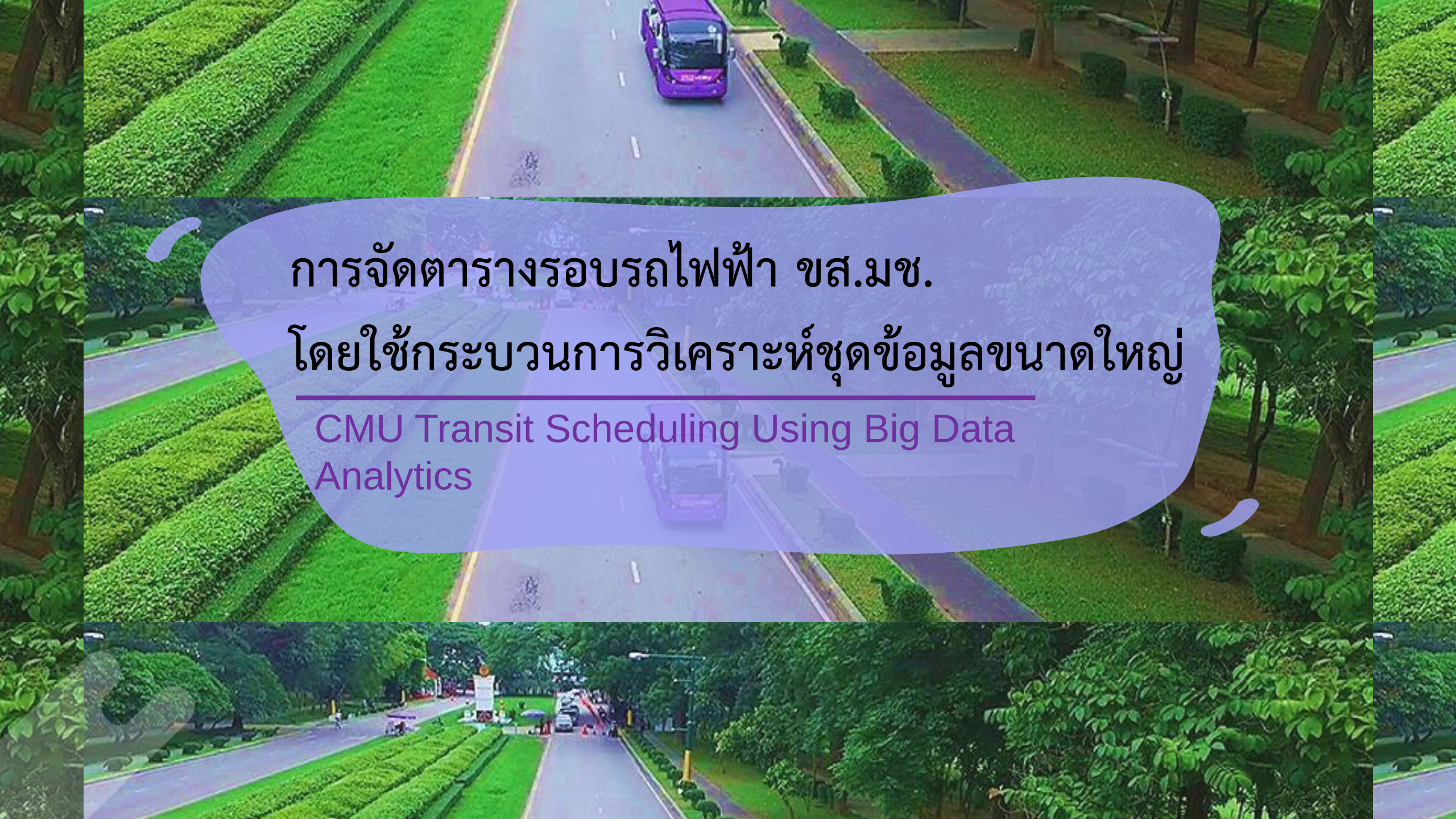




การจัดตารางรอบรถไฟฟ้า ขส.มช.

โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่

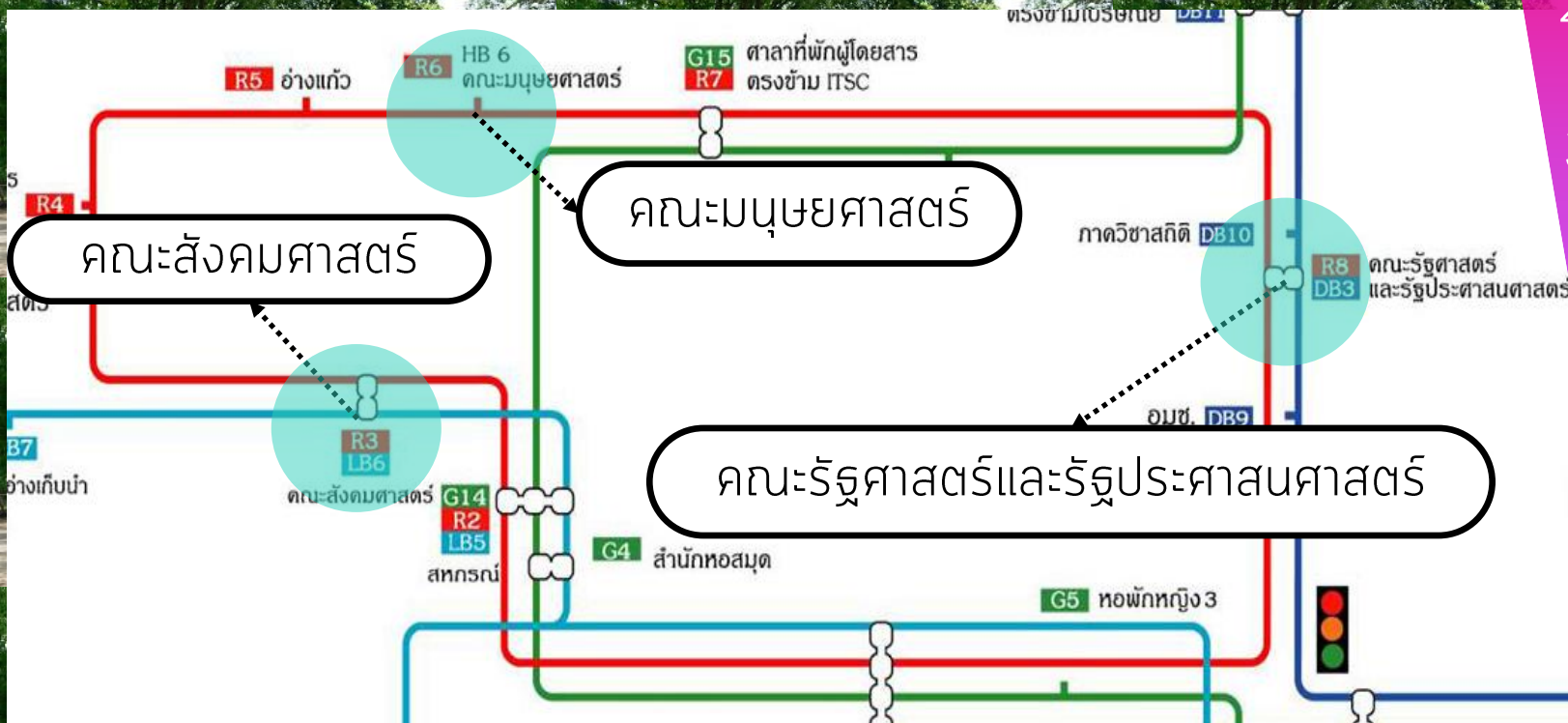
CMU Transit Scheduling Using Big Data Analytics

วัตถุประสงค์

1. จัดตารางเดินรถไฟฟ้าสาย 3 เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการในแต่ละจุด
2. เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการใช้บริการในแต่ละจุดกับปริมาณของนักศึกษาที่เรียนในบริเวณใกล้เคียงจุดบริการ

ขอบเขตการศึกษา

1. จุดบริการรถไฟฟ้า ขส.มช. จำนวน 3 จุด
2. อาคารเรียนที่ทำการศึกษาค้นคว้าจะห่างจากจุดบริการในรัศมีไม่เกิน 100 เมตร
3. ข้อมูลที่ทำการศึกษาค้นคว้าเป็นข้อมูลของปีการศึกษาที่ 2/2561 ถึง 1/2562



วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลย้อนหลัง
ปีพ.ศ. 2562



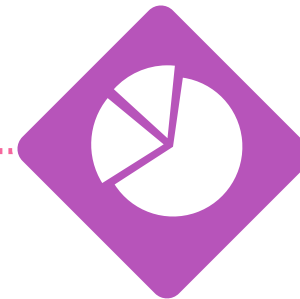
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวน
นักศึกษาในขอบเขตที่กำหนดของ
ปีพ.ศ. 1/2561 ถึง 1/2562



3. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง
การใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. กับ
จำนวนนักศึกษา



