การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ

สำนักหอสมุดกลาง

โดย

นางสาวอนิสรา ไชยเรศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ

สำนักหอสมุดกลาง

โดย

นางสาวอนิสรา ไชยเรศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

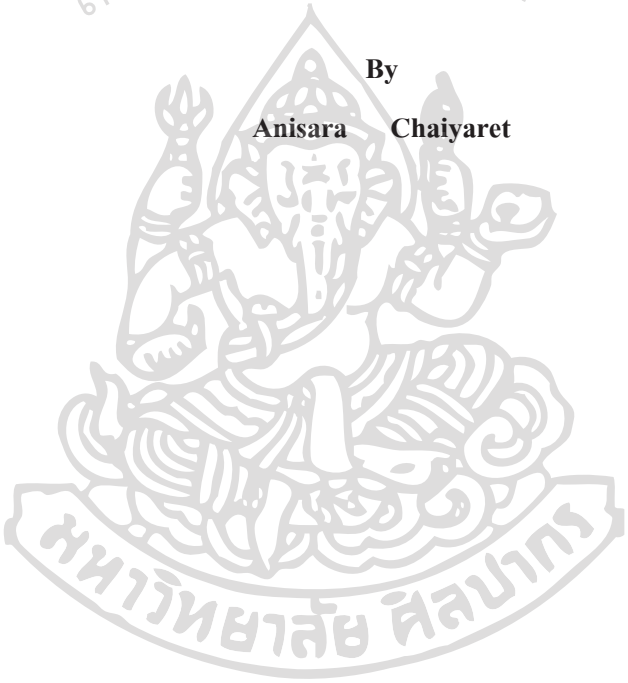
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A MATHEMATICAL MODEL FOR SOLVING PROBLEMS OF EXAM TIMETABLING

สำนักหอสมุดกลาง

By

Anisara Chaiyaret



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Engineering Program in Industrial Engineering Management

Department of Industrial Engineering and Management

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2011

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ ” เสนอโดย นางสาวอนิสรา ไชยเรศ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

……..

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร. กัญจนา ทองสนิท

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ชยธัช เผือกสามัญ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. กัญจนา ทองสนิท)

...../...../.....

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศิลปากร

52405329 : สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
คำสำคัญ : แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, การจัดตารางสอบ

อนิสรา ไชยเรศ : การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ. ดร. กัญจนา ทองสนิท. 58 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบเนื่องจากปัจจุบันนักศึกษามีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณห้องเรียนและช่วงเวลาในการสอบมีอยู่อย่างจำกัด เมื่อมีความต้องการใช้ห้องเพิ่มจะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น หากปริมาณห้องสอบไม่เพียงพอจะต้องไปใช้ห้องสอบของคณะอื่น ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายและต้องใช้เวลาในการจัดการเพิ่มมากขึ้น การจัดตารางสอบมีหลายปัจจัยที่จะต้องพิจารณา อาทิเช่น จำนวนนักศึกษา ความจุของห้อง ค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ยังคำนึงถึงประเด็นปัญหาในบางวิชาที่มีจำนวนนักศึกษาน้อยทำให้การใช้ห้องไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงกำหนดเงื่อนไข 1 ห้องสามารถสอบได้หลายวิชาและ 1 วิชาสอบได้หลายห้องมาใช้ในการพิจารณา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุดจึงได้เสนอการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ในการคำนวนผลลัพธ์ กรณีศึกษา : ตารางสอบปีการศึกษา 2554 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและสาขาการจัดการและโลจิสติกส์ พบว่าภาคเรียนที่ 1 สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 7,910 บาทและภาคเรียนที่ 2 สามารถลดค่าใช้จ่าย 5,215 บาท

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ปีการศึกษา 2554
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

52405329 : MAJOR: ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD : MATHEMATICAL MODEL, EXAM TIMETABLING
ANISARA CHAIYARET : A MATHEMATICAL MODEL FOR SOLVING PROBLEMS OF EXAM TIMETABLING. THESIS ADVISOR : KANJANA TONGSANIT, Ph.D. 58 pp.

This project has been carried out to examine the management of an increase in student numbers versus the amount of classroom space and limited time available when the examination period arrives. In the case of the classroom space being under the total requirements the institution must look at outside faculty sources which in turn has a cost of hire as well as a loss of time to travel to and from these extra sites. There are many factors that have been taken into consideration such as the quality of the students, the size of the classrooms required and the overall cost to acquire the classroom. In addition it has been noted that some of the current classroom usages have not been utilised to maximum efficiency during the examination period of which we have some ideas to improve this problem. We believe that this could be improved by combining more than one classes into the same room and one class can split more than one room during the examination period. We hope that if this were to occur we would see improvements in costs. To show this we have created a mathematical model to look at effective ways towards solving this problem. To assist us with this work we used some optimising software called IBM ILOG CPLES 12.2. Case Study: Examination table for 2011 of the Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Major of Industrial Engineering - Management and Logistics. As a result of our studies during the first semester we believe that we can reduce the costs by 7,910 baht and 5,215 during the second semester by using the new model we have created.

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University
Student's signature ..... Academic Year 2011
Thesis Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่งของ ดร. กัญจนา ทองสนิท ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัย ทั้งยังสนับสนุนและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่มและอาจารย์ ดร. ชยธัช เผือกสามัญ ที่ได้ตรวจสอบถึงความสมบรูณ์และให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์อย่างดียิ่งต่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรคุณสุนันทร์ ทองถนอมและคุณนวลอนงค์ สาโคตรที่ให้ข้อมูลกับผู้วิจัย อีกทั้งยังร่วมให้คำแนะนำและความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงแก่บิดามารดา ครอบครัว เพื่อนๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเสร็จสิ้นลงได้ด้วยดี

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ญ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ปัญหาและความเป็นมา	1
	จุดประสงค์	2
	ขอบเขต	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ	3
2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
3	วิธีดำเนินงาน	10
	ศึกษารูปแบบการจัดตารางสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน	10
	วิเคราะห์ปัญหา	13
	สร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	15
	ศึกษาและเลือกวิธีการหาคำตอบ	16
	สร้างโปรแกรมและทดลองใช้	16
	เปรียบเทียบวิธีการและคำตอบวิธีการใหม่และวิธีการเดิม	16
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	17
	อธิบายปัญหาการจัดตารางสอบ	17
	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	19
	กรณีศึกษา	23
	การเขียนสมการในโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2	26
	วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม	28
	ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม	30

บทที่ หน้า

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 32

สรุปผลการวิจัย 32

ข้อเสนอแนะ 33

บรรณานุกรม 34

ภาคผนวก 36

ภาคผนวก ก การใช้งานโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 37

ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ใช้ในกรณีศึกษา 46

ประวัติผู้วิจัย 58

สำนักหอสมุดกลาง

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปความแตกต่างของทั้งสองสมการ	18
2	แสดงวันเวลาและห้องสอบในแต่ละวิชา (แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 1)	20
3	กลุ่มนักศึกษา	24
4	แสดงวิชาที่สอบกลุ่มนักศึกษาที่สอบและจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชา	25
5	แสดงความจุของห้องสอบและค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง	25
6	วันและเวลาของการสอบ	26
7	เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรมกับวิธีการเดิม	30
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลา	31
9	ข้อมูลตารางสอบที่ใช้วิธีการเดิม	47
10	รายวิชา กลุ่มนักศึกษาและจำนวนนักศึกษา	48
11	ห้องสอบ ความจุของห้องสอบและค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง	49
12	รายวิชาที่จะต้องถูกจัดตารางสอบภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	50
13	ตารางสอบที่จัดด้วยวิธีการเดิมภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	51
14	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	52
15	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	53
16	รายวิชาที่จะต้องถูกจัดตารางสอบภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554	54
17	ตารางสอบที่จัดด้วยวิธีการเดิมภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554	55
18	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554	56
19	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาใดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการจัดตารางสอบกลางภาคของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ฯ.....	11
2	แสดงแนวคิดของการศึกษาประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ของกระบวนการ	14
3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลา ที่ใช้ในการหาคำตอบ.....	21
4	แสดงผลการสรุปข้อมูลที่ได้จากการคำนวนของ โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2.....	28
5	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใด	29
6	ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาใด.....	29
7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของวิชาและขนาดของเวลา ที่ใช้ในการหาคำตอบ	31
8	แสดงหน้าต่างการสร้างคำสั่งใน .MOD.....	38
9	แสดงหน้าต่างการสร้างคำสั่งใน .DAT.....	41
10	ตัวอย่างชุดข้อมูลนำเข้าได้แก่ ห้อง ความจุของห้อง และค่าใช้จ่าย.....	42
11	ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ได้แก่ วิชาที่สอบ จำนวนนักศึกษา กลุ่มนักศึกษา	43
12	ตารางสอบที่ได้จากการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับห้องสอบ.....	44
13	ตารางสอบที่ได้จากการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับช่วงเวลา.....	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและความเป็นมา

การจัดตารางสอบเป็นกระบวนการจัดระเบียบตารางเวลาที่เกี่ยวข้องกับ นักศึกษา วัน เวลา สถานที่ และรายวิชาที่จัดสอบในแต่ละภาคการศึกษา และเพื่อให้การสอบของนักศึกษาดำเนินไปได้โดยไม่ติดขัด จะต้องมีการบริหารจัดการทรัพยากรซึ่งได้แก่ ปริมาณห้องเรียนและช่วงเวลาในการสอบที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุด เนื่องจากการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยนั้นนักศึกษาแต่ละคนสามารถเลือกลงทะเบียนเรียนได้หลายวิชาตามแต่ละสาขาวิชาและหลักสูตรที่เปิดสอนแตกต่างกันไป แต่ละวิชาจะต้องมีการสอบเพื่อวัดผลในแต่ละภาคการศึกษา นักศึกษาทุกคนจะต้องมีตารางสอบสำหรับทุกวิชาโดยไม่เกิดการซ้ำซ้อนกันของตารางเวลา ปัญหาการจัดตารางสอบจึงมีความยุ่งยากในการจัดการตามจำนวนวิชาและนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นและจะต้องมีการจัดทำอยู่บ่อยครั้ง

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เล็งเห็นปัญหาการจัดตารางสอบว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก จากการศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พบว่าสำนักงานบริหารการศึกษาของคณะเป็นผู้รับผิดชอบเรื่องการจัดตารางสอบกลางภาคทั้งหมด ซึ่งกระบวนการจัดตารางสอบเป็นการจัดทำด้วยมือโดยมิได้มีโปรแกรมหรือเครื่องมือใด ๆ ช่วย จึงทำให้เกิดความล้าช้า ทั้งยังพบว่าปัจจุบันจำนวนนักศึกษาและรายวิชามีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ปริมาณห้องเรียนและช่วงเวลาในการสอบมีอยู่เท่าเดิมทำให้ปัญหามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในการสอบทุกครั้งจะมีต้นทุนเกิดขึ้นจากการใช้ห้องสอบ ซึ่งหากปริมาณห้องสอบไม่เพียงพอจะต้องไปใช้ห้องสอบของคณะอื่น ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นกว่าใช้ห้องสอบของตัวเองเนื่องจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราที่สูงกว่า และต้องมีการติดต่อประสานงานจากหลายฝ่ายซึ่งต้องใช้เวลาในการจัดการเพิ่มมากขึ้น จากปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอบเป็นงานที่ยุ่งยาก เพราะรายวิชาที่เปิดสอนมีจำนวนมากในแต่ละหลักสูตรสาขาวิชาซึ่งจะประกอบไปด้วยวิชาบังคับและวิชาเลือก วิชาบังคับเป็นวิชาที่นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนทุกคนซึ่งทำให้รายวิชาเหล่านี้มีนักศึกษาจำนวนมาก ส่วนรายวิชาเลือกเป็นวิชาที่มีนักศึกษาจำนวนน้อยเพราะนักศึกษาสามารถเลือกเรียนได้ตามที่ตนเองสนใจ นอกจากประเด็นปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้แล้วการจัดตารางสอบยังมีหลายปัจจัยที่จะต้องพิจารณา อาทิเช่น จำนวนนักศึกษา ความจุของห้อง ค่าใช้จ่าย ผู้สอบจะซ้ำซ้อนกัน

ไม่ได้ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เพราะในการจัดตารางสอบจะต้องพิจารณาด้วยว่าจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชานั้นสามารถจัดให้สอบในห้องสอบเดียวได้หรือไม่ ในกรณีที่ 1 หากมีจำนวนนักศึกษาในรายวิชานั้นมากซึ่งส่วนใหญ่เป็นวิชาบังคับอาจจะต้องมีการแบ่งสอบหลายห้อง กรณีที่ 2 ในบางรายวิชามีจำนวนนักศึกษาน้อยอย่างเช่นวิชาในกลุ่มของวิชาเลือกซึ่งสามารถจัดให้สอบในห้องสอบเดียวกันได้หลายวิชา เพื่อให้การสอบเกิดประโยชน์เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพราะการจัดตารางสอบที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาการจัดตารางสอบโดยให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด และพิจารณาเงื่อนไขให้ใน 1 ห้องสามารถสอบได้หลายวิชา และเงื่อนไข 1 วิชาแบ่งสอบได้หลายห้อง เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาการจัดตารางสอบที่กล่าวมาข้างต้นมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเงื่อนไขดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ และทำการเชื่อมโยง IBM ILOG CPLEX 12.2 และ Microsoft Excel ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลและอ่านผลลัพธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้นในเบื้องต้นเพื่อให้เกิดความสะดวกและลดเวลาในการทำงานแก่ผู้จัดตารางสอบ ลดปัญหาการตรวจสอบการทับซ้อนกันของนักศึกษา ช่วงเวลา และช่วยทำให้เกิดตารางสอบที่เหมาะสมโดยมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด

1.2 จุดประสงค์

1. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาเงื่อนไขให้ใน 1 ห้องสามารถสอบได้หลายวิชา และเงื่อนไข 1 วิชาสามารถแบ่งสอบได้หลายห้อง

2. เชื่อมโยงวิธีการหาคำตอบเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel ซึ่งทำให้สะดวกและง่ายสำหรับผู้ใช้งาน

1.3 ขอบเขต

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ ภายใต้ขอบเขตและปัจจัยที่กำหนดขึ้น สำหรับการจัดตารางสอบกลางภาคการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยโปรแกรมที่นำมาใช้ในการแก้สมการ คือ IBM ILOG CPLEX 12.2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

1. เพื่อให้การสอบในแต่ละครั้งเกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด

2. Program Computer สำหรับการจัดตารางสอบทำให้การจัดตารางสอบมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้นซึ่งทำให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูลและการอ่านผลของผู้ใช้

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัย ศิลปากร

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้นำเสนอเนื้อหาทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) กำหนดการเชิงเส้น (Linear programming) การกำหนดงาน (Assignment) พร้อมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่จะกล่าวต่อไป

สำนักหอสมุดกลาง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

เป็นรูปแบบที่ใช้มากที่สุดในการวิจัยการดำเนินงาน ซึ่งอยู่ในรูปของสมการและอสมการต่าง ๆ เช่น

$$P = f(D_i, X_i)$$

P คือค่าผลงานของระบบ (system's overall performance) โดยมาถือเป็นค่าฟังก์ชันเพื่อการหาผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ (objective function) คือให้กำไรสูงสุด หรือค่าใช้จ่ายต่ำสุด

D_i คือตัวแปรหลัก (decision variable) ซึ่งเป็นค่าที่กำหนดขึ้นหรือควบคุมได้ (controllable variable) เช่น ราคา ปริมาณการสั่งซื้อ งบประมาณ เส้นทาง เป็นต้น จัดเป็นแนวทางปฏิบัติที่เลือกกระทำได้

X_i คือตัวแปรอิสระ (independent variable) เป็นองค์ประกอบของระบบที่ไม่อยู่ภายใต้การกำหนดหรือการควบคุม (uncontrollable variable) แต่มีผลกระทบกระเทือนกับผลลัพธ์ของระบบ เช่น ราคาของคู่ต่อสู้ฝ่ายตรงข้าม ระดับความต้องการสินค้า นโยบายของรัฐบาล การกระทำหรือเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกระบบ

จากข้อมูลหรือตัวแปรต่าง ๆ การหาผลลัพธ์ของระบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ให้ค่าของระบบสูงสุดหรือต่ำสุดตามแต่กรณีแสดงเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรหลักและตัวแปรอิสระ

2.1.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming)

เป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดทั้งขนาด ปริมาณ และขอบเขตของการใช้งาน ที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งสิ้น โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด (optimal) เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและแนวทางการดำเนินงานอื่น ๆ ที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุดต่อระบบนั้น ๆ โดยมีเงื่อนไขที่กำหนดให้

รูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming) มีโครงสร้างดังนี้

1. มีสมการกำหนดเป้าหมาย (objective function) คือสมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน กำไร ฯลฯ เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด (maximize, minimize)

2. มีสมการแสดงขอบข่าย (constraints) ซึ่งแสดงความจำกัดของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรืออสมการ (inequality)

3. ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการต่าง ๆ ของรูปแบบแทนระบบต้องมีลักษณะเชิงเส้นตรง (linear from) คือตัวแปรทุกตัวในสมการเป้าหมายและสมการหรืออสมการของขอบข่ายจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นกำลังเดียวกัน (โดยมากเป็นกำลังหนึ่ง)

4. ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

จากรูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงนี้ จะเห็นได้ว่าตัวค่าวัดผลการดำเนินงาน จะได้จากสมการกำหนดเป้าหมายซึ่งเราจะต้องพยายามหาค่าเป็นไปได้ตามเป้าหมายโดยเทคนิคที่มีอยู่ ตัวแปรต่าง ๆ จะเป็นตัวแทนจำนวนปริมาณหรือค่าของปัจจัยที่มีอยู่จำกัดโดยการกำหนดของสมการหรืออสมการในขอบข่ายของปัญหา ผลการวิเคราะห์จะได้เป็นค่าของตัวแปรที่จะนำไปตัดสินใจเพื่อดำเนินการให้ได้ตามเป้าหมาย

ตัวอย่างรูปแบบแทนระบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อให้หาค่าของตัวแปร เช่น $\mathbf{X_1, X_2,..., X_n}$ ที่ให้ผลการดำเนินงานที่มีค่าสูงสุดตามสมการเป้าหมายดังนี้

สมการเป้าหมาย : Max Z = $C_1X_1 + C_2X_2 + \text{---} + C_nX_n$

สมการหรืออสมการขอบข่าย :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \text{---} + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$A_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \text{---} + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \text{---} + a_{mn}X_n \leq b_m$$

$$X_i \geq \qquad ; \qquad i = 1,2,\ldots, n$$

โดยมี $Z = F(X_i)$ เป็นสมการเป้าหมาย

X_i เป็นค่าตัวแปรที่แทนค่าของปัจจัย

a_{ij}, C_j เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่

b_j เป็นปริมาณทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในแต่ละกิจการซึ่งมีค่าคงที่

ในตัวอย่างนี้เรามีตัวแปรที่จะสามารถเลือกเปลี่ยนได้อยู่ n ตัว การเพิ่มค่าตัวแปรตัวหนึ่งตัวใดมีผลทำให้ตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันลดค่าลงไปด้วยภายใต้ขอบข่ายที่กำหนดเป็นสมการหรืออสมการ โดยเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์คือ = (เท่ากับ), $\leq$ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) และ $\geq$ (มากกว่าหรือเท่ากับ)

2.1.3 การกำหนดงาน (Assignment)

การกำหนดงาน (Assignment) หมายถึง การแจกแจงจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดจากแหล่งทรัพยากรต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพต่างๆ กัน ไปสู่จุดหมายที่ได้กำหนดไว้แล้ว ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในการกำหนดงานนี้ ปกติแล้วจะต้องแจกแจงให้แต่ละแหล่งทรัพยากรได้รับการจัดสรรกำหนดไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่งเท่านั้น และแต่ละจุดหมายจะต้องได้รับทรัพยากรจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเท่านั้นเช่นกัน ซึ่งเงื่อนไขที่กล่าวมานี้ ย่อมหมายความว่า ในกระบวนการกำหนดงานนี้จะต้องมีจำนวนแหล่งทรัพยากรเท่ากับจำนวนจุดหมายพอดี เช่น ถ้าต้องการกำหนดงานให้คนงาน 4 คน ไปทำงานให้แล้วเสร็จ โดยให้การทำงานนั้นสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ในการนี้งานที่จะกำหนดให้คนงานไปทำ ก็จะต้องมี 4 งานด้วย โดยคนงานแต่ละคนจะต้องทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงงานเดียวเท่านั้น และงานแต่ละงานก็จะต้องกำหนดให้คนงานคนใดคนหนึ่งเพียงคนเดียวเป็นผู้ทำงานนั้นจนกว่าจะแล้วเสร็จ จะแบ่งงานกันทำไม่ได้ ซึ่งการกำหนดงานเช่นนี้มีลักษณะเป็น “การกำหนดงานแบบหนึ่งต่อหนึ่ง” (one-to-one assignment)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

M. Dimopoulou and P. Miliotis. [3] ออกแบบการดำเนินงานของระบบ PC-based computer เพื่อช่วยในการผสมผสานระหว่างหลักสูตรของมหาวิทยาลัยและตารางสอบ ซึ่งมีความยุ่งยากของข้อจำกัด ข้อจำกัดของห้องเรียน ความยืดหยุ่นในการเพิ่มทางเลือกของนักเรียนในหมวดวิชา ซึ่งเป็นปัญหาที่ยากมากโดยระบบจะใช้ IP model ซึ่งจะกำหนดหมวดวิชาไปยังตารางเวลาและ

ห้อง สร้างข้อจำกัดให้สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ระบุไว้โดยผู้ใช้ การรายงานที่สะดวก และให้ผลลัพธ์อยู่ในรูปแบบของตาราง เป็นเครื่องมือที่พร้อมให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ง่าย การ

แสดงข้อมูลทั้งหมดจะช่วยให้ผู้ใช้ประเมินคุณภาพของตารางรูปแบบการเขียนโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับการจัดสรรกลุ่มวิชา ไปยังกลุ่มเวลา โดยมีเงื่อนไขความพึงพอใจสูงสุด กำหนดระดับความพึงพอใจของครูผู้สอนให้มีความเหมาะสมกับค่าสัมประสิทธ์เป้าหมาย เมื่อบางครั้งมีความขัดแย้งของเงื่อนไขการจัดตารางจะต้องตัดสินใจว่าเงื่อนไขใดเป็นความพึงพอใจโดยการปรับวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมการจัดกลุ่มของปัญหา ซึ่งระบบที่เสนอนั้นสามารถประยุกต์ใช้ทั้งสำหรับการจัดหมวดวิชาและตารางสอบ โดยจะแสดงผลของคำตอบออกมาในรูปแบบอย่างง่าย ๆ เป็นการแก้ปัญหามีความยืดหยุ่นและเป็นการทดสอบหลาย ๆ ทางเลือกซึ่งเป็นทางเลือกอย่างง่าย และช่วยให้การจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรของสถาบันการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

Abdelaziz Dammak, Abdelkarim Elloumi and Hichem Kamoun [4] ได้พิจารณาปัญหาในการกำหนดชุดของการสอบ ซึ่งมีการกำหนดขนาดไปยังชุดของห้องสอบโดยมีขนาดที่แน่นอน กำหนดปัญหาให้เป็น 0 และ 1 โดย ILP สองกรณี กรณีที่แรกแต่ละห้องสอบมีได้เพียง 1 วิชา และกรณีที่สองเป็นรูปแบบของปัญหาการขนส่ง และได้เสนอการทำงานทั้งสองแบบในการพิจารณาปัญหาการจัดตารางสอบโดยใช้หลาย heuristics บนพื้นฐาน graph coloring คำตอบที่ได้ตารางต้องไม่มีการทับซ้อนกัน โดยผลที่ได้ช่วยลดขนาดของปัญหาโดยการใช้ heuristics อย่างง่ายในการพัฒนาหาคำตอบปัญหาการมอบหมาย วิชา ห้อง ซึ่งสามารถจัดได้เพียงหนึ่งวิชาต่อหนึ่งห้องเท่านั้น ในกรณีนี้ไม่พิจารณาหาคำตอบในกรณีมากกว่า 2 วิชาต่อ 1 ห้อง ซึ่งอาจสร้างปัญหาสำหรับผู้คุมสอบ และในที่นี้ไม่ได้รับประกันว่าเงื่อนไขดังกล่าวจะเป็นไปได้ ซึ่งอุปสรรคหลักของ Heuristics นี้ อาจมีคำตอบของปัญหาภายใต้เงื่อนไขให้มี 1 หรือ 2 วิชาต่อ 1 ห้องและในการแก้ปัญหาพบว่าล้มเหลว ในกรณีนี้สามารถใช้วิธี Branch and Bound ซึ่งเชื่อมั่นว่าจะสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้สามารถใช้เป็นหัวข้อในการวิจัยในอนาคต

Mujgan Sagir and Zehra Kamisli Ozturk [5] ได้ศึกษาปัญหาการจัดตารางสำหรับผู้คุมสอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลรวมภาระงานที่สูงที่สุดของผู้คุมสอบและงานที่ผู้คุมสอบไม่ต้องการ ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาโดยใช้ Multi-Objective และ Integer linear programming โดยพิจารณาเงื่อนไข ดังนี้ ในแต่ละช่วงเวลาผู้คุมสอบแต่ละคนสามารถคุมสอบได้ไม่เกิน 1 วิชา, ในแต่ละวิชาผู้ที่ถูกมอบหมายไปแต่ละวิชาจะต้องเท่ากับผู้ที่ต้องการคุมสอบในแต่ละวิชานั้น, ผู้คุมสอบ

จะถูกกำหนดด้วยความสามารถของแต่ละคน ซึ่งผลที่ได้พบว่าสามารถลอดภาระงานของผู้คุมสอบและลดงานที่ผู้คุมสอบไม่ต้องการได้

M.N.M. Kahar and G. Kendall [6] ศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบที่มหาวิทยาลัยปาหังในประเทศมาเลเซียโดยการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้ด้วยวิธี Heuristics กับคำตอบของซอฟต์แวร์ที่มีอยู่เดิม ซึ่งพิจารณาเงื่อนไขที่ยังไม่เคยมีในแบบจำลองมาก่อนหน้านี้ คือ พิจารณาลดระยะห่างระหว่างห้องสอบและลดการแยกสอบหลายห้องในการกำหนดปัญหา พัฒนาด้วยวิธีการ Heuristics ในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ ซึ่งคำตอบที่ได้ให้คำตอบที่ดีกว่าได้จากการใช้ซอฟต์แวร์ที่ใช้อยู่ของมหาวิทยาลัย

Luca Di Gaspero and Andrea Schaerf [7] ศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบของมหาวิทยาลัยโดยพิจารณาเงื่อนไขการทับซ้อนของการสอบของนักศึกษาให้มีการกระจายการสอบที่เหมาะสม และคำนึงถึงความจุของห้องเรียน ได้แสดงวิธีการหาคำตอบ โดยเซตของตัวแปรที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการอยู่บนพื้นฐานของ Tabu search และจากค้นคว้า ยังมีคุณลักษณะสำคัญหลายอย่างเกี่ยวกับปัญหา graph colouring ทำการทดสอบทั้งตามเกณฑ์และแบบสุ่ม แล้วทำการเปรียบเทียบผลสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบด้วยวิธีการหาคำตอบ Tabu Search เปรียบเทียบกับวิธีการที่มีอยู่ พบว่าผลที่ได้ไม่เป็นที่น่าพอใจในทุก ๆ กรณี แต่มีแผนปรับปรุงในหลายๆวิธีในอนาคต ดังนี้

1. ใช้วิธีการทางวิศวกรรมและ Optimize
2. ปรับแต่งช่วงและกำหนดตัวแปรให้ครอบคลุม สำหรับทุก ๆ กรณี
3. ใช้เทคนิคการแบ่งขนาดตามแบบของ Burke and Newall สำหรับกรณีใหญ่

นอกจากนี้ยังพบว่าผลลัพธ์ในเบื้องต้นได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างมากและเป็นพื้นฐานวิธีการที่ดีที่ใช้สำหรับปรับปรุงในอนาคตเป้าหมายในระยะยาวมีแผนเพิ่มความสัมพันธ์ดังนี้

1. มีการปรับปรุงและเพิ่มวิธีการแบบอื่นที่ต่างจาก Tabu Search
2. ปรับปรุงเงื่อนไขความสัมพันธ์ให้มีความซับซ้อนมากขึ้น ที่จริงแล้วมีหลายความสัมพันธ์เสนอในรูปแบบ Graph Corouring ซึ่งสามารถปรับใช้ในปัญหานี้ได้

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเห็นว่าปัญหาการจัดตารางสอบเป็นปัญหาที่มีกระบวนการจัดการที่ยากและมีความแต่ต่างกันไปตามแต่ละสถาบันการศึกษา จะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบเกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย พัฒนาแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ความ

ต้องการของปัญหา เช่น M. Dimopoulou and P. Miliotis. [3] ใช้วัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบโดยคำนึงถึงความพึงพอใจสูงสุด Mujgan Sagir and Zehra Kamisli Ozturk [5] มีวัตถุประสงค์เพื่อลดภาระงานของผู้คุมสอบและลดงานที่ผู้คุมสอบไม่ต้องการ และ M.N.M. Kahar and G. Kendall [6] มีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะห่างระหว่างห้องสอบและการแยกสอบในหลายห้องให้มีจำนวนห้องน้อยที่สุด เป็นต้น และในบางงานวิจัยได้ใช้เงื่อนไขในการกำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหา ได้แก่ Abdelaziz Dammak et al. [4] ใช้เงื่อนไขให้จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนสอบในแต่ละวิชาจะต้องไม่เกินความจุของห้องสอบและจัดได้ไม่เกิน 1 วิชา และ Luca Di Gaspero and Andrea Schaerf [7] แต่ละวิชาจะต้องถูกจัดให้ลงห้องใดห้องหนึ่งและจัดได้ไม่เกิน 1 วิชา เป็นต้น จากงานวิจัยที่ศึกษาเรื่องปัญหาการจัดตารางสอบดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าเป้าหมายของการศึกษาของแต่ละท่านจะแตกต่างกันไปตามความต้องการของเงื่อนไขและปัญหาของแต่ละที่ อีกทั้งวิธีการในการแก้ปัญหานั้นก็แตกต่างกันไป เช่น M. Dimopoulou and P. Miliotis. [3] และ Mujgan Sagir and Zehra Kamisli Ozturk [5] ใช้วิธีการของ Integer linear programming (ILP), Abdelaziz Dammak et al. [4] และ M.N.M. Kahar and G. Kendall [6] ใช้วิธีการของ Heuristic , Tabu search [7], Genetic Algolithm [12], Memetic Algolithm [8] ในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ รวมทั้งปัญหาการจัดตารางสอน [9, 10, 11] และอื่น ๆ ก็มีลักษณะเงื่อนไขความต้องการปัจจัยและความสัมพันธ์ที่พิจารณาคล้ายคลึงกับปัญหาการจัดตารางสอบ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้แก้ปัญหาร่วมกันได้

สำหรับปัญหาการจัดตารางสอบที่ผู้ศึกษาได้นำเสนอในงานวิจัยฉบับนี้เป็นปัญหาที่แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาก่อนหน้านี้ คือ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาเงื่อนไขให้ 1 ห้องสามารถจัดให้สอบได้หลายวิชาและเงื่อนไข 1 วิชาสามารถแบ่งสอบได้หลายห้อง โดยรูปแบบของปัญหาอยู่ในรูปแบบของ Integer linear programming (ILP)

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบ ซึ่งแก้ปัญหาโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการหาคำตอบ การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหานี้จะต้องทำการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานโดยมีลำดับดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษารูปแบบและวิธีการจัดตารางสอบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

