การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยใช้เทคนิค การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

โสธิตภา เมืองศิริ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ โสธิตภา เมืองศิริ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สหัทยา รัตนะมงคลกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน
(ดร.ปัญญา ศิริโชติ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สหัทยา รัตนะมงคลกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม)

..... กรรมการ
(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)
วันที่ 4 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สหัทยา รัตนะมงคลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรรัตน์ วงษ์นาม ที่ปรึกษาร่วม ดร.ปัญญา ศิริโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่อง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น กรรมการที่ให้ข้อแนะนำ ขอขอบคุณสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) และเจ้าหน้าที่ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และรองศาสตราจารย์ ดร.วิไล ตั้งจิตสมคิด รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ดร.พรศิริ กองนวล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์ให้เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี อาจารย์วิชัย สีแก้ว ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน นางสาวศรีรัตน์ กนิษฐนาคะ และนางรัชนีย์ กลิ่นดีปลี รองผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่สนับสนุนและช่วยเหลือให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอบคุณ คุณสวัสดิ์ เมืองศิริ คุณพิชชาพร เมืองศิริ คุณพิชชานนท์ เมืองศิริ และพี่ ๆ น้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจ ช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างดียิ่ง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี คณาจารย์ทุกท่านที่ได้เคยประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ทำดุษฎีนิพนธ์ ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จ

โสธิตภา เมืองศิริ

52810031: สาขาวิชา: วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา; ปร.ด. (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)
คำสำคัญ: ประสิทธิภาพสถานศึกษา/ การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล/ การวัดอนุกรมวิธาน

โสธิตภา เมืองศิริ: การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยใช้เทคนิค การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน (THE EFFICIEN IDENTIFYING OF HIGHER EDUCATION QUALITY: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS, AND TAXOMETRIC ANALYSIS) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: สหัทยา รัตนะมงคลกุล, ปร.ด.,ไพรัตน์ วงษ์นาม, คด., ปัญญา ศิริโชติ, ปร.ด. 240 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อหาตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา 2) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา 3) เพื่อระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน 4) เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่รับการประเมินผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษารอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) เลือกตามสังกัด จำนวน 11 สังกัด ได้จำนวน 260 แห่ง ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และที่ยังไม่ได้รับการประเมินการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จำนวน 5 แห่ง เครื่องมือการวิจัยเป็นแบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน และใช้โปรแกรม DEAP 2.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของสถานศึกษา

ผลการวิจัย พบว่า 1) ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษา เป็นตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 12 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสภาสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 13 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 15 ผลประเมินการประกันคุณภาพภายในรับรองโดยต้นสังกัด ตัวบ่งชี้ที่ 16.1 ผลการบริหารสถาบันให้เกิดอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนา บัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 17 ผลการพัฒนาตามจุดเน้นและจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็นเอกลักษณ์ของสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 18.1 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 1 ภายในสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 18.2 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 2 ภายนอกสถาบัน 2) องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับ

อุดมศึกษา ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ 3) การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล สามารถระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ร้อยละ 64.90 และการวัดอนุกรมวิธาน ร้อยละ 96.20 และ 4) ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานมีความสอดคล้องกัน

52810031: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS;
Ph.D. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENTAND STATISTICS)
KEYWRDS: SCHOOL EDUCATION EFFICIENCY/ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS/
TAXOMETRIC ANALYSIS

SOTIPA MUANGSIRI: THE EFFICIEN IDENTIFYING OF HIGHER EDUCATION QUALITY: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND TAXOMETRIC ANALYSIS. ADVISORY COMMITTEE: SAHATAYA RATTANAMONKOLKUL, Ph.D., PAIRAT WONGNAM, Ed.D., PANYA SIRICHOTE, Ph.D., 240 P. 2017.

This study aimed to 1) identity an efficiency factor model of higher education, 2) analyze the main efficiency factors of higher education, 3) identify efficiency cluster of higher education via data envelopment analysis and taxometric analysis, 4) investigate the congruency of efficiency identification of higher education by data envelopment analysis and taxometric analysis. Samples of this study were the higher educational institutions that were accredited for the third-round of External Quality Assessment for Higher Education during 2011-2015 from the Office for National Education Standards and Quality Assessment (ONESQA). The Total of 260 institutions were purposively selected from 11 affiliations, and other five institutions who were to be accredited from the ONESQA. The ONESQA Evaluation Report were employed as the study instruments. Basic data, main factors, and taxometric analysis were determined by R for Windows, while the efficiency was analyzed by DEAP 2.1.

The results were that;

1. The efficiency factors of the higher education composed of 9 possible indicators, they were, the 12th indicator; performance of institution's council with regard to its roles and responsibilities, indicator 13th; performance of institution's administrators regarding their roles and responsibilities, indicator 14th; teaching staff development, indicator 15th; approval of internal assessment results by the supervisory office, indicator 16.1th; the institution's administration leading to its identity, indicator 16.2th; the graduate training focusing on its identity, indicator 17th, results from the institution's development based on its specialties and strengths reflecting the institution's uniqueness, indicator 18.1th, results from the institution's Solving social problems, making recommendations for improvement, or protecting society

from threats in Issue 1 (on campus), and indicator 18.2th results from the institution's solving social problems, making recommendations for improvement, or protecting from threats in Issue 2 (off campus).

2. Main factors of the efficiency of the higher education were indicator 14th; teaching staff development, indicator 15th; approval of internal assessment results by the supervisory office, and indicator 16.2th; the graduate training focusing on its identity, and indicator 3rd publication or dissemination of master's degree works.

3. The identified cluster of efficiency of higher education identified by data envelopment analysis and taxometric analysis can indicate 64.90 and 96.20 percent respectively.

4. The identified cluser of the efficiency of the higher education of both analysis were consistent with each other.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

สารบัญ..... ซ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามของการวิจัย..... 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7

สมมติฐานของการวิจัย..... 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 7

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 11

ขอบเขตของการวิจัย..... 12

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 13

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพองค์การ..... 16

แนวคิดเกี่ยวกับการโปรแกรมเชิงเส้น..... 26

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์วิธีเชิงโอบล้อมข้อมูล..... 31

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก..... 41

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน..... 43

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 56

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย..... 56

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 60

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 61

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 62

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	64
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ	64
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรปัจจัยนำเข้า	65
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรปัจจัยผลผลิต	66
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแบบในการจัดกลุ่มตัวแปรปัจจัย	67
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรอื่น ๆ	67
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษาและค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปร ปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิต	67
ตอนที่ 2 ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา	75
ตอนที่ 3 องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา	95
ตอนที่ 4 การระบุกลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน	110
ตอนที่ 5 ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิค การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน	133
5 สรุป และอภิปรายผล	146
สรุปผลการวิจัย	147
อภิปรายผลการวิจัย	149
ข้อเสนอแนะ	154
บรรณานุกรม	156
ภาคผนวก	164
ภาคผนวก ก	165
ประวัติย่อของผู้วิจัย	240

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษา	60
2	จำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลสถานศึกษา	68
3	ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยนำเข้า	72
4	ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยผลผลิต	73
5	คะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต	75
6	การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์	79
7	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต	85
8	เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	96
9	ค่าไอเกนและสัดส่วนความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก	97
10	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบหลักของการจัดกลุ่มปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต	98
11	ผลของคะแนนองค์ประกอบหลักของสถานศึกษาและการรวมกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาแต่ละแห่ง	99
12	ค่าร้อยละปัจจัยเด่นของสถานศึกษา	110
13	ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมพอดีของโมเดล ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	111
14	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	112
15	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	114
16	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	115
17	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5 Mo6 และ Mo7 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	117
18	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7 และ Mo8 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

19 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7, Mo8 และ Mo9 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน..... 118

20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7, Mo8, Mo9 และ Mo2 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน..... 119

21 การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา..... 120

22 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาด้วยการวัดอนุกรมวิธาน..... 122

23 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามแต่ละเทคนิค..... 133

24 ผลการทดสอบความสอดคล้องตามวิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา..... 144

25 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์..... 167

26 ผลคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต..... 178

27 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร..... 187

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพองค์การ.....	8
2	กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพจากผลการประเมินคุณภาพ.....	9
3	กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดกลุ่มสถานศึกษาและกลุ่มปัจจัย.....	10
4	กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการระบุกลุ่มประสิทธิภาพ และกลุ่มตัวแบบปัจจัย.....	10
5	แสดงการแจกแจงความสูงของหน่วยอนุกรมวิธาน (เพศชาย และเพศญิง).....	45
6	ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	59
7	กราฟแสดงแสดงผลของวิธีการ MAMBAC เปรียบเทียบความเหมาะสมพอดีของโค้งข้อมูล.....	121

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประสิทธิภาพ (Efficiency) ขององค์การถือเป็นหัวใจสำคัญในการจัดการหรือบริหารองค์การ ทั้งในองค์การภาครัฐและภาคเอกชน เพราะการที่สามารถประเมินถึงการมี หรือไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและการสร้างปริมาณผลผลิต ทำให้องค์การสามารถปรับตัวและอยู่รอดภายใต้ภาวการณ์แข่งขันที่รุนแรงได้ ส่วนองค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพ ต้องวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพ และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงองค์การจะเป็นประโยชน์ในการจัดการหรือบริหารองค์การต่อไป ความสำคัญของการประเมินประสิทธิภาพขององค์การ คือ 1) ทำให้รู้ว่าแผนที่มีการวางไว้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ 2) ทำให้รู้สถานะของตนว่าเป็นอย่างไรอยู่ตรงจุดใด เมื่อเทียบกับคู่แข่ง 3) การที่องค์การจะก้าวหน้า ต้องเริ่มที่การประเมินตนเองก่อน และ 4) การประเมินจะช่วยให้บุคลากรในองค์การเกิดความรับผิดชอบ และมุ่งมั่นที่จะทำงานมากขึ้น โดยทั่วไปการประเมินประสิทธิภาพขององค์การจะใช้อัตราส่วนระหว่างจำนวนผลผลิต (Output) เทียบกับจำนวนปัจจัยนำเข้า (Input)

การวัดประสิทธิภาพในช่วงปี ค.ศ. 1957 เป็นต้นมา นักเศรษฐศาสตร์และนักสถิติได้ช่วยกันพัฒนา วิธีการในการวัดประสิทธิภาพองค์การด้วยการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของแต่ละองค์การกับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ในการเปรียบเทียบระหว่างองค์การนั้น ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่ได้จากองค์การที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับองค์การอื่น ๆ ที่นำมาร่วมพิจารณา กล่าวคือ องค์การนั้นจะถือเป็นองค์การในระดับแนวหน้า (Frontier) ที่มีประสิทธิภาพ ส่วนองค์การอื่น ๆ จะถือว่าเป็นองค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficiency) วิธีจัดการดังกล่าวเป็นการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ (Relative efficiency) ระหว่างองค์การ (ประสพชัย พสุนนท์, 2548) เพราะมนุษย์ทุกคนเกิดมาในองค์การ เจริญเติบโตในองค์การ ได้รับการศึกษาในองค์การ ทำงานในองค์การ ดังนั้น องค์การ คือ ระบบของสังคมที่เราอาศัยอยู่ เพื่อการเกิดการทำงานในหน้าที่บทบาทและความรับผิดชอบองค์การก็จะทำให้บุคคลสามารถทำงานให้มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดประสิทธิผลแก่องค์การในที่สุด อันจะทำให้สังคมประสบความสุขและมนุษย์จะได้ไปถึงเป้าหมายของชีวิต ที่แต่ละคนแสวงหาการศึกษาถึงแนวทางพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานนั้น เป็นการศึกษาถึงความต้องการของมนุษย์ ค่านิยมของมนุษย์ บุคลิกภาพของมนุษย์ ซึ่งนำมาสัมพันธ์กับการทำงานในองค์การ วัฒนธรรมในการทำงาน ตลอดจนการตั้งเป้าหมายของชีวิต และการทำงานให้รู้จักสำรวจ

ความรู้สึก ปัญหา อุปสรรคและวิธีการพิชิตอุปสรรคในการทำงาน การปรับปรุง ประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อการสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง อันจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน (กันตยา เพิ่มผล, 2548) แต่การบริหารประสิทธิภาพความสามารถของบุคคล คือ ทักษะ ความรู้ ความเชื่อและคุณค่าของในองค์การ ที่มีประโยชน์ต่อการทำงาน ซึ่งถูกกำหนดโดยกลยุทธ์ที่จะเป็นตัวกำหนดความต้องการขององค์การในด้านต่าง ๆ เพื่อผลลัพธ์ในการทำงานที่ดี และควรเจาะจงความสามารถทางด้านร่างกาย สติปัญญาที่จำเป็นต่อการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เมื่อระบุความสามารถต่าง ๆ ที่ต้องการได้แล้ว ก็ให้ทำการประเมินจัดรวบรวม ประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และจัดลำดับความสำคัญของประสิทธิภาพที่ต้องการให้มีขึ้นมา การพัฒนาประสิทธิภาพของคนจะช่วยลดช่องว่างต่าง ๆ ลงได้ รวมถึงการใช้การวัดผลเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพ และการทำงานที่ไม่ดีเพียงพอหรือขาดแคลน และสุดท้ายคือ การตรวจสอบควบคุมและปรับแผนงานต่าง ๆ ให้ทันสมัยอยู่เสมอ (Brache, 2545) ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานนับเป็นหัวใจของการทำงานทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารระดับใดหรือผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาวะปัจจุบัน ที่ต้องแข่งขันกันสูง ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลง และการปฏิรูปทั้งด้านการเมือง สังคม และการศึกษา

การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพนั้น จำเป็นต้องใช้หลักการบริหารจัดการ เช่นเดียวกับการบริหาร หรือดำเนินกิจการต่าง ๆ ที่ต้องมีการดำเนินงานให้เป็นระบบครบวงจรโดยมีขั้นตอนที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การประเมินผลเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับ จะสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่ผ่านมาว่าบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้เพียงใด รวมทั้งมีจุดอ่อนหรือปัญหาในเรื่องใดบ้าง ที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การวางแผนและการดำเนินงานระยะต่อไปบรรลุเป้าหมายอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ จึงจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญกับการประเมินผล โดยเฉพาะการประเมินคุณภาพภายนอกจากหน่วยงานที่เป็นกลาง เพราะจะทำให้เกิดกลไกในการตรวจสอบอย่างจริงจัง รวมทั้งกระตุ้นให้หน่วยงานที่จัดการศึกษาตั้งแต่ระดับชาติถึงหน่วยงานที่เล็กที่สุด คือ สถานศึกษาและภายในห้องเรียนต้องมีการประเมินตนเองเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 81 กำหนดให้มีกฎหมายเกี่ยวกับการศึกษาแห่งชาติ คือ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีผลบังคับใช้ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2542 ในหมวด 6 ว่าด้วยมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา มาตรา 49 ได้กำหนดให้มีสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ซึ่งมีฐานะเป็นองค์การมหาชน มีผลบังคับใช้ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ทำหน้าที่พัฒนาเกณฑ์ วิธีการประเมินคุณภาพภายนอก และทำการประเมินผลการจัดการศึกษา เพื่อให้มีการตรวจสอบคุณภาพของสถานศึกษา สมศ. ได้ดำเนินการประเมินคุณภาพภายนอกรอบแรก

(พ.ศ. 2544-2548) โดยไม่มีการตัดสินผลการประเมิน แต่เป็นการประเมินเพื่อยืนยันสภาพจริงของสถานศึกษา ขณะเดียวกันถือเป็นการสร้างความเข้าใจกับสถานศึกษา เพื่อให้ปฏิบัติได้ถูกต้องตามหลักการประกันคุณภาพการศึกษา สำหรับการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสอง (พ.ศ. 2549-2553) สมศ. นำผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบแรก มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา รวมทั้งประเมินผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นเพื่อการรับรองมาตรฐานการศึกษาและการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) เป็นการประเมินเพื่อยกระดับมาตรฐานคุณภาพการศึกษา โดยพิจารณาจากผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบมากกว่ากระบวนการ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละสถานศึกษา

การรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษาในการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม ระดับอุดมศึกษามีหลักเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

1. การรับรองมาตรฐานของสถานศึกษารอบสาม ระดับอุดมศึกษานั้น จะพิจารณาข้อมูลจากการประเมินตัวบ่งชี้ที่เชื่อมโยงไปสู่การรับรองมาตรฐานของสถานศึกษา คือ การประเมินระดับตัวบ่งชี้ ซึ่งแต่ละตัวบ่งชี้จะมีคะแนน 0-5 โดยใช้ผลประเมินของคะแนนกรรมการมาพิจารณารายตัวบ่งชี้ และการประเมินกลุ่มตัวบ่งชี้ สมศ. กำหนดเกณฑ์ไว้ 2 ข้อ คือ 1) คะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 1-11 มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และ 2) คะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ทุกตัวรวมกันมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

2. การรับรองมาตรฐานระดับคณะ/ เทียบเท่า ใช้เกณฑ์เดียวกับข้อ 1

3. สถาบันการศึกษาจะได้การรับรองมาตรฐานระดับสถาบัน เมื่อ 1) ผลประเมินระดับสถาบันได้คะแนนเฉลี่ย เป็นไปตามเกณฑ์ที่ สมศ. กำหนด และ 2) คะแนนผลการประเมินระดับคณะหรือหน่วยงานเทียบเท่าเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

3.1 สถาบันที่มีจำนวน 1-3 คณะ ทุกคณะต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

3.2 สถาบันที่มีจำนวน 4-9 คณะ มีคณะที่มีผลการประเมินคุณภาพในระดับพอใช้ ได้เพียง 1 คณะ เท่านั้น

3.3 สถาบันที่มีคณะหรือหน่วยงานเทียบเท่าจำนวนตั้งแต่ 10 คณะขึ้นไป มีคณะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่ร้อยละ 90 ของจำนวนคณะทั้งหมด

หากสถาบันได้รับการรับรองมาตรฐาน แต่มีคณะที่ไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานตามเกณฑ์ข้างต้น ให้เป็นการรับรองมาตรฐานสถาบันแบบมีเงื่อนไข (สำนักงานรับรอง มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2555, หน้า 58-59)

ผลการประเมินที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวเพื่อให้การรับรองว่าสถานศึกษาสามารถจัดการศึกษาได้มาตรฐานคุณภาพหรือไม่ พร้อมทั้งการวิเคราะห์เหตุปัจจัยที่ทำให้สถานศึกษาจัดการศึกษาได้ หรือไม่ได้มาตรฐาน และข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาสถานศึกษาต่อไป จากผลของการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐาน และตัวบ่งชี้ที่พิจารณาจากค่าคะแนน ควรนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้อธิบาย ปรากฏการณ์ได้ครบถ้วน ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสารสนเทศเพียงพอต่อการนำผลการประเมินไปใช้ตัดสินใจต่อการจัดการศึกษาได้ถูกต้อง และมีความเที่ยงและความตรงต่อการประเมินยิ่งขึ้น เมื่อผลการประเมินระบุว่าควรพัฒนาเพิ่มเติม หรือคงคุณภาพของมาตรฐานใด ความเกี่ยวข้องของแต่ละมาตรฐานเป็นความต่อเนื่อง หรือแบ่งแยกอย่างเด็ดขาด สามารถระบุได้ว่าแต่ละมาตรฐาน หรือตัวบ่งชี้ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน แบบเหลื่อมล้ำกัน จึงจะสามารถระบุได้ว่าผลการประเมินแต่ละมาตรฐานใช้อ้างอิงความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษาได้ การได้ทราบตัวแบบของมาตรฐานด้านใดที่ส่งผลต่อคุณภาพ การกำหนดสัดส่วนของมาตรฐานแต่ละด้านที่ส่งผลต่อคุณภาพ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการวิเคราะห์และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดจากข้อค้นพบจากกระบวนการประเมินจะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีข้อสารสนเทศในการพัฒนาหรือบริหารจัดการการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานศึกษาได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการจัด การศึกษาอย่างแท้จริงไม่เพียงแต่ผ่านการรับรองมาตรฐานการศึกษาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น (วราภรณ์ บุญเจียม, 2547)

การประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพองค์การทางการศึกษาเป็นเครื่องมือในการจัดการหรือบริหารองค์การ โดยใช้วัดประสิทธิภาพระหว่างองค์การซึ่งสามารถนำปัจจัยนำเข้าและจำนวนผลผลิตหลาย ๆ ชนิดมารวมกันในการพิจารณาได้ ผลดีก็คือไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบ (Distribution) ของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ เทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล (Data envelopment analysis: DEA) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวัดประสิทธิภาพองค์การที่มีลักษณะการดำเนินงานคล้าย ๆ กัน เช่น สถานศึกษา โรงพยาบาล ธนาคาร เป็นต้น วิธี DEA นี้ต้องการเพียงว่าปัจจัยนำเข้าหรือผลผลิตใดที่เหมาะสมต่อการพิจารณาความมีประสิทธิภาพขององค์การ จึงเป็นวิธีการที่ลดข้อจำกัดทางสถิติและเพิ่มความสะดวกในการประเมินประสิทธิภาพองค์กรทางการศึกษาด้วยวิธี DEA ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าที่ไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric method) ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต ในกรณีนี้จะไม่มีการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชันที่แน่นอนสำหรับขอบเขตประสิทธิภาพ (Efficient frontier) แต่ขอบเขตประสิทธิภาพจะถูกคำนวณขึ้นโดยใช้ระเบียบวิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่าโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) เพื่อแก้สมการหาน้ำหนักของแต่ละหน่วยผลิตที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลข้อมูลที่เก็บได้จากตัวบ่งชี้ แล้วนำไปแปลงเป็นคะแนน เพื่อจัดลำดับความสำคัญโดยอาศัยการเปรียบเทียบเชิงสัมพัทธ์ ช่วยสร้างรูปแบบ

และกำหนดค่าคะแนนประสิทธิภาพ (Boussofiane, Dyson & Thanassoulis, 1991) วิธีการนี้สามารถวัดและประเมินประสิทธิภาพ องค์การทางการศึกษาได้เป็นตัวเลขที่แน่นอนและเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น ใช้ได้ดีในกรณีที่หน่วยผลิตหรือหน่วยตัดสินใจ (Decision making unit: DMU) ที่ใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิดในการผลิต ผลผลิตหลายอย่างโดยที่ปัจจัยการผลิต และผลผลิตของ DMU แต่ละหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่าวิธีการอื่น และเป็นเทคนิควิธีที่เหมาะสมสำหรับหน่วยผลิต หรือหน่วยตัดสินใจขององค์การที่มีหน้าที่รับผิดชอบต่อการผลิตสินค้าและบริการที่มุ่งประโยชน์เพื่อสาธารณะหรือส่วนรวมเป็นหลัก โดยเฉพาะองค์การทางการศึกษา ซึ่งสินค้าและบริการขององค์การดังกล่าวส่วนใหญ่ ไม่มีราคาตลาดกำหนด หรือไม่สามารถกำหนดราคาตลาดได้โดยง่าย อีกทั้งเป็นเทคนิควิธีที่สามารถนำไปประยุกต์กับเทคนิควิธีอื่นได้ ผลที่ได้ของการใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลสามารถประเมินประสิทธิภาพของสถานศึกษาโดยจัดกลุ่มสถานศึกษาตามปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต แต่เนื่องจากสถานศึกษามีลักษณะในเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นการแข่งขันที่ค่อนข้างสมบูรณ์ (Perfect competition market) กล่าวคือ สถานศึกษามีลักษณะ ดังนี้ 1) มีจำนวนผู้ซื้อ ผู้ขายในตลาดจำนวนมาก 2) สินค้าที่ขายในตลาดมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ 3) ผู้ผลิตหรือผู้ขายสามารถเข้าออกจากตลาดได้อย่างเสรีโดยมีกำไรเป็นแรงจูงใจ 4) มีการเคลื่อนย้ายทรัพยากรการผลิตสินค้าและบริการได้อย่างเสรี และ 5) ผู้ซื้อและผู้ขายมีความรู้ และรับทราบข้อมูลข่าวสาร โดยเฉพาะเรื่องราคาได้เป็นอย่างดี ผลที่ได้ยากต่อการสรุปหรืออธิบายในมิติที่แตกต่างกันระหว่างการจัดสัดส่วนของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต (อาฟีฟี ลาเต๊ะ, ประสพชัย พสุนนท์, สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ และปราณี นิลกรณ์, 2550) ดังนั้น จึงนำผลลัพธ์จากการจัดเข้ากลุ่มปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต มาทำการจัดกลุ่ม และระบุความมีประสิทธิภาพด้วยการวัดอนุกรมวิธาน (Taxometric analysis) ซึ่งเป็นชุดทางสถิติที่ใช้ระบุกลุ่มของตัวแปรที่ไม่มีข้อสมมติว่ามีจำนวนกี่กลุ่ม หรือโครงสร้างของข้อมูลเป็นอย่างไร แต่เป็นการรวมโดยอาศัยความต่างกันของข้อมูลหรือตัวแปร ซึ่งเป็นวิธีการที่แก้ปัญหาความซ้ำซ้อนหรือเหลื่อมกันของข้อมูล (Redundancy) ที่จะจัดเข้ากลุ่ม (Waller & Meehl, 1998) วิธีการในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานที่นิยมใช้คือ 1) Mean above minus below a cut (MAMBAC) 2) Maximum eigenvalue (MAXEIG) 3) Latent mode factor analysis (L-mode) และ 4) Maximum covariance analysis (MAXCOV) วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติมีหลายวิธีที่พยายามจะแก้ปัญหาของการจัดเข้ากลุ่ม (Classification) การที่จะกำหนดว่า ภาวะสันนิษฐาน (Construct) เป็นการจำแนกประเภท (Category) หรือความเป็นมิติ (Dimensional) ตามระดับของคุณลักษณะแฝง การแจกแจงความถี่จากหลักฐานของวิธี Bimodality เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการค้นหาหน่วยอนุกรมวิธาน (Taxon) ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นของ DEA มีหลายแบบ ตัวแบบที่เป็นที่นิยม

ในการศึกษาการจัดอันดับหน่วยผลิต คือ CCR (Li & Reeves, 1999) ซึ่งเสนอโดย Charnes, Cooper and Rhodes (1978)

ในปี ค.ศ. 1992 Meehl ปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ซับซ้อนมากกว่า โดยมีการเปรียบเทียบความตรงกับโมเดลแบบผสม การวิเคราะห์ชั้นคุณลักษณะแฝง (Latent class analysis) และการวัดอนุกรมวิธาน ซึ่งเป็นการจำแนกโครงสร้างของการจำแนกประเภทออกจากมิติการวิจัย คำถามในการศึกษายังเปิดโอกาสให้แต่ละเทคนิควิธีที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างการจำแนกประเภทออกจากความเป็นมิติได้อย่างถูกต้อง (Meehl, 1999) ในขณะเดียวกันมีการทดลองการวิเคราะห์ชั้นคุณลักษณะแฝงจะประสบปัญหาที่มีความยากที่จะตัดสินว่าอยู่ภายใต้ความเป็นภาวะสันนิษฐานอย่างถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งยังเป็นการยากที่จะแยกว่าเป็นโมเดลแบบจำแนกประเภท (Taxonomic model) จากกลุ่มเดียวที่เกี่ยวข้องกัน (Dimensional) ในทางตรงกันข้ามวิธีการวัดอนุกรมวิธานมีความสามารถที่จะแยกแยะความเป็นหน่วยอนุกรมวิธานออกจากความเป็นมิติ มีความเที่ยงและความตรงตามเงื่อนไขของการศึกษา และยังมีความสามารถในการแยกแยะได้มากกว่า วิธีการทางเลือกอื่น ๆ จึงสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือในการลงสรุปผลอ้างอิง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวัดอนุกรมวิธานยังสามารถทดสอบความสอดคล้องของตัวบ่งชี้ในแต่ละมาตรฐาน ทำให้มีความน่าเชื่อถือในการสรุปอ้างอิงต่อคุณภาพของสถานศึกษาที่ได้จากผลการประเมิน คุณภาพภายนอก นอกจากนี้ ยังนำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประเมินประสิทธิภาพมาทำการจัดกลุ่ม โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อจัดกลุ่มปัจจัยที่เชื่อว่าน่าจะมีผลบ่งชี้ต่อประสิทธิภาพ เพื่อจัดกลุ่มสถานศึกษา ตามความมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open source และปีนโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน เป็นซอฟต์แวร์ที่รวมเอาคุณสมบัติด้านการจัดการข้อมูล การคำนวณ การแสดงกราฟิก และที่สำคัญสามารถใช้ร่วมกับแพคเกจ (Package) ที่เกิดจากการพัฒนา เพื่อใช้งานได้ตรงตามที่ต้องการด้วยระบบที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานตั้งแต่การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ ไปจนถึงการแสดงผลด้วยชุดคำสั่งเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ข้อได้เปรียบของโปรแกรม R คือ สามารถเพิ่มความสามารถ ในการทำงานได้อย่างไม่จำกัด ด้วยการติดตั้งแพคเกจเพิ่มเข้าไปให้ระบบ ซึ่งแพคเกจเหล่านั้นครอบคลุมการทำงานทางสถิติที่ทันสมัย สอดคล้องกับการใช้งานและสร้างขึ้นโดยนักวิชาการทั่วโลก ทำให้สะดวกต่อการใช้งานในกรอบงานเดียวกันโดยไม่ต้องใช้โปรแกรมหลายโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูล (หัชชา ศรีปลั่ง, 2550; Dalgaard, 2002; Verzani, 2005; Lewis, 2010) ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาตัวแบบปัจจัยองค์ประกอบหลักและการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยใช้

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัด อนุกรมวิธาน โดยใช้โปรแกรม R วิเคราะห์ข้อมูล

คำถามของการวิจัย

1. ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษามีปัจจัยใดบ้าง
2. องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษามีกี่องค์ประกอบและน้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละตัวแบบเป็นเท่าใด
3. การระบุกลุ่มด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานแต่ละ เทคนิควิธีจำแนกสถาบันมีหรือไม่มีประสิทธิภาพด้วยจำนวน และร้อยละของสถานศึกษาอย่างละเท่าใด
4. การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานมีความสอดคล้องกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา
3. เพื่อระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน
4. เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

สมมติฐานของการวิจัย

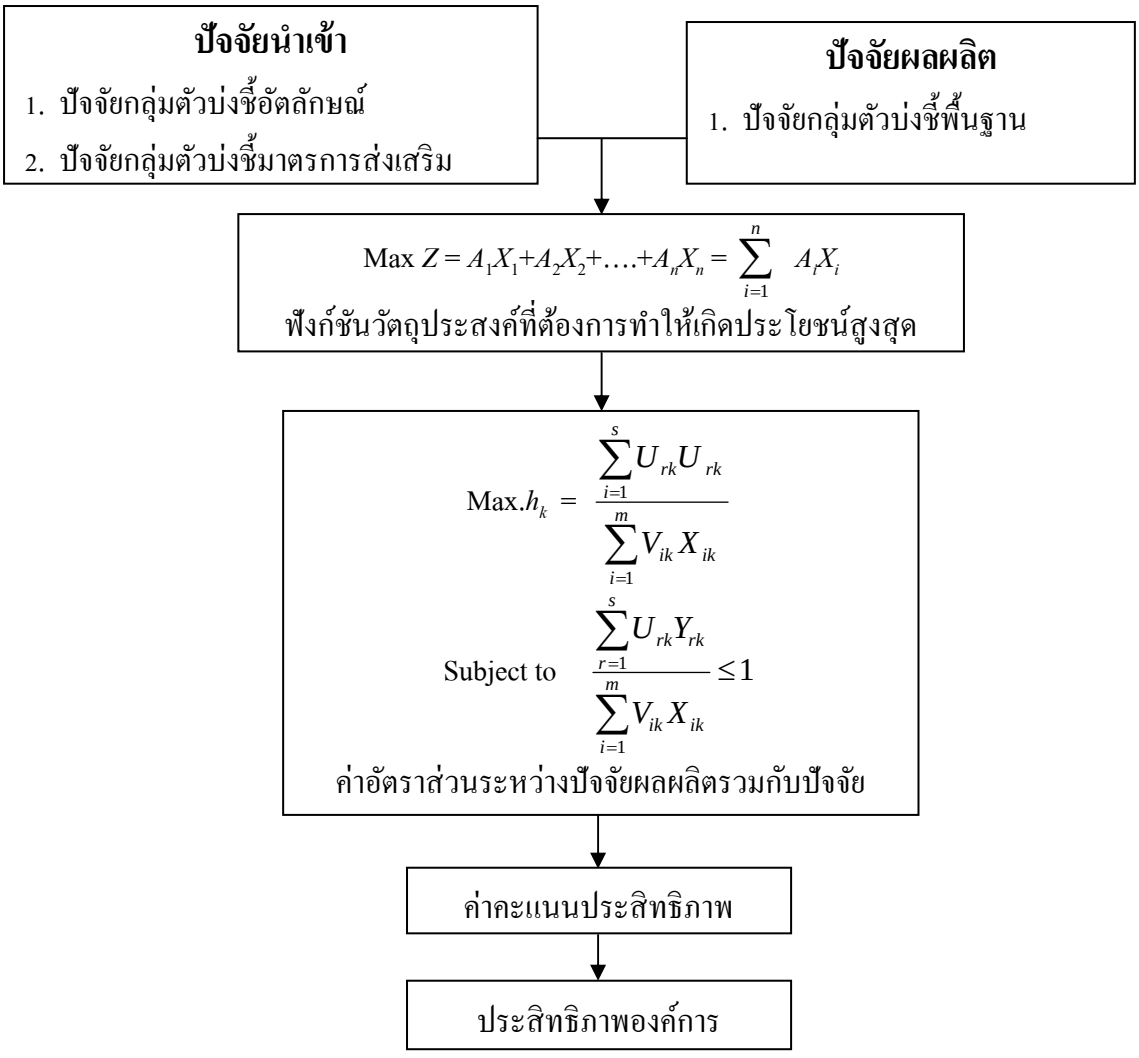
ผลการวิเคราะห์กลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานมีความสอดคล้องกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เน้นวิธีการนำผลของการวัดและประเมินองค์การมาวิเคราะห์และอธิบาย ปรากฏการณ์ และได้ประยุกต์หลักการ แนวคิด ทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพองค์การด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล การจัดกลุ่มของตัวแปรด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ

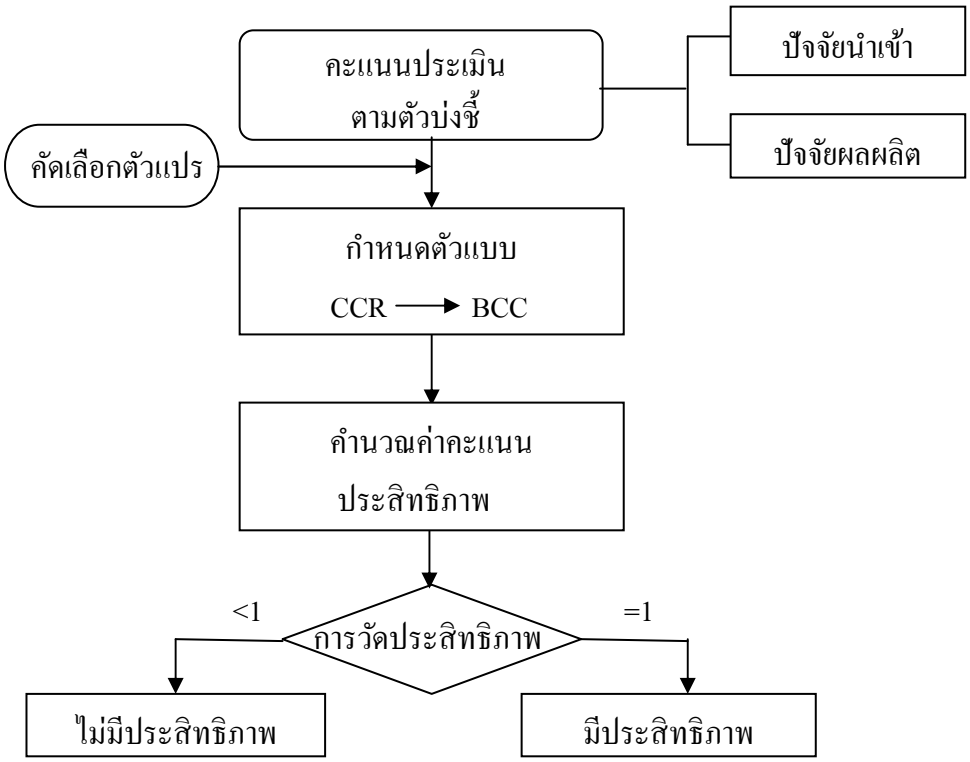
หลัก และการระบุ กลุ่มประสิทธิภาพจากผลของคะแนนการวัดและประเมินด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานมากำหนดเป็นกรอบแนวคิด 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพขององค์การตามแนวคิดของ Farrell, (1957), Charnes, Cooper and Rhodes (1978) และ Cooper, Seiford and Tone (2007) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ เชิงโอบล้อมข้อมูลเป็นแบบจำลองพื้นฐานที่ใช้วัดประสิทธิภาพหน่วยผลิต โดยสมการเป้าหมายเป็นสมการของปัจจัยผลผลิตของหน่วยผลิตที่สนใจ ซึ่งแบบจำลองนี้ประยุกต์วิธีการจากโปรแกรม เชิงเส้น ดังภาพที่ 1



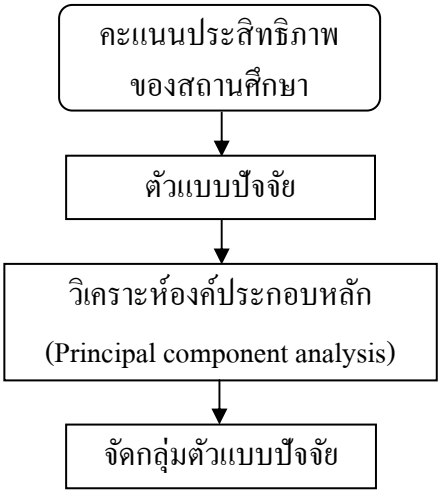
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพองค์การ

ขั้นตอนที่ 2 นำกรอบการประเมินประสิทธิภาพองค์การมากำหนดตัวแบบในการคำนวณคะแนนประสิทธิภาพตามแนวคิดของ Charnes, Cooper and Rhodes (1978) ได้แก่ ตัวแบบ CCR แนวคิดการเลือกปัจจัยที่เหมาะสมตามแนวทาง Wagner and Shimshak (2007) และ Jitthavech and Lorchirachoonkul (2009) กำหนดวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบมีแบบแผนแน่นอน เพื่อระบุตัวแปรที่มีผล ต่อคะแนนประสิทธิภาพ และระบุปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ (ประสพชัย พสุนนท์, 2551 ข) แต่ตัวแบบ CCR อยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานผลตอบแทนคงที่จะใช้ได้อย่างเหมาะสม เมื่อองค์การทุกหน่วยมีการดำเนินงาน ณ ระดับที่เหมาะสม แต่เมื่อมีการแข่งขันไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น หรือเกิดข้อจำกัด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้องค์การไม่ได้ดำเนินงานในระดับที่เหมาะสมได้ ข้อจำกัด ประกอบด้วย อสมการประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยผลิต โดยเป็นอัตราส่วนของปัจจัยผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้า ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 ค่าที่ได้จากการคำนวณจากสมการเป้าหมาย หน่วยผลิตที่มีค่าสมการเป้าหมายออกมาน้อยกว่า 1 แสดงว่าหน่วยผลิตนั้นขาดประสิทธิภาพ และ Banker, Charnes and Cooper (1984) ได้พัฒนาตัวแบบใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว คือ ตัวแบบ BCC มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าของคะแนนประสิทธิภาพภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทน ต่อขนาดเปลี่ยนแปลงได้จึงพิจารณาอีกครั้ง ดังภาพที่ 2



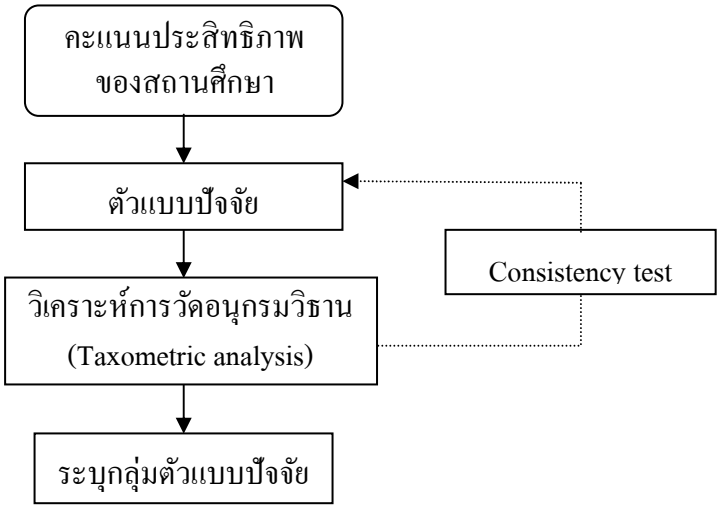
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพจากผลการประเมินคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 3 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์กลุ่มตามแนวคิดของ Kaufman and Rousseeuw (1990); Fielding (2007) และ Romesburg (2004) และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548; Jolliffe, 2010; Tabachnick & Fidell, 2007; Dunteman, 1989) เพื่อจัดกลุ่มของปัจจัยนำเข้า ปัจจัยผลผลิตตามตัวแบบปัจจัยจากผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดกลุ่มสถานศึกษาและกลุ่มปัจจัย

ขั้นตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน ตามแนวคิดของ Meehl, Haslam and Ruscio (2006) เพื่อระบุตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพ การจัดกลุ่มปัจจัย มีความสอดคล้องและสามารถอ้างอิงต่อการระบุกลุ่มประสิทธิภาพจากผลการประเมินภายนอกสถานศึกษา ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการระบุกลุ่มประสิทธิภาพ และกลุ่มตัวแบบปัจจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ได้ตัวแบบองค์ประกอบหลัก และกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางการศึกษาแนวใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผน กำหนดวิธีการ กระบวนการส่งเสริมและพัฒนาการบริหารจัดการสถานศึกษาให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาในระดับต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ระดับหน่วยงานที่รับผิดชอบการรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ได้แนวทาง การวิเคราะห์ข้อมูลทางการศึกษาด้วยเทคนิควิเคราะห์แนวใหม่ คือ การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีดังกล่าวเน้นการระบุความแตกต่างกลุ่มที่ศึกษา

2. ระดับกระทรวงศึกษาธิการสามารถนำผลวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบาย และแผนพัฒนาการศึกษาเพื่อส่งเสริมและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการหน่วยงานและสถานศึกษาในสังกัดจากตัวแบบ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแนวใหม่

3. ระดับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สามารถนำผลวิเคราะห์ ข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบาย แผนงาน แผนพัฒนาการศึกษาระดับสำนักงาน และแนวทางในการดำเนินงาน เพื่อส่งเสริมและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

4. ระดับอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการสามารถ นำผลวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบาย แผนพัฒนาการศึกษาระดับสถานศึกษา แผนปฏิบัติการ แผนการประเมินคุณภาพ และแนวปฏิบัติในการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการในสถานศึกษา

5. สถาบันที่มีคณะ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการสามารถนำผลวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบาย แผนพัฒนาการศึกษาระดับสถานศึกษา แผนปฏิบัติการ แผนการประเมินคุณภาพ และแนวปฏิบัติในการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการในสถานศึกษา

6. สามารถใช้เป็นแนวทางการประเมินประสิทธิภาพให้กับองค์การอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำตัวแบบ จากการวิจัยนำไปใช้เป็นแนวทาง นอกจากเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาการศึกษาสำหรับหน่วยงาน ระดับต่าง ๆ และผู้สนใจการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินประสิทธิภาพองค์การ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จำนวน 265 แห่ง จากการรายงานผลการประเมิน คุณภาพภายนอกสถานศึกษาที่ผู้ประเมินภายนอกรายงานต่อสถานศึกษา

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่รับการประเมินผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) เลือกตามสังกัด จำนวน 11 สังกัด ได้จำนวน 260 แห่ง ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และที่ยังไม่ได้ รับการประเมินการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จำนวน 5 แห่ง

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม ระดับอุดมศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ได้แก่ ตัวบ่งชี้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน กลุ่มตัวบ่งชี้อัตลักษณ์ และกลุ่มตัวบ่งชี้มาตรการส่งเสริม และคะแนนประสิทธิภาพตัวแบบจากการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดตัวแปรที่ศึกษาไว้ ดังนี้

2.1 ปัจจัยนำเข้า (Input) 9 ตัวแปร คือ

ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 12 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสภาสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 13 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์

ด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพภายใน

ตัวบ่งชี้ที่ 15 ผลประเมินการประกันคุณภาพภายในรับรองโดยต้นสังกัด

ตัวบ่งชี้ที่ 16 ผลการพัฒนาตามอัตลักษณ์ของสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 16.1 ผลการบริหารสถาบันให้เกิดอัตลักษณ์

ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์

ตัวบ่งชี้ที่ 17 ผลการพัฒนาตามจุดเน้นและจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็นเอกลักษณ์ของสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 18 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในด้านต่าง ๆ

ตัวบ่งชี้ที่ 18.1 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 1 ภายในสถาบัน

ตัวบ่งชี้ที่ 18.2 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 2 ภายนอกสถาบัน

2.2 ปัจจัยผลผลิต (Output) 11 ตัวแปร คือ

ด้านคุณภาพบัณฑิต

ตัวบ่งชี้ที่ 1 บัณฑิตปริญญาตรีที่ได้งานทำหรือประกอบอาชีพอิสระภายใน 1 ปี

ตัวบ่งชี้ที่ 2 คุณภาพของบัณฑิตปริญญาตรี โท และเอก ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิตามระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

ตัวบ่งชี้ที่ 4 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์

ตัวบ่งชี้ที่ 5 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

ตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์

ตัวบ่งชี้ที่ 7 ผลงานวิชาการที่ได้รับการรับรองคุณภาพ

ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม

ตัวบ่งชี้ที่ 8 ผลการนำความรู้และประสบการณ์จากการให้บริการวิชาการมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน/ หรือการวิจัย

ตัวบ่งชี้ที่ 9 ผลการเรียนรู้และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนหรือองค์การภายนอก

ด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

ตัวบ่งชี้ที่ 10 การส่งเสริมและสนับสนุนด้านศิลปะและวัฒนธรรม

ตัวบ่งชี้ที่ 11 การพัฒนาสุนทรียภาพในมิติทางศิลปะและวัฒนธรรม

2.3 ตัวแบบที่เป็นไปได้จากการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล คือ ตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือก ตัวแปรตามแนวทางของ Wagner และ Shimshak

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สถานศึกษาระดับอุดมศึกษา หมายถึง วิทยาลัย สถาบัน มหาวิทยาลัย หรือหน่วยงาน ที่เรียกชื่ออย่างอื่น ทั้งของรัฐและเอกชนที่จัดการศึกษาสูงกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

2. คุณภาพการศึกษา หมายถึง การได้รับรองมาตรฐานคุณภาพของสถานศึกษาที่ผ่านการประเมินคุณภาพภายนอก รอบสามระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 ตามวิธีการ และหลักเกณฑ์ของ สมศ.

3. ประสิทธิภาพของสถานศึกษา หมายถึง ผลตอบแทนที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตหรือการลงทุนที่จำกัด ให้เกิดผลผลิตที่มากที่สุด ภายใต้สภาพการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่คำนึงถึง

4. แบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา หมายถึง บันทึกผลการประเมินที่ผู้ประเมินภายนอกรายงานการประเมินต่อสถานศึกษา เป็นแบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสามระหว่าง ปี พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ. ประกอบด้วย ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของสถานศึกษา และตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา

5. คะแนนตัวบ่งชี้ หมายถึง คะแนนประเมินจากตัวบ่งชี้ของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน)

6. คะแนนเฉลี่ยผลการประเมินตัวบ่งชี้ที่เชื่อมโยงไปสู่การรับรองมาตรของสถานศึกษา หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวบ่งชี้หรือในภาพรวมที่ สมศ. กำหนด นำไปใช้พิจารณาการรับรองมาตรฐานโดยคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 1-11 มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ทุกตัว รวมกันมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป โดยใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง หากทศนิยมตำแหน่งที่สามมีค่าตั้งแต่ 0.005 ให้ปัดขึ้น มิฉะนั้นให้ปัดทิ้ง จากระบบ 5 คะแนน จะได้รับรองคุณภาพการศึกษา

7. ปัจจัยผลผลิต (Output) หมายถึง กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน มี 11 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1-11 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ.

8. ปัจจัยนำเข้า (Input) หมายถึง ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 12-14 และด้านการพัฒนาและการประกันคุณภาพภายใน มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 15-18 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ.

9. ตัวแบบปัจจัย หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปัจจัยนำเข้ากับปัจจัยผลผลิตที่เหมาะสมที่สุด ที่สามารถเรียงลำดับและระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษา

10. องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพ หมายถึง คะแนนองค์ประกอบหลักของตัวแบบปัจจัย จากวิธีการประเมินประสิทธิภาพ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

11. เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล (Data envelopment analysis) หมายถึง วิธีการประเมินประสิทธิภาพของสถานศึกษา โดยใช้ข้อมูลด้านคุณภาพบัณฑิต ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม และด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรมเป็นตัวแปรปัจจัยผลผลิต ข้อมูลด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน และด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพภายในเป็นตัวแปร ปัจจัยนำเข้า ในการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษา เป็นการประยุกต์ใช้จากวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) โดยใช้ตัวแบบ CCR และ BCC เพื่อระบุคะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา เสนอแนะปรับลดปัจจัยที่สามารถอธิบายประสิทธิภาพระบุกลุ่มอ้างอิงของสถานศึกษา

12. เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis) หมายถึง เทคนิคการลดจำนวนตัวแปร โดยสร้างชุดของตัวแปรใหม่ให้เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรเดิม และยังคงคุณลักษณะหรือข้อมูลของตัวแปรเดิม เป็นการอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากความแปรปรวนระหว่างตัวแปร โดยการสร้างผลบวกเชิงเส้นของตัวแปรขึ้นมาและสามารถอธิบายความแปรปรวนส่วนใหญ่ของข้อมูลได้

13. เทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน (Taxometric analysis) หมายถึง วิธีการระบุกลุ่มของตัวแปร ที่ไม่มีข้อสมมติว่ามีจำนวนกี่กลุ่ม หรือโครงสร้างของข้อมูลเป็นอย่างไร แต่เป็นการรวมโดยอาศัยความต่างกันของข้อมูลหรือตัวแปรเหล่านั้น วิธีการในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานที่ใช้ คือ 1) Mean above minus below a cut (MAMBAC) 2) Maximum eigen value (MAXEIG) และ 3) Latent mode factor analysis (L-Mode) เพื่อตอบคำถามการวิจัยที่ว่าตัวแบบปัจจัยที่สามารถระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพ และสามารถทดสอบความสอดคล้องของตัวแบบปัจจัย รวมทั้งความสอดคล้องของตัวบ่งชี้ แต่ละมาตรฐานได้ด้วย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาผลการวิเคราะห์การระบุกลุ่มประสิทธิของผลการประเมินคุณภาพ ภายนอกสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลและการวัดอนุกรมวิธาน เพื่อศึกษาผลการวิเคราะห์ตัวแบบ และองค์ประกอบหลักประสิทธิภาพ และการระบุกลุ่มประสิทธิภาพจากผลการประเมินคุณภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพองค์การ
2. แนวคิดเกี่ยวกับการโปรแกรมเชิงเส้น
3. แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์วิธีเชิงโอบล้อมข้อมูล
4. แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
5. แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพองค์การ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) การดำเนินงานขององค์การเป็นตัวชี้วัดความอยู่รอดของแต่ละองค์การ หากองค์การใดมีประสิทธิภาพการดำเนินงานแสดงว่าองค์การนั้นย่อมมีความพร้อมในการแข่งขัน การประเมินประสิทธิภาพองค์การไม่ควรพิจารณาในการแข่งขัน การประเมินประสิทธิภาพองค์การไม่ควร พิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านผลผลิต (Output) ที่องค์การผลิตได้ เช่น กำไร จำนวนลูกค้า ยอดขาย เพราะการได้มาซึ่งปัจจัยด้านผลผลิตอาจเป็นผลมาจากปริมาณของปัจจัยนำเข้า (Input) โดยทั่วไปแต่ละองค์การ ต้องการที่จะได้ผลผลิตจำนวนมากแต่ใช้ปริมาณปัจจัยนำเข้าน้อย ลักษณะเช่นนี้ คือ ลักษณะขององค์การ ที่มีประสิทธิภาพ เพราะแนวคิดของการประเมินประสิทธิภาพองค์การเป็นการคำนวณจากอัตราส่วนระหว่าง ปัจจัยด้านผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้า ถ้าอัตราส่วนที่คำนวณได้มีมากก็แสดงว่าองค์การนั้นมีประสิทธิภาพการดำเนินงานสูง ในทางตรงกันข้ามหากอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าน้อย ย่อมแสดงว่าองค์การนั้นมีประสิทธิภาพการดำเนินงานต่ำ (ประสพชัย พสุนนท์, 2550)

การวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการประเมินผลการดำเนินงาน และค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินสามารถนำมาเปรียบเทียบระหว่างองค์การ เพื่อวิเคราะห์ถึงความสามารถในการดำเนินงานขององค์การ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพ

ที่นิยมใช้ คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละองค์การ กับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ซึ่งการเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่ได้จากองค์การที่ดีที่สุดที่มีประสิทธิภาพที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับองค์การที่กำลังศึกษาทั้งหมด (อัครพงศ์ อั้นทอง, 2547)

ความหมายของประสิทธิภาพองค์การ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525ได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการงาน ซึ่งสอดคล้องกับสารานุกรมเวบเตอร์ (Webster’s encyclopedia unabridged dictionary of english language) ที่ให้ความหมายของประสิทธิภาพ (Efficiency) ไว้ว่า ความสามารถในการปฏิบัติงาน (Competency in performance) สำหรับนักวิชาการอื่น ๆ ก็ให้ความหมายของประสิทธิภาพคล้ายคลึงกัน เช่น Robbins and DeCenzo (1995) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพได้ว่าการกระทำ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้ปัจจัยการผลิต (Input) น้อยที่สุด

Robbins (1993) เห็นว่าประสิทธิภาพ หมายถึง อัตราส่วนของผลผลิตที่มีประสิทธิผลต่อการผลิตที่ใช้ Good (1973) ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่จะทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์ตามความปรารถนา โดยใช้เวลาและความพยายามเพียงเล็กน้อย ส่วนอุทัย หิรัญโต (2526) ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า ความหมายความรวมถึงความเพียงพอใจในผลผลิตด้วยประสิทธิภาพในวงราชการจึงแตกต่างจากประสิทธิภาพในวงธุรกิจเอกชน เพราะงานราชการไม่ได้มุ่งหวังที่ผลกำไร และนอกจากนี้งานราชการบางอย่างยังไม่สามารถคิดเป็นตัวเลขได้ ประสิทธิภาพในวงราชการจึงต้องเปรียบเทียบทั้งค่าใช้จ่ายที่ใช้ (Input) กับผลที่ได้รับ (Output) และต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในผลการปฏิบัติงานและประโยชน์ที่มีต่อสังคมส่วนรวมด้วย (ปิยะนุช เงินคล้าย, 2547)

ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง ความสามารถในการผลิตผลผลิต หรือให้บริการโดยมีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด ซึ่งเป็นผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนขององค์การ (Katz, & Kahn, 1978; ศุภชัย ยาวะประภาษ, 2537)

Simon (1960) ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง งานใดมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นให้ดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Input) กับผลผลิต (Output) ที่ได้รับออกมา เพราะฉะนั้นตามทรรศนะนี้จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพจึงเท่ากับผลิตผล

Elmore (1993) ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง ตัวแบบการพัฒนาองค์การมีฐานคติว่าคนจะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด ถ้าได้รับผิดชอบควบคุมการทำงานที่เขาได้รับมอบหมาย อย่างเต็มที่ ได้มีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ และได้รับการตอบสนองแรงจูงใจต่าง ๆ เพื่อพอต่อการเกิดพันธสัญญา ในการทำงานให้บรรลุเป้าหมายขององค์การ

วิรัช สงวนวงศ์วาน (2533) ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง ประสิทธิภาพของการบริหารงานจะเป็นเครื่องชี้ความเจริญก้าวหน้าหรือความล้มเหลวขององค์การ งานที่สำคัญของผู้บริหารองค์การก็คือ งานในหน้าที่ของการบริหาร ซึ่งจะเหมือนกันเป็นสากลไม่ว่าจะเป็นองค์การขนาดใด มีจุดประสงค์ใดจะเป็นเครื่องมือช่วยให้การบริหาร หรือจัดการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้บริหารที่ชาญฉลาดจะต้องเลือกการบริหารที่เหมาะสมกับองค์การของตนในสถานการณ์ต่าง ๆ และนำไปปรับใช้ ให้เกิดประโยชน์แก่องค์มากที่สุด

สัญญา สัญญาวิวัฒน์ (2544) ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง การวัดผลการทำงานขององค์การนั้นว่าการทำงานได้ปริมาณงานมากน้อยแค่ไหน คุณภาพงานดีมากน้อยแค่ไหน ใช้เงิน ใช้เวลา ใช้แรงงานไปมากน้อยแค่ไหน เป็นผลดีต่อผู้รับบริการมากน้อยแค่ไหน โดยรวมความมีประสิทธิภาพ เราจะให้หมายถึงทำงานได้ปริมาณและคุณภาพมาก องค์การโดยรวมมีความสมัครสมานสามัคคี มีสันติและความสุขรวม เป็นผลดีต่อส่วนรวม แต่ใช้เวลา แรงงาน และงบประมาณน้อย

กันตยา เพิ่มผล (2548) ประสิทธิภาพขององค์การ หมายถึง ขนาด และความสามารถของความสำเร็จหรือบรรลุตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของตนเองและองค์การ

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพองค์การหมายถึงความสามารถในการปฏิบัติงานหรือดำเนินงานอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมาย โดยให้ได้ผลผลิตมากที่สุด แต่ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ มีสิ่งที่เหมือนกันในเรื่องของผลตอบแทน ดังนั้น ประสิทธิภาพ คือ ผลตอบแทนที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตหรือการลงทุนที่จำกัด ให้เกิดผลผลิตที่มากที่สุด ภายใต้สภาพการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่คำนึงถึงเวลาและการลงทุนน้อยที่สุดนั่นเอง แต่ประสิทธิภาพในวงราชการ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานให้ได้ผลสำเร็จในงานอย่างถูกต้อง สมบูรณ์ตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด มีประโยชน์ และสร้างความพึงพอใจต่อสังคมส่วนรวมสูงสุด

การวัดประสิทธิภาพขององค์การในทางเศรษฐศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ, 2533)

1. ประสิทธิภาพภายใน (Internal efficiency) หมายถึง การพิจารณาจากสิ่งที่ใส่เข้าไป (Input) และสิ่งที่ผลิตออกมา (Output) ซึ่งแสดงถึง ความสามารถในการผลิตให้ได้ผลมากที่สุด ประสิทธิภาพภายในจะเกี่ยวกับความมีประสิทธิภาพ และฟังก์ชันการผลิต โดยเฉพาะฟังก์ชันการผลิตจะมีส่วนที่สัมพันธ์กับความมีประสิทธิภาพอย่างมาก เนื่องจากฟังก์ชันการผลิตเป็นความเกี่ยวพันของการแปลงรูปจากปัจจัยเบื้องต้นไปเป็นผลผลิต ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์ได้ 2 วิธี ดังนี้

1.1 ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เกิดจากการใช้เทคนิคการผลิตที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณ ผลผลิตที่ได้มากที่สุดจากปัจจัยการผลิตและวิธีการที่ใช้ ซึ่งทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณมากที่สุดจากปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้

1.2 ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุด และคำนึงถึงผลผลิตที่ได้โดยใช้ต้นทุนที่น้อยที่สุด

ดังนั้น ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์อยู่ที่ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคมุ่งปริมาณผลผลิตให้ได้มากที่สุดจากทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ ส่วนประสิทธิภาพ เชิงเศรษฐศาสตร์มุ่งให้ผลผลิตใช้ต้นทุนต่ำสุด

2. ประสิทธิภาพภายนอก (External efficiency) หมายถึง การพิจารณาผลผลิตที่ได้ว่าเป็นประโยชน์ต่อสังคมภายนอก และสามารถพัฒนาสังคมโดยรวม

ดังนั้น ประสิทธิภาพในทางเศรษฐศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพภายในเป็นการพิจารณาผลผลิตต้นทาง

1.1 ความมีประสิทธิผล

1.2 ฟังก์ชันการผลิต

1.2.1 ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค คำนึงถึงปริมาณผลผลิต

1.2.2 ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ คำนึงถึงต้นทุน

2. ประสิทธิภาพภายนอก เป็นการพิจารณาผลผลิตที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายนอก

ในขณะที่ Bradford, Malt and Oates (1969) อธิบายว่า โดยปกติกระบวนการผลิตหรือบริการ ด้านสาธารณะ สามารถแบ่งได้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การแปลงปัจจัยนำเข้าขั้นต้น (Primary input) เช่น แรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร เป็นผลผลิตขั้นกลาง (Intermediate output) เช่น ชั่วโมงการทำงานของครู

ขั้นตอนที่ 2 การแปลงผลผลิตขั้นกลาง เป็นผลผลิตโดยตรง (Direct output) ของกิจกรรม ซึ่งพร้อมให้บริการแก่ผู้รับบริการ เช่น จำนวนนักเรียนในโรงเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การแปลงผลผลิตโดยตรงเป็นผลทางด้านสวัสดิการ (Welfare effect) หรือผลลัพธ์ (Outcome) เช่น ประชาชนมีการศึกษา

อัครพงศ์ อั้นทอง (2547) กล่าวว่า การวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการประเมินผลการดำเนินงาน และค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินสามารถนำมาเปรียบเทียบระหว่างองค์การ เพื่อวิเคราะห์ถึงความสามารถในการดำเนินงานขององค์การ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพ ที่นิยมใช้ คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละองค์การกับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ซึ่งการเปรียบเทียบ

ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่ได้จากองค์การที่ดีที่สุด ที่มีประสิทธิภาพที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับองค์การที่กำลังศึกษาทั้งหมด โดยประสิทธิภาพขององค์การสามารถประเมินได้ ดังนี้

$$\text{Efficiency} = \frac{output}{input}$$

และการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบขององค์การสามารถประเมินได้ ดังนี้

$$\text{Relative efficiency} = \frac{weithted\ \ sum\ of\ \ output}{weithted\ \ sum\ of\ \ input}$$

หรือสามารถแสดงสมการได้ดังนี้

$$\text{Relative efficiency} = \frac{\sum_r^s v_r y_{rj}}{\sum_i^m u_i x_{ij}};\ j = 1, 2, \ldots, n$$