4. จัดตารางรอบบริการด้วย
การพยากรณ์และ Linear
Programming



5. สรุปผลการดำเนินงาน
จัดทำรูปเล่มรายงาน และการ
นำเสนอ



วิธีการดำเนินงานวิจัย

ศึกษาข้อมูลย้อนหลัง ปีพ.ศ. 2562

พบว่ามีค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการต่อที่นั่งบริการอยู่ที่ 53 เปอร์เซ็นต์

ปี พ.ศ. 2562 : สายสีแดง (สาย 3)								
เดือน	จำนวนผู้โดยสาร	จำนวนรอบวิ่งจริง	จำนวนที่นั่งบริการ	ค่าเฉลี่ยที่นั่งต่อรอบ	ค่าเฉลี่ยที่ผู้โดยสารต่อวัน	ค่าเฉลี่ยรอบวิ่งต่อวัน	จำนวนผู้โดยสารต่อรอบ	
ม.ค.	57,048	7,920	102,960	55.41%	2,852	396	7	ปี 2 / 2 5 6 1
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	
ส.ค.	92,830	8,568	111,384	83.34%	4,420	408	11	ปี 1 / 2 5 6 2
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	
เฉลี่ย	56,317	8,094	105,222	53%	2,738	395	7	

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนนักศึกษาในขอบเขตที่กำหนด
พบว่ามีอาคารที่อยู่ภายในขอบเขตทั้ง 3 จุดบริการดังนี้

คณะวิทยาศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
CB1-2	อาคารภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ 1-2	HB1	อาคารมนุษยศาสตร์ 1	HB3	อาคารมนุษยศาสตร์ 3
MB	อาคารภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์	HB2	อาคารมนุษยศาสตร์ 2	HB4	อาคารมนุษยศาสตร์ 4
PB1	อาคารภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ 1	HB7	อาคารมนุษยศาสตร์ 7	HB5	อาคารมนุษยศาสตร์ 5
PSB	อาคารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์	SB1-4	อาคารสังคมศาสตร์ 1-4	HB6	อาคารมนุษยศาสตร์ 6
STB	อาคารภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์			CSB	อาคารภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

และพบว่าในปี 2/2561 มีนักศึกษาที่ลงทะเบียนในขอบเขตรวมทั้ง 3 จุดบริการอยู่ที่ 54498 คน
และในปี 1/2562 อยู่ที่ 111039 คน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนนักศึกษาในขอบเขตที่กำหนด
จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละจุดบริการ

ปี 2/61	MTh			TuF			We			รวม
	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	
8:00	2183	1348	1034	846	1308	966	156	136	27	8004
9:30	1724	3228	1553	2557	2220	832	576	0	260	12950
11:00	1905	3270	1150	1642	2292	743	0	0	16	11018
13:00	1978	2247	807	1426	5238	2267	305	105	169	14542
14:30	2024	1702	342	1437	1630	554	242	0	51	7982
รวมทั้งหมด	9814	11795	4886	7908	12689	5361	1279	241	523	54496
ปี 1/62	MTh			TuF			We			รวม
	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	คณะรัฐศาสตร์	คณะสังคมศาสตร์	คณะมนุษยศาสตร์	
8:00	5446	2895	2948	6018	2759	506	0	0	0	20572
9:30	3654	4363	1827	5037	7914	4008	1483	0	0	28286
11:00	3749	3500	1441	1633	4313	1686	0	0	0	16322
13:00	5874	4462	1355	3210	4939	1538	130	83	49	21640
14:30	5705	7171	4638	2247	2742	818	898	0	0	24219
รวมทั้งหมด	24428	22391	12209	18145	22667	8556	2511	83	49	111039

วิธีการดำเนินงานวิจัย

หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. กับจำนวนนักศึกษา

ผลจากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มของปี 2/2561

ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันจันทร์กับวันพฤหัสบดีปี 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
ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันอังคารกับวันศุกร์ปี 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

ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันพุธปี 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

โดยช่องสีแดงคือ ข้อมูลที่ให้ผลว่านักศึกษาที่ลงทะเบียนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้บริการอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในปี 2/61 สัมพันธ์กัน 32 ข้อมูล

วิธีการดำเนินงานวิจัย

หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. กับจำนวนนักศึกษา

ผลจากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มของปี 1/2561

ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันจันทร์กับวันพฤหัสบดีปี 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
ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันอังคารกับวันศุกร์ปี 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

