.4.1	
$Y_t = 29.299 + 0.16874 \times t$	53,466 คน	
อัตราส่วนที่ได้จากข้อ 3.4.4	จำนวนวันในเดือนโดนเฉลี่ย	
0.3648	8 วัน	
ขั้นตอนการหาค่าเริ่มต้นเพื่อนำไปพยากรณ์		
1.หาค่าเฉลี่ยผู้ให้บริการของวันที่สนใจ	$(53466 \times 0.3648) \div 8$	=2438
2.หาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 45 เพื่อนำไปแทนใน t	$1+2+3+ \dots +45$	=1035
3.หาค่าเริ่มต้น (A) โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อวันที่สนใจและสมการแนวโน้มจากข้อ 3.4.3	$2438 = A \times 45 + 0.16874 \times 1035$	A =50.297

2) นำค่าเริ่มต้นที่ได้มาแทนสมการแนวโน้มเส้นตรงเพื่อหาค่าแนวโน้มโดย t จะมีค่าที่ 1 ถึง 45 และค่าความชันจะใช้ค่าเดิมจากสมการที่ได้จากข้อ 3.4.3

3) นำค่าแนวโน้มมาคูณกับดัชนีฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลานั้นๆ

4) ทำขั้นตอนที่ 1) ถึงขั้นตอนที่ 3) ให้ครบทุกวันคือ วันจันทร์กับพฤหัสบดี วันพุธและวันอังคารกับวันศุกร์

5) นำจำนวนผู้ใช้บริการที่ได้จากการพยากรณ์หารด้วย 13 ในแต่ละช่วงเวลาแล้วปิดเศษขึ้นจะได้จำนวนรอบที่ต้องปล่อยรถออกบริการตามความต้องการในแต่ละช่วงเวลา

6) นำ 20 นาทีหารด้วย จำนวนคันที่ได้จากการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลาแล้วปิดเศษลงจะได้จำนวนนาฬิกาต่อการปล่อยรถหนึ่งคันในแต่ละช่วงเวลาและนำไปจัดตารางรถไฟฟ้า ขส.มข. สาย 3

3.5 ใช้ Linear Programming ในการจัดทรัพยากรที่เหมาะสมต่อการเดินรถไฟฟ้า ขส.มข.

3.5.1 ในการทำ Linear Programming จะทำในโปรแกรม Excel โดยมีตัวแปร สมการเป้าหมาย และสมการเงื่อนไขดังนี้

1) กำหนดให้ X_j เป็นจำนวนรอบรถต่อรอบเวลาโดยที่ j เป็นรอบเวลาซึ่งมีทั้งหมด 45 รอบเวลารอบละ 20 นาทีตั้งแต่เวลา 7:00 – 22:00 น.

2) สมการเป้าหมายคือ จำนวนรอบรถที่น้อยที่สุดที่เพียงพอต่อความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์ (Minimize) โดยสมการเป้าหมายดังตาราง 3.6

3) สมการเงื่อนไขแสดงดังตาราง 3.6 โดยถูกกำหนดภายใต้ข้อมูลดังนี้

ก) จำนวนรถไฟฟ้า ขส.มช. ที่สามารถบริการได้ในสาย 3 มีทั้งหมด 12 คัน

ข) ในหนึ่งช่วงเวลาจะต้องมีรถไฟฟ้า ขส.มช. บริการอย่างน้อย 1 คัน

ค) การเข้าทำงานของพนักงานจะมีอยู่ 4 รอบการทำงานคือ

รอบที่ 1 ช่วงเวลา 06:00 – 14:00 น.

รอบที่ 2 ช่วงเวลา 08:00 – 16:00 น.

รอบที่ 3 ช่วงเวลา 12:00 – 20:00 น.

รอบที่ 4 ช่วงเวลา 14:00 – 22:00 น.

โดยแต่ละรอบจะมีพนักงานเข้าทำงานรอบละ 4 คน (แต่ในการทำ LP นั้นจะเป็นการหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมที่สุดที่เพียงพอต่อความต้องการจากการ Trial and error) และในแต่ละช่วงเวลาพนักงานสามารถขับรถไฟฟ้า ขส.มช. ออกบริการได้โดยประมาณ 6 รอบใน 1 ชั่วโมงดังนั้นในแต่ละช่วงเวลาการทำงานจะมีจำนวนพนักงานหรือรอบบริการสูงสุดได้ไม่เท่ากันซึ่งแสดงการคำนวณดังตาราง 3.7 และ Gantt Chart ดังตาราง 3.4

3.5.2 นำ 20 นาทีหารด้วย จำนวนคันที่ได้จากการทำ Linear Programming ในแต่ละช่วงเวลา แล้วปัดเศษลงจะได้จำนวนนาทีต่อการปล่อยรถหนึ่งคันในแต่ละช่วงเวลาและนำไปจัดตารางรถไฟฟ้า ขส.มช. สาย 3

3.5.3 หาจำนวนและช่วงเวลาในการเข้าทำงานของพนักงานที่เพียงพอต่อความต้องการและเหมาะสมที่สุดโดยจะแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

1) หาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมโดยช่วงเวลาการทำงานยังคงเดิม

2) หาจำนวนพนักงานและช่วงเวลาการทำงานที่เหมาะสม

ตาราง 3.6 สมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไข

สมการเป้าหมาย
$\text{Minimize} = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{45}$
สมการเงื่อนไข
$1 \leq X_j \leq \text{ความต้องการรอบรถในแต่ละช่วงเวลา } j \text{ ที่ได้จากข้อมูลจริง}$ โดยที่ $j = 1, 2, 3, \dots, 45$
$X_1, X_2, X_3 \leq \text{รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 7:00 – 8:00 น.}$
$X_4, X_5, X_6, \dots, X_{15} \leq \text{รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 8:00 – 12:00}$

ตาราง 3.6 สมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไข (ต่อ)

สมการเงื่อนไข	
$X_{16}, X_{17}, X_{18}, \dots, X_{21} \leq$	รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 12:00 – 14:00 น.
$X_{22}, X_{23}, X_{24}, \dots, X_{27} \leq$	รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 14:00 – 16:00 น.
$X_{28}, X_{29}, X_{30}, \dots, X_{39} \leq$	รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 16:00 – 20:00 น.
$X_{40}, X_{41}, X_{42}, \dots, X_{45} \leq$	รอบรถที่สามารถบริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 20:00 – 22:00 น.

ตาราง 3.7 การคำนวณจำนวนรอบรถสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆจากจำนวนพนักงาน

	A	B	C	$D = A \times B \times C$	$E = B \times 3$	$F = D \div E$
ช่วงเวลา	จำนวนพนักงาน (คน)	ชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง)	รอบรถบริการต่อ 1 ชั่วโมงต่อพนักงาน 1 คน (รอบ)	จำนวนรอบรถ (รอบ)	จำนวนช่วงเวลา 20 นาทีต่อ 1 ชั่วโมง (ช่วงเวลา)	จำนวนรอบต่อช่วงเวลา 20 นาที (รอบ)
07:00 – 08:00 น.	4	1	6	24	3	8
08:00 – 12:00 น.	8	4	6	192	12	16
12:00 – 14:00 น.	12	2	6	144	6	24
14:00 – 16:00 น.	12	2	6	144	6	24
16:00 – 20:00 น.	8	4	6	192	12	16
20:00 – 22:00 น.	4	2	6	48	6	8

จากตาราง 3.7 เป็นวิธีการคำนวณเพื่อหาจำนวนรอบรถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ใน
ช่วงเวลา 20 นาทีจากความแตกต่างของจำนวนพนักงานที่ทำงานในแต่ละช่วงเวลา

ตาราง 3.8 Gantt Chart ช่วงการทำงานทับซ้อนของพนักงาน

	ช่วงเวลา					
	07:00	08:00	12:00	14:00	16:00	20:00
	-	-	-	-	-	-
	08:00	12:00	14:00	16:00	20:00	22:00
	4					
		4				
			4			
				4		
จำนวนคนในแต่ละ ช่วงเวลา	4	8	12	12	8	4
จำนวนชั่วโมง	1	4	2	2	4	2
รอบรถต่อชั่วโมง ต่อคน	6	6	6	6	6	6
รอบรถต่อช่วงเวลา	24	192	144	144	192	48
รอบรถต่อ20นาที	8	16	24	24	16	8

จากตาราง 3.8 เป็นการสร้าง Gantt Chart เพื่อให้เห็นช่วงการทำงานของพนักงานที่ทำงาน
ทับซ้อนกันในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นโดยจะเห็นว่าช่วงเวลาที่ยังวันถึงสี่โมงเย็นมีการ
ทำงานที่ทับซ้อนกันถึง 3 รอบการทำงานซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียานพนักงานทำงานมากที่สุดของวัน

3.5 เก็บข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงาน

3.5.1 เก็บข้อมูลการใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมข. ของเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2563 เพื่อนำ
ข้อมูลไปใช้ในการทำ Linear Programming

3.5.2 สรุปผลและจัดทำรายงานนำเสนอ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะแสดงผลการดำเนินงานที่ได้จากการวิเคราะห์และจากการทดลอง โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมมินิแทบ โปรแกรม Excel และผลการทดลองที่ได้จากการเก็บข้อมูลผู้ให้บริการของเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2563

4.1 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ทางผู้วิจัยได้ทำการนำข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนและผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขสม. จากจุดบริการรถไฟฟ้า ขสม. 3 จุดคือ คณะสังคมศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ และคณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ โดยมีรัศมีจากจุดบริการ 100 เมตร ของปีการศึกษาที่ 2/2561 โดยการวิเคราะห์จะมีอยู่สองส่วนด้วยกัน

4.1.1 หาความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม

ส่วนแรกนี้จะนำข้อมูลทั้งสองไปหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มโดยใช้โปรแกรมมินิแทบ และผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมมินิแทบจะแสดงเป็นค่า Z และค่า p-value ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นการที่จะบอกว่าข้อมูลใดมีความสัมพันธ์กันในช่วงเวลาและจุดบริการต่างๆค่า p-value จะต้องมีความมากกว่า 0.05 โดยมีตัวอย่างของผลลัพธ์ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-5.24	0.000	0.37	0.708	-2.56	0.010
9:30	-0.08	0.936	-0.97	0.332	-1.62	0.106

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
11:00	1.55	0.122	0.54	0.586	-0.06	0.956
13:00	0.03	0.975	1.39	0.165	0.79	0.428
14:30	1.33	0.183	-2.08	0.038	2.62	0.009

จากตาราง 4.1 จะเห็นว่าช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561 มีผลของการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มที่ให้ผลว่าจำนวนผู้ใช้บริการกับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญหรือมีค่า p-value ที่น้อยกว่า 0.05 อยู่ 3 ข้อมูลคือ

- 1) จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ในช่วงเวลา 8:00 น. โดยมีค่า p-value ที่ 0.000
- 2) จุดบริการคณะสังคมศาสตร์ในช่วงเวลา 14:30 น. โดยมีค่า p-value ที่ 0.038
- 3) จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ในช่วงเวลา 14:30 น. โดยมีค่า p-value ที่ 0.009

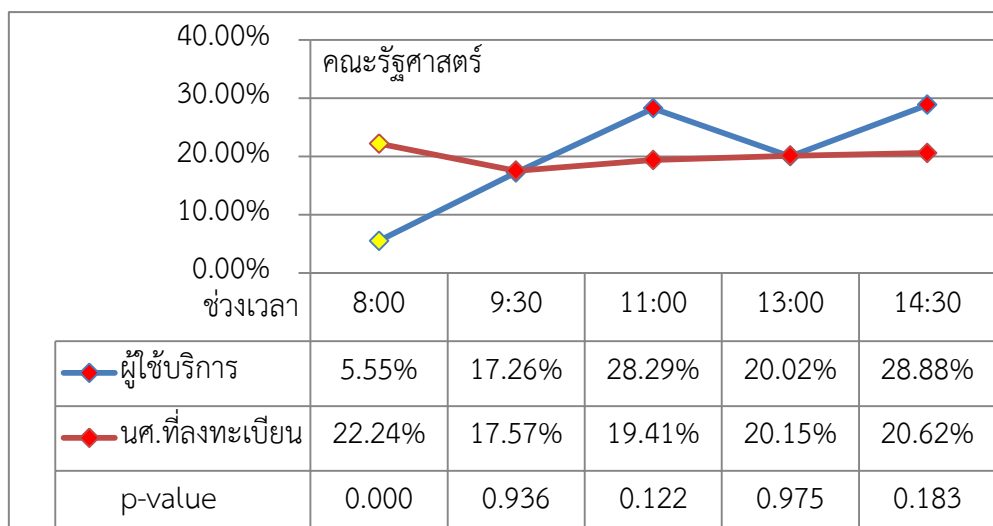
ซึ่งข้อมูลในส่วนที่เหลือจะแสดงอยู่ในภาคผนวก

4.1.2 รวมผลการวิเคราะห์จากข้อ 4.1.1 เข้ากับกราฟเปรียบเทียบอัตราส่วน

เป็นการใส่ค่า p-value ที่มีค่ามากกว่า 0.05 ไปในกราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนเพื่อดูแนวโน้มควบคู่กับผลที่ได้จากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มระหว่างผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มข. และนักศึกษาที่ลงทะเบียนในแต่ละวัน ในแต่ละช่วงเวลา และในแต่ละจุดบริการ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพ 4.1

โดยอัตราส่วนนี้จะแสดงถึงจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าขส.มข.หรือจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนว่าช่วงเวลาใดมีผู้ใช้บริการหรือลงทะเบียนมากเท่าใดในแต่ละจุดบริการโดยเป็นเปอร์เซ็นต์จากช่วงเวลาทั้งหมดรวมกันเพื่อให้เห็นแนวโน้มของปริมาณผู้ใช้บริการกับปริมาณนักศึกษาที่ลงทะเบียนในแต่ละช่วงเวลามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และถ้ามีความสัมพันธ์กันจะมีความสอดคล้องกันกับผลของการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มด้วยหรือไม่

จากภาพ 4.1 ค่า p-value ให้ผลว่าช่วงเวลา 9:30 น. ถึง 14:30 น. จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนกับจำนวนผู้ใช้บริการมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญแต่จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนช่วงเวลาที่มียปริมาณผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มข. มากที่สุดคือช่วงเวลา 11:00 น. แต่ช่วงเวลาที่มียปริมาณนักศึกษาที่ลงทะเบียนมากที่สุดคือช่วงเวลา 8:00 น. และการเพิ่มหรือลดของ



ภาพ 4.1 การเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่มีสัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2/2561

กราฟไม่มีความสอดคล้องกันในทุกช่วงเวลาจึงสรุปได้ว่า จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนกับจำนวนผู้ใช้บริการไม่มีความสัมพันธ์กัน ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีปี 2/2561 ซึ่งภาพในส่วนที่เหลือนั้นจะแสดงอยู่ในภาคผนวก

4.2 ผลจากการจัดการรอบบริการด้วยการพยากรณ์ผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563