เมื่อ x_{ij} คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าที่ i จากองค์กรที่ j

y_{rj} คือ จำนวนผลผลิตที่ r จากองค์กรที่ j

u_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าที่ i

v_r คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิตที่ r

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

s คือ จำนวนของผลผลิต

n คือ จำนวนขององค์กร

การวัดประสิทธิภาพสามารถวัดได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต แต่อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติมักมีปัญหาทางด้านข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์นั่นคือ ไม่สามารถแบ่งแยกระหว่างปัจจัยนำเข้าขั้นต้น ผลผลิตขั้นกลาง ผลผลิตโดยตรงและผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การวัดที่ผ่านมาจึงจำกัดอยู่ที่ ขั้นที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่พบว่า จะวัดจาก Productivity ratio ซึ่งเป็นสัดส่วนของผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้าในการผลิต (Output/ Input) หรือค่าใช้จ่ายต่อหน่วย และมักเป็นเรื่องทางเศรษฐกิจ โดยสัดส่วนที่สูงแสดงถึงการดำเนินงานที่ดี การวัดผลดำเนินงานเป็นแนวคิดเชิงเปรียบเทียบ (ณัฐพล ชวลิตชีวิน และปราโมทย์ ศุภปัญญา, 2545) เช่น อาจเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา ซึ่งแนวคิดนี้สามารถใช้ได้กับหน่วยผลิตของเอกชนที่ผลิตสินค้า อาทิ โรงงาน และใช้ได้กับการดำเนินงานขององค์การที่ไม่หวังผลกำไร เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล ห้องสมุด เป็นต้น ซึ่งวิธีการวัดมีหลายวิธี โดยแต่ละวิธีมีความแตกต่างกันตามจุดประสงค์ของการวัด ขึ้นอยู่กับว่า หน่วยผลิตนั้นผลิตอะไร ข้อมูลที่ต้องใช้และข้อสมมติเกี่ยวกับโครงสร้างทางเทคนิคการผลิต และพฤติกรรมของผู้ที่มีหน้าที่ตัดสินใจ เกณฑ์การวัดแบบนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ เพราะไม่ได้คำนึงถึง ด้านคุณภาพ แต่คำนึงถึงปริมาณในรูปของกำไรหรือผลผลิตสูงสุดเพียงด้านเดียว

การวัดสัดส่วนผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้าที่เรียกว่า ผลิตภาพของหน่วยผลิต เมื่อผลิตสินค้า 1 ชนิด และใช้ปัจจัยนำเข้า 1 ชนิด ซึ่งสัดส่วนนี้จะค่อนข้างง่ายต่อการคำนวณ แต่สำสำหรับการผลิต ที่ต้องใช้ปัจจัยนำเข้ามากกว่า 1 ชนิด จำเป็นต้องรวมปัจจัยเหล่านี้ เพื่อสร้างเป็นค่าดัชนีค่าหนึ่ง ในที่นี้ ผลิตภาพ หมายถึง ผลิตภาพของปัจจัยนำเข้าโดยรวม (Total Factor Productivity) นั่นคือ วัดจากปัจจัยนำเข้าที่ใช้ทุกตัว เนื่องจากการสรุปผลจากการใช้ปัจจัยนำเข้าตัวใดตัวหนึ่งอาจทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพโดยรวมคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ตามแนวคิด Duality theory เชื่อว่า การวัดประสิทธิภาพ ทำได้ 2 ทาง คือ การวัด Output/ Input และการวัด Cost/ Output ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องใช้ทั้งสองแนวทาง ขึ้นอยู่กับสภาพของข้อมูล เพราะหน่วยผลิตบางประเภทหาข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนได้ยาก หรือมีหน่วยของ ผลลัพธ์ และ/ หรือปัจจัยนำเข้าที่ไม่ชัดเจน ในการวัดประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องอาศัยหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น พฤติกรรมของหน่วยผลิต แนวเขตการผลิต ฟังก์ชันการผลิต เป็นต้น

ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน

คำว่า “ประสิทธิผลในการทำงาน” (Productivity) มีความหมายต่างกันไปสำหรับแต่ละคน บางคน หมายถึง ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พยายามรักษาต้นทุนให้คงที่ บางคน หมายถึง การทำงานให้ถูกต้อง บางคน หมายถึง การทำงานอย่างฉลาดขึ้นและหนักขึ้น บางคนคิดว่าประสิทธิผลในการทำงานกับการผลิตนั้นเหมือนกัน แต่อันที่จริงแล้วทั้งสองอย่างแตกต่างกัน การผลิตย่อมเกี่ยวข้องกับผลผลิต ซึ่งมักจะเรียกกันโดยทั่วไปว่าปริมาณการผลิตและการนับเป็นหน่วย ยกตัวอย่าง เช่น ผู้ผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ ผลิตได้ 100,000 เครื่องต่อปี นั่นคือ ปริมาณการผลิตของเขาเท่ากับ 100,000 เครื่อง ในขณะที่ประสิทธิผลในการทำงานนั้น คือ อัตราส่วนดังกล่าว จะบ่งบอกถึงปริมาณผลผลิต ซึ่งได้จากวัตถุดิบที่ป้อนเข้าไปจำนวนหนึ่ง นอกจากแรงงานแล้ว สิ่งที่ป้อนเข้าไปอีก คือ ทุน (เงิน) และวัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตสินค้า สองสิ่งที่สำคัญมากในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำงาน คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ประสิทธิภาพ หมายถึง สิ่งที่ป้อนเข้าไปหลาย ๆ อย่างนั้น ประกอบกันได้ดีเพียงใดหรืองานที่ทำนั้นสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพียงไหน ซึ่งก็คือความสามารถในการทำให้เกิดผลผลิตมากขึ้นจากสิ่งที่ป้อนเข้าไปขั้นต่ำสุด นั้นหมายถึง การรักษาระดับการผลิตที่มีคุณภาพสูงโดยใช้เวลาน้อยลงหรือมีการสูญเสียเกิดขึ้นน้อย เป็นต้น ส่วนประสิทธิผล หมายถึง การบรรลุตามผล หรือ หมายถึง ผลิตผล หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้

ยกตัวอย่างเช่น พนักงาน 2 คน อยู่ในธนาคารแห่งหนึ่ง ทั้งคู่มีชั่วโมงการทำงานเท่ากัน ได้รับอุปกรณ์ในการทำงานเหมือนกันและนั่งอยู่ติดกัน แต่คนหนึ่งทำงานเสร็จเร็วกว่าอีกคนหนึ่ง แม้ว่าสิ่งที่ป้อนเข้าไปจะเท่ากัน (จำนวนชั่วโมง อุปกรณ์ แฟ้ม และอื่น ๆ) แต่ดูเหมือนว่างานของ

พนักงานคนหนึ่งจะมากกว่างานของอีกคนหนึ่งจะมากกว่างานของอีกคนหนึ่งในเวลาทำงานที่เท่ากัน ความแตกต่างอาจเกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลายประการ เช่น แรงจูงใจ ความรู้เกี่ยวกับงานที่ทำการฝึกอบรมหรือวิธีการทำงานที่ต่างกัน เรามาดูกันว่าความแตกต่างนั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

เราพบว่าหนึ่งในจำนวนพนักงานสองคนนั้น วางแผนและจัดระเบียบการทำงานไว้ล่วงหน้า ดังนั้น เขาจึงสามารถใช้เวลาและความพยายามได้ดีกว่าประสิทธิภาพของเขาจึงสูงกว่าคนที่ทำงานเสร็จน้อยกว่า นอกจากนั้นการใช้เวลาและความพยายามได้ดีกว่า โดยมีการวางแผนและจัดระเบียบล่วงหน้าก็จะทำให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เขาจึงสามารถทำงานได้เสร็จมากกว่าเพื่อนร่วมงาน (กันตยา เพิ่มผล, 2548)

ดังนั้นองค์ประกอบการเกิดประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล พนักงาน บุคลากรในองค์การ จะมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลในการดำเนินชีวิต ย่อมเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ซึ่งบุคคลในองค์การต้องมีหลักเพื่อการพัฒนาตนเองก่อน เพราะพื้นฐานของการพัฒนาประสิทธิภาพคือ การพัฒนาตนเองในการทำงาน คือ ความสามารถในการใช้ทรัพยากร เช่น วัตถุดิบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือผลที่ตั้งไว้ นั่นคือ ประสิทธิผลในการทำงาน เป็นกุญแจที่นำไปสู่ผลกำไร เพราะเป็นการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีขึ้น เป็นการทำงานอย่างฉลาดขึ้น ไม่ใช่การทำงานหนักขึ้น

การประเมินประสิทธิภาพองค์การ

องค์การที่มีประสิทธิภาพจะพิจารณาได้จากความสามารถขององค์การในการใช้กระบวนการจัดการด้วยการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ดำเนินกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายขององค์การ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีการกำหนดแนวทางที่จะใช้ประเมินประสิทธิภาพ ดังเช่น Robbins (1981) เสนอแนวคิดวิธีการวัดประสิทธิภาพองค์การมี 4 วิธี คือ

1. วัดความสามารถขององค์การในการบรรลุเป้าหมาย
2. วัดโดยอาศัยเชิงระบบ
3. วัดจากความสามารถขององค์การต่อความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้อง
4. วัดจากค่านิยมของสมาชิกในองค์การ

ในขณะที่ Steers (1977) ได้กำหนดแนวทางการประเมินประสิทธิภาพองค์การ ดังนี้

1. การบรรลุเป้าหมายขององค์การ (The goal optimization approach) ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการ ทำให้ทราบว่าการที่จะบรรลุเป้าหมายสูงสุดมีความเป็นไปได้หรือไม่ จะทำให้องค์การเติบโต และสามารถอยู่รอดได้ เกี่ยวข้องกับคนในองค์การ และทำให้ทราบปัญหา ข้อจำกัดที่ทำให้องค์การไม่บรรลุเป้าหมาย เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน จึงมีความยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนไปตามเป้าหมายขององค์การ

2. มุมมองเชิงระบบ (A systems perspective) ใช้แนวคิดเชิงระบบ เน้นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ในองค์การ สภาพแวดล้อม ทั้งหมดมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพขององค์การ ซึ่งมีองค์ประกอบ ที่ทำให้องค์การประสบผลสำเร็จ ประกอบด้วย 1) ลักษณะเฉพาะขององค์การ 2) สภาพแวดล้อมขององค์การ 3) ลักษณะเฉพาะของคนในองค์การ และ 4) นโยบายด้านการบริหาร และการปฏิบัติงาน

3. การเน้นพฤติกรรม (A behavioral emphasis) เชื่อว่าพฤติกรรมของคน มีผลต่อความสำเร็จ หรือล้มเหลวขององค์การ การประเมินองค์การหรือการวิเคราะห์องค์การ ต้องพิจารณาพฤติกรรมของคนในองค์การ โดยเน้นที่เป้าหมายขององค์การเป็นเป้าหมายร่วม ซึ่งเกิดจากบุคคลที่มีส่วนร่วมในองค์การช่วยกันกำหนดเป้าหมายองค์การและยอมรับเป้าหมายร่วมกัน และยึดถือเป็นเป้าหมายองค์การ ดังนั้น บางส่วนของเป้าหมายของบุคคล การกระตุ้นให้บุคคลในองค์การแสดงพฤติกรรมที่คาดหวัง และตอบสนองต่อเป้าหมายส่วนบุคคล เพื่อผลสัมฤทธิ์ของเป้าหมายองค์การ และนอกจากนี้ Hoy and Miskel (2005) ยังได้เสนอรูปแบบ การประเมินประสิทธิภาพองค์การไว้ 3 รูปแบบ ดังนี้

3.1 รูปแบบที่ยึดเป้าหมายขององค์การ โดยพิจารณาว่าผลการดำเนินงานขององค์การ ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากเงื่อนไขของความสำเร็จ คือ 1) เป้าหมายที่กำหนดขึ้นโดยการตัดสินใจอย่างมีเหตุมีผล 2) จำนวนเป้าหมายต้องเพียงพอที่จะบรรลุผลได้ 3) เป้าหมายต้องชัดเจนและผู้เกี่ยวข้องต้องเข้าใจตรงกัน และ 4) สามารถกำหนดเป็นเกณฑ์เพื่อประเมินได้

3.2 รูปแบบที่ยึดทรัพยากร ที่ว่าองค์การที่มีประสิทธิภาพ ต้องสามารถทำให้เกิดผลประโยชน์ ด้านทรัพยากรจากสภาพแวดล้อม เพื่อให้บรรลุวัตถุวัตถุประสงค์ขององค์การ โดยเน้นความสำคัญของปัจจัยป้อนเข้ามากกว่าผลผลิต ซึ่งยึดหลักที่ว่าองค์การที่ได้รับทรัพยากรมากกว่าย่อมมีประสิทธิภาพมากกว่า เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน คือ ความคงที่ของกระบวนการภายใน โครงสร้างในการกำกับติดตามและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

3.3 รูปแบบบูรณาการ เป็นการรวมรูปแบบที่ยึดเป้าหมายขององค์การและทรัพยากรเข้าด้วยกัน มีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ 1) มิติเวลา การประเมินจะเปลี่ยนไปตามวงจรชีวิตขององค์การ แบ่งช่วงเวลาเป็นเกณฑ์ประเมิน ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว วิธีการประเมินในระยะแรกของการดำเนินงานต้องใช้เกณฑ์ที่มีความยืดหยุ่น และการได้มาซึ่งทรัพยากร ใช้เกณฑ์ในการติดต่อสื่อสาร ความสามารถในการผลิต และความมีประสิทธิภาพ หรือเมื่อองค์การอยู่ในระยะเสื่อมถอยต้องใช้เกณฑ์การปรับตัว นวัตกรรม และการได้มาซึ่งทรัพยากร 2) กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นการให้ความสำคัญต่อค่านิยมและการมีส่วนร่วมของบุคคลหรือกลุ่มคนในองค์การทั้งภายในและภายนอก ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนได้เสียต่อการดำเนินงานขององค์การ ดังนั้น เกณฑ์การ

ประเมิน จึงต้องสอดคล้องกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และ 3) การประเมินที่ใช้เกณฑ์โดยเน้นองค์ประกอบหลายส่วนที่เป็นตัวบ่งชี้ โดยเฉพาะความเป็นระบบ (System) ขององค์การที่ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และปัจจัยผลผลิต โดยแต่ละปัจจัยต้องมีส่วนประกอบและจะต้องประเมินตามส่วนประกอบนั้น ๆ

การประเมินประสิทธิภาพองค์การทางการศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพองค์การทางการศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี (จรินทร์ เทศวนิช, 2538)

1. การใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าการจัดการศึกษาขององค์การ มีประสิทธิภาพหรือไม่ เช่น อัตราส่วนระหว่างนักเรียนกับครู และค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ใช้ในการผลิต

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{อัตราส่วนระหว่างนักเรียนกับครู} = \frac{\text{ขนาดชั้นเรียนโดยเฉลี่ย} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่สอนเฉลี่ย}}{\text{จำนวนชั่วโมงเรียนเฉลี่ย}}$$

ค่าที่คำนวณได้บ่งชี้ให้ทราบว่า ในการจัดการเรียนการสอน ควรมีจำนวนนักเรียนเท่าใดต่อครู จำนวน 1 คน เพื่อทำให้การจัดการศึกษาในชั้นมีประสิทธิภาพ ซึ่งดัชนีนี้มีชื่อว่า สัมพัทธภาพของนักเรียนกับครู และเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่ใช้วัดประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร

2. การใช้ดัชนีวัดผลผลิตของระบบการศึกษา การวัดผลผลิตของระบบการศึกษา โดยวิธีนี้จะต้องนำค่าใช้จ่ายทางการศึกษาทั้งหมด ไปเปรียบเทียบกับรายได้ที่มีผู้จบการศึกษา คาดว่าจะได้รับในอนาคต การเปรียบเทียบทำได้ 3 วิธี คือ

2.1 การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ทำได้โดยการหาอัตราส่วนลดของผลประโยชน์สุทธิของค่าใช้จ่าย โดยการใช้ผลตอบแทนจากการลงทุนเป็นปัจจัยอัตราส่วนลด อัตราส่วนที่ถูกเลือกสำหรับการเปรียบเทียบ ในขั้นแรกจะใช้ส่วนลดผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบัน ในขั้นตอนต่อไปใช้ส่วนลดค่าใช้จ่ายต่อมูลค่าปัจจุบัน และขั้นสุดท้ายจะเปรียบเทียบมูลค่าส่วนลดปัจจุบันทั้ง 2 ค่า ข้างต้น

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\sum_{t=1}^{L} \frac{B_t}{(1+i)^t} \text{ เปรียบเทียบกับ } \sum_{t=1}^{L} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

ใช้อัตราส่วน i ซึ่งถูกเลือกบนพื้นฐานของผลประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนด้านอื่น เช่น การลงทุนทางด้านกายภาพ หรือผลตอบแทนทางสังคม เป็นปัจจัยอัตราส่วนลด ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ถูกเลือก สำหรับการเปรียบเทียบและคำนวณหาค่า NPV โดยใช้สูตร

$$NPV = \sum_{t=1}^{L} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

จากนั้นนำค่า NPV ที่ได้ไปสรุปผล ดังนี้

$NPV > 0$ แสดงว่า ผลผลิตของระบบการศึกษามีประสิทธิภาพ

$NPV < 0$ แสดงว่า ผลผลิตของระบบการศึกษาไม่มีประสิทธิภาพ

2.2 การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์และค่าใช้จ่าย (The benefit-Cost ratio: $\frac{B}{C}$) เป็นการประเมินว่า การใช้ทรัพยากรในปัจจุบันมีประสิทธิภาพเพียงใด และตัดสินว่าทำอย่างไรจึงจะมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^{L} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{L} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

จากนั้นนำค่า $\frac{B}{C}$ ที่ได้ไปสรุปผลดังนี้

$\frac{B}{C} > 1$ แสดงว่าผลผลิตของระบบการศึกษามีประสิทธิภาพ

$\frac{B}{C} < 1$ แสดงว่าผลผลิตของระบบการศึกษาไม่มีประสิทธิภาพ

2.3 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน (The internal rate of return: IRR) เป็นการหาอัตราผลตอบแทนที่คิดเป็นร้อยละจากการลงทุนทางการศึกษา ซึ่งทำได้โดยการหาอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายได้ที่เพิ่มขึ้น โดยผลตอบแทนนี้สามารถนำไป เปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนด้านอื่น เช่น การลงทุนทางด้านกายภาพ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\sum_{t=1}^{L} \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{L} \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

เมื่อ B = ผลประโยชน์โดยปกติจะเป็นรายได้ตลอดชีวิตการทำงาน (L) ของบุคคลที่มีการศึกษาระดับหนึ่ง เช่น บุคคลจบปริญญาตรีแล้วเริ่มทำงานจนเกษียณอายุงาน

C = ค่าใช้จ่าย รายได้ที่สูญเสียไปจากการที่บุคคลเข้าศึกษาในระดับใดระดับหนึ่ง

i = IRR (Internal rate of return) คือ อัตราผลตอบแทนในที่ทำให้ค่าใช้จ่ายและรายได้เท่ากัน สำหรับค่า i ที่เป็นค่าลบจะไม่มีความหมายใด ๆ ดังนั้น

$i \geq 0$

t = ระยะเวลา

L = ระยะเวลาการทำงานทั้งหมดภายหลังจบการศึกษาระดับนั้น

จากนั้นนำค่า IRR ที่คำนวณได้มาเทียบกับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนด้านอื่นหรืออัตราดอกเบี้ย (r) ในท้องตลาด ซึ่งอัตราดอกเบี้ยนี้ คือ External rate of return ดังนี้

$i > r$ แสดงว่า ผลผลิตของระบบการศึกษามีประสิทธิภาพ

$i < r$ แสดงว่า ผลผลิตของระบบการศึกษาไม่มีประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพขององค์การนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าองค์การนั้นมีสภาพของความสำเร็จอย่างไร มีสภาพการปฏิบัติงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพขององค์การจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ขององค์การ การประเมินประสิทธิภาพของสถานศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษาที่เกิดจากการประเมินคุณภาพตามตัวบ่งชี้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่เกิดจากกระบวนการวัด และประเมินทางกายภาพขององค์การผ่านตัวบ่งชี้ และมาตรฐานคุณภาพ โดยประกอบด้วย กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน กลุ่มตัวบ่งชี้อัตลักษณ์และกลุ่มตัวบ่งชี้มาตรการส่งเสริม จึงกล่าวได้ว่า ประกอบด้วย ผลผลิต และปัจจัยนำเข้าตามวิธีการประเมินประสิทธิภาพองค์การ ใช้เป็นข้อมูลเพื่อกำหนดเป็นตัวแปรที่จะศึกษาประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา เพราะฉะนั้น การระบุประสิทธิภาพจึงเกิดจากข้อมูลของการประเมินคุณภาพภายนอกเท่านั้น

แนวคิดเกี่ยวกับการโปรแกรมเชิงเส้น

การโปรแกรมเชิงเส้น เป็นวิธีวิเคราะห์ที่นำไปใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด เป็นการจำลองแบบเพื่อการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม แบบจำลองของการโปรแกรมเชิงเส้นเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Correa, 1969) วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้นเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หาทางเลือก (คำตอบหรือผลลัพธ์) ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์หนึ่ง ๆ ภายใต้ข้อจำกัดที่กำหนดขึ้น โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า องค์ประกอบที่ต้องการศึกษามีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง หรือเป็นสัดส่วนโดยตรง (อนุสรณ์ สิงหภักดี, 2533) ในการวิเคราะห์ต้องอาศัยรูปแบบการจัดการของการวิจัยดำเนินงาน (วิจิตร ตันฑสุทธิ์, วันชัย วิจิตรวิช และศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2537)

การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming: LP) เป็นกระบวนการศึกษาผลลัพธ์ของปัญหาในระบบ ที่ต้องการศึกษาอันหนึ่งด้วยเทคนิคและวิธีการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลลัพธ์ไปใช้ในการตัดสินใจ การวางแผน การควบคุม การจัดระบบงาน และการประเมินประสิทธิภาพขององค์การได้

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มาเขียนแทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบของปัญหาที่ต้องการศึกษา แบบจำลองจะเป็นตัวแทน ของระบบ ที่สามารถใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาผลลัพธ์เพื่อแก้ปัญหาได้

1. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย องค์ประกอบหรือตัวแปร ดังนี้

1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจ เป็นตัวแปรที่ต้องการคำนวณ หาค่าผลลัพธ์จากแบบจำลอง

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ตัวแปรที่กำหนดให้มีค่าสูงสุดหรือมีค่าต่ำสุดตามวัตถุประสงค์ของแบบจำลองค่าตัวแปรผันกับตัวแปรอิสระ

1.3 ค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ ได้แก่ คุณลักษณะเฉพาะของระบบที่ต้องการศึกษา องค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบที่ศึกษา สามารถกำหนดเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองจะมีโครงสร้างที่สำคัญ 2 ส่วน (Budnich, Mojena & Vollmen, 1977) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และฟังก์ชันเงื่อนไข ดังนี้

1.3.1 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงวัตถุประสงค์ของระบบที่ศึกษาโดยทั่วไป มีวัตถุประสงค์ 2 แบบ

1.3.1.1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.3.1.2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด

1.3.2 ฟังก์ชันเงื่อนไข เป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงขอบเขตองค์ประกอบในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โครงสร้างทั่วไปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น เขียนแสดงในรูปของฟังก์ชันทางพีชคณิต ได้ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

1. แบบ Maximum เมื่อ Z แทน ผลกำไร (Profit)

$$\text{Max.}Z = A_1X_1 + A_2X_2 + ... + A_nX_n = \sum_{i=1}^{n} A_iX_i$$

หรือ

2. แบบ Minimum เมื่อ Z แทนต้นทุน (Cost)

$$\text{Min.}Z = A_1x_1 + A_2X_2 + ... + A_nX_n = \sum_{i=1}^{n} A_iX_i$$

ฟังก์ชันเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} B_{ij} X_i \geq C_{ij}$$

หรือ

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} B_{ij} X_t = C_{ij}$$

หรือ

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} B_{ij} X_i \leq C_{ij}$$

ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์มี X_1 , $X_2 \ldots X_n$ หรือ X_i (i = 1, 2, ... , n) เป็นตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตาม Z และ $X_i \geq 0$

โดยที่ A_i เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ X_i ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์

B_{ij} เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ X_i ในฟังก์ชันเงื่อนไข

C_j เป็นค่าคงที่แสดงขอบเขตของตัวแปรตาม Z

X_i แต่ละตัวมีกำลังเป็นหนึ่ง แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ X_i และตัวแปรตาม Z เป็นแบบเส้นตรง

เมื่อ i = 1,2, ... ,n และ j = l,2, ... ,m

เครื่องหมาย $\geq$, = หรือ $\leq$ ใช้แทนเงื่อนไขระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นมีวัตถุประสงค์ที่จะหาค่าของตัวแปรตาม X_i ที่จะทำให้ค่าตัวแปรตาม Z มีค่าสูงสุด (หรือต่ำสุดตามกรณี) ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ค่าคงที่ A_i, B_i และ C_j เป็นค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ที่ทราบค่าของระบบ

2. การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น (LP) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การแก้ปัญหา LP ที่มีตัวแปรตัดสินใจ 2 ตัว

2.2 การแก้ปัญหา LP ที่มีตัวแปรตัดสินใจมากกว่า 2 ตัว

วิธีการแก้ปัญหา LP มี 2 วิธี คือ

1. วิธีกราฟ (Graphical method) การแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยวิธีกราฟเป็นวิธีที่จะช่วยให้เข้าใจขั้นตอนและขอบเขตของการหาผลเฉลี่ยที่ดีที่สุด แต่ปัญหาที่จะใช้วิธีกราฟช่วยหาผลเฉลี่ยจะต้องเป็นปัญหาที่มีขนาดเล็ก คือ เป็นปัญหาที่มีตัวแปร เพียง 2 ตัว หรือมีตัวแปรสูงสุดได้เพียง 3 ตัว มีขั้นตอนในการหาคำตอบโดยวิธีกราฟ คือ ขั้นแรกการเขียนกราฟของฟังก์ชันข้อจำกัด และขั้นที่สองการหาคำตอบจากกราฟ ดังนี้

การเขียนกราฟของฟังก์ชันข้อจำกัด หมายถึง การนำเอาฟังก์ชันข้อจำกัดของตัวแบบมาเขียนลงบนกระดาษกราฟ โดยกำหนดให้ตัวแปรของตัวแบบเป็นแกนของกราฟ การหาคำตอบของกราฟทำได้ โดยหาจุด (X_1, X_2) ในกราฟ ซึ่งทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดของปัญหา และจากการพิจารณาควอแดรนท์ทั้ง 4 พบว่า

ควอแดรนท์ที่ 1: เป็นบริเวณที่ค่าของตัวแปร $X_1 > 0$ และ $X_2 > 0$

ควอแดรนท์ที่ 2: เป็นบริเวณที่ค่าของตัวแปร $X_1 < 0$ และ $X_2 > 0$

ควอแดรนท์ที่ 3: เป็นบริเวณที่ค่าของตัวแปร $X_1 < 0$ และ $X_2 < 0$

ควอแดรนท์ที่ 4: เป็นบริเวณที่ค่าของตัวแปร $X_1 > 0$ และ $X_2 < 0$

จะเห็นได้ว่า มีเพียงควอแดรนท์ที่ 1 เท่านั้นที่สอดคล้องกับฟังก์ชันข้อจำกัด ซึ่งกำหนดให้ค่าของตัวแปรต้องมีค่า X มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (การผลิตจะผลิตจำนวนติดลบไม่ได้) นั่นคือ

$$X_1 \geq 0 \text{ และ } X_2 \geq 0$$

ดังนั้น การหาคำตอบของปัญหา หรือการหาค่า X_1 และ X_2 ซึ่งทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าสูงสุดจะหาเฉพาะค่าของ X_1 และ X_2 ในควอแดรนท์ที่ 1 เท่านั้น เราเรียกบริเวณที่สามารถหาคำตอบ ของปัญหาว่า “บริเวณที่หาคำตอบได้” (Feasible region) ส่วนบริเวณซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ เรียกว่า “บริเวณที่หาคำตอบไม่ได้” (Infeasible region)

เมื่อเราหาบริเวณที่หาคำตอบได้ของปัญหา โดยการเขียนกราฟของฟังก์ชันจำกัดต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การหาคำตอบจากปัญหาของกราฟ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเขียนเส้นตรงของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ลงบนกราฟ แล้วหาจุดของ X_1 และ X_2 ภายใต้ข้อจำกัดที่ทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าสูงสุด

2. วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex method) ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ต้องทำการแปลงฟังก์ชันข้อจำกัดทั้งหมดให้อยู่ในรูปสมการ โดยตัวแบบมาตรฐานสำหรับวิธีซิมเพล็กซ์ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1 สมการข้อจำกัดทุกสมการจะต้องมีค่าทางขวามือของสมการเป็นค่าบวกเสมอ จะมี ค่าลบไม่ได้

2.2 ตัวแปรทุกตัวจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

2.3 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์อาจเป็นการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดก็ได้

การปรับตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นให้อยู่ในรูปตัวแบบมาตรฐานสำหรับวิธีซิมเพล็กซ์มีวิธีการ ดังนี้

ฟังก์ชันข้อจำกัด

1. สำหรับกรณีที่ค่าคงที่ทางด้านขวาของสมการข้อจำกัดมีค่าเป็นลบ สามารถทำให้เป็นบวกได้ โดยการเอาค่า -1 คูณตลอด

2. สำหรับฟังก์ชันซึ่งอยู่ในรูปของอสมการ คือ มีเครื่องหมาย > หรือ < สามารถทำให้อยู่ในรูปของสมการ (=) โดยการลบหรือบวกด้วยตัวแปรตัวหนึ่ง

ถ้าเป็น อสมการ < ให้บวกด้วยตัวแปรทางซ้ายของฟังก์ชัน

ถ้าเป็น อสมการ > ให้ลบด้วยตัวแปรทางซ้ายของฟังก์ชัน

โดยทีตัวแปรที่นำมาบวกหรือลบจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ

3. การเปลี่ยนข้างของอสมการจาก $\geq$ ไปเป็น $\leq$ หรือจาก $\leq$ ไปเป็น $\geq$ สามารถทำได้โดยการเอา -1 คูณตลอดทั้งฟังก์ชัน

ตัวแปรในตัวแบบมาตรฐานของวิธีซิมเพล็กซ์นั้น ตัวแปรทุกตัวจะต้องมีค่าเป็นบวก จะมีค่าเป็นลบไม่ได้ แต่ในความเป็นจริงลักษณะของปัญหาที่นำไปสร้างเป็นตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นค่าของตัวแปรอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้ ถ้าตัวแปรใด มีลักษณะเช่นนี้ จะต้องทำให้ตัวแปรนั้นอยู่ในรูปของตัวแปรที่มีค่าเป็นบวกเท่านั้น โดยการเขียนตัวแปรนั้นแทนด้วย ตัวแปรสองตัว ตัวอย่างเช่น สมมติตัวแปร y มีค่าใด ๆ ก็ได้ ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์เป็น $\infty \leq y \leq \infty$ หรืออาจเขียนด้วยข้อความว่า y มีค่าใด ๆ ก็ได้

ในกรณีนี้สามารถเขียนตัวแปร y แทนด้วยตัวแปรสองตัวคือ x_1 และ x_2 ดังนี้

$$y = x_1 - x_2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

จะเห็นได้ว่าจากความสัมพันธ์ข้างต้น สามารถแปลงตัวแปร y ซึ่งมีค่าใด ๆ ก็ได้ไป เป็นตัวแปรสองตัว x_1 และ x_2 โดยที่ตัวแปรทั้งสองจะต้องมีค่าเป็นบวกเท่านั้น

จากความสัมพันธ์ $y = x_1 - x_2$ ถ้า $x_1 > x_2$ จะได้ y มีค่าเป็นบวก หรือ $y > 0$ ถ้า $x_1 < x_2$ จะได้ y มีค่าเป็นลบ หรือ $y < 0$ แต่ถ้า $x_1 = x_2$ จะได้ว่า $y = 0$ ดังนั้น $x_1 - x_2$ สามารถแทนตัวแปร y ได้

วิธีการโปรแกรมเชิงเส้นจำแนกออกได้เป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการดัดแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ให้ค่าผลลัพธ์ออกมาอย่างเหมาะสมกับลักษณะของงาน แบบแรก เป็นการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม เป็นการโปรแกรมแบบที่ต้องการได้ค่าผลลัพธ์เป็นเลขจำนวนบวกใด ๆ เหมาะสมกับงาน การจัดหรือเลือกสรรทรัพยากรที่มีลักษณะต่อเนื่อง แบบที่สอง เป็นการโปรแกรมเชิงเส้น แบบจำนวนเต็ม เป็นการโปรแกรมที่ต้องการได้ค่าผลลัพธ์เป็นเลขจำนวนเต็มบวกเหมาะสมกับงานการจัด หรือเลือกสรรทรัพยากรที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง จำเป็นต้องกำหนดออกมาเป็นหน่วยที่เป็นจำนวนเต็ม และแบบที่สาม เป็นการโปรแกรมเชิงเส้นแบบสองจำนวน เป็นการโปรแกรมที่

ต้องการได้ค่าผลลัพธ์เป็น เลขจำนวนเต็มศูนย์และหนึ่ง เหมาะสำหรับใช้กับงานที่ต้องการตัดสิน เลือก-ไม่เลือก หรือใช่-ไม่ใช่ (Bradley, Hax & Magnanti, 1977)

สรุปได้ว่า วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (Allocating resource) โดยที่ปัจจัยมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เวลา สถานที่ เงินตรา หรือความรู้ ปัญหาการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรเกิดขึ้น เมื่อเราต้องการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด ทั้งขนาด ปริมาณ และขอบเขตของการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ถ้าปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นมีตัวแปรที่มีค่าใด ๆ ก็ได้รวมอยู่ด้วยในตัวแบบ จะต้องทำการเปลี่ยนตัวแปรดังกล่าวให้เป็นตัวแปรที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เท่านั้น โดยสร้างตัวแปรขึ้นใหม่สองตัว แล้วนำมาลบกัน ตัวแปรทั้งสองต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ การโปรแกรมเชิงเส้นเป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เป็นแบบเชิงเส้น โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลการดำเนินงานที่ดีที่สุด (Optimal) เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์วิธีเชิงโอบล้อมข้อมูล

Data envelopment analysis (DEA) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ต้องการข้อมูลสมมติของลักษณะการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง (Non-parametric approach) และอาศัยแนวคิดของ Linear programming มาใช้ในการคำนวณขอบเขตของที่ตั้งกลุ่มตัวอย่าง DEA เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของหน่วยงาน และหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยงานนั้น ๆ เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย สหกรณ์ โรงพยาบาล ธนาคาร โรงแรม เป็นต้น และทุกหน่วยที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องมีลักษณะการดำเนินงานเหมือนกันหรือดำเนินธุรกิจเดียวกัน

เทคนิควิธีเชิงโอบล้อมข้อมูล (DEA) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical efficiency) ของหน่วยงานหรือองค์การ โดยใช้หลักการ และทฤษฎีของการโปรแกรมเชิงเส้นเป็นพื้นฐานในการกำหนดค่าดัชนีประสิทธิภาพ (Efficiency index)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านเทคนิคและการจัดสรรทรัพยากรโดยวิธีการ DEA เป็นการมองด้านผลผลิตหรือด้านปัจจัยการผลิตจำต้องอาศัยความเข้าใจคณิตศาสตร์ด้าน Linear programming เพื่อกำหนดขอบเขตที่ตั้งของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาจากสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้หรือจากสัดส่วนของผลผลิตที่สามารถเพิ่มขึ้นได้จากปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ องค์การหรือหน่วยงานที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำเอา DEA มาใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพนั้น ส่วนใหญ่เป็นองค์การของรัฐ โดยมีลักษณะพิเศษ คือ เป็น

องค์การที่ไม่มุ่งแสวงหากำไรเป็นหลัก (Non-profit organization) ประกอบไปด้วย หน่วยผลิตซึ่งมีชื่อแยกเฉพาะว่าหน่วยตัดสินใจ (DMU) หลาย ๆ หน่วยที่ใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิดในการผลิตผลผลิตหลายอย่างโดยที่ปัจจัยการผลิต และผลผลิตของ DMU แต่ละหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน การกำหนดและเลือกว่าอะไร ควรจะเป็นปัจจัยการผลิต และผลผลิตที่เหมาะสมขององค์การเป็นเรื่องมีความสำคัญมากที่สุดเป็นอันดับแรกของการใช้เทคนิค DEA (ประสพชัย พสุนนท์, 2551ก)

ดัชนีประสิทธิภาพของ DMU ที่ได้จาก DEA คือค่าอัตราส่วน ระหว่างผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted outputs) กับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted inputs) ของ DMU ตัวถ่วงน้ำหนักที่ใช้ในการรวมผลผลิตหรือปัจจัยการผลิต ไม่ใช่ราคาตลาดของผลผลิตหรือปัจจัยการผลิต แต่เป็นค่าที่ถูกกำหนดโดยอัตโนมัติในกระบวนการแก้ปัญหาของ LP ที่ใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพของ DMU แต่ละหน่วย ลักษณะการสร้างดัชนีประสิทธิภาพ ทำให้ DEA เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับหน่วยผลิตหรือหน่วยตัดสินใจขององค์การ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบการผลิตสินค้าและบริการที่มุ่งประโยชน์ เพื่อสาธารณะหรือส่วนรวมเป็นหลัก (Serrano, Mar & Chaparro, 2002)

หลักการทำงานของ DEA ใช้ข้อมูลจาก DMU ที่นำมาศึกษาสร้าง Production frontier หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เส้นประสิทธิภาพ (Efficiency frontier) การเชื่อมต่อกันของ DMU ต่าง ๆ เพื่อประกอบเป็น Frontier มีลักษณะเป็นการเชื่อมต่อกันแบบเส้นตรง (Linear combination) DMU ใดที่มีตำแหน่งตั้งอยู่บน Frontier ก็จะถูกประเมิน โดย DEA ว่ามีประสิทธิภาพร้อยเปอร์เซ็นต์ ในการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนที่มีอยู่ เพื่อผลิตผลผลิตที่มีอยู่หรือกำลังผลิตอยู่ ในทางตรงกันข้าม DMU ใดไม่ตั้งอยู่บน Frontier ก็จะถูก DEA ประเมินว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าร้อยเปอร์เซ็นต์ โดยมีแบบจำลองพื้นฐาน ดังนี้

$$\text{Max.} h_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} V_{ik} X_{ik}} \qquad \text{.....(1)}$$

$$\text{Subject to} \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} U_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} V_{ik} X_{ik}} \leq 1$$

เมื่อ h_k แทน ค่าดัชนีประสิทธิภาพของ DMU ที่ k

Y_{rk} แทน ค่าน้ำหนักถ่วงของปัจจัยผลผลิต r จาก *DMU* ที่ k

X_{ik} แทน ค่าน้ำหนักถ่วงของปัจจัยการผลิต i จาก *DMU* ที่ k

U_{rk} แทน ปริมาณปัจจัยผลผลิตที่ r จาก *DMU* ที่ k

V_{ik} แทน ปริมาณปัจจัยการผลิตที่ i จาก *DMU* ที่ k

DMU_j แทน หน่วยการวิเคราะห์

j แทน จำนวน DMU; $j = 1, 2, ... ,k$

$i,\ r$ แทน ปัจจัยผลผลิต; $r = 1, 2, \ldots ,s$; $i = 1, 2, ... ,m$

โดยที่ Y_{rk} , X_{ik} , U_{rk} และ $V_{ik} > 0$ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของแบบจำลองนี้คือ การหาค่ามากที่สุดของอัตราส่วนระหว่างผลผลิตรวม ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Outputs) กับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted inputs) ของ DMU_k โดยมีข้อจำกัด 3 ประการ คือ

1. ค่าน้ำหนักของผลผลิตทุกตัวของ DMU ที่ k มีค่ามากกว่าศูนย์

2. ค่าน้ำหนักของปัจจัยการผลิตทุกตัวของ DMU ที่ k มีค่ามากกว่าศูนย์ ค่าดัชนีประสิทธิภาพ h_k ซึ่งคำนวณได้จากแบบจำลอง

3. ไม่มี DMU ใดมีค่าดัชนีประสิทธิภาพมากกว่า 1.00 ($h_k \leq 1$) เมื่อ DMU นั้น ๆ ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งได้ถูกกำหนดไว้สำหรับ DMU ที่ k หรือในอีกนัยหนึ่งข้อจำกัดนี้เป็นตัวบังคับให้ค่าดัชนีประสิทธิภาพ ของ DMU ที่ k มีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1.00 หรือ 100% เท่านั้นที่เป็นดังนี้เพราะแบบจำลองกำหนด ให้ DMU ที่ k ซึ่งเป็น DMU ที่กำลังถูกประเมินประสิทธิภาพนั้นในขณะเดียวกันก็เป็นส่วนหนึ่งของสมการข้อจำกัดด้วย

DEA ช่วยองค์การตัดสินใจเรื่องการวางนโยบาย และระดับปฏิบัติการว่า องค์การควรจะจัดสรรทรัพยากรในกิจการอย่างไรให้เหมาะสม และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ยังบอกด้วยว่าเมื่อเทียบเคียง กับกิจการที่มีประสิทธิภาพแล้ว กิจการที่ไม่มีประสิทธิภาพ ควรจะไปลดปัจจัยการผลิตตัวใดเท่าใด หรือควรเพิ่มผลผลิตที่ตัวใดเท่าใด

ข้อดีของ DEA สามารถนำไปใช้ได้กับกิจการที่มีผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่หลากหลาย ถ้าเราใช้การหาอัตราส่วนเพียงอย่างเดียวก็จะมีข้อจำกัด คือ ประสิทธิภาพวัดได้ในรูปของตัวเงินเท่านั้น ถ้าหากกิจการขายสินค้าหรือบริการได้มากขึ้นจริง แต่เกิดของเสียจากการผลิตจำนวนมาก และพนักงานต้องทำงานล่วงเวลา ซึ่งสิ่งเหล่านี้เราไม่สามารถวัดออกมาได้ในรูปของตัวเงินได้ ก็จะต้องนำ DEA เข้ามาช่วย ข้อดีอีกประการหนึ่ง คือ เป็นวิธีการที่เรียกว่านอนพาราเมตริกซ์ (Nonparametric) ไม่ว่าข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบใด ทั้งการกระจายแบบปกติหรือไม่ปกติ ไม่จำเป็นต้องรู้ว่าปัจจัยการผลิตมีความสัมพันธ์กับผลผลิตรูปแบบใด ก็สามารถวัดได้ทั้งสิ้น บางประเทศประยุกต์ใช้ DEA ในการศึกษาประสิทธิภาพของโรงพยาบาล โดยวัดเฉพาะด้านผลผลิต โดยใช้เพียง “อัตราส่วนทางการเงิน" ที่แสดงถึงผลการดำเนินงานด้านต่าง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน (นิติพงษ์ ส่งศรี โรจน์ และจารึก สิงหปรีชา, 2549)

การศึกษางานที่นำเอา DEA ไปใช้ร่วมกับ (Balanced scorecard : BSC) ก็สามารถทำได้ เนื่องจาก BSC เข้าไปเกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการเงิน ด้านลูกค้า ด้านกระบวนการภายใน และด้านการเรียนรู้และพัฒนา ซึ่งตัวชี้วัดแต่ละด้านค่อนข้างมีความหลากหลาย ซึ่ง DEA จะไปรวบรวมตัวชี้วัดที่หลากหลายเหล่านี้ออกมาเป็น Efficiency score ให้ผู้บริหารพิจารณาได้โดยง่าย การนำ DEA ไปใช้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของวิธีการนี้ด้วย จริงอยู่ที่ DEA สามารถวัดผลผลิตและปัจจัยการผลิตพร้อม ๆ กันได้ทีละหลายตัว แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับการเลือกว่าจะใช้ผลผลิต และปัจจัยการผลิตตัวใดที่สามารถสะท้อนประสิทธิภาพการดำเนินงานของกิจการได้อย่างแท้จริง (พัชรศรี แดงทองดี, 2549, หน้า 90-96)

วิธีการคัดเลือกตัวแปรสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของ DEA

ปัจจุบันการวัดประสิทธิภาพองค์การด้วยวิธีการ DEA ได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคนิคแบบใหม่ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ ต้องสามารถ แสดงถึงความสำคัญของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต หากพบว่าปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตไม่ส่งผล ต่อความมีประสิทธิภาพหรือความไม่มีประสิทธิภาพ ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะใช้ตัวแปรเหล่านั้น มาวิเคราะห์ คะแนนประสิทธิภาพ ข้อดีประการหนึ่งของวิธีการ DEA คือ การไม่ต้องมีข้อตกลงทางสถิติ แต่ก็มีผู้พยายามใช้วิธีการทางสถิติมาใช้ร่วม โดยเฉพาะวิธีการคัดเลือกตัวแปร การคัดเลือกตัวแปรแบ่งได้ 2 กลุ่ม กลุ่มแรก ใช้วิธีการทางสถิติในการทดสอบความซ้ำซ้อนของตัวแปร กลุ่มที่สอง ไม่อิงวิธีการทดสอบทางสถิติ ได้มีผู้นำเสนอไว้หลายกรณี ในที่นี้จะกล่าวถึงแนวทางของ Wagner and Shimshak (2007) ซึ่งได้เสนอแนวทางการคัดเลือกตัวแปรโดยไม่อิงวิธีการทดสอบทางสถิติ มี 2 วิธี คือ 1) การคัดเลือกตัวแปรแบบย้อนกลับ (Backward) และ 2) การคัดเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า (Forward) ซึ่งแต่ละแนวทาง มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกตัวแปรแบบ Backward มีขั้นตอนดังนี้

กำหนดให้ การประเมินประสิทธิภาพองค์การมีปัจจัยนำเข้า J ปัจจัย เมื่อ $j = 1, 2, 3, \dots, J$ และมีปัจจัยผลผลิต K ปัจจัย เมื่อ $k = 1, 2, 3, \dots, K$ การคัดเลือกตัวแปร เริ่มต้นจากคำนวณตัวแบบสมบูรณ์ (Full model) หมายถึงตัวแบบที่ใช้ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตทุกตัว (J, K) ในการคำนวณแล้วบันทึก คะแนนประสิทธิภาพ มีค่าเท่ากับ $\hat{E}$

ขั้นที่ 1 เวียนตัดปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตออกทีละปัจจัย โดยมีปัจจัยทั้งหมด $J + K$ ปัจจัย และต้องตัดปัจจัยที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, J + K$ ออกจากนั้นนำปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่เหลือไปคำนวณคะแนนประสิทธิภาพมีค่าเท่ากับ E_{jj} คำนวณผลต่างของคะแนนประสิทธิภาพ แต่ละองค์การจาก $\hat{E} - E_{jj}$ แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่างนั้น เลือกตัดปัจจัยที่ให้ค่าเฉลี่ยของผลต่างต่ำสุดออกมีค่าเท่ากับ $\hat{E}_1$ ซึ่งจะใช้คำนวณในขั้นต่อไป

ขั้นที่ $n + 1$ ทำซ้ำในการคำนวณวิธีการ DEA จาก $i = 1,2, ..., J+K–n$ โดยจะเหลือปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตทั้งหมด $J+K–n$ ปัจจัย จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่าง E_{n+1j} และ $\hat{E}_{n}$ และตัดตัวแปรปัจจัยที่ให้ค่าเฉลี่ยของผลต่างต่ำที่สุด

ขั้นหยุด จะหยุดขั้นตอนเมื่อเหลือปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตอย่างละ 1 ปัจจัย (ประสพชัย พสุนนท์, 2551 ข) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า การคัดเลือกตัวแปรแบบ Backward หากกำหนดให้ตัดตัวแปรออกจนกระทั่งเหลือปัจจัยอย่างละ 1 ปัจจัย อาจทำให้สูญเสียสารเทศที่มีความสำคัญต่อการประเมิน ประสิทธิภาพ และเสนอว่าควรกำหนดขั้นหยุดด้วยการกำหนดค่าเฉลี่ยผลต่างด้วยค่าคงที่อาจใช้เกณฑ์ในการทดสอบสมมติฐาน (เช่น .01, .02, .03, .05 เป็นต้น) ด้วยเหตุผลที่ว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยผลต่างที่มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ไม่มีนัยสำคัญ หากมีค่าเฉลี่ยผลต่างมากกว่าเกณฑ์แสดงว่าปัจจัยที่เหลือมีนัยสำคัญส่งผลต่อการมีประสิทธิภาพขององค์การ ทั้งนี้การกำหนดค่าหยุดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละองค์การ สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และความจำเป็น จำนวนของปัจจัยสอดคล้องกับหลักการทฤษฎี (Wagner & Shimshak, 2007)

2. การคัดเลือกตัวแปรแบบ Forward จะเริ่มต้นจากเลือกปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตอย่างละ 1 ปัจจัย ซึ่งต้องเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ ถือเป็นปัจจัยเริ่มต้นในการคำนวณคะแนนประสิทธิภาพ เรียกว่า คะแนนประสิทธิภาพเริ่มต้น จากนั้นเลือกปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยผลผลิตทีละปัจจัยเพื่อนำไปคำนวณคะแนนประสิทธิภาพ เรียกว่า คะแนนประสิทธิภาพที่เพิ่ม 1 ปัจจัย ต่อมาคำนวณค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่างคะแนนประสิทธิภาพเริ่มต้นกับคะแนนประสิทธิภาพที่เพิ่ม หากค่าเฉลี่ยผลต่างนั้นมีความแตกต่างกันมากพอก็เก็บไว้ แล้วเลือกปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยผลผลิตอีก 1 ปัจจัย เพื่อคำนวณคะแนนประสิทธิภาพ ที่เพิ่ม 2 ปัจจัย จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่างคะแนนประสิทธิภาพที่เพิ่ม 1 ปัจจัย และคะแนนประสิทธิภาพที่เพิ่ม 2 ปัจจัย ทำเช่นนี้ต่อไป จนกระทั่งค่าเฉลี่ยผลต่างมีค่าไม่มากนัก วิธีนี้เป็นเรื่องยากที่จะระบุปัจจัยที่มีความสำคัญคู่แรก หรือแม้แต่ขั้นถัดไปก็ยากที่จะระบุว่าตัวแปรใดเหมาะสมในขั้นนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่ตัวแปรมีความสำคัญใกล้เคียงกัน

ตัวแบบในการประเมินประสิทธิภาพของ DEA

ตัวแบบแรกของการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการ DEA ได้แก่ ตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC (Banker, Charnes & Cooper, 1978) ก่อนที่จะมีการพัฒนาตัวแบบอื่น ๆ และยังได้นำวิธีการทางสถิติอ้างอิง เพื่อใช้ในการจัดกลุ่ม หรือจำแนกกลุ่มความมีประสิทธิภาพขององค์การ เช่น การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster analysis) การจำแนกกลุ่ม (Discriminant) เป็นต้น

Charnes, Cooper and Rhodes (1978) นำเอาคำว่า DEA มาใช้สร้างตัวแบบแรกของวิธีการ DEA ที่พิจารณามุมมอง ด้านผลผลิต (Output Oriented) คือ ตัวแบบ CCR ในรูปโปรแกรมเชิงเส้น ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Max.}\ \tau = \sum_{r=1}^{s} v_r y_{rq}$

เงื่อนไขข้อจำกัด $\sum_{i=1}^{m} u_i x_{ij} = 1$

$$\sum_{r=1}^{s} v_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} u_i x_{ij} \leq 0 \qquad (j = 1, 2, 3, \ldots, n)$$

$$u_i = \geq \varepsilon,\ v_r = \geq \varepsilon \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ r = 1, 2, \ldots, s)$$

เมื่อ τ = คะแนนประสิทธิภาพ

x_{ij} = จำนวนปัจจัยนำเข้าที่ i จากองค์กรที่ j

y_{rj} = จำนวนผลผลิตที่ r จากองค์กรที่ j

u_i = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าที่ i

v_r = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลผลิตที่ r

s = จำนวนปัจจัยด้านผลผลิต

n = จำนวนขององค์การ

ε = ค่าบวกขนาดเล็ก

ส่วน Banker, Charnes and Cooper (1984) ได้ปรับปรุงตัวแบบ CCR ไปเป็นตัวแบบ BCC ที่อยู่ในรูปโปรแกรมเชิงเส้น ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Max.}\ \tau = \sum_{r=1}^{s} v_r y_{rq} + w_q$

เงื่อนไขข้อจำกัด $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{iq} = 1$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + w_j \leq 0 \quad (j = 1, 2, 3, \ldots, n)$$

$$u_i = \geq \varepsilon,\ v_r = \geq \varepsilon \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ r = 1, 2, \ldots, s)$$

เมื่อ w_q แทนค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยผลผลิต

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC สามารถแบ่งองค์การที่นำมาประเมินประสิทธิภาพออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) องค์การที่มีประสิทธิภาพ และ 2) องค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยที่องค์การที่มีประสิทธิภาพจะมีค่า $t = 1$ ส่วนองค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพจะมีค่า $t < 1$ ข้อจำกัด คือ ยังไม่สามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพได้ เนื่องจากมีค่า $t = 1$ เหมือนกันหมด และไม่สามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนประสิทธิภาพของวิธีการ DEA ได้มีผู้พยายาม

พัฒนาตัวแบบของวิธีการ DEA ให้แก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่ก็พบปัญหาที่ทำให้ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นไม่เป็นที่นิยม เพราะการคำนวณที่ยุ่งยาก ไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ง่ายต่อการคำนวณตัวแบบ ฉะนั้นจึงยังยึดกับตัวแบบ CCR และ BCC เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว สิ่งหนึ่งที่ผู้พัฒนาแนวทางแก้ปัญหาได้ตระหนัก คือ การคัดเลือกตัวแปร ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต เพราะจะลดปัญหาดังกล่าวได้ (ประสพชัย พสุนนท์, 2551ข)

งานวิจัยที่ใช้การประเมินประสิทธิภาพของ DEA

Larry and Miller (1993) ทำการศึกษาในการนำวิธี DEA มาใช้สำหรับการประมาณค่าผลตอบแทนที่เหมาะสมของนักกีฬาเบสบอลอาชีพ จำนวน 433 คน โดยคำนวณจากข้อมูลด้านประสิทธิภาพและเงินเดือนของนักศึกษา ด้วยวิธี DEA จะสามารถบอกได้ว่านักกีฬาคนไหนได้รับผลตอบแทนต่ำไป/ สูงไป หรือเหมาะสมแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงข้อมูลที่ใช้อ้างอิงความสัมพันธ์ของนักกีฬาแต่ละคน และปริมาณสิ่งที่มีอิทธิพลต่อข้อมูลอ้างอิงและตัวแปรอื่น ๆ ทั้งหมด

Guzman and Arcas (2008) ศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคในสหกรณ์การเกษตรจากข้อมูลทางการของประเทศสเปน ระหว่างปี ค.ศ. 2001-2003 จำนวน 247 สหกรณ์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประเมิน ประสิทธิภาพของสหกรณ์การเกษตรโดยวิธี Data envelopment analysis (DEA) จากการใช้โปรแกรม DEA Warwick (version 1.10) 2) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง Tradition economic และอัตราส่วนทาง การเงิน ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพมี 2 แบบคือ 1) ประสิทธิภาพทางบัญชี มีปัจจัยผลิต คือ ต้นทุนวัตถุดิบ ค่าจ้างพนักงาน ค่าเสื่อมราคา และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่น ๆ และผลผลิต คือ รายได้ 2) ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ปัจจัยผลผลิต คือ ค่าจ้างพนักงาน และสินทรัพย์ถาวร ผลผลิต คือ รายได้ ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพทางบัญชีเมื่อประเมินด้วยตัวแบบ CCR, BCC และ SE มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.94, 0.95 และ 0.97 ตามลำดับ ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ ประเมินด้วยตัวแบบ CCR, BCC และ SE มุมมองด้านผลผลิต มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.18, 0.26 และ 0.72 มุมมองด้านปัจจัยผลผลิตตัวแบบ BCC และ SE มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.29 และ 0.67 ตามลำดับ และการวิเคราะห์ปัจจัยจากอัตราส่วนทางการเงิน 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนยอดขายต่อสินทรัพย์ถาวร กำไรต่อสินทรัพย์รวม และผลผลิตจากแรงงาน วิเคราะห์ได้ เป็น 1 ปัจจัยโดยสามารถอธิบายความผันแปรได้ 54.228 และได้นำคะแนนประสิทธิภาพของวิธี DEA จากประสิทธิภาพทางบัญชี 2 ตัวแบบ ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ 3 ตัวแบบ มาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยดังกล่าวด้วยวิธี Tobit regression พบว่าทั้ง 5 ตัวแบบมีความสัมพันธ์กันที่ระดับ 0.01

จิตติยา เสรีวัฒน์ (2550) ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานของเกษตรกร ผู้เลี้ยงโคนมระหว่างประเทศไทยและนิวซีแลนด์: กรณีศึกษาในจังหวัดขอนแก่น มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศและเพื่อศึกษาแนวทาง ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสามารถสร้างศักยภาพ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ภายใต้การเปิดเสรีทางการค้าระหว่างไทยและนิวซีแลนด์ โดยทำการศึกษาสมาชิกของศูนย์รวบรวมน้ำมันดิบในเขตพื้นที่จังหวัดขอนแก่น คือสหกรณ์โคนมขอนแก่น โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ ได้จำนวนประชากร 30 ครัวเรือน หรือ 30 DMU และกลุ่มตัวอย่างจากประเทศนิวซีแลนด์ใช้ค่าเฉลี่ยจากประชากรทั่วประเทศจำนวน 1 ราย หรือ 1 DMU ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2548 ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลอง Data envelopment analysis (DEA) โดยใช้ CCR (Input-oriented) ใช้ปัจจัย 3 ตัวแปร คือ ต้นทุนคงที่ ค่าใช้จ่ายอาหาร และใช้จ่ายบริการสัตว์แพทย์และอื่นๆ ส่วนปัจจัยผลผลิตมี 1 ตัวแปร คือ รายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพเต็มที่ มีจำนวน 4 ราย ได้แก่ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์โคนมขอนแก่น ฟาร์มขนาดเล็ก จำนวน 2 ราย ขนาดกลาง จำนวน 1 ราย และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีค่าประสิทธิภาพไม่เต็มที่ มีจำนวน 27 ราย ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการปรับลดการใช้ปัจจัยการผลิตได้แก่ ค่าใช้จ่ายอาหาร เป็นจำนวนเงิน 4,060.26 บาท/ปี รองลงมา คือ ค่าใช้จ่ายบริการสัตว์แพทย์และอื่น ๆ เป็นจำนวนเงินเฉลี่ย 1,765.78 บาท/ปี เพื่อให้มีการใช้ปัจจัยการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม

ประสพชัย พสุนนท์ (2551ค) ได้วิจัยเพื่อจัดอันดับประสิทธิภาพการดำเนินงานของธนาคารพาณิชย์ไทย จำนวน 9 แห่ง ด้วยวิธีการ Data envelopment analysis (DEA) จากตัวแบบ 3 ตัว คือ ตัวแบบ CCR (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978) ตัวแบบ BBC (Banker, Charnes & Cooper, 1984) ร่วมกับขั้นตอนของ Jahanshahloo and others (2007) และตัวแบบ RCCR (Andersen & Petersen, 1993) จากข้อมูลปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่รายงานโดย ภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์ (2550) ผลการวิจัย พบว่า ตัวแบบ CCR และตัวแบบ RCCR ให้ผลของการจัดการอันดับที่เหมือนกัน โดย 3 อันดับแรก คือ ธนาคารเอเชีย จำกัด (มหาชน) มีประสิทธิภาพการดำเนินงานสูงสุด รองลงมา คือ ธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) และธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) ตามลำดับ ส่วนตัวแบบ BCC 3 อันดับแรก คือ ธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) มีประสิทธิภาพการดำเนินงานสูงสุด รองลงมา คือ ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) และธนาคารเอเชีย จำกัด (มหาชน) ตามลำดับ

จิราภรณ์ แซ่ตั้ง และประสพชัย พสุนนท์ (2551) ประเมินประสิทธิภาพท่าอากาศยานไทยจำนวน 6 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2550 ด้วยวิธีการ DEA จากตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC โดยมีกรณีรวมปัจจัย พบว่า ในปี พ.ศ. 2549 มีท่าอากาศยาน 3 แห่ง มีประสิทธิภาพ และในปี พ.ศ. 2550 มีท่าอากาศยาน 4 แห่ง ที่มีประสิทธิภาพ

สลิลทิพย์ เหล่าไพโรจน์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี (2551) วัดประสิทธิภาพสำนักงานสาขา การประปานครหลวง จำนวน 15 สาขา ด้วยวิธีการ DEA จากตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC การวิเคราะห์ ข้อมูลใช้โปรแกรม DEAP 2.1 พบว่า สำนักงานประปาสาขาที่ 3 สาขาที่ 5 และสาขาที่ 15 มีประสิทธิภาพในตัวแบบ BCC แต่มีประสิทธิภาพในตัวแบบ CCR แสดงว่าสาขามีขนาดใหญ่เกินไป สำนักงานประปา สาขาที่ 1 และสาขาที่ 4 มีประสิทธิภาพในตัวแบบ CCR และ BCC ที่ต่ำกว่าสำนักงานประปาสาขาอื่น แต่ มีค่า SE ที่เข้าใกล้ 1.000 แสดงว่าสำนักงานประปา 2 แห่งนี้ มีปัญหาในด้านประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แนวทางในการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพ จากการศึกษาได้หาวิธีการในการปรับปัจจัยการผลิต (Input) เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีขึ้นโดยพิจารณาค่าของ Shadow price

สุนทรี โนนใหม่ (2554) ศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการดำเนินงานของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการดำเนินงาน และศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการดำเนินงานของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) โดยศึกษาจากงบดุล งบกำไรขาดทุนในปี พ.ศ. 2545-2552 เพื่อนำมาวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินโดยใช้ อัตราส่วนสภาพคล่องอัตราส่วนคุณภาพสินเชื่อ อัตราส่วนประสิทธิภาพการดำเนินงาน อัตราส่วนในด้านความสามารถในการทำกำไร และศึกษาประสิทธิภาพ เชิงเทคนิคโดยวิธีเส้นห่อหุ้ม (Data envelopment analysis: DEA) ผลการศึกษา พบว่า ในปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2549 การวิเคราะห์เชิงเทคนิค DEA และการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานที่ดีที่สุด คือ ธนาคารมีรายได้รวมมากที่สุด และการใช้ปัจจัยการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย เงินเดือนพนักงาน ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์และค่าทำเนียมการบริการในปริมาณที่ต่ำที่สุด และธนาคารมีความสามารถในการทำกำไร และสามารถสร้างผลตอบแทนให้กับผู้ถือหุ้น ซึ่งทั้งสองวิธีให้ผลสอดคล้องกัน แต่ผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 การวิเคราะห์เชิงเทคนิค DEA และการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) มีความขัดแย้งกัน คือ เมื่อใช้การเคราะห์เชิงเทคนิค DEA ธนาคารมีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินธนาคารไม่มีความสามารถในการทำกำไร ในส่วนปี พ.ศ. 2550, พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2552 การวิเคราะห์เชิงเทคนิค DEA และการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) พบว่า ไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

และไม่มีความสามารถในการทำกำไรเหมือนกันทั้งสองวิธี ยกเว้นในปี พ.ศ. 2552 ที่ธนาคารมีความสามารถในการทำกำไร ซึ่งการไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานเมื่อพิจารณาคู่กับการวิเคราะห์ อัตราส่วนทางการเงิน พบว่า ปีที่ธนาคารไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการดำเนินงานก็จะไม่มีความสามารถในการทำกำไรด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าธนาคารมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไป คือ ดอกเบี้ยจ่ายสูงมาก เงินเดือนพนักงาน ค่าใช้จ่ายอาหาร และค่าธรรมเนียมการบริการที่เพิ่มขึ้น

