



# การศึกษาความเที่ยงตรงของการประมาณค่าในการวิเคราะห์โมเดลสมการ โครงสร้างพหุระดับภายใต้เงื่อนไขวิธีการประมาณค่า และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

ธีระวัฒน์ สุชีสาร<sup>1</sup>

ศุภฤกษ์ โยเทลา<sup>2</sup>

เสกสรรค์ ทองคำบรรจง<sup>3</sup>

นิยะดา จิตต์จรัส<sup>4</sup>

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเที่ยงตรงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับงานวิจัยโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับภายใต้เงื่อนไขขนาดตัวอย่างของแต่ละระดับการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน

การวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์หุติยภูมิ โดยคัดเลือกข้อมูลจากโครงการการศึกษาโอกาสในการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สุ่มข้อมูลตามเงื่อนไขขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน, 30 โรงเรียนและ 15 โรงเรียน ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 10 คน, โรงเรียนละ 5 คนและขนาดเท่ากับแต่ละโรงเรียนที่เก็บจริง (10-40) วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละเงื่อนไขด้วยวิธีการประมาณค่า 2 วิธี คือ Full Information Maximum Likelihood (FIML) และ Robust Maximum Likelihood (RML) และตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยพิจารณาจากการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับโดยการเปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าพารามิเตอร์ของประชากร ด้วยการวิเคราะห์สถิติทดสอบที่

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การทดสอบความเที่ยงตรงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่าง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน และ 30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน และจำนวนนักเรียนที่เก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) ทั้งสองวิธีประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับไม่ต่างกัน แสดงว่าการประมาณค่าทั้งสองวิธีให้ผลการประมาณค่าที่มีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 15 โรงเรียน ตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) วิธีการประมาณค่าแบบ RML ประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบส่วนวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML ไม่สามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบ

<sup>1</sup>ศุภฤกษ์บัณฑิตสาขาวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

<sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

<sup>3</sup>อาจารย์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>4</sup>อาจารย์ ภาควิชาจิตวิทยา คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



2. การกำหนดขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียน ทั้งกรณีกลุ่มตัวอย่างระดับที่ 1 โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน และจำนวนนักเรียนที่เก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) วิธีการประมาณค่าแบบ FIML และ RML ประมาณค่า คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับที่มีความเที่ยงตรง และขนาดตัวอย่างระดับที่สองอย่างน้อย 15 โรงเรียน วิธีการประมาณค่าแบบ RML ประมาณค่า คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับที่มีความเที่ยงตรง
3. การกำหนดขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง อย่างน้อยโรงเรียนละ 5 คน วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML ให้ผลการประมาณค่า คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับที่มีความเที่ยงตรง

**คำสำคัญ :** โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ, วิธีการประมาณค่า, ขนาดตัวอย่าง

## A STUDY OF VALIDITY OF ESTIMATION IN MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODEL UNDER DIFFERENT ESTIMATION METHODS AND SAMPLE SIZES

### ABSTRACT

The purpose of this research was to study a validity of estimation methods in Multilevel Structural Equation Modeling under conditions of sample size variation at each analysis level.

This research used a Secondary analysis of a data from the project of learning opportunities in mathematics and science of Mathayomsuaksa 3 students of the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. The analysis used 30 samples from 9 conditions comprising level 2 sample size of 50, 30 and 15 schools in combination of the level 1 sample size of 10 and 5 persons a school, and the actual students of the selected school. Each conditional data was analyzed by 2 methods of estimation, Full Information Maximum Likelihood (FIML) and Robust Maximum Likelihood (RML), and checked validity by considering estimates of factor loading, path coefficient and cross level coefficients by comparing with the estimates and the parameters using t-test, confidence interval and range.

The results were as follows :

1. The validity of the parameter estimation between the FIML and RML when level 2 samples consisted of 50 and 30 schools and level 1 samples consisted of 5 students, 10 students and actual student of the school, both of the two parameter estimation methods gave the same estimations result of *Factor Loading*, *Path Coefficient* and *Cross Level Coefficients* and both estimations were closed to the parameters. So the validity of the 2 parameter estimation is not statistically difference. In the condition of the 15 schools of level 2 samples and actual students the school of level 1 the RML parameter estimation was complete but the FIML parameter estimation was incomplete.