4.2.1 เตรียมค่าที่ต้องใช้ในการพยากรณ์

ค่าพยากรณ์ผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ ค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการในแต่ละวัน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากผู้ใช้บริการทั้งเดือน) แสดงดังตาราง 4.2 และค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละวันของเดือนกุมภาพันธ์ที่ได้จากจำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ย้อนหลัง 4 ปีโดยใช้โปรแกรมมินิแทปในการพยากรณ์แสดงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.2 ผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ที่ได้จากการพยากรณ์และค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการในแต่ละวัน

จำนวนผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563 ที่ได้จากการพยากรณ์		
53,466 คน		
ค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการในแต่ละวัน		
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ
36.48 %	13.16 %	37.20 %

จากตาราง 4.2 จำนวนผู้ใช้บริการในเดือนกุมภาพันธ์เป็นค่าที่ได้จากการพยากรณ์แบบแยกส่วนดัชนีฤดูกาลด้วยโปรแกรมมินิแพทโดยแบ่งเป็น 4 เดือนคือ มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน และให้ค่าดัชนีอยู่ที่ 1.139 0.965 1.140 และ 0.755 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อน (MAD) ระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงอยู่ที่ 4830 หน่วยและมีความชันของสมการแนวโน้มอยู่ที่ 1733 หน่วย

ตาราง 4.3 ค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563

ค่าดัชนีฤดูกาลและค่าความชันในแต่ละวัน					
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์		วันพุธ	
ค่าความชัน = 0.16874		ค่าความชัน = 0.11659		ค่าความชัน = 0.17583	
ช่วงเวลา	ค่าดัชนี	ช่วงเวลา	ค่าดัชนี	ช่วงเวลา	ค่าดัชนี
07:00-07:20	0.0672	07:00-07:20	0.1412	07:00-07:20	0.1981
07:20-07:40	0.3931	07:20-07:40	0.4600	07:20-07:40	0.1749
07:40-08:00	1.3767	07:40-08:00	1.5938	07:40-08:00	0.3188
08:00-08:20	0.9447	08:00-08:20	1.3533	08:00-08:20	0.6032
08:20-08:40	0.7369	08:20-08:40	0.9269	08:20-08:40	1.2257
08:40-09:00	1.0969	08:40-09:00	0.9101	08:40-09:00	2.4294
09:00-09:20	1.8335	09:00-09:20	1.7739	09:00-09:20	2.7743
09:20-09:40	2.2688	09:20-09:40	1.9398	09:20-09:40	1.5237
09:40-10:00	1.4333	09:40-10:00	1.1592	09:40-10:00	1.0741
10:00-10:20	0.6304	10:00-10:20	0.5500	10:00-10:20	0.6707
10:20-10:40	0.9352	10:20-10:40	0.8315	10:20-10:40	0.7684
10:40-11:00	2.0288	10:40-11:00	1.8925	10:40-11:00	1.1470
11:00-11:20	1.4765	11:00-11:20	1.4439	11:00-11:20	0.7911
11:20-11:40	0.8674	11:20-11:40	1.0213	11:20-11:40	1.0324
11:40-12:00	0.8158	11:40-12:00	1.1328	11:40-12:00	1.1926
12:00-12:20	1.5877	12:00-12:20	1.4635	12:00-12:20	1.7900
12:20-12:40	1.9666	12:20-12:40	2.4055	12:20-12:40	1.8431
12:40-13:00	1.8980	12:40-13:00	1.9469	12:40-13:00	1.4970
13:00-13:20	1.2254	13:00-13:20	1.2020	13:00-13:20	1.3030
13:20-13:40	0.9381	13:20-13:40	1.1513	13:20-13:40	1.1297
13:40-14:00	1.1306	13:40-14:00	1.0757	13:40-14:00	0.9783

ตาราง 4.3 ค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563 (ต่อ)

ค่าดัชนีฤดูกาลและค่าความชื้นในแต่ละวัน					
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์		วันพุธ	
ค่าความชื้น = 0.16874		ค่าความชื้น = 0.11659		ค่าความชื้น = 0.17583	
ช่วงเวลา	ค่าดัชนี	ช่วงเวลา	ค่าดัชนี	ช่วงเวลา	ค่าดัชนี
14:00-14:20	1.7278	14:00-14:20	1.8079	14:00-14:20	0.9952
14:20-14:40	1.9538	14:20-14:40	1.9243	14:20-14:40	0.8462
14:40-15:00	0.8451	14:40-15:00	0.9721	14:40-15:00	0.9730
15:00-15:20	0.8159	15:00-15:20	0.7641	15:00-15:20	0.7991
15:20-15:40	1.0178	15:20-15:40	0.8984	15:20-15:40	1.2563
15:40-16:00	1.4653	15:40-16:00	1.4010	15:40-16:00	1.0918
16:00-16:20	1.8942	16:00-16:20	1.7732	16:00-16:20	1.2701
16:20-16:40	1.3263	16:20-16:40	1.2893	16:20-16:40	1.4811
16:40-17:00	0.8589	16:40-17:00	0.9025	16:40-17:00	1.2447
17:00-17:20	0.6381	17:00-17:20	0.5196	17:00-17:20	0.8183
17:20-17:40	0.7215	17:20-17:40	0.5861	17:20-17:40	0.8295
17:40-18:00	0.6955	17:40-18:00	0.6065	17:40-18:00	0.8842
18:00-18:20	0.5646	18:00-18:20	0.7851	18:00-18:20	1.0784
18:20-18:40	0.7739	18:20-18:40	0.6139	18:20-18:40	0.8832
18:40-19:00	0.6031	18:40-19:00	0.6034	18:40-19:00	0.9068
19:00-19:20	0.6267	19:00-19:20	0.4752	19:00-19:20	0.7278
19:20-19:40	0.6463	19:20-19:40	0.5237	19:20-19:40	0.9258
19:40-20:00	0.5403	19:40-20:00	0.6224	19:40-20:00	0.9416
20:00-20:20	0.3917	20:00-20:20	0.3097	20:00-20:20	0.5584
20:20-20:40	0.3582	20:00-20:40	0.4125	20:00-20:40	0.5413
20:40-21:00	0.3866	20:40-21:00	0.3027	20:40-21:00	0.5687
21:00-21:20	0.2178	21:00-21:20	0.2213	21:00-21:20	0.3975
21:20-21:40	0.2033	21:20-21:40	0.2202	21:20-21:40	0.3147
21:40-22:00	0.0760	21:40-22:00	0.0900	21:40-22:00	0.2012

จากตาราง 4.3 แสดงค่าความชื้นของแต่ละวันและค่าดัชนีฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวันซึ่งจะนำค่าที่ได้นี้ไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้บริการของเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563 ขึ้นถัดไป

4.2.2 ผลจำนวนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าขสมข.ที่ได้จากการพยากรณ์จากโปรแกรมมินิแทบ ในแต่ละช่วงเวลาแต่ละวันของเดือนกุมภาพันธ์แสดงดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่าที่ใช้คำนวณและจำนวนผู้ให้บริการในแต่ละวันของเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563

จำนวนผู้ให้บริการเฉลี่ย ค่าความชัน ค่าเริ่มต้น และค่าพยากรณ์ความต้องการ					
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์		วันพุธ	
ผู้ให้บริการเฉลี่ย = 2,438 คน		ผู้ให้บริการเฉลี่ย = 2,486 คน		ผู้ให้บริการเฉลี่ย = 1,759 คน	
ค่าความชัน = 0.16874		ค่าความชัน = 0.11659		ค่าความชัน = 0.17583	
ค่าเริ่มต้น = 50.297		ค่าเริ่มต้น = 36.407		ค่าเริ่มต้น = 51.200	
ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน
07:00-07:20	3	07:00-07:20	7	07:00-07:20	7
07:20-07:40	20	07:20-07:40	24	07:20-07:40	6
07:40-08:00	70	07:40-08:00	82	07:40-08:00	12
08:00-08:20	48	08:00-08:20	70	08:00-08:20	22
08:20-08:40	38	08:20-08:40	48	08:20-08:40	45
08:40-09:00	56	08:40-09:00	48	08:40-09:00	90
09:00-09:20	94	09:00-09:20	93	09:00-09:20	103
09:20-09:40	117	09:20-09:40	102	09:20-09:40	57
09:40-10:00	74	09:40-10:00	61	09:40-10:00	40
10:00-10:20	33	10:00-10:20	29	10:00-10:20	25
10:20-10:40	49	10:20-10:40	44	10:20-10:40	29
10:40-11:00	106	10:40-11:00	101	10:40-11:00	43
11:00-11:20	77	11:00-11:20	77	11:00-11:20	30
11:20-11:40	46	11:20-11:40	55	11:20-11:40	39
11:40-12:00	43	11:40-12:00	61	11:40-12:00	46
12:00-12:20	84	12:00-12:20	79	12:00-12:20	69
12:20-12:40	105	12:20-12:40	130	12:20-12:40	71
12:40-13:00	101	12:40-13:00	106	12:40-13:00	58
13:00-13:20	66	13:00-13:20	66	13:00-13:20	50
13:20-13:40	50	13:20-13:40	63	13:20-13:40	44
14:00-14:20	93	14:00-14:20	100	14:00-14:20	39

ตาราง 4.4 ค่าที่ใช้คำนวณและจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละวันของเดือนกุมภาพันธ์ปี 2563 (ต่อ)

จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย ค่าความชัน ค่าเริ่มต้น และค่าพยากรณ์ความต้องการ					
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์		วันพุธ	
ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 2,438 คน		ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 2,486 คน		ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 1,759 คน	
ค่าความชัน = 0.16874		ค่าความชัน = 0.11659		ค่าความชัน = 0.17583	
ค่าเริ่มต้น = 50.297		ค่าเริ่มต้น = 36.407		ค่าเริ่มต้น = 51.200	
ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน
14:20-14:40	106	14:20-14:40	106	14:20-14:40	33
14:40-15:00	46	14:40-15:00	54	14:40-15:00	38
15:00-15:20	44	15:00-15:20	42	15:00-15:20	31
15:20-15:40	56	15:20-15:40	50	15:20-15:40	50
15:40-16:00	80	15:40-16:00	78	15:40-16:00	43
16:00-16:20	104	16:00-16:20	100	16:00-16:20	50
16:20-16:40	73	16:20-16:40	73	16:20-16:40	59
16:40-17:00	48	16:40-17:00	51	16:40-17:00	50
17:00-17:20	35	17:00-17:20	29	17:00-17:20	33
17:20-17:40	40	17:20-17:40	33	17:20-17:40	33
17:40-18:00	39	17:40-18:00	35	17:40-18:00	36
18:00-18:20	32	18:00-18:20	45	18:00-18:20	44
18:20-18:40	43	18:20-18:40	35	18:20-18:40	36
18:40-19:00	34	18:40-19:00	35	18:40-19:00	37
19:00-19:20	35	19:00-19:20	27	19:00-19:20	30
19:20-19:40	37	19:20-19:40	30	19:20-19:40	38
19:40-20:00	31	19:40-20:00	36	19:40-20:00	39
20:00-20:20	22	20:00-20:20	18	20:00-20:20	23
20:00-20:40	20	20:00-20:40	24	20:00-20:40	22
20:40-21:00	22	20:40-21:00	18	20:40-21:00	23
21:00-21:20	13	21:00-21:20	13	21:00-21:20	16
21:20-21:40	12	21:20-21:40	13	21:20-21:40	13
21:40-22:00	4	21:40-22:00	5	21:40-22:00	8

4.2.3 นำผลจำนวนผู้ใช้บริการที่ได้จากการพยากรณ์ข้อ 4.3.2 ไปหารอรรถในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวันโดยแสดงดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 จำนวนรบบรถไฟฟ้าข.มช.ที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน

จำนวนคันที่ต้องการในแต่ละรอบเวลาของแต่ละวัน (คัน)			
ช่วงเวลา	วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ
07:00-07:20	1	1	1
07:20-07:40	2	1	2
07:40-08:00	6	1	7
08:00-08:20	4	2	6
08:20-08:40	3	4	4
08:40-09:00	5	7	4
09:00-09:20	8	8	8
09:20-09:40	9	5	8
09:40-10:00	6	4	5
10:00-10:20	3	2	3
10:20-10:40	4	3	4
10:40-11:00	9	4	8
11:00-11:20	6	3	6
11:20-11:40	4	3	5
11:40-12:00	4	4	5
12:00-12:20	7	6	7
12:20-12:40	8	6	10
12:40-13:00	8	5	9
13:00-13:20	5	4	5
13:20-13:40	4	4	5
13:40-14:00	5	3	5
14:00-14:20	8	3	8
14:20-14:40	9	3	9
14:40-15:00	4	3	5
15:00-15:20	4	3	4
15:20-15:40	5	4	4

ตาราง 4.5 จำนวนรอบรถไฟฟ้าขสม.ที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน (ต่อ)

จำนวนคันที่ต้องการในแต่ละรอบเวลาของแต่ละวัน (คัน)			
ช่วงเวลา	วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ
15:40-16:00	7	4	6
16:00-16:20	8	4	8
16:20-16:40	6	5	6
16:40-17:00	4	4	4
17:00-17:20	3	3	3
17:20-17:40	4	3	3
17:40-18:00	3	3	3
18:00-18:20	3	4	4
18:20-18:40	4	3	3
18:40-19:00	3	3	3
19:00-19:20	3	3	3
19:20-19:40	3	3	3
19:40-20:00	3	3	3
20:00-20:20	2	2	2
20:00-20:40	2	2	2
20:40-21:00	2	2	2
21:00-21:20	1	2	1
21:20-21:40	1	1	1
21:40-22:00	1	1	1

จากตาราง 4.5 จะเห็นได้ว่ามีรอบรถบริการสูงสุดอยู่ที่ 10 รอบต่อ 20 นาที ซึ่งปัจจุบันจำนวนรอบรถที่ออกบริการสูงสุดอยู่ที่ 24 รอบต่อ 20 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้บริการในปัจจุบันนั้นได้ให้บริการรอบรถที่เกินความจำเป็น

4.2.4 ผลจากการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปจัดตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ขสม. โดยแสดงเวลาแต่ละรอบที่ปล่อยรถไฟฟ้า ขสม. ออกบริการ 1 คันของเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 โดยแสดงตัวอย่างดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 รอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี

วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)
07:	00 20 30 40 43 46 49 52 55
08:	00 05 10 15 20 26 32 40 44 48 52 56
09:	00 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 36 40 43 46 49 52 55
10:	00 06 12 20 25 30 35 40 42 44 46 48 50 52 54 56
11:	00 03 06 09 12 15 20 25 30 35 40 45 50 55
12:	00 02 04 06 08 10 12 20 22 24 26 28 30 32 34 40 42 44 46 48 50 52 54
13:	00 04 08 12 16 20 25 30 35 40 44 48 52 56
14:	00 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 36 40 45 50 55
15:	00 05 10 15 20 24 28 32 36 40 42 44 46 48 50 52
16:	00 02 06 08 10 12 14 20 23 26 29 32 35 40 45 50 55
17:	00 06 12 20 25 30 35 40 46 52
18:	00 06 12 20 25 30 35 40 46 52
19:	00 06 12 20 26 32 40 46 52
20:	00 10 20 30 40 50
21:	00 20 40