สมคิด แก้วทิพย์ และกฤษดา ภักดี (2556) ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือตอนบน มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ และกระบวนการพัฒนาการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตร ศึกษาสหกรณ์การเกษตรในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบน จำนวน 236 กลุ่ม ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการเก็บแบบสอบถาม และข้อมูลทุติยภูมิจากการรวบรวมเอกสารงานวิจัย และรายงานสถิติ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data envelopment analysis: DEA) และแบบจำลองโพรบิตแบบเรียงลำดับ ผลการศึกษา พบว่า ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของสหกรณ์การเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนอยู่ในระดับปานกลาง หรือ 0.4599 เมื่อพิจารณาผลตอบแทนต่อขนาดการดำเนินงานของสหกรณ์ พบว่า สหกรณ์ในภาพรวมมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ ผลตอบแทนต่อขนาดลดลง ผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 9.32, 59.75 และ 30.93 ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและกระบวนการพัฒนาการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือตอนบน พบว่า กำไร (ขาดทุน) สุทธิ สินทรัพย์รวม ระดับการพัฒนาขีดความสามารถของสหกรณ์การเกษตร การจัดสรรผลประโยชน์/ สวัสดิการ/ ผลกำไรของสหกรณ์การเกษตร มูลค่าของธุรกิจประเภทจัดหาสินค้า มูลค่าของธุรกิจประเภทรวบรวมผลผลิตทางการเกษตร และมูลค่าของธุรกิจประเภทการแปรรูป มีนัยสำคัญต่อระดับประสิทธิภาพในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่ระดับหนี้สินของสหกรณ์การเกษตร มีนัยสำคัญต่อระดับประสิทธิในทิศตรงกันข้าม

ดารุณี สังสีราช (2557) การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคในการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดสกลนคร โดยวิธี DEA พบว่า สหกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้ตัวแบบ CRS มี และตัว VRS มีจำนวน 2 และ 6 สหกรณ์ ตามลำดับ ทั้งสองเงื่อนไขมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.530 และ 0.740 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ DEA แบบย้อนกลับพบว่า สหกรณ์ที่ ไม่มีประสิทธิภาพใต้ตัวแบบ CRS และตัวแบบ VRS จำนวน 1 และ 4 สหกรณ์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยความไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.371 และ 0.636 ตามลำดับ โดยที่มีสหกรณ์

2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มสหกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ และมีขนาดที่เหมาะสม 2) กลุ่มสหกรณ์ที่ต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพและขนาดของสหกรณ์

สรุปได้ว่า วิธีการ DEA จะสามารถประเมินประสิทธิภาพขององค์กรได้ตรงตามจุดประสงค์ หากพบว่า ปัจจัยนำเข้า และปัจจัยผลผลิตไม่ส่งผลอย่างแท้จริงต่อความมีประสิทธิภาพหรือความไม่มีประสิทธิภาพ ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะใช้ตัวแปรเหล่านั้น มาวิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพ ข้อดีประการหนึ่ง ของวิธีการ DEA คือ การไม่ต้องมีข้อตกลงทางสถิติ การคัดเลือกตัวแปรแบบ Forward จะเริ่มต้นจากเลือกปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต อย่างละ 1 ปัจจัย ซึ่งต้องเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ ถือเป็นปัจจัยเริ่มต้น

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

วิธี Common analysis ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า (Principal component analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เป็นเทคนิคการลดจำนวนตัวแปร เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการองค์ประกอบจำนวนน้อย ๆ ที่จะอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้มากที่สุด และผู้วิจัยทราบว่า ความแปรปรวน เฉพาะ (u = p + c) ที่มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับความแปรปรวนทั้งหมด ในขั้นแรกของการคำนวณจะกำหนด ให้ค่าความร่วมกันเท่ากับ 1 (สุภมาศ อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2552, หน้า 102-113)

หลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

เมื่อ $Comp_i$ แทนองค์ประกอบหลักที่ i ($i = 1, 2, 3, ..., p$) การสร้าง $Comp_i$ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้าง $Comp_i$ เป็นตัวแปรใหม่ตัวแรก โดยให้ $Comp_i$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตัวแปร เดิม P ตัว และจะต้องสกัดหรือดึงค่าความแปรปรวนจากตัวแปรเดิมทั้งหมดมาไว้ที่ $Comp_i$ ให้มากที่สุด โดยที่

$$Comp_1 = w_{11}x_1 + w_{12}x_2 + ... + w_{1p}x_p$$

หรือ $Comp_1 = w_1^i x$ ที่ทำให้ $\text{var}(w_1^i x)$ มีค่ามากที่สุด และ $w_1^i w_1 = 1$

ขั้นที่ 2 การสร้าง $Comp_2$ จะเป็นฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวแปรเดิม P ตัว และสกัด หรือดึงค่าความแปรปรวนที่เหลือจาก $Comp_i$ นำมาไว้ที่ $Comp_2$ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และ $Comp_2$ จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับ $Comp_i$ หรือ Orthogonal กับ $Comp_i$ โดยที่

$$Comp_2 = w_{21}x_1 + w_{22}x_2 + ... + w_{2p}x_p$$

หรือ $Comp_2 = w_2^i x$ ที่ทำให้ $\text{var}(w_2^i x)$ มีค่ามากที่สุด

เงื่อนไข $w_2^i w_2 = 1$ $w_1^i w_2$ และ $Cov(x w_2^i) = 0$

ขั้นที่ k การสร้าง $Comp_k$ จะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรเดิม P ตัว และสกัด หรือดึงค่า ความแปรปรวนที่เหลือจาก $Comp_1, Comp_2, ..., Comp_{k-1}$ มาไว้ที่ $Comp_k$ ให้มากที่สุด และ $Comp_k$ จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับ $Comp_1, Comp_2, ..., Comp_{k-1}$ โดยที่

$$Comp_k = w_{k1}x_1 + w_{k2}x_2 + ... + w_{kp}x_p$$

หรือ $Comp_k = w_k^i x$ ที่ทำให้ $\text{var}(w_k^i x)$ มีค่ามากที่สุด

เงื่อนไข $w_k^i w_k = 1$ $w_k^i w_k = 1 \neq \kappa$ และ $Cov(w_k^i x, w_j^i x) = 0$ สำหรับ $j < k$

ขั้นที่ P การสร้าง $Comp_p$ จะเป็นฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวแปรเดิม P ตัว จะมีความผันแปรของ ตัวแปรเดิมที่เหลือจาก $Comp_1, Comp_2, ..., Comp_p$ และ จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับ $Comp_1, Comp_2, ..., Comp_{p-1}$., โดยที่

$$Comp_p = w_{p1}x_1 + w_{p2}x_2 + ... + w_{pp}x_p$$

หรือ $Comp_p = w_p^i x$ ที่ทำให้ $\text{var}(w_p^i x)$ มีค่ามากที่สุด

เงื่อนไข $w_p^i w_p = 1$ $w_k^i p = 1$ และ $Cov(w_p^i x, w_j^i x) = 0$ สำหรับ $j < p$

ความผันแปรร่วมของตัวแปรเดิม P ตัว = ความผันแปรขององค์ประกอบหลัก P ตัว

หรือ $Var(X_1) + Var(X_2) + ... + Var(X_p) = Var(Comp_1) + Var(Comp_2) + ... + Var(Comp_p)$

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเดิมกับองค์ประกอบหลัก

การสร้างชุดของตัวแปรใหม่ให้เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรเดิม และยังคงคุณลักษณะหรือข้อมูลของตัวแปรเดิม จำนวนตัวแปรใหม่จะต้องไม่เกินจำนวนตัวแปรเดิม และมีความสัมพันธ์โดยการวัดความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ เรียกว่าค่า Loading ค่า Loading จึงเป็นค่าที่แสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรเดิมที่มีต่อการสร้างองค์ประกอบหลัก ถ้าค่า Loading ของตัวแปรเดิมมีค่ามาก (ใกล้ +1 หรือใกล้ -1) แสดงว่าตัวแปรเดิมนั้น มีความสำคัญหรือมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ประกอบหลักมาก ในทำนองเดียวกันการจะอธิบายว่าความหมายขององค์ประกอบหลัก ให้พิจารณาจากค่า Loading ของตัวแปรเดิม ถ้าตัวแปรเดิมตัวใดมีค่ามากความหมายขององค์ประกอบหลักควรเป็นความหมายของตัวแปรนั้น กำหนดค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548)

การพิจารณาจำนวนองค์ประกอบหลัก

จำนวนองค์ประกอบหลัก (Principal component analysis) จะเท่ากับจำนวนตัวแปรเดิม คือ P ซึ่งองค์ประกอบหลักตัวท้ายจะมีสัดส่วนความแปรปรวนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่ตัวแปรเดิมมีความ สัมพันธ์กันมากจะทำให้มีองค์ประกอบหลักเพียงไม่กี่ตัวที่มีสัดส่วนความแปรปรวนสูง แนวทางในการพิจารณาจำนวนองค์ประกอบหลักมีดังนี้ 1) พิจารณาจากร้อยละความแปรปรวนสะสม ถ้าร้อยละความแปรปรวนสะสมขององค์ประกอบหลัก k ตัวแรก เป็นอย่างต่ำร้อยละ 80

ก็ควรใช้จำนวนองค์ประกอบหลัก เท่ากับ k โดยที่ $k < P$ 2) ใช้กราฟ test ในการพิจารณาจำนวนองค์ประกอบหลักที่เหมาะสม โดยการพล็อต ค่าไอเกน ถ้าองค์ประกอบหลักตัวที่ $k + 1$ มีค่าไอเกนต่ำมาก เมื่อเทียบกับตัวที่ k หรือค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ไม่ควรพิจารณาองค์ประกอบตัวที่ $k+1, \ldots, P$ หรือควรมีองค์ประกอบหลักที่ k ตัวเท่านั้น 3) ให้พิจารณา ค่าไอเกน หรือค่าแปรปรวนขององค์ประกอบหลักแต่ละตัว ถ้าค่าแปรปรวนขององค์ประกอบหลักตัวใด น้อยกว่าค่าแปรปรวนเฉลี่ยจะต้องตัดทิ้ง (Jolliffe, 2010)

แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน (Taxometric method)

อนุกรมวิธานเป็นงานวิชาการที่มีคุณค่าสำหรับนักการศึกษาในการจัดการเรียนการสอนและการประเมิน วิธีการวัดอนุกรมวิธาน หรืออนุกรมวิธานเชิงตัวเลข (Numerical taxonomy) ใช้วิธีการเชิงจำนวน (Numerical method) ในการจัดเข้ากลุ่ม (Classifications) โดยมีวิธีการที่จะวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ที่เรียกว่า อนุกรมวิธานเชิงตัวเลข (Numerical taxonomy) (Sneath & Sokal, 1973)

จากแนวคิดดังกล่าว ถูกนำมาใช้จำแนกชนิด ประเภท และจัดกลุ่ม คุณลักษณะแฝง (Latent Structure) ของภาวะสันนิษฐาน (Construct) เป็นวิธีการที่เรียกว่า “Taxometric” (Sneath & Sokal, 1973) ซึ่งการวัดอนุกรมวิธานตามวิธีการของ Ruscio, Haslam & Ruscio (2006) ก็คือทุกอย่างที่เกี่ยวกับลักษณะของความแตกต่าง ถ้าเราเริ่มจากการสังเกตอย่างง่าย ๆ ถ้าสิ่งนั้นไม่มีความแตกต่างกันเลยนั่นคือ ความเหมือนกัน (Meehl, 1992)

Meehl (1995) ได้อธิบายวิธีการวัดอนุกรมวิธานเป็นการตอบที่กว้างขวาง สำหรับความแตกต่าง ระหว่างชนิด ในความแตกต่างนี้มีการเปรียบเทียบสองสิ่งระหว่างการจำแนกประเภท (Categorical) กับความเป็นมิติ หรือความต่างระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มกับเชิงปริมาณ โดยที่ Meehl (1992) ให้ความสำคัญกับการจัดเข้ากลุ่มทางชีววิทยา อ้างอิงการจัดเข้ากลุ่มประเภทในฐานะหน่วยอนุกรมวิธาน (Taxa) และความไม่สอดคล้องตัวแปรที่แสดงชั้นคุณลักษณะแฝงของหน่วยอนุกรมวิธานและส่วนที่เหลือ

คุณลักษณะแฝง เป็นการแสดงผลของจำนวนที่ให้ความสนใจในพฤติกรรมที่ผันแปรในตัวมนุษย์ และเป็นการแสดงผลเชิงประจักษ์ ระหว่างความแตกต่างของคุณลักษณะการแบ่งแยกประเภท (Taxonic) กับความเป็นมิติ ทำให้ชัดเจนในการจัดเข้ากลุ่มอย่างเป็นระบบ และถูกนำไปใช้กับการวินิจฉัยจัดประเภท บุคคล หรือการเข้าถึงตำแหน่งของคุณลักษณะแฝงที่เป็นค่าต่อเนื่อง (Continua) สามารถช่วยอธิบายทางจิตวิทยา และแสดงผลส่วนรวมของความคิดที่เกิดจากภาวะ

สันนิษฐานทางจิตและพฤติกรรม และที่สำคัญเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปฏิบัติของนักวิจัยที่จะนำไปกำหนดคำถามวิจัย การออกแบบระเบียบวิธีวิจัย และวิธีการทางสถิติที่ใช้ตอบคำถามการวิจัยนั้น เหตุผลนี้ (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006) ได้กล่าวถึง วิธีการวัดอนุกรมวิธานเป็นวิธีการที่สามารถอธิบายและมีอำนาจในการทดสอบความแตกต่างระหว่างหน่วยอนุกรมวิธาน ออกจากความเป็นมิติที่แสดงออกในทางปฏิบัติ ด้วยความพยายามทางพฤติกรรมศาสตร์ ที่มีหลายเหตุผลหลายวิธีที่จะรู้ถึงคุณลักษณะแฝงของภาวะสันนิษฐาน ประกอบด้วย วิธีต่าง ๆ ได้แก่ การจัดเข้ากลุ่ม (Classification) การวินิจฉัย (Diagnosis) การประเมิน (Assessment) การวิจัย (Research) การอธิบาย (Explanation) และการสืบสวน (Investigation) เป็นต้น (Mccutcheon, 1987)

วิธีการวัดอนุกรมวิธานได้ถูกนำมาใช้กับการศึกษาเกี่ยวกับบุคลิกภาพของบุคคล (Individual personality) และการวินิจฉัยทางจิตวิทยา รวมทั้งการสืบสวนทางจิตพยาธิวิทยา (Psychopathology: การพิสูจน์หลักฐานทางจิต) (Ruscio & Ruscio, 2004) ซึ่งวิธีการวัดอนุกรมวิธาน โดยเฉพาะกรณีที่เป็นเทคนิควิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ มีความสามารถจัดจำแนกประเภทออกจากความเป็นมิติ (Non-Taxonic) ที่มีความเที่ยงและความตรงตามเงื่อนไขของการศึกษา สามารถเพิ่มความเชื่อมั่นในการลงสรุปผลอ้างอิง วิธีการวัดอนุกรมวิธาน จึงถือว่าเป็นวิธีการเฉพาะที่จะตอบปัญหาในคำถามวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดเข้ากลุ่มประเภท (Powers & Xia Yu, 2000; Gordon, 1999)

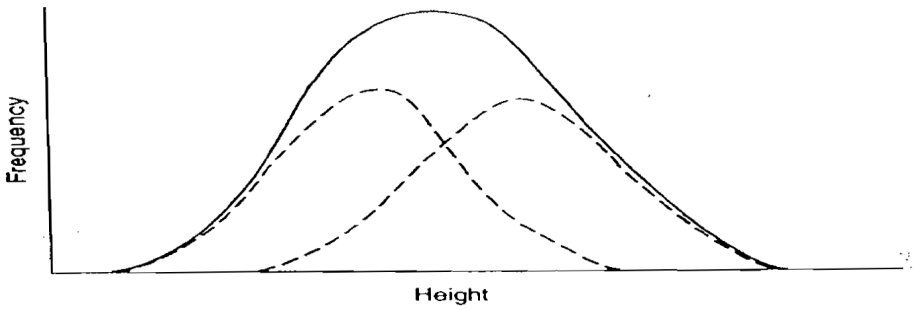
แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดอนุกรมวิธาน

ในปี ค.ศ. 1962 Paul Meehl นำเสนอวิธีการใหม่ที่ใช้จำแนกความแตกต่าง เกี่ยวกับตัวแปรจำแนกประเภท (Categorical variables) กับตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous variables) ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเรียกว่า วิธีการวัดอนุกรมวิธานของ Meehl (1992) นำไปใช้กับผู้มีหน้าที่สืบสวนในการศึกษาคุณลักษณะแฝงของภาวะสันนิษฐานจำนวนมาก โดยเฉพาะในขอบเขตของการศึกษาบุคลิกภาพ และจิตพยาธิวิทยา นักวิจัยใช้วิธีการวัดอนุกรมวิธาน จัดกระทำต่อการทดสอบเชิงประจักษ์นำไปสู่การกำหนดเกณฑ์ของตัวแปรแฝงที่เกิดจากข้อมูลที่สังเกตได้ว่าจะเป็นข้อมูลจำแนกประเภท หรือข้อมูลต่อเนื่อง (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)

วิธีวัดอนุกรมวิธานของ Meehl (1995) ช่วยให้นักวิจัยสามารถทดสอบระหว่างโมเดลโครงสร้าง ที่คล้ายกัน 2 แบบ ผู้วิจัยนำวิธีฐานรากเชิงประจักษ์ (Empirically grounded approach) มาใช้ในการวิเคราะห์ วิธีวัดอนุกรมวิธาน ช่วยให้การดำเนินวิธีวัดอนุกรมวิธานได้ผลดีและให้ข้อสรุปที่เที่ยงตรง (Ruscio, 2007) ในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน เพื่อระบุคุณลักษณะแฝง การวิเคราะห์โดยใช้วิธีวัดอนุกรมวิธานจะประกอบด้วย ชุดสถิติที่ใช้วิเคราะห์ดังนี้ ค่าเฉลี่ยส่วนต่างที่สูงกว่าและต่ำกว่าจุดตัด (Mean above minus below a cut, MAMBAC) ค่าไอเกนสูงสุด (Maximum eigenvalue,

MAXEIG) การวิเคราะห์องค์ประกอบ ลักษณะแฝง (Latent mode factor analysis, L-Mode) และการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมสูงสุด (Maximum covariance analysis, MAXCOV)

หน่วยอนุกรมวิธาน (Taxon) คือ กลุ่มที่ต่างชนิดกันกับอีกกลุ่มหนึ่ง ตัวอย่างเช่น เพศชายเป็นอนุกรมวิธานที่ต่างจากอนุกรมวิธานของเพศหญิง จึงเป็นประโยชน์หากทราบว่ามีความแตกต่างเชิงอนุกรม วิธาน หรือความแตกต่างเชิงความเป็นมิติ หรือไม่ที่เป็นสิ่งจำแนกกลุ่มหนึ่งออกจากอีกกลุ่มหนึ่ง และปรากฏการณ์อื่นเป็นเชิงความเป็นมิติอย่างเห็นได้ชัด โดยแจกแจงคนอย่างต่อเนื่องตามความเป็นมิติ ที่ต่างกันแล้ว วิธีค้นหาด้วยการวัดอนุกรมวิธานได้ออกแบบมาเพื่อตอบคำถามนี้ วิธีนี้นำมาประยุกต์ใช้ เมื่อเราสงสัยว่าอาจเป็นอนุกรมวิธาน แต่ข้อบ่งชี้ที่เรามีแสดงถึงการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ซึ่งจะเห็นภาพชัดเจนขึ้น มีตัวอย่างที่เราทราบอยู่แล้วว่าเป็นอนุกรมอภิธาน เช่น เรามองไปที่คน และสงสัยว่ามีคนอยู่ 2 ประเภทจริง ๆ ใช่หรือไม่ (ชายกับหญิง) สมมุติว่าไม่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เช่น อวัยวะเพศที่จำแนกคน แต่ที่ไม่เหมือนกับเพศ คืออนุกรมวิธานส่วนใหญ่ โดยธรรมชาติจะไม่มีวิธีที่ชัดเจนเช่นนั้นที่จะบ่งบอกว่าเป็นกลุ่มอนุกรมวิธาน บางคนสูงกว่าหรือหนักกว่า นั่นคือ รูปร่างมักต่างกัน ที่ความสูงเมื่อเทียบกับคนที่เตี้ย ในภาพที่ 5 แสดงให้เห็นสมมุติฐานดังกล่าว ซึ่งแสดงการแจกแจงความสูง ของกลุ่มคนขนาดใหญ่ โดยที่เส้นประหมายถึง การแจกแจงตามสมมุติฐานของหญิงและชาย ในตัวอย่าง สมมุติฐานนี้เราไม่ทราบว่าการแจกแจงกลุ่มย่อย เหล่านี้ (ชาย เปรียบเทียบกับ หญิง) มีอยู่จริงหรือไม่ ถึงแม้จะมีอยู่จริงเราไม่มีทางบอกได้ว่าใครอยู่ในกลุ่มไหน หากเราจำแนกว่าทุก ๆ คนที่อยู่เหนือความสูง ระดับหนึ่งเป็นเพศชาย และทุกคนที่อยู่ใต้ความสูงนั้น เป็นเพศหญิง อาจพบว่าไม่ว่าเราจะเลือกความสูงระดับใด เราจะสร้างความผิดพลาดในการจำแนกหลายครั้ง เพราะการแจกแจงทับซ้อนกันอย่างมาก วิธีค้นหาด้วยการวัดอนุกรมวิธานเป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่น่าจะมีอยู่ก็ต่อเมื่อข้อมูลเป็นหน่วยอนุกรมวิธาน หากพบความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงว่ามีกลุ่มที่ต่างกัน 2 กลุ่ม แต่ถ้าไม่พบความสัมพันธ์ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างแจกแจงแบบความเป็นมิติ (Waller & Meehl, 1998)



ภาพที่ 5 แสดงการแจกแจงความสูงของหน่วยอนุกรมวิธาน (เพศชาย และเพศหญิง)

คุณสมบัติของหน่วยอนุกรมวิธาน จะประกอบด้วย 1) เป็นค่าที่สังเกตได้จากคะแนนที่เกิดจากการสังเกตได้ (Manifest) หรือลักษณะที่บ่งชี้เฉพาะ 2) สามารถกำหนดความหมายที่แตกต่างจากความเป็นมิติ 3) สามารถจัดลำดับชั้นภายในกับหน่วยอนุกรมวิธานอื่น 4) สามารถระบุความแตกต่างระหว่างจากสิ่งหนึ่งกับสิ่งอื่นในจำนวนเดียวกัน 5)ไม่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางชีววิทยาหรือเกี่ยวพันกับส่วนที่สำคัญร่วมระหว่างกันของสถาบัน (Amau, Thomson & Cook, 2001)

ปัญหาของการจัดเข้ากลุ่ม (Classification problem) เมื่อมีการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์เชิงพหุ (Pampel, 2000) ที่สามารถวิเคราะห์ได้ซับซ้อนมากกว่า มีการเปรียบเทียบความตรงกับ Model แบบผสม การวิเคราะห์ชั้นคุณลักษณะแฝง และการวัดอนุกรมวิธานเป็นการจัดเข้ากลุ่มโครงสร้างของการจำแนกประเภทออกจากความเป็นมิติ การวิจัยเปรียบเทียบเป็นความต้องการในทางปฏิบัติ คำถามในการศึกษายังเปิดโอกาสให้แต่ละเทคนิควิธี ที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างการจำแนกประเภทออกจากความเป็นมิติได้อย่างถูกต้อง (Meehl, 1999)

ความแตกต่างระหว่างหน่วยอนุกรมวิธานกับความเป็นมิติ ความเข้าใจในคุณสมบัติของหน่วยอนุกรมวิธานกับความเป็นมิตินั้น ดังตัวอย่าง ถ้า “สุนัข” เป็นหน่วยอนุกรมวิธานก็เพราะว่ามีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่นับจำนวนได้ ที่มีชั้นคุณลักษณะแฝง ที่จำแนกประเภทจากขอบเขตแยกระหว่างสุนัขกับที่ไม่ใช่สุนัข บางสิ่งอาจจะเรียกว่าสัตว์เลี้ยง ซึ่งไม่สามารถแยกแยะตามชั้นคุณลักษณะแฝงเหมือน กับความสูงของคน ไม่ได้เป็นหน่วยของอนุกรมวิธาน เพราะไม่มีชั้นคุณลักษณะแฝงของคนที่มีความสูง ซึ่งเป็นการแสดงถึงความแตกต่างจากประเภทอื่น ๆ ซึ่งไม่สามารถตรวจพบได้กับขอบเขตของค่าต่อเนื่อง ของความสูง ที่ระดับของคุณลักษณะแฝงความสูงของคนเป็นการทำความเข้าใจที่ดีต่อภาวะสันนิษฐานของความเป็นมิติ (Meehl, 1999)

การวิเคราะห์ชั้นคุณลักษณะแฝง ปัญหาที่มีความยากที่จะตัดสินว่าอยู่ภายใต้ความเป็นภาวะสันนิษฐานอย่างถูกต้องหรือไม่ เป็นการยากที่จะแยกว่าเป็นแบบจำลองสองกลุ่ม (Taxonic) จากกลุ่มเดียว (Dimensional) เมื่อการจัดเข้ากลุ่มเป็นการนำวัตถุที่ได้มาใหม่มาวัดค่าตัวแปร แล้ววิเคราะห์คุณสมบัตินั้น ควรจัดวัตถุนั้นเข้าพวกใด ข้อจำกัดอยู่ที่ว่า (มนตรี พิริยะกุล, 2545, หน้า 187) การแบ่งกลุ่ม ให้ผลลัพธ์ของการแบ่งกลุ่มที่ชัดเจนมาก การจัดกลุ่มจะทำได้ง่าย แต่ผลการแบ่งกลุ่ม ปรากฏว่าได้กลุ่มที่เหลื่อมกัน วัตถุนั้นอาจถูกจัดเข้ากลุ่มผิด ในทางตรงกันข้ามวิธีการวัดอนุกรมวิธาน สามารถที่จะแยกแยะความเป็นหน่วยอนุกรมวิธานออกจากความเป็นมิติมีความเที่ยงและความตรงตามเงื่อนไขของการศึกษา และสามารถแยกแยะจากวิธีการทางเลือกสามารถเพิ่มความเชื่อมั่นในการลงสรุปผลอ้างอิง ดังที่ Beauchaine and Waters (2003) กล่าวว่าวิธีการวัดอนุกรมวิธานถือเป็นวิธีการเฉพาะที่จะตอบปัญหาในคำถามวิจัยที่เกี่ยวกับการจำแนกประเภท

วิธีการ Taxometric analysis

วิธีการวัดอนุกรมวิธาน คือ วิธีการทางสถิติสำหรับระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สังเกตได้ ของหน่วยอนุกรมวิธานแฝง เช่น ประเภท ชนิด กลุ่ม หรือลักษณะของโรค (Meehl, 1999) วิธีการวัด อนุกรมวิธานประกอบด้วยวิธีการวัดที่สามารถใช้ประเมินคุณลักษณะแฝงภายใต้การสืบสวน เพราะเป็นวิธีการที่ได้มาจากการคำนวณระยะห่าง โดยหลักฐานไม่ซ้ำซ้อนกัน สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ได้ถูกต้อง สร้างความเชื่อมั่นในการนำไปอ้างอิงของคุณลักษณะแฝง สำหรับวิธีการวัดอนุกรม วิธาน สรุปดังนี้ (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)

1. ข้อมูลสำหรับการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการวัดอนุกรมวิธานต้องการข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006) ที่สนใจการสร้างจากระเบียบวิธี คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญจะต้องประกอบด้วย ความเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของหน่วยอนุกรมวิธาน ตัวบ่งชี้มีความตรงสูง ตัวบ่งชี้มีความสัมพันธ์ภายในต่ำ ตัวบ่งชี้มีการแจกแจงจำนวน และคะแนนมีความเหมาะสมสำหรับวิธีการและการทดสอบความสอดคล้อง แม้ว่าการตัดสินความเหมาะสมของชุดข้อมูลโดยเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์เฉพาะเจาะจง แบบดั้งเดิม ซึ่งเกิดขึ้นบนพื้นฐานแนวทางหลัก

การแจกแจงแบบสุ่มของข้อมูลเชิงประจักษ์บอกเป็นนัยว่า แบบจำลองของการแบ่งแยกประเภทกับความเป็นมิติไม่สามารถแยกแยะได้ด้วยทางสถิติ เช่น จะประมาณ ค่าปรับแก้แบบจำลองพารามิเตอร์ (Model parameters) เช่น ความตรงของตัวบ่งชี้ ความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม นำไปสู่ความพยายามกำหนดว่าอะไรเป็นลักษณะของปัญหาที่ยากจะแก้ไขได้ของข้อมูล อาจจะปรากฏขึ้นได้ การรวมรายการ (Items) จะทำให้ผลของความตรงของตัวบ่งชี้เพิ่มขึ้น หรือทำให้ความสัมพันธ์ในกลุ่มต่ำ หรือความพยายามใช้วิธีการการวัดอนุกรมวิธานที่แตกต่าง หรือแนวทางที่เหมาะสมของการใช้เครื่องมือในกระบวนการ แสดงข้อสรุปเชิงโครงสร้าง เมื่อข้อมูลมีความสามารถแยกระหว่างคุณลักษณะแฝงสองกลุ่มนี้ ในแนวทางนี้ความถูกต้องที่จะสรุปอ้างอิงและการใช้การแจกแจงแบบสุ่มเชิงประจักษ์อาจลดความเสี่ยงของส่วนสรุป ของโครงสร้างที่ไม่แน่นอนบนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่ผิดทางไป

2. L-MODE

วิธีการ L-MODE เกี่ยวข้องกับพื้นฐานของ Thurstone (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006) โดยเชื่อว่า องค์ประกอบคุณลักษณะแฝงไม่จำเป็นต้องเป็นตัวแปรต่อเนื่องเสมอ และสามารถใช้ข้อมูลตัวแปรเชิงกลุ่มได้

วิธีการ L-MODE อธิบายความแตกต่างของโครงสร้างความเป็นมิติกับการแบ่งแยกประเภท โดยใช้การแจกแจง (Distribution) จากกราฟของคะแนนประมาณค่าขององค์ประกอบคุณลักษณะแฝงเชิงเดี่ยว คำนวณโดยใช้วิธีการ Bartlett ของการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบ

วิธีที่ใช้วัดคุณลักษณะแฝง เช่น คะแนนองค์ประกอบจะแยก Taxon และ Complement มีความตรงมากกว่าตัวบ่งชี้เดี่ยว ซึ่งตัวบ่งชี้ มีความตรงพอเพียง โครงสร้างการแบ่งแยกประเภท มีผลการแจกแจงแบบ Bimodal ของคะแนนองค์ประกอบ ในขณะที่โครงสร้างความเป็นมิติจะมีผลการแจกแจงเป็นแบบ Unimodal ของคะแนนองค์ประกอบ เพราะฉะนั้นผลลัพธ์ของวิธีการ L-MODE จะเพิ่มความเหมาะสมด้วยจำนวนที่มากของตัวบ่งชี้ที่มีความตรง

3. MAXEIG

วิธีการ MAXEIG (Maximum Eigenvalue) เป็นวิธีการแยกโครงสร้าง การแบ่งแยกประเภทออกจากโครงสร้าง ความเป็นมิติ ซึ่งใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงสมการ General covariance mixture theorem (GCMT) ดังนี้

$$cov(xy) = Pcov_1(xy) + Q\, cov_c(xy) + PQD_xD_y \quad \text{.....(1)}$$

แสดงค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างสองตัวบ่งชี้ x และ y ในฐานะของฟังชัน (a) ความแปรปรวนร่วมภายใน Taxon [$cov_1(xy)$] (b) ความแปรปรวนร่วมภายใน Complement [$cov_c(xy)$] และ (c) ความตรง ซึ่งสามารถแยกตัวบ่งชี้ออกเป็น Taxon และ Complement (D_x และ D_y) แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง Taxon กับ Complement ในตัวบ่งชี้ X และ $\boldsymbol{Y}$ แต่ละค่าเป็นการให้น้ำหนัก โดย Base rate (s) ของชั้นความสัมพันธ์ (es) ซึ่ง Base rate ของ Taxon = p และ Base rate ของ Complement คือ $Q = 1 - p$ ถ้าตัวบ่งชี้ไม่เกิดความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่ม ทำให้ง่ายขึ้นด้วยสมการ (2)

$$cov(xy) = PQD_xDV_y \quad \text{.....(2)}$$

ความแปรปรวนร่วมของตัวบ่งชี้เป็นฟังก์ชันของการ Base rates ของ Taxon และ Complement รวมทั้งความตรงของสองตัวบ่งชี้ X และ Y

วิธีการ MAXEIG มีกรอบแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ของวิธีการ MAXCOV ปูพื้นในหลักการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate) ซึ่งเหมือนกับวิธีการ MAXEIG ความแตกต่างทั้งสองวิธี ประกอบด้วย ข้อแรก การคำนวณค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างสองตัวบ่งชี้ผล วิธีการ MEXEIG กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสองหรือมากกว่า โดยคำนวณค่า Eigenvalue ในรูปเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม การคำนวณเงื่อนไข Eigenvalue แทนที่เงื่อนไขความแปรปรวนร่วม คือ ความแตกต่างวิธีการร่วมกันระหว่าง MEXEIG และ MAXCOV ความแตกต่างข้อที่สอง คือ การใช้ตัวแปรทุกค่าที่เป็นไปได้หนึ่งในสาม ของตัวบ่งชี้นำเข้า และตัวบ่งชี้ผลใช้แต่ละตัวแปรเป็นตัวบ่งชี้นำเข้า ซึ่งตัวแปรที่เหลืออยู่ เกิดขึ้นพร้อมกัน เป็นตัวบ่งชี้ผล วิธีการ MEXEIG เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ทั้งหมดในการคำนวณของแต่ละเส้นโค้ง ผลที่ได้ทำให้การแยกโครงสร้าง การแบ่งแยกประเภท และความเป็นมิติชัดเจนกว่า ข้อที่สาม เมื่อวิธีการ MAXCOV กระทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ไปสู่ความไม่ทับซ้อน คล้ายกับช่วงชั้นของตัวบ่งชี้ผล ส่วนวิธีการ MEXE1G กระทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างไปสู่ความทับซ้อน ผลทั้งหมดของกระบวนการหลังของจุดข้อมูลนั้นจะมาจากการใช้ขนาดช่วงชั้นเท่ากัน การเพิ่มจำนวนจุดข้อมูล ซึ่งอยู่ตรงกลางจะเป็นสิ่งที่ดี ตัวอย่าง ถ้ากลุ่มตัวอย่าง 100 แบ่งไปเป็นช่วงชั้นผ่านวิธีเดไซล์จะได้ 10 ช่วงชั้นประกอบด้วย case 1-10, 11-20, 21-30, ... , 91-100 ถ้ากรอบมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน (n = 10) แต่ถ้าใช้การทับซ้อนกัน 90% จะประกอบด้วย 1 – 10, 2 – 20, 11 – 30, ... , 91-100 เดิมมีช่วงชั้น เท่ากับ 10 จะประกอบด้วย 9 กรอบ ระหว่างแต่ละช่วงชั้นทั้ง 10 ผลที่ได้ คือ 10 + 9 × 9 = 91 กรอบ Waller and Meehl (1998) ได้อธิบายความสัมพันธ์หลักระหว่างจำนวนกรอบ W, ขนาดกลุ่มตัวอย่าง N, ขนาดของกลุ่มย่อย n_w, และสัดส่วนของการทับซ้อนของ 0 ระหว่างกรอบที่ติดกัน ดังสมการ

$$W = \frac{n_w}{1-0} \quad \text{.....(5)}$$

สำหรับการกำหนดขนาดของกลุ่มย่อย มากกว่าจำนวนกรอบ การตีความมากกว่าแนวโน้มของกราฟ เพราะการใช้ของกรอบความทับซ้อนเป็นเทคนิคการปรับเรียบ การใช้ของกรอบสามารถเพิ่มจำนวนของ จุดข้อมูลบนเส้นโค้ง นอกจากตัดทิ้งจำนวนของกรณีที่ใช้คำนวณแต่ละจุด จัดกระทำใหม่ในสมการ (5)

$$n_w = \frac{N}{W \times (1-0) + 0} \quad \text{.....(6)}$$

4. MAMBAC

วิธีการ MAMBAC มีความต้องการตัวบ่งชี้สองตัว แต่สามารถจะแสดงด้วย Complement หลายส่วนของตัวบ่งชี้นำเข้า คือ การใช้ข้อมูลทั้งหมดแต่ละเส้นโค้ง ด้วยเหตุนี้จะเพิ่มความชัดเจนของผลลัพธ์ภายใต้เงื่อนไขของข้อกำหนด (Meehl, 1995)

วิธีการ MAMBAC เป็นวิธีการที่นำข้อเท็จจริง ถ้าคะแนนจุดตัดเหมาะสมสำหรับการแยกทั้งสองกลุ่ม นั่นคือถ้าความแตกต่างของตัวบ่งชี้มีความตรงที่จะแยกเป็น Taxon หรือ Complement จำเป็นต้องมีค่าเฉพาะในตัวบ่งชี้ที่จะจำแนกกลุ่มด้วยจำนวน อย่างน้อยสุดของความผิดพลาดทางบวกและทางลบ ในการขาดหายของโครงสร้าง การแบ่งแยกประเภท ไม่มีกลุ่มที่จะแยก และไม่มีคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ที่จะกระทำ ดังนั้น วิธีการ MAMBAC ขึ้นอยู่กับการค้นหาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ถ้าสามารถพบคะแนนนั้น ก็จะเป็นการแบ่งแยกประเภท แต่ถ้าไม่เป็นอย่างนั้น ก็คือโครงสร้างของความเป็นมิติ

วิธีการ MAMBAC ใช้สองกลุ่มของตัวบ่งชี้ค้นหาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม คือ การกระทำกับตัวบ่งชี้นำเข้า และอยู่บนตำแหน่งของแกน X กรณีในชุดข้อมูลเป็นการเรียงความเชื่อมโยงตัวบ่งชี้ผล ซึ่งเป็นการใช้การสร้างชุดของคะแนนจุดตัด เริ่มต้นด้วยคะแนนจุดตัด

ไปยังจุดต่ำสุดของตัวบ่งชี้ผลคะแนน เฉลี่ยในตัวบ่งชี้ผลตัวอื่น ทั้งหมดจะอยู่ต่ำกว่าจุดตัดเป็นการลบออกจากคะแนนเฉลี่ยทุกกรณีที่อยู่เหนือจุดตัด ความต่างของค่าเฉลี่ยเป็นการพล๊อตค่าของ Y สำหรับคะแนนจุดตัด (ค่า X) การลบออกเป็นการกระทำซ้ำสำหรับแต่ละคะแนนจุดตัดบนแกน X และแต่ละคะแนนความเฉลี่ยที่แตกต่างเป็นการพล๊อตในฐานะความสอดคล้องของค่า Y ดังนั้น วิธีการ MAMBAC เกี่ยวข้องกับการพล๊อตความต่างของคะแนน เฉลี่ยในตัวบ่งชี้ผลสำหรับคะแนนของกรณีที่อยู่เหนือแต่ละจุดตัดในตัวบ่งชี้ผลอยู่ต่ำกว่าคะแนนเป็นลบ (Beauchaine & Waters, 2003)

เส้นโค้งผลลัพธ์อ้างอิงไปสู่การแสดงผลเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝง ถ้าจุดตัดคะแนนที่เหมาะสม การใช้ความต่างของค่าเฉลี่ยจะเข้าใกล้ตำแหน่งของคะแนน และจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นค่าต่ำกว่า หรือสูงกว่าคะแนนจุดตัด ดังนั้น แนวโน้มโครงสร้างของการแบ่งแยกประเภทเป็นค่าสูงสุดของเส้นโค้ง ด้วยค่าสูงสุดอธิบายขอบเขตของตัวบ่งชี้ผล ซึ่งคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมตั้งอยู่ในทางตรงกันข้าม โครงสร้างความเป็นมิติมีแนวโน้มเกิดผลเส้นโค้งเว้าด้านนอก จุดสูงสุดที่สังเกตได้ การขาดหายของจุดสูงสุดเป็นนัย ของคุณลักษณะแฝงที่เป็นความเป็นมิติ (Haslam, 1997)

5. การประเมินความสอดคล้อง (Consistency test)

วิธีการวัดอนุกรมวิธาน คือ การประเมินความสอดคล้องระหว่างผลลัพธ์ ที่ได้มาด้วยการวิเคราะห์ จำนวนไม่ซ้ำซ้อนที่เป็นไปได้ ความเชื่อมั่นในการอ้างอิงของการรวมโครงสร้างการแบ่งแยกประเภท หรือความเป็นมิติ ที่เป็นความสอดคล้องของผลลัพธ์ในความหมายของการทดสอบความสอดคล้อง ใช้อ้างอิงในหลายวิธีภายในวิธีการวัดอนุกรมวิธาน Meehl ได้แนะนำว่า ความแตกต่างระหว่างวิธีการวัดอนุกรมวิธานกับการทดสอบความสอดคล้องของการวัดอนุกรมวิธาน มีการเลือกแบบไม่มีกฎเกณฑ์สูงมาก และตอบสนองต่อการจัดกระทำมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ที่จะประเมินความสอดคล้องของผลจากการวัดอนุกรมวิธาน มีการศึกษาความสัมพันธ์บางส่วนกับระบบวิทยาของการทดสอบความสอดคล้อง ให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Meehl, 1995)

6. การประยุกต์ใช้วิธีการ Taxometric analysis

ภาวะสันนิษฐาน เป็นคุณภาพเชิงทฤษฎี หรือคุณลักษณะซึ่งแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังที่ Gregory (2007, p. 131) ได้ยกตัวอย่างว่า ภาวะสันนิษฐาน เช่น ความซึมเศร้า การมีเจตนาร้าย เป็นต้น ซึ่งภาวะสันนิษฐานจะอ้างอิงจากพฤติกรรม ภาวะสันนิษฐานเป็นการสร้างทฤษฎีที่มีบางรูปแบบของการมีอยู่จริงที่เป็นอิสระของพฤติกรรม และแสดงออกอย่างหลวม ๆ แต่มีความสามารถ

ชี้วัดบางขอบเขต ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมมนุษย์ได้ ปัจจุบันนักวิจัยทางการวัดอนุกรมวิธาน เน้นคำถามที่ว่า ภาวะสันนิษฐาน เป็นการแบ่งแยกประเภท หรือความเป็นมิติตามธรรมชาติหรือไม่ และเป็นประโยชน์ต่อจุดเริ่มต้นทางความคิดสำหรับการสืบสวน คำถามการวิจัยที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามมา มันเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนา การวัดอนุกรมวิธานที่นักวิจัยเริ่มที่จะสำรวจคำถามที่ซับซ้อนเหล่านี้ การกระทำเช่นนี้จะโต้แย้งข้อวิจารณ์ที่มีศักยภาพ ซึ่งการวัดอนุกรมวิธานเป็นระเบียบวิธีที่จำกัด ที่แก้ปัญหาคำถามพื้นฐานเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝง แต่ไม่บูรณาการกับการวิจัยรูปแบบอื่น (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)

6.1 โครงร่างเต็มรูปของคุณลักษณะแฝง (Full delineation of latent structure)

คุณลักษณะแฝงของภาวะสันนิษฐาน อาจจะพิจารณาซับซ้อนมากกว่า การแบ่งแยกประเภท (Two latent classes) หรือความเป็นมิติ (*n* Latent factors) มีคำแนะนำว่า การทดสอบเบื้องต้นของขอบเขตการแบ่งแยกประเภทด้วยการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน ควรจะนำเสนอขั้นตอนแรกของโปรแกรมการออกแบบวิจัย ที่ทำให้คุณลักษณะแฝงสมบูรณ์ขึ้นเท่านั้น แนวทางของโปรแกรมวิจัยนี้ และเทคนิคการวิเคราะห์ที่ถูกใช้เป็นการควบคุม สามารถแนะนำด้วยการค้นหาการวัดอนุกรมวิธานของโครงสร้างว่า เป็นการแบ่งแยกประเภท หรือความเป็นมิติ

การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ภาวะสันนิษฐานเป็นการแบ่งแยกประเภท มีจำนวนของวิธีการ การสืบสวนที่เพิ่มขึ้นในความหลากหลายของเทคนิควิธีวิเคราะห์ Complement ดังนี้ ความเป็นไปได้ ประการแรก คือ การเสนอต่อความเหมือนในชุดของตัวบ่งชี้ที่เพิ่มในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน เพื่อทดสอบขอบเขตภายใน Taxon หรือ Complement ในขณะที่กระบวนการในการวัดอนุกรมวิธาน สามารถค้นหาเพียงขอบเขตเดียว ระหว่างสองกลุ่มที่เวลาหนึ่ง ประการที่สอง เสนอต่อชุดใหม่ของตัวบ่งชี้ ที่เพิ่มในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน เพื่อทดสอบสมมติฐาน Subtype ภายใน Taxon หรือ Complement ในขั้นตอนนี้การวิเคราะห์เป็นการกระทำใน Subsample ประกอบด้วยสมาชิกของกลุ่มเดียวเท่านั้น การใช้ ตัวบ่งชี้ที่ถูกเชื่อว่าการแบ่งแยกสิ่งเดียวที่เป็น Subtype จากสิ่งที่ไม่เป็น Subtype เพราะว่าชุดของตัวบ่งชี้เดี่ยว ๆ ดูเหมือนว่าไม่สามารถให้คำจำกัดความได้เท่ากับ Multiple Subtype ได้ คำแนะนำนักวิจัยควรทดสอบ Subtype เดียวที่เวลาหนึ่ง ต้องเลือกอย่างระมัดระวังตัวบ่งชี้ที่ไม่ซ้ำซ้อน และครอบคลุมข้อเท็จจริง ทั้งหมดของ Subtype ได้ เป็นการทำจากบนลงล่าง อาจจะจำเป็นที่ต้องเริ่มศึกษา Subtype ก่อน ซึ่งเป็นวิธีกระทำจากล่างไปบน ถ้า Type เป็นอิสระจะไม่สามารถจำแนก Subtype ได้ หรือถ้าไม่มีความสัมพันธ์กัน มาก จนกระทั่งชุดตัวบ่งชี้เดี่ยว ๆ ไม่สามารถจะทดสอบโครงสร้างของ Type ที่ล้มเหลว ประการที่สาม ในการสืบสวนที่อันหนึ่งอาจจะลุล่วงหลังจาก Taxon เป็นการค้นหาคือ เพื่อระบุที่เกิดประสิทธิภาพสูง และตัวบ่งชี้มีความซ้ำซ้อนน้อย แม้ว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบ และ IRT จะสนับสนุนวัตถุประสงค์นี้

เมื่อภาวะสันนิษฐานเป็นความเป็นมิติตัวบ่งชี้ของภาวะสันนิษฐานที่เป็นการแบ่งแยกประเภท เป็นมากกว่าการประเมินที่เหมาะสมโดยค่าพารามิเตอร์ ยกตัวอย่าง เช่น การประมาณค่าความตรง (Validity) เกิดผลด้วยการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน หรือโดยการกระทำด้วย Latent class analysis หรือ Latent profile analysis ประการที่สี่ของการสืบสวนเป็นการประเมินแต่ละ Taxon ที่แสดงเป็น Type และ Subtype สำหรับความหลากหลายของความเป็นมิติที่มีความหมาย นักวิจัยสามารถใช้วิธีการ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ หรือความสอดคล้องภายใน เพื่อตรวจสอบว่าภายในแต่ละสิ่งของ Taxon หรือ Complement มีความตรงแตกต่างกันในความเข้มข้นระหว่างหนึ่งหรือมากกว่าของความเป็นมิติ ถ้าความตรงคงเหลือถูกค้นพบ นักวิจัยสามารถใช้ IRT Model และใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ หรือเชิงยืนยัน หรือวิธีการอื่นที่เหมาะสมสำหรับการทำด้วย ความเป็นมิติเพื่อชี้แจงความผันแปรภายในของคุณลักษณะแฝง (Guay, Ruscio, Hare & Knight, 2007)

การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน แสดงให้เห็นว่า ภาวะสันนิษฐานมีความเป็นมิติเป็นโครงสร้างที่สามารถอธิบายเพิ่มขึ้นโดยการใช้เครื่องมือที่พัฒนาสำหรับใช้กับภาวะสันนิษฐานที่มีค่าต่อเนื่อง นักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและเชิงยืนยัน (Factor analysis) กำหนด จำนวนของความเป็นมิติ ที่เป็นพื้นฐานของภาวะสันนิษฐานที่ระบุตัวบ่งชี้เป็นการประเมินความตรงมากที่สุดและทำให้ความเป็นมิติแตกต่างหรือค้นหาลำดับชั้นสูงหรือต่ำของความเป็นมิติ และสามารถใช้ การวิเคราะห์ Latent trait analysis เช่น IRT เพื่อระบุตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินทั่วไป

6.2 ความตรงเชิงโครงสร้างของคุณลักษณะแฝง (Construct validation of latent structure)

ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์อย่างง่าย หรือเป็น Model โครงสร้างที่ซับซ้อนจะเป็นประโยชน์ต่อการทำตามด้วยเพิ่มการสำรวจความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นความสำคัญที่จะสันนิษฐานและทดสอบความเชื่อมต่อระหว่างคุณลักษณะแฝง ความตรงเชิงโครงสร้างควรเน้นการทำนายและอยู่บนพื้นฐาน Model โครงสร้าง เช่น การยืนยันของสมมติฐานจะสนับสนุน Model ในขณะที่การโต้แย้งของสมมติฐาน จะเรียก Model เป็นคำถาม เราโต้แย้งว่า Taxon ควรมีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมเหนือกรอบเวลา ดังนั้นการตรวจสอบของค่าคงที่ประกอบด้วย หนึ่งองค์ประกอบของความตรงเชิงโครงสร้างในผลลัพธ์ของการแบ่งแยกประเภท เช่น ในการวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยา การระบุ Taxon ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน การจัดเข้ากลุ่ม สิ่งเดี่ยว ๆ ในฐานะสมาชิกของ Taxon หรือความเป็นมิติ สิ่งนี้ท้าทายความตรงเชิงโครงสร้างการวิเคราะห์ ทางพยาธิวิทยา การระบุ Taxon ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

การสำรวจความตรงเชิงโครงสร้างของการนำเสนอหน่วยอนุกรมวิธาน จะแสดงให้เห็นการทดสอบที่มีศักยภาพ โดยเฉพาะ Model โครงสร้างที่ซับซ้อนมาก ความสำคัญของการสาธิตที่เป็นเหตุ ใน Model โครงสร้างหนึ่งต่อการทำความเข้าใจทฤษฎีของเป้าหมาย การวิจัยในความตรงเชิงโครงสร้างของ Model โครงสร้างไม่ได้จัดหารายละเอียดการแนะนำว่า จะรับผิดชอบงานนี้อย่างไร การยกประเด็นนี้ เพื่อแนะนำว่า ผู้สืบสวนให้ความสนใจกับความตรงเชิงโครงสร้าง ในฐานะที่เป็นการไต่สวนการวัดทางจิตวิทยา นักวิจัยในสาขาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ถูกฝึกในเรื่องความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือในการวัด แต่ความตรงของ Model โครงสร้างจะต้องการความคิดสร้างสรรค์ เพื่อคิดและทดสอบ สมมติฐานเพื่อนำไป สู่ Model ทดสอบข้อสารสนเทศนั้น (Ruscio & Ruscio, 2004)

สรุปได้ว่า การวัดอนุกรมวิธานเป็นความพยายามที่จะมุ่งเข้าสู่โลกแห่งความเป็นจริง โดยอาศัยวิธีการประเมินที่หลากหลาย รวมทั้งการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวิธีการเชิงคุณภาพ เข้ามามีส่วนร่วม รวมทั้งคำนึงถึงบริบททางสังคมด้วยว่า เราจะนำเอามโนทัศน์ต่าง ๆ จากสังคมภายนอก เข้ามาสู่สังคมเราได้อย่างไร และต้องเข้าใจที่มาหรือกำเนิดของมโนทัศน์เหล่านั้นอย่างแจ่มชัด ก่อนที่จะ นำมาประยุกต์ใช้ในวัฒนธรรมของเรา

งานวิจัยที่ใช้การวัดอนุกรมวิธาน

วิจัยที่เน้นการจัดเข้ากลุ่มและอธิบาย ภาวะสันนิษฐาน เป็นการแบ่งแยกประเภทหรือความเป็นมิติ ดังนี้

Roisman, Fraley and Belsky (2006) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาการวัดอนุกรมวิธานของการสัมภาษณ์ เรื่องความรู้สึกผูกพันในผู้ใหญ่ การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างองค์ประกอบคุณลักษณะแฝงของความแตกต่างระหว่างบุคคลที่เกิดจากผลสะท้อนในการสัมภาษณ์ เรื่องความรู้สึกผูกพันในผู้ใหญ่ (Adult attachment interview: AAI) ซึ่งใช้กันทั่วไปและเป็นวิธีที่มีความตรง ซึ่งออกแบบสำหรับประเมิน สภาวะทางจิตในขณะนั้นของผู้ใหญ่เกี่ยวกับประสบการณ์ในวัยเด็กกับพี่เลี้ยง โดยใช้วิธีวัดอนุกรมวิธาน

Walters, Diamond, Magaletta, Geyer and Duncan (2007) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานของมาตรวัดคุณลักษณะต่อต้านสังคม (ANT) ของแบบแสดงรายการประเมินบุคลิกภาพในกลุ่มผู้ต้องขัง โดยนำมาตรวัดคุณลักษณะต่อต้านสังคมของแบบแสดงรายการประเมินบุคลิกภาพ (PAI) มาวิเคราะห์ด้วยวิธีวัดอนุกรมวิธานในกลุ่มผู้ต้องขัง 2,135 ราย โดยใช้คะแนนของมาตรวัดย่อย ANT ทั้ง 3 แบบ ซึ่งได้แก่พฤติกรรมต่อต้านสังคม (Antisocial behaviors-ANT-A), การให้ตัวเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentricity-ANT-E) และการแสดงออกต่อสิ่งเร้า (Stimulus seeking-ANT-S) เป็นตัวชี้วัดในการศึกษาครั้งนี้ และนำมาประเมินด้วย วิธีวัดอนุกรมวิธาน 3 แบบ

คือ ค่าเฉลี่ยส่วนต่าง ที่สูงและต่ำกว่าจุดตัด (Mean above minus below a cut-MAMBAC) ค่าไอเกนสูงสุด (Maximum eigenvalue-MAXEIG) และการวิเคราะห์องค์ประกอบลักษณะแฝง (Latent mode factor analysis-L-Mode) การประเมินแบบปรนัยและอัตนัยของผลการศึกษา แสดงการสนับสนุนเชิงสอดคล้องของการแปลความหมายเชิงความเป็นมิติของโครงสร้างคุณลักษณะแฝงของวิธีวัดอนุกรมวิธานต่างกัน รวมทั้งเพศ เชื้อชาติ และระดับ ความมั่นคงต่างกัน ปรากฏว่าในลักษณะของโครงสร้างเชิงความเป็นมิติ ความผิดปกติด้านบุคลิกภาพ ต่อต้านสังคม เป็นการจัดเข้ากลุ่มผู้ตอบที่มีความแตกต่างกันในความเป็นมิติเชิงปริมาณ (ระดับการต่อต้านสังคม) 1 แบบขึ้นไป มากกว่าเป็นการจัดเข้ากลุ่มผู้ตอบเป็นกลุ่มที่ต่างกันตัวแปรเชิงกลุ่ม (ต่อต้านสังคม หรือไม่ต่อต้านสังคม) จะเห็นได้ว่าวิธีการวัดอนุกรมวิธาน S เป็นการตอบคำถามการวิจัย สำหรับการจัดเข้ากลุ่มระหว่างการแบ่ง แยกประเภทกับความเป็นมิติของภาวะสันนิษฐาน และยังสามารถทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดภาวะสันนิษฐาน

Walters (2008) ได้ศึกษาคุณลักษณะแฝงของความผิดปกติจากการดื่มแอลกอฮอล์: การวิเคราะห์ การวัดอนุกรมวิธานของข้อมูลการสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างที่ได้จากผู้ต้องขังชาย วัตถุประสงค์การศึกษาใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างผู้ต้องขังชาย จำนวน 1,193 ราย ในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน เพื่อระบุคุณลักษณะแฝงของโครงสร้างองค์ประกอบความผิดปกติจากการดื่มสุรา วิธีการ: ทำการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีวัดอนุกรมวิธาน 3 แบบ คือ 1) ค่าเฉลี่ยส่วนต่างที่สูงกว่า และต่ำกว่าจุดตัด (Mean above minus below a cut หรือ MAMBAC) ค่าไอเกนสูงสุด (Maximum eigenvalue หรือ MAXEIG) และการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะแฝง (Latent mode factor analysis หรือ L-Mode) ผลการศึกษาได้จากตัวชี้วัด 3 ตัว คือ 1) เกณฑ์การพึ่งพาแอลกอฮอล์ DSM-IV Alcohol dependence criteria 1 และ 2 (ความอดทน/ การถอนตัว) 2) เกณฑ์การพึ่งพาแอลกอฮอล์ DSM-IV Alcohol dependence criteria 3 4 และ 5 และเกณฑ์การใช้แอลกอฮอล์ DSM-IV Alcohol abuse criterion 3 (สูญเสียการควบคุม 1) และ 3) เกณฑ์การพึ่งพาแอลกอฮอล์ DSM-IV Alcohol dependence criteria 6 และ 7 และเกณฑ์การใช้ แอลกอฮอล์ DSM-IV Alcohol abuse criteria 1 2 และ 4 (ผลลัพธ์ทางสังคม/ จิตในเชิงลบ) ผลการศึกษาแสดงให้เห็น การสนับสนุนเชิงสอดคล้องกับการแปลความหมายหน่วยอนุกรมวิธาน (เชิงกลุ่ม-Categorical) ของความผิดปกติจากการดื่มแอลกอฮอล์ สรุป: อาจมีขอบเขตของหน่วยอนุกรมวิธานที่การแยกผู้ที่เข้าข่ายกับผู้ที่ไม่เข้าข่ายการวินิจฉัยว่าพึ่งพาหรือใช้แอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยและรักษา

ปัญญา ศิริโชติ (2555) ศึกษาเรื่อง การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล การวิเคราะห์กลุ่ม และการวัดอนุกรมวิธาน พบว่า

1) ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาเป็นตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ ประกอบด้วย มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 2 (ผู้เรียนมีสุขนิสัย สุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี) และมาตรฐานที่ 6 (ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง) มาตรฐานด้านครู มาตรฐาน ที่ 8 (ครูมีคุณวุฒิ/ ความรู้ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบและมีครูเพียงพอ) และมาตรฐานด้านผู้บริหาร มาตรฐานที่ 10 (ผู้บริหาร มีภาวะผู้นำและมีความสามารถในการบริหารจัดการ) 2)องค์ประกอบ หลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยองค์ประกอบที่ 1 อธิบายมาตรฐานที่ 2 6 และ 10 องค์ประกอบหลักที่ 2 อธิบายมาตรฐานที่ 2 8 และองค์ประกอบที่ 3 อธิบายมาตรฐานที่ 6 และ 8 3) การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลสามารถระบุกลุ่มมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 38.41 การวิเคราะห์กลุ่ม ร้อยละ 22.02 และการวัดอนุกรมวิธาน ร้อยละ 56.20 และ 4) ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล การวิเคราะห์กลุ่ม และการวัดอนุกรมวิธานมีความสอดคล้องกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาตัวแบบปัจจัย องค์ประกอบหลัก และความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาจากตัวแบบการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้คะแนนอิงเกณฑ์การประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม ระดับอุดมศึกษา ระดับตัวบ่งชี้ จากบันทึกผลของแบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. นำคะแนนผลการประเมินอิงเกณฑ์ระดับคุณภาพของตัวบ่งชี้ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละด้าน ประกอบด้วย ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 12-14) ด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพภายใน จำนวน 6 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 15-18) ด้านคุณภาพบัณฑิต จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 1-4) ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 5-7) ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 8-9) และด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรมเป็นตัวแปร จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ (ตัวบ่งชี้ที่ 10-11) กำหนดเป็นตัวแปรสำหรับใช้วิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไปได้ตัวแปร 20 ตัวแปร

2. กำหนดและจัดประเภทของข้อมูล ซึ่งมีการกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายจากตัวแปร 20 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นหกด้าน คือ ตัวแปรปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน มี 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 12-14 ด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพภายใน มี 6 ตัวแปร ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 15-18 ด้านคุณภาพบัณฑิต มี 4 ตัวแปร ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 1-4 ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ มี 3 ตัวแปร

ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 5-7 ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม มี 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 8-9 และด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรมเป็นตัวแปร มี 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 10-11

3. การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล เพื่อคำนวณประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา ซึ่งจะได้คะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา และคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของตัวแบบสมบูรณ์ (Complete model) จากปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตทั้งหมดมาวิเคราะห์ ค่าคะแนนประสิทธิภาพ (Efficiency score) เพื่อสร้างตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 คำนวณคะแนนประสิทธิภาพในแต่ละสถานศึกษา โดยใช้หลักของอัตราส่วนระหว่างปัจจัยนำเข้ารวมค่าน้ำหนักองค์ประกอบกับปัจจัยผลผลิตรวมค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยมีจำนวนครั้งเท่ากับจำนวนสถานศึกษา และใช้ตัวแบบ CCR กำหนดเป็นตัวแบบสมบูรณ์ (Complete model) (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978)

3.2 คัดเลือกตัวแปรจากตัวแบบสมบูรณ์ ด้วยวิธีการของ Wagner and Shimshak (2007) มีวิธีการ ดังนี้

3.2.1 ตัดปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยผลผลิตออกจากตัวแบบสมบูรณ์ทีละตัว จากนั้นคำนวณคะแนนประสิทธิภาพในแต่ละสถานศึกษาตามตัวแบบของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่เหลือ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพ และพิจารณาการลดลงของค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพ โดยจะเลือกตัวแบบที่ให้การลดลงต่ำสุดเป็นตัวแบบที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3.2.2 ทำซ้ำตามข้อ 3.2.1 จนกระทั่งได้ค่าต่ำสุดของคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ลดลงมีค่ามากกว่า 0.03 จึงหยุด

3.2.3 นำปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยผลผลิตที่เหลือมาจัดกลุ่มที่เป็นไปได้ และคำนวณคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษา และกำหนดเป็นตัวแบบที่เป็นไปได้ (Possible model) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อตรวจสอบตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามตัวแบบที่เป็นไปได้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก มี 2 ขั้นตอนดังนี้

4.1 นำคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ มาวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อจัดกลุ่มปัจจัยที่ระบุตามตัวแบบแต่ละตัวแบบ

4..2 ระบุปัจจัยเด่นตามตัวแบบของสถานศึกษาแต่ละแห่ง พิจารณาจากคะแนนองค์ประกอบหลักแต่ละองค์ประกอบหลักของแต่ละสถานศึกษา

5. การจำแนกกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากตัวแบบที่เป็นไปได้ โดยการระบุกลุ่มตามเทคนิควิธี ดังนี้