2. The estimate when the level 2 sample size was 50 and 30 schools, and the level 1 sample size was 5 students, 10 students, and the actual students of the school, both FIML and RML parameter estimation gave an valid estimation result of *Factor Loading*, *Path Coefficient* and *Cross Level Coefficients*. However for the level 2 samples of at least 15 school, the RML parameter estimation gave a more valid estimation than the FIML.

3. The estimate when the level 1 sample sizes was at least 5 students a school, the FIML and RML parameter estimation gave an valid estimation results of *Factor Loading*, *Path Coefficient* and *Cross Level Coefficients*.

**Key Word** : Multilevel structural equation model, Estimation methods, Sample sizes



## ภูมิหลัง

การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling : MSEM) เป็นการบูรณาการเทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling : SEM) หรือการวิเคราะห์อิทธิพล (Path analysis) การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel modeling) ไว้ด้วยกัน เป็นเทคนิควิเคราะห์ที่สามารถศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งความสัมพันธ์ทางการวัดตัวแปร (Measurement relationship) และความสัมพันธ์ทางโครงสร้าง (Structural relationship) ของตัวแปรพร้อม ๆ กันกับการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสมกับธรรมชาติของข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่นกัน (Hierarchical data) โดยข้อมูลที่อยู่ระดับล่างจะอยู่ซ้อนกันภายใต้ข้อมูลที่อยู่ระดับบน เช่น นักเรียนสอดแทรกภายในชั้นเรียน ชั้นเรียนสอดแทรกภายในโรงเรียน โรงเรียนสอดแทรกภายในเขตพื้นที่การศึกษา ข้อมูลระดับล่างที่รวมกลุ่มกันตามข้อมูลระดับบนส่งผลให้ไม่สามารถใช้สถิติแบบประเพณีนิยม เช่น การวิเคราะห์การถดถอยในการวิเคราะห์ เนื่องจากจะละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นอิสระกันของข้อมูล (Independent observations) เพราะธรรมชาติของข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ความเป็นกลุ่มจะส่งผลให้ข้อมูลมีลักษณะสัมพันธ์กัน

ประเด็นสำคัญที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์และทางการศึกษามี 2 ประเด็น คือ เทคนิคการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และความเพียงพอของการเลือกขนาดตัวอย่างในการวิจัย

จากการศึกษาเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีโลคัลลิฮูดสูงสุด (Maximum likelihood) จะมีความคงเส้นคงวามีประสิทธิภาพและเป็นอิสระจากมาตรวัด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีโลคัลลิฮูดสูงสุด 2 วิธี คือ วิธีการประมาณค่าแบบอาศัยความน่าจะเป็นสูงสุดที่ใช้ข้อมูลเต็มรูป (Full Information Maximum Likelihood : FIML) เป็นการประมาณค่าแบบอาศัยความน่าจะเป็นสูงสุดจะประมาณค่าได้ดีเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่เพียงพอ จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและข้อมูลมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ วิธีการประมาณค่าแบบ Robust Maximum Likelihood (RML) เพราะเป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่คิดค้นและพัฒนาขึ้นมาเป็นพิเศษที่เป็นการประมาณค่าแบบ FIML เพราะใช้ข้อมูลดิบทั้งหมดในการประมาณค่าและเรียกว่าการประมาณค่าแบบ RML เป็นการประมาณค่าที่ให้ค่าไค-สแควร์ (Chi-square) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ที่มีความทนทาน (Robust) ต่อการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงแบบโค้งปกติ (Normality assumption) สามารถวิเคราะห์ได้ง่าย ใช้เวลาในการคำนวณน้อยและสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลหรือค่าสัมประสิทธิ์ความชันแบบสุ่ม (Random slopes) ที่มีค่าแตกต่างกันไปตามแต่ละกลุ่มได้