จากตาราง 4.6 จะพบว่าช่วงเวลา 9:00 น. ถึง 16:00 น. เป็นช่วงที่ต้องให้บริการสูงอย่างต่อเนื่องและจำนวนรอบรถที่ให้บริการทั้งหมดอยู่ที่ 204 รอบซึ่งปัจจุบันได้ให้บริการวันละถึง 408 รอบ

4.3 ผลจากการจัดทรัพยากรที่เหมาะสมด้วยวิธี Linear Programming

4.3.1 จำนวนรอบรถในแต่ละช่วงเวลาที่เหมาะสมโดยใช้ Linear Programming ของแต่ละวันแสดงดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 จำนวนรอบรถไฟฟ้าขสมข.ต่ำสุดตามข้อมูลจริง

จำนวนคันที่ต้องการในแต่ละรอบเวลาของแต่ละวัน (คัน)			
ช่วงเวลา	วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ
07:00-07:20	1	1	1
07:20-07:40	3	2	2
07:40-08:00	4	2	4
08:00-08:20	2	1	4
08:20-08:40	2	2	2
08:40-09:00	3	4	3
09:00-09:20	8	5	7
09:20-09:40	8	3	7
09:40-10:00	5	2	4
10:00-10:20	3	2	4
10:20-10:40	5	2	5
10:40-11:00	9	2	8
11:00-11:20	6	3	6
11:20-11:40	5	3	4
11:40-12:00	5	5	4
12:00-12:20	6	4	7
12:20-12:40	6	5	10
12:40-13:00	6	5	6
13:00-13:20	5	4	5
13:20-13:40	4	4	4
13:40-14:00	4	4	3
14:00-14:20	9	3	6
14:20-14:40	10	2	6
14:40-15:00	6	3	5

ตาราง 4.7 จำนวนรอบรถไฟฟ้าขสมข.ต่ำสุดตามข้อมูลจริง (ต่อ)

จำนวนคันที่ต้องการในแต่ละรอบเวลาของแต่ละวัน (คัน)			
ช่วงเวลา	วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ
15:00-15:20	5	4	4
15:20-15:40	5	3	4
15:40-16:00	7	5	6
16:00-16:20	6	4	6
16:20-16:40	4	4	4
16:40-17:00	3	3	3
17:00-17:20	4	3	3
17:20-17:40	4	4	4
17:40-18:00	3	3	3
18:00-18:20	3	3	3
18:20-18:40	3	3	3
18:40-19:00	2	3	3
19:00-19:20	2	3	3
19:20-19:40	3	2	2
19:40-20:00	3	2	3
20:00-20:20	2	2	2
20:00-20:40	2	2	2
20:40-21:00	2	1	2
21:00-21:20	2	2	2
21:20-21:40	1	1	2
21:40-22:00	1	1	1

จากตาราง 4.7 เป็นตารางแสดงรอบรถไฟฟ้าที่ออกให้บริการที่ต่ำที่สุดที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ ซึ่งได้อัตราส่วนผู้ให้บริการต่อนั่งบริการอยู่ที่ 85.05 เปอร์เซนต์

4.3.2 ผลจากการหาจำนวนพนักงานและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการจากการทำ Linear Programming ของทั้ง 2 กรณีแสดงดังตาราง 4.8 – 4.9

ตาราง 4.8 จำนวนและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีที่ 1

ช่วงเวลา	07:00 - 08:00	08:00 - 12:00	12:00 - 14:00	14:00 - 16:00	16:00 - 20:00	20:00 - 22:00
	2					
		3				
			2			
				1		
จำนวนคนในแต่ละช่วงเวลา	2	5	7	6	3	1
จำนวนชั่วโมง	1	4	2	2	4	2
รอบรถต่อชั่วโมงต่อคน	6	6	6	6	6	6
รอบรถต่อช่วงเวลา	12	120	84	72	72	12
รอบรถต่อ20นาที	4	10	14	12	6	2

จากตาราง 4.8 แสดงถึงจำนวนและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีนี้ที่ 1 คือหาจำนวนพนักงานในแต่ละรอบการเข้าทำงานที่เหมาะสมโดยใช้เวลาการเข้าทำงานเดิมคือ 06:00 08:00 12:00 และ 14:00 นาฬิกา และผลลัพธ์ที่ได้คือจำนวนพนักงานที่เข้าทำงานในแต่ละเวลา คือ 2 3 2 และ 1 คนตามลำดับ รวมทั้งหมดต้องมีพนักงาน 8 คนต่อวันถึงจะเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการแต่ในปัจจุบันนั้นใช้พนักงานถึง 12 คนในการทำงานต่อวัน

ตาราง 4.9 จำนวนและช่วงเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีที่ 2

ช่วงเวลา	07:00 - 09:00	09:00 - 10:00	10:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 17:00	17:00 - 18:00	18:00 - 22:00
	2						
		2					
			1				
				2			
จำนวนคนในแต่ละช่วงเวลา	2	4	5	7	5	3	2
จำนวนชั่วโมง	2	1	4	1	2	1	4
รอบรถต่อชั่วโมงต่อคน	6	6	6	6	6	6	6
รอบรถต่อช่วงเวลา	24	24	120	42	60	18	48
รอบรถต่อ20นาที	4	8	10	14	10	6	4

จากตาราง 4.9 แสดงถึงจำนวนและช่วงเวลาการเข้างานของพนักงานที่เหมาะสมในกรณีที่ 2 คือหาจำนวนพนักงานในแต่ละรอบการเข้าทำงานและเวลาของการเข้างานที่เหมาะสม และผลลัพธ์ของเวลาการเข้าทำงานของพนักงานคือ 06:00 09:00 10:00 และ 14:00 นาฬิกา และจำนวนพนักงานที่เข้าทำงานในแต่ละเวลา คือ 2 2 1 และ 2 คนตามลำดับ รวมพนักงานที่ต้องทำงานทั้งหมด 7 คนต่อวัน

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่โดยจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ชส.มช. กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนโดยใช้วิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มด้วยโปรแกรมมินิแทบและใช้การวิเคราะห์แนวโน้มนร่วมกันในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และส่วนที่สองคือ จัดตารางรอบการเดินรถไฟฟ้า ชส.มช. สาย 3 ในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 ด้วยวิธีการพยากรณ์และใช้ Linear Programming ในการจัดทรัพยากรที่เหมาะสมสำหรับการเดินรถไฟฟ้า ชส.มช. ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลที่ได้จากการดำเนินงาน ปัญหาที่พบจากการดำเนินงานและข้อเสนอแนะในการทำโครงการ

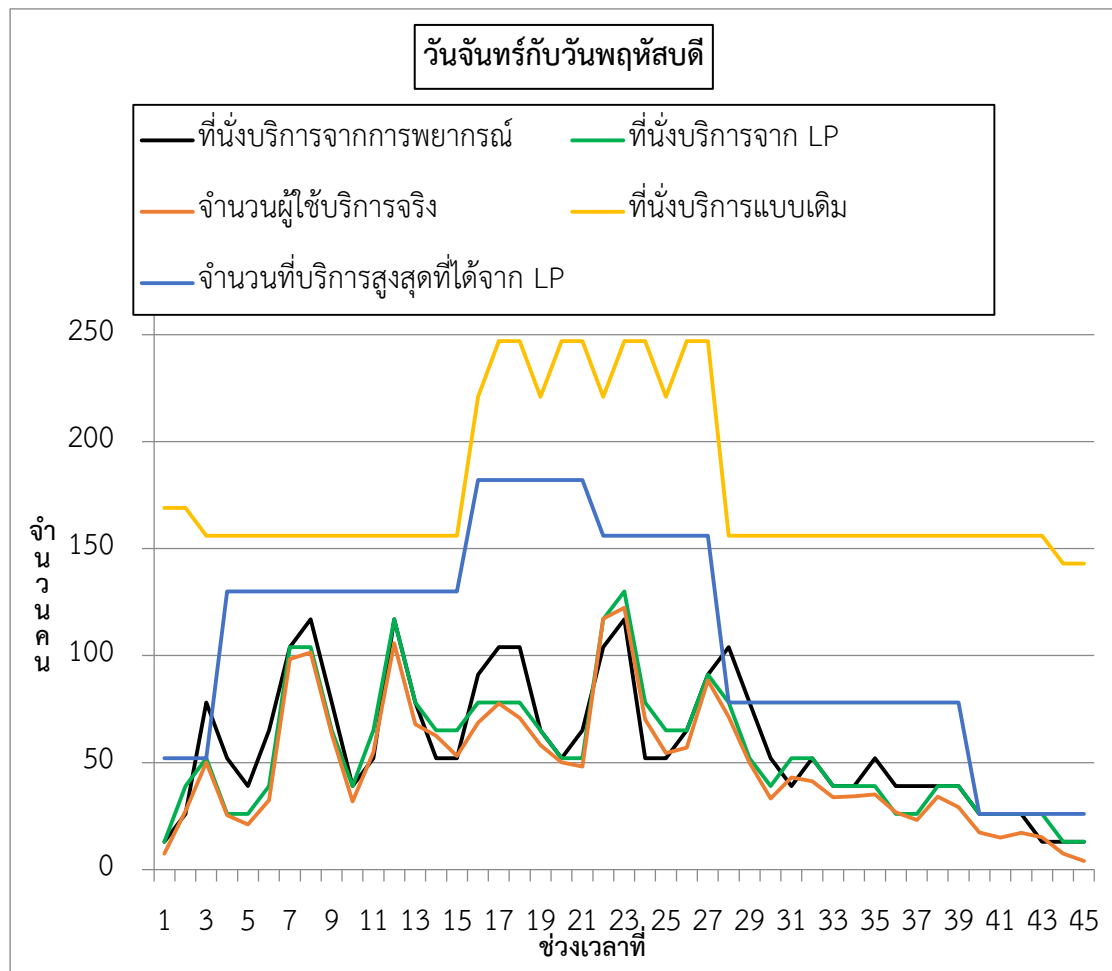
5.1 อภิปรายผลการทดลอง

ส่วนแรกจากผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ชส.มช. กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนได้นำผลจากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและการวิเคราะห์แนวโน้มนมารวมไว้เข้าด้วยกัน

โดยการหาความสัมพันธ์นี้พบว่าจากข้อมูล 90 ชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ 45 ชุดและข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ 45 ชุดและจากเส้นแนวโน้มนทั้งหมดที่แสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล

ส่วนที่สองผลจากการจัดตารางรอบบริการรถไฟฟ้า ชส.มช. ในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี วันอังคารกับวันศุกร์ และวันพุธโดยแสดงตัวอย่างดังภาพ 5.1 โดยภาพแสดงกราฟเปรียบเทียบผลจากการพยากรณ์ ค่าต่ำสุดที่ได้จากการใช้ Linear Programming ที่นั่งบริการแบบเดิม จำนวนของผู้ใช้บริการจริงในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเปอร์เซ็นต์การใช้บริการโดยเฉลี่ยของผู้ใช้บริการจริงกับที่นั่งที่ได้จากการพยากรณ์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี วันอังคารกับวันศุกร์ และวันพุธคือ 76.15 เปอร์เซ็นต์ 76.91 เปอร์เซ็นต์ และ 70.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ เปอร์เซ็นต์การใช้บริการโดยเฉลี่ยของผู้ใช้บริการจริงกับที่นั่งที่ได้จากการใช้ Linear Programming ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี วันอังคารกับวันศุกร์ และวันพุธคือ 84.14 เปอร์เซ็นต์ 84.62 เปอร์เซ็นต์ และ 86.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งการทำ Linear Programming นั้นสามารถ

บอกได้ว่าจำนวนพนักงานกับเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการนั้นควรมีค่าเหมาะสมที่เท่าไรซึ่งการพยากรณ์ไม่สามารถบอกค่าเหล่านี้ได้



ภาพ 5.1 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี

จากภาพ 5.1 แสดงกราฟเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆที่ได้จากการวิเคราะห์และข้อมูลเดิมเพื่อให้เห็นความต่างระหว่างข้อมูล

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

ส่วนแรก การหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ให้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช. กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนได้นำผลจากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและการวิเคราะห์แนวโน้ม โดยมีขอบเขตการวิเคราะห์คือ ภาคการศึกษา 2 ภาคการศึกษาคือ 2/2561 และ 1/2561 จุดบริการ 3 จุดคือ คณะรัฐศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ และคณะมนุษยศาสตร์ ช่วงเวลา 5 ช่วงเวลา คือ 8:00 น. 9:30 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 14:30 น. ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 90 ชุดโดยมีผลคือ ข้อมูลที่มีค่า p-value เกิน 0.05 หรือข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันมีอยู่ 45 ข้อมูลจาก 90 ข้อมูลและแนวโน้มระหว่างผู้ให้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช. กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละจุดบริการมีแนวโน้มที่ไม่

สัมพันธ์กัน จึงสรุปได้ว่าจำนวนผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส. มข. ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียน

ในส่วนของการใช้การพยากรณ์ในการจัดตารางรอบรถไฟฟ้า ขส.มข. เป็นการนำข้อมูลมาย้อนหลัง 4 ปีเพื่อนำมาพยากรณ์ในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 โดยจากข้อมูลในอดีตมีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มข. ต่อที่นั่งที่ให้บริการอยู่ที่ 48.38 เปอร์เซ็นต์ และจากการพยากรณ์พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ปี พ.ศ. 2563 มีอัตราส่วนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มข. ต่อที่นั่งที่ให้บริการอยู่ที่ 74.40 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นจากเดิมถึง 26.02 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของการใช้ Linear Programming มีอัตราส่วนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มข. ต่อที่นั่งที่ให้บริการอยู่ที่ 85.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นจากการพยากรณ์ขึ้นอีก 10.25 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนพนักงานกับเวลาการเข้าทำงานของพนักงานที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการในกรณีที่ 2 (เวลาการเข้าทำงานใหม่) นั้นให้ผลที่ดีกว่ากรณีที่ 1 (เวลาการเข้าทำงานเดิม) คือใช้จำนวนพนักงานเข้าทำงานทั้งหมด 7 คนต่อวันในแต่ละเวลาคือ 06:00 09:00 10:00 และ 14:00 นาฬิกา โดยจำนวนพนักงานที่เข้าทำงานในแต่ละเวลาคือ 2 2 1 และ 2 คนตามลำดับ แต่ในปัจจุบันนี้ใช้พนักงานเข้าทำงานอยู่ที่ 12 คนต่อวัน ดังนั้นการ Linear Programming ในกรณีที่ 2 นั้นสามารถลดจำนวนพนักงานได้ถึง 5 คนหรือคิดเป็นอัตราส่วนที่ 41.67 เปอร์เซ็นต์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จำนวนผู้ใช้บริการที่ได้จากข้อมูลนั้นเป็นผลรวมจำนวนของผู้ใช้บริการในรอบนั้นๆซึ่งไม่สามารถบอกได้ว่ามีผู้บริการขึ้นหรือลงตรงจุดไหนบ้าง จึงหวังว่าในอนาคตหากสามารถพัฒนาการเก็บข้อมูลที่จะบอกได้ว่าผู้ใช้บริการลงตรงจุดไหนบ้าง จะทำให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำที่สูงขึ้น