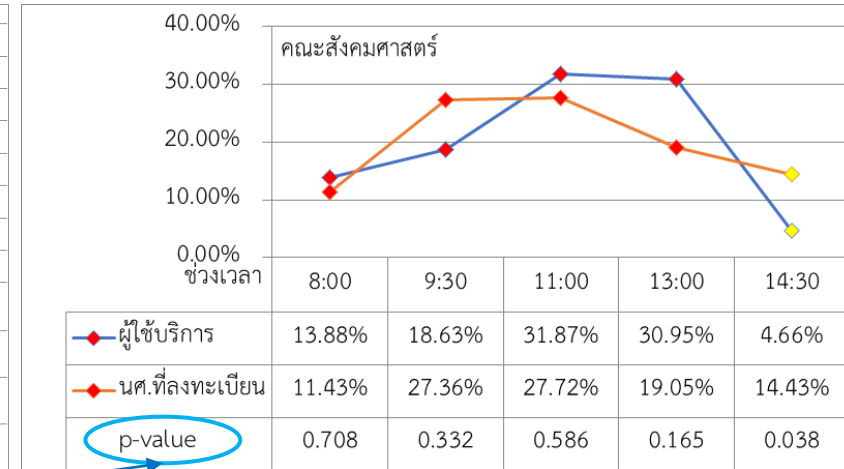
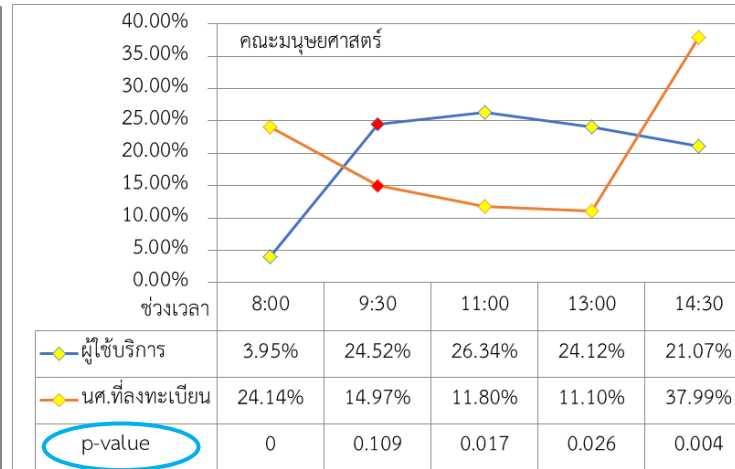
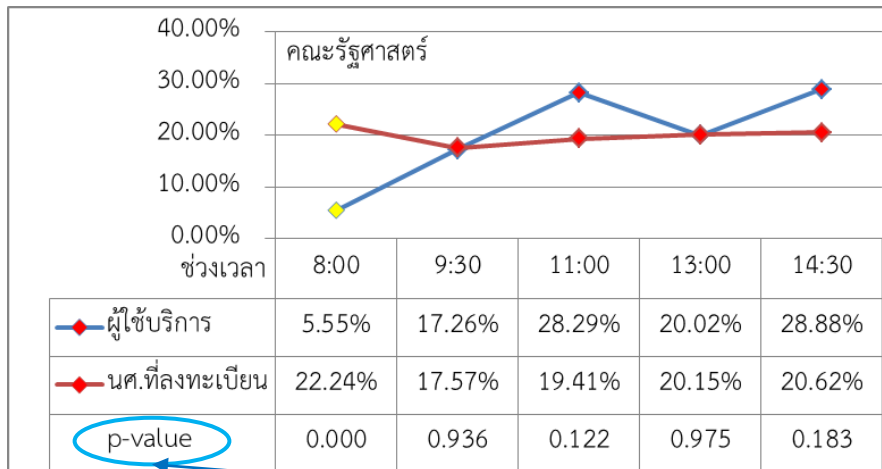
ผลจากโปรแกรมมินิแทบ วันพุธปี 1/2562						
รอบเวลา	คณะรัฐศาสตร์		คณะสังคมศาสตร์		คณะมนุษยศาสตร์	
	z	p-value	z	p-value	z	p-value
8:00	2.03	0.042	2.05	0.040	1.01	0.311
9:30	-16.13	0.000	4.30	0.000	3.43	0.001
11:00	6.07	0.000	4.47	0.000	3.68	0.000
13:00	5.73	0.000	-14.52	0.000	-11.07	0.000
14:30	0.24	0.813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

โดยช่องสีแดงคือ ข้อมูลที่ให้ผลว่านักศึกษาที่ลงทะเบียนมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้บริการอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในปี1/62 สัมพันธ์กัน 13 ข้อมูล

วิธีการดำเนินโครงการวิจัย

หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้บริการรถไฟฟ้า ขสมก. กับจำนวนนักศึกษา