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย ปัญหาการมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กนั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งสำหรับงานวิจัยพหุระดับ จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่พัฒนาเรื่อยมา โดยเฉพาะเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีโลคัลลิฮูดสูงสุด (Maximum Likelihood : ML) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันเพราะเป็นการประมาณค่าที่มีความคงเส้นคงวามีประสิทธิภาพ แต่เทคนิคนี้มีความจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากันและการแจกแจงของตัวแปรเป็นโค้งปกติ ดังนั้นคำถามที่ตามมาก็คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดควรจะเป็นเท่าไต่ที่ยังคงให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องเชื่อถือได้



จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 วิธี ภายใต้เงื่อนไขเกี่ยวกับขนาดกลุ่มตัวอย่างในระดับที่ 1 และขนาดกลุ่มตัวอย่างระดับที่ 2 ต่างกัน โดยผู้วิจัยพิจารณาค่าความเที่ยงตรงของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับ ซึ่งผลการศึกษานำมาซึ่งประโยชน์ของการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์และการใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมพอเพียงและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการศึกษาวิจัยในลักษณะดังกล่าวต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับงานวิจัยโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ภายใต้เงื่อนไขขนาดตัวอย่างของแต่ละระดับการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยมุ่งตอบคำถามเฉพาะว่าวิธีวิเคราะห์ใดและจำนวนหน่วยตัวอย่างระดับที่สองและระดับที่หนึ่งเป็นเท่าใด

### สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Full Information Maximum Likelihood (FIML) และการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Robust Maximum Likelihood (RML) เมื่อจำนวนขนาดตัวอย่างในแต่ละโรงเรียนเท่ากัน (เท่ากับ 10 และ 5 คนต่อโรงเรียน) จะให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง สัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับใกล้เคียงกัน ส่วนในกรณีขนาดตัวอย่างแต่ละโรงเรียนไม่เท่ากัน (เท่ากับจำนวนที่เก็บจริง 10–40 คนต่อโรงเรียน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยแบบ RML จะให้ผลการวิเคราะห์ดีกว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML

สมมติฐานที่ 2 การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับในระดับที่สอง (ระดับโรงเรียน) เท่ากับหรือน้อยกว่า 50 โรงเรียนซึ่งงานวิจัยนี้อย่างน้อยเท่ากับ 15 กลุ่ม มีความเพียงพอที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเที่ยงตรง

สมมติฐานที่ 3 การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับในระดับที่หนึ่ง (ระดับนักเรียน) น้อยกว่า 30 คนต่อโรงเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้อย่างน้อยโรงเรียนละ 5 คน มีความเพียงพอที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเที่ยงตรง

### ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ทุติยภูมิ (Secondary analysis) เพราะเป็นไปตามธรรมชาติให้สารสนเทศตามความเป็นจริง ในการคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นข้อมูลที่มีโครงสร้างพหุระดับและมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างครอบคลุมสถานการณ์ในเงื่อนไขที่วิจัยจากการสำรวจ พบว่าข้อมูลจากโครงการการศึกษาโอกาสในการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องทั้งในเรื่องลักษณะข้อมูลและมีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอกับการวิจัยครั้งนี้



ผู้วิจัยจึงดำเนินการขอใช้ข้อมูลโดยจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากภาควิชา ถึงผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อขอข้อมูลจากโครงการการศึกษาโอกาสในการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสุ่มข้อมูลตามเงื่อนไขของตัวแปรระดับที่หนึ่ง ตัวแปรระดับที่สอง จำนวน 9 เงื่อนไข (ขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 3 แบบ ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง 3 แบบ) ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการสุ่มพบว่าข้อมูลที่ได้ตรงตามสถานการณ์แต่ละเงื่อนไขการวิเคราะห์และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlations ; ICC) ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ระดับ ซึ่งพบว่าการสุ่มแต่ละครั้งมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์หุระดับ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นตั้งแต่ 0.098 ขึ้นไป