5.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบและวิธีการดำเนินการแก้ไขสามารถสรุปได้ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหา อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
1.การจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรม Excel ใช้ระยะเวลาในการจัดการค่อนข้างมากมาก เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีความชำนาญหรือประสบการณ์ในการใช้โปรแกรม Excel มากนัก	เรียนรู้การใช้จากสื่อออนไลน์และสอบถามผู้ที่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรม Excel เพื่อหาวิธีที่ดีกว่า สะดวกกว่า และรวดเร็วกว่าในการจัดการข้อมูลดิบ

บรรณานุกรม

วรพจน์ เสรีรัฐ (2559) การจัดการวัสดุคงคลัง การวางแผนการผลิต การจัดลำดับงาน

ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ (2559) เอกสารคำสอนวิชา 255201 Quantitative Methods for Industrial Engineering (Statistics for Industrial Engineering)

ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ (2559) เอกสารประกอบการสอนวิชา 255230 Engineering Operations Research

ภาคผนวก ก

ภาพผลการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุमानผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม
ด้วยโปรแกรมมินิแทบ โดยใช้ตาราง ก-1 ถึง ตาราง ก-12 ประกอบในการบอก
ตำแหน่งของภาพและข้อมูลที่ใช้ในภาพ

ตาราง ก 1-แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในปี 2/2561

รอบ เวลา	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	4	3	2	2183	1348	1034
09:30	11	4	5	1724	3228	1553
11:00	18	7	6	1905	3270	1150
13:00	13	7	6	1978	2247	807
14:30	18	1	8	2024	1702	342
รวม	64	21	26	9814	11795	4886

ตาราง ก 2-แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในปี 2/2561

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	64	11	0.171875
Sample 2	9814	1724	0.175667

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0037924	(-0.096528, 0.088944)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.08	0.936
Fisher's exact		1.000

ภาพ ก-1 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	64	11	0.171875
Sample 2	9814	1724	0.175667

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0037924	(-0.096528, 0.088944)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.08	0.936
Fisher's exact		1.000

ภาพ ก-2 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	64	18	0.281250
Sample 2	9814	1905	0.194110

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0871395	(-0.023290, 0.197569)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.55	0.122
Fisher's exact		0.083

ภาพ ก-3 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	64	13	0.203125
Sample 2	9814	1978	0.201549

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0015762	(-0.097311, 0.100463)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.03	0.975
Fisher's exact		1.000

ภาพ ก-4 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	64	18	0.281250
Sample 2	9814	2024	0.206236

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0750140	(-0.035429, 0.185457)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.33	0.183
Fisher's exact		0.162

ภาพ ก-5 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	3	0.142857
Sample 2	11795	1348	0.114286

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0285714	(-0.121202, 0.178345)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.37	0.708
Fisher's exact		0.726

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-6 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	4	0.190476
Sample 2	11795	3228	0.273675

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0831991	(-0.251339, 0.084941)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.97	0.332
Fisher's exact		0.472

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-7 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	7	0.333333
Sample 2	11795	3270	0.277236

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0560972	(-0.145684, 0.257878)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.54	0.586
Fisher's exact		0.626

ภาพ ก-8 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	7	0.333333
Sample 2	11795	2247	0.190504

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.142829	(-0.058915, 0.344573)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.39	0.165
Fisher's exact		0.100

ภาพ ก-9 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	1	0.047619
Sample 2	11795	1702	0.144298

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0966794	(-0.187982, -0.005377)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.08	0.038
Fisher's exact		0.348

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-10 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	26	2	0.076923
Sample 2	4886	1034	0.211625

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.134702	(-0.237766, -0.031638)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.56	0.010
Fisher's exact		0.144

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-11 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	26	5	0.192308
Sample 2	4886	1553	0.317847

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.125539	(-0.277590, 0.026512)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.62	0.106
Fisher's exact		0.208

ภาพ ก-12 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	26	6	0.230769
Sample 2	4886	1150	0.235366

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0045971	(-0.166983, 0.157788)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.06	0.956
Fisher's exact		1.000

ภาพ ก-13 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	26	6	0.230769
Sample 2	4886	807	0.165166

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0656035	(-0.096680, 0.227887)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.79	0.428
Fisher's exact		0.423

ภาพ ก-14 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	26	8	0.307692
Sample 2	4886	342	0.069996

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.237696	(0.060146, 0.415247)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.62	0.009
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-15 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ตาราง ก-3 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันอังคารกับวันศุกร์ในปี 2/2561

TFr	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
เวลา	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	3	3	1	846	1308	966
09:30	10	4	4	2557	2220	832
11:00	16	7	5	1642	2292	743
13:00	11	7	5	1426	5238	2267
14:30	16	1	6	1437	1630	554
รวม	56	23	21	7908	12689	5361

ตาราง ก-4 แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของวันอังคารกับวันศุกร์ในปี 2/2561

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	56	3	0.053571
Sample 2	7908	846	0.106980

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0534088	(-0.112776, 0.005958)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.76	0.078
Fisher's exact		0.275

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-16 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	56	10	0.178571
Sample 2	7908	2557	0.323343

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.144772	(-0.245611, -0.043933)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.81	0.005
Fisher's exact		0.021

ภาพ ก-17 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	56	16	0.285714
Sample 2	7908	1642	0.207638

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0780765	(-0.040580, 0.196733)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.29	0.197
Fisher's exact		0.184

ภาพ ก-18 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	56	11	0.196429
Sample 2	7908	1426	0.180324

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0161048	(-0.088296, 0.120506)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.30	0.762
Fisher's exact		0.728

ภาพ ก-19 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	56	16	0.285714
Sample 2	7908	1437	0.181715

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.104000	(-0.014625, 0.222624)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.72	0.086
Fisher's exact		0.055

ภาพ ก-20 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	23	3	0.130435
Sample 2	12689	1308	0.103081

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0273534	(-0.110384, 0.165091)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.39	0.697
Fisher's exact		0.726

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-21 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	23	4	0.173913
Sample 2	12689	2220	0.174955

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0010416	(-0.156087, 0.154004)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.01	0.989
Fisher's exact		1.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-22 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	23	7	0.304348
Sample 2	12689	2292	0.180629

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.123719	(-0.064447, 0.311885)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.29	0.198
Fisher's exact		0.168

ภาพ ก-23 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	23	7	0.304348
Sample 2	12689	5238	0.412798

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.108451	(-0.296692, 0.079791)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.13	0.259
Fisher's exact		0.397

ภาพ ก-24 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	23	1	0.043478
Sample 2	12689	1630	0.128458

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0849795	(-0.168525, -0.001434)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.99	0.046
Fisher's exact		0.350

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-25 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	1	0.047619
Sample 2	5361	966	0.180190

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.132571	(-0.224233, -0.040910)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.83	0.005
Fisher's exact		0.155

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-26 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	4	0.190476
Sample 2	5361	832	0.155195

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0352813	(-0.132946, 0.203508)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.41	0.681
Fisher's exact		0.556

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-27 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	5	0.238095
Sample 2	5361	743	0.138594

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0995017	(-0.082898, 0.281901)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.07	0.285
Fisher's exact		0.200

ภาพ ก-28 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	5	0.238095
Sample 2	5361	2267	0.422869

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.184774	(-0.367418, -0.002130)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.98	0.047
Fisher's exact		0.120

ภาพ ก-29 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event

p_2 : proportion where Sample 2 = Event

Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	21	6	0.285714
Sample 2	5361	554	0.103339

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.182375	(-0.011011, 0.375762)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.85	0.065
Fisher's exact		0.017

ภาพ ก-30 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ตาราง ก-5 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันพุธในปี 2/2561

เวลา	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	2	2	1	156	136	27
09:30	6	3	3	576	0	260
11:00	10	5	3	0	0	16
13:00	7	5	3	305	105	169
14:30	10	1	4	242	0	51
รวม	35	16	13	1279	241	523

ตาราง ก-6 แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของวันพุธในปี 2/2561

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	35	2	0.057143
Sample 2	1279	156	0.121970

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0648274	(-0.143790, 0.014135)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.61	0.108
Fisher's exact		0.424

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-31 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	35	6	0.171429
Sample 2	1279	576	0.450352

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.278923	(-0.406725, -0.151121)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-4.28	0.000
Fisher's exact		0.001

ภาพ ก-32 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	35	10	0.285714
Sample 2	1279	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.285714	(0.136051, 0.435378)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	3.74	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-33 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	35	7	0.200000
Sample 2	1279	305	0.238468

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0384676	(-0.173028, 0.096092)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.56	0.575
Fisher's exact		0.691

ภาพ ก-34 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	35	10	0.285714
Sample 2	1279	242	0.189210

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0965040	(-0.054691, 0.247699)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.25	0.211
Fisher's exact		0.188

ภาพ ก-35 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	16	2	0.125000
Sample 2	241	136	0.564315

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.439315	(-0.613036, -0.265594)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-4.96	0.000
Fisher's exact		0.001

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-36 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	16	3	0.187500
Sample 2	241	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.1875	(-0.003750, 0.378750)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.92	0.055
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-37 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	16	5	0.312500
Sample 2	241	105	0.435685

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.123185	(-0.358771, 0.112402)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.02	0.305
Fisher's exact		0.437

ภาพ ก-38 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	16	5	0.312500
Sample 2	241	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.3125	(0.085383, 0.539617)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.70	0.007
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-39 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	16	1	0.062500
Sample 2	241	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0625	(-0.056108, 0.181108)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.03	0.302
Fisher's exact		0.062

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-40 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	13	1	0.076923
Sample 2	523	27	0.051625

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0252978	(-0.120790, 0.171386)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.34	0.734
Fisher's exact		0.506

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-41 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	13	3	0.230769
Sample 2	523	260	0.497132

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.266363	(-0.499368, -0.033358)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.24	0.025
Fisher's exact		0.089

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-42 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	13	3	0.230769
Sample 2	523	16	0.030593

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.200176	(-0.029329, 0.429682)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.71	0.087
Fisher's exact		0.009

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-43 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	13	3	0.230769
Sample 2	523	169	0.323136

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0923665	(-0.324878, 0.140145)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.78	0.436
Fisher's exact		0.564

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-44 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	13	4	0.307692
Sample 2	523	51	0.097514

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.210178	(-0.041998, 0.462353)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.63	0.102
Fisher's exact		0.035

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-45 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ตาราง ก-7 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในปี 1/2562

Mth	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	8	7	2	5446	2895	2948
09:30	35	27	12	3654	4363	1827
11:00	64	29	13	3749	3500	1441
13:00	81	42	12	5874	4462	1355
14:30	108	44	10	5705	7171	4638
รวม	296	149	48	24428	22391	12209

ตาราง ก-8 แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในปี 1/2562

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	296	8	0.027027
Sample 2	24428	5446	0.222941

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.195914	(-0.215111, -0.176717)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-20.00	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-46 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	296	35	0.118243
Sample 2	24428	3654	0.149582

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0313392	(-0.068395, 0.005716)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-1.66	0.097
Fisher's exact		0.140

ภาพ ก-47 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	296	64	0.216216
Sample 2	24428	3749	0.153471

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0627448	(0.015631, 0.109859)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.61	0.009
Fisher's exact		0.004

ภาพ ก-48 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	296	81	0.273649
Sample 2	24428	5874	0.240462

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0331869	(-0.017884, 0.084258)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.27	0.203
Fisher's exact		0.194

ภาพ ก-49 ภาพแสดงผลมินิแท็บ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	296	108	0.364865
Sample 2	24428	5705	0.233543

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.131321	(0.076225, 0.186418)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	4.67	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-50 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	149	7	0.046980
Sample 2	22391	2895	0.129293

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0823132	(-0.116571, -0.048055)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-4.71	0.000
Fisher's exact		0.001

ภาพ ก-51 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	149	27	0.181208
Sample 2	22391	4363	0.194855

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0136470	(-0.075713, 0.048419)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.43	0.667
Fisher's exact		0.756

ภาพ ก-52 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	149	29	0.194631
Sample 2	22391	3500	0.156313

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0383181	(-0.025431, 0.102067)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.18	0.239
Fisher's exact		0.213

ภาพ ก-53 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	149	42	0.281879
Sample 2	22391	4462	0.199276

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0826027	(0.010172, 0.155033)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.24	0.025
Fisher's exact		0.018

ภาพ ก-54 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	149	44	0.295302
Sample 2	22391	7171	0.320263

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0249606	(-0.098462, 0.048541)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.67	0.506
Fisher's exact		0.539

ภาพ ก-55 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	48	2	0.041667
Sample 2	12209	2948	0.241461

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.199795	(-0.256832, -0.142757)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-6.87	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-56 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	48	12	0.250000
Sample 2	12209	1827	0.149644

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.100356	(-0.022305, 0.223017)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.60	0.109
Fisher's exact		0.066

ภาพ ก-57 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	48	13	0.270833
Sample 2	12209	1441	0.118028

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.152806	(0.026959, 0.278652)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.38	0.017
Fisher's exact		0.003

ภาพ ก-58 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	48	12	0.250000
Sample 2	12209	1355	0.110984

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.139016	(0.016392, 0.261641)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.22	0.026
Fisher's exact		0.009

ภาพ ก-59 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	48	10	0.208333
Sample 2	12209	4638	0.379884

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.171550	(-0.286761, -0.056339)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-2.92	0.004
Fisher's exact		0.016

ภาพ ก-60 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ตาราง ก-9 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันอังคารกับวันศุกร์ในปี 1/2562

TFr	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	8	7	2	6018	2759	506
09:30	34	26	13	5037	7914	4008
11:00	62	28	14	1633	4313	1686
13:00	79	39	13	3210	4939	1538
14:30	106	41	12	2247	2742	818
รวม	289	142	55	18145	22667	8556

ตาราง ก-10 แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของของวันอังคารกับวันศุกร์ในปี 1/2562

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	289	8	0.027682
Sample 2	18145	6018	0.331662

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.303980	(-0.324097, -0.283863)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-29.62	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-61 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	289	34	0.117647
Sample 2	18145	5037	0.277597

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.159950	(-0.197663, -0.122237)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-8.31	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-62 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	289	62	0.214533
Sample 2	18145	1633	0.089997

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.124536	(0.077026, 0.172046)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	5.14	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-63 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	289	79	0.273356
Sample 2	18145	3210	0.176908

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0964482	(0.044765, 0.148131)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	3.66	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-64 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	289	106	0.366782
Sample 2	18145	2242	0.123560

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.243222	(0.187454, 0.298990)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	8.55	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-65 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	142	7	0.049296
Sample 2	22667	2759	0.121719

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0724230	(-0.108283, -0.036563)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-3.96	0.000
Fisher's exact		0.006

ภาพ ก-66 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	142	26	0.183099
Sample 2	22667	7914	0.349142

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.166043	(-0.229956, -0.102130)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-5.09	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-67 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	142	28	0.197183
Sample 2	22667	4313	0.190277

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0069065	(-0.058733, 0.072546)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.21	0.837
Fisher's exact		0.830

ภาพ ก-68 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	142	39	0.274648
Sample 2	22667	4939	0.217894

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0567540	(-0.016854, 0.130362)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.51	0.131
Fisher's exact		0.104