3.2 วิเคราะห์ปัญหา

3.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

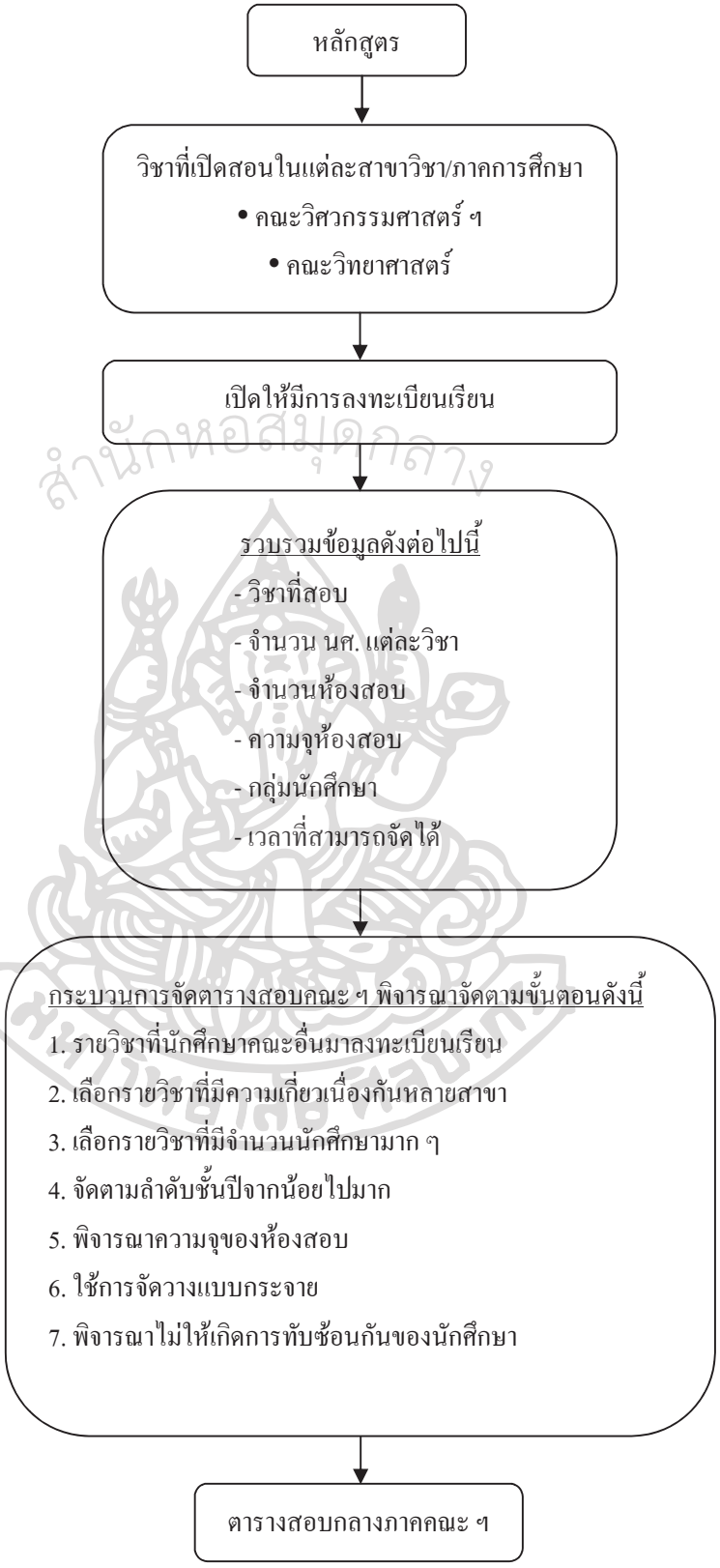
3.4 ศึกษาและเลือกวิธีการหาคำตอบ

3.5 สร้างโปรแกรมและทดลองใช้

3.6 เปรียบเทียบวิธีการและคำตอบระหว่างแบบใหม่กับแบบเดิม

3.1 ศึกษารูปแบบและวิธีการจัดตารางสอบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ศึกษารูปแบบการจัดตารางสอบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยใช้วิธีการสอบถามผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดตารางสอบกลางภาค คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการดังแสดงในแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการจัดตารางสอบกลางภาคของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ฯ

จากภาพที่ 1 แสดงกระบวนการจัดตารางสอบกลางภาคของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยเริ่มจากแต่ละสาขาวิชาส่งข้อมูลรายวิชาที่จะเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาไปยังงานบริหารการศึกษา เพื่อเปิดให้นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนในแต่ละภาคการศึกษานั้น ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยรายวิชาของคณะ ฯ และรายวิชาพื้นฐานของคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการลงทะเบียนของนักศึกษาจะทำให้ทราบจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชาว่ามีจำนวนเท่าใด จากนั้นต้องมีข้อมูลการจัดตารางสอบในรายวิชาพื้นฐานของคณะวิทยาศาสตร์ก่อน เพราะเป็นวิชาที่มีหลายคณะเรียนรวมกันได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์ เภสัชศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ฯ จึงจำเป็นต้องให้คณะวิทยาศาสตร์จัดตารางสอบก่อน ซึ่งจะทำให้เราทราบข้อมูลช่วงเวลาที่เหลืออยู่ จากนั้นจึงเป็นกระบวนการจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ฯ โดยปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

1. วิชาที่เปิดสอบ
2. จำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชา
3. ห้องสอบที่สามารถใช้ได้
4. ความจุของห้องสอบ
5. กลุ่มนักศึกษาในแต่ละรายวิชา
6. เวลาที่สามารถจัดได้

ซึ่งข้อมูลดังที่กล่าวมานั้นเป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการจัดตารางสอบและกระบวนการจัดตารางสอบคณะ ฯ ได้มีการพิจารณาจัดตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ลำดับที่ 1 จะพิจารณาเลือกจัดรายวิชาที่นักศึกษาคณะอื่นมาลงทะเบียนเรียนในรายวิชาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ฯ มาทำการจัดก่อน เพราะจะต้องมีการจัดส่งข้อมูลตารางสอบให้แก่คณะอื่นไปทำการจัดตารางสอบต่อไป

ลำดับที่ 2 พิจารณาเลือกรายวิชาที่มีความเกี่ยวเนื่องกันหลายสาขา ตัวอย่างเช่น ในรายวิชาเขียนแบบ จะประกอบไปด้วยนักศึกษาจากสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมเคมี ซึ่งในวิชาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันหลายสาขาดังกล่าวจะถูกเลือกนำมาจัดเป็นลำดับที่สอง

ลำดับที่ 3 พิจารณาเลือกรายวิชาที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนเป็นจำนวนมาก มาทำการจัดลงในตารางสอบก่อน

ลำดับที่ 4 พิจารณาเลือกรายวิชาทีจะจัดตามลำดับชั้นปี จากชั้นปีที่ 1 จนถึงชั้นปีที่ 4

ลำดับที่ 5 จากลำดับที่ 1-4 เป็นลำดับขั้นตอนการเลือกรายวิชามาทำการจัดตารางสอบ ในลำดับที่ 5 จำต้องพิจารณาถึงจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชาที่ถูกจัดลงในแต่ละห้องสอบ จะต้องไม่เกินความจุของห้องสอบนั้น ๆ

ลำดับที่ 6 ใช้การจัดวางแบบกระจายให้เต็มช่วงสัปดาห์ของการสอบในแต่ละชั้นปี

ลำดับที่ 7 พิจารณาไม่ให้เกิดการทับซ้อนกันของนักศึกษา

จากลำดับขั้นตอนการจัดตารางสอบกลางภาคของคณะ ฯ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีความยุ่งยากเนื่องจากมีจำนวน 12 สาขา รายวิชาประมาน 200 รายวิชาซึ่งเป็นกระบวนการจัดทำด้วยมือไม่โปรแกรมใด ๆ ช่วยในการประมวลผลและจะใช้เวลาในการดำเนินงานประมาณ 2 สัปดาห์ กว่ากระบวนการจัดตารางสอบจึงจะแล้วเสร็จและจะต้องมีการจัดทำอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบจะเป็นประโยชน์ต่อผู้จัดตารางสอบเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะทำให้กระบวนการจัดตารางสอบมีการทำงานที่ง่าย สะดวก และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

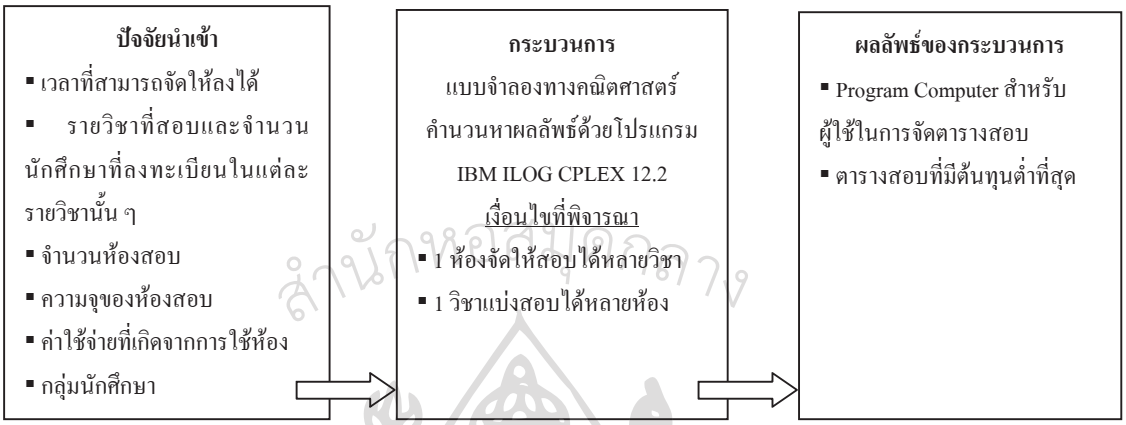
3.2 วิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาข้อมูลทำให้ผู้ศึกษาพบว่าในการจัดตารางสอบมีประเด็นปัญหาที่น่าสนใจในการศึกษาอยู่ 3 ประเด็นดังนี้

1. เวลาที่ใช้ในการจัดตารางสอบ
2. เครื่องมือช่วยในการจัดตารางสอบ
3. ต้นทุนที่เกิดจากการใช้ห้องสอบ

จากการศึกษาพบว่ากระบวนการการจัดตารางสอบนั้นมีความยุ่งยาก และใช้เวลาในการจัดซึ่งทางคณะ ฯ จะใช้เวลาในการจัดตารางสอบประมาณ 2 สัปดาห์ อีกทั้งการจัดตารางสอบนั้นมีข้อมูลและหลายปัจจัยที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการพิจารณาการจัดตารางสอบ ซึ่งพบว่าทางคณะ ฯ ทำการจัดตารางสอบโดยมีได้มีโปรแกรมใด ๆ ช่วยในการประมวลผลของคำตอบ จึงทำให้ล่าช้าและสูญเสียเวลาไปในกระบวนการการจัดตารางสอบนี้ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเห็นว่าหากมีเครื่องมือหรือโปรแกรมช่วยในการจัดตารางสอบจะทำให้ลดเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้นและในการจัดสอบแต่ละครั้งจะต้องมีต้นทุนเกิดขึ้นเนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรเกิดขึ้น แต่เดิมผู้จัดตารางสอบมิได้นำต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาการจัดตารางสอบ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้คำนึงถึงเรื่องต้นทุนที่จะต้องเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ห้องสอบอีกด้วย เพราะหากมีการพิจารณาในเรื่องต้นทุนจะทำให้ทางคณะ ฯ ลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลง อีกทั้งยังช่วยให้การใช้ห้องสอบนั้นเกิดประโยชน์เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพราะการจัดตารางสอบที่

ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงนำประเด็นปัญหาดังกล่าวมาใช้ในกระบวนการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะแสดงถึงปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณา กระบวนการ และผลลัพธ์ของกระบวนการ



ภาพที่ 2 แสดงแนวคิดของการศึกษาประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ของกระบวนการ

จากแผนภาพที่ 2 แสดงแนวคิดของการศึกษาประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ของกระบวนการ ซึ่งปัจจัยนำเข้าที่นำมาใช้พิจารณาการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบได้แก่ เวลาที่สามารถจัดให้ลงได้ รายวิชาที่สอบและจำนวนนักศึกษา ที่ลงทะเบียนในแต่ละรายวิชานั้นๆ กลุ่มของนักศึกษา จำนวนห้องสอบ ความจุของห้องสอบ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ห้อง จากนั้นจึงทำการศึกษาวิธีการและเลือกวิธีการหาคำตอบ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวนหาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรม IBM ILOG OPL 12.2 โดยเงื่อนไขที่พิจารณา คือ 1 ห้องสอบจัดให้สอบได้หลายวิชา และ 1 วิชาแบ่งสอบได้หลายห้อง ซึ่งผลลัพธ์ของกระบวนการจะอยู่ในรูปแบบของ Program Computer โดยใช้ สำหรับผู้ใช้ในการจัดตารางสอบ ตารางสอบที่มีต้นทุนต่ำที่สุด

3.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การจัดตารางสอบเป็นการจัดวิชาไปยังห้องสอบในช่วงเวลาของการสอบ การสอบกลางภาคจะมีช่วงเวลาของการสอบ 9 วัน ซึ่งในการแบ่งช่วงเวลาของการจัดตารางสอบในหนึ่งวันจะแบ่งคาบของการสอบออกเป็นคาบละ 3 ชั่วโมง ดังนั้นใน 1 วันแต่ละห้องสอบจะถูกจัดให้มีการสอบได้สองช่วงเวลา ในการจัดสรรวิชาที่สอบไปยังห้องสอบ ซึ่งในแต่ละวิชาจะมีขนาดของจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนจะมีขนาดแตกต่างกันออกไป ขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง แต่ละวิชาจะถูกจัดสรรไปยังห้องสอบ ในแต่ละห้องสอบจะมีความจุของที่นั่งที่มีขนาดแตกต่างกันเพื่อใช้สำหรับรองรับจำนวนนักศึกษา ซึ่งจำนวนนักศึกษาที่ถูกจัดสรรลงไปในแต่ละห้องสอบ จะต้องไม่เกินความจุของห้องสอบนั้น ๆ บางห้องอาจจะถูกจัดสรรวิชาสอบลงไปในห้องสอบเดียวกันได้หลายวิชา มากเท่าที่ความจุของห้องสอบนั้นจะรองรับได้สำหรับกรณีที่นักศึกษาในแต่ละวิชานั้น ๆ มีจำนวนน้อย แต่ในกรณีที่วิชาสอบนั้นมีนักศึกษาจำนวนมาก ห้องสอบ 1 ห้องไม่สามารถจะรองรับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดได้ นักศึกษาในรายวิชานั้นจะถูกจัดสรรกระจายไปยังห้องสอบหลายห้องจนกว่าจะเพียงพอสำหรับจำนวนนักศึกษาในวิชานั้นได้แต่จะต้องอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันทุกห้อง และในการจัดตารางสอบสิ่งที่สำคัญอย่างมากคือ จะต้องไม่เกิดการซ้ำซ้อนกันของนักศึกษา ซึ่งหมายถึงในช่วงเวลาเดียวกันนักศึกษาแต่ละกลุ่มจะถูกจัดให้สอบได้ไม่เกิน 1 วิชาเท่านั้น และในการสอบแต่ละครั้งจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ห้องสอบเกิดขึ้น แต่ละห้องจะอัตราค่าห้องต่าง ๆ กันตามขนาดของห้อง หากการจัดตารางสอบพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นด้วย ก็จะทำให้การสอบแต่ละครั้งเกิดค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ดังนั้นผู้ศึกษาจึงใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา โดยกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่จะใช้ในการพิจารณาการจัดตารางสอบดังต่อไปนี้ เวลา รายวิชาที่สอบ จำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชานั้น ๆ จำนวนห้องสอบ ความจุของห้องสอบ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ห้อง และกลุ่มนักศึกษา จากนั้นจึงทำการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจซึ่งตัวแปรตัดสินใจจะเป็นตัวตัดสินใจว่าวิชาใดจะถูกจัดไปยังห้องสอบใดและในช่วงเวลาใด ตัวแปรตัดสินใจจะตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้วัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่ผู้ศึกษาได้กำหนดขึ้นซึ่งผู้ศึกษาได้กำหนดให้วัตถุประสงค์ของสมการมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ในแต่ละห้องสามารถจัดให้สอบได้มากกว่า 1 วิชา
2. ในวิชาที่มีนักศึกษาจำนวนมากสามารถถูกจัดลงห้องสอบได้มากกว่า 1 ห้อง
3. แต่ละวิชาต้องถูกจัดให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน
4. ความจุของห้องสอบต้องสามารถรองรับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนได้
5. ในช่วงเวลาเดียวกันนักศึกษาจะถูกจัดให้สอบได้ไม่เกิน 1 วิชา
6. ทุกวิชาต้องถูกจัดลงตารางสอบ

3.4 ศึกษาและเลือกวิธีการหาคำตอบ

งานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ภายใต้วัตถุประสงค์และเงื่อนไขข้อจำกัดที่กำหนดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นในหัวข้อที่ 3.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