ผลจากการอนุมานผลต่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและการวิเคราะห์แนวโน้มมารวมไว้เข้าด้วยกัน โดยการหาความสัมพันธ์นี้พบว่าจากข้อมูล 90 ชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ 45 ชุดและข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ 45 ชุดและจากเส้นแนวโน้มทั้งหมดที่แสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล



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

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จัดตารางรอบบริการด้วยการพยากรณ์และ Linear Programming
 ในส่วนของการพยากรณ์จะนำค่าความชันของข้อมูลเก่าไปพยากรณ์อนาคต

ค่าดัชนีฤดูกาลและค่าความชันในแต่ละวัน			จำนวนผู้ใช้บริการเฉลี่ย ค่าความชัน ค่าเริ่มต้น และค่าพยากรณ์ความต้องการ								
วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์	วันพุธ		วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี		วันอังคารกับวันศุกร์		วันพุธ		
ค่าความชัน = 0.16874		ค่าความชัน = 0.11659	ค่าความชัน = 0.17583		ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 2,438 คน		ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 2,486 คน		ผู้ใช้บริการเฉลี่ย = 1,759 คน		
ช่วงเวลา	ค่าดัชนี					ค่าความชัน = 0.16874	ค่าความชัน = 0.11659		ค่าความชัน = 0.17583		
07:00-07:20	0.0672	ข้อมูลวันจันทร์กับพฤหัสดีของเดือนกุมภาพันธ์				ค่าเริ่มต้น = 50.297	ค่าเริ่มต้น = 36.407		ค่าเริ่มต้น = 51.200		
07:20-07:40	0.3931	สมการแนวโน้มเส้นตรงจากข้อ 3.4.3		ค่าพยากรณ์จากข้อ 3.4.1		ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน	ช่วงเวลา	จำนวนคน
07:40-08:00	1.3767	$Y_t = 29.299 + 0.16874 \times t$		53,466 คน		07:00-07:20	3	07:00-07:20	7	07:00-07:20	7
		อัตราส่วนที่ได้จากข้อ 3.4.4		จำนวนวันในเดือนกุมภาพันธ์เฉลี่ย		07:20-07:40	20	07:20-07:40	24	07:20-07:40	6
		0.3648		8 วัน		07:40-08:00	70	07:40-08:00	82	07:40-08:00	12
ขั้นตอนการหาค่าเริ่มต้นเพื่อนำไปพยากรณ์											
1.หาค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการของวันที่สนใจ				$(53466 \times 0.3648) \div 8$				=2438			
2.หาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 45 เพื่อนำไปแทนใน t				1+2+3+ ... +45				=1035			
3.หาค่าเริ่มต้น (A) โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อวันที่สนใจ และสมการแนวโน้มจากข้อ 3.4.3				$2438 = A \times 45 + 0.16874 \times 1035$				A =50.297			

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จัดตารางรอบบริการด้วยการพยากรณ์และ Linear Programming
นำการพยากรณ์ที่ได้ไปหาจำนวนรถที่ต้องการในแต่ละช่วงเวลาและนำไปจัดตารางบริการรถไฟฟ้า ขส.มช.

วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี										วันอังคารกับวันศุกร์									
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)									เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)								
07	00 20 30 40 43 46 49 52 55									07	00 20 30 40 42 44 46 48 50 52								
08	00 05 10 15 20 26 32 40 44 48 52 56									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 36 40 43 46 49 52 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 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 25 30 35 40 45 50 55									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									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 25 30 35 40 44 48 52 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 22 24 26 28 30 32 34 36 40 45 50 55									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 24 28 32 36 40 42 44 46 48 50 52									15	00 05 10 15 20 25 30 35 40 43 46 49 52 55								

และผลลัพธ์ที่ได้คือ อัตราส่วนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ต่อที่นั่งที่ให้บริการอยู่ที่ 74.40 เปอร์เซ็นต์

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จัดตารางรอบบริการด้วยการพยากรณ์และ Linear Programming

สมการที่ใช้ใน Linear Programming โดยที่ X เป็นช่วงเวลาช่วงละ 20 นาที ตั้งแต่ 7 โมงเช้าถึง 4 ทุ่ม (รวมแล้วมี 15 ชั่วโมง) จึงมี X ทั้งหมด 45 ตัวหรือช่วงเวลา

สมการเป้าหมาย
Minimize = $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{45}$
สมการเงื่อนไข
$1 \leq X_j \leq$ ความต้องการรอบรถในแต่ละช่วงเวลา j ที่ได้จากข้อมูลจริง โดยที่ $j = 1, 2, 3, \dots, 45$
$X_1, X_2, X_3 \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 7:00 - 8:00 น.
$X_4, X_5, X_6, \dots, X_{15} \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 8:00 - 12:00
$X_{16}, X_{17}, X_{18}, \dots, X_{21} \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 12:00 - 14:00 น.
$X_{22}, X_{23}, X_{24}, \dots, X_{27} \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 14:00 - 16:00 น.
$X_{28}, X_{29}, X_{30}, \dots, X_{39} \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 16:00 - 20:00 น.
$X_{40}, X_{41}, X_{42}, \dots, X_{45} \leq$ รอบรถที่สามารถให้บริการได้ใน 20 นาทีของช่วงเวลา 20:00 - 22:00 น.