ภาพ ก-69 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	142	41	0.288732
Sample 2	22667	2742	0.120969

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.167764	(0.093106, 0.242421)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	4.40	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-70 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	55	2	0.036364
Sample 2	8556	506	0.059140

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.0227761	(-0.072500, 0.026947)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-0.90	0.369
Fisher's exact		0.771

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-71 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	55	13	0.236364
Sample 2	8556	4008	0.468443

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.232080	(-0.344856, -0.119303)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-4.03	0.000
Fisher's exact		0.001

ภาพ ก-72 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	55	14	0.254545
Sample 2	8556	1686	0.197055

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0574908	(-0.057940, 0.172921)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.98	0.329
Fisher's exact		0.307

ภาพ ก-73 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	55	13	0.236364
Sample 2	8556	1538	0.179757

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0566067	(-0.055967, 0.169181)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.99	0.324
Fisher's exact		0.290

ภาพ ก-74 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	55	12	0.218182
Sample 2	8556	818	0.095605

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.122576	(0.013247, 0.231905)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_a: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.20	0.028
Fisher's exact		0.005

ภาพ ก-75 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ตาราง ก-9 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของวันพุธในปี 1/2562

We	จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย			จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเฉลี่ย		
เวลา	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์	คณะ รัฐศาสตร์	คณะ สังคมศาสตร์	คณะ มนุษยศาสตร์
08:00	4	4	1	0	0	0
09:30	16	15	9	1483	0	0
11:00	29	16	10	0	0	0
13:00	37	22	9	130	83	49
14:30	50	23	8	898	0	0
รวม	136	80	38	2511	83	49

ตาราง ก-10 แสดงหมายเลขของภาพซึ่งแต่ละหมายเลขจะบอกถึงตำแหน่งของเวลาและตำแหน่งของจุดบริการของของวันพุธในปี 1/2562

เวลา	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์
8:00	ก-1	ก-6	ก-11
9:30	ก-2	ก-7	ก-12
11:00	ก-3	ก-8	ก-13
13:00	ก-4	ก-9	ก-14
14:30	ก-5	ก-10	ก-15

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	136	4	0.029412
Sample 2	2511	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0294118	(0.001016, 0.057808)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.03	0.042
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-76 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	136	16	0.117647
Sample 2	2511	1483	0.590601

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.472954	(-0.530417, -0.415491)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-16.13	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-77 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	136	29	0.213235
Sample 2	2511	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.213235	(0.144397, 0.282074)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	6.07	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-78 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	136	37	0.272059
Sample 2	2511	130	0.051772

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.220287	(0.144994, 0.295580)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	5.73	0.000
Fisher's exact		0.000

ภาพ ก-79 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	136	50	0.367647
Sample 2	2511	898	0.357626

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0100206	(-0.073155, 0.093196)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	0.24	0.813
Fisher's exact		0.854

ภาพ ก-80 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	80	4	0.050000
Sample 2	83	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.05	(0.002242, 0.097758)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	2.05	0.040
Fisher's exact		0.056

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-81 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	80	15	0.187500
Sample 2	83	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.1875	(0.101971, 0.273029)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	4.30	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-82 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
 Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	80	16	0.200000
Sample 2	83	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.2	(0.112348, 0.287652)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	4.47	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-83 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	80	22	0.275000
Sample 2	83	83	1.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.725	(-0.822845, -0.627155)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-14.52	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-84 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	80	23	0.287500
Sample 2	83	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.2875	(0.188322, 0.386678)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	5.68	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-85 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	38	1	0.026316
Sample 2	49	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.0263158	(-0.024579, 0.077211)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	1.01	0.311
Fisher's exact		0.437

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-86 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	38	9	0.236842
Sample 2	49	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.236842	(0.101668, 0.372016)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	3.43	0.001
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-87 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	38	10	0.263158
Sample 2	49	0	0.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.263158	(0.123150, 0.403166)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	3.68	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-88 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event
 p_2 : proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	38	9	0.236842
Sample 2	49	49	1.000000

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-0.763158	(-0.898332, -0.627984)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	-11.07	0.000
Fisher's exact		0.000

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-89 ภาพแสดงผลมินิแทบ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1 : proportion where Sample 1 = Event

p_2 : proportion where Sample 2 = Event

Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	38	8	0.210526
Sample 2	49	0	0.000000

Estimation for Difference

95% CI for	
Difference	Difference
0.210526	(0.080904, 0.340148)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	3.18	0.001
Fisher's exact		0.001

The normal approximation may be inaccurate for small samples.

ภาพ ก-90 ภาพแสดงผลมินิแทบ

ภาคผนวก ข

ตารางผลการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม
ด้วยโปรแกรมมินิแทบ

ตาราง ข-1 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 2/2561

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-5.24	0.000	0.37	0.708	-2.56	0.010
9:30	-0.08	0.936	-0.97	0.332	-1.62	0.106
11:00	1.55	0.122	0.54	0.586	-0.06	0.956
13:00	0.03	0.975	1.39	0.165	0.79	0.428
14:30	1.33	0.183	-2.08	0.038	2.62	0.009

ตาราง ข-2 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันอังคารกับวันศุกร์ของปี 2/2561

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันอังคารกับวันศุกร์ในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-1.76	0.078	0.39	0.697	-2.83	0.005
9:30	-2.81	0.005	-0.01	0.989	0.41	0.681
11:00	1.29	0.197	1.29	0.198	1.07	0.285
13:00	0.30	0.762	-1.13	0.259	-1.98	0.047
14:30	1.72	0.086	-1.99	0.046	1.85	0.065

ตาราง ข-3 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันพุธของปี 2/2561

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันพุธในแต่ละจุดบริการของปี 2/2561						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-1.61	0.108	-4.96	0.000	0.34	0.734
9:30	-4.28	0.000	1.92	0.055	-2.24	0.025
11:00	3.74	0.000	2.7	0.007	1.71	0.087
13:00	-0.56	0.575	-1.02	0.305	-0.78	0.436
14:30	1.25	0.211	1.03	0.302	1.63	0.102

ตาราง ข- 4 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีของปี 1/2562

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันจันทร์กับวันพฤหัสบดีในแต่ละจุดบริการของปี 1/2562						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-20.00	0.000	-4.71	0.000	-6.87	0.000
9:30	-1.66	0.097	-0.43	0.667	1.60	0.109
11:00	2.61	0.009	1.18	0.239	2.38	0.017
13:00	1.27	0.203	2.24	0.025	2.22	0.026
14:30	4.67	0.000	-0.67	0.506	-2.92	0.004

ตาราง ข- 5 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันอังคารกับวันศุกร์ของปี 1/2562

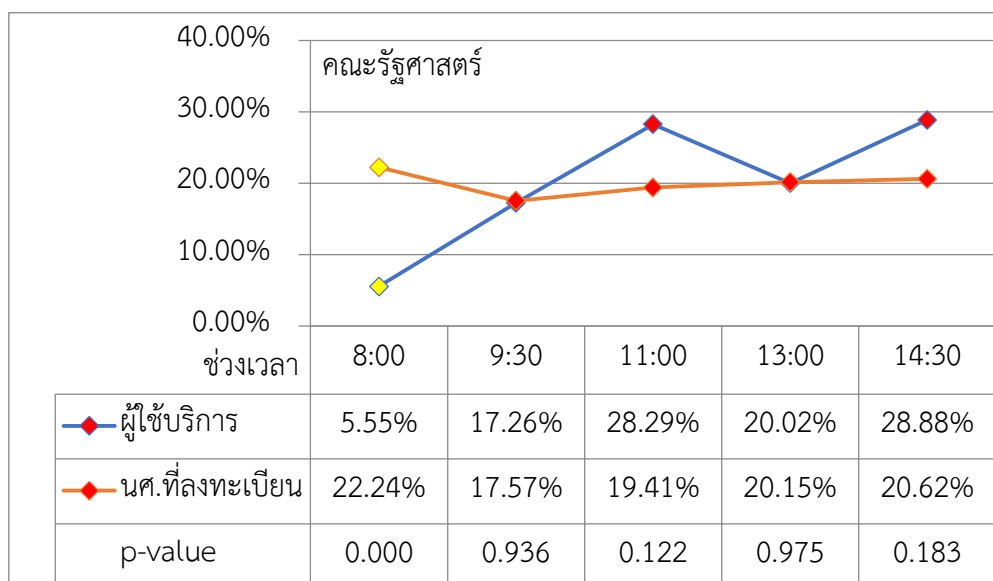
ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันอังคารกับวันศุกร์ในแต่ละจุดบริการของปี 1/2562						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	-29.62	0.000	-3.96	0.000	-0.90	0.369
9:30	-8.31	0.000	-5.09	0.000	-4.03	0.000
11:00	5.14	0.000	0.21	0.837	0.98	0.329
13:00	3.66	0.000	1.51	0.131	0.99	0.324
14:30	8.55	0.000	4.40	0.000	2.20	0.028

ตาราง ข- 6 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ช่วงวันพุธของปี 1/2562

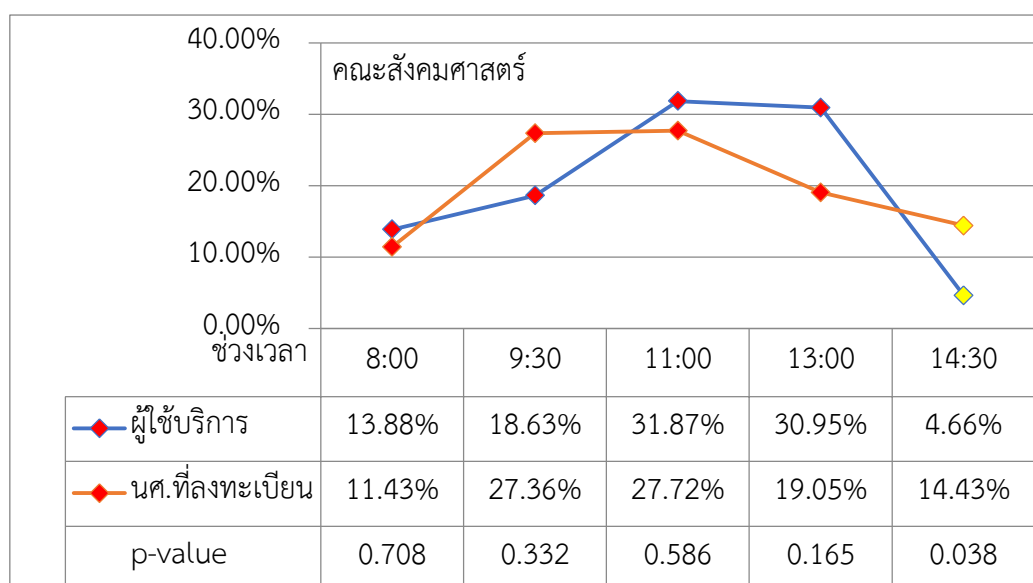
ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมมินิแทบช่วงวันพุธในแต่ละจุดบริการของปี 1/2562						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	2.03	0.042	2.05	0.040	1.01	0.311
9:30	-16.13	0.000	4.30	0.000	3.43	0.001
11:00	6.07	0.000	4.47	0.000	3.68	0.000
13:00	5.73	0.000	-14.52	0.000	-11.07	0.000
14:30	0.24	0.813	5.68	0.000	3.18	0.001

ภาคผนวก ค

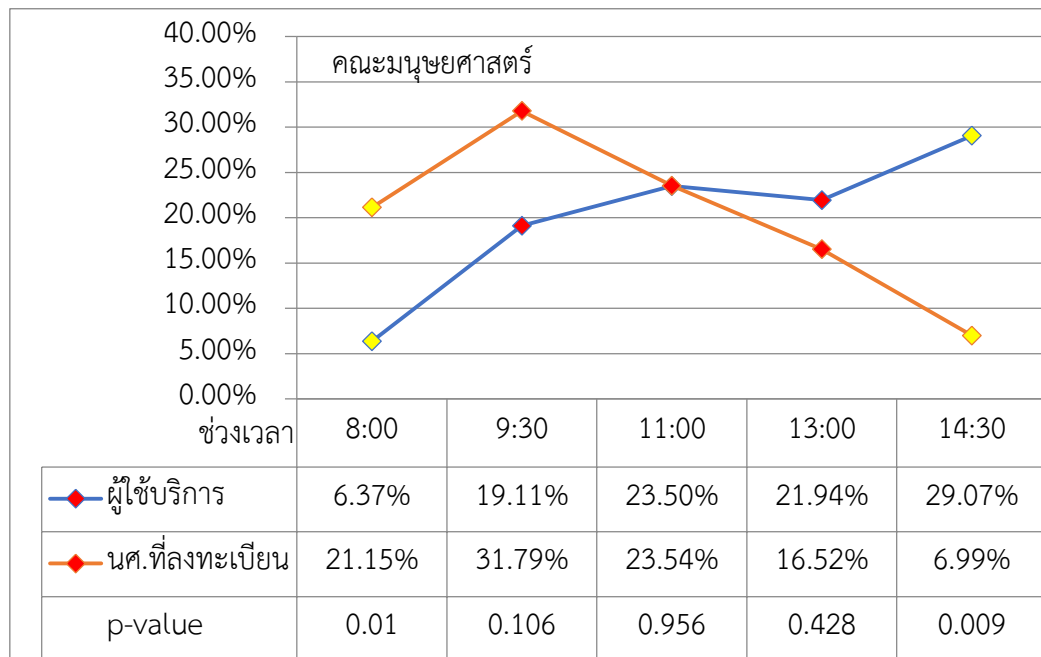
ผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กัน



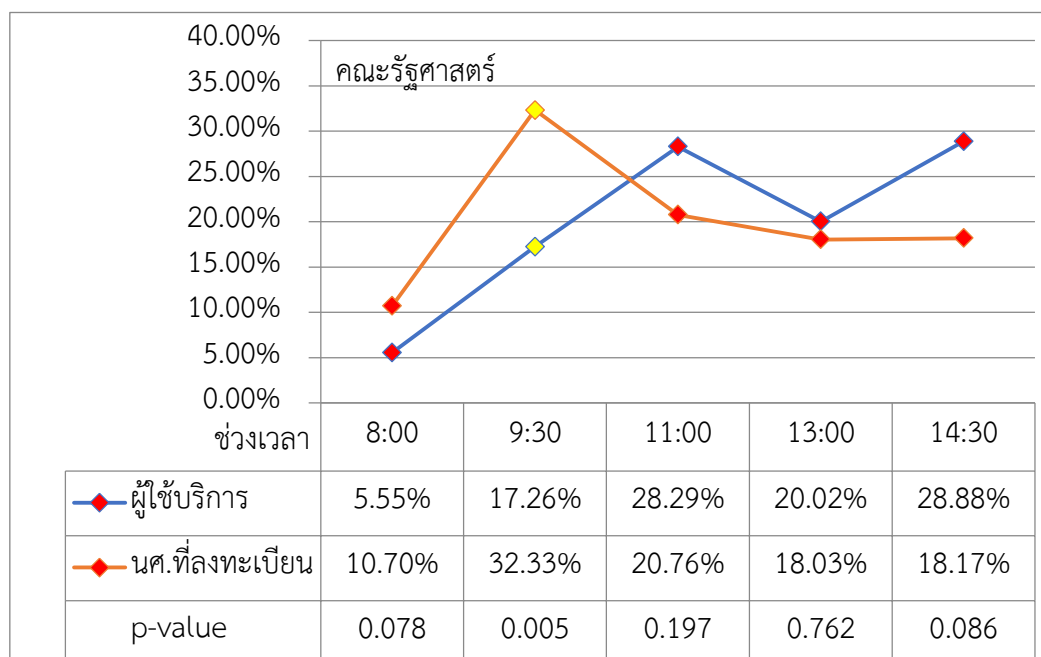
ภาพ ค-1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2561/2