3.5 สร้างโปรแกรมและทดลองใช้

เมื่อได้วิธีการศึกษาและเลือกวิธีการหาคำตอบของกระบวนการแล้วจากนั้นจึงเป็นขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ใช้ โดยทำการเชื่อมโยง IBM ILOG CPLEX 12.2 สร้างวิธีการใช้งานทั้งรูปแบบการป้อนข้อมูลและรูปแบบการแสดงผล ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลและอ่านผลลัพธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น

3.6 เปรียบเทียบวิธีการและคำตอบวิธีการใหม่และวิธีการเดิม

ทำการเปรียบเทียบวิธีการใหม่กับวิธีการเดิม เพื่อเลือกวิธีการและคำตอบที่เหมาะสมสำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ กรณีศึกษา : คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
การวิจัยและอภิปรายผล

4.1 อธิบายปัญหาการจัดตารางสอบ

ปัญหาการจัดตารางสอบเป็นการจัดสรรวิชาที่สอบไปยังห้องสอบและช่วงเวลา ซึ่งเป็นการจัดสรรงานที่มีรูปแบบหลายมิติ การจัดตารางสอบเป็นการจัดสรรวิชาเรียนที่ถูกกำหนดให้สอบห้องสอบซึ่งแต่ละห้องจะถูกกำหนดด้วยความจุของห้องและอัตราค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง ช่วงเวลาของการสอบกลางภาคจะถูกกำหนดให้มีการสอบเป็นเวลา 9 วัน และนักศึกษาจะขึ้นอยู่กับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละรายวิชานั้นซึ่งจำนวนดังกล่าวนั้นในแต่ละสาขาวิชาจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มตามชั้นปีตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 จนถึงชั้นปีที่ 4 แล้วจึงจัดสรรข้อมูลต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นลงในตาราง การจัดตารางสอบเป็นการจัดสรรวิชาที่สอบไปยังห้องสอบ โดยจำนวนนักศึกษาที่ถูกจัดลงในแต่ละห้องจะต้องไม่เกินความจุของห้องสอบนั้น ๆ ซึ่งแต่ละวิชาสามารถถูกจัดให้กระจายไปสอบได้หลายห้องจนกว่าจะเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาในรายวิชานั้น ๆ หรือในแต่ละห้องสามารถถูกจัดให้สอบได้หลายวิชา แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็จะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของห้องสอบ และจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการสอบ คือ นักศึกษาในแต่ละรายวิชาจะต้องถูกจัดให้สอบพร้อมกันทั้งหมด อีกทั้งนักศึกษาจะต้องถูกจัดให้สอบได้เพียง 1 วิชาในแต่ละช่วงเวลาจึงจะไม่ทำให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของตารางสอบ

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบซึ่งจะช่วยให้กระบวนการการจัดตารางสอบมีการจัดการที่ดีขึ้น ซึ่งแม้ว่าผลของกรณีศึกษาอาจจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมด แต่สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การแก้ปัญหาการจัดตารางสอบเกิดความสะดวกแก่ผู้จัดมากยิ่งขึ้น ลดปัญหาการตรวจสอบการทับซ้อนกันของนักศึกษาในแต่ละช่วงเวลา และทำให้การจัดสอบแต่ละครั้งมีต้นทุนเกิดขึ้นต่ำที่สุดโดยมีเงื่อนไขและข้อจำกัดในการพิจารณาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบดังจะกล่าวต่อไป

ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ผู้ศึกษาได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบซึ่งได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 แบบซึ่งทั้งสองแบบจะมีวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่คล้ายกันแต่จะมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปความแตกต่างของทั้งสองสมการ

รายละเอียด	แบบที่ 1	แบบที่ 2
1. วัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด	✓	✓
2. ตัวแปรตัดสินใจ		
Binary	✓	✓
Integer		✓
3. พารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการ		
C_j แทนค่าใช้จ่ายของห้อง (บาท)	✓	✓
b_j แทนความจุของห้อง	✓	✓
a_i แทนจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i	✓	✓
G_{is} กลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i	✓	✓
4. เงื่อนไขที่พิจารณา		
ในแต่ละห้องสามารถจัดให้สอบได้มากกว่า 1 วิชา	✓	✓
ในแต่ละวิชาสามารถถูกจัดลงห้องสอบได้มากกว่า 1 ห้อง		✓
5. หาคำตอบโดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2	✓	✓
6. คำตอบที่ได้		
ค่าใช้จ่าย	✓	✓
รูปแบบตารางสอบ	✓	✓

สำนักหอสมุดกลาง

จากตารางที่ 1 สรุปความแตกต่างทั้งสองสมการ จากการที่ผู้ศึกษาทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งสองแบบอันเนื่องมาจากในเบื้องต้นในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบที่ 1 นั้นได้พิจารณาเพียงเงื่อนไขเดียวคือ 1 ห้องสามารถจัดให้สอบได้หลายวิชาแต่ทั้งนี้ในปัญหาจริงที่เกิดขึ้นนั้นยังมีปัญหาในกรณีที่ห้องสอบห้องหนึ่งไม่สามารถรองรับจำนวนนักศึกษาได้ทั้งหมดจึงจำเป็นจะต้องกระจายให้สอบหลายห้องดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้ทำการศึกษาต่อโดยเพิ่มเงื่อนไข ใน 1 วิชาสามารถถูกจัดได้หลายห้อง ดังจะแสดงไว้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบที่ 2 และในแบบที่ 2 จะพิจารณาทั้งสองเงื่อนไขจึงทำให้เกิดสมการขึ้นมา 2 แบบซึ่งในแต่ละแบบมีรูปสมการที่แตกต่างกันดังจะแสดงไว้ในหัวข้อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบที่ 1 วัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดและพิจารณาเงื่อนไขใน 1 ห้องสอบสามารถจัดให้สอบได้หลายวิชา สามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. กำหนดตัวแปรต่างๆสำหรับการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์

กำหนดดัชนี

i คือ วิชาที่สอบ โดยที่ i = 1, 2, …, n

j คือ ห้องสอบโดยที่ j = 1, 2, …, m

k คือ ช่วงเวลา k = 1, 2, …, p

s คือ กลุ่มนักศึกษา s = 1, 2, …, r

กำหนดพารามิเตอร์

C_j ค่าใช้จ่ายของห้อง j

b_j ความจุของห้อง

a_i จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i

G_{is} กลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{ijk} = 1 เมื่อวิชา i ถูกกำหนดไปยังห้อง j ในช่วงเวลา k , 0 กรณีอื่น

U_{jk} = 1 เมื่อห้อง j ในช่วงเวลา k ถูกใช้ , 0 กรณีอื่น

2. สมการเป้าหมาย

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{p} C_j * U_{jk} \qquad (1)$$

สมการที่ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์สมการจะกำหนดให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดเพื่อให้เกิดค่าใช่จ่ายที่ต่ำที่สุด

3. สมการเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ijk} \leq 2 \quad ;\forall j \forall k \qquad (2)$$

สมการที่ (2) เป็นสมการที่กำหนดให้ในแต่ละห้องถูกจัดให้สอบได้สูงสุดกี่วิชา ในที่นี้กำหนดให้ไม่เกิน 2 วิชา

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ijk} * a_i \leq b_j * U_{jk} \quad ;\forall j \forall k \qquad (3)$$

สมการที่ (3) เป็นสมการที่กำหนดให้ความจุของห้องสอบต้องสามารถรองรับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนได้

$$\sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{p} X_{ijk} \quad 1 \quad ;\forall i \qquad (4)$$

สมการที่ (4) เป็นสมการที่กำหนดให้แต่ละวิชาต้องถูกจัดลงห้องใดห้องหนึ่ง

$$\sum_{i\ 1}^{n}\sum_{j\ 1}^{m} X_{ijk} * G_{is} \leq 1 \qquad ;\forall k \forall s \qquad (5)$$

สมการที่ (5) เป็นสมการที่กำหนดให้ในช่วงเวลาเดียวกันนักศึกษาจะถูกจัดให้สอบได้ไม่เกิน 1 วิชา

$$X_{ijk}, U_{jk} \quad \in \{0,1\} \qquad (6)$$

สมการที่ (6) เป็นสมการที่กำหนดให้ X_{ijk} และ U_{jk} มีสมาชิกเป็น 0 และ 1

ตัวอย่างการแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบที่ 1

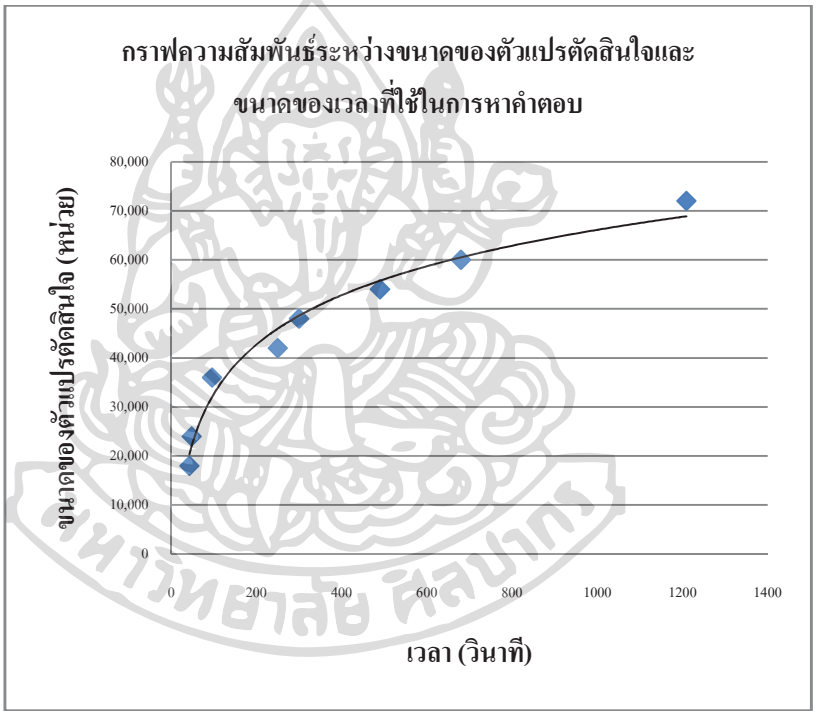
เป็นการแสดงตัวอย่างการหาคำตอบของปัญหา โดยใช้แบบจำลองแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบสามมิติ i x j x k เป็นตัวอย่างปัญหาการจัดตารางสอบโดยการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ดังต่อไปนี้ในการจัดการสอบซึ่งจะมีข้อมูลที่จะเป็นต้องใช้ดังต่อไปนี้ กรณีนี้จะกำหนดให้ใช้ห้องสอบทั้งหมด 10 ห้อง มีวิชาที่สอบ 25 วิชา ในช่วงเวลา 5 วันซึ่งจะแบ่งช่วงเวลาเป็นช่วงเช้าและช่วงบ่ายดังนั้นจะมีช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวน 10 ช่วงเวลาคือตั้งแต่ k1 ถึง k10 ความจุของห้องเรียน ค่าใช้จ่ายห้องเรียน วิชาที่สอบ กลุ่มนักศึกษาที่สอบและจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชา ดังแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 2 แสดงวันเวลาและห้องสอบในแต่ละวิชา (แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 1)

ห้องสอบ	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์	
	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
1										
2					B		I			A
3										
4					R		Y	S		
5		Q								
6								K		D
7									V	
8			T		O,P	F,G	M			
9		C,J		L,X		E,N			U	
10										H,W

จากผลการคำนวนโดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ในการหาคำตอบจะได้ตารางสอบดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะแสดงวันเวลาและห้องสอบในแต่ละวิชา ซึ่งนอกจากโปรแกรมยังช่วยตรวจสอบการซ้อนทับของกลุ่มนักศึกษาแล้วยังช่วยในการคำนวนเรื่องค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากตารางดังกล่าวจะคำนวนเลือกใช้ห้องในการจัดสอบที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,710 บาท

จากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาผลลัพธ์ของสมการโดยการเพิ่มจำนวนทรัพยากร (ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ) เพื่อศึกษาว่าหากมีการเพิ่มจำนวนของทรัพยากรแล้วในผลต่อการหาผลลัพธ์ของสมการหรือไม่ โดยทำการศึกษาวิเคราะห์ผลของคำตอบที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลาที่ให้ในการหาคำตอบ



ภาพที่ 3 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ ทำให้ผู้ศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนวิชาที่สอบ (การเพิ่มขนาดของปัญหา) ส่งผลต่อเวลาในการหาคำตอบของสมการ นั้นคือแสดงให้เห็นว่าหากหลักสูตรและจำนวนนักศึกษามีการเพิ่มจำนวนขึ้นความยุ่งยากและซับซ้อนในการหาคำตอบจะแปรผันตามการเพิ่มขนาดของปัญหา

แบบที่ 2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยพิจารณาเงื่อนไขให้ใน 1 ห้องสามารถสอบได้หลายวิชา และเงื่อนไข 1 วิชาสามารถแบ่งสอบได้หลายห้อง และเชื่อมโยงวิธีการหาคำตอบเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel ซึ่งทำให้สะดวกและง่ายสำหรับผู้ใช้งาน

1. กำหนดตัวแปรต่างๆสำหรับการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์

กำหนดดัชนี

i คือ วิชาที่สอบ โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, n$

j คือ ห้องสอบ โดยที่ $j = 1, 2, \ldots, m$

k คือ ช่วงเวลา โดยที่ $k = 1, 2, \ldots, p$

s คือ กลุ่มนักศึกษา $s = 1, 2, \ldots, r$

กำหนดพารามิเตอร์

C_j แทนค่าใช้จ่ายของห้อง (บาท)

b_j แทนความจุของห้อง

a_i แทนจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i

G_{is} กลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา i

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{ijk} = จำนวนนักศึกษาในวิชา i ที่ถูกจัดไปยังห้อง j ในช่วงเวลา k

U_{jk} = 1 เมื่อห้อง j ในช่วงเวลา k ถูกใช้ , 0 กรณีอื่น

Y_{ik} = 1 เมื่อวิชา i ถูกจัดไปยังช่วงเวลา k , 0 กรณีอื่น

W_{ij} = จำนวนนักศึกษาในวิชา i ที่ถูกจัดไปยังห้อง j

2. สมการเป้าหมาย

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{p} C_j * U_{jk} \quad (1)$$

สมการที่ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์สมการจะกำหนดให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด

3. สมการเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ijk} \leq b_j * U_{jk} \quad ; \forall j \forall k \quad (2)$$

สมการที่ (2) เป็นสมการที่กำหนดให้จำนวนนักศึกษาต้องไม่เกินความจุของห้องสอบ

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ijk} = a_i * Y_{ik} \quad ; \forall i \forall k \quad (3)$$

สมการที่ (3) เป็นสมการเพื่อกำหนดให้จำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชาที่ถูกกระจายไปในแต่ละห้องสอบผลรวมจะต้องเท่ากับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชานั้น ๆ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัย ศิลปากร

$$\sum_{k\ 1}^{p} X_{ijk} \qquad W_{ij} \qquad ;\forall i\forall j \qquad (4)$$

สมการที่ (4) เป็นสมการที่แปลงค่า X_{ijk} ให้อยู่ในรูปแบบสองมิติ W_{ij} เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านข้อมูล

$$\sum_{k\ 1}^{p} Y_{ik} \quad = \quad 1 \qquad ; \forall i \qquad (5)$$

สมการที่ (5) เป็นสมการที่กำหนดให้แต่ละวิชาต้องถูกจัดให้อยู่ในช่วงเวลา

$$\sum_{i\ 1}^{n} Y_{ik} * G_{is} \quad \leq \quad 1 \qquad ; \forall k \forall s \qquad (6)$$