#### วิธีดำเนินการวิจัย

1. สร้างโมเดลในการวิเคราะห์ จากฐานข้อมูลจากโครงการการศึกษาโอกาสในการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสร้างโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบ่งตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ตัวแปรระดับโรงเรียนและตัวแปรระดับนักเรียน
2. วิเคราะห์เพื่อทดสอบโมเดลสมมติฐานการวิจัยของประชากร โดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 แบบ เนื่องจากโมเดลสมมติฐานเป็นโมเดลพหุระดับที่มีตัวแปร 2 ระดับอยู่ในโมเดล คือ ตัวแปรระดับโรงเรียนและตัวแปรระดับนักเรียน ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling : MSEM)
3. วิเคราะห์เพื่อทดสอบโมเดลสมมติฐานกลุ่มตัวอย่างตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ ซึ่งมี 9 เงื่อนไข (ขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 3 แบบ ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง 3 แบบ) มีการกำหนดโมเดล ปรับโมเดลและใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์โมเดลสมมติฐานการวิจัยจากประชากรทุกประการ โดยวิเคราะห์เงื่อนไขละ 30 ครั้ง
4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเงื่อนไข (ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับของแต่ละวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์) กับค่าพารามิเตอร์ (วิเคราะห์จากประชากร 294 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียน 7,799 คน) โดยใช้สถิติทดสอบที่แบบ One-Sample T-Test
5. ศึกษาความแตกต่างของค่าประมาณที่ได้จากแต่ละเงื่อนไข (ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ระหว่างวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Full Information Maximum Likelihood (FIML) และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Robust Maximum Likelihood (RML) โดยการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าประมาณที่ได้จาก 2 วิธี



6. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ค่านี้ น้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับระหว่างวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Full Information Maximum Likelihood (FIML) และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Robust Maximum Likelihood (RML) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (multivariate analysis of variance : MANOVA)
7. ประมวลผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 4, 5 และ 6 เพื่อเปรียบเทียบและสรุปความเที่ยงตรงในแต่ละเงื่อนไขที่ทำการศึกษา

## ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับตามเงื่อนไขการวิจัย ได้ผลสรุปเกี่ยวกับความเที่ยงตรงดังนี้
  - 1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 50 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (จำนวน 10-40 คน) ทั้ง 2 วิธี ให้ (คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ไม่ต่างจากค่าประมาณที่ได้จากประชากรและการประมาณค่าของ 2 วิธี มีความเที่ยงตรงและไม่ต่างกัน
  - 1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 30 โรงเรียน และขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (จำนวน 10-40 คน) ทั้ง 2 วิธี ให้ (คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ไม่ต่างจากค่าประมาณที่ได้จากประชากรและการประมาณค่าของ 2 วิธี มีความเที่ยงตรงและไม่ต่างกัน
  - 1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 15 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (จำนวน 10-40 คน) วิธี RML ประมาณค่าได้ครบและไม่ต่างจากประชากร ส่วนวิธี FIML ประมาณค่าต่าง ๆ ได้ไม่ครบซึ่งแสดงว่าวิธี RML มีความเที่ยงตรงมากกว่าวิธี FIML
  - 1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 50 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน ทั้ง 2 วิธี ให้ (คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ไม่ต่างจากค่าประมาณที่ได้จากประชากร การประมาณค่าของ 2 วิธี มีความเที่ยงตรงและไม่ต่างกัน
  - 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 30 โรงเรียน และขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน ทั้ง 2 วิธี ให้ (คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ไม่ต่างจากค่าประมาณที่ได้จากประชากร การประมาณค่าของ 2 วิธี มีความเที่ยงตรงและไม่ต่างกัน



1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 15 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน ทั้งสองวิธีประมาณค่าต่าง ๆ ได้ไม่ครบ

1.7 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 50 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน ทั้ง 2 วิธี ให้ (คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ) ไม่ต่างจากค่าประมาณที่ได้จากประชากร การประมาณค่าของ 2 วิธี มีความเที่ยงตรงและไม่ต่างกัน

1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 15 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน วิธี RML ประมาณค่าได้ครบและไม่ต่างจากประชากรส่วนวิธี FIML ประมาณค่าต่าง ๆ ได้ไม่ครบ ซึ่งแสดงว่าวิธี RML มีความเที่ยงตรงมากกว่าวิธี FIML