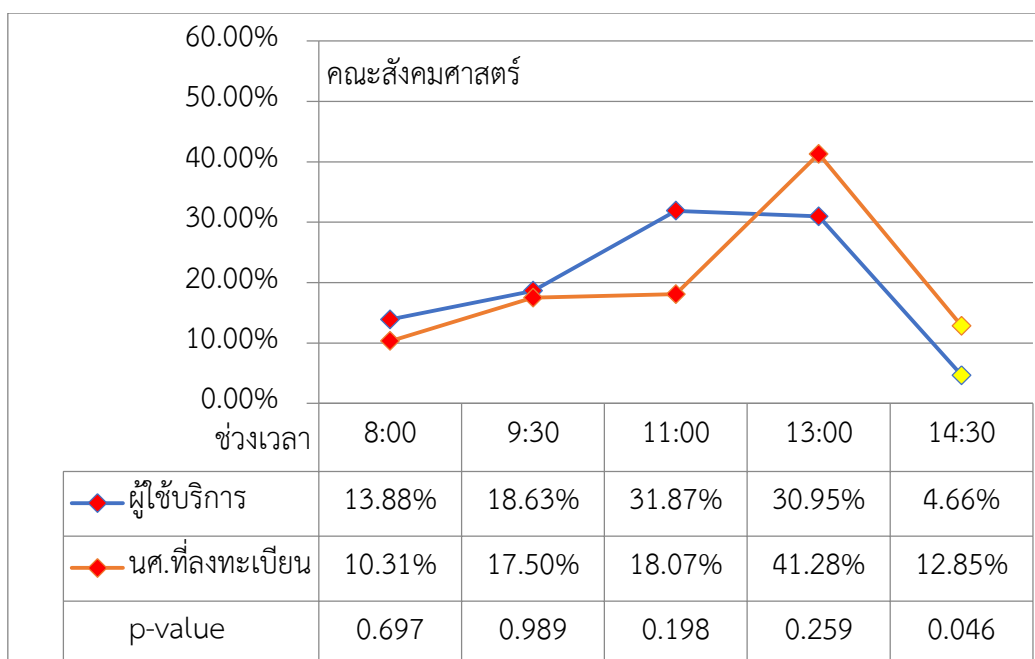
ภาพ ค- 2แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะสังคมศาสตร์ปี 2561/2



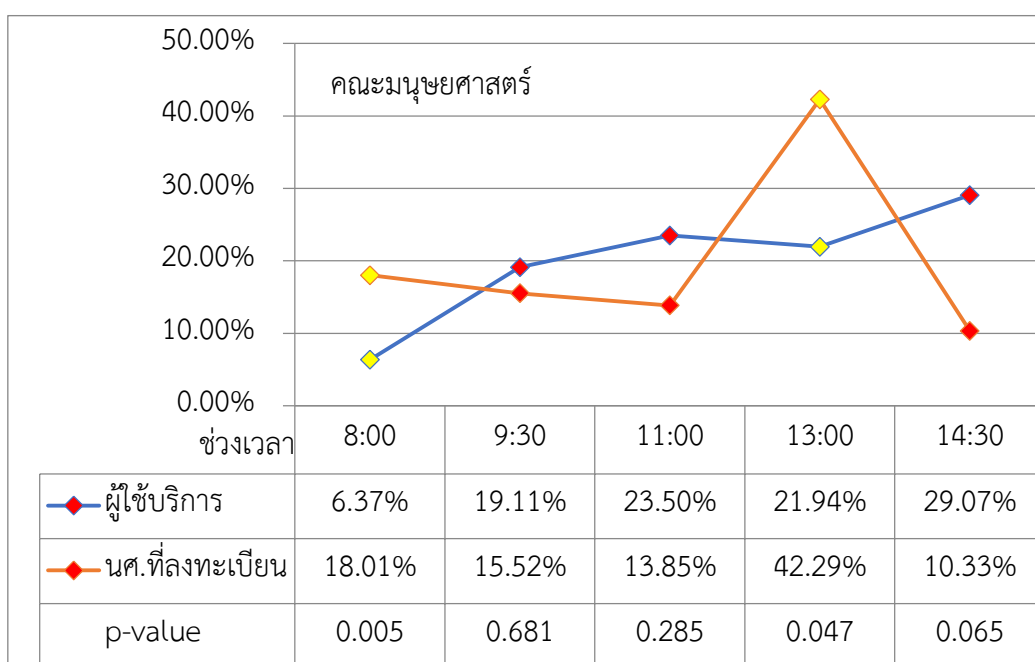
ภาพ ค- 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะ มนุษยศาสตร์ปี 2561/2



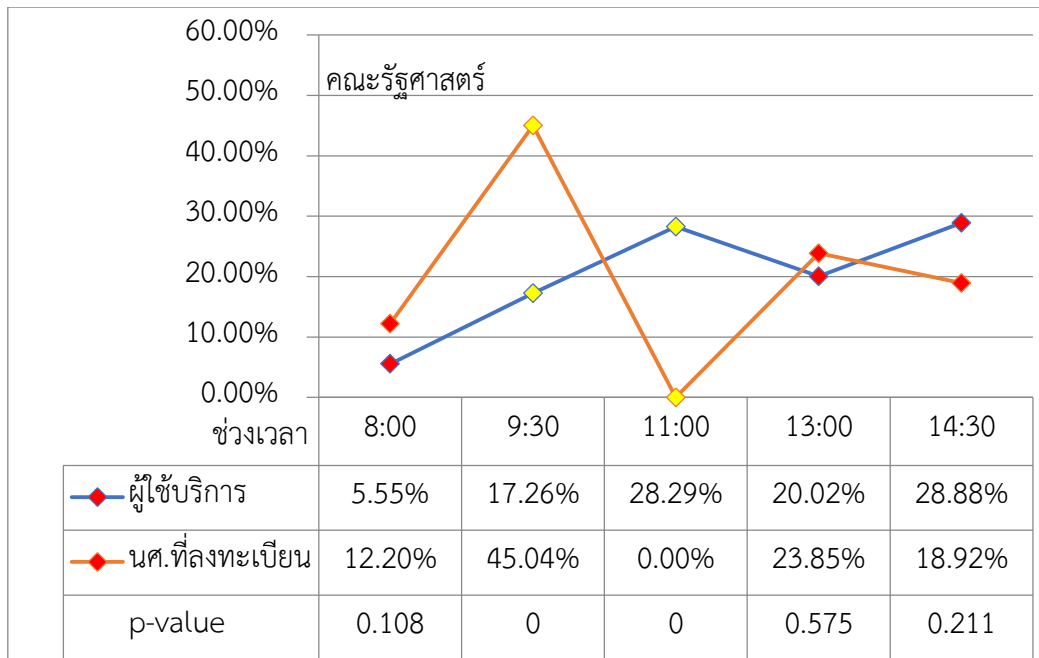
ภาพ ค-4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันอังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2561/2



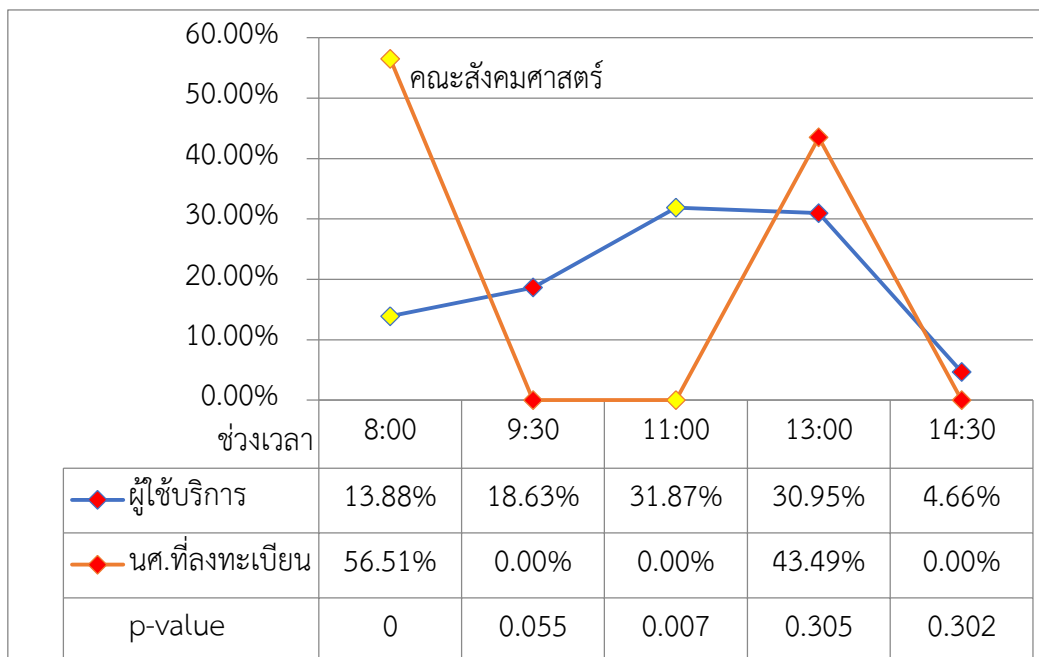
ภาพ ค-5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวัน
อังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะสังคม ศาสตร์ปี 2561/2



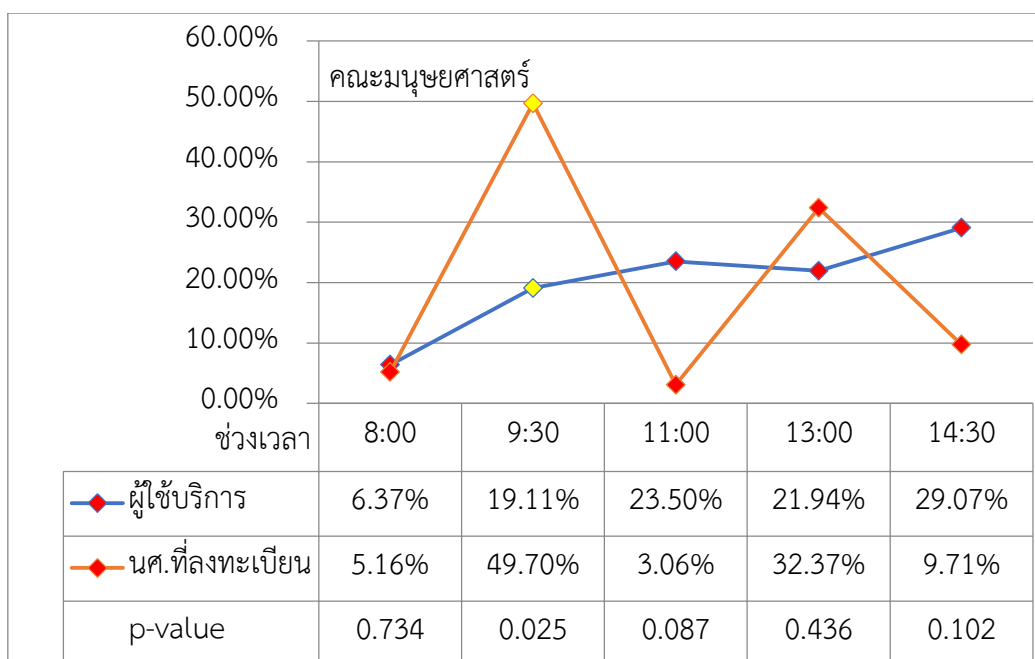
ภาพ ค-6 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวัน
อังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ปี 2561/2



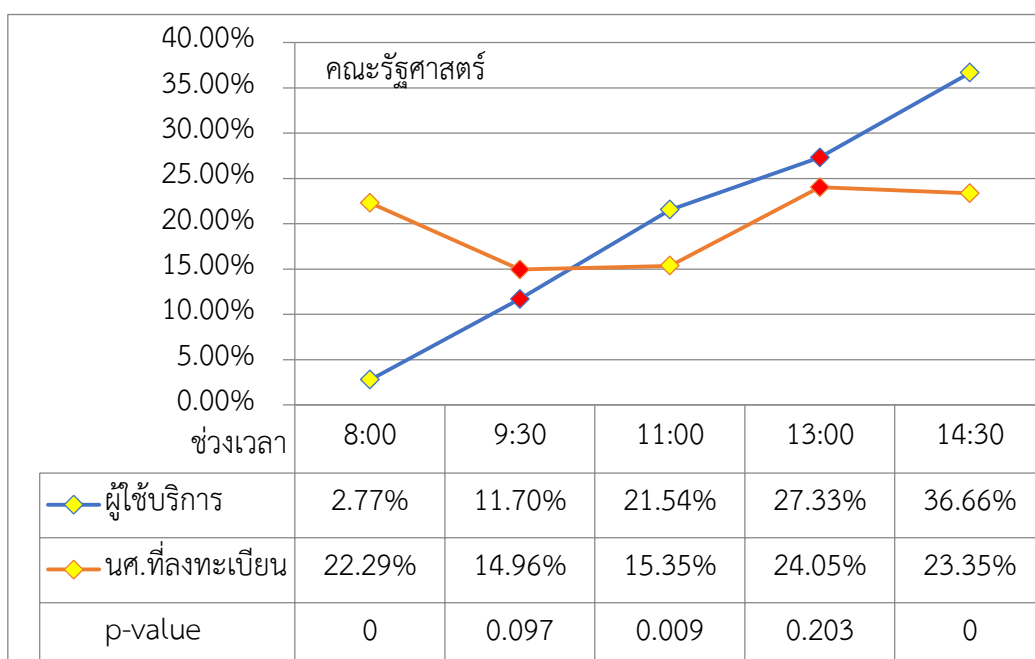
ภาพ ค-7 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ ณ
จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2561/2