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จัดตารางรอบบริการด้วยการพยากรณ์และ Linear Programming

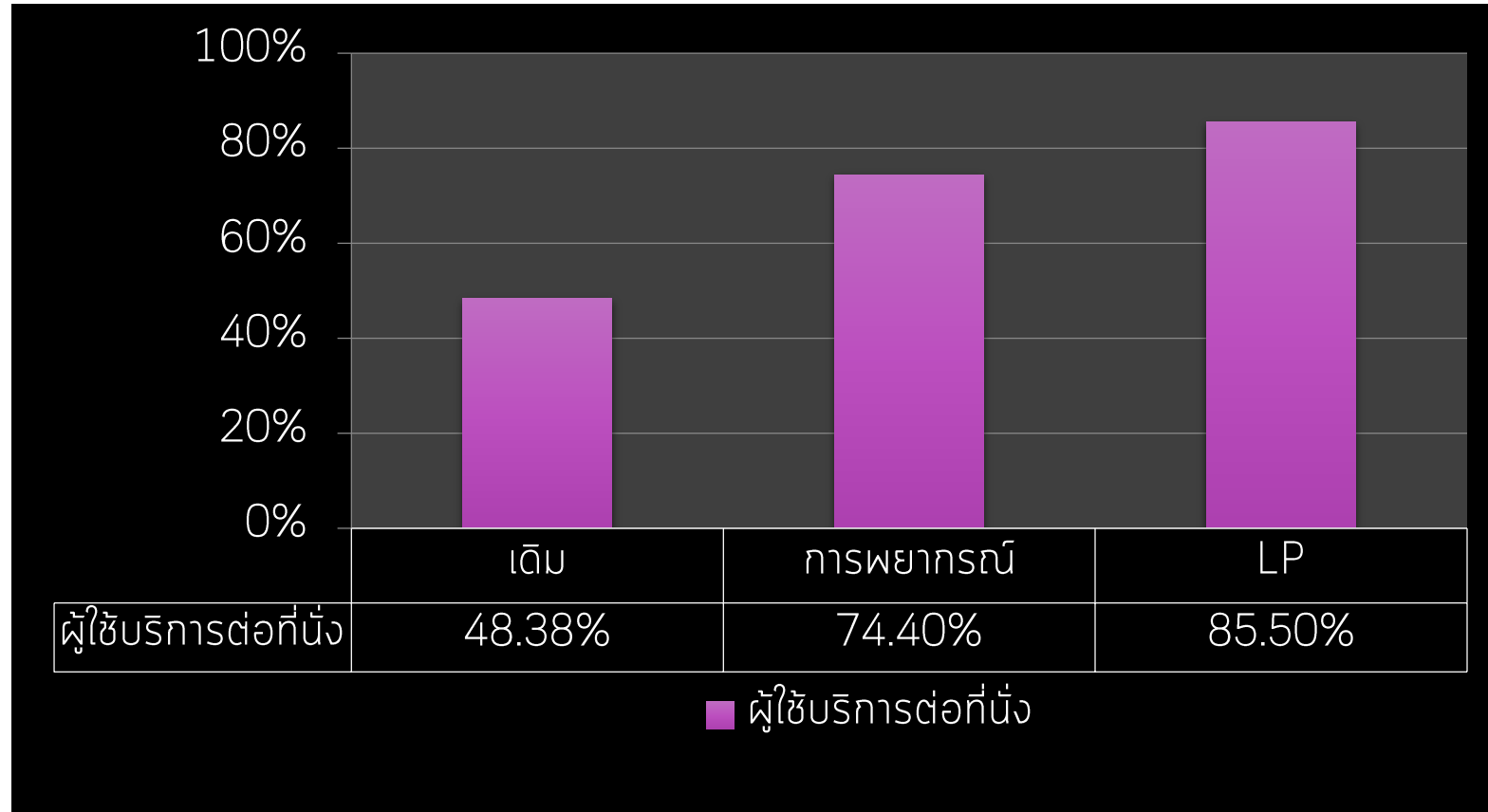
ใช้ Linear Programming เพื่อจัดทรัพยากรและประสิทธิภาพของการบริการที่สูงสุดที่เป็นไปได้