สมการที่ (6) เป็นสมการที่กำหนดไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของนักศึกษา ในช่วงเวลาเดียวกันนักศึกษาจะถูกจัดให้สอบได้ไม่เกิน 1 วิชาเท่านั้น

$$X_{ijk} \quad \geq \quad 0 \qquad ; \text{ and integer} \qquad (7)$$

สมการที่ (7) จำนวนนักศึกษาในวิชา i ไปยังห้อง j ช่วงเวลา k ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และเป็นจำนวนเต็ม

$$U_{jk} \qquad \{0,1\} \qquad (8)$$

สมการที่ (8) U_{jk} จะมีค่าเป็น 1 เมื่อห้อง j ในช่วงเวลา k ถูกใช้ กรณีที่ไม่ถูกใช้จะมีค่าเป็นศูนย์

$$Y_{ik} \qquad \{0,1\} \qquad (9)$$

สมการที่ (9) Y_{ik} จะมีค่าเป็น 1 เมื่อวิชา i ถูกจัดไปยังช่วงเวลา k กรณีที่ช่วงเวลานั้นไม่ถูกเลือกจะมีค่าเป็นศูนย์

$$W_{ij} \quad \geq \quad 0 \qquad ; \text{ and integer} \qquad (10)$$

สมการที่ (10) W_{ij} จำนวนนักศึกษาในวิชา i ไปยังห้อง j

4.3 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาการจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ศึกษาจะทำการแก้ปัญหาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ออกแบบไว้ข้างต้นโดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 และการทดสอบนี้ใช้คอมพิวเตอร์สเปค Core i5 RAM 2 GB เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่ดีที่สุด สำหรับปัญหาที่นำมาแสดงอ้างอิงจากปัญหาจริงที่เกิดขึ้นคือ ใช้รายวิชาที่สอบภาคเรียนที่ 1 และ 2 ในปีการศึกษา 2554 ซึ่งในเบื้องต้นจะทำการแก้สมการโดยใช้ข้อมูลของ 2 สาขาวิชาคือ วิศวกรรมอุตสาหการและวิศวกรรมโลจิสติกส์ โดยมีห้องสอบที่สามารถจัดให้สอบได้จำนวน 33 ห้อง (j) และมีรายวิชาที่ถูกจัดให้สอบจำนวน 31 วิชาและ30 วิชา (i) ตามลำดับและมีช่วงเวลา (k) ในการสอบสองสัปดาห์ตั้งแต่วันเสาร์ – วันอาทิตย์ของสัปดาห์ต่อไป ดังนั้นจะมีช่วงเวลาในการสอบ 9 วัน และใน 1 วันจะแบ่งเป็นสองช่วงเวลา คือ ช่วงเช้าและ

ช่วงบ่าย ดังนั้นในการจัดตารางสอบจะมีช่วงเวลาทั้งหมด 18 ช่วงเวลา ตั้งแต่ k=1,….,k=18 ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอบ โดยมีรูปแบบข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 6

ตัวอย่างชุดข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ (ข้อมูลจริงทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ข) ซึ่งชุดข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้สำหรับส่งข้อมูลเข้าไปในโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 จะอยู่ในชุดข้อมูล .dat ซึ่งจะมีหน้าต่างสำหรับ input data ซึ่งผู้ศึกษาได้อธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

สำนักหอสมุดกลาง

ตารางที่ 3 กลุ่มนักศึกษา

กลุ่มที่ (G)	นักศึกษา
1	สาขาอุตสาหการชั้นปีที่ 1 (IE1)
2	สาขาอุตสาหการชั้นปีที่ 2 (IE2)
3	สาขาอุตสาหการชั้นปีที่ 3 (IE3)
4	สาขาอุตสาหการชั้นปีที่ 4 (IE4)
5	สาขาการจัดการและโลจิสติกส์ชั้นปีที่ 1 (ML1)
6	สาขาการจัดการและโลจิสติกส์ชั้นปีที่ 2 (ML2)
7	สาขาการจัดการและโลจิสติกส์ชั้นปีที่ 3 (ML3)
8	สาขาการจัดการและโลจิสติกส์ชั้นปีที่ 4 (ML4)

จากตารางที่ 3 กำหนดให้สัญลักษณ์ G เป็นตัวแทนของกลุ่มนักศึกษา เพื่อใช้ในการกำหนดชุดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างรายวิชากับกลุ่มนักศึกษา

ตารางที่ 4 ตัวอย่างแสดงวิชาที่สอบกลุ่มนักศึกษาที่สอบและจำนวนนักศึกษาในแต่ละรายวิชา

ลำดับ	รหัส	ชื่อวิชา (i)	กลุ่ม G_{is}								จำนวน
			IE1	IE2	IE3	IE4	ML1	ML2	ML3	ML4	(a_i)
1	614111-	ENGINEERING MATERIALS	1	0	0	0	1	0	0	0	266
2	614112	ENGINEERING DRAWING	0	0	0	0	0	1	0	0	221
3	614201-	ENGINEERING MECHANICS II	0	1	1	1	0	0	0	0	85
4	614202	MECHANICS OF SOLID I	0	0	0	1	0	0	0	0	37
5	614213	ENGINEERING GRAPHICS	0	1	0	0	0	0	0	0	46
6	614301	FLUIDS MECHANICS	0	0	1	0	0	0	0	0	18
7	614311	TOOL ENGINEERING	0	0	1	0	0	0	0	0	83
8	614316	FOUNDRY ENGINEERING	0	0	0	1	0	0	0	0	3
9	614321	ENGINEERING ECONOMY	0	0	1	0	0	0	1	0	225
10	614341	INDUSTRIAL WORK STUDY	0	0	1	0	0	0	0	0	102

หมายเหตุ : ข้อมูลทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ข

จากตารางที่ 4 ตัวอย่างแสดงวิชาที่สอบโดยกำหนดสัญลักษณ์ i แทนรายวิชาที่สอบโดยที่ i = 1, 2, 3,…,18 กำหนดให้ G_{is} แทนชุดข้อมูลของวิชา i ที่มีกลุ่มนักศึกษา s เป็นผู้สอบ และ a_i แทนจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละวิชา i

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแสดงความจุของห้องสอบและค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง

ห้องที่ (j)	ห้อง	ความจุของห้อง (b_j) (หน่วย : คน)	ค่าใช้จ่าย (C_j) (หน่วย : บาท/ครั้ง)
1	ท.135	49	90
2	ท.136	49	90
3	ท.137	49	90
4	ท.138	49	90
5	ท.139	49	90
6	ท.142-3	68	120
7	ท.144-6	94	120
8	ท.513	68	135
9	ท.515	35	75
10	ท.539	60	120

หมายเหตุ : ข้อมูลทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ข

จากตารางที่ 5 ตัวอย่างแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องสอบซึ่งกำหนดด้วยสัญลักษณ์ j แทนห้องสอบแต่ละห้อง โดยที่ j = 1, 2, 3,…,10 กำหนดให้ความจุของห้องแทนด้วย b_j หน่วยเป็น (คน) และให้ค่าใช้จ่ายแทนด้วย C_j หน่วยเป็น (บาท/ครั้ง)

ตารางที่ 6 วันและเวลาของการสอบ

วันและเวลา	9.00 – 12.00 น.	13.00 – 16.00 น.
เสาร์ที่ 21 มกราคม 2555	k = 1	k = 2
อาทิตย์ที่ 22 มกราคม 2555	k = 3	k = 4
จันทร์ที่ 23 มกราคม 2555	k = 5	k = 6
อังคารที่ 24 มกราคม 2555	k = 7	k = 8
พุธที่ 25 มกราคม 2555	k = 9	k = 10
พฤหัสบดีที่ 26 มกราคม 2555	k = 11	k = 12
ศุกร์ที่ 27 มกราคม 2555	k = 13	k = 14
เสาร์ที่ 28 มกราคม 2555	k = 15	k = 16
อาทิตย์ที่ 29 มกราคม 2555	k = 17	k = 18

หมายเหตุ : ข้อมูลทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ข

จากตารางที่ 6 แสดงวันและช่วงเวลาของการสอบโดยจะกำหนดให้ k แทนช่วงเวลาของการสอบ โดยที่ k = 1, 2, 3,…, 18

4.4 การเขียนสมการในโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2

โปรแกรม CPLEX หรือ IBM ILOG CPLEX เป็น Solver ที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด รูปแบบของโปรแกรมจะประกอบได้ด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .MOD จะเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับประกาศตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสมการทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .DAT เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับใส่ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในสมการ

จากห้อข้อที่ 4.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์ สามารถนำมาเขียนให้อยู่รูปแบบของโปรแกรมซึ่งจะเขียนไว้ในหน้าต่างที่เป็น .MOD ได้ดังนี้

กำหนดตัวแปรดัชนี

```
int     nbexam =...;        //แทนจำนวนวิชาที่สอบ
int     nbroom = ...;       //แทนจำนวนห้องสอบ
int     nbperiod = ...;             //แทนช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบ
int     nbstudent =...;             //แทนกลุ่มของนักศึกษา
range       exam = 1..nbexam;
range       room = 1..nbroom;
range period = 1..nbperiod;
range student = 1..nbstudent;
```

กำหนดพารามิเตอร์

```
float C[room]=...;                  //แทนค่าใช้จ่ายแต่ละห้อง
float b[room]=...;                  //แทนความจุของห้องสอบ
float a[exam]=...;                  //แทนจำนวนนักศึกษาในแต่ละวิชา
float G[exam][student]=...;         //แทนเซตของวิชา i ที่กลุ่มนักศึกษา s เป็นผู้สอบ
```

กำหนดตัวแปรตัดสินใจ

```
dvar int+ X[exam][room][period];
dvar boolean U[room][period];
dvar boolean Y[exam][period];
dvar int+     W[exam][room];
```

สมการเป้าหมาย

```
dexpr float cost = sum(j in room, k in period) C[j]*U[j][k];
minimize
cost;                               //สมการเป้าหมาย     ค่าใช้จ่ายต่ำสุด
```

สมการเงื่อนไข

```
subject to {
    forall(j in room,k in period)
    sum (i in exam)
            X[i][j][k] <= b[j]*U[j][k];
    forall(i in exam,k in period)
    sum (j in room)
```

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

```
            X[i][j][k] == a[i]*Y[i][k ;
        forall(i in exam, j in room)
        sum(k in period)
            X[i][j][k] == W[i][j];
        forall(i in exam)
        sum(k in period)
            Y[i][k] == 1;
        forall(k in period,s in student)
        sum (i in exam)
        Y[i][k]*G[i][s] <= 1;
}
```

4.5 วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม

จำนวนตัวแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นตัวแปรตัดสินใจในการแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา ซึ่งในการศึกษาการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้นำผลลัพธ์จากการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2

Statistic	Value
Cplex	solution (optimal) with objective 3480
Constraints	2369
Variables	20590
Binary	1152
Integer	19437
Non-zero coefficients	59937
MIP	
Objective	3,480
Nodes	11322
Remaining nodes	0
Incumbent	3,480
Iterations	3929392
Solution pool	
Count	23
Mean objective	3,696.521739

ภาพที่ 4 แสดงผลการสรุปข้อมูลที่ได้จากการคำนวนของโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2

จากภาพที่ 4 เป็นภาพแสดงตัวอย่างผลการสรุปข้อมูลที่ได้จากการคำนวนของโปรแกรมจะแสดงคำตอบของค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 3,480 บาท จากตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 20,590 ตัวแปร โดยมีจำนวนรอบของการประมวลผล 3,929,392 รอบ โดยผลที่ได้อยู่ในรูปแบบ Integer และ Binary ดังจะกล่าวต่อไป

	วิชากับห้องสอบ	ท.135	ท.136	ท.137	ท.138	ท.139	ท.142-3	ท.144-6	ท.513	ท.515	ท.539
1	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	0	49	0	21	0	0	94	0	0	0
2	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION SY	0	0	0	0	49	0	88	0	29	0
3	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	0	0	0	0	49	0	84	0	35	0
4	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANAG	0	0	0	0	0	0	82	0	35	0
5	LOGISTICS SYSTEM DESIGN	0	0	0	0	0	0	84	0	35	0
6	PROCUREMENT MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	94	0	26	0
7	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
8	SELECTED TOPICS	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
9	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
10	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	47	0	0	0	0	0	79	0	0	0
11	PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	0	0	0	0	0	0	94	0	22	0
12	ENGINEERING STATISTICS	0	0	35	0	0	0	94	0	35	0
13	INDUSTRIAL COST ANALYSIS	0	0	0	0	0	0	83	0	35	0
14	MANUFACTURING PROCESSES	49	47	0	0	0	0	94	0	0	0
15	OPERATIONS RESEARCH I	0	0	0	0	0	0	94	0	26	0
16	SAFETY ENGINEERING	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0
17	INDUSTRIAL LAWS	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
18	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0

ภาพที่ 5 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใด

จากภาพที่ 5 เป็นตารางสอบที่บอกให้ทราบว่าวิชาใด อยู่ห้องใด และแต่ละห้องมีจำนวนนักศึกษาอยู่เท่าใด ตัวอย่างเช่น วิชาที่ 1. Logistics and supply chain management ถูกจัดให้สอบห้อง ท.136 จำนวน 49 คน, ห้อง ท.138 จำนวน 21 คน และห้อง ท. 144-6 จำนวน 94 คน และจะได้ตารางสอบที่แสดงว่าแต่ละวิชาสอบในช่วงเวลาใดดังจะแสดงในภาพที่ 5

	วิชากับเวลา	21 ม.ค. 2555		22 ม.ค. 2555		23 ม.ค. 2555		24 ม.ค. 2555	
		09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00
1	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	0	0	0	0	1	0	0	0
2	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION S	0	0	0	0	0	0	0	0
3	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	0	0	0	0	0	0	1	0
4	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANA	0	0	0	0	0	0	0	0
5	LOGISTICS SYSTEM DESIGN	1	0	0	0	0	0	0	0
6	PROCUREMENT MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0
7	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0
8	SELECTED TOPICS	0	0	0	0	0	0	0	0
9	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATIO	0	0	0	0	1	0	0	0
10	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATIO	0	0	0	0	0	0	0	1
11	PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	0	0	0	0	0	1	0	0
12	ENGINEERING STATISTICS	0	0	0	0	0	0	0	0
13	INDUSTRIAL COST ANALYSIS	0	0	0	0	0	0	0	0
14	MANUFACTURING PROCESSES	0	1	0	0	0	0	0	0
15	OPERATIONS RESEARCH I	0	0	0	0	0	0	0	0
16	SAFETY ENGINEERING	0	0	1	0	0	0	0	0
17	INDUSTRIAL LAWS	0	0	0	0	0	0	0	1
18	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพที่ 6 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาใด

จากภาพที่ 6 เป็นตารางสอบที่จะแสดงว่าวิชาใดสอบวันไหน จากภาพจะเห็นว่าช่วงเวลาใดที่ถูกเลือกจะกำหนดให้เป็น 1 ส่วนช่วงเวลาใดที่ไม่ถูกเลือกจะมีค่าเป็น 0 และเมื่ออ่านข้อมูลจากทั้งสองตารางจะให้คำตอบดังนี้ วิชาที่ 1. Logistics and supply chain management ถูกจัดให้สอบวันที่ 23 มกราคม 2555 เวลา 09:00 – 12:00 น. ห้อง ท.136 จำนวน 49 คน, ห้อง ท.138 จำนวน 21 คน และห้อง ท. 144-6 จำนวน 94 คน

4.6 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรมกับวิธีการเดิม

	ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
วิธีการ	ผลลัพธ์	เวลา	ผลลัพธ์	เวลา
วิธีการเดิม	9,070 บาท	-	6,915 บาท	-
โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	1,160 บาท	147 นาที	1,700 บาท	147.44 นาที
เปรียบเทียบคำตอบที่ได้	ลดลง 7,910 บาท 87.2%	เร็วกว่าเดิม	ลดลง 5,215 บาท 75.4%	เร็วกว่าเดิม

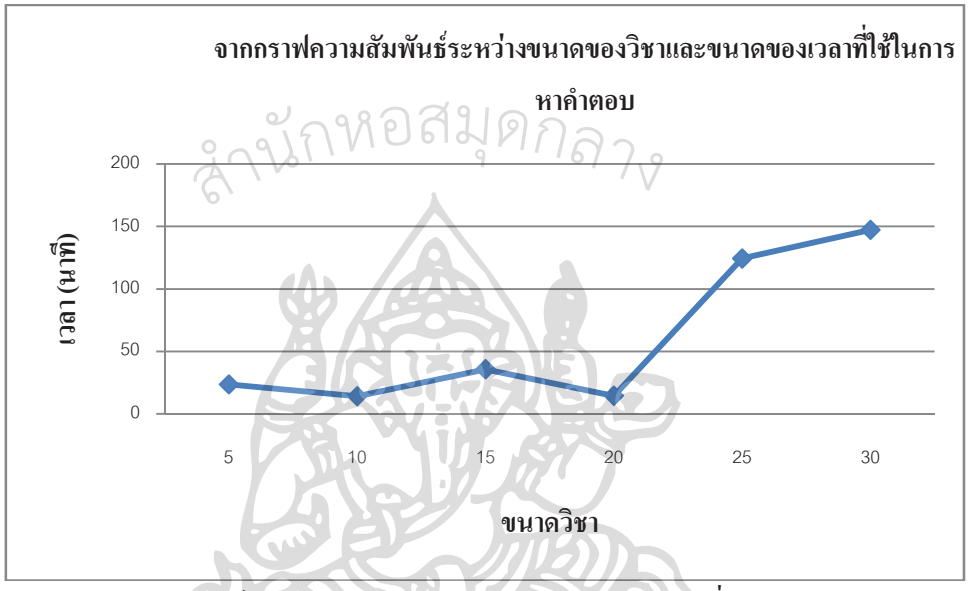
หมายเหตุ : ผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีการจะแสดงไว้ในภาคผนวก ข

จากตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรมกับวิธีการเดิมคือใช้ผู้จัด และวิธีการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 โดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากกรณีศึกษา พบว่าจากกรณีศึกษาภาคเรียนที่ 1 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้โปรแกรมนั้นมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีการเดิมอยู่ 7,910 บาท ซึ่งคิดเป็น 87.2% โดยใช้เวลาในการหาคำตอบ 147 นาที และจากกรณีศึกษาภาคเรียนที่ 2 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้โปรแกรมนั้นมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีการเดิมอยู่ 5,215 บาท ซึ่งคิดเป็น 75.4% โดยใช้เวลาในการหาคำตอบ 147.44 นาที จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 ตัวอย่างใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่าวิธีการเดิมดังนั้นจึงสามารถแสดงให้เห็นว่าวิธีการคำนวนโดยใช้โปรแกรมนั้นให้ผลคำตอบที่ดีกว่าวิธีการเดิมทั้งในด้านค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและเวลาที่ใช้ในการคำนวนหาผลลัพธ์

จากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาผลลัพธ์ของสมการโดยการเพิ่มจำนวนทรัพยากร (ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ) เพื่อศึกษาว่าหากมีการเพิ่มจำนวนของทรัพยากรแล้วในผลต่อการหาผลลัพธ์ของสมการหรือไม่ โดยทำการศึกษาวิเคราะห์ผลของคำตอบที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลาที่ให้ในการหาคำตอบ

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของตัวแปรตัดสินใจและขนาดของเวลา

Problem Size	Exam 5	Exam 10	Exam 15	Exam 20	Exam 25	Exam 30
Time 1	34.51	10.4	28.2	11.01	21.25	147
Time 2	12.45	17.67	43.07	17.82	227.39	147.44
Aver Time	23.48	14.035	35.635	14.415	124.32	147.22



ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของวิชาและขนาดของเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของวิชาและขนาดของเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ ทำให้ผู้ศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนวิชาที่สอบ (การเพิ่มขนาดของปัญหา) ส่งผลต่อเวลาในการหาคำตอบของสมการ นั้นคือแสดงให้เห็นว่าหากวิชาที่สอบและจำนวนนักศึกษามีการเพิ่มจำนวนขึ้นความยุ่งยากและซับซ้อนในการหาคำตอบจะแปรผันตามการเพิ่มขนาดของปัญหา

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาการจัดตารางสอบ เนื่องจากปัจจุบันการจัดตารางสอบเป็นการจัดทำด้วยผู้ใช้โดยที่ไม่ได้มีโปรแกรมหรือเครื่องมือใด ๆ ที่ช่วยในการจัดตารางสอบอีกทั้งปัจจุบันนักศึกษามีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณห้องเรียนและช่วงเวลาในการสอบมีอยู่อย่างจำกัด เมื่อมีความต้องการใช้ห้องเพิ่มจะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น หากปริมาณห้องสอบไม่เพียงพอจะต้องไปใช้ห้องสอบของคณะอื่นทำให้เกิดค่าใช้จ่ายและต้องใช้เวลาในการจัดการเพิ่มมากขึ้น การจัดตารางสอบมีหลายปัจจัยที่จะต้องพิจารณา อาทิเช่น จำนวนนักศึกษา ความจุของห้อง ค่าใช้จ่าย ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเห็นว่าหากมีโปรแกรมที่ช่วยในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบ จะทำให้การจัดตารางสอบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการใช้ห้องให้เกิดประโยชน์สูงสุดและค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เสนอการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้น (Linear programming) โดยกำหนดวัตถุประสงค์ให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด โดยมีข้อจำกัดที่ใกล้เคียงกับปัญหาจริงมากที่สุดคือ ไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของนักศึกษา ในแต่ละวิชาสามารถถูกจัดให้สอบได้หลายห้องและแต่ละห้องสามารถถูกจัดได้หลายวิชา โดยใช้กรณีศึกษาการจัดตารางสอบของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2554 ภาคเรียนที่ 1 และ 2 โดยทำการคำนวนผลการจัดตารางสอบที่ระดับสาขาวิชาจำนวน 31 วิชาและ 30 วิชาตามลำดับ ห้องสอบที่ใช้ในการคำนวน 33 ห้อง และเวลาที่ใช้เท่ากับเวลาที่ใช้ในการสอบจริงคือ 9 วัน

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาการจัดตารางสอบโดยใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ที่ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ Core i5 RAM 2 GB ในการหาผลลัพธ์ของสมการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่ผู้ศึกษานำมาพิจารณา และจากการหาผลลัพธ์ของสมการจากกรณีศึกษาภาคเรียนที่ 1 จากเดิมมีค่าใช้ในการสอบมีค่าเท่ากับ 9,070 บาท เมื่อทำการคำนวนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1,160 บาท ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 7,910 บาท และจากกรณีศึกษาภาคเรียนที่ 2 จากเดิมมีค่าใช้ในการสอบมีค่าเท่ากับ 6,915 บาท เมื่อทำการคำนวนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1,700 บาท ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 5,215 บาท และยังช่วยให้การจัดตารางสอบมีความสะดวก

รวดเร็วมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโปรแกรมใช้เวลาในการคำนวนหาผลลัพธ์ในเวลาไม่นานอีกทั้งผู้ศึกษายังได้ทำการเชื่อมโยง Microsoft Excel ออกแบบรูปแบบไว้สำหรับ Input และOutput ข้อมูลจึงทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและอ่านผลได้สะดวกและง่ายมากยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้สามารถนำหลักการและรูปแบบในการดำเนินการศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อีกหลายปัญหา เช่น ปัญหาการจัดตารางเรียน ปัญหาการจัดตารางเวลาในอุตสาหกรรม โรงพยาบาล และอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาเพิ่มเติมนั้นเป็นปัญหาที่สำคัญมากในการแข่งขันกันในเชิงอุตสาหกรรม เพราะการจัดสรรการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นแสดงถึงการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้นเอง

2. งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงแต่จะสามารถบอกให้คำตอบได้เพียงเท่าที่ได้กำหนดปัจจัยขึ้นเท่านั้น แต่ทั้งนี้ปัญหาการจัดตารางสอบยังไม่ครอบคลุมปัญหาจริงทั้งหมดในเรื่องของกลุ่มนักศึกษาจะต้องไม่เกิดการซ้ำซ้อนกันนั้น ซึ่งสามารถพัฒนา Input ข้อมูลเป็นแบบนักศึกษารายบุคคลเพราะในกรณีศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงนักศึกษาตกค้างเอาไว้ด้วย

3. งานวิจัยนี้ไม่ได้นำผู้คุมสอบมาพิจารณาด้วยซึ่งหากมีการพิจารณาปัจจัยนี้เพิ่มขึ้นโดยการจัดผู้คุมสอบไปพร้อมกันด้วย จะทำให้ครอบคลุมปัญหาการจัดตารางสอบมากยิ่งขึ้น

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัย ศิลปากร

รายการอ้างอิง

[1] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2540). **การวิจัยการดำเนินงาน.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[2] บุญสม ศิริโสภณา. (2554). **ปัญหาการกำหนดงาน ASSIGNMENT PROBLEM**. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม. เข้าถึงได้จาก http://www.eco.ru.ac.th/eco/article/Y6C2/Y6C2_09.pdf.

[3] M. Dimopoulou and P. Miliotis. (2001). "Implementation of a university course and examination timetabling system." **European Journal of Operational Research** 130: 202-213.

[4] Abdelaziz Dammak, Abdelkarim Elloumi and Hichem Kamoun. (2006). "Classroom assignment for exam timetabling." **Advances in Engineering Software** 37: 659–666.

[5] Mujgan Sagir and Zehra Kamisli Ozturk. (2010). "Exam scheduling: Mathematical modeling and parameter estimation with the Analytic Network Process approach." **Mathematical and Computer Modelling** 52: 930-941.

[6] M.N.M. Kahar et and G. Kendall. (2010). "The examination timetabling problem at Universiti Malaysia Pahang : of a constructive heuristic with an existing software solution." **European Journal of Operational Research** 207: 557–565.

[7] Luca Di Gaspero and Andrea Schaerf . (2001). "Tabu Search Techniques for Examination Timetabling." **Lecture Notes in Computer Science** 2079: 104-117.

[8] Edmund K. Burke, James P. Newall and Rupert F. Weare. (1996). "A Memetic Algorithm for University Exam Timetabling." **Springer-Verlag**: 241-250.

[9] Ching-Chin Chern, Pei-Szu Chien a and Shu-Yi Chen. (2008). "A heuristic algorithm for the hospital health examination scheduling problem." **European Journal of Operational Research** 186: 1137-1157.

[10] Ahmed Wasfy and Fadi A. Aloul. (2007). "Solving the University Class Scheduling Problem Using Advanced ILP Techniques." **a proceedings of IEEE GCC Conference in**

Bahrain. Department of Computer Engineering, American University of Sharjah (AUS), UAE.

[11] Janewit Nakasuwan, Piyawadee Srithip and Somrote Komolavanij. (1999). **"**Class Scheduling Optimization.**" Thammasa Itn t. J. Sc.Tech** 4, 2 (July).

[12] นายกิตติพงศ์ พลพิพัฒนพงศ์. (2550). "การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการตารางสอน ตารางสอบและทุนผู้ช่วยสอนในระดับภาควิชา." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัย ศิลปากร

สำนักหอสมุดกลาง

ภาคผนวก

สำนักหอสมุดกลาง

ภาคผนวก ก

การใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2

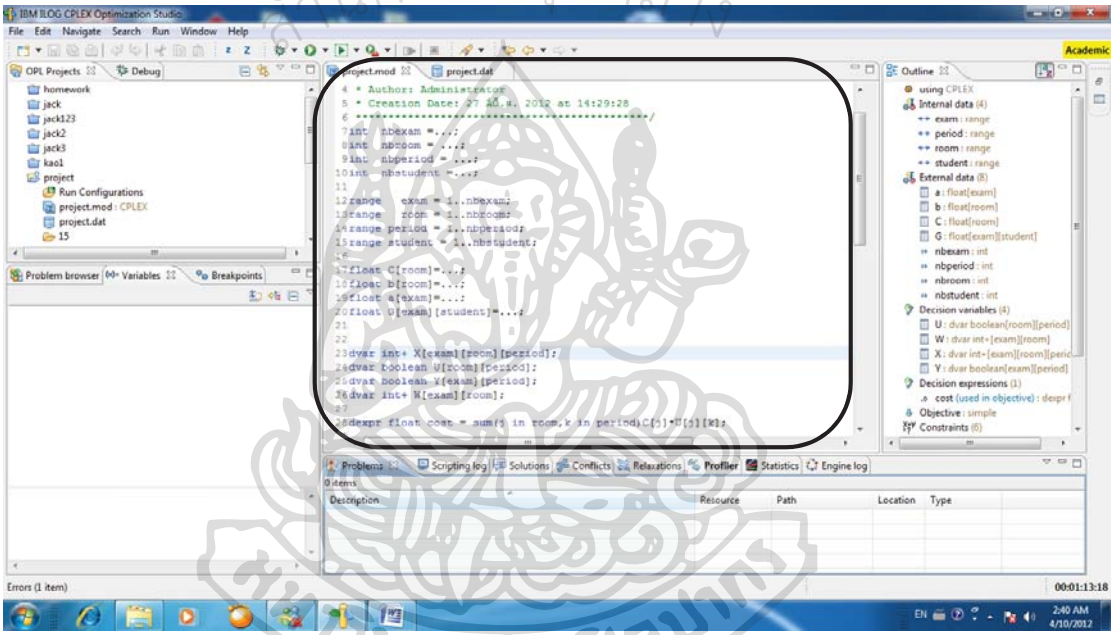
การใช้งานโปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2

โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้ศึกษาเลือกนำมาใช้ในการคำนวนหาผลลัพธ์ของสมการ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .MOD จะเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับประกาศตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสมการทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .DAT เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับใส่ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในสมการ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .MOD



ภาพที่ 8 แสดงหน้าต่างการสร้างคำสั่งใน .MOD

จากภาพที่ 8 จะแสดงหน้าต่างที่ไว้สำหรับเขียนคำสั่ง ซึ่งจากกรณีศึกษาการสร้างคำสั่งใน .MOD จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บรรทัดที่ 1 int nbexam =...; //แทนจำนวนวิชาที่สอบ

บรรทัดที่ 2 int nbroom = ...; //แทนจำนวนห้องสอบ

บรรทัดที่ 3 int nbperiod = ...; //แทนช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบ

บรรทัดที่ 4 int nbstudent =...; //แทนกลุ่มของนักศึกษา

บรรทัดที่ 5 range exam = 1..nbexam;

บรรทัดที่ 6 range room = 1..nbroom;

บรรทัดที่ 7 range period = 1..nbperiod;

```
range student = 1..nbstudent;
float C[room]=...;                  //แทนค่าใช้จ่ายแต่ละห้อง
float b[room]=...;                  //แทนความจุของห้องสอบ
float a[exam]=...;                  //แทนจำนวนนักศึกษาในแต่ละวิชา
float G[exam][student]=...;         //แทนเซตของวิชา i ที่กลุ่มนักศึกษา s เป็นผู้สอบ
dvar int+ X[exam][room][period];
dvar boolean U[room][period];
dvar boolean Y[exam][period];
dvar int+     W[exam][room];
dexpr float cost = sum(j in room, k in period) C[j]*U[j][k];
minimize
cost;
subject to {
        forall(j in room,k in period)
                sum (i in exam)         X[i][j][k] <= b[j]*U[j][k];
        forall(i in exam,k in period)
                sum (j in room)       X[i][j][k] == a[i]*Y[i][k ;
        forall(i in exam, j in room)
                sum(k in period)     X[i][j][k] == W[i][j];
        forall(i in exam)
                sum(k in period)     Y[i][k] == 1;
        forall(k in period,s in student)
                sum (i in exam) Y[i][k]*G[i][s] <= 1;
        }
```

จากชุดสมการดังกล่าวสามารถแปลความหมายได้ดังนี้

บรรทัดที่ 1-8 เป็นการประกาศตัวแปรดัชนี

exam	แทนวิชาที่สอบ i
room	แทนห้องสอบ j
period	ช่วงเวลา k
student	กลุ่มของนักศึกษา s

บรรทัดที่ 9-12 เป็นการประกาศตัวแปลพารามิเตอร์

C[room]	แทนค่าใช้จ่ายแต่ละห้อง C_j
b[room]	แทนความจุของห้องสอบ b_j
a[exam]	แทนจำนวนนักศึกษาในแต่ละวิชา a_i
G[exam][student]	แทนเซตของวิชา i ที่กลุ่มนักศึกษา s เป็นผู้สอบ G_{is}

บรรทัดที่ 13-16 เป็นการประกาศตัวแปรตัดสินใจ

dvar int+ X[exam][room][period];

เป็นการประกาศว่า X_{ijk} เป็นตัวแปรตัดสินใจที่มีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก

dvar boolean U[room][period];

ประกาศว่า U_{jk} เป็นตัวแปรตัดสินใจมีสมาชิกเป็น {0,1}

dvar boolean Y[exam][period];

ประกาศว่า Y_{ik} เป็นตัวแปรตัดสินใจมีสมาชิกเป็น {0,1}

dvar int+ W[exam][room];

ประกาศว่า W_{ij} เป็นตัวแปรตัดสินใจที่มีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก

บรรทัดที่ 17-19 เป็นสมการ Objective function

dexpr float cost = sum(j in room, k in period) C[j]*U[j][k];

minimize

cost;