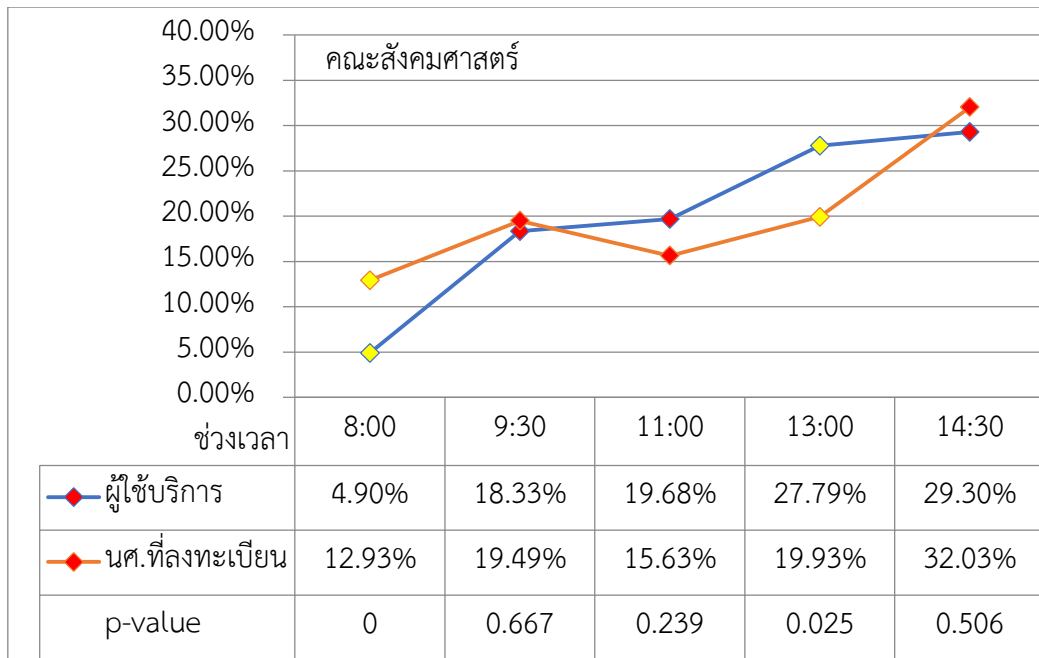
ภาพ ค-8 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ ณ
จุดบริการคณะสังคมศาสตร์ปี 2561/2



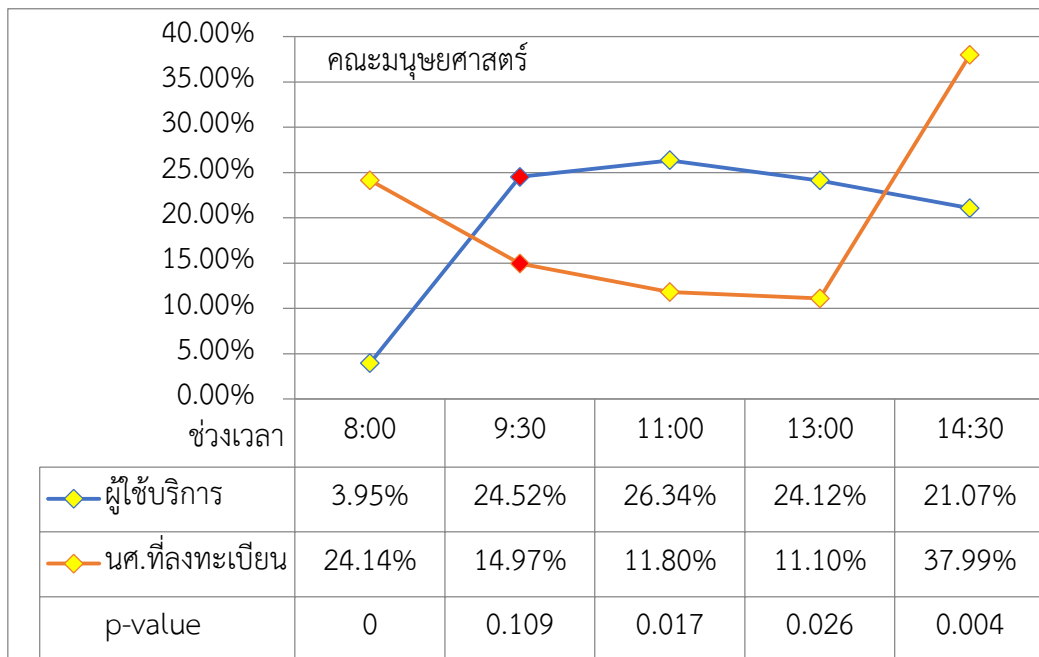
ภาพ ค-9 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ ณ จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ปี 2561/2



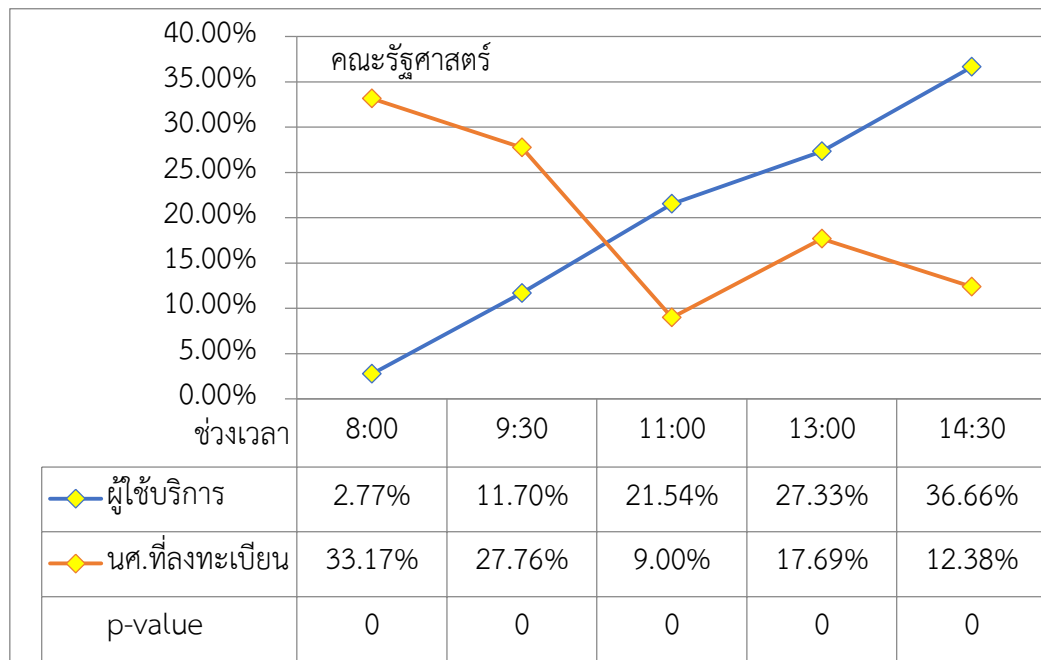
ภาพ ค-10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2562/1



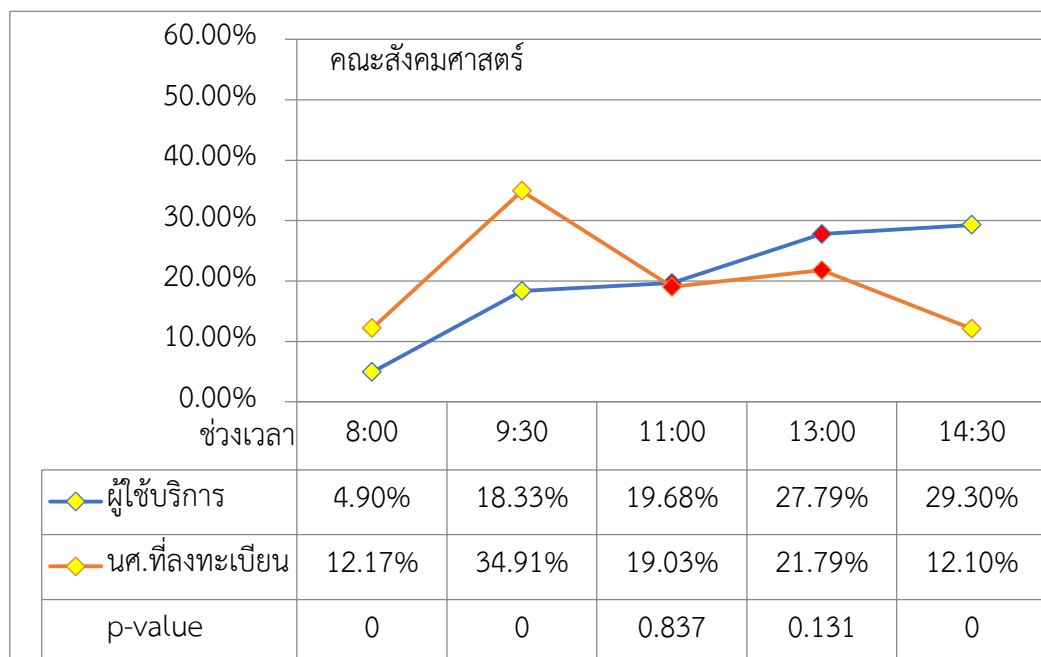
ภาพ ค- 11แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะสังคมศาสตร์ปี 2562/1



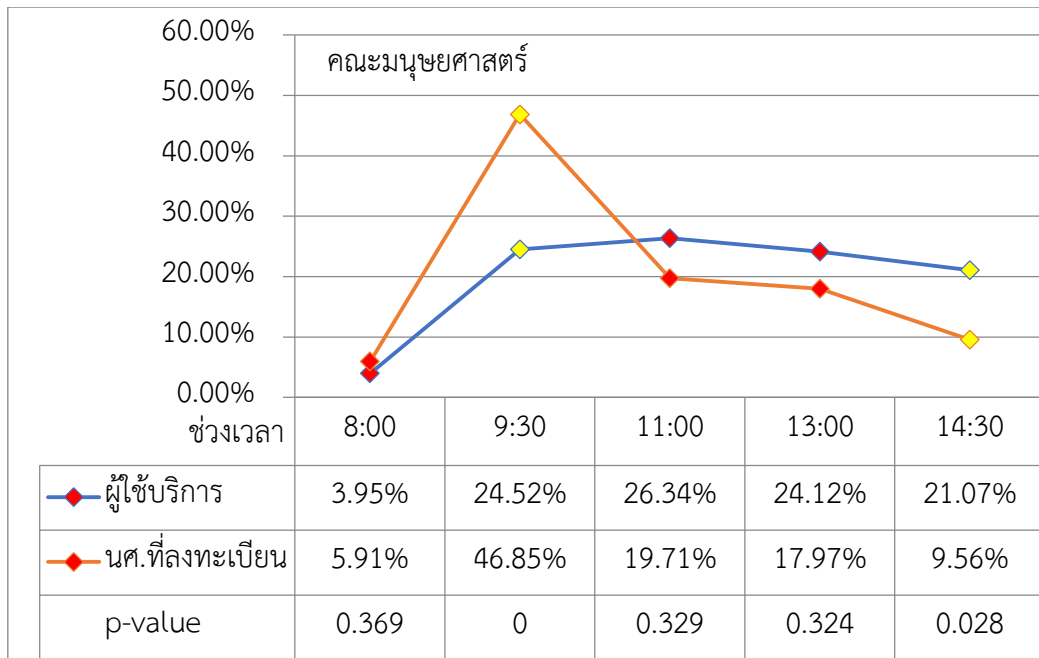
ภาพ ค- 12แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี ณ จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ปี 2562/1



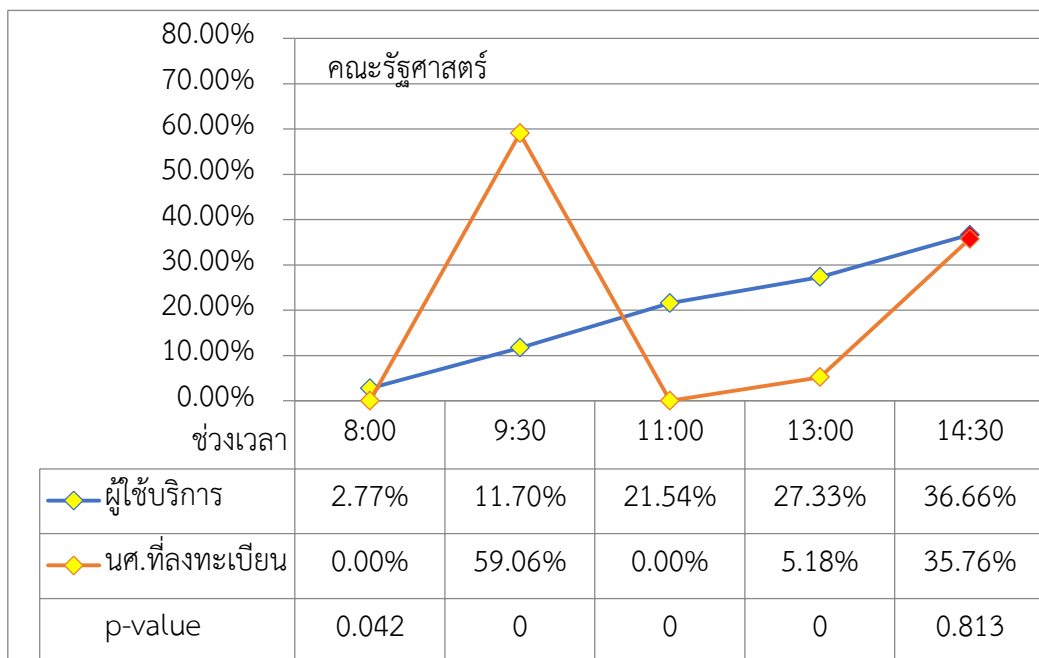
ภาพ ค-13 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวัน
อังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ ปี 2562/1



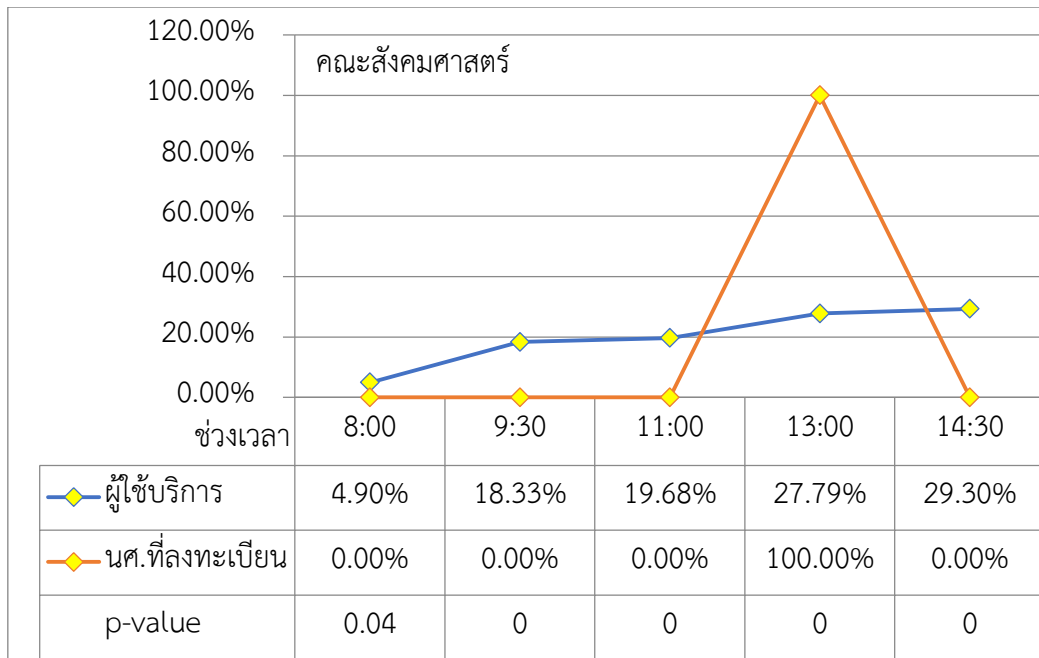
ภาพ ค-14 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวัน
อังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะสังคม ศาสตร์ปี 2562/1