5.1 เทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ระบุกลุ่มประสิทธิภาพ โดยใช้ค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากตัวแบบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สถานศึกษาที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และสถานศึกษาที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพภายนอกของ สมศ. > 3.51 จากคะแนนเต็ม 5 หรือ 0.70 จากคะแนนเต็ม 1 ใช้ระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ระบุกลุ่มหมายเลข 2 เป็นลำดับแรก แสดงว่า กลุ่มหมายเลข 2 แสดงถึงกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมากกว่า กลุ่มหมายเลข 1

5.2 เทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน นำคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้มาวิเคราะห์ระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา จากตัวแบบที่เป็นไปได้ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 วิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูล (Suitability) กับวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน โดยใช้วิธีการ MAXEIG, L-Mode และ MAMBAC ประเมินความเหมาะสมของข้อมูล จากการจำลองข้อมูล จากค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเปรียบเทียบโค้งของข้อมูลเชิงประจักษ์ กับข้อมูลจำลองของความเป็นอนุกรมวิธาน และความเป็นมิติ (CCF1) อยู่ระหว่าง 0.400-0.600 ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเปรียบเทียบของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองของความเป็นอนุกรมวิธาน และความเป็นมิติ (RMSR) มีค่าใกล้เคียง 0 ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลอง (GFI) มากกว่า 0.900 ค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มอนุกรม วิธานหรือความเป็นมิติ ® เท่ากับ หรือน้อยกว่า 0.300 และค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มอนุกรมวิธาน หรือความเป็นมิติน้อยกว่าค่าความสัมพันธ์ของกลุ่มรวม (Full sample) ค่าความตรง (Validity: Cohen'd) ไม่น้อยกว่า 1.250 และคุณลักษณะของการแจกแจก (Skew) ไม่เกิน ± 1.250 SD และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมจาก 3 วิธีการข้างต้น (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)

5.2.2 พิจารณาตัดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงออกจากข้อมูลและทำตามข้อ 5.2.1 จนได้ความเหมาะสมของข้อมูล

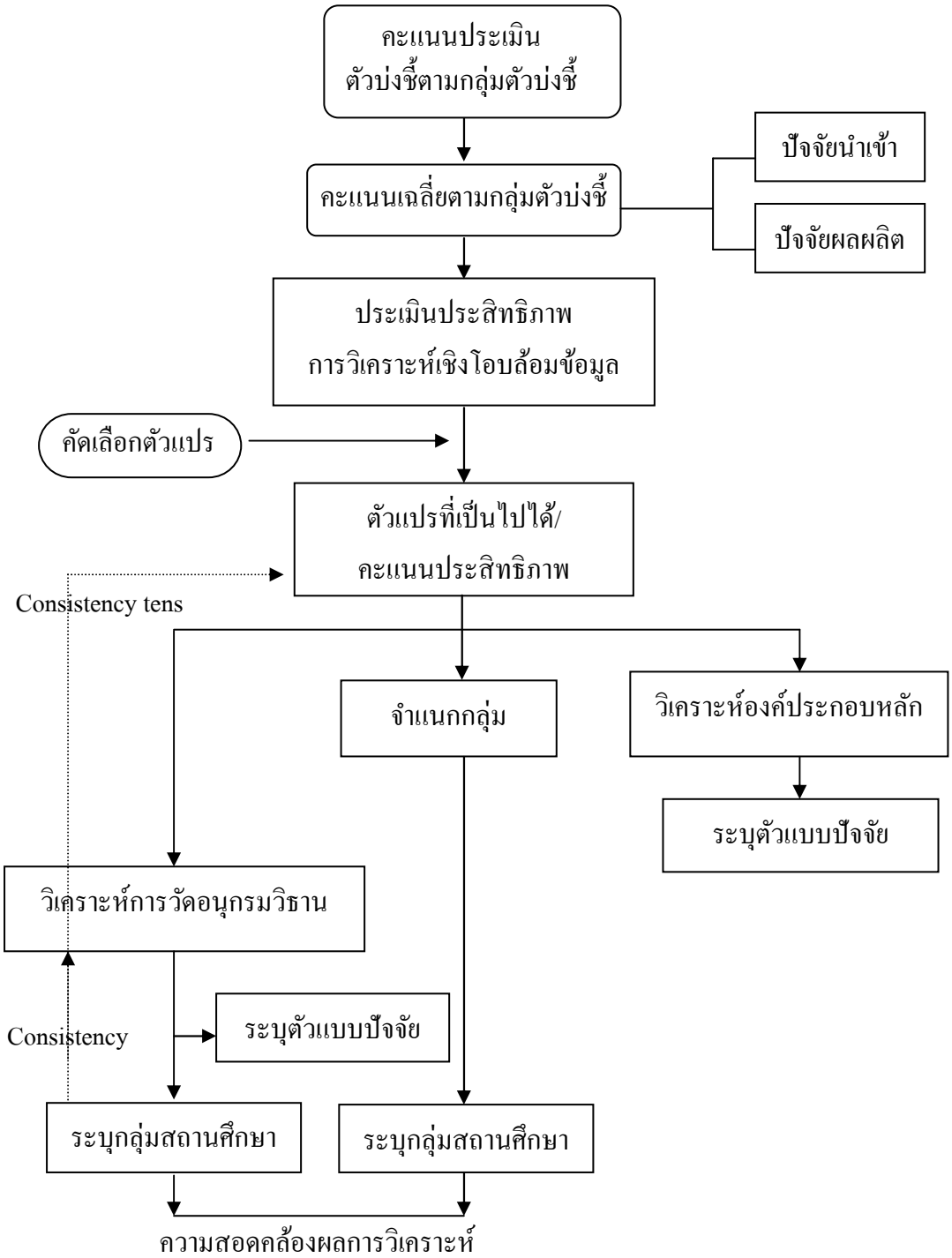
5.2.3 นำข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล มาวิเคราะห์ตามข้อตกลงของวิธีการ และวิเคราะห์ระบุกลุ่มด้วยการทดสอบความสอดคล้อง (Consistency test)

5.2.4 นำผลการระบุกลุ่มพิจารณาความเกี่ยวข้องกับคะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา เพื่อระบุกลุ่มประสิทธิภาพ

6. ความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ระบุกลุ่มประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ แต่ละเทคนิควิธีว่ามีความสอดคล้องหรือแตกต่างกันเพียงใด มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 นำคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาแต่ละแห่งเทียบกับกลุ่มที่เกิดจากการวิเคราะห์แต่ละวิธี เพื่ออธิบายความเกี่ยวข้องของคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยกับตำแหน่งในกลุ่มของสถานศึกษา

6.2 ทดสอบความสอดคล้องของจำนวนตามเทคนิควิธีการที่ต่างกัน ในการระบุกลุ่มมีประสิทธิภาพ หรือไม่มีประสิทธิภาพของสถานศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แต่ละวิธีว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่



ภาพที่ 6 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ต้องประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จำนวน 265 แห่ง จากการรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาที่ผู้ประเมินภายนอกรายงานต่อสถานศึกษา

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่รับการประเมินผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 เลือกตามสังกัด จำนวน 11 สังกัด ได้จำนวน 260 แห่ง ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และมีองค์การที่ไม่รับการประเมินการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จำนวน 5 แห่ง ดังนี้

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษา

สังกัด	ประชากร/ แห่ง จำนวน	กลุ่มตัวอย่าง/ แห่ง ที่ยังไม่ได้รับการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง/ แห่ง ที่รับการประเมิน
สำนักการศึกษา	3	0	3
กรุงเทพมหานคร	18	0	18
กระทรวงกลาโหม	18	1	17
กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา	1	0	1
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	37	0	37
กระทรวงสาธารณสุข	171	2	169
สำนักงานคณะกรรมการการ	12	0	12
อุดมศึกษา	2	0	2
สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	1	0	1
กระทรวงคมนาคม	1	1	0
กระทรวงวัฒนธรรม	1	1	0
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์	0	0	0
สภากาชาดไทย	0	0	0
รวม	265	5	260

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษา ของสถานศึกษารอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) พบว่า สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 169 แห่ง กระทรวงสาธารณสุข จำนวน 37 แห่ง กระทรวงกลาโหม จำนวน 18 แห่ง กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา จำนวน 17 แห่ง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จำนวน 12 แห่ง สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 3 แห่ง กระทรวงคมนาคม จำนวน 2 แห่ง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จำนวน 1 แห่ง กระทรวงวัฒนธรรม จำนวน 1 แห่ง สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ จำนวน 1 แห่ง และสภากาชาดไทย จำนวน 1 แห่ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เครื่องมือแบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) เป็นแบบรายงานที่ผู้ประเมินภายนอกรายงานประเมินต่อสถานศึกษา ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของสถานศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลของสถานศึกษา ได้แก่ สังกัด สถานศึกษาที่ไม่ได้รับการประเมิน สถานศึกษาที่ได้รับการประเมิน ประเภท ระดับชั้นที่เปิดสอน จำนวนคณะ การปรับผล และผลการประเมิน

ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามของสถานศึกษา ใช้คะแนนการประเมินอิงเกณฑ์ให้พิจารณาตามกลุ่มตัวบ่งชี้และเกณฑ์การพิจารณาที่ สมศ. กำหนด โดยจะมีการสรุปผลการประเมินทั้งในระดับตัวบ่งชี้ การประเมินแบบอิงเกณฑ์ มีการประเมิน 2 ระดับ คือ การประเมินในระดับตัวบ่งชี้ และการประเมินในระดับมาตรฐาน ได้แก่

1. การประเมินในระดับตัวบ่งชี้ให้พิจารณาจากร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณาในแต่ละตัวบ่งชี้เป็น 5 ระดับ คือ

เกณฑ์การพิจารณา	ระดับคุณภาพ
ร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณา ต่ำกว่าร้อยละ 50	ต้องปรับปรุงเร่งด่วน
ร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณา ระหว่างร้อยละ 51-60	ปรับปรุง
ร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณา ระหว่างร้อยละ 61-70	พอใช้
ร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณา ระหว่างร้อยละ 71-90	ดี
ร้อยละเฉลี่ยตามเกณฑ์พิจารณา ระหว่างร้อยละ 91 ขึ้นไป	ดีมาก

2. การประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พิจารณาให้การรับรองมาตรฐานการศึกษา โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาข้อมูลจากการประเมินตัวบ่งชี้ที่เชื่อมโยงไปสู่การรับรองมาตรฐานของสถานศึกษา ซึ่งตัวบ่งชี้แต่ละตัวจะมีคะแนนต่ำสุดคือ 0 และสูงสุดคือ 5

ใช้ผลการประเมินของคะแนนกรรมการมาพิจารณารายตัวบ่งชี้ ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวบ่งชี้หรือในภาพรวม (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2554) สามารถแปลความหมายของระดับคุณภาพเป็น 5 ระดับ คือ

เกณฑ์การพิจารณา (ช่วงคะแนน)	ระดับคุณภาพ
ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 0.00-1.50 หรือ (0.00-0.30)	ต้องปรับปรุงเร่งด่วน
ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 1.51-2.50 หรือ (0.31-0.50)	ปรับปรุง
ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 2.51-3.50 หรือ (0.51-0.70)	พอใช้
ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 3.51-4.50 หรือ (0.71-0.90)	ดี
ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 4.51-5.00 หรือ (0.91-1.00)	ดีมาก

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการ เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขอจดหมายราชการจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวมรวมข้อมูล ดังนี้ ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาส่งไปยังผู้บริหารสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน)

2. นำข้อมูลมาจัดกระทำ เพื่อตรวจสอบจัดเตรียมข้อมูล และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม R (R Programming) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของตัวแปร โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง โดยใช้ Rcmdr package (Fox, 2010)

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา และการศึกษาตัวแบบโดยหาค่าสัมประสิทธสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson’s coefficient correlation) โดยใช้ Rcmdr package (Fox, 2010)

3. วิเคราะห์ค่าคะแนนประสิทธิภาพ (Efficiency score) เพื่อสร้างตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา จากคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานซึ่งไม่มีข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล (Data envelopment analysis: DEA) ใช้ DEA Package (Martinez & Menendez, 2008) และ DEAP 2.1 Program (Coelli, 1996)

4. การวิเคราะห์กลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา จากตัวแบบที่เป็นไปได้ ด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มโดยใช้ Rcmdr package (Fox, 2010)

5. การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน วิเคราะห์ระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วย โดยใช้ TaxProg package (Ruscio, 2010)

6. ความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แต่ละเทคนิควิธีว่ามีความสอดคล้อง หรือแตกต่างกันเพียงใด ด้วยสถิติไค-สแควร์ และค่าสถิติฟี โดยใช้ Rcmdr package (Fox, 2010)

7. ความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อม ข้อมูล การวิเคราะห์กลุ่ม และการวัดอนุกรมวิธาน เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์แต่ละเทคนิควิธีว่ามีความสอดคล้องหรือแตกต่างกันเพียงใด ด้วยสถิติไค-สแควร์ และค่าสถิติฟี โดยใช้ Rcmdr package (Fox, 2010)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 4 ประการ คือ 1) เพื่อหาตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา 2) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา 3) เพื่อระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน 4) เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน การนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษาและค่าสถิติบรรยายของตัวแปร ปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิต

ตอนที่ 2 ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ตอนที่ 3 องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ตอนที่ 4 การระบุกลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

ตอนที่ 5 ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิค การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

การนำเสนอผลการวิจัยนี้เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์แทนความหมายต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

N	หมายถึง จำนวนสถานศึกษาที่ใช้ในการศึกษา (Full sample)
n	หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างย่อย (Sub sample)
M	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนตัวแปร
SD	หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนตัวแปร
Min	หมายถึง คะแนนต่ำสุด
Max	หมายถึง คะแนนสูงสุด
Sk	หมายถึง ค่าความเบ้
Ku	หมายถึง ค่าความโด่ง

Taxon หมายถึง ค่าระบุความเป็นหน่วยอนุกรมวิธาน เป็นข้อมูลชนิด Categorical

Complement หมายถึง ค่าระบุความไม่เป็นหน่วยอนุกรมวิธาน เป็นข้อมูลชนิด Dimensional

d หมายถึง ค่าขนาดอิทธิพลตามวิธี Cohen'd

p หมายถึง ค่าการประมาณค่าหน่วยอนุกรมวิธาน

r หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

GFI หมายถึง ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดี (Goodness of fit index)

CCFI หมายถึง ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเปรียบเทียบของโค้ง (Comparative curve fit index)

RMSR หมายถึง ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองส่วนที่เหลือ

χ^2 หมายถึง ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square)

ϕ หมายถึง ค่าสถิติฟี (Phi)

DEA หมายถึง Data envelopment analysis

PCA หมายถึง Principal component analysis

TA หมายถึง Taxometric analysis

MAMBAC หมายถึง Mean above minus below a cut

LMode หมายถึง Latent mode

MAXEIG หมายถึง Maximum eigenvalue

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรปัจจัยนำเข้า

ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน

I1 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 12 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสภาสถาบัน

I2 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 13 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถาบัน

I3 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์

ด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพภายใน

I4 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 15 ผลประเมินการประกันคุณภาพภายในรับรองโดยต้นสังกัด ตัวบ่งชี้ที่ 16 ผลการพัฒนาตามอัตลักษณ์ของสถาบัน

I5 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 16.1 ผลการบริหารสถาบันให้เกิดอัตลักษณ์

I6 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์

I7 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 17 ผลการพัฒนาตามจุดเน้นและจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็นเอกลักษณ์ของสถาบัน
ตัวบ่งชี้ที่ 18 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในด้านต่าง ๆ

I8 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 18.1 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 1 ภายในสถาบัน

I9 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 18.2 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 2 ภายนอกสถาบัน

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรปัจจัยผลผลิต

ด้านคุณภาพบัณฑิต

O1 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 1 บัณฑิตปริญญาตรีที่ได้งานทำหรือประกอบอาชีพอิสระภายใน 1 ปี

O2 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 2 คุณภาพของบัณฑิตปริญญาตรี โท และเอก ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ตามระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

O3 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

O4 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 4 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์

O5 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 5งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่

O6 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์

O7 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 7 ผลงานวิชาการที่ได้รับการรับรองคุณภาพ
ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม

O8 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 8 ผลการนำความรู้และประสบการณ์จากการให้บริการวิชาการมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน/ หรือการวิจัย

O9 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 9 ผลการเรียนรู้และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนหรือองค์การภายนอก

ด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

O10 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 10 การส่งเสริมและสนับสนุนด้านศิลปะและวัฒนธรรม

O11 หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่ 11 การพัฒนาสุนทรียภาพในมิติทางศิลปะและวัฒนธรรม

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแบบในการจัดกลุ่มตัวแปรปัจจัย

Mo1 หมายถึง [I3.O3]

Mo2 หมายถึง [I6.O3]

Mo3 หมายถึง [I3.I6.O3]

Mo4 หมายถึง [I3.O6]

Mo5 หมายถึง [I6.O6]

Mo6 หมายถึง [I3.I6.O3]

Mo7 หมายถึง [I3.O3.O6]

Mo8 หมายถึง [I6.O3.O6]

Mo9 หมายถึง [I3.I6.O3.O6]

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรอื่น ๆ

U_ID หมายถึง สถานศึกษาแห่งที่ ใช้แทนชื่อสถานศึกษาจริง

Gro (Group) หมายถึง การระบุกลุ่มตามการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล

Ide (Identify) หมายถึง การระบุกลุ่มตามการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษาและค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปร ปัจจัยนำเข้า และตัวแปรปัจจัยผลผลิต

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาลักษณะข้อมูล และค่าสถิติเบื้องต้นของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต ได้แก่ การแจงแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (*M*) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) คะแนนต่ำสุด (*Min*) คะแนนสูงสุด (*Max*) ค่าความเบ้ (*Sk*) ค่าความโด่ง (*Ku*) เพื่ออธิบายข้อมูลเบื้องต้น และข้อมูลที่นำเสนอเป็นไป 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก นำเสนอจำนวนและร้อยละตามข้อมูลสถานศึกษา และส่วนที่สอง นำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

1. ผลการวิเคราะห์จำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลสถานศึกษา

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลสถานศึกษา

รายการ	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
1. สังกัด		
สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร	3	1.13
กระทรวงกลาโหม	18	6.79
กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา	18	6.79
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	1	0.38
กระทรวงสาธารณสุข	37	13.96
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา	171	64.53
สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	12	4.53
กระทรวงคมนาคม	2	0.75
กระทรวงวัฒนธรรม	1	0.38
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์	1	0.38
สภากาชาดไทย	1	0.38
รวม	265	100.00
2. สถานศึกษาที่ไม่ได้รับการประเมิน		
สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร	0	0.00
กระทรวงกลาโหม	0	0.00
กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา	1	20.00
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	0	0.00
กระทรวงสาธารณสุข	0	0.00
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา	2	40.00
สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	0	0.00
กระทรวงคมนาคม	0	0.00
กระทรวงวัฒนธรรม	0	0.00
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์	1	20.00
สภากาชาดไทย	1	20.00
รวม	5	100.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
3. สถานศึกษาที่ได้รับการประเมิน		
สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร	3	1.15
กระทรวงกลาโหม	18	6.92
กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา	17	6.54
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	1	0.38
กระทรวงสาธารณสุข	37	14.23
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา	169	65.00
สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	12	4.62
กระทรวงคมนาคม	2	0.77
กระทรวงวัฒนธรรม	1	0.38
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์	0	0.00
สภากาชาดไทย	0	0.00
รวม	260	100.00
4. ประเภท		
มหาวิทยาลัยในกำกับ	14	5.38
มหาวิทยาลัยในสังกัด	16	6.15
มหาวิทยาลัยเอกชน	40	15.38
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.)	9	3.46
มหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.)	40	15.38
วิทยาลัยชุมชน	21	8.08
วิทยาลัยเอกชน	21	8.08
สถาบันเฉพาะทาง	91	35.00
สถาบันเอกชน	8	3.08
รวม	260	100.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
5. ระดับชั้นที่เปิดสอน		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	34	13.08
ต่ำกว่าปริญญาตรี-ปริญญาตรี	16	6.15
ต่ำกว่าปริญญาตรี-ปริญญาโท	16	6.15
ต่ำปริญญาตรี-ปริญญาเอก	5	1.92
ปริญญาตรี	80	30.77
ปริญญาตรี-ปริญญาโท	53	20.38
ปริญญาตรี-ปริญญาเอก	52	20.00
ปริญญาโท	1	0.38
ปริญญาโท-ปริญญาเอก	3	1.15
รวม	260	100.00
6. จำนวนคณะ		
1- 5 คณะ	154	58.85
6-10 คณะ	67	25.77
11-15 คณะ	25	9.62
16-20 คณะ	3	1.15
21- 25 คณะ	8	3.08
26-30 คณะ	2	0.77
31 คณะขึ้นไป	2	0.77
รวม	260	100.00
7. การปรับผล		
ไม่มีการปรับผล	259	99.62
ประเมินซ้ำ	1	0.38
รวม	260	100.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
8. ผลการประเมิน		
รับรอง	254	97.69
ไม่รับรอง	3	1.15
ประเมินเพื่อพัฒนา	2	0.77
รับรองแบบมีเงื่อนไข	1	0.38
รวม	260	100.00

จากตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลสถานศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลสถานศึกษา จำนวน 265 แห่ง จำนวน 11 สังกัด สังกัดสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 171 แห่ง ร้อยละ 64.53 รองลงมาสังกัดกระทรวงกลาโหมและสังกัดกระทรวงท่องเที่ยวและกีฬาเท่ากัน จำนวน 18 แห่ง ร้อยละ 6.79 และสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 37 แห่ง ร้อยละ 13.96 สถานศึกษาที่ไม่ได้รับการประเมิน จำนวน 5 แห่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 2 แห่ง ร้อยละ 40.00 รองลงมาเท่ากัน 1 แห่ง ร้อยละ 20.00 สถานศึกษาที่ได้รับการประเมิน จำนวน 260 แห่ง สถานศึกษาที่ได้รับการประเมินมากที่สุดสังกัดคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 169 แห่ง ร้อยละ 65.00 รองลงมาสังกัดกระทรวงกลาโหม จำนวน 18 แห่ง ร้อยละ 6.92 และสังกัดกระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา จำนวน 17 แห่ง ร้อยละ 6.54 ตามลำดับ สถานศึกษาแบ่งเป็น 9 ประเภท สถานศึกษาเฉพาะทางมากที่สุด จำนวน 91 แห่ง ร้อยละ 35.00 รองลงมามหาวิทยาลัยเอกชนและมหาวิทยาลัยราชภัฏเท่ากัน จำนวน 40 แห่ง ร้อยละ 15.38 ระดับชั้นที่เปิดสอน จำนวน 9 ระดับ ปริญญาตรีมากที่สุด จำนวน 80 แห่ง ร้อยละ 30.77 รองลงมาปริญญาตรี-ปริญญาโท จำนวน 53 แห่ง ร้อยละ 20.38 และปริญญาตรี-ปริญญาเอก จำนวน 52 แห่ง ร้อยละ 20.00 จำนวนคณะ 1-5 มากที่สุด จำนวน 154 แห่ง ร้อยละ 58.85 รองลงมา 6-10 คณะ จำนวน 67 แห่ง ร้อยละ 25.77 และ 11-15 คณะ จำนวน 25 แห่ง ร้อยละ 9.62 การปรับผลการประเมิน ไม่มีการปรับผลมากที่สุด จำนวน 259 แห่ง ร้อยละ 99.62 ประเมินซ้ำ จำนวน 1 แห่ง ร้อยละ 0.38 และผลการประเมินได้รับรองมากที่สุด จำนวน 254 แห่ง ร้อยละ 97.69 รองลงมาไม่รับรอง จำนวน 3 แห่ง ร้อยละ 1.15 ประเมินเพื่อพัฒนา จำนวน 2 แห่ง ร้อยละ 0.77 และรับรองแบบมีเงื่อนไข จำนวน 1 แห่ง ร้อยละ 0.38

2. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยนำเข้า และปัจจัยผลผลิตจากคะแนนผลการประเมินตัวบ่งชี้

ตารางที่ 3 ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยนำเข้า

ตัวแปร	*Min*	*Max*	*Mean*	*SD*	*Sk*	*Ku*
I1	0.794	1.000	0.947	0.052	-0.696	-0.533
I2	0.791	1.000	0.961	0.049	-1.119	0.448
I3	0.575	1.000	0.898	0.089	-0.869	0.962
I4	0.718	1.000	0.954	0.057	-1.207	0.884
I5	0.789	1.000	0.958	0.051	-1.030	0.120
I6	0.794	1.000	0.960	0.050	-1.060	0.095
I7	0.794	1.000	0.964	0.046	-1.177	0.587
I8	0.794	1.000	0.965	0.045	-1.240	0.809
I9	0.792	1.000	0.963	0.045	-1.169	0.655

จากตารางที่ 3 ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยนำเข้า จากคะแนนผลการประเมินตัวบ่งชี้ ค่าความเบ้ ความโด่งเป็นไปตามเกณฑ์ ซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปร พบว่า

I1 ตัวบ่งชี้ที่ 12 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสภาสถาบัน ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.947 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดปกติ

I2 ตัวบ่งชี้ที่ 13 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถาบัน ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.961 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I3 ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.898 ในระดับดี (0.71-0.90) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I4 ตัวบ่งชี้ที่ 15 ผลประเมินการประกันคุณภาพภายในรับรองโดยต้นสังกัด ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.954 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I5 ตัวบ่งชี้ที่ 16.1 ผลการพัฒนาตามอัตลักษณ์ของสถาบันทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.958 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I6 ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ มีค่าเฉลี่ย 0.960 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I7 ตัวบ่งชี้ที่ 17 ผลการพัฒนาตามจุดเน้นและจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็นเอกลักษณ์ของสถาบัน ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.964 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I8 ตัวบ่งชี้ที่ 18.1 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 1 ภายในสถาบัน ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.965 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

I9 ตัวบ่งชี้ที่ 18.2 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคม ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.963 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะปกติยอดสูง

ตารางที่ 4 ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยผลผลิต

ตัวแปร	*Min*	*Max*	*Mean*	*SD*	*Sk*	*Ku*
O1	0.776	1.000	0.963	0.047	-1.235	0.808
O2	0.786	1.000	0.964	0.046	-1.196	0.643
O3	0.789	1.000	0.953	0.054	-0.912	-0.246
O4	0.794	1.000	0.961	0.049	-1.207	0.694
O5	0.721	1.000	0.954	0.055	-1.087	0.643
O6	0.794	1.000	0.956	0.050	-0.959	-0.043
O7	0.720	1.000	0.958	0.052	-1.267	1.342
O8	0.794	1.000	0.964	0.046	-1.156	0.534
O9	0.794	1.000	0.965	0.046	1.218	0.696
O10	0.794	1.000	0.964	0.046	-1.200	0.684
O11	0.792	1.000	0.965	0.046	-1.221	0.715

จากตารางที่ 4 ค่าสถิติบรรยายของปัจจัยผลผลิต จากคะแนนผลการประเมินตัวบ่งชี้เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปร พบว่า

O1 ตัวบ่งชี้ที่ 1 บัณฑิตปริญญาตรีที่ได้งานทำหรือประกอบอาชีพอิสระภายใน 1 ปี ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.963 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O2 ตัวบ่งชี้ที่ 2 คุณภาพของบัณฑิตปริญญาตรี โท และเอก ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิตามระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.964 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O3 ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.963 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะใกล้เคียงปกติ และมีลักษณะโค้งปกติยอดต่ำ

O4 ตัวบ่งชี้ที่ 4 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.961 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O5 ตัวบ่งชี้ที่ 5 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.954 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O6 ตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.956 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะใกล้เคียงปกติ และมีลักษณะโค้งปกติยอดต่ำ

O7 ตัวบ่งชี้ที่ 7 ผลงานวิชาการที่ได้รับการรับรองคุณภาพ ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.958 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O8 ตัวบ่งชี้ที่ 8 ผลการนำความรู้และประสบการณ์จากการให้บริการวิชาการมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน/ หรือการวิจัย ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.964 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O9 ตัวบ่งชี้ที่ 9 ผลการเรียนรู้และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนหรือองค์การภายนอก ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.965 ในระดับต้องดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O10 ตัวบ่งชี้ที่ 10 การส่งเสริมและสนับสนุนด้านศิลปะและวัฒนธรรม ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.964 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

O11 ตัวบ่งชี้ที่ 11 การพัฒนาสุนทรียภาพในมิติทางศิลปะและวัฒนธรรม ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.965 ในระดับดีมาก (0.91-1.00) มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะ โค้งเบ้ซ้าย และมีลักษณะโค้งปกติยอดสูง

ตอนที่ 2 ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์หาค่าคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล (DEA) โดยใช้เทคนิค CCR และการเลือกปัจจัยที่เหมาะสม ตามแนวทางของ Wagner and Shimshak (2007, pp. 57-67) แบ่งการนำเสนอ เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก ผลการคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตตามตัวแบบสมบูรณ์ ส่วนที่สอง ผลการคำนวณประสิทธิภาพที่เป็นไปได้ของตัวแปร ปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิตนำเสนอ ดังนี้

1. ผลการคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิตตามตัวแบบสมบูรณ์

ตารางที่ 5 คะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ
1	0.872	15	0.897	29	0.972
2	0.981	16	1.000	30	0.799
3	1.000	17	1.000	31	0.978
4	0.947	18	0.983	32	1.000
5	0.874	19	0.999	33	0.904
6	0.906	20	1.000	34	0.936
7	1.000	21	0.878	35	0.929
8	0.959	22	1.000	36	0.930
9	1.000	23	0.886	37	1.000
10	0.901	24	0.814	38	0.931
11	0.937	25	0.921	39	0.846
12	1.000	26	0.855	40	0.963
13	0.909	27	0.934	41	0.990
14	0.926	28	1.000	42	0.949

ตารางที่ 5 (ต่อ)

U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ
43	1.000	70	0.978	97	1.000
44	1.000	71	0.860	98	0.915
45	0.871	72	0.928	99	0.918
46	0.941	73	0.945	100	1.000
47	1.000	74	0.893	101	0.912
48	0.848	75	0.999	102	1.000
49	1.000	76	0.951	103	0.973
50	0.956	77	0.982	104	1.000
51	1.000	78	1.000	105	0.939
52	0.912	79	1.000	106	1.000
53	1.000	80	1.000	107	1.000
54	1.000	81	0.899	108	1.000
55	0.878	82	0.889	109	1.000
56	1.000	83	0.902	110	0.950
57	1.000	84	0.904	111	1.000
58	0.979	85	0.924	112	0.826
59	1.000	86	1.000	113	0.915
60	0.997	87	0.875	114	0.980
61	1.000	88	1.000	115	0.907
62	1.000	89	0.934	116	1.000
63	0.946	90	1.000	117	0.942
64	0.948	91	0.967	118	0.984
65	1.000	92	0.938	119	1.000
66	1.000	93	0.966	120	0.894
67	1.000	94	1.000	121	0.933
68	1.000	95	1.000	122	0.966
69	0.929	96	1.000	123	1.000

ตารางที่ 5 (ต่อ)

U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ
124	0.987	151	1.000	178	1.000
125	0.919	152	0.943	179	0.939
126	0.920	153	0.786	180	0.977
127	1.000	154	1.000	181	0.838
128	0.975	155	1.000	182	0.891
129	1.000	156	1.000	183	0.792
130	1.000	157	1.000	184	0.832
131	1.000	158	1.000	185	0.952
132	1.000	159	1.000	186	0.925
133	0.929	160	1.000	187	0.981
134	1.000	161	1.000	188	0.891
135	1.000	162	1.000	189	1.000
136	0.982	163	0.972	190	0.943
137	1.000	164	1.000	191	0.898
138	0.898	165	0.870	192	0.894
139	1.000	166	1.000	193	1.000
140	1.000	167	0.965	194	0.891
141	0.942	168	1.000	195	1.000
142	0.912	169	0.999	196	1.000
143	1.000	170	1.000	197	0.984
144	1.000	171	1.000	198	1.000
145	1.000	172	1.000	199	1.000
146	0.926	173	1.000	200	0.878
147	1.000	174	0.985	201	0.868
148	1.000	175	0.940	202	1.000
149	0.892	176	1.000	203	0.918
150	0.888	177	0.860	204	1.000

ตารางที่ 5 (ต่อ)

U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ
205	1.000	224	0.920	242	1.000
206	1.000	225	1.000	243	0.936
207	1.000	226	1.000	244	1.000
208	1.000	227	1.000	245	1.000
209	0.931	228	1.000	246	1.000
210	0.997	229	0.973	247	1.000
211	0.965	230	0.899	248	1.000
212	1.000	231	0.932	249	1.000
213	0.930	231	0.932	250	0.965
214	0.932	232	0.908	251	0.994
215	0.963	233	1.000	252	0.921
216	0.984	234	0.984	253	0.989
217	0.988	235	0.964	254	1.000
218	0.995	236	0.994	255	0.988
219	1.000	237	1.000	256	0.890
220	1.000	238	1.000	257	0.915
221	0.994	239	0.997	258	1.000
222	0.965	240	1.000	259	0.934
223	0.928	241	0.977	260	1.000
				total	0.961

จากตารางที่ 5 คะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตทั้งหมด เมื่อนำค่าเฉลี่ยคะแนนอิงเกณฑ์ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตทั้งหมดมาคำนวณคะแนนประสิทธิภาพ ตามตัวแบบสมบูรณ์ พบว่า คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย เท่ากับ 0.961 โดยมีอยู่ระหว่าง 0.786 ถึง 1.000 มีสถานศึกษาที่ได้คะแนนประสิทธิภาพเต็ม (1.000) จำนวน 260 แห่ง และมีคะแนนประสิทธิภาพต่ำสุดเท่ากับ 0.786 แสดงว่า สถานศึกษาทุกแห่งมีคะแนนประสิทธิภาพเกินครึ่ง (0.50)

ตารางที่ 6 การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์

ขั้นที่	ตัวแบบ	ปัจจัยที่ตัดออกจากตัวแบบ														
		I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I9**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**	**O8**
1	I1.I2.I3.I4.I5.I6 I9.O1.O2.O3.O4 O5.O6.O7.O8															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.961	0.943	0.956	0.897	0.949	0.952	0.952	0.953	0.958	0.957	0.947	0.956	0.948	0.949	0.953	0.954
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.018	0.005	0.064	0.012	0.009	0.009	0.008	0.003	0.004	0.014	0.005	0.013	0.012	0.008	0.003
2	I2.I3.I4.I5.I6.I9 O1.O2.O3.O4 O5.O6.O7															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.954	0.936	0.949	0.885	0.944	0.944	0.945	0.948	×	0.934	0.933	0.949	0.940	0.939	0.945	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.018	0.005	0.069	0.010	0.010	0.009	0.006	×	0.020	0.021	0.005	0.014	0.015	0.009	×

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นที่	ตัวแบบ	ปัจจัยที่ตัดออกจากตัวแบบ														
		I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I9**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**	**O8**
3	I1.I3.I4.I5.I6.I9 O2.O3.O5.O6.O7															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.944	0.921	×	0.867	0.928	0.933	0.929	0.934	×	0.921	0.909	×	0.930	0.925	0.932	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.023	×	0.077	0.016	0.011	0.015	0.010	×	0.023	0.035	×	0.14	0.019	0.012	×
4	I1.I3.I4.I5.I6 I9.O2.O3.O5 O6.O7															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.934	0.914	×	0.857	0.912	0.917	0.910	×	×	0.911	0.896	×	0.916	0.913	0.918	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.020	×	0.077	0.022	0.017	0.024	×	×	0.023	0.038	×	0.018	0.021	0.016	×

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นที่	ตัวแบบ	ปัจจัยที่ตัดออกจากตัวแบบ														
		I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I9**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**	**O8**
5	I1.I3.I4.I5.I6 O2.O3.O5.O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.918	0.900	×	0.842	0.893	0.903	0.887	×	×	0.890	0.860	×	0.896	0.880	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.018	×	0.076	0.025	0.015	0.031	×	×	0.028	0.058	×	0.022	0.038	×	×
6	I1.I3.I4.I6.O2 O3.O5.O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.903	0.881	×	0.819	0.867	×	0.867	×	×	0.871	0.846	×	0.878	0.862	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		0.002	×	0.084	0.036	×	0.036	×	×	0.032	0.057	×	0.025	0.041	×	×

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นที่	ตัวแบบ	ปัจจัยที่ตัดออกจากตัวแบบ														
		I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I9**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**	**O8**
7	I3.I4.I6.O2.O3 O5.O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.881	×	×	0.774	0.840	×	0.739	×	×	0.845	0.810	×	0.861	0.841	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		×	×	0.107	0.041	×	0.142	×	×	0.036	0.071	×	0.020	0.040	×	×
8	I3.I4.I6.O2.O3. O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.861	×	×	0.764	0.815	×	0.682	×	×	0.818	0.784	×	×	0.801	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		×	×	0.097	0.046	×	0.179	×	×	0.043	0.077	×	×	0.060	×	×

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นที่	ตัวแบบ	ปัจจัยที่ตัดออกจากตัวแบบ														
		I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I9**	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**	**O8**
9	I3.I4.I6O3.O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.818	×	×	0.740	0.771	×	0.664	×	×	×	0.630	×	×	0.727	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		×	×	0.078	0.047	×	0.154	×	×	×	0.188	×	×	0.091	×	×
10	I3.I6.O3.O6															
คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	0.771	×	×	0.641	×	×	0.523	×	×	×	0.512	×	×	0.695	×	×
ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย		×	×	0.130	×	×	0.248	×	×	×	0.259	×	×	0.076	×	×

จากตารางที่ 6 การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์ การคัดเลือกตัวแปรเริ่มต้นจากการคำนวณคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยจากตัวแบบสมบูรณ์ I1.I2.I3.I4. I5.I6.I9.O1.O2.O3.O4.O5.O6.O7.O8] (0.961) พิจารณาจากการคัดเลือกตัวแปรจากผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด เมื่อตัวปัจจัยนั้นออก พบว่า ขั้นที่ 1 เมื่อตัดปัจจัย O1 (0.003) และ O8 (0.003) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I1.I2.I3.I4.I5.I6.I9.O2.O3.O4.O5.O6.O7] (0.954) ขั้นที่ 2 เมื่อตัดปัจจัย I2 (0.005) และ O4 (0.005) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I1.I3.I4.I5.I6.I9.O2.O3.O5.O6.O7] (0.944) ขั้นที่ 3 เมื่อตัดปัจจัย I9 (0.010) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I1.I3.I4.I5.I6.I9.O2.O3.O5.O6.O7] (0.934) ขั้นที่ 4 เมื่อตัดปัจจัย O7 (0.016) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I1.I3.I4.I5.I6.O2.O3.O5.O6] (0.918) ขั้นที่ 5 เมื่อตัดปัจจัย I5 (0.015) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I1.I3.I4.I6.O2.O3.O5.O6] (0.903) ขั้นที่ 6 เมื่อตัดปัจจัย I1 (0.022) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I3.I4.I6.O2.O3.O5.O6] (0.881) ขั้นที่ 7 เมื่อตัดปัจจัย O5 (0.020) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I3.I4.I6.O2.O3.O6] (0.861) ขั้นที่ 8 เมื่อตัดปัจจัย O2 (0.043) ผลต่างคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I3.I4.I6O3.O6 (0.818) ขั้นที่ 9 เมื่อตัดปัจจัย I4 (0.046) ผลต่าง คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุด ได้ตัวแบบ [I3.I6.O3.O6] (0.771) และขั้นที่ 10 พิจารณาจากตัวแบบ ขั้นที่ 9 พบว่าการลดลงของคะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพน้อยสุดของปัจจัย O6 (0.076) ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ ($\leq$0.030) จึงได้ตัวแบบ [I3.I6.O3.O6] นำไปวิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพ การระบุกลุ่มสถานศึกษา และกลุ่มปัจจัยของประสิทธิภาพต่อไป แสดงว่าปัจจัยที่สามารถอธิบายประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากคะแนนการประเมิน ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ I3, I6, O3, O6

2. ผลการคำนวณประสิทธิภาพตัวแบบที่เป็นไปได้ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

ตารางที่ 7 คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
1	189	0.643	0.637	0.762	0.960	1.000	0.964	1.000	0.630	1.000	0.844	0.172
2	137	0.545	0.636	0.753	0.940	0.942	0.942	0.942	0.630	0.942	0.808	0.167
3	90	0.560	0.691	0.815	0.830	0.941	0.865	0.870	0.690	0.982	0.805	0.134
4	116	0.565	0.688	0.812	0.840	0.889	0.870	0.880	0.680	0.984	0.801	0.131
5	97	0.519	0.775	0.901	0.770	0.813	0.848	0.808	0.770	1.000	0.800	0.129
6	173	0.541	0.616	0.730	0.900	0.903	0.904	0.924	0.690	0.971	0.798	0.156
7	54	0.557	0.701	0.826	0.830	0.844	0.866	0.866	0.700	0.986	0.797	0.125
8	95	0.451	0.507	0.602	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.784	0.259
9	174	0.514	0.723	0.845	0.770	0.830	0.826	0.800	0.720	0.962	0.777	0.122
10	75	0.470	0.681	0.794	0.830	0.961	0.850	0.839	0.680	0.850	0.773	0.143
11	170	0.517	0.696	0.816	0.770	0.868	0.820	0.804	0.690	0.947	0.770	0.124
12	172	0.519	0.696	0.816	0.770	0.806	0.823	0.808	0.690	0.949	0.764	0.120
13	136	0.545	0.636	0.753	0.810	0.847	0.828	0.848	0.630	0.928	0.758	0.127
14	19	0.766	0.741	0.887	0.570	0.574	0.574	0.968	0.740	0.999	0.758	0.167
15	151	0.519	0.679	0.797	0.760	0.827	0.799	0.801	0.670	0.931	0.754	0.118
16	210	0.502	0.698	0.816	0.750	0.795	0.804	0.781	0.690	0.935	0.752	0.118
17	62	0.474	0.718	0.834	0.710	0.880	0.777	0.737	0.710	0.924	0.752	0.130
18	129	0.537	0.633	0.749	0.800	0.836	0.818	0.836	0.630	0.919	0.751	0.124
19	108	0.499	0.613	0.723	0.790	0.880	0.821	0.822	0.700	0.909	0.751	0.132
20	145	0.480	0.726	0.844	0.720	0.788	0.787	0.747	0.720	0.935	0.750	0.123
21	51	0.507	0.699	0.818	0.700	0.812	0.747	0.766	0.690	0.918	0.740	0.114
22	131	0.505	0.673	0.789	0.730	0.799	0.773	0.776	0.700	0.911	0.740	0.111
23	60	0.491	0.763	0.885	0.630	0.719	0.697	0.724	0.760	0.961	0.737	0.136

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
24	94	0.446	0.695	0.805	0.700	0.791	0.773	0.724	0.770	0.902	0.734	0.125
25	163	0.532	0.630	0.745	0.750	0.827	0.763	0.809	0.630	0.897	0.731	0.114
26	88	0.486	0.673	0.787	0.730	0.796	0.778	0.757	0.670	0.903	0.731	0.116
27	253	0.325	0.746	0.831	0.730	0.858	0.778	0.736	0.740	0.778	0.725	0.156
28	169	0.251	0.619	0.683	0.850	0.857	0.857	0.857	0.610	0.857	0.716	0.205
29	251	0.318	0.577	0.659	0.780	0.824	0.818	0.783	0.860	0.818	0.715	0.174
30	73	0.484	0.637	0.748	0.720	0.815	0.763	0.753	0.630	0.877	0.714	0.116
31	205	0.307	0.482	0.558	0.860	1.000	0.869	0.864	0.570	0.869	0.709	0.234
32	9	0.448	0.690	0.800	0.670	0.755	0.738	0.697	0.690	0.886	0.708	0.119
33	22	0.456	0.661	0.770	0.680	0.778	0.739	0.709	0.660	0.866	0.702	0.114
41	99	0.444	0.658	0.766	0.640	0.725	0.697	0.682	0.650	0.845	0.679	0.109
42	225	0.302	0.838	0.911	0.540	0.723	0.673	0.550	0.540	0.992	0.674	0.217
43	11	0.436	0.532	0.628	0.750	0.777	0.775	0.772	0.530	0.832	0.670	0.142
44	111	0.452	0.645	0.753	0.610	0.720	0.665	0.680	0.640	0.830	0.666	0.105
45	20	0.502	0.664	0.779	0.550	0.604	0.585	0.705	0.740	0.841	0.663	0.112
46	206	0.307	0.482	0.558	0.660	0.719	1.000	0.667	0.570	1.000	0.663	0.226
47	134	0.409	0.649	0.751	0.590	0.766	0.663	0.631	0.640	0.827	0.658	0.121
48	79	0.375	0.670	0.766	0.560	0.787	0.641	0.583	0.670	0.840	0.655	0.140
49	146	0.428	0.672	0.778	0.560	0.679	0.622	0.635	0.670	0.847	0.655	0.120
50	142	0.495	0.649	0.763	0.570	0.615	0.602	0.705	0.640	0.834	0.653	0.102
51	197	0.443	0.703	0.813	0.510	0.625	0.573	0.632	0.700	0.872	0.652	0.137
52	157	1.000	0.829	1.000	0.070	0.072	0.072	1.000	0.820	1.000	0.651	0.441
53	124	0.399	0.648	0.748	0.590	0.712	0.666	0.620	0.640	0.825	0.650	0.118
54	258	0.224	1.000	1.000	0.330	0.498	0.447	0.348	1.000	1.000	0.650	0.341

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
55	77	0.464	0.733	0.849	0.460	0.526	0.512	0.631	0.770	0.897	0.649	0.169
56	130	0.362	0.703	0.798	0.530	0.699	0.617	0.559	0.700	0.866	0.648	0.151
57	91	0.574	0.698	0.824	0.460	0.495	0.481	0.741	0.690	0.870	0.648	0.152
58	249	0.238	0.896	0.927	0.390	0.602	0.519	0.408	0.860	0.965	0.645	0.273
59	195	0.351	0.708	0.800	0.520	0.686	0.617	0.545	0.700	0.868	0.644	0.156
60	187	0.374	0.674	0.771	0.530	0.744	0.615	0.573	0.670	0.840	0.643	0.140
61	36	0.464	0.624	0.731	0.580	0.656	0.621	0.679	0.620	0.809	0.643	0.096
62	199	0.357	0.570	0.659	0.650	0.750	0.729	0.668	0.570	0.809	0.640	0.132
63	103	0.482	0.667	0.780	0.520	0.574	0.557	0.672	0.660	0.838	0.639	0.118
64	114	0.389	0.595	0.690	0.620	0.734	0.686	0.644	0.590	0.791	0.638	0.114
65	133	0.327	0.423	0.497	0.780	0.863	0.818	0.783	0.420	0.822	0.637	0.215
66	252	0.325	0.746	0.831	0.480	0.624	0.588	0.506	0.740	0.893	0.637	0.183
67	148	0.474	0.709	0.825	0.470	0.513	0.517	0.645	0.700	0.875	0.636	0.152
68	244	0.251	0.884	0.925	0.410	0.610	0.534	0.424	0.720	0.968	0.636	0.254
69	255	0.489	0.664	0.778	0.510	0.563	0.549	0.676	0.660	0.834	0.636	0.119
70	246	0.218	0.934	0.942	0.350	0.554	0.464	0.360	0.900	0.959	0.631	0.301
71	74	0.470	0.681	0.794	0.490	0.534	0.530	0.647	0.680	0.847	0.630	0.134
72	152	0.313	0.728	0.810	0.470	0.632	0.567	0.487	0.720	0.869	0.622	0.179
73	248	0.219	0.868	0.889	0.370	0.582	0.496	0.386	0.860	0.925	0.622	0.269
74	166	0.306	0.743	0.822	0.450	0.619	0.559	0.476	0.740	0.878	0.621	0.190
75	207	0.307	0.482	0.558	0.670	0.843	0.741	0.672	0.570	0.741	0.620	0.161
76	208	0.307	0.482	0.558	0.670	0.843	0.741	0.672	0.570	0.741	0.620	0.161
77	6	0.448	0.693	0.803	0.450	0.528	0.503	0.613	0.690	0.852	0.620	0.149
78	245	0.228	0.902	0.925	0.340	0.531	0.453	0.358	0.900	0.940	0.620	0.294
79	254	0.333	0.622	0.709	0.420	1.000	0.484	0.487	0.740	0.758	0.617	0.207

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
80	115	0.441	0.642	0.748	0.500	0.602	0.544	0.624	0.640	0.805	0.616	0.114
81	226	0.245	0.908	0.942	0.400	0.584	0.527	0.416	0.540	0.980	0.616	0.265
82	72	0.278	0.785	0.851	0.410	0.584	0.522	0.433	0.780	0.897	0.616	0.221
84	109	0.238	0.319	0.374	0.830	0.846	0.886	0.839	0.310	0.886	0.614	0.291
85	117	0.507	0.666	0.783	0.450	0.470	0.480	0.670	0.660	0.829	0.613	0.141
86	25	0.305	0.507	0.584	0.660	0.749	0.744	0.665	0.500	0.789	0.611	0.155
87	35	0.441	0.769	0.882	0.350	0.400	0.397	0.565	0.760	0.909	0.608	0.223
88	70	0.501	0.694	0.811	0.400	0.426	0.433	0.644	0.690	0.850	0.605	0.171
89	242	0.212	0.806	0.832	0.390	0.599	0.516	0.401	0.800	0.884	0.604	0.239
90	50	0.337	0.642	0.731	0.500	0.675	0.586	0.525	0.640	0.797	0.604	0.137
91	257	0.325	0.659	0.745	0.480	0.678	0.573	0.506	0.650	0.809	0.603	0.148
92	186	0.319	0.694	0.778	0.440	0.657	0.532	0.483	0.690	0.832	0.603	0.169
93	34	0.313	0.683	0.766	0.470	0.637	0.560	0.487	0.680	0.826	0.602	0.161
94	76	0.346	0.775	0.866	0.360	0.485	0.434	0.477	0.770	0.895	0.601	0.222
95	113	0.311	0.596	0.677	0.560	0.682	0.652	0.572	0.590	0.764	0.600	0.127
96	155	0.495	0.761	0.883	0.310	0.337	0.343	0.603	0.760	0.904	0.600	0.238
97	93	0.500	0.771	0.894	0.280	0.341	0.316	0.598	0.770	0.910	0.598	0.250
98	161	0.293	0.703	0.779	0.440	0.636	0.534	0.457	0.700	0.833	0.597	0.178
99	64	0.316	0.624	0.707	0.500	0.710	0.593	0.523	0.620	0.778	0.597	0.138
100	58	0.065	0.077	0.091	0.860	0.918	0.881	0.866	0.710	0.881	0.594	0.392
101	23	0.411	0.659	0.762	0.450	0.527	0.502	0.575	0.650	0.812	0.594	0.137
102	21	0.398	0.622	0.721	0.500	0.558	0.560	0.585	0.620	0.781	0.594	0.113
103	209	0.319	0.644	0.728	0.470	0.677	0.560	0.496	0.640	0.790	0.592	0.146
104	59	0.332	0.617	0.704	0.490	0.708	0.574	0.517	0.610	0.769	0.591	0.133

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
105	52	0.374	0.696	0.793	0.410	0.522	0.474	0.523	0.690	0.836	0.591	0.168
106	65	0.311	0.654	0.736	0.460	0.674	0.552	0.484	0.650	0.796	0.591	0.152
107	106	0.283	0.703	0.775	0.420	0.631	0.520	0.441	0.700	0.827	0.589	0.183
108	202	0.329	0.574	0.659	0.520	0.771	0.595	0.541	0.570	0.731	0.588	0.129
110	147	0.343	0.392	0.464	0.720	0.748	0.733	0.732	0.390	0.742	0.585	0.181
111	190	0.316	0.626	0.709	0.470	0.706	0.553	0.491	0.620	0.771	0.585	0.143
112	83	0.468	0.750	0.867	0.310	0.352	0.349	0.577	0.700	0.888	0.585	0.227
113	247	0.243	0.654	0.714	0.410	0.621	0.518	0.427	0.900	0.774	0.585	0.205
114	196	0.584	0.733	0.864	0.260	0.265	0.272	0.670	0.730	0.879	0.584	0.255
115	92	0.243	0.787	0.836	0.360	0.533	0.465	0.378	0.780	0.868	0.583	0.237
116	53	0.581	0.730	0.860	0.260	0.304	0.278	0.669	0.690	0.876	0.583	0.244
117	69	0.424	0.726	0.835	0.330	0.408	0.374	0.541	0.720	0.860	0.580	0.208
118	37	0.473	0.413	0.497	0.660	0.664	0.664	0.718	0.410	0.718	0.580	0.129
119	118	0.255	0.383	0.445	0.700	0.800	0.772	0.707	0.380	0.772	0.579	0.211
120	78	0.285	0.732	0.804	0.380	0.540	0.470	0.426	0.730	0.843	0.579	0.203
121	31	0.411	0.773	0.880	0.280	0.354	0.333	0.511	0.770	0.894	0.578	0.249
122	239	0.248	0.750	0.805	0.370	0.576	0.470	0.385	0.750	0.842	0.577	0.218
123	191	0.268	0.708	0.774	0.400	0.607	0.497	0.417	0.700	0.821	0.577	0.191
124	154	0.260	0.723	0.785	0.390	0.571	0.487	0.405	0.720	0.829	0.574	0.201
125	179	0.298	0.739	0.815	0.360	0.501	0.441	0.430	0.730	0.848	0.574	0.209
126	143	0.267	0.693	0.760	0.400	0.603	0.494	0.416	0.690	0.807	0.570	0.185
127	42	0.614	0.719	0.852	0.220	0.230	0.230	0.685	0.710	0.863	0.569	0.268
128	164	0.259	0.718	0.780	0.380	0.563	0.484	0.403	0.710	0.823	0.569	0.199
129	66	0.246	0.732	0.787	0.360	0.590	0.465	0.383	0.730	0.825	0.569	0.212

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
130	160	0.268	0.682	0.750	0.400	0.628	0.494	0.417	0.680	0.798	0.569	0.181
131	101	0.635	0.661	0.788	0.270	0.278	0.278	0.726	0.660	0.809	0.567	0.226
132	15	0.448	0.688	0.798	0.330	0.401	0.366	0.565	0.680	0.825	0.567	0.189
133	84	0.470	0.706	0.820	0.300	0.341	0.337	0.576	0.700	0.843	0.566	0.213
134	67	0.278	0.662	0.734	0.410	0.624	0.505	0.432	0.660	0.786	0.566	0.168
135	39	0.312	0.706	0.788	0.450	0.536	0.483	0.312	0.700	0.788	0.564	0.189
136	193	0.342	0.654	0.743	0.400	0.532	0.467	0.489	0.650	0.787	0.563	0.154
137	80	0.293	0.630	0.707	0.430	0.629	0.522	0.455	0.630	0.764	0.562	0.149
138	81	0.293	0.630	0.707	0.430	0.629	0.522	0.455	0.630	0.764	0.562	0.149
139	4	0.356	0.685	0.778	0.360	0.453	0.420	0.487	0.680	0.812	0.559	0.180
140	27	0.304	0.719	0.799	0.340	0.477	0.419	0.430	0.710	0.828	0.558	0.204
141	135	0.273	0.665	0.735	0.400	0.584	0.498	0.424	0.660	0.786	0.558	0.171
142	18	0.448	0.674	0.783	0.320	0.403	0.354	0.562	0.670	0.810	0.558	0.185
143	259	0.208	0.712	0.749	0.320	0.491	0.423	0.339	1.000	0.781	0.558	0.263
144	86	0.213	0.360	0.414	0.600	0.770	0.678	0.602	0.700	0.683	0.558	0.186
145	107	0.251	0.706	0.765	0.370	0.551	0.470	0.390	0.700	0.807	0.557	0.198
146	127	0.277	0.645	0.717	0.410	0.607	0.502	0.431	0.640	0.770	0.555	0.161
147	16	0.495	0.688	0.805	0.290	0.310	0.309	0.594	0.680	0.825	0.555	0.213
148	96	0.273	0.651	0.722	0.410	0.590	0.497	0.425	0.650	0.773	0.555	0.164
149	57	0.243	0.716	0.771	0.360	0.544	0.458	0.378	0.710	0.809	0.554	0.205
150	110	0.290	0.677	0.753	0.380	0.531	0.461	0.431	0.670	0.794	0.554	0.177
151	240	0.236	0.750	0.799	0.370	0.576	0.470	0.236	0.750	0.799	0.554	0.235
152	100	0.278	0.645	0.718	0.410	0.584	0.504	0.433	0.640	0.770	0.554	0.160
153	175	0.358	0.725	0.819	0.300	0.398	0.353	0.464	0.720	0.837	0.553	0.219

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
154	41	0.456	0.654	0.762	0.360	0.459	0.412	0.456	0.650	0.762	0.552	0.155
155	104	0.248	0.771	0.824	0.300	0.466	0.389	0.361	0.770	0.840	0.552	0.245
156	177	0.283	0.630	0.705	0.420	0.589	0.508	0.440	0.630	0.759	0.552	0.152
157	40	0.361	0.648	0.741	0.360	0.459	0.412	0.491	0.700	0.776	0.550	0.167
158	167	0.488	0.574	0.679	0.370	0.379	0.380	0.620	0.740	0.715	0.549	0.150
159	243	0.228	0.727	0.774	0.350	0.513	0.449	0.364	0.720	0.809	0.548	0.214
160	10	0.519	0.730	0.853	0.200	0.228	0.222	0.585	0.730	0.858	0.547	0.271
161	49	0.474	0.633	0.742	0.330	0.404	0.351	0.590	0.630	0.771	0.547	0.164
162	250	0.318	0.577	0.659	0.400	0.474	0.459	0.466	0.860	0.707	0.547	0.170
163	171	0.274	0.625	0.697	0.410	0.612	0.494	0.426	0.620	0.749	0.545	0.154
164	217	0.259	0.720	0.782	0.400	0.573	0.505	0.418	0.410	0.831	0.544	0.196
165	260	0.232	0.514	0.575	0.400	0.611	0.486	0.415	1.000	0.637	0.541	0.212
166	188	0.306	0.673	0.753	0.340	0.495	0.410	0.431	0.670	0.785	0.540	0.182
167	198	0.285	0.522	0.596	0.480	0.563	0.552	0.493	0.700	0.666	0.540	0.121
168	1	0.229	0.708	0.757	0.340	0.514	0.435	0.356	0.700	0.790	0.537	0.208
169	63	0.532	0.647	0.763	0.260	0.304	0.272	0.620	0.640	0.782	0.536	0.207
170	33	0.269	0.649	0.719	0.370	0.532	0.458	0.408	0.640	0.762	0.534	0.169
171	256	0.342	0.613	0.702	0.370	0.517	0.428	0.478	0.610	0.742	0.534	0.142
172	8	0.227	0.489	0.549	0.500	0.673	0.597	0.502	0.590	0.661	0.532	0.133
173	159	0.252	0.649	0.713	0.370	0.547	0.466	0.393	0.640	0.758	0.532	0.172
174	185	0.351	0.656	0.747	0.340	0.489	0.400	0.476	0.540	0.779	0.531	0.164
175	43	0.219	0.709	0.753	0.320	0.529	0.419	0.340	0.700	0.782	0.530	0.213
176	123	0.242	0.665	0.724	0.360	0.529	0.451	0.376	0.660	0.764	0.530	0.183
177	165	0.323	0.465	0.542	0.490	0.570	0.530	0.509	0.710	0.617	0.528	0.107

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
178	13	0.273	0.666	0.737	0.340	0.483	0.415	0.398	0.660	0.769	0.527	0.184
179	7	0.208	0.597	0.645	0.420	0.596	0.526	0.423	0.590	0.719	0.525	0.153
180	158	0.245	0.638	0.700	0.360	0.557	0.454	0.382	0.630	0.743	0.523	0.171
181	44	0.260	0.664	0.729	0.330	0.508	0.407	0.381	0.660	0.761	0.522	0.186
182	119	0.252	0.621	0.686	0.370	0.563	0.461	0.392	0.620	0.732	0.522	0.162
183	55	0.263	0.636	0.704	0.360	0.508	0.449	0.399	0.630	0.746	0.522	0.167
184	132	0.263	0.600	0.669	0.390	0.570	0.474	0.409	0.600	0.719	0.522	0.148
185	182	0.340	0.609	0.696	0.320	0.490	0.374	0.458	0.670	0.727	0.520	0.159
186	201	0.344	0.655	0.745	0.300	0.415	0.351	0.452	0.650	0.768	0.520	0.184
187	168	0.251	0.619	0.683	0.370	0.563	0.460	0.391	0.610	0.729	0.520	0.160
188	87	0.217	0.622	0.673	0.360	0.538	0.456	0.373	0.700	0.722	0.518	0.177
189	237	0.254	0.600	0.666	0.380	0.585	0.461	0.394	0.600	0.713	0.517	0.152
190	141	0.077	0.131	0.151	0.670	0.789	0.762	0.677	0.630	0.762	0.517	0.303
191	241	0.238	0.750	0.800	0.260	0.376	0.330	0.333	0.750	0.803	0.516	0.251
192	235	0.246	0.750	0.804	0.230	0.339	0.300	0.331	0.750	0.804	0.506	0.260
193	236	0.247	0.600	0.664	0.370	0.528	0.450	0.384	0.600	0.709	0.506	0.153
194	122	0.265	0.683	0.750	0.280	0.413	0.344	0.366	0.680	0.766	0.505	0.210
195	140	0.228	0.634	0.689	0.340	0.509	0.426	0.354	0.630	0.727	0.504	0.176
196	71	0.501	0.694	0.811	0.350	0.362	0.367	0.352	0.690	0.367	0.499	0.183
197	218	0.220	0.611	0.663	0.350	0.523	0.439	0.363	0.610	0.708	0.499	0.165
198	192	0.316	0.610	0.692	0.310	0.436	0.362	0.428	0.610	0.721	0.498	0.161
199	68	0.190	0.226	0.268	0.680	0.793	0.700	0.688	0.220	0.700	0.496	0.259
200	17	0.495	0.688	0.805	0.290	0.324	0.436	0.291	0.680	0.436	0.494	0.190
201	200	0.216	0.698	0.741	0.280	0.442	0.364	0.321	0.570	0.758	0.488	0.209