1.9 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สองเท่ากับ 15 โรงเรียน และขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน ทั้งสองวิธีประมาณค่าต่าง ๆ ได้ไม่ครบ

## 2. การวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามเพิ่มเติม

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียนและ 30 โรงเรียนและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (จำนวน 10-40 คน) ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ ที่ได้จากการประมาณค่าระหว่างจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียนมีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียน 15 โรงเรียน ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (จำนวน 10-40 คน) พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับที่ได้จากการประมาณค่าระหว่างจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียนและ 15 โรงเรียน มีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพุทธระดับ เมื่อขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน และ 30 โรงเรียน (ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML ให้ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ ไม่ต่างกัน แสดงว่าผลการวิเคราะห์จากขนาดตัวอย่างระดับที่สองทั้ง 2 ขนาดมีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน และเมื่อขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียนและ 30 โรงเรียน (ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML ให้ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ ไม่ต่างกันแสดงว่าผลการวิเคราะห์จากขนาดตัวอย่างระดับที่สองทั้ง 2 ขนาดมีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน



2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ เมื่อขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน และ 30 โรงเรียน (ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML ให้ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับไม่ต่างกัน แสดงว่าผลการวิเคราะห์จากขนาดตัวอย่างระดับที่สองทั้ง 2 ขนาดมีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน

### 3. การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ เพื่อตอบสนองมติฐานการวิจัย มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.1 การทดสอบความเที่ยงตรงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ระหว่าง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียนและ 30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน และจำนวนนักเรียนที่เก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) ทั้งสองวิธีประมาณค่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับไม่ต่างกันแสดงว่าการประมาณค่าทั้งสองวิธีมีความเที่ยงตรงไม่ต่างกัน ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 15 โรงเรียน ตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) วิธีการประมาณค่าแบบ RML ประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับได้ครบและแตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML ไม่สามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบ

3.2 การทดสอบขนาดตัวอย่างระดับที่สอง พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียน ทั้งกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน และจำนวนนักเรียนที่เก็บจริงแต่ละโรงเรียนให้ผลการวิเคราะห์ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ แตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 15 โรงเรียน ตัวอย่างระดับที่หนึ่งทั้ง 3 ขนาด ไม่สามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบ

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML กรณีจำนวนขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน 30 โรงเรียน ทั้งกรณีกลุ่มตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน และจำนวนนักเรียนที่เก็บจริงแต่ละโรงเรียน ให้ผลการวิเคราะห์ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ แตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 15 โรงเรียน ตัวอย่างระดับที่หนึ่งเก็บจริงแต่ละโรงเรียน (10-40 คน) ประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ แตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกรณีขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน ไม่สามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบ

3.3 การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ในระดับที่หนึ่ง พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML กรณีกลุ่มตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนละ 10 คน โดยขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 50 โรงเรียน และ 30 โรงเรียน ทั้งสองวิธีให้ผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (FL1, FL2, FL3 และ FL4) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (CP) และค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ (CL1, CL2) แตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





ค่าพารามิเตอร์ ระหว่างวิธี ML หรือ FIML และวิธี RML ผลการศึกษา พบว่า การประมาณค่าด้วยแบบวิธี RML ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าการประมาณค่าด้วยวิธี ML หรือ FIML และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บราวน์และแดรพเพอร์ (Browne ; & Draper, 2000) พบว่า วิธี RML ให้ผลดีกว่า FIML ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับการทดสอบนัยสำคัญของค่าองค์ประกอบความแปรปรวน และสอดคล้องกับคำกล่าวของมิวเธ็น (Muthén. 2004) ที่กล่าวว่าวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี RML เป็นการประมาณค่าที่ให้ค่าไค-สแควร์ (Chi-square) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ที่มีความทนทาน (Robust) ต่อการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงแบบโค้งปกติ (Normality assumption)