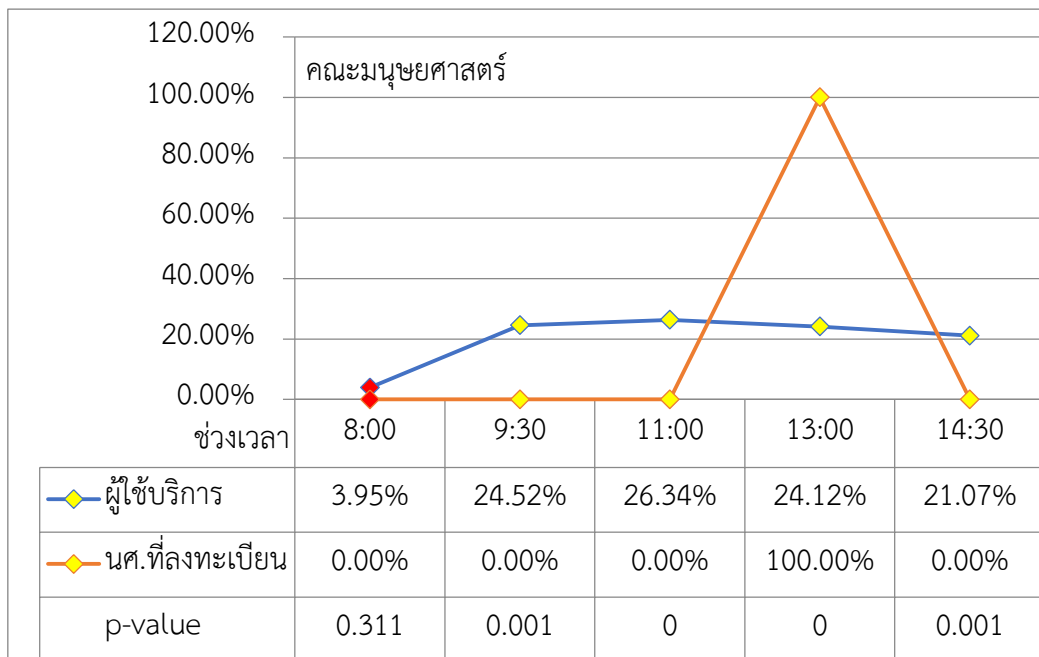
ภาพ ค-15 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันอังคารกับวันศุกร์ ณ จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ปี 2562/1



ภาพ ค-16 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ ณ จุดบริการคณะรัฐศาสตร์ปี 2562/1



ภาพ ค-17 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ
ณ จุดบริการคณะสังคมศาสตร์ปี 2562/1



ภาพ ค-18 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนรวมถึงแสดงจุดของช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันของวันพุธ
ณ จุดบริการคณะมนุษยศาสตร์ปี 2562/1

ภาคผนวก ง

ตารางรอบบริการและกราฟเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์

ตาราง ง-1 รอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี

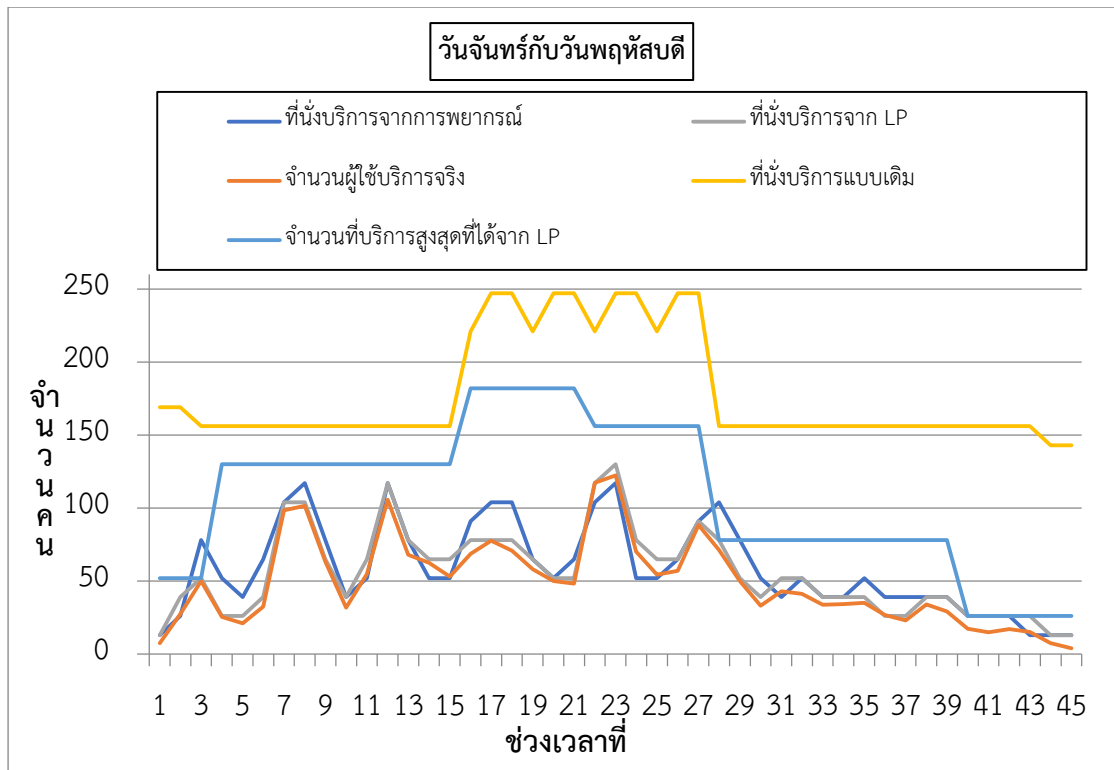
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)
07:	00 20 30 40 43 46 49 52 55
08:	00 05 10 15 20 26 32 40 44 48 52 56
09:	00 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 36 40 43 46 49 52 55
10:	00 06 12 20 25 30 35 40 42 44 46 48 50 52 54 56
11:	00 03 06 09 12 15 20 25 30 35 40 45 50 55
12:	00 02 04 06 08 10 12 20 22 24 26 28 30 32 34 40 42 44 46 48 50 52 54
13:	00 04 08 12 16 20 25 30 35 40 44 48 52 56
14:	00 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 36 40 45 50 55
15:	00 05 10 15 20 24 28 32 36 40 42 44 46 48 50 52
16:	00 02 06 08 10 12 14 20 23 26 29 32 35 40 45 50 55
17:	00 06 12 20 25 30 35 40 46 52
18:	00 06 12 20 25 30 35 40 46 52
19:	00 06 12 20 26 32 40 46 52
20:	00 10 20 30 40 50
21:	00 20 40

ตาราง ง-2 รอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ของวันอังคารกับวันศุกร์

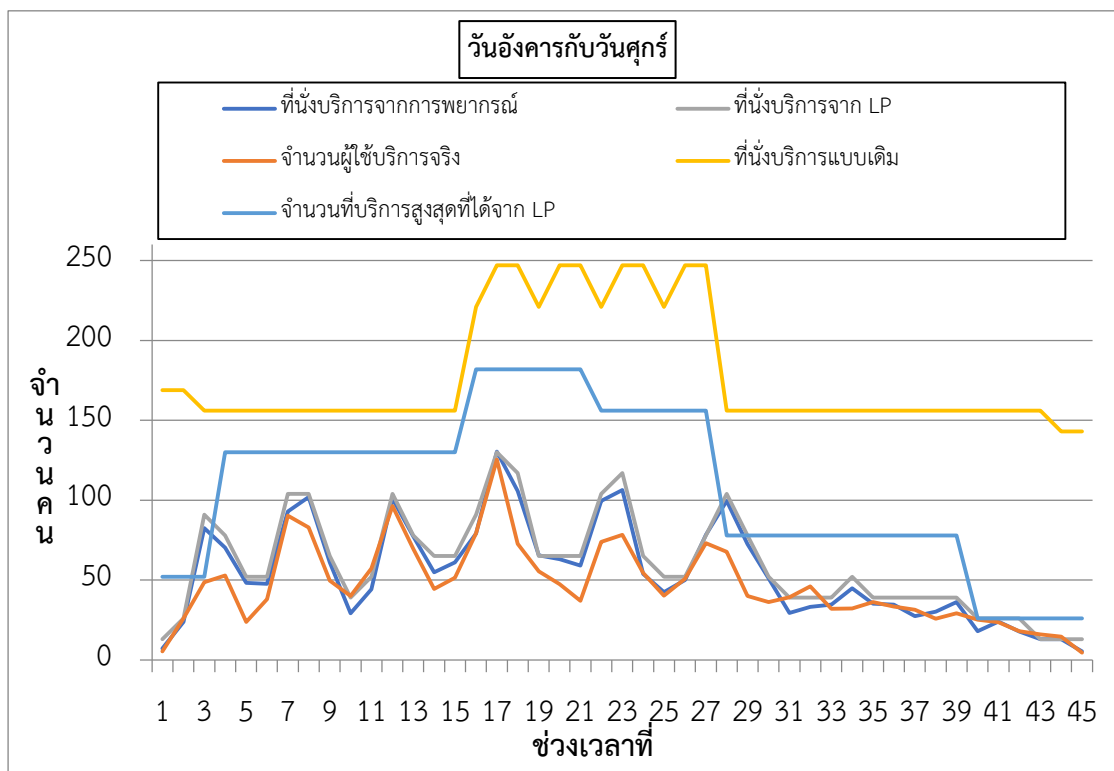
วันอังคารกับวันศุกร์	
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)
07	00 20 30 40 42 44 46 48 50 52
08	00 03 06 09 12 15 20 25 30 35 40 45 50 55
09	00 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 40 44 48 52 56
10	00 06 12 20 25 30 35 40 42 44 46 48 50 52 54
11	00 03 06 09 12 15 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56
12	00 02 04 06 08 10 12 20 22 24 26 28 30 32 34 40 42 44 46 48 50 52 54 56
13	00 04 08 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56
14	00 02 04 06 08 10 12 14 20 24 26 28 30 32 34 36 40 44 48 52 56
15	00 05 10 15 20 25 30 35 40 43 46 49 52 55
16	00 02 04 06 08 10 12 14 20 23 26 29 32 35 40 45 50 55
17	00 06 12 20 26 32 40 46 52
18	00 05 10 15 20 26 32 40 46 52
19	00 06 12 20 26 32 40 46 52
20	00 10 20 30 40 50
21	00 20 40

ตาราง ง-3 รอบบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ของวันพุธ

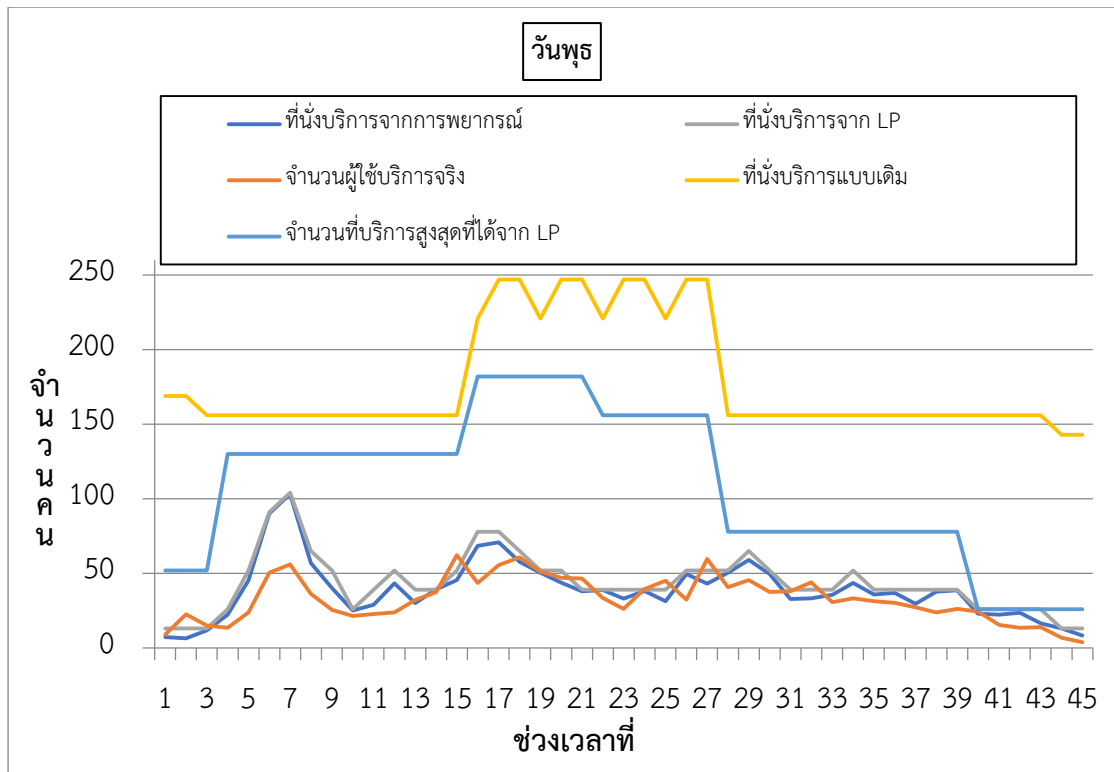
วันพุธ	
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)
07	00 20 40
08	00 10 20 25 30 35 40 42 44 46 48 50 52
09	00 02 04 06 08 10 12 14 20 24 28 32 36 40 45 50 55
10	00 10 20 26 32 40 45 50 55
11	00 06 12 20 26 32 40 45 50 55
12	00 03 06 09 12 15 20 23 26 29 32 35 40 44 48 52 56
13	00 05 10 15 20 25 30 35 40 46 52
14	00 06 12 20 26 32 40 46 52
15	00 06 12 20 25 30 35 40 45 50 55
16	00 05 10 15 20 24 28 32 36 40 45 50 55
17	00 06 12 20 26 32 40 46 52
18	00 05 10 20 26 32 40 46 52
19	00 06 12 20 26 32 40 46 52
20	00 10 20 30 40 50
21	00 10 20 40



ภาพ ง-1 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ของวันจันทร์กับวันพฤหัสบดี



ภาพ ง-2 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ของวันอังคารกับวันศุกร์



ภาพ ง-2 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการวิเคราะห์ของวันพุธ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นายกฤตยชญ์ โคตะมะ

รหัสนักศึกษา : 590612035

วัน เดือน ปี เกิด : 5 ธันวาคม 2537

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง

ที่อยู่ปัจจุบัน : 266 / 181 ถนนพหลโยธิน จังหวัดลำปาง 52000

เบอร์โทรศัพท์ : 0903182963



ชื่อสกุล : นายวัฒน์พงษ์ ธารเหลืองทอง

รหัสนักศึกษา : 580612035

วัน เดือน ปี เกิด : 11 ธันวาคม 2538

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวาริช จังหวัดเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลวิทยาลย์ จังหวัดเชียงใหม่

ที่อยู่ปัจจุบัน : 145/1 ถนน เชียงใหม่-ลำพูน ตำบล วัดเกต อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงใหม่ 50000

เบอร์โทรศัพท์ : 0918588511