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
202	138	0.298	0.410	0.480	0.510	0.590	0.553	0.530	0.410	0.607	0.488	0.100
203	178	0.216	0.699	0.742	0.240	0.395	0.319	0.307	0.690	0.748	0.484	0.230
204	238	0.215	0.480	0.536	0.400	0.607	0.483	0.409	0.600	0.602	0.481	0.128
205	128	0.066	0.079	0.094	0.780	0.853	0.798	0.780	0.070	0.798	0.480	0.383
206	89	0.486	0.673	0.787	0.300	0.381	0.344	0.307	0.670	0.344	0.477	0.186
207	233	0.293	0.611	0.688	0.320	0.493	0.404	0.293	0.480	0.688	0.474	0.160
208	82	0.444	0.704	0.815	0.090	0.109	0.102	0.468	0.700	0.815	0.472	0.308
209	181	0.278	0.679	0.750	0.190	0.290	0.241	0.348	0.670	0.750	0.466	0.239
210	5	0.318	0.506	0.585	0.360	0.447	0.403	0.450	0.500	0.626	0.466	0.100
211	194	0.209	0.540	0.592	0.360	0.497	0.443	0.368	0.540	0.645	0.466	0.136
212	234	0.228	0.600	0.657	0.290	0.434	0.364	0.337	0.600	0.684	0.466	0.172
214	56	0.061	0.088	0.102	0.720	0.845	0.783	0.726	0.080	0.783	0.465	0.365
215	227	0.205	0.570	0.619	0.320	0.528	0.404	0.334	0.540	0.659	0.464	0.155
216	125	0.377	0.493	0.579	0.310	0.333	0.327	0.488	0.640	0.609	0.462	0.129
217	24	0.270	0.373	0.436	0.500	0.556	0.538	0.512	0.370	0.577	0.459	0.103
218	32	0.418	0.594	0.694	0.150	0.169	0.164	0.466	0.770	0.695	0.458	0.249
219	232	0.207	0.575	0.625	0.320	0.493	0.404	0.334	0.480	0.664	0.456	0.152
220	126	0.300	0.462	0.536	0.390	0.498	0.428	0.443	0.460	0.583	0.456	0.082
221	203	0.307	0.482	0.558	0.340	0.419	0.380	0.432	0.570	0.596	0.454	0.104
222	224	0.197	0.548	0.596	0.320	0.500	0.404	0.333	0.540	0.639	0.453	0.147
223	112	0.289	0.521	0.596	0.320	0.413	0.369	0.407	0.520	0.630	0.452	0.121
224	120	0.229	0.514	0.574	0.350	0.483	0.419	0.362	0.510	0.620	0.451	0.123
225	184	0.235	0.547	0.608	0.300	0.468	0.369	0.347	0.540	0.641	0.451	0.144
226	222	0.198	0.550	0.597	0.320	0.497	0.404	0.333	0.510	0.640	0.450	0.146

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	**I6.O3**	**I3.I6.O3**	**I3.O6**	**I6.O6**	**I3.I6.O6**	**I3.O3.O6**	**I6.O3.O6**	**I3.I6.O3.O6**		
227	176	0.302	0.680	0.759	0.130	0.200	0.165	0.347	0.680	0.759	0.447	0.268
228	213	0.191	0.532	0.578	0.320	0.507	0.404	0.332	0.530	0.623	0.446	0.143
229	230	0.196	0.544	0.591	0.320	0.505	0.404	0.333	0.480	0.634	0.445	0.143
230	220	0.191	0.529	0.575	0.320	0.499	0.404	0.332	0.520	0.621	0.443	0.141
231	231	0.201	0.559	0.608	0.300	0.472	0.383	0.318	0.480	0.643	0.440	0.150
232	183	0.278	0.544	0.617	0.260	0.399	0.307	0.373	0.540	0.639	0.440	0.148
233	221	0.186	0.516	0.561	0.320	0.508	0.404	0.331	0.510	0.608	0.438	0.137
234	46	0.215	0.731	0.770	0.120	0.198	0.154	0.255	0.730	0.770	0.438	0.299
235	223	0.184	0.510	0.554	0.320	0.515	0.404	0.330	0.510	0.602	0.437	0.136
236	228	0.181	0.502	0.545	0.320	0.533	0.404	0.330	0.500	0.594	0.434	0.135
237	45	0.249	0.721	0.779	0.080	0.127	0.102	0.274	0.720	0.779	0.426	0.314
238	214	0.176	0.488	0.531	0.320	0.514	0.404	0.329	0.480	0.582	0.425	0.129
239	229	0.175	0.485	0.527	0.320	0.524	0.404	0.329	0.480	0.578	0.425	0.129
240	139	0.275	0.632	0.703	0.110	0.169	0.142	0.313	0.630	0.703	0.409	0.254
241	216	0.165	0.458	0.498	0.320	0.526	0.404	0.327	0.410	0.553	0.407	0.122
242	219	0.161	0.446	0.485	0.320	0.510	0.404	0.327	0.440	0.542	0.404	0.118
243	38	0.228	0.300	0.352	0.450	0.536	0.483	0.463	0.300	0.504	0.402	0.109
244	149	0.085	0.138	0.159	0.560	0.670	0.633	0.567	0.130	0.633	0.397	0.258
245	180	0.238	0.674	0.730	0.050	0.078	0.066	0.252	0.730	0.730	0.394	0.314
246	105	0.080	0.228	0.247	0.350	0.527	0.440	0.352	0.770	0.441	0.382	0.198
247	47	0.215	0.731	0.770	0.170	0.224	0.200	0.178	0.730	0.200	0.380	0.274
248	156	0.400	0.544	0.637	0.040	0.050	0.046	0.405	0.540	0.637	0.367	0.255
249	215	0.151	0.419	0.455	0.270	0.433	0.337	0.275	0.410	0.496	0.361	0.111
250	85	0.091	0.107	0.127	0.430	0.456	0.446	0.439	0.700	0.446	0.360	0.207

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบ									*M*	*SD*
		I3.O3	I6.O3	I3.I6.O3	I3.O6	I6.O6	I3.I6.O6	I3.O3.O6	I6.O3.O6	I3.I6.O3.O6		
251	30	0.138	0.234	0.269	0.340	0.389	0.388	0.345	0.680	0.401	0.354	0.150
252	150	0.085	0.138	0.159	0.510	0.554	0.541	0.519	0.130	0.541	0.353	0.215
253	204	0.307	0.482	0.558	0.230	0.297	0.238	0.238	0.570	0.238	0.351	0.144
254	48	0.090	0.283	0.302	0.320	0.490	0.412	0.324	0.280	0.429	0.326	0.115
255	2	0.022	0.035	0.040	0.380	0.457	0.418	0.380	0.700	0.418	0.317	0.234

จากตารางที่ 7 คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปร ปัจจัยผลผลิต โดยมีคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาจากตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ เท่ากับ 0.568 นำมาจัดเรียงลำดับของสถานศึกษาตามคะแนนประสิทธิภาพสูงสุดไปต่ำสุด พบว่า มีสถานศึกษาได้คะแนนประสิทธิภาพสูงสุด (0.844) จำนวน 1 แห่ง รองลงมาคะแนนประสิทธิภาพ (0.702-0.808) จำนวน 33 แห่ง และมีสถานศึกษาได้คะแนนประสิทธิภาพต่ำสุด (0.136) จำนวน 1 แห่ง เมื่อพิจารณาจากคะแนนประสิทธิภาพ ตัวแบบเต็ม [O3.O6.I3.I6] พบว่ามีคะแนนประสิทธิภาพเต็ม (1.000) จำนวน 6 แห่ง ซึ่งสอดคล้องกับคะแนน ประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาที่อยู่ในลำดับแรก 6 แห่ง และยังสอดคล้องกับคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาในระดับรองลงมา แสดงว่าคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษาได้

ตอนที่ 3 องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

การวิเคราะห์ส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อหาคะแนนขององค์ประกอบหลักจากตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ ได้แก่ Mo1 [I3.O3] Mo2 [I6.O3] Mo3 [I3.I6.O3] Mo4 [I3.O6] Mo5 [I6.O6] Mo6 [I3.I6.O6] Mo7 [I3.O3.O6] Mo8 [I6.O3.O6] และ Mo9 [I3.I6.O3.O6] จากคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิต และเพื่อจัดกลุ่มตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา ซึ่งนำเสนอดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	Mo1	Mo2	Mo3	Mo4	Mo5	Mo6	Mo7	Mo8	Mo9
Mo1	1.000								
Mo2	0.488	1.000							
Mo3	0.614	0.986	1.000						
Mo4	0.301	-0.113	-0.047	1.000					
Mo5	0.105	-0.068	-0.038	0.926	1.000				
Mo6	0.216	-0.077	-0.029	0.981	0.956	1.000			
Mo7	0.700	0.049	0.164	0.810	0.621	0.732	1.000		
Mo8	0.362	0.717	0.709	-0.080	-0.061	-0.059	0.064	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.670	0.456	0.429	0.471	0.621	0.481	1.000
M	0.335	0.616	0.695	0.450	0.568	0.512	0.523	0.640	0.771
SD	0.131	0.099	0.182	0.184	0.197	0.215	0.240	0.277	0.327
Bartlett's test of sphericity		4654.851	*df* = 36, *sig.* = 0.000		*kmo* = 0.669,		*sig.* = 0.000		

จากตารางที่ 8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่า ตัวแปรที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เป็นไปได้ บ่งชี้ความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.029 ถึง 0.986 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุด คือ ตัวแบบ Mo2 ตัวแบบ Mo3 และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุดคือ ตัวแบบ Mo3 กับตัวแบบ Mo6 ค่า Bartlett's test of sphericity 4654.851, *df* = 36, *sig.* = 0.000 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และการวัดอนุกรมวิธาน ต่อไป

ตารางที่ 9 ค่าไอเกนและสัดส่วนความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก

องค์ประกอบที่	Eigenvalue	Proportion of variance	Cumulative proportion
Com 1	4.289	0.477	0.477
Com 2	3.169	0.352	0.829
Com 3	0.824	0.092	0.920
Com 4	0.382	0.042	0.963
Com 5	0.259	0.029	0.991
Com 6	0.043	0.005	0.996
Com 7	0.025	0.003	0.999
Com 8	0.007	0.003	0.999
Com 9	0.002	0.000	1.000

จากตารางที่ 9 ค่าไอเกนและสัดส่วนความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก พบว่า จำนวนองค์ประกอบ หลักจากคะแนนประสิทธิภาพทั้ง 9 ตัวแบบ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1.000 มีองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมของตัวแปรจาก 9 ตัวแบบได้ดี ดังนี้ องค์ประกอบ Comp 1 (ค่าไอเกน 4.289) สามารถอธิบาย ความแปรปรวนร่วม ได้ร้อยละ 47.70 เมื่อนำองค์ประกอบ Comp 2 (ค่าไอเกน 3.169) สามารถอธิบาย ความแปรปรวนร่วม ได้ร้อยละ 82.90 และเมื่อนำองค์ประกอบ Comp 3 (ค่าไอเกน 0.824) สามารถอธิบายความแปรปรวนร่วม ได้ร้อยละ 92.20

ตารางที่ 10 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบหลักของการจัดกลุ่มปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

ตัวแบบ	Comp1	Comp2
Mo1 [O3.I3]	0.681	0.349
Mo2 [O3.I6]	0.463	0.832
Mo3 [O3.I3.I6]	0.537	0.810
Mo4 [O6.I3]	0.789	-0.595
Mo5 [O3.I6]	0.717	-0.578
Mo6 [O3.I3.I6]	0.776	-0.582
Mo7 [O3.O6.I3]	0.849	0.787
Mo8 [O3.O6.I6]	0.385	0.710
Mo9 [O3.O6.I3.I6]	0.845	0.294

จากตารางที่ 10 ค่าน้ำหลักองค์ประกอบหลักของกลุ่มปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต พบว่า เมื่อพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแบบในองค์ประกอบหลักที่ 1 (Comp1) ทุกตัวแบบมีค่าเป็นบวก และมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าน้ำหนักจะมากที่สุดเมื่อตัวแบบประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทั้ง 2 ปัจจัย และปัจจัยผลผลิตทั้ง 2 ปัจจัย หรือตัวแบบเต็ม Mo7 [O3.O6.I3], Mo9 [O3.O6.I3.I6], Mo4 [O6.I3], Mo6 [O3.I3.I6], Mo5 [O3.I6], Mo1 [O3.I3], Mo3 [O3.I3.I6], Mo2 [O3.I6] และ Mo8 [O3.O6.I6] แสดงว่าองค์ประกอบหลักที่ 1 (Comp1) วัดประสิทธิภาพโดยส่วนรวม ส่วนองค์ประกอบที่ 2 (Comp2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ พบว่า ตัวแบบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ เป็นบวก คือ ตัวแบบ Mo2 [O3.I6], Mo3 [O3.I3.I6], Mo7 [O3.O6.I3], Mo8 [O3.O6.I6], Mo1 [O3.I3], และ Mo9 [O3.O6.I3.I6] และ ตัวแบบที่ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบคือ ตัวแบบ Mo5 [O3.I6], Mo6 [O3.I3.I6] และ Mo4 [O6.I3], แสดงว่า องค์ประกอบหลักที่ 2 (Comp2) อธิบายความแตกต่างระหว่างปัจจัยผลผลิต I3 I6 O3 และ O6 ที่มีผลต่อคะแนนประสิทธิภาพโดยส่วนรวม

ตารางที่ 11 ผลของคะแนนองค์ประกอบหลักของสถานศึกษาและการรวมกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาแต่ละแห่ง

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
1	-0.036	0.589	0.410	I3.I6.O3
2	-2.046	-1.929	0.109	I3.I6.O3
3	-1.018	2.366	0.883	I3.I6.O3
4	-0.107	0.651	0.836	I3.I6.O3
5	-0.826	-0.309	0.849	I3.I6.O3
6	0.450	0.508	1.171	I3.I6.O3
7	-0.389	-0.270	1.095	I3.I6.O3
8	-0.284	-0.870	1.243	I1.I6.O3.O6
9	1.224	-0.189	1.628	I1.I6.O3.O6
10	-0.186	1.591	1.794	I3.I6.O3
11	1.024	-1.168	1.767	I1.I6.O3.O6
12	1.109	0.596	2.030	I1.I6.O3.O6
13	-0.406	0.478	1.833	I3.I6.O3
14	-2.568	-0.601	1.707	I1.I6.O3.O6
15	-0.012	0.860	2.339	I3.I6.O3
16	-0.096	1.076	2.384	I3.I6.O3
17	-0.798	0.850	2.480	I3.I6.O3
18	-0.081	0.811	2.795	I3.I6.O3
19	1.738	0.718	3.065	I3.I6.O3
20	0.836	0.241	2.971	I1.I6.O3.O6
21	0.250	-0.041	3.032	I1.I6.O3.O6
22	1.191	-0.373	3.198	I1.I6.O3.O6
23	0.236	0.297	3.194	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
24	-0.792	-1.424	3.063	I3.I6.O3
25	0.494	-1.249	3.130	I1.I6.O3.O6
26	-3.215	-1.643	2.984	I1.I6.O3.O6
27	-0.149	0.780	3.833	I3.I6.O3
28	1.080	-0.183	3.991	I1.I6.O3.O6
29	1.007	-0.013	3.990	I1.I6.O3.O6
30	-1.818	-1.068	3.765	I3.I6.O3
31	0.028	1.428	4.387	I1.I6.O3.O6
32	-0.979	1.242	4.347	I3.I6.O3
33	-0.332	0.261	4.461	I3.I6.O3
34	0.258	0.182	4.688	I1.I6.O3.O6
35	0.303	1.238	4.924	I1.I6.O3.O6
36	0.696	-0.234	4.877	I1.I6.O3.O6
37	0.315	-1.450	4.705	I1.I6.O3.O6
38	-1.261	-1.707	4.698	I1.I6.O3.O6
39	-0.122	0.538	5.263	I3.I6.O3
40	-0.185	0.550	5.368	I3.I6.O3
41	-0.146	0.595	5.568	I3.I6.O3
42	0.045	1.538	5.769	I3.I6.O3
43	-0.423	0.601	5.711	I3.I6.O3
44	-0.452	0.450	5.814	I3.I6.O3
45	-1.320	1.681	5.982	I3.I6.O3
46	-1.233	1.518	6.006	I3.I6.O3
47	-1.943	1.086	5.952	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
48	-1.962	-1.681	5.882	I3.I6.O3
49	-0.146	0.596	6.519	I3.I6.O3
50	0.298	-0.108	6.677	I1.I6.O3.O6
51	1.515	-0.210	6.889	I1.I6.O3.O6
52	0.170	0.549	6.973	I3.I6.O3
53	0.158	1.368	7.250	I1.I6.O3.O6
54	2.052	-0.425	7.261	I1.I6.O3.O6
55	-0.435	0.234	7.152	I3.I6.O3
56	-0.435	-3.716	6.813	I3.I6.O3
57	-0.205	0.578	7.602	I3.I6.O3
58	0.528	-3.069	7.260	I1.I6.O3.O6
59	0.200	-0.263	7.782	I1.I6.O3.O6
60	1.443	0.345	8.071	I1.I6.O3.O6
61	0.061	0.613	8.116	I3.I6.O3
62	1.589	-0.237	8.267	I1.I6.O3.O6
63	-0.235	0.946	8.296	I3.I6.O3
64	0.244	-0.272	8.331	I1.I6.O3.O6
65	0.168	0.007	8.487	I1.I6.O3.O6
66	-0.093	0.618	8.642	I3.I6.O3
67	-0.067	0.171	8.683	I3.I6.O3
68	-0.303	-2.787	8.477	I3.I6.O3
69	0.072	1.039	9.134	I3.I6.O3
70	0.341	0.763	9.149	I3.I6.O3
71	-0.775	0.787	9.245	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
72	0.303	0.821	9.527	I3.I6.O3
73	1.329	-0.583	9.585	I1.I6.O3.O6
74	0.555	0.385	9.778	I1.I6.O3.O6
75	1.786	-0.771	9.872	I1.I6.O3.O6
76	0.201	1.073	10.049	I3.I6.O3
77	0.674	0.781	10.155	I3.I6.O3
78	0.013	0.686	10.198	I3.I6.O3
79	0.734	-0.158	10.267	I1.I6.O3.O6
80	-0.073	-0.022	10.308	I1.I6.O3.O6
81	-0.073	-0.022	10.458	I1.I6.O3.O6
82	-0.846	1.760	10.736	I3.I6.O3
83	0.131	1.226	10.907	I3.I6.O3
84	-0.021	1.092	10.903	I3.I6.O3
85	-1.682	-1.719	10.541	I3.I6.O3
86	-0.015	-1.424	10.881	I3.I6.O3
87	-0.500	0.202	11.235	I3.I6.O3
88	1.454	-0.395	11.380	I1.I6.O3.O6
89	-0.969	0.737	11.531	I1.I6.O3.O6
90	2.118	-0.568	11.831	I1.I6.O3.O6
91	0.734	0.636	11.902	I1.I6.O3.O6
92	0.007	0.940	12.009	I3.I6.O3
93	0.225	1.511	12.249	I3.I6.O3
94	1.424	-0.152	12.352	I1.I6.O3.O6
95	2.112	-1.976	12.213	I1.I6.O3.O6

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
96	-0.157	0.152	12.438	I3.I6.O3
97	2.008	0.030	12.553	I1.I6.O3.O6
98	-2.101	-1.285	12.197	I1.I6.O3.O6
99	0.983	-0.276	12.783	I1.I6.O3.O6
100	-0.158	0.117	12.869	I3.I6.O3
101	0.064	1.091	13.165	I3.I6.O3
102	1.168	0.171	13.283	I1.I6.O3.O6
103	0.643	0.206	13.327	I1.I6.O3.O6
104	-0.259	1.074	13.370	I3.I6.O3
105	-1.605	-1.186	13.118	I3.I6.O3
106	0.115	0.354	13.640	I3.I6.O3
107	-0.176	0.508	13.831	I3.I6.O3
108	1.654	-0.741	13.982	I1.I6.O3.O6
109	0.726	-2.644	13.713	I1.I6.O3.O6
110	-0.167	0.416	14.146	I3.I6.O3
111	0.881	-0.268	14.218	I1.I6.O3.O6
112	-0.972	-0.130	14.194	I3.I6.O3
113	0.304	-0.536	14.443	I1.I6.O3.O6
114	0.652	-0.620	14.604	I1.I6.O3.O6
115	0.442	0.064	14.873	I1.I6.O3.O6
116	2.096	-0.557	15.056	I1.I6.O3.O6
117	0.424	0.469	15.068	I3.I6.O3
118	0.313	-2.031	14.839	I1.I6.O3.O6
119	-0.432	0.079	15.089	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
120	-0.989	-0.366	15.214	I3.I6.O3
121	1.136	-0.154	15.564	I1.I6.O3.O6
122	-0.609	0.761	15.583	I3.I6.O3
123	-0.387	0.341	15.726	I3.I6.O3
124	0.722	-0.259	15.849	I1.I6.O3.O6
125	-0.888	0.132	15.783	I3.I6.O3
126	-0.902	-0.656	15.875	I3.I6.O3
127	-0.144	0.096	16.183	I3.I6.O3
128	-0.289	-3.854	15.890	I1.I6.O3.O6
129	1.682	-0.716	16.611	I1.I6.O3.O6
130	0.661	0.145	16.755	I1.I6.O3.O6
131	1.525	-0.333	16.824	I1.I6.O3.O6
132	-0.419	-0.058	16.800	I3.I6.O3
133	0.810	-1.962	16.841	I1.I6.O3.O6
134	0.796	-0.298	17.137	I1.I6.O3.O6
135	-0.130	0.232	17.299	I1.I6.O3.O6
136	1.749	-0.730	17.563	I1.I6.O3.O6
137	2.191	-1.101	17.528	I1.I6.O3.O6
138	-0.566	-1.262	17.310	I1.I6.O3.O6
139	-1.414	1.127	17.638	I3.I6.O3
140	-0.601	0.233	17.815	I3.I6.O3
141	-0.204	-2.559	17.646	I1.I6.O3.O6
142	0.780	-0.020	18.178	I1.I6.O3.O6
143	-0.050	0.360	18.302	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
144	1.092	-0.650	18.465	I1.I6.O3.O6
145	1.578	-0.118	18.673	I1.I6.O3.O6
146	0.756	0.004	18.674	I1.I6.O3.O6
147	0.363	-1.866	18.563	I1.I6.O3.O6
148	0.597	0.581	18.896	I1.I6.O3.O6
149	-1.126	-2.991	18.330	I1.I6.O3.O6
150	-1.538	-2.772	18.620	I1.I6.O3.O6
151	1.664	-0.430	19.389	I1.I6.O3.O6
152	0.403	0.407	19.207	I3.I6.O3
153	-3.074	-1.896	18.845	I3.I6.O3
154	-0.029	0.554	19.704	I3.I6.O3
155	0.248	1.400	19.856	I3.I6.O3
156	-1.687	1.035	19.908	I3.I6.O3
157	0.815	2.794	20.382	I3.I6.O3
158	-0.431	0.171	20.030	I3.I6.O3
159	-0.356	0.221	20.189	I3.I6.O3
160	-0.058	0.282	20.374	I3.I6.O3
161	0.192	0.325	20.579	I3.I6.O3
162	1.168	-0.011	20.792	I1.I6.O3.O6
163	1.503	-0.619	20.824	I1.I6.O3.O6
164	-0.073	0.540	20.867	I1.I6.O3.O6
165	-0.336	-0.511	20.882	I1.I6.O3.O6
166	0.388	0.526	21.211	I3.I6.O3
167	-0.141	0.498	21.221	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
168	-0.449	0.054	21.356	I3.I6.O3
169	1.336	-1.248	21.553	I1.I6.O3.O6
170	1.790	-0.406	21.735	I1.I6.O3.O6
171	-0.224	-0.006	21.762	I3.I6.O3
172	1.747	-0.349	22.117	I1.I6.O3.O6
173	2.102	-0.934	22.194	I1.I6.O3.O6
174	1.832	-0.233	22.299	I1.I6.O3.O6
175	-0.187	1.046	22.295	I3.I6.O3
176	-1.100	1.333	22.346	I3.I6.O3
177	-0.167	0.033	22.416	I3.I6.O3
178	-0.820	0.852	22.603	I3.I6.O3
179	-0.030	0.811	22.775	I3.I6.O3
180	-1.588	1.633	22.815	I3.I6.O3
181	-0.940	1.056	22.956	I3.I6.O3
182	-0.434	0.391	23.012	I3.I6.O3
183	-1.097	0.117	23.018	I3.I6.O3
184	-1.016	-0.077	23.175	I3.I6.O3
185	-0.305	0.324	23.475	I3.I6.O3
186	0.252	0.281	23.675	I3.I6.O3
187	0.636	-0.043	23.775	I1.I6.O3.O6
188	-0.284	0.541	23.988	I3.I6.O3
189	2.539	-1.099	24.131	I1.I6.O3.O6
190	0.131	-0.181	24.082	I1.I6.O3.O6
191	0.004	0.423	24.231	

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
192	-0.611	0.358	24.299	I3.I6.O3
193	-0.064	0.313	24.426	I3.I6.O3
194	-0.878	-0.300	24.467	I3.I6.O3
195	0.619	0.178	24.864	I1.I6.O3.O6
196	0.157	1.489	25.080	I3.I6.O3
197	0.723	0.332	25.072	I1.I6.O3.O6
198	-0.256	-0.351	25.026	I1.I6.O3.O6
199	0.699	-0.851	25.149	I1.I6.O3.O6
200	-0.745	0.530	25.295	I3.I6.O3
201	-0.437	0.652	25.472	I3.I6.O3
202	0.192	-0.611	25.467	I1.I6.O3.O6
203	-0.955	-0.226	25.420	I3.I6.O3
204	-1.985	0.016	25.660	I3.I6.O3
205	1.363	-1.829	25.957	I1.I6.O3.O6
206	1.003	-1.309	26.057	I1.I6.O3.O6
207	0.540	-1.347	26.120	I1.I6.O3.O6
208	0.540	-1.347	26.232	I1.I6.O3.O6
209	0.184	-0.060	26.550	I1.I6.O3.O6
210	1.634	-0.305	26.493	I1.I6.O3.O6
211	-3.546	-1.991	26.076	I3.I6.O3
212	0.496	0.945	26.939	I3.I6.O3
213	-1.056	-0.291	26.700	I3.I6.O3
214	-1.218	-0.552	26.735	I3.I6.O3
215	-1.747	-0.739	26.792	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
216	-1.348	-0.797	27.032	I1.I6.O3.O6
217	-0.184	0.021	27.398	I3.I6.O3
218	-0.637	0.067	27.408	I3.I6.O3
219	-1.380	-0.783	27.362	I3.I6.O3
220	-1.076	-0.309	27.580	I3.I6.O3
221	-1.117	-0.387	27.697	I3.I6.O3
222	-1.021	-0.240	27.844	I3.I6.O3
223	-1.131	-0.419	27.945	I3.I6.O3
224	-1.004	-0.202	28.221	I3.I6.O3
225	0.903	0.225	28.618	I1.I6.O3.O6
226	0.346	0.816	28.664	I3.I6.O3
227	-0.911	-0.141	28.493	I3.I6.O3
228	-1.147	-0.485	28.539	I3.I6.O3
229	-1.221	-0.576	28.655	I3.I6.O3
230	-1.051	-0.319	28.833	I3.I6.O3
231	-1.097	-0.180	28.976	I3.I6.O3
232	-0.964	-0.181	29.119	I3.I6.O3
233	-0.810	0.072	29.315	I3.I6.O3
234	-0.915	0.248	29.498	I3.I6.O3
235	-0.648	1.249	29.744	I3.I6.O3
236	-0.561	0.011	29.728	I3.I6.O3
237	-0.465	-0.058	29.837	I3.I6.O3
238	-0.751	-0.613	29.926	I3.I6.O3
239	-0.027	0.715	30.283	I3.I6.O3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

U_ID	คะแนนองค์ประกอบหลัก		คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	ปัจจัยเด่น
	Com1	Com2		
240	-0.263	0.744	30.392	I3.I6.O3
241	-0.568	1.141	30.563	I3.I6.O3
242	0.177	0.827	30.708	I3.I6.O3
243	-0.267	0.660	30.800	I3.I6.O3
244	0.471	0.987	31.071	I3.I6.O3
245	0.246	1.523	31.240	I3.I6.O3
246	0.336	1.560	31.348	I3.I6.O3
247	0.015	0.464	31.318	I3.I6.O3
248	0.289	1.201	31.580	I3.I6.O3
249	0.492	1.269	31.689	I3.I6.O3
250	-0.258	0.403	31.687	I3.I6.O3
251	1.257	-0.753	31.808	I1.I6.O3.O6
252	0.531	0.491	32.020	I1.I6.O3.O6
253	1.266	-0.354	32.090	I1.I6.O3.O6
254	0.346	-0.157	32.139	I1.I6.O3.O6
255	0.619	0.228	32.294	I1.I6.O3.O6
256	-0.297	0.184	32.325	I3.I6.O3
257	0.278	-0.007	32.576	I1.I6.O3.O6
258	0.447	2.037	32.928	I3.I6.O3
259	-0.279	1.097	32.828	I3.I6.O3
260	-0.369	0.154	32.802	I3.I6.O3

จากตารางที่ 11 คะแนนองค์ประกอบหลักของสถานศึกษาและการรวมกลุ่มตัวแบบที่สามารถอธิบายคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาแต่ละแห่ง พบว่า สถานศึกษาแต่ละแห่งมีการรวมกลุ่มตัวแบบที่มีลักษณะเด่นจากตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ ที่ใช้คำนวณคะแนนประสิทธิภาพ

เมื่อนำทั้ง 9 ตัวแบบมาจัดกลุ่มปัจจัย ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแสดงว่าคะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษาเกี่ยวข้องกับปัจจัยเด่น เพราะองค์ประกอบหลักสะท้อนคุณลักษณะของตัวแปรเดิมก่อนการรวมกลุ่มตัวแปร

ตารางที่ 12 ค่าร้อยละปัจจัยเด่นของสถานศึกษา

องค์ประกอบหลัก	ปัจจัยเด่น	จำนวน	ร้อยละ
Comp 1	Mo9 [I1.I6.O3.O6]	106	40.77
Comp 2	Mo3 [I3.I6.O3]	154	59.23
รวม		260	100.00

จากตารางที่ 12 ค่าร้อยละปัจจัยเด่นของสถานศึกษา พบว่าสถานศึกษาในภาพรวมมีปัจจัยเด่นในจำนวนใกล้เคียงกัน โดยสถานศึกษาที่มีปัจจัยเด่น I3.I6.O3 หรือตัวแบบ Mo3 จำนวน 154 แห่ง ร้อยละ 59.23 ซึ่งใกล้เคียงกับปัจจัย I1.I6.O3.O6 หรือตัวแบบ Mo9 จำนวน 106 แห่ง ร้อยละ 40.77 เมื่อพิจารณาทั้งสองตัวแบบเป็นการรวมกลุ่มตัวแบบใน Comp 2 และปัจจัย I3.I6.O3 หรือตัวแบบ Mo3

ตอนที่ 4 การระบุกลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

1. การระบุกลุ่มด้วยเทคนิควิธีการการวัดอนุกรมวิธาน

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษา เพื่อแสดงว่าความเหมาะสมของข้อมูลต่อวิธีวิเคราะห์ แสดงให้เห็นถึงตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพของสถานศึกษา และการระบุกลุ่มของสถานศึกษา ด้วยวิธีการของการวัดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสถานศึกษา และการระบุกลุ่มของสถานศึกษา ด้วยวิธีการของการวัดอนุกรมวิธาน ประกอบด้วย วิธีการ MAXEIG, LMode และ MAMBAC มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้ 1) วิเคราะห์ความเหมาะสมกาของข้อมูลต่อวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน 2) คำนวณตามวิธีการการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน และ 3) การตัดสินผลความเป็นหน่วยอนุกรมวิธาน หรือความเป็นมิติ โดยประเมินจากการเปรียบเทียบการจำลองข้อมูล (GFI) ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเปรียบเทียบของโค้ง (CCFI) และประเมินจากความสอดคล้องของการประมาณค่าของหน่วยอนุกรมวิธานผ่านวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน (Taxon base rate estimtes) แบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตัวแบบด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน และส่วนที่สอง ผลการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานตัวแบบประสิทธิภาพสถานศึกษา

1.1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของตัวแบบ โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณลักษณะ การแจกแจง ค่าความตรง และการจำลองข้อมูล แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมพอดีของโมเดล ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	***RMSR***		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.017	0.067	0.304	0.367
LMode	0.023	0.067	0.304	0.341
MAMBAC	0.031	0.067	0.304	<u>0.396</u>

	Mo1	**Mo2**	**Mo3**	**Mo4**	**Mo5**	**Mo6**	**Mo7**	**Mo8**	**Mo9**
Mo1	1.000								
Mo2	0.488	1.000							
Mo3	0.615	0.987	1.000						
Mo4	0.302	-0.113	-0.047	1.000					
Mo5	0.106	-0.068	-0.038	0.926	1.000				
Mo6	0.216	-0.077	-0.029	0.981	0.956	1.000			
Mo7	0.701	0.049	0.164	0.811	0.621	0.733	1.000		
Mo8	0.363	0.718	0.709	-0.081	-0.062	-0.060	0.064	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.671	0.456	0.429	0.472	0.621	0.482	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.396	0.359	-0.475	1.038	1.534	1.734		
Taxon	0.127	0.514	-0.140	0.544	1.229	1.763	1.228	0.391
Complement	0.223	0.459	-0.394	1.057	1.743	0.643		
GFI = 0.304								
CCFI = 0.396								

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมพอดีของโมเดลความสัมพันธ์การแจกแจงและความตรงของตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า เมื่อพิจารณาค่า *CCFI* วิธีการ MAMBAC มีค่าเท่ากับ 0.396 ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์มากกว่า วิธีการอื่น และค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.031 และ 0.067 ทุกวิธีการ มีค่า *GFI* เท่ากับ 0.304 ทุกวิธีการ แสดงว่าข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ และระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำ ที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อพิจารณาตัดตัวแปร ในขั้นของการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์สูงภายในกลุ่มสูง ได้แก่ตัวแปร Mo6 และประเมินจากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความตรง 1.228 แสดงว่าข้อมูลไม่เหมาะสมกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo6 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	**RMSR**		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.019	0.069	0.372	0.391
LMode	0.023	0.069	0.369	0.277
MAMBAC	0.024	0.069	0.369	0.490

	Mo1	**Mo2**	**Mo3**	**Mo4**	**Mo5**	**Mo7**	**Mo8**	**Mo9**
Mo2	1.000							
Mo3	0.488	1.000						
Mo4	0.615	0.987	1.000					
Mo5	0.302	-0.113	-0.047	1.000				
Mo6	0.106	-0.068	-0.038	0.926	1.000			
Mo7	0.701	0.049	0.164	0.811	0.621	1.000		
Mo8	0.363	0.718	0.709	-0.081	-0.062	0.064	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.671	0.456	0.429	0.621	0.482	1.000

ตารางที่ 14 (ต่อ)

วิธีการ	RMSR				*GFI*		*CCFI*	
	Taxon		Complement					
	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.395	0.339	-0.565	1.071	1.730	1.744		
Taxon	0.124	0.478	0.126	0.491	0.958	1.528	1.223	0.340
Complement	0.220	0.452	-0.403	1.074	1.532	0.638		
GFI = 0.369								
CCFI = 0.490								

จากตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบเมื่อตัดตัวแบบ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธานทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAMBAC มีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.490 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.024 และ 0.069 ตามลำดับ แต่ค่า *GFI* เท่ากับ 0.369 แสดงว่าระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำ ของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อพิจารณาตัดตัวแปรในขั้นของการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ ตัวแปร Mo3 และประเมินจากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความตรง 1.223 แสดงว่าข้อมูลไม่เหมาะสมกับเทคนิค การวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo3 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	*RMSR*		*GFI*	*CCFI*
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.020	0.077	0.045	0.406
LMode	0.024	0.077	0.460	0.341
MAMBAC	0.031	0.077	0.458	0.434

	Mo1	**Mo2**	**Mo4**	**Mo5**	**Mo7**	**Mo8**	**Mo9**
Mo2	1.000						
Mo3	0.488	1.000					
Mo4	0.302	-0.113	1.000				
Mo5	0.106	-0.068	0.926	1.000			
Mo7	0.701	0.049	0.811	0.621	1.000		
Mo8	0.363	0.718	-0.081	-0.062	0.064	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.456	0.429	0.621	0.482	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.381	0.323	0.401	1.043	1.531	1.783		
Taxon	0.101	0.436	-0.174	0.636	1.510	2.732	1.264	0.452
Complement	0.219	0.399	-0.421	0.980	1.768	0.598		
GFI = 0.458								
CCFI = 0.434								

จากตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ M3 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAMBAC มีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.434 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า RMSR ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.031 และ 0.077 ตามลำดับ *GFI* เท่ากับ 0.458 แสดงว่าระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำ ของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการ ที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อพิจารณา ตัดตัวแปรในขั้นของการประเมิน

ความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ ตัวแปร Mo5 และประเมินการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ขวา ค่าความตรง 1.264 แสดงว่าข้อมูล ไม่เหมาะสมกับเทคนิคการวัดอนุกรม วิธาน จึงพิจารณาตัวแปร Mo5 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	*RMSR*		*GFI*	*CCFI*
	Taxon	Complement		
MAXEIG	0.048	0.055	0.539	0.415
LMode	0.051	0.055	0.538	0.212
MAMBAC	<u>0.050</u>	0.055	0.538	<u>0.585</u>

	Mo1	**Mo2**	**Mo4**	**Mo7**	**Mo8**	**Mo9**
Mo2	1.000					
Mo4	0.488	1.000				
Mo5	0.302	-0.113	1.000			
Mo7	0.701	0.049	0.811	1.000		
Mo8	0.363	0.718	-0.081	0.064	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.456	0.621	0.482	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.403	0.299	0.443	1.136	1.776	1.819		
Taxon	0.126	0.436	0.398	0.246	0.935	1.654	1.307	0.358
Complement	0.196	0.409	-0.259	1.193	1.726	0.778		
GFI = 0.538								
CCFI = 0.585								

จากตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 Mo5 และ Mo6 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรม วิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAMBAC มีค่า *CCFI* เท่า 0.585 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า *RMSR*

ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.050 และ 0.055 ตามลำดับ ค่า *GFI* เท่ากับ 0.538 แสดงว่าระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรม วิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เมื่อพิจารณาตัดตัวแปรในขั้นของการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ ตัวแปร Mo7 และประเมินจากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ขวา ค่าความตรง 1.307 แสดงข้อมูลไม่เหมาะสมกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo7 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสม

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5 Mo6 และ Mo7 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	***RMSR***		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.013	0.005	0.737	0.423
LMode	0.025	0.005	0.704	0.407
MAMBAC	<u>0.030</u>	0.005	0.717	<u>0.589</u>

	Mo1	**Mo2**	**Mo4**	**Mo8**	**Mo9**
Mo2	1.000				
Mo4	0.488	1.000			
Mo7	0.302	-0.113	1.000		
Mo8	0.363	0.718	-0.081	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.456	0.482	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.381	0.279	-0.635	1.157	2.238	1.593		
Taxon	0.055	0.380	0.615	0.274	1.366	1.647	1.295	0.391
Complement	0.222	0.366	-0.609	0.990	1.308	0.590		
GFI = 0.717								
CCFI = 0.589								

จากตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6 และ Mo7 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAMBAC มีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.589 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.030 และ 0.005 ตามลำดับ ค่า *GFI* เท่ากับ 0.717 แสดงว่า ระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อพิจารณาตัดตัวแปรในขั้นของการประเมิน ความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ ตัวแปร Mo8 และประเมินจากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความตรง 1.295 แสดงว่าข้อมูลไม่เหมาะสม กับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo8 เพื่อให้ข้อมูล มีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7 และ Mo8 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	***RMSR***		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.029	0.000	0.794	0.455
LMode	0.040	0.000	0.786	0.233
MAMBAC	0.041	0.000	0.788	0.408

	Mo1	**Mo2**	**Mo4**	**Mo9**
Mo2	1.000			
Mo4	0.488	1.000		
Mo8	0.302	-0.113	1.000	
Mo9	0.551	0.640	0.456	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.387	0.270	-0.429	1.225	1.784	1.416		
Taxon	0.153	0.354	0.354	0.608	1.148	1.849	1.496	0.543
Complement	0.114	0.449	-0.204	1.074	1.170	1.062		

GFI = 0.794

CCFI = 0.455

จากตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 Mo5 Mo6 Mo7 และ Mo8 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAXEIG มีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.455 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.029 และ 0.000 ตามลำดับ ค่า *GFI* เท่ากับ 0.794 แสดงว่า ระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAXEIG เพื่อพิจารณาตัดตัวแปรในขั้นของการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ ตัวแปร Mo9 และ ประเมินจากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความตรง 1.496 แสดงว่าข้อมูลไม่เหมาะสม กับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo9 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7, Mo8 และ Mo9 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	***RMSR***		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	0.009	0.000	0.875	0.437
LMode	0.009	0.407	0.875	0.407
MAMBAC	<u>0.025</u>	0.000	0.879	<u>0.530</u>

	Mo1	Mo2	Mo4
Mo2	1.000		
Mo4	0.488	1.000	
Mo9	0.302	-0.113	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.226	0.308	-0.089	1.248	1.421	1.490		
Taxon	-0.229	0.255	0.367	0.363	2.178	2.651	1.367	0.727
Complement	0.063	0.513	-0.378	0.985	1.377	0.488		
GFI = 0.879								
CCFI = 0.530								

จากตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 Mo5 Mo6 Mo7 Mo8 และ Mo9 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวัดอนุกรมวิธาน ทั้ง 3 วิธีการ พบว่า MAMBAC มีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.530 สูงกว่าทุกวิธีการ ค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.025 และ 0.000 ตามลำดับ ค่า *GFI* เท่ากับ 0.879 แสดงว่า ระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับต่ำของข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อพิจารณาตัดตัวแปรในขั้นของการประเมิน ความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสูง ได้แก่ Mo2 และประเมิน จากการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความตรง 1.367 แสดงว่าข้อมูลไม่เหมาะสมกับเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน จึงพิจารณาตัดตัวแปร Mo2 เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7, Mo8, Mo9 และ Mo2 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

วิธีการ	***RMSR***		***GFI***	***CCFI***
	Taxon	**Complement**		
MAXEIG	-	-	-	-
LMode	0.001	0.000	0.997	0.469
MAMBAC	0.000	0.000	1.000	0.662

	Mo1	Mo4
Mo4	1.000	
Mo9	0.302	1.000

	Correlation		*sk*		*ku*		*d*	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Full sample	0.302	NA	0.632	0.039	0.649	0.928		
Taxon	-0.704	NA	0.358	3.811	10.365	1.469	2.089	0.097
Complement	0.065	NA	0.492	0.155	0.473	0.380		
GFI = 1.000								
CCFI = 0.662								

จากตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบ เมื่อตัดตัวแบบ Mo3, Mo5, Mo6, Mo7, Mo8, Mo9 และ Mo2 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน พบว่า เหลือตัวแปรเพียง 2 ตัว ตามข้อตกลงของวิธีการ จึงใช้วิธีการในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูล ด้วยวิธีการ MAMBAC ซึ่งมีค่า *CCFI* เท่ากับ 0.662, *GFI* เท่ากับ 1.000 ค่า *RMSR* ของ Taxon และ Complement เท่ากับ 0.000 และ 0.000 ตามระดับความเหมาะสมพอดีมีระดับสูงของข้อมูลเชิงประจักษ์ กับข้อมูลจำลองตามวิธีการที่จะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ภายในกลุ่มไม่เกิน 0.300 การแจกแจงของข้อมูลในลักษณะโค้งเบ้ขวาใกล้เคียงโค้งปกติ ค่าความตรง 2.089 แสดงว่าข้อมูลเหมาะสมกับเทคนิคการการวัดอนุกรมวิธาน จึงเลือกใช้วิธีการ MAMBAC เพื่อกำหนด เป็นตัวแบบในการวิเคราะห์ระบุกลุ่มต่อไป

1.2 ผลการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา

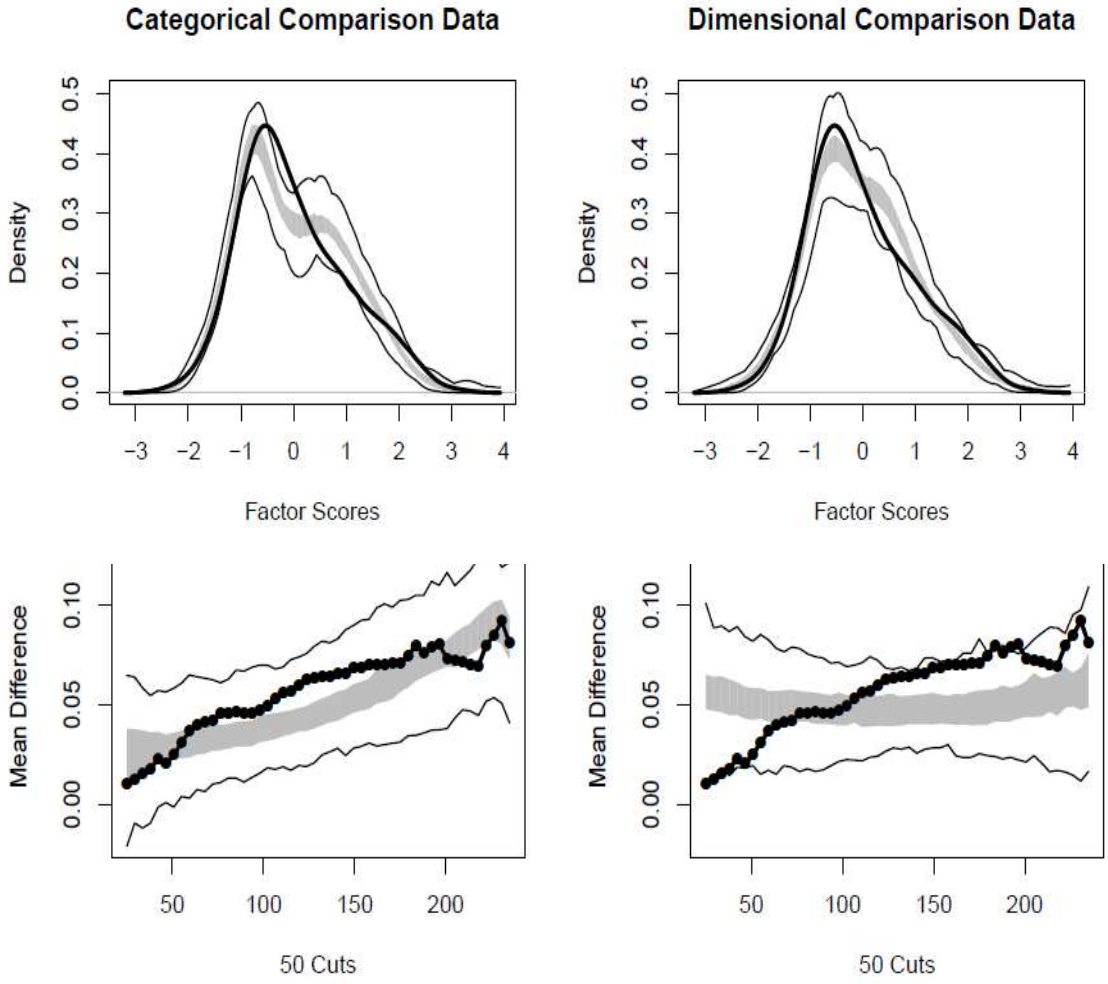
การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานของตัวแบบตามวิธีการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล ได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานได้แก่แบบ Mo1 และตัวแบบ Mo4 การวิเคราะห์ส่วนนี้ เพื่อให้ความเหมาะสมของข้อมูลตามตัวแบบ และเพื่อระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษา ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา

ตัวแบบ	Taxon (*n* = 31)				Complement (*n* = 229)				Full sample (*n* = 260)				*d*
	M	***SD***	***sk***	***ku***	***M***	***SD***	***sk***	***ku***	***M***	***SD***	***sk***	***ku***	
Mo1	1.490	0.761	3.053	11.404	-0.202	0.847	0.382	0.204	0.000	1.000	0.659	1.305	2.020
Mo4	1.558	0.863	-2.337	9.326	-0.211	0.814	0.601	0.742	0.000	1.000	0.604	-0.008	2.157
M	1.524	0.812	0.358	10.365		-0.206	0.831	0.492	0.000	1.000	0.632	0.649	2.089
SD	0.048	0.073	3.811	1.469	0.007	0.023	0.155	0.380	0.000	0.000	0.039	0.928	0.097
		r = -0.704				*r* = 0.065				*r* = 0.302			
P = 0.239 *GFI* = 1.000 *CCFI* = 0.662													

จากตารางที่ 21 การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานตัวแบบประสิทธิภาพของสถานศึกษา พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของข้อมูลเป็นดังนี้ ความสัมพันธ์ภายในกลุ่มมีค่าไม่เกิน 0.300 ค่าความตรงไม่น้อยกว่า 1.250 ค่า *CCFI* = 0.662, *GFI* = 1.000 ค่าความเบ้ของ Taxon มีลักษณะโค้งเบ้ขวา ค่าความเบ้ของ Complement มีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับวิธีการ

วิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน ซึ่งสามารถตัดสินความเป็นอนุกรมวิธานได้ และนำไประบุกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบความสอดคล้องต่อไป



ภาพที่ 7 กราฟแสดงแสดงผลของวิธีการ MAMBAC เปรียบเทียบความเหมาะสมพอดีของโค้งข้อมูล

จากภาพที่ 7 กราฟแสดงแสดงผลของวิธีการ MAMBAC เปรียบเทียบความเหมาะสมพอดี ของโค้งข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลจำลองระหว่างความเป็นอนุกรมวิธานและความเป็นมิติ ประกอบด้วย ทั้ง 2 ตัวชี้วัด ใช้จำนวน 50 จุดตัดจากทั้งหมดของความเป็นอนุกรมวิธานกับความเป็นมิติ เส้นทึบแสดงการแจกแจงจุดตัดของข้อมูลเชิงประจักษ์ เส้นจางแสดงการแจกแจงจุดตัดของข้อมูลจำลอง พบว่า มีความเหมาะสมพอดีกับความเป็นอนุกรมวิธาน โดยระบุเป็นข้อมูลจำแนกประเภท (Categorical data)

ตารางที่ 22 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาด้วยการวัดอนุกรมวิธาน

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
1	189	0.643	0.960	0.802	0.224	2
2	137	0.545	0.940	0.742	0.279	2
3	95	0.451	1.000	0.726	0.388	2
4	173	0.541	0.900	0.721	0.254	2
5	116	0.565	0.840	0.702	0.194	2
6	90	0.560	0.830	0.695	0.191	1
7	54	0.557	0.830	0.694	0.193	1
8	136	0.545	0.810	0.678	0.187	1
9	129	0.537	0.800	0.669	0.186	1
10	19	0.766	0.570	0.668	0.139	1
11	75	0.470	0.830	0.650	0.255	1
12	97	0.519	0.770	0.645	0.177	1
13	108	0.499	0.790	0.645	0.206	1
14	172	0.519	0.770	0.645	0.177	1
15	170	0.517	0.770	0.644	0.179	1
16	174	0.514	0.770	0.642	0.181	1
17	163	0.532	0.750	0.641	0.154	1
18	151	0.519	0.760	0.640	0.170	1
19	210	0.502	0.750	0.626	0.175	1
20	131	0.505	0.730	0.617	0.159	1
21	88	0.486	0.730	0.608	0.173	1
22	51	0.507	0.700	0.603	0.136	1
23	73	0.484	0.720	0.602	0.167	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
24	145	0.480	0.720	0.600	0.170	1
25	11	0.436	0.750	0.593	0.222	1
26	62	0.474	0.710	0.592	0.167	1
27	102	0.571	0.600	0.585	0.021	1
28	205	0.307	0.860	0.584	0.391	1
29	12	0.639	0.520	0.580	0.084	1
30	94	0.446	0.700	0.573	0.180	1
31	162	0.512	0.630	0.571	0.083	1
32	22	0.456	0.680	0.568	0.158	1
33	37	0.473	0.660	0.567	0.132	1
34	60	0.491	0.630	0.561	0.098	1
35	9	0.448	0.670	0.559	0.157	1
36	133	0.327	0.780	0.554	0.320	1
37	169	0.251	0.850	0.551	0.424	1
38	251	0.318	0.780	0.549	0.327	1
39	28	0.434	0.650	0.542	0.153	1
40	99	0.444	0.640	0.542	0.139	1
41	121	0.434	0.650	0.542	0.153	1
42	157	1.000	0.070	0.535	0.658	1
43	29	0.458	0.610	0.534	0.107	1
44	109	0.238	0.830	0.534	0.419	1
45	142	0.495	0.570	0.533	0.053	1
46	147	0.343	0.720	0.532	0.267	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
47	111	0.452	0.610	0.531	0.112	1
48	253	0.325	0.730	0.528	0.286	1
49	20	0.502	0.550	0.526	0.034	1
50	36	0.464	0.580	0.522	0.082	1
51	144	0.267	0.770	0.519	0.356	1
52	91	0.574	0.460	0.517	0.081	1
53	212	0.684	0.350	0.517	0.236	1
54	114	0.389	0.620	0.504	0.163	1
55	199	0.357	0.650	0.504	0.207	1
56	103	0.482	0.520	0.501	0.027	1
57	255	0.489	0.510	0.500	0.015	1
58	134	0.409	0.590	0.499	0.128	1
59	124	0.399	0.590	0.495	0.135	1
60	146	0.428	0.560	0.494	0.093	1
61	207	0.307	0.670	0.489	0.257	1
62	208	0.307	0.670	0.489	0.257	1
63	206	0.307	0.660	0.484	0.250	1
64	25	0.305	0.660	0.483	0.251	1
65	74	0.470	0.490	0.480	0.014	1
66	117	0.507	0.450	0.479	0.040	1
67	118	0.255	0.700	0.478	0.315	1
68	197	0.443	0.510	0.477	0.047	1
69	148	0.474	0.470	0.472	0.003	1
70	115	0.441	0.500	0.471	0.042	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
71	79	0.375	0.560	0.468	0.131	1
72	58	0.065	0.860	0.463	0.562	1
73	77	0.464	0.460	0.462	0.003	1
74	101	0.635	0.270	0.453	0.258	1
75	187	0.374	0.530	0.452	0.110	1
76	70	0.501	0.400	0.451	0.071	1
77	6	0.448	0.450	0.449	0.001	1
78	21	0.398	0.500	0.449	0.072	1
79	130	0.362	0.530	0.446	0.119	1
80	113	0.311	0.560	0.436	0.176	1
81	195	0.351	0.520	0.436	0.120	1
82	68	0.190	0.680	0.435	0.346	1
83	23	0.411	0.450	0.431	0.028	1
84	167	0.488	0.370	0.429	0.083	1
85	71	0.501	0.350	0.426	0.107	1
86	202	0.329	0.520	0.425	0.135	1
87	128	0.066	0.780	0.423	0.505	1
88	196	0.584	0.260	0.422	0.229	1
89	53	0.581	0.260	0.421	0.227	1
90	225	0.302	0.540	0.421	0.168	1
91	50	0.337	0.500	0.419	0.115	1
92	42	0.614	0.220	0.417	0.279	1
93	59	0.332	0.490	0.411	0.112	1
94	41	0.456	0.360	0.408	0.068	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
95	64	0.316	0.500	0.408	0.130	1
96	86	0.213	0.600	0.407	0.274	1
97	165	0.323	0.490	0.407	0.118	1
98	138	0.298	0.510	0.404	0.150	1
99	49	0.474	0.330	0.402	0.102	1
100	155	0.495	0.310	0.402	0.131	1
101	252	0.325	0.480	0.402	0.110	1
102	257	0.325	0.480	0.402	0.110	1
103	63	0.532	0.260	0.396	0.192	1
104	35	0.441	0.350	0.395	0.064	1
105	209	0.319	0.470	0.394	0.107	1
106	89	0.486	0.300	0.393	0.132	1
107	190	0.316	0.470	0.393	0.109	1
108	16	0.495	0.290	0.392	0.145	1
109	17	0.495	0.290	0.392	0.145	1
110	52	0.374	0.410	0.392	0.025	1
111	34	0.313	0.470	0.391	0.111	1
112	152	0.313	0.470	0.391	0.111	1
113	56	0.061	0.720	0.390	0.466	1
114	93	0.500	0.280	0.390	0.156	1
115	15	0.448	0.330	0.389	0.083	1
116	83	0.468	0.310	0.389	0.112	1
117	65	0.311	0.460	0.386	0.105	1
118	24	0.270	0.500	0.385	0.163	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
119	84	0.470	0.300	0.385	0.120	1
120	18	0.448	0.320	0.384	0.091	1
121	198	0.285	0.480	0.382	0.138	1
122	39	0.312	0.450	0.381	0.098	1
123	186	0.319	0.440	0.380	0.086	1
124	166	0.306	0.450	0.378	0.102	1
125	69	0.424	0.330	0.377	0.066	1
126	254	0.333	0.420	0.377	0.062	1
127	141	0.077	0.670	0.374	0.419	1
128	193	0.342	0.400	0.371	0.041	1
129	161	0.293	0.440	0.367	0.104	1
130	8	0.227	0.500	0.364	0.193	1
131	80	0.293	0.430	0.362	0.097	1
132	81	0.293	0.430	0.362	0.097	1
133	40	0.361	0.360	0.361	0.001	1
134	10	0.519	0.200	0.360	0.226	1
135	250	0.318	0.400	0.359	0.058	1
136	4	0.356	0.360	0.358	0.003	1
137	256	0.342	0.370	0.356	0.020	1
138	76	0.346	0.360	0.353	0.010	1
139	106	0.283	0.420	0.352	0.097	1
140	177	0.283	0.420	0.352	0.097	1
141	31	0.411	0.280	0.346	0.093	1
142	185	0.351	0.340	0.346	0.008	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
143	126	0.300	0.390	0.345	0.064	1
144	67	0.278	0.410	0.344	0.093	1
145	72	0.278	0.410	0.344	0.093	1
146	100	0.278	0.410	0.344	0.093	1
147	125	0.377	0.310	0.344	0.047	1
148	127	0.277	0.410	0.344	0.094	1
149	96	0.273	0.410	0.342	0.097	1
150	171	0.274	0.410	0.342	0.096	1
151	5	0.318	0.360	0.339	0.030	1
152	38	0.228	0.450	0.339	0.157	1
153	135	0.273	0.400	0.337	0.090	1
154	110	0.290	0.380	0.335	0.064	1
155	61	0.268	0.400	0.334	0.093	1
156	143	0.267	0.400	0.334	0.094	1
157	160	0.268	0.400	0.334	0.093	1
158	191	0.268	0.400	0.334	0.093	1
159	78	0.285	0.380	0.333	0.067	1
160	244	0.251	0.410	0.331	0.112	1
161	182	0.340	0.320	0.330	0.014	1
162	217	0.259	0.400	0.330	0.100	1
163	175	0.358	0.300	0.329	0.041	1
164	179	0.298	0.360	0.329	0.044	1
165	132	0.263	0.390	0.327	0.090	1
166	247	0.243	0.410	0.327	0.118	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
167	154	0.260	0.390	0.325	0.092	1
168	203	0.307	0.340	0.324	0.023	1
169	149	0.085	0.560	0.323	0.336	1
170	188	0.306	0.340	0.323	0.024	1
171	226	0.245	0.400	0.323	0.110	1
172	27	0.304	0.340	0.322	0.025	1
173	201	0.344	0.300	0.322	0.031	1
174	33	0.269	0.370	0.320	0.071	1
175	164	0.259	0.380	0.320	0.086	1
176	237	0.254	0.380	0.317	0.089	1
177	260	0.232	0.400	0.316	0.119	1
178	7	0.208	0.420	0.314	0.150	1
179	249	0.238	0.390	0.314	0.107	1
180	192	0.316	0.310	0.313	0.004	1
181	55	0.263	0.360	0.312	0.069	1
182	107	0.251	0.370	0.311	0.084	1
183	119	0.252	0.370	0.311	0.083	1
184	159	0.252	0.370	0.311	0.083	1
185	168	0.251	0.370	0.311	0.084	1
186	236	0.247	0.370	0.309	0.087	1
187	239	0.248	0.370	0.309	0.086	1
188	238	0.215	0.400	0.308	0.131	1
189	13	0.273	0.340	0.307	0.047	1
190	233	0.293	0.320	0.307	0.019	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
191	112	0.289	0.320	0.305	0.022	1
192	66	0.246	0.360	0.303	0.081	1
193	158	0.245	0.360	0.303	0.081	1
194	240	0.236	0.370	0.303	0.095	1
195	57	0.243	0.360	0.302	0.083	1
196	92	0.243	0.360	0.302	0.083	1
197	123	0.242	0.360	0.301	0.083	1
198	242	0.212	0.390	0.301	0.126	1
199	150	0.085	0.510	0.298	0.301	1
200	44	0.260	0.330	0.295	0.049	1
201	248	0.219	0.370	0.295	0.107	1
202	120	0.229	0.350	0.290	0.086	1
203	87	0.217	0.360	0.289	0.101	1
204	243	0.228	0.350	0.289	0.086	1
205	1	0.229	0.340	0.285	0.078	1
206	194	0.209	0.360	0.285	0.107	1
207	218	0.220	0.350	0.285	0.092	1
208	32	0.418	0.150	0.284	0.190	1
209	140	0.228	0.340	0.284	0.079	1
210	245	0.228	0.340	0.284	0.079	1
211	246	0.218	0.350	0.284	0.093	1
212	258	0.224	0.330	0.277	0.075	1
213	104	0.248	0.300	0.274	0.037	1
214	122	0.265	0.280	0.273	0.011	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
215	43	0.219	0.320	0.270	0.071	1
216	183	0.278	0.260	0.269	0.013	1
217	204	0.307	0.230	0.269	0.054	1
218	82	0.444	0.090	0.267	0.250	1
219	184	0.235	0.300	0.267	0.046	1
220	232	0.207	0.320	0.264	0.080	1
221	259	0.208	0.320	0.264	0.079	1
222	227	0.205	0.320	0.263	0.081	1
223	85	0.091	0.430	0.261	0.240	1
224	222	0.198	0.320	0.259	0.086	1
225	224	0.197	0.320	0.259	0.087	1
226	234	0.228	0.290	0.259	0.044	1
227	230	0.196	0.320	0.258	0.088	1
228	213	0.191	0.320	0.256	0.091	1
229	220	0.191	0.320	0.256	0.091	1
230	221	0.186	0.320	0.253	0.095	1
231	223	0.184	0.320	0.252	0.096	1
232	228	0.181	0.320	0.251	0.098	1
233	231	0.201	0.300	0.251	0.070	1
234	241	0.238	0.260	0.249	0.016	1
235	200	0.216	0.280	0.248	0.045	1
236	214	0.176	0.320	0.248	0.102	1
237	229	0.175	0.320	0.248	0.103	1
238	216	0.165	0.320	0.243	0.110	1

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพ		*M*	*SD*	Ide
		Mo1	Mo4			
239	219	0.161	0.320	0.241	0.112	1
240	30	0.138	0.340	0.239	0.143	1
241	235	0.246	0.230	0.238	0.011	1
242	181	0.278	0.190	0.234	0.062	1
243	178	0.216	0.240	0.228	0.017	1
244	156	0.400	0.040	0.220	0.255	1
245	176	0.302	0.130	0.216	0.122	1
246	98	0.141	0.290	0.215	0.105	1
247	105	0.080	0.350	0.215	0.191	1
248	215	0.151	0.270	0.211	0.084	1
249	48	0.090	0.320	0.205	0.163	1
250	2	0.022	0.380	0.201	0.253	1
251	47	0.215	0.170	0.193	0.032	1
252	139	0.275	0.110	0.193	0.117	1
253	46	0.215	0.120	0.167	0.067	1
254	14	0.143	0.190	0.166	0.033	1
255	45	0.249	0.080	0.165	0.120	1
256	3	0.275	0.050	0.163	0.159	1
257	153	0.102	0.220	0.161	0.083	1
258	180	0.238	0.050	0.144	0.133	1
259	26	0.073	0.160	0.116	0.062	1
260	211	0.038	0.140	0.089	0.072	1

จากตารางที่ 22 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาด้วยการวัดอนุกรมวิธาน จากการทดสอบความสอดคล้องสามารถระบุกลุ่มความเป็นหน่วยอนุกรมวิธานแยกออกจากความเป็นมิติจากค่าเฉลี่ยตาม ตัวแบบเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่า หน่วยอนุกรมวิธานจะระบุกลุ่มตามค่าเฉลี่ยมากไปน้อยจำนวน 5 แห่ง แสดงว่า วิธีการสามารถระบุประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามตัวแบบและมีความเกี่ยวข้องกับคะแนน ประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา

ตอนที่ 5 ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิค

การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

การวิเคราะห์ส่วนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละวิธีว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยมีเทคนิคการระบุกลุ่ม 2 วิธี คือ เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน โดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพภายนอกของ สมศ. > 3.51 จากคะแนนเต็ม 5 หรือ 0.70 จากคะแนนเต็ม 1 ใช้ระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ระบุกลุ่มหมายเลข 2 เป็นลำดับแรก แสดงว่า กลุ่มหมายเลข 2 แสดงถึงกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ มากกว่ากลุ่มหมายเลข 1 นำเสนอดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 23 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามแต่ละเทคนิค

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
1	189	0.844	2	2
2	137	0.808	2	2
3	90	0.805	2	1
4	116	0.801	2	2
5	97	0.800	2	1
6	173	0.798	2	2
7	54	0.797	2	1
8	95	0.784	2	2
9	174	0.777	2	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
10	75	0.773	2	1
11	170	0.770	2	1
12	172	0.764	2	1
13	136	0.758	2	1
14	19	0.758	2	1
15	151	0.754	2	1
16	210	0.752	2	1
17	62	0.752	2	1
18	129	0.751	2	1
19	108	0.751	2	1
20	145	0.750	2	1
21	51	0.740	2	1
22	131	0.740	2	1
23	60	0.737	2	1
24	94	0.734	2	1
25	163	0.731	2	1
26	88	0.731	2	1
27	253	0.725	2	1
28	169	0.716	2	1
29	251	0.715	2	1
30	73	0.714	2	1
31	205	0.709	2	1
32	9	0.708	2	1
33	22	0.702	2	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
41	99	0.679	1	1
42	225	0.674	1	1
43	11	0.670	1	1
44	111	0.666	1	1
45	20	0.663	1	1
46	206	0.663	1	1
47	134	0.658	1	1
48	79	0.655	1	1
49	146	0.655	1	1
50	142	0.653	1	1
51	197	0.652	1	1
52	157	0.651	1	1
53	124	0.650	1	1
54	258	0.650	1	1
55	77	0.649	1	1
56	130	0.648	1	1
57	91	0.648	1	1
58	249	0.645	1	1
59	195	0.644	1	1
60	187	0.643	1	1
61	36	0.643	1	1
62	199	0.640	1	1
63	103	0.639	1	1
64	114	0.638	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
65	133	0.637	1	1
66	252	0.637	1	1
67	148	0.636	1	1
68	244	0.636	1	1
69	255	0.636	1	1
70	246	0.631	1	1
71	74	0.630	1	1
72	152	0.622	1	1
73	248	0.622	1	1
74	166	0.621	1	1
75	207	0.620	1	1
76	208	0.620	1	1
77	6	0.620	1	1
78	245	0.620	1	1
79	254	0.617	1	1
80	115	0.616	1	1
81	226	0.616	1	1
82	72	0.616	1	1
83	212	0.615	1	1
84	109	0.614	1	1
85	117	0.613	1	1
86	25	0.611	1	1
87	35	0.608	1	1
88	70	0.605	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
89	242	0.604	1	1
90	50	0.604	1	1
91	257	0.603	1	1
92	186	0.603	1	1
93	34	0.602	1	1
94	76	0.601	1	1
95	113	0.600	1	1
96	155	0.600	1	1
97	93	0.598	1	1
98	161	0.597	1	1
99	64	0.597	1	1
100	58	0.594	1	1
101	23	0.594	1	1
102	21	0.594	1	1
103	209	0.592	1	1
104	59	0.591	1	1
105	52	0.591	1	1
106	65	0.591	1	1
107	106	0.589	1	1
108	202	0.588	1	1
109	61	0.585	1	1
110	147	0.585	1	1
111	190	0.585	1	1
112	83	0.585	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
113	247	0.585	1	1
114	196	0.584	1	1
115	92	0.583	1	1
116	53	0.583	1	1
117	69	0.580	1	1
118	37	0.580	1	1
119	118	0.579	1	1
120	78	0.579	1	1
121	31	0.578	1	1
122	239	0.577	1	1
123	191	0.577	1	1
124	154	0.574	1	1
125	179	0.574	1	1
126	143	0.570	1	1
127	42	0.569	1	1
128	164	0.569	1	1
129	66	0.569	1	1
130	160	0.569	1	1
131	101	0.567	1	1
132	15	0.567	1	1
133	84	0.566	1	1
134	67	0.566	1	1
135	39	0.564	1	1
136	193	0.563	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
137	80	0.562	1	1
138	81	0.562	1	1
139	4	0.559	1	1
140	27	0.558	1	1
141	135	0.558	1	1
142	18	0.558	1	1
143	259	0.558	1	1
144	86	0.558	1	1
145	107	0.557	1	1
146	127	0.555	1	1
147	16	0.555	1	1
148	96	0.555	1	1
149	57	0.554	1	1
150	110	0.554	1	1
151	240	0.554	1	1
152	100	0.554	1	1
153	175	0.553	1	1
154	41	0.552	1	1
155	104	0.552	1	1
156	177	0.552	1	1
157	40	0.550	1	1
158	167	0.549	1	1
159	243	0.548	1	1
160	10	0.547	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
161	49	0.547	1	1
162	250	0.547	1	1
163	171	0.545	1	1
164	217	0.544	1	1
165	260	0.541	1	1
166	188	0.540	1	1
167	198	0.540	1	1
168	1	0.537	1	1
169	63	0.536	1	1
170	33	0.534	1	1
171	256	0.534	1	1
172	8	0.532	1	1
173	159	0.532	1	1
174	185	0.531	1	1
175	43	0.530	1	1
176	123	0.530	1	1
177	165	0.528	1	1
178	13	0.527	1	1
179	7	0.525	1	1
180	158	0.523	1	1
181	44	0.522	1	1
182	119	0.522	1	1
183	55	0.522	1	1
184	132	0.522	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
185	182	0.520	1	1
186	201	0.520	1	1
187	168	0.520	1	1
188	87	0.518	1	1
189	237	0.517	1	1
190	141	0.517	1	1
191	241	0.516	1	1
192	235	0.506	1	1
193	236	0.506	1	1
194	122	0.505	1	1
195	140	0.504	1	1
196	71	0.499	1	1
197	218	0.499	1	1
198	192	0.498	1	1
199	68	0.496	1	1
200	17	0.494	1	1
201	200	0.488	1	1
202	138	0.488	1	1
203	178	0.484	1	1
204	238	0.481	1	1
205	128	0.480	1	1
206	89	0.477	1	1
207	233	0.474	1	1
208	82	0.472	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
209	181	0.466	1	1
210	5	0.466	1	1
211	194	0.466	1	1
212	234	0.466	1	1
213	3	0.466	1	1
214	56	0.465	1	1
215	227	0.464	1	1
216	125	0.462	1	1
217	24	0.459	1	1
218	32	0.458	1	1
219	232	0.456	1	1
220	126	0.456	1	1
221	203	0.454	1	1
222	224	0.453	1	1
223	112	0.452	1	1
224	120	0.451	1	1
225	184	0.451	1	1
226	222	0.450	1	1
227	176	0.447	1	1
228	213	0.446	1	1
229	230	0.445	1	1
230	220	0.443	1	1
231	231	0.440	1	1
232	183	0.440	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
233	221	0.438	1	1
234	46	0.438	1	1
235	223	0.437	1	1
236	228	0.434	1	1
237	45	0.426	1	1
238	214	0.425	1	1
239	229	0.425	1	1
240	139	0.409	1	1
241	216	0.407	1	1
242	219	0.404	1	1
243	38	0.402	1	1
244	149	0.397	1	1
245	180	0.394	1	1
246	105	0.382	1	1
247	47	0.380	1	1
248	156	0.367	1	1
249	215	0.361	1	1
250	85	0.360	1	1
251	30	0.354	1	1
252	150	0.353	1	1
253	204	0.351	1	1
254	48	0.326	1	1
255	2	0.317	1	1
256	98	0.313	1	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลำดับที่	U_ID	คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ย	วิธีการระบุกลุ่ม	
			DEA	TA
257	14	0.271	1	1
258	153	0.189	1	1
259	26	0.178	1	1
260	211	0.136	1	1

จากตารางที่ 23 ผลการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามแต่ละเทคนิค เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย คะแนนประสิทธิภาพเทียบเคียงกับการระบุหมายเลขกลุ่มของแต่ละวิธี พบว่า สถานศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยคะแนน ประสิทธิภาพสูงจะถูกระบุกลุ่มหมายเลข 2 เป็นลำดับแรก แสดงว่า กลุ่มหมายเลข 2 แสดงถึงกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ มากกว่ากลุ่มหมายเลข 1

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบความสอดคล้องตามวิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา

วิธีการ		DEA		รวม
		1	2	
TA	1	223	5	229
		(85.80)	(2.30)	(88.10)
	2	4	27	31
		(1.50)	(10.40)	(11.90)
รวม		227	33	260
		(87.30)	(12.70)	(100.00)
χ^2 = 175.835		*df* = 1	*sig*. 0.000	
ϕ = 0.822		*sig*. 0.000 ร้อยละของความสอดคล้อง = 96.20		

จากตารางที่ 24 ผลการทดสอบความสอดคล้องตามวิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา พบว่า วิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน (TA) มีความสอดคล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ วิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล (DEA) มีค่า χ^2 = 175.835, ϕ = 0.822, sig. 0.000 มีร้อยละของความสอดคล้อง = 96.20 และ *df* = 1

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธานเป็นการศึกษาตัวแบบปัจจัยองค์ประกอบหลัก การระบุกลุ่ม และความสอดคล้องระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และ การวัดอนุกรมวิธาน มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อหาตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา 2) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา 3) เพื่อระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน 4) เพื่อศึกษาความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ต้องประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จำนวน 265 แห่ง จากการรายงานผลการประเมินคุณภาพ ภายนอก สถานศึกษาที่ผู้ประเมินภายนอกรายงานต่อสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สถานศึกษา ระดับอุดมศึกษาที่รับการประเมินผ่านการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) เลือกตามสังกัด จำนวน 11 สังกัด ได้จำนวน 260 แห่ง ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และที่ไม่รับการประเมินการรับรองมาตรฐานการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จำนวน 5 แห่ง

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามวิธีวิเคราะห์ 2 กลุ่ม คือ 1) การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ เชิงโอบล้อมข้อมูล ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม DEAP 2.1 ประกอบด้วย 9 ตัวแปร แบ่งเป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 12-14 และด้านการพัฒนาและการประกันคุณภาพภายใน มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 15-18 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ. ปัจจัยผลผลิต (Output) กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน มี 11 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1-11 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ. 2) การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R ประกอบไปด้วย 9 ตัวแปร จากตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ซึ่งเป็นแบบรายงานที่ผู้ประเมิน ภายนอกรายงานต่อสถานศึกษา ประกอบไปด้วย 2 ตอน ได้แก่ 1) สภาพทั่วไปของสถานศึกษา ประกอบด้วย สังกัด สถานศึกษาที่ไม่รับการประเมิน สถานศึกษาที่รับการประเมิน ประเภท ระดับชั้นที่เปิดสอน จำนวนคณะ การปรับผล และผลการประเมิน 2) ผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกตัวแปรปัจจัยนำเข้า (Input) ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 12-14 และด้านการพัฒนาและการประกันคุณภาพภายใน มี 5 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 15-18 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ. กลุ่มที่สองปัจจัยผลผลิต (Output) หมายถึง กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน มี 11 ตัวบ่งชี้ คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1-11 ตามกรอบการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบสาม พ.ศ. 2554-2558 ของ สมศ. 2) และกลุ่มตัวแบบที่สาม ตัวแบบจากการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล มี 9 ตัวแบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ ดังนี้

กลุ่มแรก ได้แก่ ด้านการบริหารและการพัฒนาสถาบัน และด้านการพัฒนาและประกันคุณภาพ ภายใน มีผลการประเมินอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

กลุ่มที่สองปัจจัยผลผลิต ได้แก่ ด้านคุณภาพบัณฑิต ด้านงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม ด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม มีผลการประเมินอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

กลุ่มที่สาม ตัวแบบจากการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ทั้ง 9 ตัวแบบ มีลักษณะความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวก มีค่าสหพันธ์ระหว่าง 0.110 ถึง 0.961 ตัวแปรมีความสัมพันธ์มากพอสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ผลการคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์ คำนวณ คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยจากตัวแบบสมบูรณ์ [I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O8, O9, O10, O11] มีคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 0.961 จากนั้นพิจารณาคัดเลือก

ตัวแปร จากผลต่าง คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยน้อยสุดเมื่อตัดปัจจัยนี้ออก ได้ตัวแบบเต็ม [I3.I6.O3.O6] มีคะแนนประสิทธิภาพ เฉลี่ยเท่ากับ 0.568 ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถอธิบายประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากคะแนนการประเมินมาตรฐาน ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้าได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 12 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสภาสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 13 การปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 15 ผลประเมินการประกันคุณภาพภายในรับรองโดยต้นสังกัด ตัวบ่งชี้ที่ 16.1 ผลการบริหารสถาบันให้เกิดอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 17 ผลการพัฒนาตามจุดเน้น และจุดเด่นที่ส่งผลสะท้อนเป็นเอกลักษณ์ของสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 18.1 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 1 ภายในสถาบัน ตัวบ่งชี้ที่ 18.2 ผลการชี้นำ ป้องกัน หรือแก้ปัญหาของสังคมในประเด็นที่ 2 ภายนอกสถาบัน

ผลการวิเคราะห์ คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบปัจจัยนำเข้า และตัวแปรปัจจัยผลผลิต โดยคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ 9 ตัวแบบ และการจัดเรียงลำดับคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาสอดคล้องกับคะแนนประสิทธิภาพของตัวแบบเต็ม

2.2 องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ผลการวิเคราะห์จำนวนองค์ประกอบจากคะแนนประสิทธิภาพทั้ง 9 ตัวแบบ มีจำนวน 2 องค์ประกอบ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่ 1 วัดประสิทธิภาพโดยรวม I1.I6.O3.O6 ส่วนองค์ประกอบที่ 2 I3.I6.O3 อธิบายความแตกต่างระหว่างปัจจัยผลผลิต ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ ทั้งหมดที่สามารถอธิบายคะแนนประสิทธิภาพโดยส่วนรวมสถานศึกษา ส่วนใหญ่เด่นขององค์ประกอบที่ 2

2.3 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

2.3.1 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล คะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบของตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปรปัจจัยผลผลิต โดยมีคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาจากตัวแบบ นำมาจัดเรียงอันดับของสถานศึกษา ตามคะแนนประสิทธิภาพสูงสุดไปต่ำสุด พบว่า มีสถานศึกษาได้คะแนนประสิทธิภาพสูงสุด (0.844) และมีสถานศึกษาได้คะแนนประสิทธิภาพต่ำสุด (0.136) จากคะแนนประสิทธิภาพตัวแบบเต็ม [I3.I6.O3.O6] พบว่า มีคะแนนประสิทธิภาพเต็ม (1.000) จำนวน 6 แห่ง ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษา ที่อยู่ในลำดับแรก 1 แห่ง และยังสอดคล้องกับคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของสถานศึกษาในระดับรองลงมา แสดงว่า คะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยของ

สถานศึกษาสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษาได้ และสามารถระบุกลุ่มตามคะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษา โดยใช้เกณฑ์คะแนน ประสิทธิภาพเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 เป็นกลุ่มประสิทธิภาพ ซึ่งได้จำนวนสถานศึกษาในกลุ่มจำนวน 33 แห่ง และกลุ่มที่มีคะแนนต่ำกว่า 0.70 จำนวน 227 แห่ง

2.3.3 การระบุกลุ่มประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมพอดีของโมเดล ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรง ของตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน 3 วิธีการ ประกอบด้วยวิธีการ MAXEIG, L-Mode, และ MAMBAC จาก 9 ตัวแบบ การวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานของตัวแบบตามวิธีการประเมินความเหมาะสมของข้อมูลได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานได้แก่ ตัวแบบ Mo1 และตัวแบบ Mo4 ผลการประเมินความเหมาะสมของข้อมูลเป็นดังนี้ ความสัมพันธ์ภายในกลุ่มมีค่าไม่เกิน 0.300 ค่าความตรง ไม่น้อยกว่า 1.250 ค่า *CCFI* = 0.662, *GFI* = 1.000 ค่าความเบ้ของ Taxon มีลักษณะโค้งเบ้ซ้าย ค่าความเบ้ของ Complement มีลักษณะเบ้ซ้าย แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน ซึ่งสามารถตัดสินความเป็นอนุกรมวิธานได้ และนำไประบุกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบความสอดคล้อง

ผลการระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา จากการทดสอบความสอดคล้องสามารถระบุกลุ่มความเป็นหน่วยอนุกรมวิธานแยกออกจากความเป็นมิติ จากค่าเฉลี่ยตาม ตัวแบบเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าหน่วยอนุกรมวิธานจะระบุกลุ่มค่าเฉลี่ยมากไปน้อยจำนวน 5 แห่ง

2.4 ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลการระบุกลุ่มความมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน (TA) มีสอดคล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ วิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล (DEA) มีค่า χ^2 = 175.835, ϕ = 0.822, sig. = 0.000 มีร้อยละของความสอดคล้อง = 96.20 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพเทียบเคียงกับการระบุหมายเลขกลุ่มของแต่ละวิธี พบว่า สถานศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพสูงจะถูกระบุกลุ่มหมายเลข 2 เป็นลำดับแรก ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

จากคำถามการวิจัย 4 ประการ คือ 1) ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา มีปัจจัยใด 2) องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษามีกี่องค์ประกอบ และน้ำหนัก องค์ประกอบของแต่ละตัวแบบเป็นเท่าใด 3) การระบุกลุ่มด้วยเทคนิค

วิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน แต่ละ เทคนิควิธีจำแนกสถาบันมีหรือไม่มีประสิทธิภาพด้วยจำนวน และร้อยละ ของสถานศึกษาอย่างละเท่าใด และ 4) การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลและการวัดอนุกรมวิธานมีความสอดคล้องกันหรือไม่ มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย ดังนี้

1. ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากการประเมินคุณภาพภายนอก ด้วยคะแนนการประเมินแบบอิงเกณฑ์ ผลการวิจัยนี้ พบว่า การประเมินประสิทธิภาพของสถานศึกษาด้วยวิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล ตามเทคนิคตัวแบบ CCR เมื่อใช้ตัวแบบสมบูรณ์ [I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11] พบว่า มีคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยทุกสถานศึกษาน้อยกว่า 1 (0.961) แต่จะมีสถานศึกษาจำนวนหนึ่งมีคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 เมื่อเทียบเคียงกับผลการรับรองมาตรฐานของ สมศ. โดยพบว่า สถานศึกษาที่มีคะแนนประสิทธิภาพ เท่ากับ 1 ส่วนใหญ่จะได้รับรองมาตรฐานการศึกษา แต่จะมีสถานศึกษาบางแห่งที่มีคะแนนประสิทธิภาพใกล้หรือเท่ากับ 1 แต่ไม่ได้รับรองมาตรฐานการศึกษา ประเด็นนี้อาจกล่าวได้ว่า คะแนนประเมินแบบอิงเกณฑ์จากการประเมินคุณภาพภายนอก สามารถระบุประสิทธิภาพของสถานศึกษาได้ตรงกับผลการประเมินคุณภาพภายนอกเป็นส่วนใหญ่ โดยที่เกณฑ์การพิจารณาของ สมศ. ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินตนเองกับคะแนนอิงเกณฑ์มากำหนด ของ สมศ. > 3.51 จากคะแนนเต็ม 5 หรือ 0.70 การรับรองมาตรฐานการศึกษา ซึ่งแนวคิดการวางหลักเกณฑ์ คะแนนสูงจะระบุความเป็นอนุกรมวิธาน สอดคล้องกับสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพ การศึกษา (องค์การมหาชน), (2554, หน้า 58) การประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาพิจารณาให้การรับรองมาตรฐานการศึกษา โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาข้อมูลจากการประเมินตัวบ่งชี้ที่เชื่อมโยงไปสู่การรับรองมาตรฐานของสถานศึกษา ซึ่งตัวบ่งชี้แต่ละตัวจะมีคะแนน ต่ำสุด คือ 0 และสูงสุด คือ 5 ใช้ผลการประเมินของคะแนนกรรมการมาพิจารณารายตัวบ่งชี้ ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวบ่งชี้หรือในภาพรวม สามารถแปลความหมายของระดับคุณภาพเป็น 5 ระดับ คือ ค่าเฉลี่ย ของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 0.00-1.50 หรือ (0.00-0.30) ระดับคุณภาพต้องปรับปรุงเร่งด่วน ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 1.51-2.50 หรือ (0.31-0.50) ระดับคุณภาพปรับปรุง ค่าเฉลี่ย ของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 2.51-3.50 หรือ (0.51-0.70) ระดับคุณภาพ พอใช้ ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพตัวบ่งชี้ ระหว่าง 3.51-4.50 หรือ (0.71-0.90) ระดับคุณภาพดี ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพ ตัวบ่งชี้ ระหว่าง 4.51-5.00 หรือ (0.91-1) ระดับคุณภาพดีมาก

ผลการวิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพจากตัวแบบสมบูรณ์ เริ่มจากคำนวณคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาแต่ละแห่งจากตัวแบบสมบูรณ์ แล้วหาค่าเฉลี่ย (0.961) จากนั้น

พิจารณาตัดปัจจัยจากตัวแบบ จากค่าเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพที่ลดลงต่ำสุด และใช้ตัวแบบในการพิจารณาขั้นต่อไป ทำซ้ำจนจนกระทั่งได้ตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพลดลงเท่ากับหรือมากกว่า 0.30 จึงได้ตัวแบบเต็ม [I3.I6.O3.O6] เป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากคะแนนการประเมินมาตรฐาน ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ I6 ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ และตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ กล่าวได้ว่า ปัจจัยดังกล่าวสามารถอธิบายประสิทธิภาพ ของสถานศึกษา สามารถนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบท่ามีการจัดกลุ่ม ปัจจัยต่อไป

ผลการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธานของตัวแบบตามวิธีการประเมินความเหมาะสมของข้อมูล ได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ในการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน ได้แก่ ตัวแบบ Mo1 [I3.O3] และตัวแบบ Mo4 [I3.O6] ซึ่งบอกถึงคุณลักษณะของตัวแปรเดิมจากจากการจัดกลุ่มปัจจัยกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ หลัก และนำไประบุกลุ่มด้วยวิธีการทดสอดความสอดคล้อง มีค่า *CCFI* = 0.662 กล่าวได้ว่า คะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาที่มีคะแนนสูงจะระบุความเป็นอนุกรมวิธานสอดคล้องกับ Banker, Charnes, and Cooper (1984) ได้ปรับปรุงตัวแบบ CCR ไปเป็นตัวแบบ BCC ที่อยู่ในรูปโปรแกรมเชิงเส้น ผลลัพธ์ ที่ได้จากการคำนวณตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC สามารถแบ่งองค์การที่นำมาประเมินประสิทธิภาพออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) องค์การที่มีประสิทธิภาพ และ 2) องค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยที่องค์การที่มีประสิทธิภาพจะมีค่า $t = 1$ ส่วนองค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพจะมีค่า $t < 1$ ข้อจำกัด คือ ยังไม่สามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพได้ เนื่องจากมีค่า $t = 1$ เหมือนกันหมด และไม่สามารถระบุ ปัจจัยที่ส่งผล ต่อคะแนนประสิทธิภาพของวิธีการ DEA ได้มีผู้พยายามพัฒนาตัวแบบของวิธีการ DEA ให้แก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่ก็พบว่า เกิดปัญหาที่ทำให้ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นไม่เป็นที่นิยม เพราะการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ง่ายต่อการคำนวณตัวแบบ เพราะฉะนั้นจึงยังยึดกับตัวแบบ CCR และ BCC พร้อมกับหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว สิ่งหนึ่งที่ผู้พัฒนาแนวทางแก้ปัญหาได้ตระหนัก คือการคัดเลือก ตัวแปร ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตเพราะจะลดปัญหาดังกล่าวได้ จากประเด็นดังกล่าวข้างต้น จึงตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 ตัวแบบปัจจัยประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษามีปัจจัยใด

2. องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ผลการคำนวณคะแนนประสิทธิภาพตัวแบบที่เป็นไปได้ โดยการจัดกลุ่มปัจจัยได้ตัวแบบ 9 ตัวแบบ ซึ่งมีคะแนนประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 0.568 และคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาอยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.90 และเมื่อนำมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์พิจารณาของ สมศ. เป็นสองกลุ่ม จะแสดงถึงผลความเกี่ยวข้องของคะแนนประสิทธิภาพกับเกณฑ์การพิจารณารับรอง

มาตรฐานของ สมศ. ประเด็นนี้กล่าวได้ว่า แม้มีการจัดกลุ่มปัจจัยแล้วคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาเมื่อจัดเรียงลำดับแล้วสามารถ ที่จะระบุกลุ่มที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของ สมศ. ซึ่งสามารถอธิบายปัจจัยประสิทธิภาพที่ทำให้สถานศึกษามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับใด พบว่า ตัวแปรที่สามารถอธิบายประสิทธิภาพของสถานศึกษาจากคะแนนการประเมินตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ ตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ ทั้งหมด เมื่อพิจารณาองค์ประกอบหลักปัจจัยประสิทธิภาพ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ให้ค่าน้ำหนักของตัวแบบเต็ม Mo7 [I3.O3.O6] ซึ่งสะท้อนคุณลักษณะทุกมาตรฐานตามวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ในขณะที่องค์ประกอบที่ 2 ให้ค่าน้ำหนักของตัวแบบ Mo2 [I6.O3] สะท้อนปัจจัยนำเข้า ตัวบ่งชี้ที่ 16.2 ผลการพัฒนาพัฒนาบัณฑิตตามอัตลักษณ์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ สามารถระบุกลุ่มตัวแบบปัจจัยได้ สอดคล้องกับจิราภรณ์ แซ่ตั้ง และประสพชัย พสุนนท์ (2551) ประเมินประสิทธิภาพท่าอากาศยานไทย จำนวน 6 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2550 ด้วยวิธีการ DEA จากตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC โดยมีกรณีรวมปัจจัย พบว่า ในปี พ.ศ. 2549 มีท่าอากาศยาน 3 แห่ง มีประสิทธิภาพ และในปี พ.ศ. 2550 มีท่าอากาศยาน 4 แห่ง ที่มีประสิทธิภาพ

จากผลการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน เมื่อพิจารณาค่า Correlation ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในกลุ่มสูง พบว่า ตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นสูงกว่าภายในกลุ่มสูงที่เกิดจากตัวแบบ Mo1 [I3.O3] และ Mo4 [I3.O6] นำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้เพื่อจำแนกความเป็นหน่วยอนุกรมวิธาน หรือความเป็นมิติ ประเด็นนี้กล่าวได้ว่า คะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาที่เกิดจากตัวบ่งชี้ที่ 14 การพัฒนาคณาจารย์ ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผลงานของผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ และตัวบ่งชี้ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ นั่นหมายถึงวิธีการวัดอนุกรมวิธาน มีปัจจัยที่ต่างจากวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เนื่องจากวิธีการวัดอนุกรมวิธานจะสกัดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูง ออกจากชุดข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามวิธีการ ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักใช้ค่าความสัมพันธ์สูงระหว่างตัวในการจัดองค์ประกอบ แม้จะมีผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน แต่หากพิจารณาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลักที่ 2 และค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลักที่ 3 จากวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ที่ยังสะท้อนความหมายของตัวแปรเดิม ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการวัดอนุกรมวิธาน กล่าวคือ องค์ประกอบหลักที่ 2 อธิบายตัวแบบ Mo2 ในขณะที่วิธีการวัดอนุกรมวิธานหลักจากการประเมินความเหมาะสมของชุดข้อมูล ได้ชุดข้อมูลที่เหมาะสม คือ ตัวแบบ Mo1 และตัวแบบ Mo2 นอกจากนี้ผลการวิจัยส่วนนี้ยังสามารถอธิบายปัจจัยเด่นของแต่ละสถานศึกษาซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาจุดเด่นของ

แต่ละสถานศึกษา ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสถานศึกษานั้น โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลักของแต่ละสถานศึกษา จึงตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 องค์ประกอบหลักประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา มีกี่องค์ ประกอบ และน้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละตัวแบบเป็นเท่าใด

3. การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

ผลการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาด้วยวิธการที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย วิธีการ เชิงโอบล้อมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน พบว่า คะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษาเกี่ยวข้องกับการระบุกลุ่มแต่ละวิธีทำนองเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อคะแนนประสิทธิภาพของสถานศึกษาที่มีค่าสูง จะถูกระบุอยู่ในกลุ่มเดียวกันในทุกวิธี และระบุตรงกันเป็นส่วนใหญ่ โดยวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน สอดคล้องกับวิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของวิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

ประเด็นแรก ผลการระบุกลุ่มด้วยวิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล จากการพิจารณาคะแนนประสิทธิภาพของแต่ละสถานศึกษานำมาระบุกลุ่ม โดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เกณฑ์เทียบเคียงกับเกณฑ์ของ สมศ. ในการรับรองหรือไม่รับรองมาตรฐานคุณภาพ โดยกำหนดเกณฑ์ของคะแนนประสิทธิภาพ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ของคะแนนเต็ม 1 จึงระบุกลุ่มมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถระบุกลุ่มได้ตามแนวทางของวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล ด้วยการจัดเรียงลำดับประสิทธิภาพตามวิธีการ ความสำคัญอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์ตัดสินกลุ่มว่าควรใช้เกณฑ์ใดเหมาะสม ผู้วิจัยได้ทดลอง ทดสอบความสอดคล้องของผลการประเมินของ สมศ. กับวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล มีการระบุกลุ่มสอดคล้องกัน ($\chi^2 = 175.835$, $\phi = 0.822$, sig. = 0.000) จึงกล่าวได้ว่าการระบุกลุ่มดังกล่าวมีความเหมาะสมเมื่อใช้เกณฑ์ของ สมศ. เทียบเคียง

ประเด็นที่สอง ผลการระบุกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์การวัดอนุกรมวิธาน จากวิธีการทดสอบความสอดคล้อง พบว่า ตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบ มีความเป็นอนุกรมวิธานด้วยวิธีการ MAMBAC มีค่า *CCFI* = 0.662 ค่าการประมาณค่าความเป็นอนุกรมวิธาน $p = 0.239$ กล่าวได้ว่าข้อมูลสามารถระบุกลุ่มได้ตรงกลุ่มจากปัจจัยที่เกิดจากตัวแบบ จากการศึกษาของ Holm-Denoma (2007) ใช้วิธีการ MAMBAC ในการค้นหาความเป็นอนุกรมวิธานของ พฤติกรรมเคร่งครัดในการรับประทานอาหาร หลังจากสกัดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์สูงออกจากชุดข้อมูล

4. ความสอดคล้องของการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล และการวัดอนุกรมวิธาน

ผลการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน มีความสอดคล้องกับการระบุกลุ่มด้วยวิธีการเชิงโอบล้อมข้อมูล มีค่า $\chi^2 = 175.835$, $\phi = 0.822$, *sig.* = 0.000 กล่าวได้ว่า วิธีการวัดอนุกรมวิธานใช้ชุดข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกตัวแปรจากวิธีการเชิงโอบล้อม ข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวิธีการ จึงทำให้ผลที่ได้สอดคล้องกัน

ผลการวิจัยครั้งนี้ใช้ Tax prog package ในโปรแกรม R (Ruscio, Haslam &Ruscio, 2006) พบว่า วิธีการวัดอนุกรมวิธานมีความสามารถระบุกลุ่ม เพื่อแบ่งกลุ่มของวัตถุได้ตรงกับวัตถุประสงค์ของ การวิจัย ซึ่งความน่าเชื่อถือเกิดจากวิธีการที่กำหนดตั้งแต่การประเมินความเหมาะสมของข้อมูล การตรวจสอบ ความเหมาะสมพอดีของโมเดลการวิจัยกับโมเดลจำลองข้อมูล และการทดสอบความสอดคล้องเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ เทคนิควิธีการทดสอบความสอดคล้อง มี 3 วิธีที่น่าเชื่อถือของ Meehl (1999) ในขณะเดียวกันมีการทดลองการวิเคราะห์ชั้นคุณลักษณะแฝงจะประสบปัญหาที่มีความยากที่จะตัดสินว่าอยู่ภายใต้ความเป็นภาวะสันนิษฐานอย่างถูกต้องหรือไม่เป็นการยากที่จะแยกว่า เป็นโมเดลแบบจำแนกประเภท (Taxonic) จากกลุ่มเดียวที่เกี่ยวข้องกัน (Dimensional) ในทางตรงกันข้าม วิธีการวัดอนุกรมวิธานมีความสามารถที่จะแยกแยะความเป็นหน่วยอนุกรมวิธานออกจากความเป็นมิติ มีความเที่ยงและความตรงตามเงื่อนไขของการศึกษา และยังมีความสามารถในการแยกแยะได้มากกว่า วิธีการทางเลือกอื่น ๆ จึงสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือในการลงสรุปผลอ้างอิง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวัดอนุกรมวิธานยังสามารถทดสอบความสอดคล้องของตัวบ่งชี้ในแต่ละมาตรฐานทำให้มีความน่าเชื่อถือในการสรุปอ้างอิงต่อคุณภาพของสถานศึกษาที่ได้จากผลการประเมินคุณภาพภายนอก นอกจากนี้ ยังนำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประเมินประสิทธิภาพมาทำการจัดกลุ่มโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อจัดกลุ่มปัจจัยที่เชื่อว่าน่าจะมีผลบ่งชี้ต่อประสิทธิภาพเพื่อจัดกลุ่มสถานศึกษาตามความมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา มาตรฐานการศึกษา ที่มีผลต่อคะแนนประสิทธิภาพจากการประเมินมาตรฐานการศึกษา และการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พบประเด็นที่น่าสนใจสำหรับเป็นข้อเสนอแนะเชิงการปฏิบัติและการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะเชิงการปฏิบัติและการนำผลวิจัยไปใช้

1. การวัดอนุกรมวิธานช่วยให้ผู้บริหารระดับต่าง ๆ ตัดสินใจเรื่องการวางนโยบายและระดับปฏิบัติการว่า องค์การควรจะจัดสรรทรัพยากรในองค์การอย่างไรให้เหมาะสม และผลที่ได้

จากการวิเคราะห์ ยังบอกด้วยว่า เมื่อเทียบเคียงกับองค์การที่มีประสิทธิภาพแล้ว องค์การที่ไม่มีประสิทธิภาพ ควรจะไปลดปัจจัยการผลิตตัวใดเท่าใด หรือควรเพิ่มผลผลิตที่ตัวใดเท่าใด ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2. การวัดอนุกรมวิธานช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับอันจะสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่ผ่านมาว่าบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้เพียงใด รวมทั้งมีจุดอ่อนหรือปัญหาในเรื่องใดบ้าง ที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การวางแผนและการดำเนินงานระยะต่อไปบรรลุเป้าหมายอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ เช่น สมศ. ใช้สารสนเทศไปพัฒนาตัวบ่งชี้ หรือเกณฑ์การพิจารณามาตรฐาน และพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยง และตรง และการแปลผลของข้อมูลจากการประเมิน

3. การวัดอนุกรมวิธานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับองค์การภาครัฐ และเอกชน ซึ่งบุคลากรสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงด้วยตนเอง โดยปรับรายละเอียดให้ตรงกับความต้องการขององค์การ เช่น การกำหนดตัวบ่งชี้ หรือกำหนดเกณฑ์การตัดสินต่าง ๆ หรือการเลือกวิธีประเมินความเหมาะสมของชุดข้อมูล เป็นต้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษากับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการจำแนกประเภทในบริบทอื่น ๆ เช่น วัดจากความสามารถขององค์การต่อความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้อง และวัดจากค่านิยมของสมาชิกในองค์การ

2. ควรศึกษาเชิงพัฒนาการของประสิทธิภาพสถานศึกษาเมื่อช่วงเวลาผ่านไป เพื่อเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของสถานศึกษาและความเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของสถานศึกษา เช่น การเปรียบเทียบผลการประกันคุณภาพในแต่ละรอบการประเมินคุณภาพภายนอก

3. ควรศึกษาเชิงพัฒนาการของประสิทธิภาพสถานศึกษาเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพและการทำงานที่ไม่ดีเพียงพอหรือขาดแคลน โดยทำการประเมินประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันและจัดลำดับความสำคัญของประสิทธิภาพที่ต้องการให้มีขึ้นมา เพราะการพัฒนาประสิทธิภาพของคนจะช่วย ลดช่องว่างต่าง ๆ ลงได้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2538). *แนวทางการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2539-2560*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนงาน กระทรวงศึกษาธิการ.

กันตยา เพิ่มผล. (2548). *ประสิทธิภาพในการทำงาน: การพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์เอกสารและตำรา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร*. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

จรินทร์ เทศวนิช. (2538). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. *การบริหารทรัพยากรทางการศึกษา หน่วยที่ 1-7* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จิตติยา เสรีวัฒน์. (2550). *การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมระหว่างประเทศไทย และนิวซีแลนด์โดยใช้แบบจำลอง DEA: กรณีศึกษาในจังหวัดขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จิราภรณ์ แช่ตั้ง และประสพชัย พสุนนท์. (2551). *การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานท่าอากาศยานไทยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2550*. เข้าถึงได้จาก http://www.ucsh.su.ac.th/presentpaper/gl.htm

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์มหาชน).

ณัฐพล ชวลิตชีวิน และปราโมทย์ ศุภปิญญา. (2545). *เทคนิคการวัดผลงานสมัยใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อินฟอร์มีเดีย บุ๊คส์.

ดารุณี สังสีราช. (2557). *การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคในการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดสกลนคร โดยวิธี Data envelopment analysis (DEA)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิติพงษ์ ส่งศรีโรจน์ และจารึก สิงหปรีชา. (2549). วิธีการวัดและข้อจำกัดของวิธีการวัดประสิทธิภาพ. *วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, *13*(2), 79.

ประสพชัย พสุนนท์. (2548). การประเมินประสิทธิภาพองค์กร. *วารสารบริหารธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, *28*(108), 34.

ประสพชัย พสุนนท์. (2550). การประเมินประสิทธิภาพองค์กรด้วยวิธีการ DEA: ตัวแบบ RCCR และการคำนวณด้วย Excel. *วารสารบริหารธุรกิจ*, *30*(113), 26.

ประสพชัย พสุนนท์. (2551 ก). การประเมินประสิทธิภาพองค์กรด้วยวิธีการ DEA: การเรียงลำดับประสิทธิภาพของตัวแบบ CCR และตัวแบบ BCC. *วารสารบริหารธุรกิจ*, *30*(120), 30-42.

ประสพชัย พสุนนท์. (2551 ข). วิธีคัดเลือกตัวแปรสำหรับการประเมินประสิทธิภาพองค์กรด้วยวิธีการ Data envelopment analysis. *วารสารพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, *3*(118), 27-37.

ประสพชัย พสุนนท์. (2551 ค). การจัดอันดับประสิทธิภาพของธนาคารไทย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*, *28*(4), 1.

ปัญญา ศิริโชติ. (2555). การระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล การวิเคราะห์กลุ่ม และการวัดอนุกรมวิธาน. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *23*(3), 204-217.

ปิยะนุช เงินคล้าย. (2547). แนวคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพการบริหารงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. *วารสารวิจัย*, 7(ฉบับพิเศษ), 44.

พัชรศรี แดงทองดี. (2549). *DEA: เครื่องมือวัดประสิทธิภาพชั้นเยี่ยม*. เข้าถึงได้จาก http://202.183.190.2/FTPiWebAdmin/ knw_Pworld/image_content/60/BusinsessResult60.doc

ไพรัตน์ วงษ์นาม. (ม.ป.ป.). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2542). *การวิเคราะห์พหุตัวแปร*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มนตรี พิริยะกุล. (2545). *การวิเคราะห์ทางสถิติของตัวแปรพหุ 2*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ. (2533). ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และความเป็นจรรมของนโยบาย. *วารสารพัฒนบริหารศาสตร์*, *30*(3), 1-38.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊ค.

วราภรณ์ บุญเจียม. (2547). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ผลการประเมินภายนอกเพื่อพัฒนาคุณภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน *บทสรุปงานวิจัยด้านการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สมศ. ปี 2545-2547* (หน้า 40-42). กรุงเทพฯ: จุดทอง.

วิจิตร ตันฑสุทธ, วันชัย วิจิตรวิช และศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2537). *การวิจัยดำเนินงาน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วิรัช สงวนวงศ์วาน. (2533). *องค์การและการจัดการ*. กรุงเทพฯ: แมสพับลิชชิ่ง.

ศุภชัย ยาวะประภาษ. (2537). *การวางนโยบาย โครงการ และการบริหารโครงการ*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สมคิด แก้วทิพย์ และกฤษดา ภักดี. (2556). *รายงานผลการวิจัยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือตอนบน*. เชียงใหม่: วิทยาลัยบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สมพงษ์ เกษมสิน. (2523). *การบริหาร*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สร้อยสรา ธรรมกร่าง. (2555). ภาวะผู้นำของผู้บริหารกับประสิทธิผลการบริหารโรงเรียนประถมศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี*, *6*(1), 75.

สลิลทิพย์ เหล่าไพโรจน์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี. (2551). การวัดประสิทธิภาพสำนักงานสาขาของการประปานครหลวงโดยใช้วิธี DEA. ใน *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ*, วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2551. กรุงเทพฯ: เครือข่ายร่วมด้านการวิจัยดำเนินงาน

สัญญา สัญญาวิวัฒน์. (2544). ทฤษฎีองค์กรประสิทธิภาพ. ใน *รวมบทความสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสังคมวิทยามานุษยวิทยา คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2554). *คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับอุดมศึกษา ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สมุทรปราการ: ออฟเซ็ท พลัส.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2539). *โครงการประกันคุณภาพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

สุนทรี โนนใหม่. (2554). *การศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการดำเนินงานของธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน)*. การศึกษาอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การจัดการ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภมาศ อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2552). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์:เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

หัชชา ศรีปลั่ง. (2550). *การวิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐานด้วย R-ICE*. สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.

อนุสรณ์ สิงหภักดี. (2533). การวิจัยดำเนินงานกับการบริหารธุรกิจ. *วารสารเศรษฐศาสตร์, 5*(6), 110-112.

อัครพงศ์ อั้นทอง. (2547). *คู่มือการใช้โปรแกรม DEAP 2.1 สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยวิธี Data envelopment analysis*. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อาฟีฟี ลาเต๊ะ, ประสพชัย พสุนนท์, สุดา ตระการเถลิงศักดิ และปราณี นิลกรณ์. (2550). การจัดกลุ่มห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาในเขตภาคใต้โดยวิธีองค์ประกอบหลักและการวิเคราะห์กลุ่ม. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, *27*(2), 160-170.

อุทัย หิรัญโต. (2526). *การปกครองท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Amau, R. C., Thomson, R. L., & Cook, C. (2001). Do different response formats change the latent structure of response? An empirical investigation using taxometric analysis. *Education and Psychological Measurement*, *61*, 23-44.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984*).* Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, *30*, 1078-1092.

Beauchaine, T. P., & Waters, E. (2003). Pseudotaxonicity in MAMBAC and MaxCQV analyses of rating scale data: Turning continua into classes by manipulating observer's expectations. *Psychological Methods*, *8*, 3-15.

Bennett, S., Myatt, M., Jolley, D., & Radalowicz, A. (2001). Data management for surveys & trials: A practical programming using epi data. Retrieved from http://www.gnu.rog/ copyleft/fdl.html

Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operations Research*, *52*(1), 1-15.

Brache. A. P. (2545). ประสิทธิภาพขององค์กร (เรียบเรียงจากหนังสือ How organizations work ของ Alan P. Brache). *กองบรรณาธิการเอ็มบีเอ* (*MBA*), *4*(44), 55-59.

Bradley, S. P., Hax, A. C., & Magnanti, T. L. (1977). *Applied mathematical programming*. Boston: Addison-Wesley

Bradford, D., Malt, R., & Oates, W. (1969). The rising cost of local public service: Some evidence and reflection. *National Tax Journal*, *22*, 185-202.

Budnich, F. P., Mojena, R., & Vollmen, T. E. (1977). *Principles of operational research for management.* Illinois: Richard D. Irwin.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research*, *2*, 429-444.

Coelli, T. J. (1996). A Guide to DEAP 2.1: *A data envelopment analysis (computer) program*. CEPA Working paper 96/ 08, Department of Economics, University of New Amidale.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and dea-solver softwar*e (2nd ed.). New York: Springer.

Correa, H. (1969). *Quantitative methods of planning, UNESCO*. Scranton, Pennsylvania: International Textbook.

Dalgaard, P. (2002*). Introductory statistics with R*. New York: Springer.

Dunteman, G. H. (1989). *Principal component analysis*: *Quantitative applications in the social science.* California: Sage.

Elmore, R. F. (1993). *Getting to scale with good educational Practice*. *Harvard Educational Review*, *66*(1), 3-5.

Elmore, P., & Plowman, E. G. (1953). *Business organization and management.* Homewood, Illinois: Richard D. Irwin.

Faraway, J. J. (2004). *Linear models with R.* Florida: Chapman & Hall.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal Society*, *1*(120), 253-290.

Fielding, A. H. (2007). *Cluster and classification techniques for the biosciences*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fox, J. (2010). *Rcmdr package*. Retrieved from http://www.r-project.rog; http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr

Franklin, C. L., Areonf, S. E., & Greene, R. L. (2002). A taxometric analysis of the MMP1-2 depression scales. *Journal of Personality Assessmen, 79*(1), 110-121.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Gordon, D. M. (1999). *The organization of work in social insect colonies*. Retrieved from http://csc.ucdavis.edu/~cmg/netdyn/Gordon-1.pdf

Gregory, R. J. (2007). *Psychological testing. history, principles, and application* (5th ed.). Boston: Pearson Education.

Grove, W. M. (2004). The MAXSLOPE taxometric procedure: Mathematical derivation, parameter estimation, consistency tests. *Psychological Reports, 95*, 517-550.

Guay, J., Ruscio, J., Hare, R., & Knight, R. A. (2007). A taxometric analysis of the latent structure of psychopathy: Evidence for dimensionality. *Journal of Abnormal Psychology*, *116*(4), 701-716.

Guzman, I., & Arcas, N. (2008). The usefulness of accounting information in the measurement of technical efficiency in agricultural cooperatives. *Annals of Public and Cooperative Economics*, *79*(1), 107-131.

Haslam, N. (1997). Evidence that male sexual orientation is a matter degree. *Journal of Personality and Social Psychology*, *73*(4), 862-870.

Holm-Denoma, J. M. (2007). The *latent structure of restrictive eating behaviors: Taxometric investigation and construct validation.* Doctoral dissertation, Department of Psychology, The Florida State University.

Hoy, W. K., & Miskel, C. G. (2005). *Education administration: Theory research and practice* (6th ed.). Singapore: McGraw-Hil.

Jitthavech , J., & Lorchirachoonkul, V. (2009). *A statistical procedure for variable selection in a DEA model*. in the 14th Asia Pacific DSI Conference, July 4-8, 2009, Shanghai, China.

Jolliffe, L T. (2010). *Principal component analysis* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.

Katz, D., & Kahn, R. (1978). *The social psychology of organization*. New York: John Willey & Son.

Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. New York: Wiley & Son.

Larry, W. H., & Miller, J. L. (1993). Fair pay for fair play: Estimating pay equity in professional baseball with data envelopment analysis. *The Academy of Management Journal*, *36*(4), 882-894.

Lewis, P. D. (2010). *R for medicine and biology*. Massachusette: Jones and Bartlett.

Li, X.B., & Reeves, G. R. (1999). A multiple criteria approach to data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, *115*, 507-517.

Maechler, M. (2010). *Cluster package*. Retrieved from hip://www.r-project.rog; http://127.0.0.1:20790/library/cluster/

Martinesz, Z, D., & Menendez, J. F. (2008*). DEA package*. Retrieved from http://www.r-project.rog; http://127.0.0.1:20790/library/DEA/

Mccutcheon, A. (1987). *Latent class analysis*. Beverly Hills: Sage.

Meehl, P. E. (1992). Factors and taxa, traits and types, differences of degree and differences in kind. *Journal of Personality*, *60*, 117-174.

Meehl, P. E. (1995). Bootstraps taxometries, solving the classification problem in psychopathology. *American Psychologist*, *50*, 266-275.

Meehl, P. E. (1999). Clarifications about taxometric method. *Applied & Preventive Psychology*. *8*, 165-174.

Meehl, A., Haslam, M., Ruscio, J. (2006). *Introduction to the taxometric method: A practical guide.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Pampel, F. (2000). *Logistic regression: A primer*. Thousand Oaks, California: Sage.

Powers, D. A., & Xia, Yu. (2000). *Statistical methods for categorical data analysis*. San Diego, California: Academic Press.

Quicke, D. L. J. (1993). *Principle and techniques of contemporary taxonomy*. London: Chapman & Hall.

Robbins, S. P. (1981). *Organization theory: The structure and design of organizations*. New Jersey: Prentice-Hall.

Robbins, S. P. (1993). *Organizational behavior: Concepts, controversies, and applications* (6^{th} ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Robbins, S. P., & DeCenzo, D. A. (1995). *Fundamentals management essential concepts and applications*. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Roisman, G. I., Fraley, R. C., & Belsky, J. (2006). *Taxometric study of the adult attachment interview*. Retrieved from http://www.segepub.com/

Romesburg, H. C. (2004). *Cluster analysis for research*. North Carolina: Lulu Press.

Ruscio, J. (2007). Taxometric analysis: An empirically-grounded approach to implementing the method. *Criminal Justice and Behavior*, *34*, 1588-1622.

Ruscio, J. (2010). *Taxprog package*. Retrieved from http://giifi.stat.ucla.edu

Ruscio, J., & Ruscio, A. M. (2004). A conceptual and methodological checklist for conducting a taxometric investigation. *Behavior Therapy*, *35*, 403-447.

Ruscio, J., Haslam, N., & Ruscio, A. M. (2006). *Introduction to the taxometric method: A practical guide.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Serrano, C. C., Mar, M. C., & Chaparro, G. F. (2002). Behind DEA efficiency in financial institutions. Retrieved from http://www.management.soton.ac.uk/ research/ Publications/documents/AF02-7.pdf.>

Simon, H. A. (1960). *Administrative behavior.* New York. The Mcmillan.

Sneath, P. H. A, & Sokal, R. R. (1973). *Numerical taxonomy*: *The principles and practice of numerical classification.* San Francisco: W. H. Freeman and Company.

Steers, R. M. (1977). *Organizational effectiveness: A behavioral view*. California: Good Year.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Verzani, J. (2005). *Using R for introductory statistics*. Florida: Chapman & Hall.

Wagner, J. M., & Shimshak, D. G. (2007). Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspective. *European Journal of Operations Research*, *180*, 57-67.

Waller, N. G., & Meehl, P. E. (1998). *Multivariate taxometric procedures: Distinguishing types from continua*. Thousand Oaks, California: Sage.

Walters, G. D. (2008). *Incremental validity of the psychopathy checklist facet scores: Predicting release outcome in six samples*. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18489215

Walters, G. D., Diamond, P. M., Magaletta, P. R., Geyer, M. D., & Duncan, S. A. (2007). Taxometric analysis of the antisocial features scale of the personality assessment inventory. *Federal Prison Inmates Assessment, 14*(4), 351-360.

Woodward, S. A., Lenzenweger, M. F., Kagan, J., Snidman, N., & Arcus, D. (2000). Taxonic structure of infant, reactivity: Evidence from a taxometric perspective. *Psychological Science*, *77*(4), 296-301.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- หนังสือออนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

00523
24 ม.ค. 2560
15.26

สมศ

ที่ มศ ๐๐๐๓/ ๕๕

๑๗ มกราคม ๒๕๖๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
000150
วันที่ 25 ม.ค. 2560
เวลา 11.00

เรื่อง อนุเคราะห์ข้อมูลผลประเมินคุณภาพภายนอก

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

อ้างถึง หนังสือมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ ศธ ๖๒๑๘/๐๕๘ ลงวันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง นางโสธิตภา เมืองศิริ นิสิตปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผล และสถิติการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขออนุเคราะห์ข้อมูล ผลประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม ของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลผลประเมินคุณภาพภายนอกจากระบบฐานข้อมูล และจัดส่งข้อมูลทาง E-mail : wan๒๗๐๙๐๙ja@gmail.com ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องใช้ข้อมูลผลประเมินเพื่อวัตถุประสงค์ตามที่แจ้งมาเท่านั้น และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อสถานศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

พลเรือตรี วัชระ การุณยวนิช

(วัชระ การุณยวนิช)
รองผู้อำนวยการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา
(องค์การมหาชน)

๒๗ ม.ค. ๖๐ เวลา ๒๐:๒๗:๓๖ Non-PKI Server Sign
Signature Code : MABDA-EUAMA-AzADk-ANQA๔

เสนอ คณะศึกษาศาสตร์
๒๔ ม.ค. ๖๐

ภารกิจเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
โทร. ๐ ๒๒๑๖ ๓๙๕๕ ต่อ ๑๗๑ (ณัฏฐภัทร์)
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : nattapat@onesqa.or.th

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตจากตัวแบบสมบูรณ์

Mo10		**O3**		**O6**		***I3***		***I6***	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	***firm***	***te***	***firm***	***te***
1	0.790	1	0.435	1	0.757	1	0.708	1	0.356
2	0.418	2	0.418	2	0.040	2	0.708	2	0.380
3	0.890	3	0.068	3	0.890	3	0.829	3	0.288
4	0.812	4	0.420	4	0.778	4	0.685	4	0.487
5	0.626	5	0.403	5	0.585	5	0.506	5	0.450
6	0.852	6	0.503	6	0.803	6	0.693	6	0.613
7	0.719	7	0.526	7	0.645	7	0.597	7	0.423
8	0.661	8	0.597	8	0.549	8	0.597	8	0.502
9	0.886	9	0.738	9	0.800	9	0.690	9	0.697
10	0.858	10	0.222	10	0.853	10	0.730	10	0.585
11	0.832	11	0.775	11	0.628	11	0.532	11	0.772
12	0.914	12	0.525	12	0.840	12	0.708	12	0.826
13	0.769	13	0.415	13	0.737	13	0.666	13	0.398
14	0.296	14	0.215	14	0.272	14	0.666	14	0.214
15	0.825	15	0.366	15	0.798	15	0.688	15	0.565
16	0.825	16	0.309	16	0.805	16	0.688	16	0.594
17	0.436	17	0.436	17	0.805	17	0.688	17	0.291
18	0.810	18	0.354	18	0.783	18	0.674	18	0.562
19	0.999	19	0.574	19	0.887	19	0.741	19	0.968
20	0.841	20	0.585	20	0.779	20	0.741	20	0.705
21	0.781	21	0.560	21	0.721	21	0.622	21	0.585
22	0.866	22	0.739	22	0.770	22	0.661	22	0.709
23	0.812	23	0.502	23	0.762	23	0.659	23	0.575
24	0.577	24	0.538	24	0.436	24	0.373	24	0.512
25	0.789	25	0.744	25	0.584	25	0.507	25	0.665
26	0.228	26	0.205	26	0.193	26	0.174	26	0.169

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
27	0.828	27	0.419	27	0.799	27	0.719	27	0.430
28	0.871	28	0.718	28	0.788	28	0.680	28	0.675
29	0.873	29	0.671	29	0.798	29	0.686	29	0.684
30	0.401	30	0.388	30	0.269	30	0.686	30	0.345
31	0.894	31	0.333	31	0.880	31	0.773	31	0.511
32	0.695	32	0.164	32	0.694	32	0.773	32	0.466
33	0.762	33	0.458	33	0.719	33	0.649	33	0.408
34	0.826	34	0.560	34	0.766	34	0.683	34	0.487
35	0.909	35	0.397	35	0.882	35	0.769	35	0.565
36	0.809	36	0.621	36	0.731	36	0.624	36	0.679
37	0.718	37	0.664	37	0.497	37	0.413	37	0.718
38	0.504	38	0.483	38	0.352	38	0.300	38	0.463
39	0.788	39	0.483	39	0.788	39	0.706	39	0.312
40	0.776	40	0.412	40	0.741	40	0.706	40	0.491
41	0.762	41	0.412	41	0.762	41	0.654	41	0.456
42	0.863	42	0.230	42	0.852	42	0.719	42	0.685
43	0.782	43	0.419	43	0.753	43	0.709	43	0.340
44	0.761	44	0.407	44	0.729	44	0.664	44	0.381
45	0.779	45	0.102	45	0.779	45	0.721	45	0.274
46	0.770	46	0.154	46	0.770	46	0.731	46	0.255
47	0.200	47	0.200	47	0.770	47	0.731	47	0.178
48	0.429	48	0.412	48	0.302	48	0.283	48	0.324
49	0.771	49	0.351	49	0.742	49	0.633	49	0.590
50	0.797	50	0.586	50	0.731	50	0.642	50	0.525
51	0.918	51	0.747	51	0.818	51	0.699	51	0.766
52	0.836	52	0.474	52	0.793	52	0.696	52	0.523

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
53	0.876	53	0.278	53	0.860	53	0.696	53	0.669
54	0.986	54	0.866	54	0.826	54	0.701	54	0.866
55	0.746	55	0.449	55	0.704	55	0.636	55	0.399
56	0.783	56	0.783	56	0.102	56	0.088	56	0.726
57	0.809	57	0.458	57	0.771	57	0.716	57	0.378
58	0.881	58	0.881	58	0.091	58	0.716	58	0.866
59	0.769	59	0.574	59	0.704	59	0.617	59	0.517
60	0.961	60	0.697	60	0.885	60	0.763	60	0.724
61	0.847	61	0.500	61	0.802	61	0.737	61	0.417
62	0.924	62	0.777	62	0.834	62	0.718	62	0.737
63	0.782	63	0.272	63	0.763	63	0.647	63	0.620
64	0.778	64	0.593	64	0.707	64	0.624	64	0.523
65	0.796	65	0.552	65	0.736	65	0.654	65	0.484
66	0.825	66	0.465	66	0.787	66	0.732	66	0.383
67	0.786	67	0.505	67	0.734	67	0.662	67	0.432
68	0.700	68	0.700	68	0.268	68	0.226	68	0.688
69	0.860	69	0.374	69	0.835	69	0.726	69	0.541
70	0.850	70	0.433	70	0.811	70	0.694	70	0.644
71	0.367	71	0.367	71	0.811	71	0.694	71	0.352
72	0.897	72	0.522	72	0.851	72	0.785	72	0.433
73	0.877	73	0.763	73	0.748	73	0.637	73	0.753
74	0.847	74	0.530	74	0.794	74	0.681	74	0.647
75	0.850	75	0.850	75	0.794	75	0.681	75	0.839
76	0.895	76	0.434	76	0.866	76	0.775	76	0.477
77	0.897	77	0.512	77	0.849	77	0.775	77	0.631
78	0.843	78	0.470	78	0.804	78	0.732	78	0.426

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
79	0.840	79	0.641	79	0.766	79	0.670	79	0.583
80	0.764	80	0.522	80	0.707	80	0.630	80	0.455
81	0.764	81	0.522	81	0.707	81	0.630	81	0.455
82	0.815	82	0.102	82	0.815	82	0.704	82	0.468
83	0.888	83	0.349	83	0.867	83	0.704	83	0.577
84	0.843	84	0.337	84	0.820	84	0.706	84	0.576
85	0.446	85	0.446	85	0.127	85	0.706	85	0.439
86	0.683	86	0.678	86	0.414	86	0.706	86	0.602
87	0.722	87	0.456	87	0.673	87	0.706	87	0.373
88	0.903	88	0.778	88	0.787	88	0.673	88	0.757
89	0.344	89	0.344	89	0.787	89	0.673	89	0.307
90	0.982	90	0.865	90	0.815	90	0.691	90	0.870
91	0.870	91	0.481	91	0.824	91	0.698	91	0.741
92	0.868	92	0.465	92	0.836	92	0.787	92	0.378
93	0.910	93	0.316	93	0.894	93	0.771	93	0.598
94	0.902	94	0.773	94	0.805	94	0.771	94	0.724
95	1.000	95	1.000	95	0.602	95	0.507	95	1.000
96	0.773	96	0.497	96	0.722	96	0.651	96	0.425
97	1.000	97	0.848	97	0.901	97	0.775	97	0.808
98	0.398	98	0.349	98	0.347	98	0.310	98	0.294
99	0.845	99	0.697	99	0.766	99	0.658	99	0.682
100	0.770	100	0.504	100	0.718	100	0.645	100	0.433
101	0.809	101	0.278	101	0.788	101	0.661	101	0.726
102	0.902	102	0.614	102	0.816	102	0.661	102	0.789
103	0.838	103	0.557	103	0.780	103	0.667	103	0.672
104	0.840	104	0.389	104	0.824	104	0.771	104	0.361

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
105	0.441	105	0.440	105	0.247	105	0.771	105	0.352
106	0.827	106	0.520	106	0.775	106	0.703	106	0.441
107	0.807	107	0.470	107	0.765	107	0.706	107	0.390
108	0.909	108	0.821	108	0.723	108	0.706	108	0.822
109	0.886	109	0.886	109	0.374	109	0.319	109	0.839
110	0.794	110	0.461	110	0.753	110	0.677	110	0.431
111	0.830	111	0.665	111	0.753	111	0.645	111	0.680
112	0.630	112	0.369	112	0.596	112	0.521	112	0.407
113	0.764	113	0.652	113	0.677	113	0.596	113	0.572
114	0.791	114	0.686	114	0.690	114	0.596	114	0.644
115	0.805	115	0.544	115	0.748	115	0.642	115	0.624
116	0.984	116	0.870	116	0.812	116	0.688	116	0.880
117	0.829	117	0.480	117	0.783	117	0.666	117	0.670
118	0.772	118	0.772	118	0.445	118	0.383	118	0.707
119	0.732	119	0.461	119	0.686	119	0.621	119	0.392
120	0.620	120	0.419	120	0.574	120	0.514	120	0.362
121	0.881	121	0.721	121	0.798	121	0.690	121	0.675
122	0.766	122	0.344	122	0.750	122	0.683	122	0.366
123	0.764	123	0.451	123	0.724	123	0.665	123	0.376
124	0.825	124	0.666	124	0.748	124	0.648	124	0.620
125	0.609	125	0.327	125	0.579	125	0.648	125	0.488
126	0.583	126	0.428	126	0.536	126	0.462	126	0.443
127	0.770	127	0.502	127	0.717	127	0.645	127	0.431
128	0.798	128	0.798	128	0.094	128	0.079	128	0.780
129	0.919	129	0.818	129	0.749	129	0.633	129	0.836
130	0.866	130	0.617	130	0.798	130	0.703	130	0.559

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
131	0.911	131	0.773	131	0.789	131	0.703	131	0.776
132	0.719	132	0.474	132	0.669	132	0.600	132	0.409
133	0.822	133	0.818	133	0.497	133	0.423	133	0.783
134	0.827	134	0.663	134	0.751	134	0.649	134	0.631
135	0.786	135	0.498	135	0.735	135	0.665	135	0.424
136	0.928	136	0.828	136	0.753	136	0.636	136	0.848
137	0.942	137	0.942	137	0.753	137	0.636	137	0.942
138	0.607	138	0.553	138	0.480	138	0.410	138	0.530
139	0.703	139	0.142	139	0.703	139	0.632	139	0.313
140	0.727	140	0.426	140	0.689	140	0.634	140	0.354
141	0.762	141	0.762	141	0.151	141	0.634	141	0.677
142	0.834	142	0.602	142	0.763	142	0.649	142	0.705
143	0.807	143	0.494	143	0.760	143	0.693	143	0.416
144	0.777	144	0.777	144	0.760	144	0.693	144	0.777
145	0.935	145	0.787	145	0.844	145	0.726	145	0.747
146	0.847	146	0.622	146	0.778	146	0.672	146	0.635
147	0.742	147	0.733	147	0.464	147	0.392	147	0.732
148	0.875	148	0.517	148	0.825	148	0.709	148	0.645
149	0.633	149	0.633	149	0.159	149	0.138	149	0.567
150	0.541	150	0.541	150	0.159	150	0.138	150	0.519
151	0.931	151	0.799	151	0.797	151	0.679	151	0.801
152	0.869	152	0.567	152	0.810	152	0.728	152	0.487
153	0.247	153	0.240	153	0.162	153	0.139	153	0.226
154	0.829	154	0.487	154	0.785	154	0.723	154	0.405
155	0.904	155	0.343	155	0.883	155	0.761	155	0.603
156	0.637	156	0.046	156	0.637	156	0.544	156	0.405

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
157	1.000	157	0.072	157	1.000	157	0.829	157	1.000
158	0.743	158	0.454	158	0.700	158	0.638	158	0.382
159	0.758	159	0.466	159	0.713	159	0.649	159	0.393
160	0.798	160	0.494	160	0.750	160	0.682	160	0.417
161	0.833	161	0.534	161	0.779	161	0.703	161	0.457
162	0.885	162	0.669	162	0.802	162	0.683	162	0.744
163	0.897	163	0.763	163	0.745	163	0.630	163	0.809
164	0.823	164	0.484	164	0.780	164	0.718	164	0.403
165	0.617	165	0.530	165	0.542	165	0.718	165	0.509
166	0.878	166	0.559	166	0.822	166	0.743	166	0.476
167	0.715	167	0.380	167	0.679	167	0.743	167	0.620
168	0.729	168	0.460	168	0.683	168	0.619	168	0.391
169	0.857	169	0.857	169	0.683	169	0.619	169	0.857
170	0.947	170	0.820	170	0.816	170	0.696	170	0.804
171	0.749	171	0.494	171	0.697	171	0.625	171	0.426
172	0.949	172	0.823	172	0.816	172	0.696	172	0.808
173	0.971	173	0.904	173	0.730	173	0.696	173	0.924
174	0.962	174	0.826	174	0.845	174	0.723	174	0.800
175	0.837	175	0.353	175	0.819	175	0.725	175	0.464
176	0.759	176	0.165	176	0.759	176	0.680	176	0.347
177	0.759	177	0.508	177	0.705	177	0.630	177	0.440
178	0.748	178	0.319	178	0.742	178	0.699	178	0.307
179	0.848	179	0.441	179	0.815	179	0.739	179	0.430
180	0.730	180	0.066	180	0.730	180	0.739	180	0.252
181	0.750	181	0.241	181	0.750	181	0.679	181	0.348
182	0.727	182	0.374	182	0.696	182	0.679	182	0.458

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
183	0.639	183	0.307	183	0.617	183	0.544	183	0.373
184	0.641	184	0.369	184	0.608	184	0.544	184	0.347
185	0.779	185	0.400	185	0.747	185	0.544	185	0.476
186	0.832	186	0.532	186	0.778	186	0.694	186	0.483
187	0.840	187	0.615	187	0.771	187	0.674	187	0.573
188	0.785	188	0.410	188	0.753	188	0.674	188	0.431
189	1.000	189	0.964	189	0.762	189	0.637	189	1.000
190	0.771	190	0.553	190	0.709	190	0.626	190	0.491
191	0.821	191	0.497	191	0.774	191	0.708	191	0.417
192	0.721	192	0.362	192	0.692	192	0.610	192	0.428
193	0.787	193	0.467	193	0.743	193	0.654	193	0.489
194	0.645	194	0.443	194	0.592	194	0.540	194	0.368
195	0.868	195	0.617	195	0.800	195	0.708	195	0.545
196	0.879	196	0.272	196	0.864	196	0.733	196	0.670
197	0.872	197	0.573	197	0.813	197	0.703	197	0.632
198	0.666	198	0.552	198	0.596	198	0.703	198	0.493
199	0.809	199	0.729	199	0.659	199	0.570	199	0.668
200	0.758	200	0.364	200	0.741	200	0.570	200	0.321
201	0.768	201	0.351	201	0.745	201	0.655	201	0.452
202	0.731	202	0.595	202	0.659	202	0.574	202	0.541
203	0.596	203	0.380	203	0.558	203	0.574	203	0.432
204	0.238	204	0.238	204	0.558	204	0.574	204	0.238
205	0.869	205	0.869	205	0.558	205	0.574	205	0.864
206	1.000	206	1.000	206	0.558	206	0.574	206	0.667
207	0.741	207	0.741	207	0.558	207	0.574	207	0.672
208	0.741	208	0.741	208	0.558	208	0.574	208	0.672

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
209	0.790	209	0.560	209	0.728	209	0.644	209	0.496
210	0.935	210	0.804	210	0.816	210	0.698	210	0.781
211	0.180	211	0.177	211	0.110	211	0.100	211	0.143
212	0.850	212	0.353	212	0.803	212	0.671	212	0.802
213	0.623	213	0.404	213	0.578	213	0.532	213	0.332
214	0.582	214	0.404	214	0.531	214	0.488	214	0.329
215	0.496	215	0.337	215	0.455	215	0.419	215	0.275
216	0.553	216	0.404	216	0.498	216	0.419	216	0.327
217	0.831	217	0.505	217	0.782	217	0.419	217	0.418
218	0.708	218	0.439	218	0.663	218	0.611	218	0.363
219	0.542	219	0.404	219	0.485	219	0.446	219	0.327
220	0.621	220	0.404	220	0.575	220	0.529	220	0.332
221	0.608	221	0.404	221	0.561	221	0.516	221	0.331
222	0.640	222	0.404	222	0.597	222	0.516	222	0.333
223	0.602	223	0.404	223	0.554	223	0.510	223	0.330
224	0.639	224	0.404	224	0.596	224	0.548	224	0.333
225	0.992	225	0.673	225	0.911	225	0.548	225	0.550
226	0.980	226	0.527	226	0.942	226	0.548	226	0.416
227	0.659	227	0.404	227	0.619	227	0.548	227	0.334
228	0.594	228	0.404	228	0.545	228	0.502	228	0.330
229	0.578	229	0.404	229	0.527	229	0.485	229	0.329
230	0.634	230	0.404	230	0.591	230	0.485	230	0.333
231	0.643	231	0.383	231	0.608	231	0.485	231	0.318
232	0.664	232	0.404	232	0.625	232	0.485	232	0.334
233	0.688	233	0.404	233	0.688	233	0.485	233	0.293
234	0.684	234	0.364	234	0.657	234	0.600	234	0.337

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10		O3		O6		I3		I6	
firm	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**	**firm**	**te**
235	0.804	235	0.300	235	0.804	235	0.750	235	0.331
236	0.709	236	0.450	236	0.664	236	0.600	236	0.384
237	0.713	237	0.461	237	0.666	237	0.600	237	0.394
238	0.602	238	0.483	238	0.536	238	0.600	238	0.409
239	0.842	239	0.470	239	0.805	239	0.750	239	0.385
240	0.799	240	0.470	240	0.799	240	0.750	240	0.236
241	0.803	241	0.330	241	0.800	241	0.750	241	0.333
242	0.884	242	0.516	242	0.832	242	0.806	242	0.401
243	0.809	243	0.449	243	0.774	243	0.727	243	0.364
244	0.968	244	0.534	244	0.925	244	0.727	244	0.424
245	0.940	245	0.453	245	0.925	245	0.902	245	0.358
246	0.959	246	0.464	246	0.942	246	0.902	246	0.360
247	0.774	247	0.518	247	0.714	247	0.902	247	0.427
248	0.925	248	0.496	248	0.889	248	0.868	248	0.386
249	0.965	249	0.519	249	0.927	249	0.868	249	0.408
250	0.707	250	0.459	250	0.659	250	0.868	250	0.466
251	0.818	251	0.818	251	0.659	251	0.868	251	0.783
252	0.893	252	0.588	252	0.831	252	0.746	252	0.506
253	0.778	253	0.778	253	0.831	253	0.746	253	0.736
254	0.758	254	0.484	254	0.709	254	0.746	254	0.487
255	0.834	255	0.549	255	0.778	255	0.664	255	0.676
256	0.742	256	0.428	256	0.702	256	0.613	256	0.478
257	0.809	257	0.573	257	0.745	257	0.659	257	0.506
258	1.000	258	0.447	258	1.000	258	1.000	258	0.348
259	0.781	259	0.423	259	0.749	259	1.000	259	0.339

ตารางที่ 25 (ต่อ)

Mo10	O3	O6	I3	I6
firm te	**firm te**	**firm te**	**firm te**	**firm te**
260 0.637	260 0.486	260 0.575	260 1.000	260 0.415
mean 0.771	mean 0.512	mean 0.695	mean 0.641	mean 0.523
0.771	0.512	0.695	0.641	0.523
	0.259	0.076	0.130	0.248

ตารางที่ 26 ผลคะแนนประสิทธิภาพตามตัวแบบที่เป็นไปได้ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
1	0.229	1	0.708	1	0.757	1	0.343	1	0.514	1	0.435	1	0.356	1	0.708	1	0.790
2	0.022	2	0.035	2	0.040	2	0.380	2	0.457	2	0.418	2	0.380	2	0.708	2	0.418
3	0.275	3	0.829	3	0.890	3	0.054	3	0.081	3	0.068	3	0.288	3	0.829	3	0.890
4	0.356	4	0.685	4	0.778	4	0.362	4	0.453	4	0.420	4	0.487	4	0.685	4	0.812
5	0.318	5	0.506	5	0.585	5	0.364	5	0.447	5	0.403	5	0.450	5	0.506	5	0.626
6	0.448	6	0.693	6	0.803	6	0.457	6	0.528	6	0.503	6	0.613	6	0.693	6	0.852
7	0.208	7	0.597	7	0.645	7	0.420	7	0.596	7	0.526	7	0.423	7	0.597	7	0.719
8	0.227	8	0.489	8	0.549	8	0.502	8	0.673	8	0.597	8	0.502	8	0.597	8	0.661
9	0.448	9	0.690	9	0.800	9	0.672	9	0.755	9	0.738	9	0.697	9	0.690	9	0.886
10	0.519	10	0.730	10	0.853	10	0.207	10	0.228	10	0.222	10	0.585	10	0.730	10	0.858
11	0.436	11	0.532	11	0.628	11	0.755	11	0.777	11	0.775	11	0.772	11	0.532	11	0.832
12	0.639	12	0.708	12	0.840	12	0.525	12	0.525	12	0.525	12	0.826	12	0.708	12	0.914
13	0.273	13	0.666	13	0.737	13	0.341	13	0.483	13	0.415	13	0.398	13	0.666	13	0.769
14	0.143	14	0.236	14	0.272	14	0.193	14	0.215	14	0.215	14	0.214	14	0.666	14	0.296
15	0.448	15	0.688	15	0.798	15	0.333	15	0.401	15	0.366	15	0.565	15	0.688	15	0.825
16	0.495	16	0.688	16	0.805	16	0.290	16	0.310	16	0.309	16	0.594	16	0.688	16	0.825
17	0.495	17	0.688	17	0.805	17	0.291	17	0.324	17	0.436	17	0.291	17	0.688	17	0.436
18	0.448	18	0.674	18	0.783	18	0.324	18	0.403	18	0.354	18	0.562	18	0.674	18	0.810
19	0.766	19	0.741	19	0.887	19	0.574	19	0.574	19	0.574	19	0.968	19	0.741	19	0.999
20	0.502	20	0.664	20	0.779	20	0.556	20	0.604	20	0.585	20	0.705	20	0.741	20	0.841
21	0.398	21	0.622	21	0.721	21	0.508	21	0.558	21	0.560	21	0.585	21	0.622	21	0.781
22	0.456	22	0.661	22	0.770	22	0.684	22	0.778	22	0.739	22	0.709	22	0.661	22	0.866
23	0.411	23	0.659	23	0.762	23	0.452	23	0.527	23	0.502	23	0.575	23	0.659	23	0.812
24	0.270	24	0.373	24	0.436	24	0.505	24	0.556	24	0.538	24	0.512	24	0.373	24	0.577
25	0.305	25	0.507	25	0.584	25	0.664	25	0.749	25	0.744	25	0.665	25	0.507	25	0.789
26	0.073	26	0.174	26	0.193	26	0.169	26	0.234	26	0.205	26	0.169	26	0.174	26	0.228
27	0.304	27	0.719	27	0.799	27	0.346	27	0.477	27	0.419	27	0.430	27	0.719	27	0.828
28	0.434	28	0.680	28	0.788	28	0.651	28	0.728	28	0.718	28	0.675	28	0.680	28	0.871
29	0.458	29	0.686	29	0.798	29	0.615	29	0.683	29	0.671	29	0.684	29	0.686	29	0.873
30	0.138	30	0.234	30	0.269	30	0.345	30	0.389	30	0.388	30	0.345	30	0.686	30	0.401

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
31	0.411	31	0.773	31	0.880	31	0.288	31	0.354	31	0.333	31	0.511	31	0.773	31	0.894
32	0.418	32	0.594	32	0.694	32	0.153	32	0.169	32	0.164	32	0.466	32	0.773	32	0.695
33	0.269	33	0.649	33	0.719	33	0.377	33	0.532	33	0.458	33	0.408	33	0.649	33	0.762
34	0.313	34	0.683	34	0.766	34	0.470	34	0.637	34	0.560	34	0.487	34	0.683	34	0.826
35	0.441	35	0.769	35	0.882	35	0.350	35	0.400	35	0.397	35	0.565	35	0.769	35	0.909
36	0.464	36	0.624	36	0.731	36	0.587	36	0.656	36	0.621	36	0.679	36	0.624	36	0.809
37	0.473	37	0.413	37	0.497	37	0.664	37	0.664	37	0.664	37	0.718	37	0.413	37	0.718
38	0.228	38	0.300	38	0.352	38	0.459	38	0.536	38	0.483	38	0.463	38	0.300	38	0.504
39	0.312	39	0.706	39	0.788	39	0.459	39	0.536	39	0.483	39	0.312	39	0.706	39	0.788
40	0.361	40	0.648	40	0.741	40	0.361	40	0.459	40	0.412	40	0.491	40	0.706	40	0.776
41	0.456	41	0.654	41	0.762	41	0.361	41	0.459	41	0.412	41	0.456	41	0.654	41	0.762
42	0.614	42	0.719	42	0.852	42	0.226	42	0.230	42	0.230	42	0.685	42	0.719	42	0.863
43	0.219	43	0.709	43	0.753	43	0.328	43	0.529	43	0.419	43	0.340	43	0.709	43	0.782
44	0.260	44	0.664	44	0.729	44	0.331	44	0.508	44	0.407	44	0.381	44	0.664	44	0.761
45	0.249	45	0.721	45	0.779	45	0.082	45	0.127	45	0.102	45	0.274	45	0.721	45	0.779
46	0.215	46	0.731	46	0.770	46	0.120	46	0.198	46	0.154	46	0.255	46	0.731	46	0.770
47	0.215	47	0.731	47	0.770	47	0.178	47	0.224	47	0.200	47	0.178	47	0.731	47	0.200
48	0.090	48	0.283	48	0.302	48	0.324	48	0.490	48	0.412	48	0.324	48	0.283	48	0.429
49	0.474	49	0.633	49	0.742	49	0.333	49	0.404	49	0.351	49	0.590	49	0.633	49	0.771
50	0.337	50	0.642	50	0.731	50	0.506	50	0.675	50	0.586	50	0.525	50	0.642	50	0.797
51	0.507	51	0.699	51	0.818	51	0.701	51	0.812	51	0.747	51	0.766	51	0.699	51	0.918
52	0.374	52	0.696	52	0.793	52	0.411	52	0.522	52	0.474	52	0.523	52	0.696	52	0.836
53	0.581	53	0.730	53	0.860	53	0.268	53	0.304	53	0.278	53	0.669	53	0.696	53	0.876
54	0.557	54	0.701	54	0.826	54	0.835	54	0.844	54	0.866	54	0.866	54	0.701	54	0.986
55	0.263	55	0.636	55	0.704	55	0.369	55	0.508	55	0.449	55	0.399	55	0.636	55	0.746
56	0.061	56	0.088	56	0.102	56	0.726	56	0.845	56	0.783	56	0.726	56	0.088	56	0.783
57	0.243	57	0.716	57	0.771	57	0.364	57	0.544	57	0.458	57	0.378	57	0.716	57	0.809
58	0.065	58	0.077	58	0.091	58	0.866	58	0.918	58	0.881	58	0.866	58	0.716	58	0.881
59	0.332	59	0.617	59	0.704	59	0.498	59	0.708	59	0.574	59	0.517	59	0.617	59	0.769
60	0.491	60	0.763	60	0.885	60	0.633	60	0.719	60	0.697	60	0.724	60	0.763	60	0.961

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
61	0.268	61	0.737	61	0.802	61	0.402	61	0.564	61	0.500	61	0.417	61	0.737	61	0.847
62	0.474	62	0.718	62	0.834	62	0.711	62	0.880	62	0.777	62	0.737	62	0.718	62	0.924
63	0.532	63	0.647	63	0.763	63	0.265	63	0.304	63	0.272	63	0.620	63	0.647	63	0.782
64	0.316	64	0.624	64	0.707	64	0.508	64	0.710	64	0.593	64	0.523	64	0.624	64	0.778
65	0.311	65	0.654	65	0.736	65	0.467	65	0.674	65	0.552	65	0.484	65	0.654	65	0.796
66	0.246	66	0.732	66	0.787	66	0.369	66	0.590	66	0.465	66	0.383	66	0.732	66	0.825
67	0.278	67	0.662	67	0.734	67	0.416	67	0.624	67	0.505	67	0.432	67	0.662	67	0.786
68	0.190	68	0.226	68	0.268	68	0.688	68	0.793	68	0.700	68	0.688	68	0.226	68	0.700
69	0.424	69	0.726	69	0.835	69	0.332	69	0.408	69	0.374	69	0.541	69	0.726	69	0.860
70	0.501	70	0.694	70	0.811	70	0.406	70	0.426	70	0.433	70	0.644	70	0.694	70	0.850
71	0.501	71	0.694	71	0.811	71	0.352	71	0.362	71	0.367	71	0.352	71	0.694	71	0.367
72	0.278	72	0.785	72	0.851	72	0.418	72	0.584	72	0.522	72	0.433	72	0.785	72	0.897
73	0.484	73	0.637	73	0.748	73	0.726	73	0.815	73	0.763	73	0.753	73	0.637	73	0.877
74	0.470	74	0.681	74	0.794	74	0.491	74	0.534	74	0.530	74	0.647	74	0.681	74	0.847
75	0.470	75	0.681	75	0.794	75	0.839	75	0.961	75	0.850	75	0.839	75	0.681	75	0.850
76	0.346	76	0.775	76	0.866	76	0.362	76	0.485	76	0.434	76	0.477	76	0.775	76	0.895
77	0.464	77	0.733	77	0.849	77	0.463	77	0.526	77	0.512	77	0.631	77	0.775	77	0.897
78	0.285	78	0.732	78	0.804	78	0.382	78	0.540	78	0.470	78	0.426	78	0.732	78	0.843
79	0.375	79	0.670	79	0.766	79	0.563	79	0.787	79	0.641	79	0.583	79	0.670	79	0.840
80	0.293	80	0.630	80	0.707	80	0.439	80	0.629	80	0.522	80	0.455	80	0.630	80	0.764
81	0.293	81	0.630	81	0.707	81	0.439	81	0.629	81	0.522	81	0.455	81	0.630	81	0.764
82	0.444	82	0.704	82	0.815	82	0.092	82	0.109	82	0.102	82	0.468	82	0.704	82	0.815
83	0.468	83	0.750	83	0.867	83	0.314	83	0.352	83	0.349	83	0.577	83	0.704	83	0.888
84	0.470	84	0.706	84	0.820	84	0.309	84	0.341	84	0.337	84	0.576	84	0.706	84	0.843
85	0.091	85	0.107	85	0.127	85	0.439	85	0.456	85	0.446	85	0.439	85	0.706	85	0.446
86	0.213	86	0.360	86	0.414	86	0.602	86	0.770	86	0.678	86	0.602	86	0.706	86	0.683
87	0.217	87	0.622	87	0.673	87	0.364	87	0.538	87	0.456	87	0.373	87	0.706	87	0.722
88	0.486	88	0.673	88	0.787	88	0.730	88	0.796	88	0.778	88	0.757	88	0.673	88	0.903
89	0.486	89	0.673	89	0.787	89	0.307	89	0.381	89	0.344	89	0.307	89	0.673	89	0.344
90	0.560	90	0.691	90	0.815	90	0.839	90	0.941	90	0.865	90	0.870	90	0.691	90	0.982

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1	Mo2	Mo3	Mo4	Mo5	Mo6	Mo7	Mo8	Mo9
firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te
91 0.574	91 0.698	91 0.824	91 0.469	91 0.495	91 0.481	91 0.741	91 0.698	91 0.870
92 0.243	92 0.787	92 0.836	92 0.364	92 0.533	92 0.465	92 0.378	92 0.787	92 0.868
93 0.500	93 0.771	93 0.894	93 0.288	93 0.341	93 0.316	93 0.598	93 0.771	93 0.910
94 0.446	94 0.695	94 0.805	94 0.701	94 0.791	94 0.773	94 0.724	94 0.771	94 0.902
95 0.451	95 0.507	95 0.602	95 1.000	95 1.000	95 1.000	95 1.000	95 0.507	95 1.000
96 0.273	96 0.651	96 0.722	96 0.410	96 0.590	96 0.497	96 0.425	96 0.651	96 0.773
97 0.519	97 0.775	97 0.901	97 0.779	97 0.813	97 0.848	97 0.808	97 0.775	97 1.000
98 0.141	98 0.310	98 0.347	98 0.293	98 0.374	98 0.349	98 0.294	98 0.310	98 0.398
99 0.444	99 0.658	99 0.766	99 0.641	99 0.725	99 0.697	99 0.682	99 0.658	99 0.845
100 0.278	100 0.645	100 0.718	100 0.418	100 0.584	100 0.504	100 0.433	100 0.645	100 0.770
101 0.635	101 0.661	101 0.788	101 0.278	101 0.278	101 0.278	101 0.726	101 0.661	101 0.809
102 0.571	102 0.691	102 0.816	102 0.600	102 0.618	102 0.614	102 0.789	102 0.661	102 0.902
103 0.482	103 0.667	103 0.780	103 0.522	103 0.574	103 0.557	103 0.672	103 0.667	103 0.838
104 0.248	104 0.771	104 0.824	104 0.307	104 0.466	104 0.389	104 0.361	104 0.771	104 0.840
105 0.080	105 0.228	105 0.247	105 0.352	105 0.527	105 0.440	105 0.352	105 0.771	105 0.441
106 0.283	106 0.703	106 0.775	106 0.425	106 0.631	106 0.520	106 0.441	106 0.703	106 0.827
107 0.251	107 0.706	107 0.765	107 0.376	107 0.551	107 0.470	107 0.390	107 0.706	107 0.807
108 0.499	108 0.613	108 0.723	108 0.798	108 0.880	108 0.821	108 0.822	108 0.706	108 0.909
109 0.238	109 0.319	109 0.374	109 0.839	109 0.846	109 0.886	109 0.839	109 0.319	109 0.886
110 0.290	110 0.677	110 0.753	110 0.381	110 0.531	110 0.461	110 0.431	110 0.677	110 0.794
111 0.452	111 0.645	111 0.753	111 0.618	111 0.720	111 0.665	111 0.680	111 0.645	111 0.830
112 0.289	112 0.521	112 0.596	112 0.323	112 0.413	112 0.369	112 0.407	112 0.521	112 0.630
113 0.311	113 0.596	113 0.677	113 0.563	113 0.682	113 0.652	113 0.572	113 0.596	113 0.764
114 0.389	114 0.595	114 0.690	114 0.625	114 0.734	114 0.686	114 0.644	114 0.596	114 0.791
115 0.441	115 0.642	115 0.748	115 0.503	115 0.602	115 0.544	115 0.624	115 0.642	115 0.805
116 0.565	116 0.688	116 0.812	116 0.848	116 0.889	116 0.870	116 0.880	116 0.688	116 0.984
117 0.507	117 0.666	117 0.783	117 0.457	117 0.470	117 0.480	117 0.670	117 0.666	117 0.829
118 0.255	118 0.383	118 0.445	118 0.707	118 0.800	118 0.772	118 0.707	118 0.383	118 0.772
119 0.252	119 0.621	119 0.686	119 0.378	119 0.563	119 0.461	119 0.392	119 0.621	119 0.732
120 0.229	120 0.514	120 0.574	120 0.350	120 0.483	120 0.419	120 0.362	120 0.514	120 0.620

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
121	0.434	121	0.690	121	0.798	121	0.651	121	0.750	121	0.721	121	0.675	121	0.690	121	0.881
122	0.265	122	0.683	122	0.750	122	0.280	122	0.413	122	0.344	122	0.366	122	0.683	122	0.766
123	0.242	123	0.665	123	0.724	123	0.362	123	0.529	123	0.451	123	0.376	123	0.665	123	0.764
124	0.399	124	0.648	124	0.748	124	0.598	124	0.712	124	0.666	124	0.620	124	0.648	124	0.825
125	0.377	125	0.493	125	0.579	125	0.312	125	0.333	125	0.327	125	0.488	125	0.648	125	0.609
126	0.300	126	0.462	126	0.536	126	0.390	126	0.498	126	0.428	126	0.443	126	0.462	126	0.583
127	0.277	127	0.645	127	0.717	127	0.415	127	0.607	127	0.502	127	0.431	127	0.645	127	0.770
128	0.066	128	0.079	128	0.094	128	0.780	128	0.853	128	0.798	128	0.780	128	0.079	128	0.798
129	0.537	129	0.633	129	0.749	129	0.806	129	0.836	129	0.818	129	0.836	129	0.633	129	0.919
130	0.362	130	0.703	130	0.798	130	0.531	130	0.699	130	0.617	130	0.559	130	0.703	130	0.866
131	0.505	131	0.673	131	0.789	131	0.733	131	0.799	131	0.773	131	0.776	131	0.703	131	0.911
132	0.263	132	0.600	132	0.669	132	0.394	132	0.570	132	0.474	132	0.409	132	0.600	132	0.719
133	0.327	133	0.423	133	0.497	133	0.783	133	0.863	133	0.818	133	0.783	133	0.423	133	0.822
134	0.409	134	0.649	134	0.751	134	0.599	134	0.766	134	0.663	134	0.631	134	0.649	134	0.827
135	0.273	135	0.665	135	0.735	135	0.409	135	0.584	135	0.498	135	0.424	135	0.665	135	0.786
136	0.545	136	0.636	136	0.753	136	0.818	136	0.847	136	0.828	136	0.848	136	0.636	136	0.928
137	0.545	137	0.636	137	0.753	137	0.942	137	0.942	137	0.942	137	0.942	137	0.636	137	0.942
138	0.298	138	0.410	138	0.480	138	0.519	138	0.590	138	0.553	138	0.530	138	0.410	138	0.607
139	0.275	139	0.632	139	0.703	139	0.118	139	0.169	139	0.142	139	0.313	139	0.632	139	0.703
140	0.228	140	0.634	140	0.689	140	0.342	140	0.509	140	0.426	140	0.354	140	0.634	140	0.727
141	0.077	141	0.131	141	0.151	141	0.677	141	0.789	141	0.762	141	0.677	141	0.634	141	0.762
142	0.495	142	0.649	142	0.763	142	0.574	142	0.615	142	0.602	142	0.705	142	0.649	142	0.834
143	0.267	143	0.693	143	0.760	143	0.401	143	0.603	143	0.494	143	0.416	143	0.693	143	0.807
144	0.267	144	0.693	144	0.760	144	0.777	144	0.777	144	0.777	144	0.777	144	0.693	144	0.777
145	0.480	145	0.726	145	0.844	145	0.720	145	0.788	145	0.787	145	0.747	145	0.726	145	0.935
146	0.428	146	0.672	146	0.778	146	0.563	146	0.679	146	0.622	146	0.635	146	0.672	146	0.847
147	0.343	147	0.392	147	0.464	147	0.729	147	0.748	147	0.733	147	0.732	147	0.392	147	0.742
148	0.474	148	0.709	148	0.825	148	0.475	148	0.513	148	0.517	148	0.645	148	0.709	148	0.875
149	0.085	149	0.138	149	0.159	149	0.567	149	0.670	149	0.633	149	0.567	149	0.138	149	0.633
150	0.085	150	0.138	150	0.159	150	0.519	150	0.554	150	0.541	150	0.519	150	0.138	150	0.541

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
151	0.519	151	0.679	151	0.797	151	0.762	151	0.827	151	0.799	151	0.801	151	0.679	151	0.931
152	0.313	152	0.728	152	0.810	152	0.470	152	0.632	152	0.567	152	0.487	152	0.728	152	0.869
153	0.102	153	0.139	153	0.162	153	0.226	153	0.234	153	0.240	153	0.226	153	0.139	153	0.247
154	0.260	154	0.723	154	0.785	154	0.390	154	0.571	154	0.487	154	0.405	154	0.723	154	0.829
155	0.495	155	0.761	155	0.883	155	0.312	155	0.337	155	0.343	155	0.603	155	0.761	155	0.904
156	0.400	156	0.544	156	0.637	156	0.043	156	0.050	156	0.046	156	0.405	156	0.544	156	0.637
157	1.000	157	0.829	157	1.000	157	0.072	157	0.072	157	0.072	157	1.000	157	0.829	157	1.000
158	0.245	158	0.638	158	0.700	158	0.368	158	0.557	158	0.454	158	0.382	158	0.638	158	0.743
159	0.252	159	0.649	159	0.713	159	0.379	159	0.547	159	0.466	159	0.393	159	0.649	159	0.758
160	0.268	160	0.682	160	0.750	160	0.402	160	0.628	160	0.494	160	0.417	160	0.682	160	0.798
161	0.293	161	0.703	161	0.779	161	0.440	161	0.636	161	0.534	161	0.457	161	0.703	161	0.833
162	0.512	162	0.683	162	0.802	162	0.634	162	0.684	162	0.669	162	0.744	162	0.683	162	0.885
163	0.532	163	0.630	163	0.745	163	0.750	163	0.827	163	0.763	163	0.809	163	0.630	163	0.897
164	0.259	164	0.718	164	0.780	164	0.388	164	0.563	164	0.484	164	0.403	164	0.718	164	0.823
165	0.323	165	0.465	165	0.542	165	0.492	165	0.570	165	0.530	165	0.509	165	0.718	165	0.617
166	0.306	166	0.743	166	0.822	166	0.459	166	0.619	166	0.559	166	0.476	166	0.743	166	0.878
167	0.488	167	0.574	167	0.679	167	0.374	167	0.379	167	0.380	167	0.620	167	0.743	167	0.715
168	0.251	168	0.619	168	0.683	168	0.377	168	0.563	168	0.460	168	0.391	168	0.619	168	0.729
169	0.251	169	0.619	169	0.683	169	0.857	169	0.857	169	0.857	169	0.857	169	0.619	169	0.857
170	0.517	170	0.696	170	0.816	170	0.775	170	0.868	170	0.820	170	0.804	170	0.696	170	0.947
171	0.274	171	0.625	171	0.697	171	0.411	171	0.612	171	0.494	171	0.426	171	0.625	171	0.749
172	0.519	172	0.696	172	0.816	172	0.779	172	0.806	172	0.823	172	0.808	172	0.696	172	0.949
173	0.541	173	0.616	173	0.730	173	0.900	173	0.903	173	0.904	173	0.924	173	0.696	173	0.971
174	0.514	174	0.723	174	0.845	174	0.771	174	0.830	174	0.826	174	0.800	174	0.723	174	0.962
175	0.358	175	0.725	175	0.819	175	0.300	175	0.398	175	0.353	175	0.464	175	0.725	175	0.837
176	0.302	176	0.680	176	0.759	176	0.138	176	0.200	176	0.165	176	0.347	176	0.680	176	0.759
177	0.283	177	0.630	177	0.705	177	0.424	177	0.589	177	0.508	177	0.440	177	0.630	177	0.759
178	0.216	178	0.699	178	0.742	178	0.249	178	0.395	178	0.319	178	0.307	178	0.699	178	0.748
179	0.298	179	0.739	179	0.815	179	0.361	179	0.501	179	0.441	179	0.430	179	0.739	179	0.848
180	0.238	180	0.674	180	0.730	180	0.053	180	0.078	180	0.066	180	0.252	180	0.739	180	0.730

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
181	0.278	181	0.679	181	0.750	181	0.198	181	0.290	181	0.241	181	0.348	181	0.679	181	0.750
182	0.340	182	0.609	182	0.696	182	0.328	182	0.490	182	0.374	182	0.458	182	0.679	182	0.727
183	0.278	183	0.544	183	0.617	183	0.264	183	0.399	183	0.307	183	0.373	183	0.544	183	0.639
184	0.235	184	0.547	184	0.608	184	0.305	184	0.468	184	0.369	184	0.347	184	0.544	184	0.641
185	0.351	185	0.656	185	0.747	185	0.347	185	0.489	185	0.400	185	0.476	185	0.544	185	0.779
186	0.319	186	0.694	186	0.778	186	0.446	186	0.657	186	0.532	186	0.483	186	0.694	186	0.832
187	0.374	187	0.674	187	0.771	187	0.538	187	0.744	187	0.615	187	0.573	187	0.674	187	0.840
188	0.306	188	0.673	188	0.753	188	0.343	188	0.495	188	0.410	188	0.431	188	0.674	188	0.785
189	0.643	189	0.637	189	0.762	189	0.964	189	1.000	189	0.964	189	1.000	189	0.637	189	1.000
190	0.316	190	0.626	190	0.709	190	0.474	190	0.706	190	0.553	190	0.491	190	0.626	190	0.771
191	0.268	191	0.708	191	0.774	191	0.402	191	0.607	191	0.497	191	0.417	191	0.708	191	0.821
192	0.316	192	0.610	192	0.692	192	0.312	192	0.436	192	0.362	192	0.428	192	0.610	192	0.721
193	0.342	193	0.654	193	0.743	193	0.403	193	0.532	193	0.467	193	0.489	193	0.654	193	0.787
194	0.209	194	0.540	194	0.592	194	0.360	194	0.497	194	0.443	194	0.368	194	0.540	194	0.645
195	0.351	195	0.708	195	0.800	195	0.526	195	0.686	195	0.617	195	0.545	195	0.708	195	0.868
196	0.584	196	0.733	196	0.864	196	0.263	196	0.265	196	0.272	196	0.670	196	0.733	196	0.879
197	0.443	197	0.703	197	0.813	197	0.518	197	0.625	197	0.573	197	0.632	197	0.703	197	0.872
198	0.285	198	0.522	198	0.596	198	0.481	198	0.563	198	0.552	198	0.493	198	0.703	198	0.666
199	0.357	199	0.570	199	0.659	199	0.658	199	0.750	199	0.729	199	0.668	199	0.570	199	0.809
200	0.216	200	0.698	200	0.741	200	0.285	200	0.442	200	0.364	200	0.321	200	0.570	200	0.758
201	0.344	201	0.655	201	0.745	201	0.303	201	0.415	201	0.351	201	0.452	201	0.655	201	0.768
202	0.329	202	0.574	202	0.659	202	0.525	202	0.771	202	0.595	202	0.541	202	0.574	202	0.731
203	0.307	203	0.482	203	0.558	203	0.344	203	0.419	203	0.380	203	0.432	203	0.574	203	0.596
204	0.307	204	0.482	204	0.558	204	0.238	204	0.297	204	0.238	204	0.238	204	0.574	204	0.238
205	0.307	205	0.482	205	0.558	205	0.864	205	1.000	205	0.869	205	0.864	205	0.574	205	0.869
206	0.307	206	0.482	206	0.558	206	0.667	206	0.719	206	1.000	206	0.667	206	0.574	206	1.000
207	0.307	207	0.482	207	0.558	207	0.672	207	0.843	207	0.741	207	0.672	207	0.574	207	0.741
208	0.307	208	0.482	208	0.558	208	0.672	208	0.843	208	0.741	208	0.672	208	0.574	208	0.741
209	0.319	209	0.644	209	0.728	209	0.478	209	0.677	209	0.560	209	0.496	209	0.644	209	0.790
210	0.502	210	0.698	210	0.816	210	0.753	210	0.795	210	0.804	210	0.781	210	0.698	210	0.935

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1		Mo2		Mo3		Mo4		Mo5		Mo6		Mo7		Mo8		Mo9	
firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te	firm	te
211	0.038	211	0.100	211	0.110	211	0.143	211	0.233	211	0.177	211	0.143	211	0.100	211	0.180
212	0.684	212	0.671	212	0.803	212	0.353	212	0.353	212	0.353	212	0.802	212	0.671	212	0.850
213	0.191	213	0.532	213	0.578	213	0.324	213	0.507	213	0.404	213	0.332	213	0.532	213	0.623
214	0.176	214	0.488	214	0.531	214	0.324	214	0.514	214	0.404	214	0.329	214	0.488	214	0.582
215	0.151	215	0.419	215	0.455	215	0.270	215	0.433	215	0.337	215	0.275	215	0.419	215	0.496
216	0.165	216	0.458	216	0.498	216	0.324	216	0.526	216	0.404	216	0.327	216	0.419	216	0.553
217	0.259	217	0.720	217	0.782	217	0.405	217	0.573	217	0.505	217	0.418	217	0.419	217	0.831
218	0.220	218	0.611	218	0.663	218	0.352	218	0.523	218	0.439	218	0.363	218	0.611	218	0.708
219	0.161	219	0.446	219	0.485	219	0.324	219	0.510	219	0.404	219	0.327	219	0.446	219	0.542
220	0.191	220	0.529	220	0.575	220	0.324	220	0.499	220	0.404	220	0.332	220	0.529	220	0.621
221	0.186	221	0.516	221	0.561	221	0.324	221	0.508	221	0.404	221	0.331	221	0.516	221	0.608
222	0.198	222	0.550	222	0.597	222	0.324	222	0.497	222	0.404	222	0.333	222	0.516	222	0.640
223	0.184	223	0.510	223	0.554	223	0.324	223	0.515	223	0.404	223	0.330	223	0.510	223	0.602
224	0.197	224	0.548	224	0.596	224	0.324	224	0.500	224	0.404	224	0.333	224	0.548	224	0.639
225	0.302	225	0.838	225	0.911	225	0.540	225	0.723	225	0.673	225	0.550	225	0.548	225	0.992
226	0.245	226	0.908	226	0.942	226	0.405	226	0.584	226	0.527	226	0.416	226	0.548	226	0.980
227	0.205	227	0.570	227	0.619	227	0.324	227	0.528	227	0.404	227	0.334	227	0.548	227	0.659
228	0.181	228	0.502	228	0.545	228	0.324	228	0.533	228	0.404	228	0.330	228	0.502	228	0.594
229	0.175	229	0.485	229	0.527	229	0.324	229	0.524	229	0.404	229	0.329	229	0.485	229	0.578
230	0.196	230	0.544	230	0.591	230	0.324	230	0.505	230	0.404	230	0.333	230	0.485	230	0.634
231	0.201	231	0.559	231	0.608	231	0.307	231	0.472	231	0.383	231	0.318	231	0.485	231	0.643
232	0.207	232	0.575	232	0.625	232	0.324	232	0.493	232	0.404	232	0.334	232	0.485	232	0.664
233	0.293	233	0.611	233	0.688	233	0.324	233	0.493	233	0.404	233	0.293	233	0.485	233	0.688
234	0.228	234	0.600	234	0.657	234	0.295	234	0.434	234	0.364	234	0.337	234	0.600	234	0.684
235	0.246	235	0.750	235	0.804	235	0.237	235	0.339	235	0.300	235	0.331	235	0.750	235	0.804
236	0.247	236	0.600	236	0.664	236	0.370	236	0.528	236	0.450	236	0.384	236	0.600	236	0.709
237	0.254	237	0.600	237	0.666	237	0.380	237	0.585	237	0.461	237	0.394	237	0.600	237	0.713
238	0.215	238	0.480	238	0.536	238	0.403	238	0.607	238	0.483	238	0.409	238	0.600	238	0.602
239	0.248	239	0.750	239	0.805	239	0.372	239	0.576	239	0.470	239	0.385	239	0.750	239	0.842
240	0.236	240	0.750	240	0.799	240	0.372	240	0.576	240	0.470	240	0.236	240	0.750	240	0.799

ตารางที่ 26 (ต่อ)

Mo1	Mo2	Mo3	Mo4	Mo5	Mo6	Mo7	Mo8	Mo9
firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te	firm te
241 0.238	241 0.750	241 0.800	241 0.260	241 0.376	241 0.330	241 0.333	241 0.750	241 0.803
242 0.212	242 0.806	242 0.832	242 0.395	242 0.599	242 0.516	242 0.401	242 0.806	242 0.884
243 0.228	243 0.727	243 0.774	243 0.352	243 0.513	243 0.449	243 0.364	243 0.727	243 0.809
244 0.251	244 0.884	244 0.925	244 0.413	244 0.610	244 0.534	244 0.424	244 0.727	244 0.968
245 0.228	245 0.902	245 0.925	245 0.345	245 0.531	245 0.453	245 0.358	245 0.902	245 0.940
246 0.218	246 0.934	246 0.942	246 0.350	246 0.554	246 0.464	246 0.360	246 0.902	246 0.959
247 0.243	247 0.654	247 0.714	247 0.418	247 0.621	247 0.518	247 0.427	247 0.902	247 0.774
248 0.219	248 0.868	248 0.889	248 0.378	248 0.582	248 0.496	248 0.386	248 0.868	248 0.925
249 0.238	249 0.896	249 0.927	249 0.398	249 0.602	249 0.519	249 0.408	249 0.868	249 0.965
250 0.318	250 0.577	250 0.659	250 0.402	250 0.474	250 0.459	250 0.466	250 0.868	250 0.707
251 0.318	251 0.577	251 0.659	251 0.783	251 0.824	251 0.818	251 0.783	251 0.868	251 0.818
252 0.325	252 0.746	252 0.831	252 0.488	252 0.624	252 0.588	252 0.506	252 0.746	252 0.893
253 0.325	253 0.746	253 0.831	253 0.736	253 0.858	253 0.778	253 0.736	253 0.746	253 0.778
254 0.333	254 0.622	254 0.709	254 0.420	254 1.000	254 0.484	254 0.487	254 0.746	254 0.758
255 0.489	255 0.664	255 0.778	255 0.518	255 0.563	255 0.549	255 0.676	255 0.664	255 0.834
256 0.342	256 0.613	256 0.702	256 0.375	256 0.517	256 0.428	256 0.478	256 0.613	256 0.742
257 0.325	257 0.659	257 0.745	257 0.488	257 0.678	257 0.573	257 0.506	257 0.659	257 0.809
258 0.224	258 1.000	258 1.000	258 0.335	258 0.498	258 0.447	258 0.348	258 1.000	258 1.000
259 0.208	259 0.712	259 0.749	259 0.329	259 0.491	259 0.423	259 0.339	259 1.000	259 0.781
260 0.232	260 0.514	260 0.575	260 0.407	260 0.611	260 0.486	260 0.415	260 1.000	260 0.637
mean								
0.335	0.616	0.695	0.453	0.568	0.512	0.523	0.641	0.771

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
1	0.229	0.708	0.757	0.340	0.514	0.435	0.356	0.700	0.790
2	0.022	0.035	0.040	0.380	0.457	0.418	0.380	0.700	0.418
3	0.275	0.829	0.890	0.050	0.081	0.068	0.288	0.820	0.890
4	0.356	0.685	0.778	0.360	0.453	0.420	0.487	0.680	0.812
5	0.318	0.506	0.585	0.360	0.447	0.403	0.450	0.500	0.626
6	0.448	0.693	0.803	0.450	0.528	0.503	0.613	0.690	0.852
7	0.208	0.597	0.645	0.420	0.596	0.526	0.423	0.590	0.719
8	0.227	0.489	0.549	0.500	0.673	0.597	0.502	0.590	0.661
9	0.448	0.690	0.800	0.670	0.755	0.738	0.697	0.690	0.886
10	0.519	0.730	0.853	0.200	0.228	0.222	0.585	0.730	0.858
11	0.436	0.532	0.628	0.750	0.777	0.775	0.772	0.530	0.832
12	0.639	0.708	0.840	0.520	0.525	0.525	0.826	0.700	0.914
13	0.273	0.666	0.737	0.340	0.483	0.415	0.398	0.660	0.769
14	0.143	0.236	0.272	0.190	0.215	0.215	0.214	0.660	0.296
15	0.448	0.688	0.798	0.330	0.401	0.366	0.565	0.680	0.825
16	0.495	0.688	0.805	0.290	0.310	0.309	0.594	0.680	0.825
17	0.495	0.688	0.805	0.290	0.324	0.436	0.291	0.680	0.436
18	0.448	0.674	0.783	0.320	0.403	0.354	0.562	0.670	0.810
19	0.766	0.741	0.887	0.570	0.574	0.574	0.968	0.740	0.999
20	0.502	0.664	0.779	0.550	0.604	0.585	0.705	0.740	0.841
21	0.398	0.622	0.721	0.500	0.558	0.560	0.585	0.620	0.781
22	0.456	0.661	0.770	0.680	0.778	0.739	0.709	0.660	0.866
23	0.411	0.659	0.762	0.450	0.527	0.502	0.575	0.650	0.812
24	0.270	0.373	0.436	0.500	0.556	0.538	0.512	0.370	0.577
25	0.305	0.507	0.584	0.660	0.749	0.744	0.665	0.500	0.789
26	0.073	0.174	0.193	0.160	0.234	0.205	0.169	0.170	0.228
27	0.304	0.719	0.799	0.340	0.477	0.419	0.430	0.710	0.828

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
28	0.434	0.680	0.788	0.650	0.728	0.718	0.675	0.680	0.871
29	0.458	0.686	0.798	0.610	0.683	0.671	0.684	0.680	0.873
30	0.138	0.234	0.269	0.340	0.389	0.388	0.345	0.680	0.401
31	0.411	0.773	0.880	0.280	0.354	0.333	0.511	0.770	0.894
32	0.418	0.594	0.694	0.150	0.169	0.164	0.466	0.770	0.695
33	0.269	0.649	0.719	0.370	0.532	0.458	0.408	0.640	0.762
34	0.313	0.683	0.766	0.470	0.637	0.560	0.487	0.680	0.826
35	0.441	0.769	0.882	0.350	0.400	0.397	0.565	0.760	0.909
36	0.464	0.624	0.731	0.580	0.656	0.621	0.679	0.620	0.809
37	0.473	0.413	0.497	0.660	0.664	0.664	0.718	0.410	0.718
38	0.228	0.300	0.352	0.450	0.536	0.483	0.463	0.300	0.504
39	0.312	0.706	0.788	0.450	0.536	0.483	0.312	0.700	0.788
40	0.361	0.648	0.741	0.360	0.459	0.412	0.491	0.700	0.776
41	0.456	0.654	0.762	0.360	0.459	0.412	0.456	0.650	0.762
42	0.614	0.719	0.852	0.220	0.230	0.230	0.685	0.710	0.863
43	0.219	0.709	0.753	0.320	0.529	0.419	0.340	0.700	0.782
44	0.260	0.664	0.729	0.330	0.508	0.407	0.381	0.660	0.761
45	0.249	0.721	0.779	0.080	0.127	0.102	0.274	0.720	0.779
46	0.215	0.731	0.770	0.120	0.198	0.154	0.255	0.730	0.770
47	0.215	0.731	0.770	0.170	0.224	0.200	0.178	0.730	0.200
48	0.090	0.283	0.302	0.320	0.490	0.412	0.324	0.280	0.429
49	0.474	0.633	0.742	0.330	0.404	0.351	0.590	0.630	0.771
50	0.337	0.642	0.731	0.500	0.675	0.586	0.525	0.640	0.797
51	0.507	0.699	0.818	0.700	0.812	0.747	0.766	0.690	0.918
52	0.374	0.696	0.793	0.410	0.522	0.474	0.523	0.690	0.836
53	0.581	0.730	0.860	0.260	0.304	0.278	0.669	0.690	0.876
54	0.557	0.701	0.826	0.830	0.844	0.866	0.866	0.700	0.986

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
55	0.263	0.636	0.704	0.360	0.508	0.449	0.399	0.630	0.746
56	0.061	0.088	0.102	0.720	0.845	0.783	0.726	0.080	0.783
57	0.243	0.716	0.771	0.360	0.544	0.458	0.378	0.710	0.809
58	0.065	0.077	0.091	0.860	0.918	0.881	0.866	0.710	0.881
59	0.332	0.617	0.704	0.490	0.708	0.574	0.517	0.610	0.769
60	0.491	0.763	0.885	0.630	0.719	0.697	0.724	0.760	0.961
61	0.268	0.737	0.802	0.400	0.564	0.500	0.417	0.730	0.847
62	0.474	0.718	0.834	0.710	0.880	0.777	0.737	0.710	0.924
63	0.532	0.647	0.763	0.260	0.304	0.272	0.620	0.640	0.782
64	0.316	0.624	0.707	0.500	0.710	0.593	0.523	0.620	0.778
65	0.311	0.654	0.736	0.460	0.674	0.552	0.484	0.650	0.796
66	0.246	0.732	0.787	0.360	0.590	0.465	0.383	0.730	0.825
67	0.278	0.662	0.734	0.410	0.624	0.505	0.432	0.660	0.786
68	0.190	0.226	0.268	0.680	0.793	0.700	0.688	0.220	0.700
69	0.424	0.726	0.835	0.330	0.408	0.374	0.541	0.720	0.860
70	0.501	0.694	0.811	0.400	0.426	0.433	0.644	0.690	0.850
71	0.501	0.694	0.811	0.350	0.362	0.367	0.352	0.690	0.367
72	0.278	0.785	0.851	0.410	0.584	0.522	0.433	0.780	0.897
73	0.484	0.637	0.748	0.720	0.815	0.763	0.753	0.630	0.877
74	0.470	0.681	0.794	0.490	0.534	0.530	0.647	0.680	0.847
75	0.470	0.681	0.794	0.830	0.961	0.850	0.839	0.680	0.850
76	0.346	0.775	0.866	0.360	0.485	0.434	0.477	0.770	0.895
77	0.464	0.733	0.849	0.460	0.526	0.512	0.631	0.770	0.897
78	0.285	0.732	0.804	0.380	0.540	0.470	0.426	0.730	0.843
79	0.375	0.670	0.766	0.560	0.787	0.641	0.583	0.670	0.840
80	0.293	0.630	0.707	0.430	0.629	0.522	0.455	0.630	0.764
81	0.293	0.630	0.707	0.430	0.629	0.522	0.455	0.630	0.764

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
82	0.444	0.704	0.815	0.090	0.109	0.102	0.468	0.700	0.815
83	0.468	0.750	0.867	0.310	0.352	0.349	0.577	0.700	0.888
84	0.470	0.706	0.820	0.300	0.341	0.337	0.576	0.700	0.843
85	0.091	0.107	0.127	0.430	0.456	0.446	0.439	0.700	0.446
86	0.213	0.360	0.414	0.600	0.770	0.678	0.602	0.700	0.683
87	0.217	0.622	0.673	0.360	0.538	0.456	0.373	0.700	0.722
88	0.486	0.673	0.787	0.730	0.796	0.778	0.757	0.670	0.903
89	0.486	0.673	0.787	0.300	0.381	0.344	0.307	0.670	0.344
90	0.560	0.691	0.815	0.830	0.941	0.865	0.870	0.690	0.982
91	0.574	0.698	0.824	0.460	0.495	0.481	0.741	0.690	0.870
92	0.243	0.787	0.836	0.360	0.533	0.465	0.378	0.780	0.868
93	0.500	0.771	0.894	0.280	0.341	0.316	0.598	0.770	0.910
94	0.446	0.695	0.805	0.700	0.791	0.773	0.724	0.770	0.902
95	0.451	0.507	0.602	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000
96	0.273	0.651	0.722	0.410	0.590	0.497	0.425	0.650	0.773
97	0.519	0.775	0.901	0.770	0.813	0.848	0.808	0.770	1.000
98	0.141	0.310	0.347	0.290	0.374	0.349	0.294	0.310	0.398
99	0.444	0.658	0.766	0.640	0.725	0.697	0.682	0.650	0.845
100	0.278	0.645	0.718	0.410	0.584	0.504	0.433	0.640	0.770
101	0.635	0.661	0.788	0.270	0.278	0.278	0.726	0.660	0.809
102	0.571	0.691	0.816	0.600	0.618	0.614	0.789	0.660	0.902
103	0.482	0.667	0.780	0.520	0.574	0.557	0.672	0.660	0.838
104	0.248	0.771	0.824	0.300	0.466	0.389	0.361	0.770	0.840
105	0.080	0.228	0.247	0.350	0.527	0.440	0.352	0.770	0.441
106	0.283	0.703	0.775	0.420	0.631	0.520	0.441	0.700	0.827
107	0.251	0.706	0.765	0.370	0.551	0.470	0.390	0.700	0.807
108	0.499	0.613	0.723	0.790	0.880	0.821	0.822	0.700	0.909

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
109	0.238	0.319	0.374	0.830	0.846	0.886	0.839	0.310	0.886
110	0.290	0.677	0.753	0.380	0.531	0.461	0.431	0.670	0.794
111	0.452	0.645	0.753	0.610	0.720	0.665	0.680	0.640	0.830
112	0.289	0.521	0.596	0.320	0.413	0.369	0.407	0.520	0.630
113	0.311	0.596	0.677	0.560	0.682	0.652	0.572	0.590	0.764
114	0.389	0.595	0.690	0.620	0.734	0.686	0.644	0.590	0.791
115	0.441	0.642	0.748	0.500	0.602	0.544	0.624	0.640	0.805
116	0.565	0.688	0.812	0.840	0.889	0.870	0.880	0.680	0.984
117	0.507	0.666	0.783	0.450	0.470	0.480	0.670	0.660	0.829
118	0.255	0.383	0.445	0.700	0.800	0.772	0.707	0.380	0.772
119	0.252	0.621	0.686	0.370	0.563	0.461	0.392	0.620	0.732
120	0.229	0.514	0.574	0.350	0.483	0.419	0.362	0.510	0.620
121	0.434	0.690	0.798	0.650	0.750	0.721	0.675	0.690	0.881
122	0.265	0.683	0.750	0.280	0.413	0.344	0.366	0.680	0.766
123	0.242	0.665	0.724	0.360	0.529	0.451	0.376	0.660	0.764
124	0.399	0.648	0.748	0.590	0.712	0.666	0.620	0.640	0.825
125	0.377	0.493	0.579	0.310	0.333	0.327	0.488	0.640	0.609
126	0.300	0.462	0.536	0.390	0.498	0.428	0.443	0.460	0.583
127	0.277	0.645	0.717	0.410	0.607	0.502	0.431	0.640	0.770
128	0.066	0.079	0.094	0.780	0.853	0.798	0.780	0.070	0.798
129	0.537	0.633	0.749	0.800	0.836	0.818	0.836	0.630	0.919
130	0.362	0.703	0.798	0.530	0.699	0.617	0.559	0.700	0.866
131	0.505	0.673	0.789	0.730	0.799	0.773	0.776	0.700	0.911
132	0.263	0.600	0.669	0.390	0.570	0.474	0.409	0.600	0.719
133	0.327	0.423	0.497	0.780	0.863	0.818	0.783	0.420	0.822
134	0.409	0.649	0.751	0.590	0.766	0.663	0.631	0.640	0.827
135	0.273	0.665	0.735	0.400	0.584	0.498	0.424	0.660	0.786

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
136	0.545	0.636	0.753	0.810	0.847	0.828	0.848	0.630	0.928
137	0.545	0.636	0.753	0.940	0.942	0.942	0.942	0.630	0.942
138	0.298	0.410	0.480	0.510	0.590	0.553	0.530	0.410	0.607
139	0.275	0.632	0.703	0.110	0.169	0.142	0.313	0.630	0.703
140	0.228	0.634	0.689	0.340	0.509	0.426	0.354	0.630	0.727
141	0.077	0.131	0.151	0.670	0.789	0.762	0.677	0.630	0.762
142	0.495	0.649	0.763	0.570	0.615	0.602	0.705	0.640	0.834
143	0.267	0.693	0.760	0.400	0.603	0.494	0.416	0.690	0.807
144	0.267	0.693	0.760	0.770	0.777	0.777	0.777	0.690	0.777
145	0.480	0.726	0.844	0.720	0.788	0.787	0.747	0.720	0.935
146	0.428	0.672	0.778	0.560	0.679	0.622	0.635	0.670	0.847
147	0.343	0.392	0.464	0.720	0.748	0.733	0.732	0.390	0.742
148	0.474	0.709	0.825	0.470	0.513	0.517	0.645	0.700	0.875
149	0.085	0.138	0.159	0.560	0.670	0.633	0.567	0.130	0.633
150	0.085	0.138	0.159	0.510	0.554	0.541	0.519	0.130	0.541
151	0.519	0.679	0.797	0.760	0.827	0.799	0.801	0.670	0.931
152	0.313	0.728	0.810	0.470	0.632	0.567	0.487	0.720	0.869
153	0.102	0.139	0.162	0.220	0.234	0.240	0.226	0.130	0.247
154	0.260	0.723	0.785	0.390	0.571	0.487	0.405	0.720	0.829
155	0.495	0.761	0.883	0.310	0.337	0.343	0.603	0.760	0.904
156	0.400	0.544	0.637	0.040	0.050	0.046	0.405	0.540	0.637
157	1.000	0.829	1.000	0.070	0.072	0.072	1.000	0.820	1.000
158	0.245	0.638	0.700	0.360	0.557	0.454	0.382	0.630	0.743
159	0.252	0.649	0.713	0.370	0.547	0.466	0.393	0.640	0.758
160	0.268	0.682	0.750	0.400	0.628	0.494	0.417	0.680	0.798
161	0.293	0.703	0.779	0.440	0.636	0.534	0.457	0.700	0.833
162	0.512	0.683	0.802	0.630	0.684	0.669	0.744	0.680	0.885

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
163	0.532	0.630	0.745	0.750	0.827	0.763	0.809	0.630	0.897
164	0.259	0.718	0.780	0.380	0.563	0.484	0.403	0.710	0.823
165	0.323	0.465	0.542	0.490	0.570	0.530	0.509	0.710	0.617
166	0.306	0.743	0.822	0.450	0.619	0.559	0.476	0.740	0.878
167	0.488	0.574	0.679	0.370	0.379	0.380	0.620	0.740	0.715
168	0.251	0.619	0.683	0.370	0.563	0.460	0.391	0.610	0.729
169	0.251	0.619	0.683	0.850	0.857	0.857	0.857	0.610	0.857
170	0.517	0.696	0.816	0.770	0.868	0.820	0.804	0.690	0.947
171	0.274	0.625	0.697	0.410	0.612	0.494	0.426	0.620	0.749
172	0.519	0.696	0.816	0.770	0.806	0.823	0.808	0.690	0.949
173	0.541	0.616	0.730	0.900	0.903	0.904	0.924	0.690	0.971
174	0.514	0.723	0.845	0.770	0.830	0.826	0.800	0.720	0.962
175	0.358	0.725	0.819	0.300	0.398	0.353	0.464	0.720	0.837
176	0.302	0.680	0.759	0.130	0.200	0.165	0.347	0.680	0.759
177	0.283	0.630	0.705	0.420	0.589	0.508	0.440	0.630	0.759
178	0.216	0.699	0.742	0.240	0.395	0.319	0.307	0.690	0.748
179	0.298	0.739	0.815	0.360	0.501	0.441	0.430	0.730	0.848
180	0.238	0.674	0.730	0.050	0.078	0.066	0.252	0.730	0.730
181	0.278	0.679	0.750	0.190	0.290	0.241	0.348	0.670	0.750
182	0.340	0.609	0.696	0.320	0.490	0.374	0.458	0.670	0.727
183	0.278	0.544	0.617	0.260	0.399	0.307	0.373	0.540	0.639
184	0.235	0.547	0.608	0.300	0.468	0.369	0.347	0.540	0.641
185	0.351	0.656	0.747	0.340	0.489	0.400	0.476	0.540	0.779
186	0.319	0.694	0.778	0.440	0.657	0.532	0.483	0.690	0.832
187	0.374	0.674	0.771	0.530	0.744	0.615	0.573	0.670	0.840
188	0.306	0.673	0.753	0.340	0.495	0.410	0.431	0.670	0.785
189	0.643	0.637	0.762	0.960	1.000	0.964	1.000	0.630	1.000

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
190	0.316	0.626	0.709	0.470	0.706	0.553	0.491	0.620	0.771
191	0.268	0.708	0.774	0.400	0.607	0.497	0.417	0.700	0.821
192	0.316	0.610	0.692	0.310	0.436	0.362	0.428	0.610	0.721
193	0.342	0.654	0.743	0.400	0.532	0.467	0.489	0.650	0.787
194	0.209	0.540	0.592	0.360	0.497	0.443	0.368	0.540	0.645
195	0.351	0.708	0.800	0.520	0.686	0.617	0.545	0.700	0.868
196	0.584	0.733	0.864	0.260	0.265	0.272	0.670	0.730	0.879
197	0.443	0.703	0.813	0.510	0.625	0.573	0.632	0.700	0.872
198	0.285	0.522	0.596	0.480	0.563	0.552	0.493	0.700	0.666
199	0.357	0.570	0.659	0.650	0.750	0.729	0.668	0.570	0.809
200	0.216	0.698	0.741	0.280	0.442	0.364	0.321	0.570	0.758
201	0.344	0.655	0.745	0.300	0.415	0.351	0.452	0.650	0.768
202	0.329	0.574	0.659	0.520	0.771	0.595	0.541	0.570	0.731
203	0.307	0.482	0.558	0.340	0.419	0.380	0.432	0.570	0.596
204	0.307	0.482	0.558	0.230	0.297	0.238	0.238	0.570	0.238
205	0.307	0.482	0.558	0.860	1.000	0.869	0.864	0.570	0.869
206	0.307	0.482	0.558	0.660	0.719	1.000	0.667	0.570	1.000
207	0.307	0.482	0.558	0.670	0.843	0.741	0.672	0.570	0.741
208	0.307	0.482	0.558	0.670	0.843	0.741	0.672	0.570	0.741
209	0.319	0.644	0.728	0.470	0.677	0.560	0.496	0.640	0.790
210	0.502	0.698	0.816	0.750	0.795	0.804	0.781	0.690	0.935
211	0.038	0.100	0.110	0.140	0.233	0.177	0.143	0.100	0.180
212	0.684	0.671	0.803	0.350	0.353	0.353	0.802	0.670	0.850
213	0.191	0.532	0.578	0.320	0.507	0.404	0.332	0.530	0.623
214	0.176	0.488	0.531	0.320	0.514	0.404	0.329	0.480	0.582
215	0.151	0.419	0.455	0.270	0.433	0.337	0.275	0.410	0.496
216	0.165	0.458	0.498	0.320	0.526	0.404	0.327	0.410	0.553