วันจันทร์กับวันพฤหัสบดี	
เวลา (นาฬิกา)	เวลา (นาที)
07	00 20 30 40 43 46 49 52 55
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 06 12 20 25 30 35 40 42 44 46 48 50 52 54
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 02 04 06 08 10 12 14 20 22 24 26 28 30 32 34 36 40 45 50 55

ช่วงเวลา	07:00 -	09:00 -	10:00 -	14:00 -	15:00 -	17:00 -	18:00 -
	09:00	10:00	14:00	15:00	17:00	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

ผลลัพธ์ที่ได้คือ อัตราส่วนของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า ขส.มช. ต่อที่นั่งที่ให้บริการอยู่ที่ 85.50 เปอร์เซ็นต์ และสามารถบอกได้ว่าจำนวนพนักงานที่เหมาะสมคือ 7 คนต่อวันซึ่งการพยากรณ์ไม่สามารถบอกได้

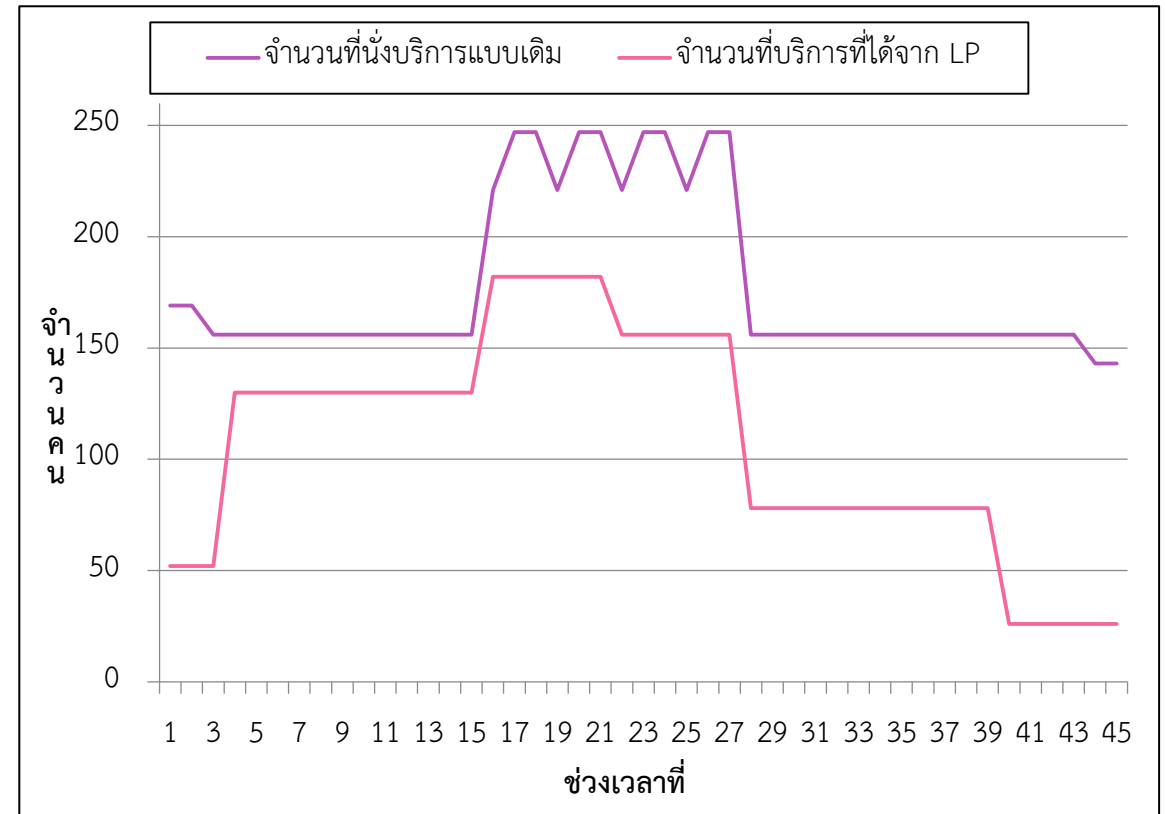