ผลการศึกษา พบว่า การวิเคราะห์กรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 30 โรงเรียน ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่ง โรงเรียนละ 5 คน (จำนวนขนาดตัวอย่างทั้งหมด 150 คน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML ให้ผลการประมาณค่าหน้าห้ององค์ประกอบ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลข้ามระดับ ไม่แตกต่างจากค่าพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการวิเคราะห์ กรณีขนาดตัวอย่างระดับที่สอง 15 โรงเรียน ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 10 คน (จำนวนขนาดตัวอย่างทั้งหมด 150 คน) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ FIML และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML ประมาณค่าต่าง ๆ ได้ไม่ครบ ซึ่งพบว่าจำนวนขนาดตัวอย่างทั้งหมดเท่ากัน (150 คน) แต่กรณีที่ขนาดตัวอย่างระดับที่สองมีจำนวน 30 โรงเรียน ขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งโรงเรียนละ 5 คน สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ RML ได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่า การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ในระดับที่หนึ่ง (ระดับนักเรียน) น้อยกว่า 30 หน่วยต่อโรงเรียน (กลุ่ม) ซึ่งงานวิจัยน้อยอย่างน้อยโรงเรียนละ 5 คน มีความเพียงพอที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเที่ยงตรงและสอดคล้องกับงานวิจัยของฮอกและแมส (Hox ; & Mass. 2004, 2005) อาฟชาร์เทาส์และลียู (Afshartous ; & Leeuw. 2005) สนิจเดอส์และบอสเคอ (Snijders ; & Bosker. 1999) ได้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกันว่าควรให้ความสนใจต่อขนาดขนาดตัวอย่างในระดับการวิเคราะห์ที่สูงที่สุด (level-2) มากกว่าระดับที่ต่ำที่สุด (level-1) เพราะจะเป็นการลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์

จากข้อค้นพบอาจกล่าวได้ว่าในการศึกษางานวิจัยที่มีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับขนาดขนาดตัวอย่างในระดับที่สอง (ระดับกลุ่ม) ควรมีจำนวนอย่างน้อยที่สุด 15 กลุ่มและเลือกใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Robust Maximum Likelihood (RML) เนื่องจากสามารถประมาณค่าต่าง ๆ ได้ครบถ้วน มีความเที่ยงตรงแม้ขนาดตัวอย่างระดับที่สองและขนาดตัวอย่างระดับที่หนึ่งมีจำนวนไม่มากและควรให้ความสำคัญต่อขนาดขนาดตัวอย่างในระดับการวิเคราะห์ที่สูงที่สุด มากกว่าระดับที่ต่ำที่สุด จะส่งผลให้การศึกษา มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ไม่ต่างจากการศึกษาจากกลุ่มประชากรและในขณะเดียวกันงานวิจัยที่ศึกษาจากกลุ่มประชากรที่มีจำนวนไม่มาก เช่น การศึกษาภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา การศึกษาภายในจังหวัด นักวิจัยก็สามารถใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับได้อย่างมั่นใจ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย



## เอกสารอ้างอิง

- Afshartous, D., de Leeuw, J. (2005). Prediction in multilevel models. Journal of Educational and Behavioral Statistics. 30(2) : 109–139.
- Browne, William. J. ; & Draper, D. (2000). Implementation and performance issues in the Bayesian and likelihood fitting of multilevel models. Computational Statistics, 15 : pp.391–420.
- Heck, R. H. and Thomas, S.L. (2000). An introduction to multilevel modeling techniques. Lawrence Erlbaum Associations Publishers.
- Hox, J., Mass, M. (2004). Robustness issues in multilevel regression analysis. Statistica Neerlandica. 18(2) : pp. 127–137.
- \_\_\_\_\_. (2005). Sufficient Sample Sizes for Multilevel Modeling. Methodology. 1(3) : pp. 86–92.
- Muthen, B. O. (2004). Latent variable analysis: Growth mixture modeling and related techniques for longitudinal data. In D. Kaplan (Ed.), Handbook of quantitative methodology for the social sciences (pp. 345-368). Newbury Park, CA : Sage Publications.
- Snijders, T.A., & Bosker, R.J. (1999). Multilevel analysis : An introduction to basic and Advanced multilevel modeling. Thousand Oaks, CA : Sage.