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
217	0.259	0.720	0.782	0.400	0.573	0.505	0.418	0.410	0.831
218	0.220	0.611	0.663	0.350	0.523	0.439	0.363	0.610	0.708
219	0.161	0.446	0.485	0.320	0.510	0.404	0.327	0.440	0.542
220	0.191	0.529	0.575	0.320	0.499	0.404	0.332	0.520	0.621
221	0.186	0.516	0.561	0.320	0.508	0.404	0.331	0.510	0.608
222	0.198	0.550	0.597	0.320	0.497	0.404	0.333	0.510	0.640
223	0.184	0.510	0.554	0.320	0.515	0.404	0.330	0.510	0.602
224	0.197	0.548	0.596	0.320	0.500	0.404	0.333	0.540	0.639
225	0.302	0.838	0.911	0.540	0.723	0.673	0.550	0.540	0.992
226	0.245	0.908	0.942	0.400	0.584	0.527	0.416	0.540	0.980
227	0.205	0.570	0.619	0.320	0.528	0.404	0.334	0.540	0.659
228	0.181	0.502	0.545	0.320	0.533	0.404	0.330	0.500	0.594
229	0.175	0.485	0.527	0.320	0.524	0.404	0.329	0.480	0.578
230	0.196	0.544	0.591	0.320	0.505	0.404	0.333	0.480	0.634
231	0.201	0.559	0.608	0.300	0.472	0.383	0.318	0.480	0.643
232	0.207	0.575	0.625	0.320	0.493	0.404	0.334	0.480	0.664
233	0.293	0.611	0.688	0.320	0.493	0.404	0.293	0.480	0.688
234	0.228	0.600	0.657	0.290	0.434	0.364	0.337	0.600	0.684
235	0.246	0.750	0.804	0.230	0.339	0.300	0.331	0.750	0.804
236	0.247	0.600	0.664	0.370	0.528	0.450	0.384	0.600	0.709
237	0.254	0.600	0.666	0.380	0.585	0.461	0.394	0.600	0.713
238	0.215	0.480	0.536	0.400	0.607	0.483	0.409	0.600	0.602
239	0.248	0.750	0.805	0.370	0.576	0.470	0.385	0.750	0.842
240	0.236	0.750	0.799	0.370	0.576	0.470	0.236	0.750	0.799
241	0.238	0.750	0.800	0.260	0.376	0.330	0.333	0.750	0.803
242	0.212	0.806	0.832	0.390	0.599	0.516	0.401	0.800	0.884
243	0.228	0.727	0.774	0.350	0.513	0.449	0.364	0.720	0.809

ตารางที่ 27 (ต่อ)

UID	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7	MO8	MO9
244	0.251	0.884	0.925	0.410	0.610	0.534	0.424	0.720	0.968
245	0.228	0.902	0.925	0.340	0.531	0.453	0.358	0.900	0.940
246	0.218	0.934	0.942	0.350	0.554	0.464	0.360	0.900	0.959
247	0.243	0.654	0.714	0.410	0.621	0.518	0.427	0.900	0.774
248	0.219	0.868	0.889	0.370	0.582	0.496	0.386	0.860	0.925
249	0.238	0.896	0.927	0.390	0.602	0.519	0.408	0.860	0.965
250	0.318	0.577	0.659	0.400	0.474	0.459	0.466	0.860	0.707
251	0.318	0.577	0.659	0.780	0.824	0.818	0.783	0.860	0.818
252	0.325	0.746	0.831	0.480	0.624	0.588	0.506	0.740	0.893
253	0.325	0.746	0.831	0.730	0.858	0.778	0.736	0.740	0.778
254	0.333	0.622	0.709	0.420	1.000	0.484	0.487	0.740	0.758
255	0.489	0.664	0.778	0.510	0.563	0.549	0.676	0.660	0.834
256	0.342	0.613	0.702	0.370	0.517	0.428	0.478	0.610	0.742
257	0.325	0.659	0.745	0.480	0.678	0.573	0.506	0.650	0.809
258	0.224	1.000	1.000	0.330	0.498	0.447	0.348	1.000	1.000
259	0.208	0.712	0.749	0.320	0.491	0.423	0.339	1.000	0.781
260	0.232	0.514	0.575	0.400	0.611	0.486	0.415	1.000	0.637
total	0.335	0.616	0.695	0.450	0.568	0.512	0.523	0.640	0.771

เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

```
> library(foreign, pos=14)
> TAX8 <- read.spss("D:/A_JA+/TaxProg/TAX2/TAX8.sav", use.value.labels=TRUE,
+  max.value.labels=Inf, to.data.frame=TRUE)
> colnames(TAX8) <- tolower(colnames(TAX8))
> ModiCom <- read.spss("D:/A_JA+/TaxProg/Taxometric Analysis/ModiCom.sav",
+  use.value.labels=TRUE, max.value.labels=Inf, to.data.frame=TRUE)
> colnames(ModiCom) <- tolower(colnames(ModiCom))
> library(relimp, pos=15)
> showData(ModiCom, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'),
+  maxwidth=80, maxheight=30)
> summary(ModiCom)
       o1              o2              o3              o4
 Min.   :0.7760   Min.   :0.7860   Min.   :0.7890   Min.   :0.7940
 1st Qu.:0.9317   1st Qu.:0.9327   1st Qu.:0.9155   1st Qu.:0.9310
 Median :0.9940   Median :0.9920   Median :0.9780   Median :0.9915
 Mean   :0.9637   Mean   :0.9643   Mean   :0.9537   Mean   :0.9615
 3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000
 Max.   :1.0000   Max.   :1.0000   Max.   :1.0000   Max.   :1.0000
 NA's   :139      NA's   :139      NA's   :139      NA's   :139
       o5              o6              o7              o8
 Min.   :0.7210   Min.   :0.7940   Min.   :0.7200   Min.   :0.7940
 1st Qu.:0.9177   1st Qu.:0.9230   1st Qu.:0.9260   1st Qu.:0.9320
 Median :0.9845   Median :0.9830   Median :0.9870   Median :0.9955
 Mean   :0.9544   Mean   :0.9568   Mean   :0.9584   Mean   :0.9642
 3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000   3rd Qu.:1.0000
 Max.   :1.0000   Max.   :1.0000   Max.   :1.0000   Max.   :1.0000
 NA's   :139      NA's   :139      NA's   :139      NA's   :139
       o9             o10             o11              i1
 Min.   :0.7940   Min.   :0.7940   Min.   :0.7920   Min.   :0.7940
```

```
 1st Qu.:0.9330  1st Qu.:0.9340  1st Qu.:0.9337  1st Qu.:0.9127
 Median :0.9955  Median :0.9940  Median :0.9945  Median :0.9540
 Mean  :0.9651  Mean  :0.9646  Mean  :0.9650  Mean  :0.9477
 3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000
 Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000
 NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139
   i2       i3       i4       i5
 Min.  :0.7910  Min.  :0.5750  Min.  :0.7180  Min.  :0.7890
 1st Qu.:0.9287  1st Qu.:0.8468  1st Qu.:0.9175  1st Qu.:0.9210
 Median :0.9890  Median :0.8955  Median :0.9850  Median :0.9850
 Mean  :0.9611  Mean  :0.8988  Mean  :0.9548  Mean  :0.9582
 3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000
 Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000
 NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139
   i6       i7       i8       i9
 Min.  :0.7940  Min.  :0.7940  Min.  :0.7940  Min.  :0.7920
 1st Qu.:0.9227  1st Qu.:0.9330  1st Qu.:0.9340  1st Qu.:0.9327
 Median :0.9940  Median :0.9945  Median :0.9960  Median :0.9875
 Mean  :0.9600  Mean  :0.9647  Mean  :0.9654  Mean  :0.9636
 3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000  3rd Qu.:1.0000
 Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000  Max.  :1.0000
 NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139   NA's  :139
> library(abind, pos=16)
> library(e1071, pos=17)
> numSummary(ModiCom[,c("i1", "i2", "i3", "i4", "i5", "i6", "i7", "i8", "i9",
+  "o1", "o2", "o3", "o4", "o5", "o6", "o7", "o8", "o9", "o10", "o11")],
+  statistics=c("mean", "sd", "quantiles", "skewness", "kurtosis"),
+  quantiles=c(0,.25,.5,.75,1), type="2")
     mean     sd  skewness  kurtosis  0%   25%  50% 75% 100%
i1 0.9477192 0.05296333 -0.6966910 -0.53381803 0.794 0.91275 0.9540  1  1
```

i2 0.9610615 0.04903923 -1.1199982 0.44839625 0.791 0.92875 0.9890 1 1

i3 0.8987654 0.08925913 -0.8698919 0.96237050 0.575 0.84675 0.8955 1 1

i4 0.9547808 0.05759251 -1.2076360 0.88407868 0.718 0.91750 0.9850 1 1

i5 0.9582385 0.05119322 -1.0303946 0.12054161 0.789 0.92100 0.9850 1 1

i6 0.9600385 0.05089392 -1.0609790 0.09502342 0.794 0.92275 0.9940 1 1

i7 0.9646808 0.04602805 -1.1772681 0.58775891 0.794 0.93300 0.9945 1 1

i8 0.9654115 0.04590114 -1.2402896 0.80984586 0.794 0.93400 0.9960 1 1

i9 0.9636038 0.04575882 -1.1692015 0.65538255 0.792 0.93275 0.9875 1 1

o1 0.9637538 0.04792990 -1.2359244 0.80883112 0.776 0.93175 0.9940 1 1

o2 0.9642615 0.04675419 -1.1966557 0.64300040 0.786 0.93275 0.9920 1 1

o3 0.9536808 0.05447909 -0.9128163 -0.24667774 0.789 0.91550 0.9780 1 1

o4 0.9615038 0.04945311 -1.2078935 0.69429401 0.794 0.93100 0.9915 1 1

o5 0.9543500 0.05545206 -1.0870033 0.64376827 0.721 0.91775 0.9845 1 1

o6 0.9568346 0.05076435 -0.9596067 -0.04398090 0.794 0.92300 0.9830 1 1

o7 0.9583692 0.05286007 -1.2677400 1.34284618 0.720 0.92600 0.9870 1 1

o8 0.9642115 0.04637348 -1.1560406 0.53477271 0.794 0.93200 0.9955 1 1

o9 0.9650769 0.04609678 -1.2189879 0.69659811 0.794 0.93300 0.9955 1 1

o10 0.9646000 0.04603819 -1.2002075 0.68490575 0.794 0.93400 0.9940 1 1

o11 0.9650000 0.04615376 -1.2214099 0.71596010 0.792 0.93375 0.9945 1 1

n NA

i1 260 139

i2 260 139

i3 260 139

i4 260 139

i5 260 139

i6 260 139

i7 260 139

i8 260 139

i9 260 139

o1 260 139

```
o2 260 139

o3 260 139

o4 260 139

o5 260 139

o6 260 139

o7 260 139

o8 260 139

o9 260 139

o10 260 139

o11 260 139

> TAX1 <- read.spss("D:/A_JA+/TaxProg/Taxometric Analysis/TAX1.sav",

+  use.value.labels=TRUE, max.value.labels=Inf, to.data.frame=TRUE)

> colnames(TAX1) <- tolower(colnames(TAX1))

> showData(TAX1, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,

+  maxheight=30)

> library(grid, pos=18)

> library(lattice, pos=18)

> library(survival, pos=18)

> library(Formula, pos=18)

> library(ggplot2, pos=18)

> library(Hmisc, pos=18)

> rcorr.adjust(TAX1[,c("mo1","mo2","mo3","mo4","mo5","mo6","mo7","mo8",

+  "mo9")], type="pearson", use="complete")

 Pearson correlations:

    mo1    mo2    mo3    mo4    mo5    mo6  mo7    mo8  mo9

mo1 1.0000 0.4883 0.6148 0.3016 0.1057 0.2162 0.7007 0.3625 0.5513

mo2 0.4883 1.0000 0.9869 -0.1131 -0.0681 -0.0773 0.0494 0.7175 0.6400

mo3 0.6148 0.9869 1.0000 -0.0471 -0.0383 -0.0290 0.1642 0.7092 0.6706

mo4 0.3016 -0.1131 -0.0471 1.0000 0.9261 0.9813 0.8106 -0.0806 0.4561

mo5 0.1057 -0.0681 -0.0383 0.9261 1.0000 0.9565 0.6215 -0.0616 0.4294
```

```
mo6 0.2162 -0.0773 -0.0290 0.9813 0.9565 1.0000 0.7326 -0.0596 0.4716
mo7 0.7007 0.0494 0.1642 0.8106 0.6215 0.7326 1.0000 0.0640 0.6212
mo8 0.3625 0.7175 0.7092 -0.0806 -0.0616 -0.0596 0.0640 1.0000 0.4815
mo9 0.5513 0.6400 0.6706 0.4561 0.4294 0.4716 0.6212 0.4815 1.0000
 Number of observations: 260
 Pairwise two-sided p-values:
  mo1  mo2  mo3  mo4  mo5  mo6  mo7  mo8  mo9
mo1   <.0001 <.0001 <.0001 0.0890 0.0004 <.0001 <.0001 <.0001
mo2 <.0001   <.0001 0.0686 0.2741 0.2141 0.4274 <.0001 <.0001
mo3 <.0001 <.0001   0.4491 0.5392 0.6414 0.0080 <.0001 <.0001
mo4 <.0001 0.0686 0.4491   <.0001 <.0001 <.0001 0.1950 <.0001
mo5 0.0890 0.2741 0.5392 <.0001   <.0001 <.0001 0.3226 <.0001
mo6 0.0004 0.2141 0.6414 <.0001 <.0001   <.0001 0.3381 <.0001
mo7 <.0001 0.4274 0.0080 <.0001 <.0001 <.0001   0.3043 <.0001
mo8 <.0001 <.0001 <.0001 0.1950 0.3226 0.3381 0.3043   <.0001
mo9 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001
 Adjusted p-values (Holm's method)
  mo1  mo2  mo3  mo4  mo5  mo6  mo7  mo8  mo9
mo1   <.0001 <.0001 <.0001 0.9790 0.0062 <.0001 <.0001 <.0001
mo2 <.0001   <.0001 0.8238 1.0000 1.0000 1.0000 <.0001 <.0001
mo3 <.0001 <.0001   1.0000 1.0000 1.0000 0.1039 <.0001 <.0001
mo4 <.0001 0.8238 1.0000   <.0001 <.0001 <.0001 1.0000 <.0001
mo5 0.9790 1.0000 1.0000 <.0001   <.0001 <.0001 1.0000 <.0001
mo6 0.0062 1.0000 1.0000 <.0001 <.0001   <.0001 1.0000 <.0001
mo7 <.0001 1.0000 0.1039 <.0001 <.0001 <.0001   1.0000 <.0001
mo8 <.0001 <.0001 <.0001 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000   <.0001
mo9 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001 <.0001
> showData(TAX1, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,
+  maxheight=30)
```

```
> local({
+  .FA <- factanal(~mo1+mo2+mo3+mo4+mo5+mo6, factors=1, rotation="varimax",
+  scores="Bartlett", data=TAX1)
+  print(.FA)
+  TAX1 <<- within(TAX1, {
+   F1 <- .FA$scores[,1]
+  })
+ })
Call:
factanal(x = ~mo1 + mo2 + mo3 + mo4 + mo5 + mo6, factors = 1,   data = TAX1, scores =
"Bartlett", rotation = "varimax")
Uniquenesses:
 mo1  mo2  mo3  mo4  mo5  mo6
0.647 0.022 0.005 0.997 0.998 0.999
Loadings:
  Factor1
mo1 0.594
mo2 0.989
mo3 0.998
mo4
mo5
mo6
       Factor1
SS loadings   2.332
Proportion Var  0.389
Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 2247.66 on 9 degrees of freedom.
The p-value is 0
KMO and Bartlett's Test
```

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.669
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	4654.851
	df	36
	Sig.	.000

ค่าไอเกนและสัดส่วนความแปรปรวนขององค์ประกอบหลัก

```
> library(foreign, pos=14)
> PCA <- read.spss("D:/A_JA+/ModelCut/PCA.sav", use.value.labels=TRUE,
+  max.value.labels=Inf, to.data.frame=TRUE)
> colnames(PCA) <- tolower(colnames(PCA))
> library(relimp, pos=15)
> showData(PCA, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,
+  maxheight=30)
> local({
+  .PC <- princomp(~mo1+mo2+mo3+mo4+mo5+mo6+mo7+mo8+mo9, cor=TRUE,
data=PCA)
+  cat("\nComponent loadings:\n")
+  print(unclass(loadings(.PC)))
+  cat("\nComponent variances:\n")
+  print(.PC$sd^2)
+  cat("\n")
+  print(summary(.PC))
+ })
Component loadings:
    Comp.1    Comp.2    Comp.3    Comp.4    Comp.5    Comp.6
mo1 -0.3285822 0.1959127 0.67828375 0.09284339 -0.30760220 0.31748010
mo2 -0.2236295 0.4673979 -0.21497381 -0.30912657 -0.23944213 -0.20007038
mo3 -0.2594244 0.4548828 -0.07953859 -0.26579830 -0.29101011 -0.09638502
mo4 -0.3811013 -0.3340286 -0.06851814 0.07594257 -0.15690170 -0.41587749
mo5 -0.3464291 -0.3248337 -0.36794702 -0.04636127 -0.23776028 0.71953553
mo6 -0.3748765 -0.3270794 -0.21858120 0.01123950 -0.15860574 -0.32475053
mo7 -0.4098212 -0.1609887 0.44219884 0.14315936 0.24948238 -0.17267418
mo8 -0.1859935 0.3987266 -0.30458209 0.83897685 0.09219614 0.02711141
mo9 -0.4079116 0.1651237 -0.10594092 -0.30455279 0.76571274 0.15227730
     Comp.7     Comp.8     Comp.9
```

```
mo1 -0.40296675 0.067922144 0.150182775
mo2 0.23642326 -0.061682613 0.657795295
mo3 0.10843624 -0.004094385 -0.736921545
mo4 -0.02816530 0.730820799 0.016128560
mo5 0.24977652 0.008919281 0.014365374
mo6 -0.45859865 -0.602961556 -0.009411359
mo7 0.64703716 -0.279729326 -0.033637002
mo8 -0.02277443 0.003890348 -0.001460277
mo9 -0.27801681 0.124740578 0.002910656
Component variances:
  Comp.1   Comp.2   Comp.3   Comp.4   Comp.5   Comp.6
4.289247208 3.168533313 0.823588493 0.382481660 0.259455363 0.043115921
  Comp.7   Comp.8   Comp.9
0.025424378 0.006685460 0.001468204
Importance of components:
          Comp.1  Comp.2   Comp.3   Comp.4   Comp.5
Standard deviation   2.071050 1.7800374 0.90751776 0.61845102 0.50936761
Proportion of Variance 0.476583 0.3520593 0.09150983 0.04249796 0.02882837
Cumulative Proportion 0.476583 0.8286423 0.92015211 0.96265007 0.99147845
           Comp.6   Comp.7    Comp.8    Comp.9
Standard deviation   0.207643736 0.159450237 0.0817646609 0.0383171512
Proportion of Variance 0.004790658 0.002824931 0.0007428289 0.0001631338
Cumulative Proportion 0.996269106 0.999094037 0.9998368662 1.0000000000
> local({
+  .PC <- princomp(~mo1+mo2+mo3+mo4+mo5+mo6+mo7+mo8+mo9, cor=TRUE,
data=PCA)
+  cat("\nComponent loadings:\n")
+  print(unclass(loadings(.PC)))
+  cat("\nComponent variances:\n")
+  print(.PC$sd^2)
```

```
+  cat("\n")
+  print(summary(.PC))
+  screeplot(.PC)
+  PCA <<- within(PCA, {
+    PC2 <- .PC$scores[,2]
+    PC1 <- .PC$scores[,1]
+  })
+ })
```

Component loadings:

```
    Comp.1    Comp.2    Comp.3    Comp.4    Comp.5    Comp.6
mo1 -0.3285822 0.1959127 0.67828375 0.09284339 -0.30760220 0.31748010
mo2 -0.2236295 0.4673979 -0.21497381 -0.30912657 -0.23944213 -0.20007038
mo3 -0.2594244 0.4548828 -0.07953859 -0.26579830 -0.29101011 -0.09638502
mo4 -0.3811013 -0.3340286 -0.06851814 0.07594257 -0.15690170 -0.41587749
mo5 -0.3464291 -0.3248337 -0.36794702 -0.04636127 -0.23776028 0.71953553
mo6 -0.3748765 -0.3270794 -0.21858120 0.01123950 -0.15860574 -0.32475053
mo7 -0.4098212 -0.1609887 0.44219884 0.14315936 0.24948238 -0.17267418
mo8 -0.1859935 0.3987266 -0.30458209 0.83897685 0.09219614 0.02711141
mo9 -0.4079116 0.1651237 -0.10594092 -0.30455279 0.76571274 0.15227730
     Comp.7     Comp.8     Comp.9
mo1 -0.40296675 0.067922144 0.150182775
mo2 0.23642326 -0.061682613 0.657795295
mo3 0.10843624 -0.004094385 -0.736921545
mo4 -0.02816530 0.730820799 0.016128560
mo5 0.24977652 0.008919281 0.014365374
mo6 -0.45859865 -0.602961556 -0.009411359
mo7 0.64703716 -0.279729326 -0.033637002
mo8 -0.02277443 0.003890348 -0.001460277
mo9 -0.27801681 0.124740578 0.002910656
```

Component variances:

```
  Comp.1   Comp.2   Comp.3   Comp.4   Comp.5   Comp.6
4.289247208 3.168533313 0.823588493 0.382481660 0.259455363 0.043115921
  Comp.7   Comp.8   Comp.9
0.025424378 0.006685460 0.001468204
Importance of components:
            Comp.1  Comp.2   Comp.3   Comp.4   Comp.5
Standard deviation    2.071050 1.7800374 0.90751776 0.61845102 0.50936761
Proportion of Variance 0.476583 0.3520593 0.09150983 0.04249796 0.02882837
Cumulative Proportion 0.476583 0.8286423 0.92015211 0.96265007 0.99147845
             Comp.6   Comp.7    Comp.8    Comp.9
Standard deviation    0.207643736 0.159450237 0.0817646609 0.0383171512
Proportion of Variance 0.004790658 0.002824931 0.0007428289 0.0001631338
Cumulative Proportion 0.996269106 0.999094037 0.9998368662 1.0000000000
> showData(PCA, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,
+  maxheight=30)
> editDataset(PCA)

> local({
+  .PC <- princomp(~mo1+mo2+mo3+mo4+mo5+mo6+mo7+mo8+mo9, cor=TRUE,
data=PCA)
+  cat("\nComponent loadings:\n")
+  print(unclass(loadings(.PC)))
+  cat("\nComponent variances:\n")
+  print(.PC$sd^2)
+  cat("\n")
+  print(summary(.PC))
+  screeplot(.PC)
+  PCA <<- within(PCA, {
+   PC1 <- .PC$scores[,1]
+  })
```

```
+ })
Component loadings:
    Comp.1    Comp.2    Comp.3    Comp.4    Comp.5    Comp.6
mo1 -0.3285822 0.1959127 0.67828375 0.09284339 -0.30760220 0.31748010
mo2 -0.2236295 0.4673979 -0.21497381 -0.30912657 -0.23944213 -0.20007038
mo3 -0.2594244 0.4548828 -0.07953859 -0.26579830 -0.29101011 -0.09638502
mo4 -0.3811013 -0.3340286 -0.06851814 0.07594257 -0.15690170 -0.41587749
mo5 -0.3464291 -0.3248337 -0.36794702 -0.04636127 -0.23776028 0.71953553
mo6 -0.3748765 -0.3270794 -0.21858120 0.01123950 -0.15860574 -0.32475053
mo7 -0.4098212 -0.1609887 0.44219884 0.14315936 0.24948238 -0.17267418
mo8 -0.1859935 0.3987266 -0.30458209 0.83897685 0.09219614 0.02711141
mo9 -0.4079116 0.1651237 -0.10594092 -0.30455279 0.76571274 0.15227730
     Comp.7     Comp.8     Comp.9
mo1 -0.40296675 0.067922144 0.150182775
mo2 0.23642326 -0.061682613 0.657795295
mo3 0.10843624 -0.004094385 -0.736921545
mo4 -0.02816530 0.730820799 0.016128560
mo5 0.24977652 0.008919281 0.014365374
mo6 -0.45859865 -0.602961556 -0.009411359
mo7 0.64703716 -0.279729326 -0.033637002
mo8 -0.02277443 0.003890348 -0.001460277
mo9 -0.27801681 0.124740578 0.002910656
Component variances:
   Comp.1    Comp.2    Comp.3    Comp.4    Comp.5    Comp.6
4.289247208 3.168533313 0.823588493 0.382481660 0.259455363 0.043115921
   Comp.7    Comp.8    Comp.9
0.025424378 0.006685460 0.001468204
Importance of components:
                          Comp.1  Comp.2    Comp.3    Comp.4    Comp.5
Standard deviation    2.071050 1.7800374 0.90751776 0.61845102 0.50936761
```

```
Proportion of Variance 0.476583 0.3520593 0.09150983 0.04249796 0.02882837
Cumulative Proportion 0.476583 0.8286423 0.92015211 0.96265007 0.99147845
                       Comp.6   Comp.7    Comp.8    Comp.9
Standard deviation    0.207643736 0.159450237 0.0817646609 0.0383171512
Proportion of Variance 0.004790658 0.002824931 0.0007428289 0.0001631338
Cumulative Proportion 0.996269106 0.999094037 0.9998368662 1.0000000000
> showData(PCA, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,
+  maxheight=30)
> editDataset(PCA)
> local({
+  .PC <- princomp(~mo1+mo2+mo3+mo4+mo5+mo6+mo7+mo8+mo9, cor=TRUE,
data=PCA)
+  cat("\nComponent loadings:\n")
+  print(unclass(loadings(.PC)))
+  cat("\nComponent variances:\n")
+  print(.PC$sd^2)
+  cat("\n")
+  print(summary(.PC))
+  screeplot(.PC)
+  PCA <<- within(PCA, {
+   PC4 <- .PC$scores[,4]
+   PC3 <- .PC$scores[,3]
+   PC2 <- .PC$scores[,2]
+   PC1 <- .PC$scores[,1]
+  })
+ })
Component loadings:
    Comp.1   Comp.2   Comp.3   Comp.4   Comp.5   Comp.6
mo1 -0.3285822 0.1959127 0.67828375 0.09284339 -0.30760220 0.31748010
mo2 -0.2236295 0.4673979 -0.21497381 -0.30912657 -0.23944213 -0.20007038
```

mo3 -0.2594244 0.4548828 -0.07953859 -0.26579830 -0.29101011 -0.09638502

mo4 -0.3811013 -0.3340286 -0.06851814 0.07594257 -0.15690170 -0.41587749

mo5 -0.3464291 -0.3248337 -0.36794702 -0.04636127 -0.23776028 0.71953553

mo6 -0.3748765 -0.3270794 -0.21858120 0.01123950 -0.15860574 -0.32475053

mo7 -0.4098212 -0.1609887 0.44219884 0.14315936 0.24948238 -0.17267418

mo8 -0.1859935 0.3987266 -0.30458209 0.83897685 0.09219614 0.02711141

mo9 -0.4079116 0.1651237 -0.10594092 -0.30455279 0.76571274 0.15227730

Comp.7 Comp.8 Comp.9

mo1 -0.40296675 0.067922144 0.150182775

mo2 0.23642326 -0.061682613 0.657795295

mo3 0.10843624 -0.004094385 -0.736921545

mo4 -0.02816530 0.730820799 0.016128560

mo5 0.24977652 0.008919281 0.014365374

mo6 -0.45859865 -0.602961556 -0.009411359

mo7 0.64703716 -0.279729326 -0.033637002

mo8 -0.02277443 0.003890348 -0.001460277

mo9 -0.27801681 0.124740578 0.002910656

Component variances:

Comp.1 Comp.2 Comp.3 Comp.4 Comp.5 Comp.6

4.289247208 3.168533313 0.823588493 0.382481660 0.259455363 0.043115921

Comp.7 Comp.8 Comp.9

0.025424378 0.006685460 0.001468204

Importance of components:

Comp.1 Comp.2 Comp.3 Comp.4 Comp.5

Standard deviation 2.071050 1.7800374 0.90751776 0.61845102 0.50936761

Proportion of Variance 0.476583 0.3520593 0.09150983 0.04249796 0.02882837

Cumulative Proportion 0.476583 0.8286423 0.92015211 0.96265007 0.99147845

Comp.6 Comp.7 Comp.8 Comp.9

Standard deviation 0.207643736 0.159450237 0.0817646609 0.0383171512

Proportion of Variance 0.004790658 0.002824931 0.0007428289 0.0001631338

```
Cumulative Proportion 0.996269106 0.999094037 0.9998368662 1.0000000000
> showData(PCA, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80,
+  maxheight=30)
```

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมพอดีของโมเดลความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

> MAMBAC(TAX1)

SUMMARY OF MAMBAC ANALYTIC SPECIFICATIONS

Sample size: 260

Number of indicator variables: 9

Replications: 10

Cuts: 50 evenly-spaced cuts beginning 25 cases from either extreme

Indicators: Variables serve in all possible input-output pairs

Total number of curves: 72

Y values smoothed for graphing and P estimation: No

Classification of cases: Cut total score at estimated base rate

Size of finite populations of comparison data: 1e+05

Number of samples of comparison data drawn from each population: 100

SUMMARY OF MAMBAC PARAMETER ESTIMATES

Estimated taxon base rates for each curve:

	P
Curve 1	0.826
Curve 2	0.954
Curve 3	0.769
Curve 4	0.676
Curve 5	0.239
Curve 6	0.064
Curve 7	0.445
Curve 8	0.000
Curve 9	0.337
Curve 10	0.000
Curve 11	0.279
Curve 12	0.386
Curve 13	0.818

Curve 14 0.997

Curve 15 0.621

Curve 16 0.516

Curve 17 0.694

Curve 18 0.670

Curve 19 0.374

Curve 20 0.000

Curve 21 0.153

Curve 22 0.000

Curve 23 0.324

Curve 24 0.000

Curve 25 0.000

Curve 26 0.887

Curve 27 0.638

Curve 28 0.695

Curve 29 0.590

Curve 30 0.658

Curve 31 0.293

Curve 32 0.000

Curve 33 0.036

Curve 34 0.000

Curve 35 0.200

Curve 36 0.000

Curve 37 0.423

Curve 38 0.724

Curve 39 0.654

Curve 40 0.734

Curve 41 0.578

Curve 42 0.659

Curve 43 0.530

Curve 44 0.445

Curve 45 0.484

Curve 46 0.432

Curve 47 0.307

Curve 48 0.405

Curve 49 0.000

Curve 50 0.258

Curve 51 0.455

Curve 52 0.397

Curve 53 0.498

Curve 54 0.537

Curve 55 0.265

Curve 56 0.487

Curve 57 0.000

Curve 58 0.114

Curve 59 0.509

Curve 60 0.475

Curve 61 0.262

Curve 62 0.446

Curve 63 0.000

Curve 64 0.187

Curve 65 0.427

Curve 66 0.405

Curve 67 0.821

Curve 68 1.000

Curve 69 0.585

Curve 70 0.490

Curve 71 0.674

Curve 72 0.680

Summary of base rate estimates across curves:

M = 0.423

SD = 0.281

Estimated taxon base rates for each indicator:

P

Indicator 1 0.542

Indicator 2 0.466

Indicator 3 0.441

Indicator 4 0.230

Indicator 5 0.215

Indicator 6 0.207

Indicator 7 0.593

Indicator 8 0.582

Indicator 9 0.535

Summary of base rate estimates across indicators:

M = 0.423

SD = 0.162

Base rate estimate for averaged curve = 0.577

Indicator distributions in the full sample (N = 260):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 0 1 0.659 1.305

Ind 2 0 1 -1.530 2.965

Ind 3 0 1 -1.713 3.121

Ind 4 0 1 0.604 -0.008

Ind 5 0 1 -0.147 0.061

Ind 6 0 1 0.250 -0.032

Ind 7 0 1 0.515 -0.534

Ind 8 0 1 -1.458 4.055

Ind 9 0 1 -1.450 2.872

M 0 1 -0.475 1.534

SD 0 0 1.038 1.734

Indicator distributions in the taxon (n = 110):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 0.652 0.895 0.894 3.004

Ind 2 0.427 0.626 -0.136 2.491

Ind 3 0.498 0.556 -1.103 2.993

Ind 4 0.677 0.958 0.037 -0.473

Ind 5 0.584 0.924 -0.594 0.538

Ind 6 0.663 0.927 -0.274 0.029

Ind 7 0.777 0.840 0.005 -0.511

Ind 8 0.321 0.640 -0.237 3.619

Ind 9 0.713 0.433 0.144 -0.633

M 0.590 0.755 -0.140 1.229

SD 0.148 0.194 0.544 1.763

Indicator distributions in the complement (n = 150):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 -0.478 0.780 0.657 1.257

Ind 2 -0.313 1.103 -1.406 1.317

Ind 3 -0.365 1.093 -1.466 1.466

Ind 4 -0.497 0.692 0.797 2.816

Ind 5 -0.428 0.823 -0.378 0.835

Ind 6 -0.486 0.740 0.089 1.667

Ind 7 -0.570 0.671 0.981 1.574

Ind 8 -0.235 1.143 -1.254 2.396

Ind 9 -0.523 0.975 -1.570 2.358

M -0.433 0.891 -0.394 1.743

SD 0.108 0.189 1.057 0.643

Between-group validity:

Raw Units Cohen's d

Ind 1 1.130 1.361

Ind 2 0.741 0.795

Ind 3 0.863 0.953

Ind 4 1.174 1.440

Ind 5 1.012 1.167

Ind 6 1.149 1.395

Ind 7 1.347 1.803

Ind 8 0.556 0.577

Ind 9 1.236 1.560

M 1.023 1.228

SD 0.256 0.391

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5	Ind 6	Ind 7	Ind 8	Ind 9
Ind 1	1.000	0.488	0.615	0.302	0.106	0.216	0.701	0.363	0.551
Ind 2	0.488	1.000	0.987	-0.113	-0.068	-0.077	0.049	0.718	0.640
Ind 3	0.615	0.987	1.000	-0.047	-0.038	-0.029	0.164	0.709	0.671
Ind 4	0.302	-0.113	-0.047	1.000	0.926	0.981	0.811	-0.081	0.456
Ind 5	0.106	-0.068	-0.038	0.926	1.000	0.956	0.621	-0.062	0.429
Ind 6	0.216	-0.077	-0.029	0.981	0.956	1.000	0.733	-0.060	0.472
Ind 7	0.701	0.049	0.164	0.811	0.621	0.733	1.000	0.064	0.621
Ind 8	0.363	0.718	0.709	-0.081	-0.062	-0.060	0.064	1.000	0.482
Ind 9	0.551	0.640	0.671	0.456	0.429	0.472	0.621	0.482	1.000

Taxon (n = 110):

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5	Ind 6	Ind 7	Ind 8	Ind 9
Ind 1	1.000	-0.020	0.242	0.109	-0.163	-0.043	0.708	0.035	0.345
Ind 2	-0.020	1.000	0.958	-0.559	-0.490	-0.531	-0.473	0.797	0.457
Ind 3	0.242	0.958	1.000	-0.519	-0.520	-0.532	-0.289	0.779	0.495
Ind 4	0.109	-0.559	-0.519	1.000	0.899	0.971	0.711	-0.459	0.149
Ind 5	-0.163	-0.490	-0.520	0.899	1.000	0.923	0.428	-0.395	0.020
Ind 6	-0.043	-0.531	-0.532	0.971	0.923	1.000	0.576	-0.450	0.167

Ind 7 0.708 -0.473 -0.289 0.711 0.428 0.576 1.000 -0.353 0.283

Ind 8 0.035 0.797 0.779 -0.459 -0.395 -0.450 -0.353 1.000 0.305

Ind 9 0.345 0.457 0.495 0.149 0.020 0.167 0.283 0.305 1.000

Complement (n = 150):

Ind 1 Ind 2 Ind 3 Ind 4 Ind 5 Ind 6 Ind 7 Ind 8 Ind 9

Ind 1 1.000 0.582 0.663 -0.203 -0.319 -0.262 0.345 0.390 0.349

Ind 2 0.582 1.000 0.994 -0.421 -0.254 -0.333 -0.212 0.664 0.587

Ind 3 0.663 0.994 1.000 -0.412 -0.270 -0.337 -0.152 0.661 0.585

Ind 4 -0.203 -0.421 -0.412 1.000 0.915 0.977 0.683 -0.268 0.192

Ind 5 -0.319 -0.254 -0.270 0.915 1.000 0.968 0.465 -0.187 0.259

Ind 6 -0.262 -0.333 -0.337 0.977 0.968 1.000 0.576 -0.214 0.230

Ind 7 0.345 -0.212 -0.152 0.683 0.465 0.576 1.000 -0.090 0.452

Ind 8 0.390 0.664 0.661 -0.268 -0.187 -0.214 -0.090 1.000 0.433

Ind 9 0.349 0.587 0.585 0.192 0.259 0.230 0.452 0.433 1.000

Summary of indicator correlations:

M SD

Full Sample 0.396 0.359

Taxon 0.127 0.514

Complement 0.223 0.459

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.304

Generating and analyzing comparison data

Categorical population generated, RMSR r = 0.031

Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed

Dimensional population generated, RMSR r = 0.067

Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed

Base rate estimates for comparison data:

Categorical M SD Dimensional M SD

M for 100 samples 0.5183 0.2442 0.5117 0.1901

SD for 100 samples 0.0294 0.0311 0.0291 0.0378

Comparison curve fit index (CCFI) = 0.0028 / (0.0028 + 0.0043) = 0.396

Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60, this should be interpreted with caution.

> LModde(TAX1)

Error: could not find function "LModde"

> LMode(TAX1)

SUMMARY OF L-MODE ANALYTIC SPECIFICATIONS

Sample size: 260

Number of indicator variables: 9

Classification of cases: Cut total score at estimated base rate

Size of finite populations of comparison data: 1e+05

Number of samples of comparison data drawn from each population: 100

SUMMARY OF L-MODE PARAMETER ESTIMATES

Summary of taxon base rate estimates:

Based on location of left mode: 0.019

Based on location of right mode: 1

M = 0.51

Estimated latent group M on each indicator (via factor loadings):

	Taxon	Complement
Indicator 1	-0.560	0.582
Indicator 2	-0.304	0.316
Indicator 3	-0.372	0.386
Indicator 4	-0.814	0.846
Indicator 5	-0.716	0.744
Indicator 6	-0.793	0.824
Indicator 7	-0.853	0.886
Indicator 8	-0.250	0.259
Indicator 9	-0.753	0.782

Indicator distributions in the full sample (N = 260):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	0	1	0.659	1.305
Ind 2	0	1	-1.530	2.965
Ind 3	0	1	-1.713	3.121
Ind 4	0	1	0.604	-0.008
Ind 5	0	1	-0.147	0.061
Ind 6	0	1	0.250	-0.032
Ind 7	0	1	0.515	-0.534
Ind 8	0	1	-1.458	4.055
Ind 9	0	1	-1.450	2.872
M	0	1	-0.475	1.534
SD	0	0	1.038	1.734

Indicator distributions in the taxon (n = 132):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	0.533	0.936	0.733	2.212
Ind 2	0.383	0.706	-1.347	6.817
Ind 3	0.437	0.654	-2.255	9.839
Ind 4	0.547	0.974	0.221	-0.627
Ind 5	0.493	0.931	-0.493	0.328
Ind 6	0.541	0.938	-0.095	-0.210
Ind 7	0.640	0.884	0.095	-0.760
Ind 8	0.316	0.662	-0.479	3.316
Ind 9	0.640	0.444	0.206	-0.462
M	0.503	0.792	-0.379	2.273
SD	0.109	0.183	0.917	3.775

Indicator distributions in the complement (n = 128):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	-0.550	0.731	0.442	0.720
Ind 2	-0.395	1.103	-1.334	1.083

Ind 3 -0.450 1.094 -1.385 1.186

Ind 4 -0.564 0.655 0.526 2.459

Ind 5 -0.508 0.796 -0.486 0.986

Ind 6 -0.558 0.716 -0.059 1.646

Ind 7 -0.660 0.608 0.800 1.398

Ind 8 -0.326 1.173 -1.188 2.164

Ind 9 -0.660 0.986 -1.486 1.944

M -0.519 0.874 -0.463 1.510

SD 0.113 0.216 0.918 0.585

Between-group validity:

Raw Units Cohen's d

Ind 1 1.083 1.287

Ind 2 0.778 0.844

Ind 3 0.887 0.988

Ind 4 1.112 1.336

Ind 5 1.001 1.155

Ind 6 1.100 1.315

Ind 7 1.299 1.708

Ind 8 0.642 0.677

Ind 9 1.299 1.708

M 1.022 1.224

SD 0.222 0.353

Between-group validity on factor scores:

Raw Units Cohen's d

1.487 2.227

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

Ind 1 Ind 2 Ind 3 Ind 4 Ind 5 Ind 6 Ind 7 Ind 8 Ind 9

Ind 1 1.000 0.488 0.615 0.302 0.106 0.216 0.701 0.363 0.551

Ind 2 0.488 1.000 0.987 -0.113 -0.068 -0.077 0.049 0.718 0.640

Ind 3 0.615 0.987 1.000 -0.047 -0.038 -0.029 0.164 0.709 0.671

Ind 4 0.302 -0.113 -0.047 1.000 0.926 0.981 0.811 -0.081 0.456

Ind 5 0.106 -0.068 -0.038 0.926 1.000 0.956 0.621 -0.062 0.429

Ind 6 0.216 -0.077 -0.029 0.981 0.956 1.000 0.733 -0.060 0.472

Ind 7 0.701 0.049 0.164 0.811 0.621 0.733 1.000 0.064 0.621

Ind 8 0.363 0.718 0.709 -0.081 -0.062 -0.060 0.064 1.000 0.482

Ind 9 0.551 0.640 0.671 0.456 0.429 0.472 0.621 0.482 1.000

Taxon (n = 132):

Ind 1 Ind 2 Ind 3 Ind 4 Ind 5 Ind 6 Ind 7 Ind 8 Ind 9

Ind 1 1.000 0.073 0.306 0.114 -0.173 -0.032 0.690 -0.028 0.353

Ind 2 0.073 1.000 0.967 -0.533 -0.460 -0.494 -0.444 0.702 0.419

Ind 3 0.306 0.967 1.000 -0.479 -0.473 -0.476 -0.269 0.654 0.453

Ind 4 0.114 -0.533 -0.479 1.000 0.896 0.973 0.720 -0.441 0.199

Ind 5 -0.173 -0.460 -0.473 0.896 1.000 0.927 0.422 -0.363 0.060

Ind 6 -0.032 -0.494 -0.476 0.973 0.927 1.000 0.588 -0.415 0.212

Ind 7 0.690 -0.444 -0.269 0.720 0.422 0.588 1.000 -0.355 0.332

Ind 8 -0.028 0.702 0.654 -0.441 -0.363 -0.415 -0.355 1.000 0.331

Ind 9 0.353 0.419 0.453 0.199 0.060 0.212 0.332 0.331 1.000

Complement (n = 128):

Ind 1 Ind 2 Ind 3 Ind 4 Ind 5 Ind 6 Ind 7 Ind 8 Ind 9

Ind 1 1.000 0.638 0.711 -0.226 -0.317 -0.266 0.269 0.468 0.351

Ind 2 0.638 1.000 0.995 -0.410 -0.258 -0.327 -0.196 0.672 0.600

Ind 3 0.711 0.995 1.000 -0.399 -0.270 -0.328 -0.141 0.673 0.596

Ind 4 -0.226 -0.410 -0.399 1.000 0.924 0.978 0.691 -0.308 0.159

Ind 5 -0.317 -0.258 -0.270 0.924 1.000 0.970 0.504 -0.240 0.235

Ind 6 -0.266 -0.327 -0.328 0.978 0.970 1.000 0.598 -0.258 0.198

Ind 7 0.269 -0.196 -0.141 0.691 0.504 0.598 1.000 -0.115 0.448

Ind 8 0.468 0.672 0.673 -0.308 -0.240 -0.258 -0.115 1.000 0.393

Ind 9 0.351 0.600 0.596 0.159 0.235 0.198 0.448 0.393 1.000

Summary of indicator correlations:

```
        M  SD
Full Sample 0.396 0.359
Taxon    0.138 0.495
Complement 0.222 0.468
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.304
Generating and analyzing comparison data
  Categorical population generated, RMSR r = 0.023
   Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed
  Dimensional population generated, RMSR r = 0.067
   Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed
Comparison curve fit index (CCFI) = 0.0166 / ( 0.0166 + 0.032 ) = 0.341
   Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI
      value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60,
      this should be interpreted with caution.
> MAXEIG(TAX1)
SUMMARY OF MAXEIG ANALYTIC SPECIFICATIONS
Sample size: 260
Number of indicator variables: 9
Replications: 10
Subsamples: 25 windows with 0.9 overlap
n per window at 25 windows: 76
Indicators: Each variable serves once as input, with all other variables as outputs
Total number of curves: 9
Y values smoothed for graphing and estimation: No
Base rate estimation: Adapted general covariance mixture theorem
Classification of cases: Cut total score at estimated base rate
Size of finite populations of comparison data: 1e+05
Number of samples of comparison data drawn from each population: 100
SUMMARY OF MAXEIG PARAMETER ESTIMATES
Estimated hitmax values and taxon base rates for each curve:
```

```
    Hitmax   P
Curve 1 -0.869 0.834
Curve 2 -0.841 0.738
Curve 3 -0.779 0.743
Curve 4 -0.791 0.821
Curve 5 -0.987 0.830
Curve 6 -0.871 0.820
Curve 7 1.198 0.219
Curve 8 -0.817 0.676
Curve 9 0.865 0.212
Summary of base rate estimates across curves:
  M = 0.655
 SD = 0.255
Estimated VP, FP values at each indicator's hitmax cut:
          VP      FP
Indicator 1 1.00000000 1.00000000
Indicator 2 1.00000000 1.00000000
Indicator 3 1.00000000 1.00000000
Indicator 4 1.00000000 1.00000000
Indicator 5 1.00000000 1.00000000
Indicator 6 1.00000000 1.00000000
Indicator 7 0.09101502 0.02546087
Indicator 8 1.00000000 1.00000000
Indicator 9 0.09379683 0.02525137
Base rate estimate for averaged curve = 0.776
Indicator distributions in the full sample ( N = 260 ):
    M SD  Skew Kurtosis
Ind 1 0 1 0.659  1.305
Ind 2 0 1 -1.530  2.965
Ind 3 0 1 -1.713  3.121
```

Ind 4 0 1 0.604 -0.008

Ind 5 0 1 -0.147 0.061

Ind 6 0 1 0.250 -0.032

Ind 7 0 1 0.515 -0.534

Ind 8 0 1 -1.458 4.055

Ind 9 0 1 -1.450 2.872

M 0 1 -0.475 1.534

SD 0 0 1.038 1.734

Indicator distributions in the taxon (n = 170):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 0.389 0.919 0.852 2.025

Ind 2 0.343 0.676 -1.322 6.497

Ind 3 0.379 0.633 -2.066 8.626

Ind 4 0.347 0.959 0.534 -0.486

Ind 5 0.326 0.921 -0.200 -0.019

Ind 6 0.351 0.932 0.215 -0.332

Ind 7 0.419 0.914 0.308 -0.724

Ind 8 0.322 0.687 -0.203 3.558

Ind 9 0.505 0.487 0.156 -0.123

M 0.376 0.792 -0.192 2.114

SD 0.058 0.172 0.931 3.429

Indicator distributions in the complement (n = 90):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 -0.734 0.688 0.401 0.880

Ind 2 -0.648 1.181 -1.016 0.142

Ind 3 -0.716 1.165 -1.066 0.212

Ind 4 -0.655 0.708 0.667 2.217

Ind 5 -0.617 0.844 -0.376 0.740

Ind 6 -0.663 0.763 0.068 1.381

Ind 7 -0.792 0.594 1.216 3.088

Ind 8 -0.607 1.201 -1.274 1.244

Ind 9 -0.954 1.026 -1.194 0.970

M -0.709 0.908 -0.286 1.208

SD 0.109 0.238 0.916 0.942

Between-group validity:

Raw Units Cohen's d

Ind 1 1.123 1.327

Ind 2 0.991 1.122

Ind 3 1.095 1.281

Ind 4 1.001 1.137

Ind 5 0.943 1.054

Ind 6 1.013 1.155

Ind 7 1.211 1.481

Ind 8 0.929 1.034

Ind 9 1.459 2.026

M 1.085 1.291

SD 0.167 0.310

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

Ind 1 Ind 2 Ind 3 Ind 4 Ind 5 Ind 6 Ind 7 Ind 8 Ind 9

Ind 1 1.000 0.488 0.615 0.302 0.106 0.216 0.701 0.363 0.551

Ind 2 0.488 1.000 0.987 -0.113 -0.068 -0.077 0.049 0.718 0.640

Ind 3 0.615 0.987 1.000 -0.047 -0.038 -0.029 0.164 0.709 0.671

Ind 4 0.302 -0.113 -0.047 1.000 0.926 0.981 0.811 -0.081 0.456

Ind 5 0.106 -0.068 -0.038 0.926 1.000 0.956 0.621 -0.062 0.429

Ind 6 0.216 -0.077 -0.029 0.981 0.956 1.000 0.733 -0.060 0.472

Ind 7 0.701 0.049 0.164 0.811 0.621 0.733 1.000 0.064 0.621

Ind 8 0.363 0.718 0.709 -0.081 -0.062 -0.060 0.064 1.000 0.482

Ind 9 0.551 0.640 0.671 0.456 0.429 0.472 0.621 0.482 1.000

Taxon (n = 170):

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5	Ind 6	Ind 7	Ind 8	Ind 9
Ind 1	1.000	0.105	0.340	0.171	-0.118	0.027	0.715	-0.045	0.424
Ind 2	0.105	1.000	0.966	-0.458	-0.401	-0.424	-0.357	0.576	0.453
Ind 3	0.340	0.966	1.000	-0.393	-0.405	-0.395	-0.175	0.523	0.505
Ind 4	0.171	-0.458	-0.393	1.000	0.903	0.975	0.735	-0.385	0.312
Ind 5	-0.118	-0.401	-0.405	0.903	1.000	0.937	0.456	-0.322	0.179
Ind 6	0.027	-0.424	-0.395	0.975	0.937	1.000	0.614	-0.363	0.314
Ind 7	0.715	-0.357	-0.175	0.735	0.456	0.614	1.000	-0.314	0.447
Ind 8	-0.045	0.576	0.523	-0.385	-0.322	-0.363	-0.314	1.000	0.174
Ind 9	0.424	0.453	0.505	0.312	0.179	0.314	0.447	0.174	1.000

Complement (n = 90):

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5	Ind 6	Ind 7	Ind 8	Ind 9
Ind 1	1.000	0.691	0.750	-0.310	-0.350	-0.318	-0.002	0.507	0.228
Ind 2	0.691	1.000	0.996	-0.503	-0.343	-0.423	-0.329	0.685	0.515
Ind 3	0.750	0.996	1.000	-0.495	-0.352	-0.422	-0.299	0.686	0.502
Ind 4	-0.310	-0.503	-0.495	1.000	0.931	0.981	0.794	-0.433	0.117
Ind 5	-0.350	-0.343	-0.352	0.931	1.000	0.970	0.648	-0.366	0.217
Ind 6	-0.318	-0.423	-0.422	0.981	0.970	1.000	0.722	-0.387	0.159
Ind 7	-0.002	-0.329	-0.299	0.794	0.648	0.722	1.000	-0.257	0.429
Ind 8	0.507	0.685	0.686	-0.433	-0.366	-0.387	-0.257	1.000	0.320
Ind 9	0.228	0.515	0.502	0.117	0.217	0.159	0.429	0.320	1.000

Summary of indicator correlations:

	M	SD
Full Sample	0.396	0.359
Taxon	0.175	0.468
Complement	0.174	0.523

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.304

Generating and analyzing comparison data

Categorical population generated, RMSR r = 0.017

Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed

Dimensional population generated, RMSR r = 0.067

Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed

Base rate estimates for comparison data:

	Categorical M	SD	Dimensional M	SD
M for 100 samples	0.6302	0.1160	0.5614	0.1551
SD for 100 samples	0.0482	0.0396	0.0871	0.0454

Comparison curve fit index (CCFI) = 0.3926 / (0.3926 + 0.6774) = 0.367

Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60, this should be interpreted with caution.

>

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การแจกแจง และความตรงของตัวแปร เมื่อตัดตัวแบบ Mo3 Mo5 Mo6 Mo7 Mo8 และ Mo9 ด้วยเทคนิคการวัดอนุกรมวิธาน

> MAMBAC(TAX7)

SUMMARY OF MAMBAC ANALYTIC SPECIFICATIONS

Sample size: 260

Number of indicator variables: 3

Replications: 10

Cuts: 50 evenly-spaced cuts beginning 25 cases from either extreme

Indicators: Variables serve in all possible input-output pairs

Total number of curves: 6

Y values smoothed for graphing and P estimation: No

Classification of cases: Cut total score at estimated base rate

Size of finite populations of comparison data: 1e+05

Number of samples of comparison data drawn from each population: 100

SUMMARY OF MAMBAC PARAMETER ESTIMATES

Estimated taxon base rates for each curve:

	P
Curve 1	0.826
Curve 2	0.954
Curve 3	0.239
Curve 4	0.066
Curve 5	0.363
Curve 6	0.000

Summary of base rate estimates across curves:

M = 0.408

SD = 0.397

Estimated taxon base rates for each indicator:

	P
Indicator 1	0.533
Indicator 2	0.658

Indicator 3 0.033

Summary of base rate estimates across indicators:

M = 0.408

SD = 0.331

Base rate estimate for averaged curve = 0.741

Indicator distributions in the full sample (N = 260):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	0	1	0.659	1.305
Ind 2	0	1	-1.530	2.965
Ind 3	0	1	0.604	-0.008
M	0	1	-0.089	1.421
SD	0	0	1.248	1.490

Indicator distributions in the taxon (n = 106):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	0.885	0.823	0.755	4.124
Ind 2	0.468	0.547	0.309	3.253
Ind 3	0.551	1.065	0.036	-0.842
M	0.635	0.812	0.367	2.178
SD	0.220	0.259	0.363	2.651

Indicator distributions in the complement (n = 154):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	-0.609	0.560	-0.508	1.023
Ind 2	-0.322	1.109	-1.291	1.175
Ind 3	-0.379	0.748	0.665	1.934
M	-0.437	0.806	-0.378	1.377
SD	0.152	0.279	0.985	0.488

Between-group validity:

	Raw Units	Cohen's d
Ind 1	1.494	2.200
Ind 2	0.791	0.857

Ind 3 0.929 1.043

M 1.071 1.367

SD 0.372 0.727

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 0.488 0.302

Ind 2 0.488 1.000 -0.113

Ind 3 0.302 -0.113 1.000

Taxon (n = 106):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 -0.164 -0.042

Ind 2 -0.164 1.000 -0.479

Ind 3 -0.042 -0.479 1.000

Complement (n = 154):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 0.633 -0.080

Ind 2 0.633 1.000 -0.363

Ind 3 -0.080 -0.363 1.000

Summary of indicator correlations:

M SD

Full Sample 0.226 0.308

Taxon -0.229 0.225

Complement 0.063 0.513

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.879

Generating and analyzing comparison data

Categorical population generated, RMSR r = 0.025

Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed

Dimensional population generated, RMSR r = 0

Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed

Base rate estimates for comparison data:

	Categorical M	SD	Dimensional M	SD
M for 100 samples	0.4935	0.3473	0.5104	0.1773
SD for 100 samples	0.0649	0.0627	0.0596	0.0732

Comparison curve fit index (CCFI) = 0.0103 / (0.0103 + 0.0092) = 0.53

Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60, this should be interpreted with caution.

> LMode(TAX7)

SUMMARY OF L-MODE ANALYTIC SPECIFICATIONS

Sample size: 260

Number of indicator variables: 3

Classification of cases: Cut total score at estimated base rate

Size of finite populations of comparison data: 1e+05

Number of samples of comparison data drawn from each population: 100

SUMMARY OF L-MODE PARAMETER ESTIMATES

Summary of taxon base rate estimates:

Based on location of left mode: 0.101

Based on location of right mode: 1

M = 0.55

Estimated latent group M on each indicator (via factor loadings):

	Taxon	Complement
Indicator 1	1.223	-1.497
Indicator 2	0.310	-0.379
Indicator 3	0.171	-0.210

Indicator distributions in the full sample (N = 260):

	M	SD	Skew	Kurtosis
Ind 1	0	1	0.659	1.305
Ind 2	0	1	-1.530	2.965
Ind 3	0	1	0.604	-0.008

M 0 1 -0.089 1.421

SD 0 0 1.248 1.490

Indicator distributions in the taxon (n = 143):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 0.606 0.868 0.846 2.608

Ind 2 0.420 0.573 -0.074 2.466

Ind 3 0.410 0.988 0.341 -0.631

M 0.479 0.810 0.371 1.481

SD 0.110 0.213 0.461 1.830

Indicator distributions in the complement (n = 117):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 -0.740 0.552 -0.447 0.786

Ind 2 -0.513 1.161 -1.144 0.484

Ind 3 -0.501 0.760 0.884 2.681

M -0.585 0.824 -0.236 1.317

SD 0.135 0.309 1.030 1.191

Between-group validity:

Raw Units Cohen's d

Ind 1 1.346 1.812

Ind 2 0.934 1.053

Ind 3 0.912 1.021

M 1.064 1.295

SD 0.245 0.447

Between-group validity on factor scores:

Raw Units Cohen's d

1.441 2.074

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 0.488 0.302

```
Ind 2 0.488 1.000 -0.113
Ind 3 0.302 -0.113 1.000
Taxon ( n = 143 ):
   Ind 1 Ind 2 Ind 3
Ind 1 1.000 -0.089 0.103
Ind 2 -0.089 1.000 -0.463
Ind 3 0.103 -0.463 1.000
Complement ( n = 117 ):
   Ind 1 Ind 2 Ind 3
Ind 1 1.000 0.698 -0.276
Ind 2 0.698 1.000 -0.458
Ind 3 -0.276 -0.458 1.000
Summary of indicator correlations:
        M  SD
Full Sample 0.226 0.308
Taxon    -0.149 0.288
Complement -0.012 0.622
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.875
Generating and analyzing comparison data
  Categorical population generated, RMSR r = 0.009
   Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed
  Dimensional population generated, RMSR r = 0
   Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed
Comparison curve fit index (CCFI) = 0.0129 / ( 0.0129 + 0.0188 ) = 0.407
   Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI
      value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60,
      this should be interpreted with caution.
> MAXEIG(Tax7)
Error in Remove.Missing(Data.Set) : object 'Tax7' not found
> MAXEIG(TAX7)
```

SUMMARY OF MAXEIG ANALYTIC SPECIFICATIONS

Sample size: 260

Number of indicator variables: 3

Replications: 10

Subsamples: 25 windows with 0.9 overlap

n per window at 25 windows: 76

Indicators: Each variable serves once as input, with all other variables as outputs

Total number of curves: 3

Y values smoothed for graphing and estimation: No

Base rate estimation: Adapted general covariance mixture theorem

Classification of cases: Cut total score at estimated base rate

Size of finite populations of comparison data: 1e+05

Number of samples of comparison data drawn from each population: 100

SUMMARY OF MAXEIG PARAMETER ESTIMATES

Estimated hitmax values and taxon base rates for each curve:

	Hitmax	P
Curve 1	-0.869	0.891
Curve 2	-0.102	0.637
Curve 3	1.226	0.161

Summary of base rate estimates across curves:

M = 0.563

SD = 0.371

Estimated VP, FP values at each indicator's hitmax cut:

	VP	FP
Indicator 1	1.0000000	1.0000000
Indicator 2	0.9447355	0.5474854
Indicator 3	0.1237936	0.0237050

Base rate estimate for averaged curve = 0.748

Indicator distributions in the full sample (N = 260):

	M	SD	Skew	Kurtosis

Ind 1 0 1 0.659 1.305

Ind 2 0 1 -1.530 2.965

Ind 3 0 1 0.604 -0.008

M 0 1 -0.089 1.421

SD 0 0 1.248 1.490

Indicator distributions in the taxon (n = 146):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 0.581 0.876 0.840 2.467

Ind 2 0.425 0.569 -0.096 2.531

Ind 3 0.395 0.983 0.377 -0.609

M 0.467 0.809 0.373 1.463

SD 0.100 0.215 0.468 1.795

Indicator distributions in the complement (n = 114):

M SD Skew Kurtosis

Ind 1 -0.745 0.558 -0.422 0.698

Ind 2 -0.544 1.160 -1.125 0.433

Ind 3 -0.505 0.769 0.890 2.571

M -0.598 0.829 -0.219 1.234

SD 0.128 0.305 1.023 1.166

Between-group validity:

Raw Units Cohen's d

Ind 1 1.326 1.760

Ind 2 0.969 1.104

Ind 3 0.900 1.004

M 1.065 1.289

SD 0.229 0.411

Indicator correlations:

Full Sample (N = 260):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 0.488 0.302

Ind 2 0.488 1.000 -0.113

Ind 3 0.302 -0.113 1.000

Taxon (n = 146):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 -0.098 0.122

Ind 2 -0.098 1.000 -0.466

Ind 3 0.122 -0.466 1.000

Complement (n = 114):

Ind 1 Ind 2 Ind 3

Ind 1 1.000 0.702 -0.278

Ind 2 0.702 1.000 -0.469

Ind 3 -0.278 -0.469 1.000

Summary of indicator correlations:

M SD

Full Sample 0.226 0.308

Taxon -0.147 0.297

Complement -0.015 0.628

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.875

Generating and analyzing comparison data

Categorical population generated, RMSR r = 0.009

Analysis of 100 samples of categorical comparison data completed

Dimensional population generated, RMSR r = 0

Analysis of 100 samples of dimensional comparison data completed

Base rate estimates for comparison data:

Categorical M SD Dimensional M SD

M for 100 samples 0.5551 0.2335 0.4854 0.1930

SD for 100 samples 0.0925 0.0613 0.1056 0.0776

Comparison curve fit index (CCFI) = 0.0759 / (0.0759 + 0.098) = 0.437

Note: CCFI values can range from 0 (dimensional) to 1 (categorical). The more a CCFI

value deviates from .50, the stronger the result. When .40 < CCFI < .60, this should be interpreted with caution.

>

ผลการทดสอบความสอดคล้องตามวิธีการระบุกลุ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา

TA * DEA Crosstabulation

		DEA		Total
		1.00	2.00	
TA	1.00	223	6	229
		85.8%	2.3%	88.1%
	2.00	4	27	31
		1.5%	10.4%	11.9%
Total		227	33	260
		87.3%	12.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	175.835a	1	.000		
Continuity Correctionb	168.294	1	.000		
Likelihood Ratio	118.471	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	175.158	1	.000		
N of Valid Cases	260				

a 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.93.

b Computed only for a 2x2 table

Symmetric Measures

		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal			
	Phi	.822	.000
	Cramer's V	.822	.000
N of Valid Cases		260	

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางโสธิตภา เมืองศิริ
วัน เดือน ปี เกิด	27 พฤษภาคม พ.ศ. 2509
สถานที่เกิด	อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 2/ 11 ถนนจันทอุดม ตำบลเชิงเนิน
	อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2533-2553	ครูโรงเรียนเซนต์โยเซฟระยอง
	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน
พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน	รองผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน
	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534-2538	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
	สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2539-2541	ครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
	สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2560	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิจัย วัดผล และสถิติการศึกษา)
	มหาวิทยาลัยบูรพา