สรุปผลการนำเสนอโครงการวิจัย



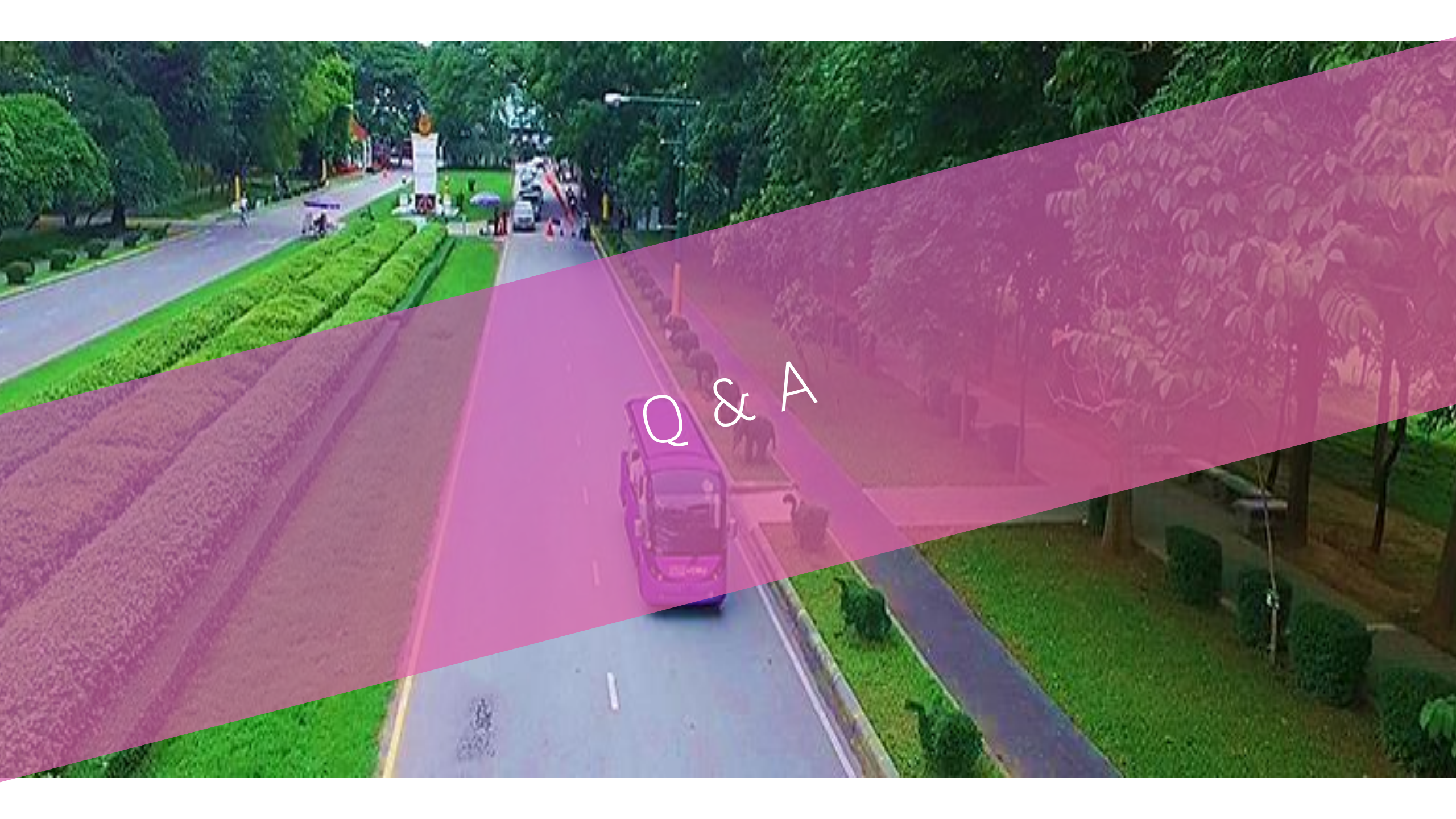
ซึ่ง 85.50 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าที่สูงที่สุดที่สามารถให้บริการได้และเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ เนื่องจาก รถ 1 คันไม่สามารถให้บริการให้เต็มจำนวนที่นั่ง 13 ที่นั่งได้ตลอดเวลา

สรุปผลการนำเสนอโครงการวิจัย

Before		After	
เวลาเข้างาน	จำนวนพนักงาน	เวลาเข้างาน	จำนวนพนักงาน
06:00	4	06:00	2
08:00	4	09:00	2
12:00	4	10:00	1
14:00	4	14:00	2



จะเห็นได้ว่าจำนวนพนักงานที่ทำงานให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการจะใช้เพียง 7 คนต่อวันเท่านั้น แต่ในปัจจุบันใช้พนักงานถึง 14 คนต่อวัน ซึ่งสามารถลดพนักงานได้ถึง 5 คนหรือ 41.67 เปอร์เซ็นต์



Q & A