ประกาศว่า cost แทนด้วยสมการอะไรในที่นี้แทนด้วย $\sum_{j\ 1}^{m} \sum_{k\ 1}^{p} c_j*U_{jk}$ และประกาศว่าให้สมการเป้าหมายมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดแทนด้วย minimize cost;

บรรทัดที่ 20 และ 31

บรรทัดที่ 20 ทุกครั้งจะต้องเปิดด้วย subject to { จะเป็นการใช้คำสั่งเพื่อให้ใส่สมการเงื่อนไข และปิดด้วย } ในบรรทัดสุดท้ายบรรทัดที่ 31

บรรทัดที่ 21 – 30 เป็นการใส่สมการเงื่อนไข

ยกตัวอย่างเช่น

$$\sum_{i\ 1}^{n} X_{ijk} \leq b_j*U_{jk} \ ;\forall j \forall k$$

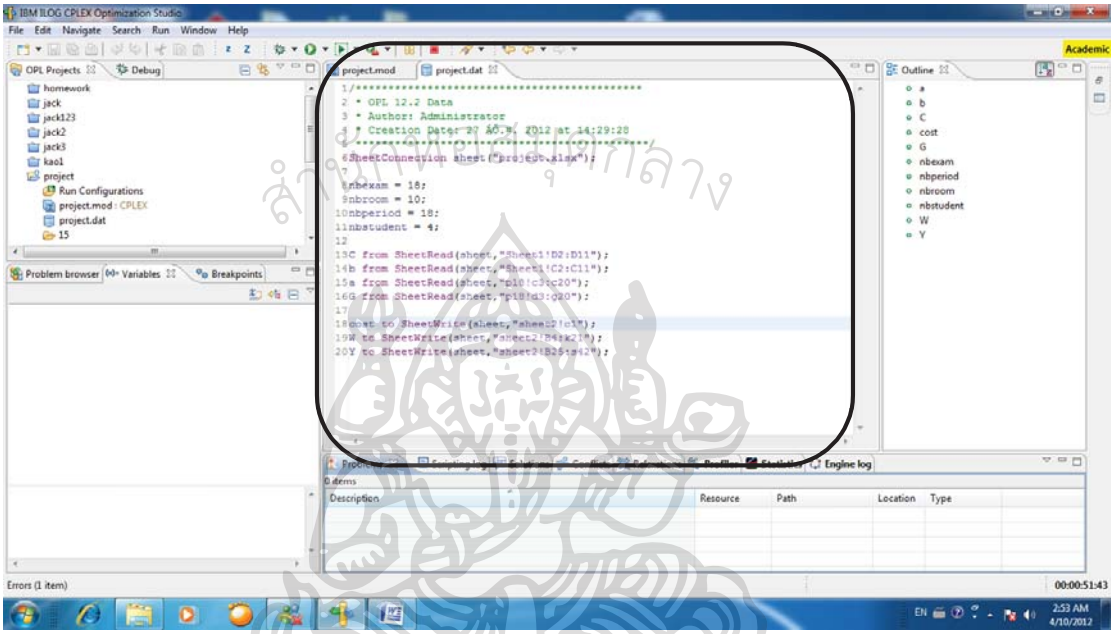
เป็นสมการเงื่อนไขที่บอกว่าจำนวนนักศึกษาต้องไม่เกินความจุของห้องสอบ แทนด้วย

บรรทัดที่ 21 forall(j in room,k in period)

บรรทัดที่ 22 sum (i in exam) X[i][j][k] <= b[j]*U[j][k];

เครื่องหมาย ; หมายถึงการจบคำสั่งใน 1 สมการ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร .DAT



ภาพที่ 9 แสดงหน้าต่างการสร้างคำสั่งใน .DAT

ภาพที่ 9 จะแสดงหน้าต่างที่ไว้สำหรับเขียนคำสั่งข้อมูลนำเข้า Input Data ซึ่งจากกรณีศึกษาการสร้างคำสั่งใน .DAT จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

SheetConnection sheet (“project.xlsx”); เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Excel ที่ชื่อว่า project.xlsx

nbexam = 18; บอกจำนวนวิชาที่จะใช้ในการจัดสอบทั้งหมดในที่นี้เท่ากับ 18 วิชา

nbroom = 10; บอกจำนวนห้องสอบทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวนที่นี้เท่ากับ 10 ห้อง

nbperiod = 18; บอกจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด เท่ากับ 18 ช่วง

nbstudent = 4; บอกจำนวนกลุ่มนักศึกษา เท่ากับ 4 กลุ่ม

C from SheetRead (sheet ,”Sheet1!D2:D11”); ภายใต้เครื่องหมาย “ ” บอกว่าค่าใช้จ่าย Cj อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า Sheet1 ตั้งแต่ cell D2:D11

b from SheetRead (sheet ,"Sheet1!C2:C11"); บอกว่าความจุห้อง bj อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า Sheet1 ตั้งแต่ cell C2:C11

a from SheetRead (sheet ,"p18!C3:C20");บอกว่าจำนวนนักศึกษา a_i อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า p18 ตั้งแต่ cell C3:C20

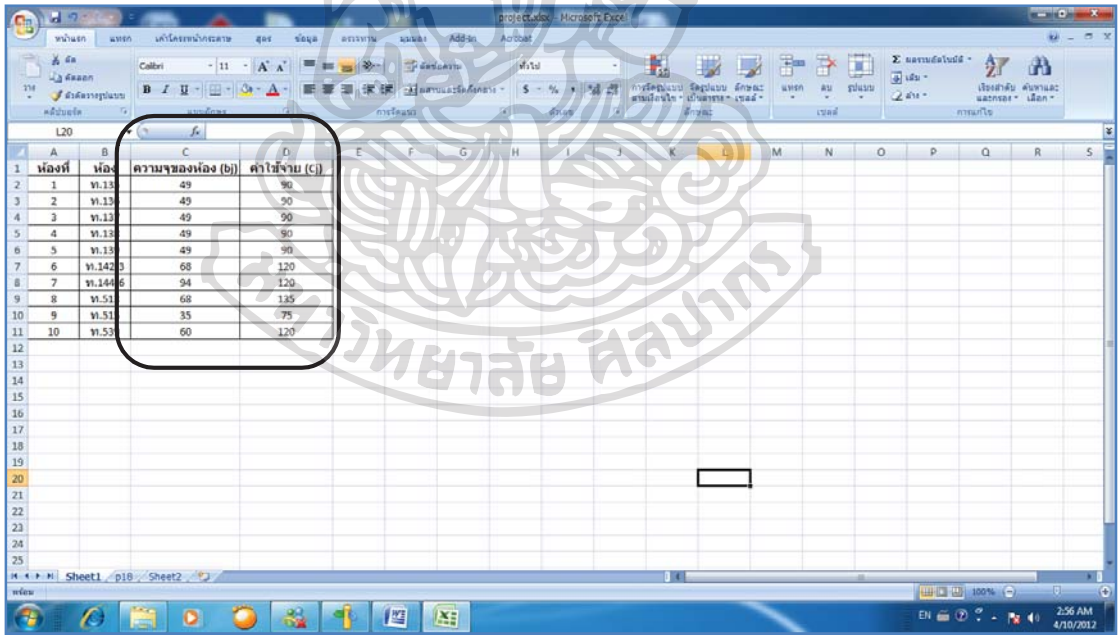
G from SheetRead (sheet ,"p18!D3:G20");บอกว่ากลุ่มนักศึกษา G_{is} อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า p18 ตั้งแต่ cell D3:G20

cost to SheetRead (sheet ,"Sheet2!C1");ให้ส่งข้อมูลค่าใช้จ่ายไปที่ Shee2 Cell C1

W to SheetWrite (sheet ,"Sheet2!B4:K21"); ให้ส่งข้อมูล W_{ij} ไปที่ Sheet2 Cell B4:K21

Y to SheetWrite (sheet ,"Sheet2!B25:S42"); ให้ส่งข้อมูล Y_{ik} ไปที่ Sheet2 Cell B25:S42

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า



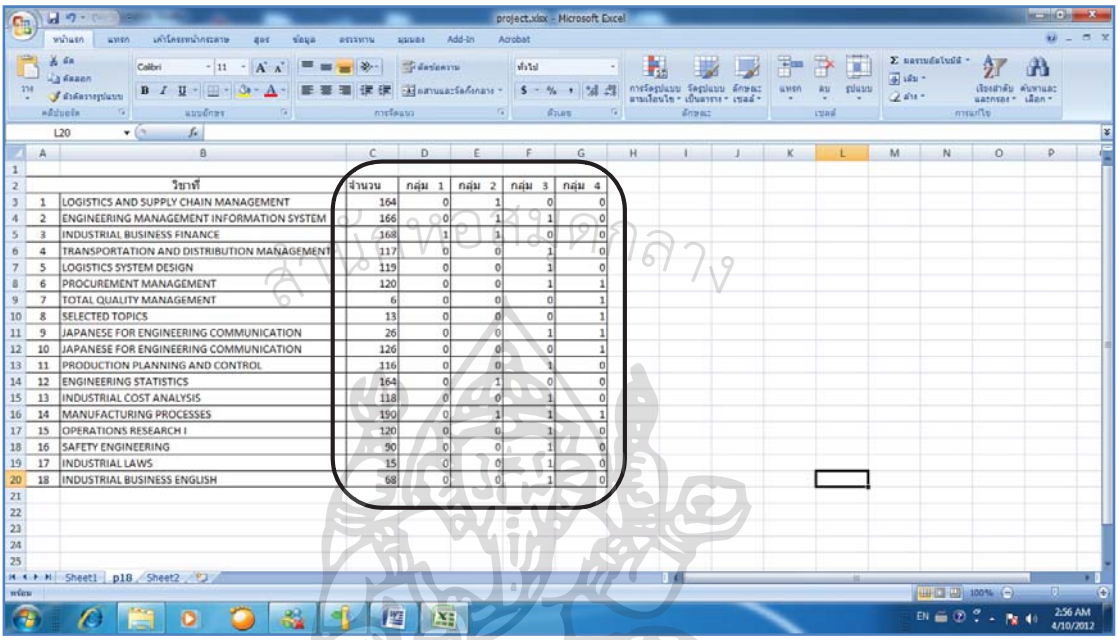
ห้องที่	ห้อง	ความจุของห้อง (bj)	ค่าใช้จ่าย (Cj)
1	ท.13	49	90
2	ท.13	49	90
3	ท.13	49	90
4	ท.13	49	90
5	ท.13	49	90
6	ท.1423	68	120
7	ท.1446	94	120
8	ท.51	68	135
9	ท.51	35	75
10	ท.53	60	120

ภาพที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ห้อง ความจุของห้อง และค่าใช้จ่าย

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างข้อมูลนำเข้าที่ได้ทำการออกแบบไว้ใน Microsoft Excel โดยใช้ชื่อเอกสาร project.xlsx ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่อยู่ใน Sheet1 ยกตัวอย่างดังนี้

C from SheetRead (sheet ,"Sheet1!D2:D11"); ภายใต้เครื่องหมาย " " บอกว่าค่าใช้จ่าย Cj อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า Sheet1 ตั้งแต่ cell D2:D11

b from SheetRead (sheet ,"Sheet1!C2:C11"); บอกว่าความจุห้อง bj อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า Sheet1 ตั้งแต่ cell C2:C11



		วิชาที่	จำนวน	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
3	1	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	164	0	1	0	0
4	2	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM	166	0	1	1	0
5	3	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	168	1	1	0	0
6	4	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANAGEMENT	117	0	0	1	0
7	5	LOGISTICS SYSTEM DESIGN	119	0	0	1	0
8	6	PROCUREMENT MANAGEMENT	120	0	0	1	1
9	7	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	6	0	0	0	1
10	8	SELECTED TOPICS	13	0	0	0	1
11	9	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	26	0	0	1	1
12	10	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	126	0	0	0	1
13	11	PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	116	0	0	1	0
14	12	ENGINEERING STATISTICS	164	0	1	0	0
15	13	INDUSTRIAL COST ANALYSIS	118	0	0	1	0
16	14	MANUFACTURING PROCESSES	190	0	1	1	1
17	15	OPERATIONS RESEARCH I	120	0	0	1	0
18	16	SAFETY ENGINEERING	90	0	0	1	0
19	17	INDUSTRIAL LAWS	15	0	0	1	0
20	18	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH	68	0	0	1	0

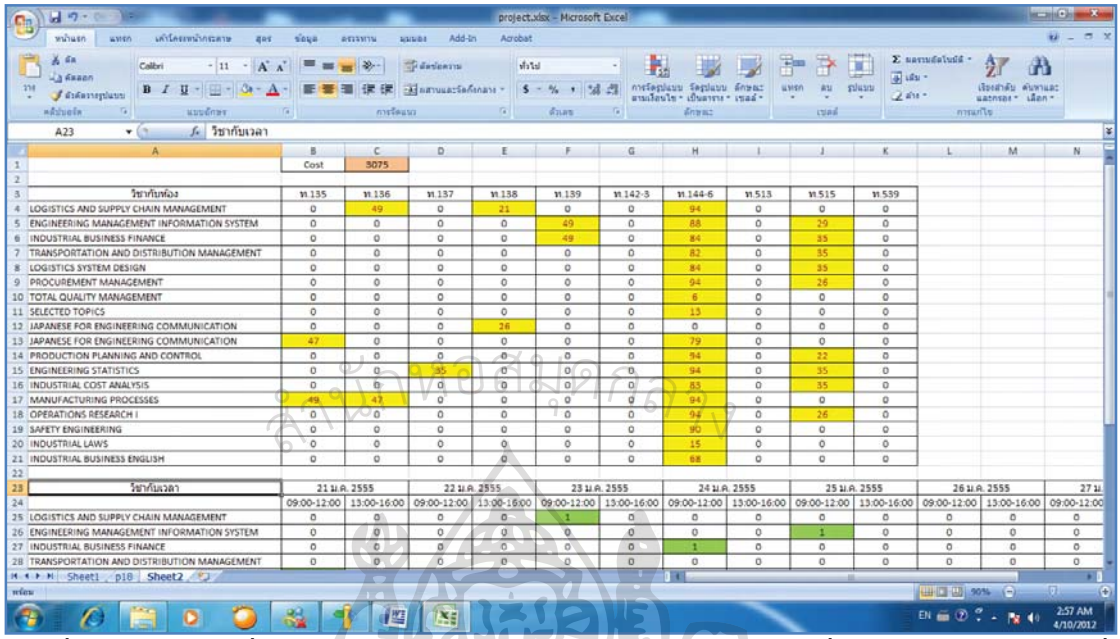
ภาพที่ 11 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ได้แก่ วิชาที่สอบ จำนวนนักศึกษา กลุ่มนักศึกษา

ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับ วิชาที่สอบ จำนวนนักศึกษา กลุ่มนักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้ใน Microsoft Excel โดยใช้ชื่อเอกสาร project.xlsx ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่อยู่ใน p18 ยกตัวอย่างดังนี้

a from SheetRead (Sheet ,"p18!C3:C20");บอกว่าจำนวนนักศึกษา a_i อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า p18 ตั้งแต่ cell C3:C20

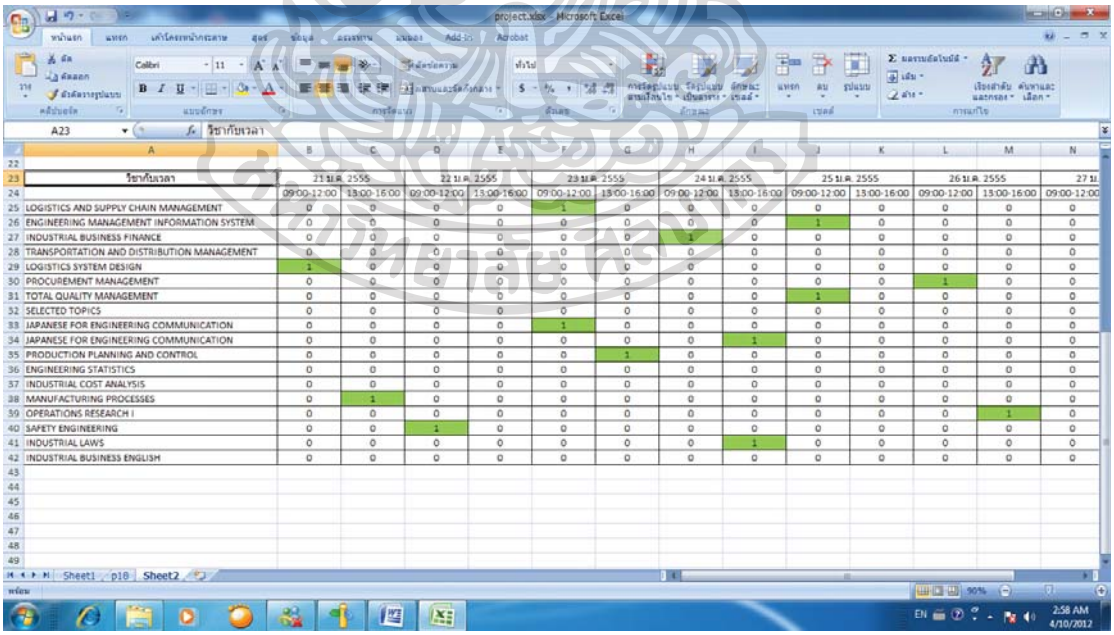
G from SheetRead (Sheet ,"p18!D3:G20");บอกว่ากลุ่มนักศึกษา G_{is} อ่านข้อมูลจาก Sheet ที่ชื่อว่า p18 ตั้งแต่ cell D3:G20

ตัวอย่างข้อมูลที่ส่งออกมา



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Cost	3075											
2														
3	วิชากับห้อง	ท.135	ท.136	ท.137	ท.138	ท.139	ท.142-3	ท.144-6	ท.513	ท.515	ท.539			
4	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	0	49	0	21	0	0	94	0	0	0			
5	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM	0	0	0	0	49	0	88	0	29	0			
6	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	0	0	0	0	49	0	84	0	35	0			
7	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	82	0	35	0			
8	LOGISTICS SYSTEM DESIGN	0	0	0	0	0	0	84	0	35	0			
9	PROCUREMENT MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	94	0	26	0			
10	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0			
11	SELECTED TOPICS	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0			
12	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0			
13	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	47	0	0	0	0	0	79	0	0	0			
14	PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	0	0	0	0	0	0	94	0	22	0			
15	ENGINEERING STATISTICS	0	0	35	0	0	0	94	0	35	0			
16	INDUSTRIAL COST ANALYSIS	0	0	0	0	0	0	83	0	35	0			
17	MANUFACTURING PROCESSES	49	42	0	0	0	0	94	0	0	0			
18	OPERATIONS RESEARCH I	0	0	0	0	0	0	94	0	26	0			
19	SAFETY ENGINEERING	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0			
20	INDUSTRIAL LAWS	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0			
21	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0			
22														
23	วิชากับเวลา	21 ม.ค. 2555		22 ม.ค. 2555		23 ม.ค. 2555		24 ม.ค. 2555		25 ม.ค. 2555		26 ม.ค. 2555		27 ม
24		09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00
25	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
27	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
28	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพที่ 12 ตารางสอบที่ได้จากการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2 ที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับห้องสอบ



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
22														
23	วิชากับเวลา	21 ม.ค. 2555		22 ม.ค. 2555		23 ม.ค. 2555		24 ม.ค. 2555		25 ม.ค. 2555		26 ม.ค. 2555		27 ม
24		09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00	13:00-16:00	09:00-12:00
25	LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	ENGINEERING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
27	INDUSTRIAL BUSINESS FINANCE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
28	TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	LOGISTICS SYSTEM DESIGN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	PROCUREMENT MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
31	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
32	SELECTED TOPICS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
34	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
35	PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
36	ENGINEERING STATISTICS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	INDUSTRIAL COST ANALYSIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	MANUFACTURING PROCESSES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	OPERATIONS RESEARCH I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
40	SAFETY ENGINEERING	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	INDUSTRIAL LAWS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
42	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพที่ 13 ตารางสอบที่ได้จากการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX 12.2ที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับช่วงเวลา

วิธีการอ่านผล

การอ่านผลจากคำตอบที่ได้จะต้องใช้ข้อมูลของทั้งสองตารางอ่านควบคู่กันซึ่งรูปแบบของคำตอบและตารางที่ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบไว้ดังแสดงในภาที่ 12 และภาพที่ 13

ตัวอย่างการอ่านผลลัพธ์

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสอบทั้งหมดอ่านจก Cell C1 เท่ากับ 3,075 บาท

จากตารางที่ 1 คือภาพที่ 12 ตารางสอบที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับห้องสอบในแถบสีเหลืองจะสามารถแปลข้อมูลได้ดังนี้ วิชาที่ 1. Logistics and supply chain management ห้อง ท.136 จำนวน 49 คน, ห้อง ท.138 จำนวน 21 คน และห้อง ท. 144-6 จำนวน 94 คน ควบคู่กับตารางที่ 2 คือภาพที่ 13 ตารางสอบที่บอกข้อมูลระหว่างวิชาที่สอบกับช่วงเวลาในแถบสีเขียวจะสามารถแปลข้อมูลได้ดังนี้ถูกจัดให้สอบ วันที่ 23 มกราคม 2555 เวลา 09:00 – 12:00 น.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สำนักหอสมุดกลาง

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ใช้ในกรณีศึกษา

1. ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 1

ตารางที่ 9 ห้องสอบความจุของห้องสอบและค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง

ห้องที่ (j)	ความจุห้อง b_j (หน่วย : คน)	อัตราค่าห้อง C_j (หน่วย : บาท/ครั้ง)
1	30	60
2	30	60
3	30	60
4	50	120
5	50	120
6	50	120
7	50	120
8	80	180
9	80	180
10	100	250

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัย ศิลปากร

ตารางที่ 10 รายวิชา กลุ่มนักศึกษาและจำนวนนักศึกษา

วิชาที่ (i)	กลุ่มนักศึกษา (G_{is})				จำนวนคน (a_i)
	1	2	3	4	
A	0	1	0	0	25
B	0	0	0	1	15
C	0	0	1	0	23
D	1	0	0	0	45
E	0	0	1	0	35
F	0	0	0	1	60
G	0	1	0	0	20
H	0	0	1	0	12
I	1	0	0	0	18
J	0	1	0	0	55
K	0	1	0	0	45
L	0	0	0	1	35
M	0	0	1	0	67
N	1	0	0	0	43
O	0	1	0	0	35
P	1	0	0	0	40
Q	0	0	0	1	50
R	0	0	1	0	50
S	0	0	1	0	45
T	0	1	0	0	70
U	1	0	0	0	67
V	0	1	0	0	50
W	0	0	0	1	87
X	1	0	0	0	38
Y	0	1	0	0	45

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัย ศิลปากร

2. ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 2

ตารางที่ 11 ห้องสอบ ความจุของห้องสอบและค่าใช้จ่ายของแต่ละห้อง

ลำดับ	ห้อง	ความจุของห้อง (หน่วย : คน)	ค่าใช้จ่าย (หน่วย : บาท/ครั้ง)
1	ท.135	49	30
2	ท.136	49	30
3	ท.137	49	30
4	ท.138	49	30
5	ท.139	49	30
6	ท.142-3	68	40
7	ท.144-6	94	40
8	ท.234	40	40
9	ท.237	68	40
10	ท.319	20	50
11	ท.330	70	40
12	ท.333	70	40
13	ท.411	72	30
14	ท.412	72	30
15	ท.413	65	35
16	ท.415	20	25
17	ท.513	68	45
18	ท.515	35	25
19	ท.539	60	40
20	ท.638	50	20
21	ท.639	40	15
22	ท.641	40	15
23	ท.613	20	15
24	ท.730	35	20
25	ท.824	62	45
26	ท.825	62	55
27	อ.50-522	72	85
28	อ.50-523	72	85
29	อ.50-517	42	65
30	อ.50-518	42	65
31	ศูนย์รวม 1	65	125
32	ศูนย์รวม 2	216	200
33	ห้องประชุม	73	50

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ 12 รายวิชาที่จะต้องถูกจัดตารางสอบภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

ลำดับ	รหัส	ชื่อวิชา	IE1	IE2	IE3	IE4	ML1	ML2	ML3	ML4	จำนวน
1	614111	ENGINEERING MATERIALS	1				1				266
2	614112	ENGINEERING DRAWING						1			221
3	614201	ENGINEERING MECHANICS II		1	1	1					85
4	614202	MECHANICS OF SOLID I				1					37
5	614213	ENGINEERING GRAPHICS		1							46
6	614301	FLUIDS MECHANICS			1						18
7	614311	TOOL ENGINEERING			1						83
8	614316	FOUNDRY ENGINEERING				1					3
9	614321	ENGINEERING ECONOMY			1				1		225
10	614341	INDUSTRIAL WORK STUDY			1						102
11	614342	QUALITY CONTROL			1				1		221
12	614344	MAINTENANCE MANAGEMENT			1						101
13	614421	PROJECT FEASIBILITY STUDY				1					71
14	614432	SIMULATION				1				1	42
15	614433	EXPERIMENTAL DESIGN AND ANALYSIS				1				1	65
16	614441	INDUSTRIAL PLANT DESIGN				1					70
17	614452	INDUSTRIAL AND ORGANIZATIONAL PSYCHOLOGY				1					38
18	614454	HUMAN RELATIONS IN INDUSTRY				1			1	1	65
19	614493	INDUSTRIAL BUSINESS ENGLISH				1				1	19
20	619101	INTRODUCTION TO ECONOMICS FOR ENGINEERS					1				171
21	619252	PRINCIPLES OF INDUSTRIAL MARKETING						1			163
22	619312	SUPPLY CHAIN MODEL							1		118
23	619316	WAREHOUSE AND MATERIAL HANDING							1	1	44
24	619351	INDUSTRIAL MANAGEMENT ENGINEERING							1		65
25	619352	TOTAL QUALITY MANAGEMENT								1	39
26	619392	ENGLISH FOR MANAGEMENT ENGINEERING AND LOGISTICS							1		119
27	619411	INVENTORY CONTROL								1	6
28	619441	SYSTEM ENGINEERING								1	87
29	619452	SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES MANAGEMENT								1	87
30	619494	JAPANESE FOR ENGINEERING COMMUNICATION								1	133
31	619495	JAPANESE FOR ENGINEERING MANAGEMENT COMMU				1				1	22

ตารางที่ 13 ตารางสอบที่จัดด้วยวิธีการเดิมภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

ลำดับ	ห้อง	23-ก.ค.		24-ก.ค.		25-ก.ค.		26-ก.ค.		27-ก.ค.		28-ก.ค.		29-ก.ค.		30-ก.ค.		31-ก.ค.	
		ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ	ช	บ
1	ท.135						12						30			13			
2	ท.136				1								30			13,29			
3	ท.137		7		1								30	25					
4	ท.138		7					5			9				21				
5	ท.139		17					24	20	4	14			11					
6	ท.142-3			22										11	21			10	26
7	ท.144-6				1										3				
8	ท.234																		
9	ท.237													11				10,19	
10	ท.319																		
11	ท.330										9								
12	ท.333										9								
13	ท.411																		
14	ท.412																		
15	ท.413																		
16	ท.415																		
17	ท.513			22	1		12	24	20		9	18		11	21	29		15	26
18	ท.515				1,27	31		24	20			6						8	
19	ท.539				23														
20	ท.638																		
21	ท.639																		
22	ท.641																		
23	ท.613																		
24	ท.730																		
25	ท.824																		
26	ท.825																		
27	อ.50-522							2	16										
28	อ.50-523							2	28										
29	อ.50-517							2	28										
30	อ.50-518							2											
31	ศูนย์รวม 1																		
32	ศูนย์รวม 2																		
33	ห้องประชุม																		

สำนักหอสมุดกลาง

ตารางที่ 14 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วิชา/ห้อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	72	0	0	0	0	0	50	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	63	0	0	0	0	0	50	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	72	0	0	0	0	0	0	37	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	38	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	29	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	22	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 15 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วิชา/เวลา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 16 รายวิชาที่จะต้องถูกจัดตารางสอบภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

ลำดับ	รหัส	ชื่อวิชา	IE1	IE2	IE3	IE4	ML1	ML2	ML3	ML4	จำนวน
1	614101	Engineering Mechnics I	1	0	0	0	0	0	0	0	170
2	614111	Engineering Materials	0	1	0	0	0	1	0	1	157
3	614112	Engineering Drawing	1	1	0	1	0	0	0	0	369
4	614202	Mechanics of solids	0	1	1	1	0	0	0	0	49
5	614203	Thermodinamics	0	1	1	1	0	0	0	0	120
6	614211	Manufacturing Processes	0	1	1	0	0	1	1	1	303
7	614231	Numerical Methods for Engineers	0	1	1	1	0	0	0	0	89
8	614232	Engineering Statistics	0	1	1	0	0	1	1	0	412
9	614291	English for Industrial Engineering	0	1	0	0	0	0	0	0	97
10	614301	Fluids Mechanics	0	0	1	1	0	0	0	0	56
11	614322	Industrial Cost Analysis	0	0	1	1	0	0	0	0	216
12	614323	Value Engineering	0	0	0	0	0	0	1	1	27
13	614331	Operations Research I	0	0	1	1	0	0	1	0	221
14	614341	Industrial Work Study	0	0	0	0	0	0	1	1	103
15	614343	Production Planning And Control	0	0	1	1	0	0	1	0	218
16	614345	Quality Assurance	0	0	1	1	0	1	0	1	46
17	614346	Ergonomics	0	0	1	1	0	0	0	0	61
18	614351	Energy And Environmental Mange	0	0	1	1	0	0	0	0	107
19	614394	Metallurgy	0	0	1	1	0	0	0	0	116
20	614432	Simulation	0	0	1	1	0	0	0	1	47
21	614451	Safety Engineering	0	0	1	1	0	0	1	1	161
22	614453	Industrial Laws	0	0	0	0	0	0	0	1	15
23	614493	Industrial Business English	0	0	0	1	0	0	0	1	136
24	619211	Logistics Ang Supply Chain Mange	0	0	0	0	0	1	1	0	166
25	619251	Engineering Mangement Informatio	0	0	0	0	0	1	1	0	166
26	619253	Industrial Business Finance	0	0	0	0	1	1	0	0	168
27	619311	Transportion And Distribution Mana	0	0	0	0	0	0	1	0	117
28	619313	Logistics System Design	0	0	0	0	0	0	1	0	119
29	619352	Total Quality Management	0	0	0	1	0	0	0	0	6
30	619461	Selected Topics In Industrial Engine	0	0	0	1	0	0	0	1	15

ตารางที่ 17 ตารางสอบที่จัดด้วยวิธีการเดิมภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

ห้อง	21-ม.ค.-55		22-ม.ค.-55			23-ม.ค.-55			24-ม.ค.-55			25-ม.ค.-55			26-ม.ค.-55			27-ม.ค.-55			28-ม.ค.-55		29-ม.
	ช	บ	ช	บ	ย	ช	บ	ย	ช	บ	ย	ช	บ	ย	ช	บ	ย	ช	บ	ย	ช	บ	ช
ท.135				15				16		19						20							
ท.136				15,22			13								18,29								
ท.137		23		2		4	13												27,30				
ท.138				2		14	13											25			6		26
ท.139														8			3				6		26
ท.142-3		23												8			3			17	6		28
ท.144-6														8			3	25			6	7	26
ท. 234																		21					
ท.237																		21	10				
ท.330																							
ท.333																							
ท.319																							
ท.411										19													5
ท.412																							5
ท.413																							5
ท.415																							
ท.513		23		2		14	13			19					18		3	21	27		6		
ท.515							13						11,12					25	27				
ท.539																							28
ท.638																							
ท.639																							
ท.641																							
ท.613																							
ท.730																							
ท.824																	3						
ท.825																	3						
อ.50-522				15								1							9				
อ.50-523				15								1											
อ.50-517												1											
อ.50-518																			9				
ศูนย์รวม 1																							
ศูนย์รวม 2									11		24			8									
ห้องประชุม																							

สำนักหอสมุดกลาง

ตารางที่ 18 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบห้องใดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

วิชา/ห้อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	58	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	50	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	72	72	0	0	0	0	0	50	40	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	63	72	0	0	0	0	0	0	40	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	72	72	50	0	0	0	0	50	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	34	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	40	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	50	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	40	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	53	0	0	0	0	0	1	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	54	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 19 ตารางสอบที่แสดงว่าวิชาใดสอบช่วงเวลาใดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

วิชา/เวลา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวอนิสรา ไชยเรศ
ที่อยู่	344 หมู่ที่ 5 ต.หนองหมายฝ้าย อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว 27160

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ.2552	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม

สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศิลปากร