

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ข้อ คือ (1) เพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปร 3 ระดับ (ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน และข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียน) ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร และ (2) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปร 3 ระดับที่สร้างขึ้น ในประเด็นของความสามารถในการทำนาย และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่ลดลง สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตอนที่ 2 การหาค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อสร้างโมเดลสามระดับ และ ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลสามระดับ

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและการแจกแจงของตัวแปร เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด พิสัย ความเบ้ และความโด่ง ซึ่งสถิติเชิงบรรยายแสดงเป็น 2 ตาราง โดยตารางแรกเป็นตารางแสดงความถี่และร้อยละจำแนกตามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนตารางที่ 2 เป็นค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรต่อเนื่อง

ผลการวิเคราะห์ในตอนที่ 1 แบ่งเป็น 4 ตอนย่อย ดังนี้

1. สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรตาม
2. สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรอิสระ ได้แก่
  - 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน ( $n = 3,687$ ) จำนวน 15 ตัวแปร
  - 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน ( $n = 129$ ) จำนวน 6 ตัวแปร
  - 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียน ( $n = 16$ ) จำนวน 6 ตัวแปร

#### 1. สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม (คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา) วัดได้จากตัวบ่งชี้ในแต่ละมาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินภายนอกกรอบแรกโดย สมศ. ตัวบ่งชี้เหล่านี้ถูกวิเคราะห์โดยใช้แนวคิดของการวิเคราะห์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) เพื่อประมาณค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ซึ่งจะวิเคราะห์ในขั้นต่อไป สำหรับสถิติเชิงบรรยายของตัวบ่งชี้แต่ละตัว แสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 สถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ในแต่ละมาตรฐานด้านผู้เรียน

มาตรฐาน	ตัวบ่งชี้ *	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Max	Min	Range	Skew	Kur
1	(1) IND1	3	2.32	0.50	3	1	2	0.39	-0.99
	(2) IND2	3	2.63	0.51	3	1	2	-0.90	-0.43
	(3) IND3	3	2.31	0.49	3	1	2	0.44	-0.92
	(4) IND4	3	2.42	0.56	3	1	2	-0.30	-0.85
2	(5) IND5	3	2.25	0.53	3	1	2	0.16	-0.35
	(6) IND6	3	2.24	0.49	3	1	2	0.46	-0.22
	(7) IND7	3	2.34	0.53	3	1	2	0.09	-0.86
3	(8) IND8	3	2.41	0.62	3	1	2	-0.54	-0.62
	(9) IND9	3	2.32	0.52	3	1	2	0.19	-0.79
	(10) IND10	3	2.45	0.55	3	1	2	-0.29	-0.96
	(11) IND11	3	2.58	0.64	3	1	2	-1.24	0.38
4	(12) IND12	4	2.84	0.83	4	0.20	3.80	-0.52	-0.44
	(13) IND13	3	2.29	0.54	3	1	2	0.09	-0.56
5	(14) IND14**	1							
	(15) IND15	3	2.56	0.58	3	1	2	-0.89	-0.21
	(16) IND16	3	2.70	0.50	3	1	2	-1.28	0.54
	(17) IND17	3	2.59	0.54	3	1	2	-0.85	-0.39
6	(18) IND18	3	2.45	0.53	3	1	2	-0.15	-1.21
7	(19) IND19	3	2.53	0.55	3	1	2	-0.57	-0.78
	(20) IND20	3	2.39	0.53	3	1	2	0.06	-1.12
	(21) IND21	3	2.44	0.57	3	1	2	-0.40	-0.76

หมายเหตุ \* คูณาคณนวก ก สำหรับรายการอักษรย่อที่ใช้ในการวิจัย

\*\* IND14 เป็นตัวแปรแบ่งสอง (Binary variable) (0,1)

สำหรับตัวบ่งชี้ที่ 14 (IND14) เป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูง หรือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ วัดด้วยค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) เปรียบเทียบกับมาตรฐาน/เกณฑ์ปกติ ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนจำนวน 2,392 คน (64.9%) มีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูง ในขณะที่นักเรียนจำนวน 1,294 คน (35.1%) ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูง

## 2. สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรอิสระ

### 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน (n = 3,687) จำนวน 15 ตัวแปร

ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนหรือกลุ่มตัวแปรระดับที่ 1 เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และบิดามารดาหรือผู้ปกครอง สำหรับสถิติเชิงบรรยายแสดงในตารางที่ 33-36

#### 2.1.1 สถิติเชิงบรรยายของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน (n = 3,687)

ตารางที่ 33 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
1. เพศของนักเรียน		
ชาย	1,884	51.1
หญิง	1,803	48.9
2. อายุของนักเรียน		
10 ปี	5	0.1
11 ปี	678	18.4
12 ปี	2,613	70.9
13 ปี	311	8.4
14 ปี	36	1.9
ไม่ตอบ	44	1.2
3. เกรดเฉลี่ยสะสม (ป.1-ป.5)		
น้อยกว่า 1.49	283	7.68
1.50-1.99	315	8.54
2.00-2.49	509	13.81
2.50-2.99	752	20.39
3.00-3.49	858	23.27
มากกว่า 3.50	970	26.31

ในตารางที่ 33 สรุปได้ว่า จำนวนนักเรียนชายและหญิงต่างกันเล็กน้อย (51 % สำหรับนักเรียนชาย และ 48.9 % สำหรับนักเรียนหญิง) นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่อายุ 12 ปี (70.9 %) และนักเรียนส่วนใหญ่ได้เกรดเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ชั้น ป. 1-ป. 5 มากกว่า 2.50 (69.97 %)

ตารางที่ 34 สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรต่อเนื่องที่เก็บได้จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียน

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Max	Min	Range	Skew	Kur
1. ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ	7	3.72	2.00	7	1	6	0.45	-1.29
2. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน	3	2.16	0.68	3	1	2	-0.37	-1.56
3. พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน	3	1.96	0.60	3	1	2	0.10	-1.39
4. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	3	2.22	0.48	3	1	2	-0.49	-0.60

ในตารางที่ 34 สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อเท่ากับ 3.72 จากคะแนนเต็ม 7 คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเท่ากับ 2.16 จากคะแนนเต็ม 3.00 คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนเท่ากับ 1.96 จากคะแนนเต็ม 3.00 นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เท่ากับ 2.22 จากคะแนนเต็ม 3.00

จากข้อมูลในตารางที่ 34 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลใกล้เคียงโค้งปกติ (Normal curve) โดยที่ค่าความโด่งอยู่ในช่วง - 0.5 ถึง + 0.5 ดังนั้น ข้อมูลจึงเหมาะสมที่จะวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

### 2.1.2 สถิติเชิงบรรยายของกลุ่มตัวอย่างบิดามารดาหรือผู้ปกครอง (n = 3,687)

ตารางที่ 35 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างบิดามารดา/ผู้ปกครองจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
1. ระดับการศึกษาของบิดา		
ต่ำกว่า ป.4	38	1.0
ป.4	656	17.8
ป.6	694	18.8
ม.3	567	15.4
ม.6	702	19.0
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	257	7.0
ปริญญาตรี	429	11.6
ปริญญาโท	60	1.6
ปริญญาเอก	8	0.2
ไม่ตอบ	276	7.5

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
2. ระดับการศึกษาของมารดา		
ต่ำกว่า ป.4	31	0.8
ป.4	790	21.4
ป.6	780	21.2
ม.3	600	16.3
ม.6	654	17.7
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	251	6.8
ปริญญาตรี	355	9.6
ปริญญาโท	68	1.8
ไม่ตอบ	158	4.3
3. การอาศัยอยู่ด้วยกันของบิดามารดาและบุตร		
ทั้งบิดาและมารดาไม่ได้อาศัยอยู่ด้วยกันกับบุตร	374	10.1
บิดาหรือมารดาอาศัยอยู่ด้วยกันกับบุตร (คนใดคนหนึ่ง)	742	20.1
ทั้งบิดาและมารดาอาศัยอยู่ด้วยกันกับบุตร	2,540	68.9
ไม่ตอบ	31	0.8
4. รายได้ของครอบครัวต่อเดือน (บาท)		
น้อยกว่า 10,000	1,186	32.2
10,000-19,999	1,228	33.3
20,000-29,999	573	15.5
30,000-39,999	258	7.0
40,000-49,999	92	2.5
50,000-59,999	90	2.4
60,000-69,999	23	0.6
70,000-79,999	12	0.3
80,000-89,999	9	0.2
90,000-99,999	9	0.2
100,000-199,999	20	0.5
ไม่ตอบ	187	5.1

ในตารางที่ 35 สรุปได้ว่า บิดาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับ ม.6 (19 %) เมื่อเปรียบเทียบกับมารดาที่ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับ ป. 4 (21.4 %) นอกจากนี้ ทั้งบิดาและมารดาส่วนใหญ่อาศัยอยู่ด้วยกันกับบุตร (68.9 %) และรายได้ของครอบครัวต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10,000-19,999 บาท (33.3 %)

ตารางที่ 36 สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรต่อเนื้อที่เก็บได้จากกลุ่มตัวอย่างบิดามารดา/ผู้ปกครอง

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Max	Min	Range	Skew	Kur
1. อาชีพของบิดา*	82.6	40.49	13.85	78.80	21.80	56.90	0.39	-0.92
2. อาชีพของมารดา*	82.6	35.64	11.49	78.80	16.70	62.00	0.94	0.63
3. พฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนรู้ของบุตร	10	4.44	2.65	10	0	10	0.65	-0.68
4. ความคาดหวังของบิดามารดาที่มีต่อการศึกษานของบุตร	5	3.47	0.86	5	1	4	-0.15	-0.81

หมายเหตุ \* เกณฑ์การให้คะแนนเกียรติภูมิแห่งอาชีพมาจากงานวิจัยของ สุภางค์ จันทวานิช (2534) (ดูภาคผนวก ง)

ในตารางที่ 36 สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยเกียรติภูมิแห่งอาชีพของบิดาเท่ากับ 40.49 จากคะแนนเต็ม 82.6 ขณะที่คะแนนเฉลี่ยเกียรติภูมิแห่งอาชีพของมารดาเท่ากับ 35.64 จากคะแนนเต็ม 82.6 นอกจากนี้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนรู้ของบุตรเท่ากับ 4.44 จากคะแนนเต็ม 10 และคะแนนเฉลี่ยความคาดหวังของบิดามารดาที่มีต่อการศึกษานของบุตรเท่ากับ 3.47 จากคะแนนเต็ม 5

## 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน (n = 129) จำนวน 6 ตัวแปร

ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียนหรือกลุ่มตัวแปรระดับที่ 2 เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และฐานข้อมูลห้องเรียน สำหรับสถิติเชิงบรรยายแสดงในตารางที่ 37-38

ตารางที่ 37 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างครูนักเรียนจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
1. ระดับการศึกษาของครู		
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	3	2.3
ปริญญาตรี	110	85.3
ปริญญาโท	7	5.4
ปริญญาเอก	9	7.0

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
2. ประสบการณ์สอน (ปี)		
1-5	21	16.28
6-10	15	11.63
11-15	5	3.88
16-20	15	11.63
21-25	20	15.50
26-30	40	31.01
31-35	6	4.65
36-40	6	4.65
41-45	1	0.77
3. จำนวนชั่วโมงที่ครูสอนต่อสัปดาห์ (ชม.)		
6-10	1	0.77
11-15	4	3.10
16-20	86	66.67
21-25	38	29.46

ในตารางที่ 37 สรุปได้ว่า ครูส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (85.3 %) นอกจากนี้ ครูส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนอยู่ในช่วง 26-30 ปี (31.01 %) และจำนวนชั่วโมงที่ครูสอนต่อสัปดาห์อยู่ระหว่าง 16-20 ชั่วโมง (66.67 %)

ตารางที่ 38 สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรต่อเรื่องที่เก็บได้จากกลุ่มตัวอย่างครูและฐานข้อมูลห้องเรียน

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Max	Min	Range	Skew	Kur
1. พฤติกรรมการสอนของครู	5	4.07	0.37	5.00	3.40	1.60	0.39	-0.54
2. บรรยากาศในห้องเรียน	5	3.70	0.43	4.70	2.10	2.60	-0.55	1.09
3. จำนวนนักเรียนในแต่ละห้อง	50	40.53	3.88	50	32	18	0.21	-0.43

ในตารางที่ 38 สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการสอนของครูเท่ากับ 4.07 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนนเฉลี่ยบรรยากาศในห้องเรียนเท่ากับ 3.70 จากคะแนนเต็ม 5 นอกจากนี้ ขนาดของห้องเรียนหรือจำนวนนักเรียนในแต่ละห้อง พบว่า ในแต่ละห้องมีนักเรียนเฉลี่ย 40.53 คน จากจำนวนสูงสุด 50 คน

### 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียน (n = 16) จำนวน 6 ตัวแปร

ข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียนหรือกลุ่มตัวแปรระดับที่ 3 เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างผู้บริหารโรงเรียน และฐานข้อมูลโรงเรียน สำหรับสถิติเชิงบรรยายแสดงในตารางที่ 39-40

ตารางที่ 39 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างผู้บริหารโรงเรียนจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลเบื้องต้น	ความถี่ (f)	ร้อยละ (%)
1. ระดับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียน		
ปริญญาตรี	5	31.3
ปริญญาโท	11	68.8
2. ประสบการณ์ทำงาน (ปี)		
26-30	6	37.50
31-35	5	31.25
36-40	5	31.25
3. ประสบการณ์บริหาร (ปี)		
6-10	4	25
11-15	3	18.75
16-20	4	25
21-25	3	18.75
26-30	1	6.25
31-35	1	6.25

ในตารางที่ 39 สรุปได้ว่า ผู้บริหารโรงเรียนส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาโท (68.8 %) และมีประสบการณ์การทำงานอยู่ระหว่าง 6-10 ปี และระหว่าง 26-30 ปี (37.50 %) นอกจากนี้ ประสบการณ์บริหารอยู่ระหว่าง 16-20 ปี (25 %)

ตารางที่ 40 สถิติเชิงบรรยายของตัวแปรต่อเนื่องที่เก็บได้จากกลุ่มตัวอย่างผู้บริหารโรงเรียนและฐานข้อมูลโรงเรียน

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Max	Min	Range	Skew	Kur
1. อัตราส่วนนักเรียนต่อครู	30	25.30	3.65	30	13.30	16.7	-2.44	8.24
2. ความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน*	5	4.37	0.41	5	3.71	1.29	0.12	-1.25
3. จำนวนครั้งในการนิเทศภายในต่อปี	8	4.38	1.96	8	2	6	1.03	0.42

หมายเหตุ \* แบบวัดความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน มาจากงานวิจัยของ ประภาพันท์ เจริญกิตติ (2543)

ในตารางที่ 40 สรุปได้ว่า อัตราส่วนนักเรียนต่อครูโดยเฉลี่ยเท่ากับ 25.30 นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียนเท่ากับ 4.37 จากคะแนนเต็ม 5 และจำนวนครั้งในการนิเทศภายในต่อปีเฉลี่ยคือ 4.38 ครั้งต่อปี จากจำนวนสูงสุด 8 ครั้งต่อปี

## ตอนที่ 2 การหาค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

การหาค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ประมาณค่าโดยอาศัยแนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) และใช้โปรแกรม LISREL (เวอร์ชัน 8.53) วิเคราะห์ ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) วัดได้จากสมการเชิงเส้นตรง (Linear equation) ซึ่งเป็นผลรวมของผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบและค่ามาตรฐานของแต่ละองค์ประกอบ ดังนั้น ในขั้นตอนแรก แต่ละมาตรฐานหรือองค์ประกอบถูกวิเคราะห์ก่อนโดยใช้แนวคิดของ CFA เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบ (Factor scale) หลังจากนั้น นำสเกลองค์ประกอบที่สร้างได้ในแต่ละมาตรฐานไปประมาณค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา อย่างไรก็ตาม ค่าของแต่ละองค์ประกอบถูกแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานก่อน หลังจากนั้นจึงนำค่าต่างๆ มาใช้สร้างสมการเชิงเส้นตรงของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

สำหรับค่าสถิติที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการทดสอบ Bartlett's test of sphericity และ Kaiser-Meyer-Olkin Measures of Sampling Adequacy (MSA) สำหรับ Bartlett's test of sphericity ใช้เพื่อทดสอบว่าเมตริกสหสัมพันธ์ (Correlation matrix) ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมตริกเอกลักษณ์ (Identity matrix) หรือไม่ ( $\chi^2 < 0.00$ ) ส่วน MSA เป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่า ข้อคำถามเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันหรือไม่ โดยที่ดัชนี MSA ควรมีค่ามากกว่า 0.50 (Kim & Mueller อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) ส่วนที่สองเกี่ยวข้องกับค่าไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ), ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI), ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) และค่ากำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (Root Mean Square Residual: RMR) ค่าสถิติเหล่านี้ถูกใช้เพื่อทดสอบว่าโมเดลการวัด (Measurement model) โดยใช้แนวคิด CFA สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) เพื่อประมาณค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) โดยใช้โปรแกรม LISREL (เวอร์ชัน 8.53) ผลการวิเคราะห์พบว่า มาตรฐานด้านผู้เรียนทั้ง 7 มาตรฐานมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 50) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.33-0.68 นอกจากนี้ พบว่า ค่า Bartlett's test of sphericity เท่ากับ 9708.48 ( $p < 0.00$ ) ซึ่งแสดงว่า เมตริกสหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ 3 ตัว แตกต่างจากเมตริกเอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนค่า MSA เท่ากับ 0.85 ซึ่งแสดงว่ามาตรฐานด้านผู้เรียนทั้ง 7 มาตรฐานนี้ เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ตารางที่ 41 เมตริกสหสัมพันธ์ของมาตรฐานที่ 1-7 ซึ่งบ่งชี้คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

	Standard 1	Standard 2	Standard 3	Standard 4	Standard 5	Standard 6	Standard 7
Standard 1	1.00						
Standard 2	0.61**	1.00					
Standard 3	0.56**	0.64**	1.00				
Standard 4	0.15	-0.61	0.01	1.00			
Standard 5	0.42**	0.43**	0.52**	0.01	1.00		
Standard 6	0.33**	0.40**	0.42**	0.01	0.54**	1.00	
Standard 7	0.44**	0.50**	0.51**	0.02	0.68**	0.57**	1.00

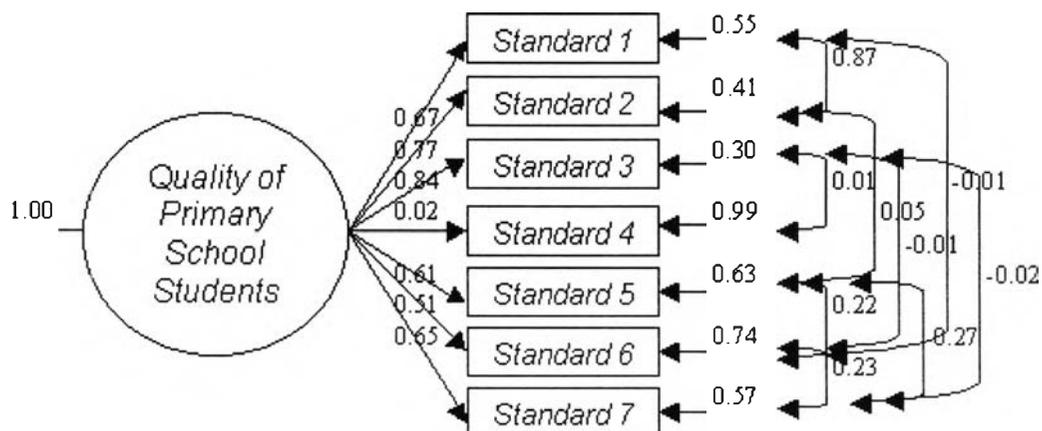
\*\* p < 0.01

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ของมาตรฐานที่ 1-7 ซึ่งบ่งชี้คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

มาตรฐาน	Factor loading	SE	t	R <sup>2</sup>	Factor score coefficient
1	0.67**	0.02	38.06	0.45	0.15
2	0.77**	0.02	42.49	0.59	0.27
3	0.84**	0.02	47.63	0.70	0.44
4	0.01**	0.02	0.77	0.00	0.01
5	0.61**	0.02	35.67	0.37	0.10
6	0.51**	0.02	25.17	0.26	0.04
7	0.65**	0.02	35.45	0.43	0.13

\*\* p < 0.01

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) พบว่า โมเดลการวัดคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ความตรงของโมเดลแสดงด้วยค่าไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ) เท่ากับ 0.09 (p = 0.99) ที่องศาความเป็นอิสระ (df) 2, GFI = 1.00, AGFI = 1.00 และ RMR = 0



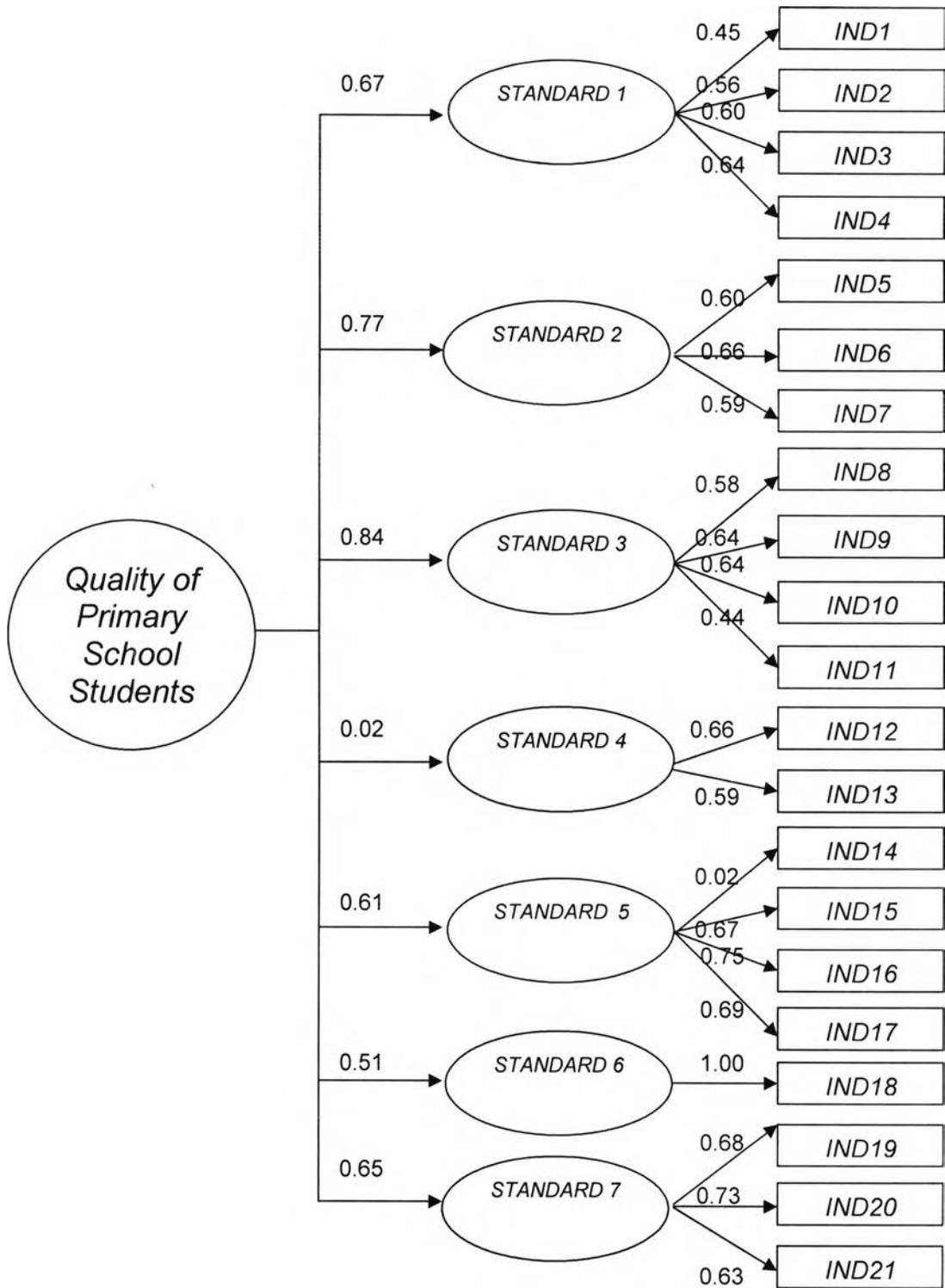
แผนภาพที่ 6 โมเดลการวัดคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

ในตารางที่ 42 และแผนภาพที่ 6 พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของมาตรฐานทั้ง 7 ตัวเป็นไปในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.84

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า มาตรฐานด้านผู้เรียนทั้ง 7 ตัวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา นอกจากนี้ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (Factor score coefficient) ได้นำมาใช้เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบซึ่งสามารถแสดงเป็นสมการเชิงเส้นตรง (Linear equation) หรือผลรวมเชิงเส้น (Linear combination) ได้ดังนี้

$$\text{QPS score} = 0.15(Z_{\text{STANDARD1}}) + 0.27(Z_{\text{STANDARD2}}) + 0.44(Z_{\text{STANDARD3}}) + 0.01(Z_{\text{STANDARD4}}) + 0.10(Z_{\text{STANDARD5}}) + 0.04(Z_{\text{STANDARD6}}) + 0.13(Z_{\text{STANDARD7}})$$

โดยสรุป ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) วัดได้จากค่ารวม (Composite score) ของมาตรฐานด้านผู้เรียน 7 มาตรฐาน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม LISREL (เวอร์ชัน 8.53) สำหรับโมเดลแบบเต็มรูป (Full model) และน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของโมเดลการวัดคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา แสดงได้ในแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7

โมเดลแบบเต็มรูป (Full model) และน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของตัวบ่งชี้และมาตรฐานด้านผู้เรียน

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อสร้างโมเดลสามระดับ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย กล่าวคือ เป็นการวิเคราะห์เพื่อสร้างโมเดลสามระดับของข้อมูลตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา Rasbash et al. (2004) กล่าวไว้ว่า โมเดลที่มีจำนวนระดับหลายๆ และประกอบด้วยส่วนของอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และส่วนของอิทธิพลสุ่ม (Random effect) มากๆ ไม่ได้หมายความว่า จะเป็นโมเดลที่ดี บางครั้งอาจตรงข้ามกับความเป็นจริง ดังนั้น การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ ควรเริ่มจากโมเดลที่ง่ายๆ ก่อน แล้วจึงค่อยเพิ่มความซับซ้อนให้กับโมเดลมากขึ้นในภายหลัง

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย ได้แก่

1. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model)
2. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้  
(Three-level random intercept model)
3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้  
(Three-level models with random slopes)

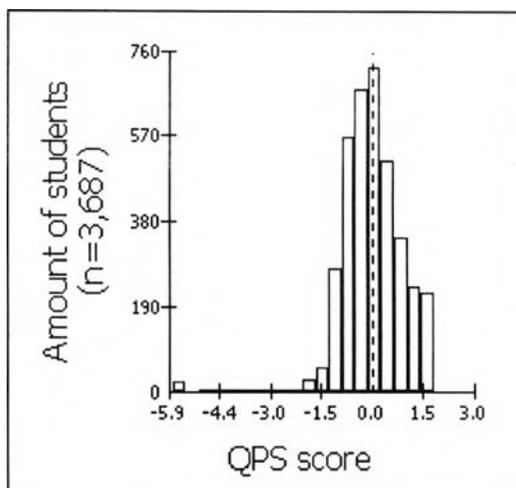
#### 1. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model)

ขั้นตอนแรก ก่อนที่จะวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) ควรที่จะศึกษาลักษณะการแจกแจงของตัวแปรตามก่อนเพื่อตรวจสอบว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้วิเคราะห์โมเดลพหุระดับหรือไม่ ในการวิจัยครั้งนี้ คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) เป็นตัวแปรตามที่มีลักษณะต่อเนื่อง ถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรตาม "คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา" จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติ	นักเรียนชาย (0)	นักเรียนหญิง (1)	รวม
N	1,884	1,803	3,687
Mean	-0.0590	0.0605	-0.00054
SD	0.950	0.888	0.920

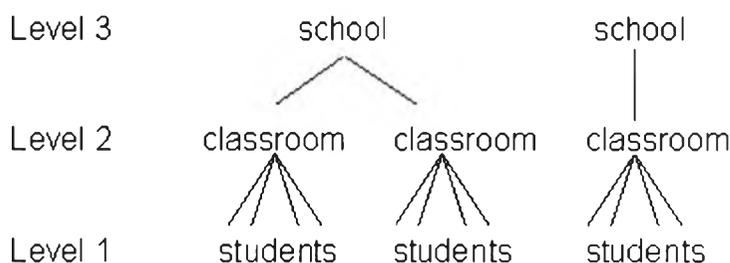
ในตารางที่ 43 พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) เท่ากับ -0.00054 โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.920



แผนภาพที่ 8 ฮิสโตแกรมของค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score)

ในแผนภาพที่ 8 สรุปได้ว่า การแจกแจงความถี่ของค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) มีลักษณะคล้ายกับโค้งปกติ (Normal curve) ทำให้ ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา หรือ QPS score เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับตามข้อตกลงเบื้องต้น

โดยที่โมเดลพหุระดับที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical linear model) ที่มี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน โมเดลนี้ถูกใช้เพื่อตรวจสอบว่า ค่าคุณภาพนักเรียนในแต่ละระดับ (3 ระดับ) มีความผันแปรมากน้อยเพียงใด



แผนภาพที่ 9 โครงสร้างพหุระดับสำหรับโมเดลสามระดับ

โมเดลอิทธิพลสุ่มหรือโมเดลพหุระดับ (Random effects หรือ Multilevel model) เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โดยที่อิทธิพลของกลุ่ม (Group effects) เป็นไปอย่างสุ่ม (Goldstein, 1995, 2003)

ในการวิจัยครั้งนี้ โครงสร้างของข้อมูลมีระดับลดหลั่นกัน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) ระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) และระดับโรงเรียน (ระดับที่ 3) ดังนั้น ค่าความผันแปรหรือค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) จึงแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนหรือระดับที่ 1 ( $e_{ijk}$ ) ความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนหรือระดับที่ 2 ( $u_{ojk}$ ) และความคลาดเคลื่อนระดับโรงเรียนหรือระดับที่ 3 ( $v_{ok}$ )

โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) เป็นโมเดลอิทธิพลสุ่ม (Random effects model) ที่ไม่ได้ใส่ตัวแปรทำนายเข้าไปในโมเดล เขียนได้ดังนี้ (Rasbash et al., 2004)

$$y_{ijk} = \beta_{ojk} + e_{ijk}$$

$$\beta_{ojk} = \beta_0 + v_{ok} + u_{ojk}$$

$$v_{ok} \sim N(0, \sigma^2_{vo})$$

$$u_{ojk} \sim N(0, \sigma^2_{uo})$$

$$e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2_e)$$

ในโมเดลนี้  $u_{ojk}$  เป็นความผันแปรในระดับห้องเรียน (Classroom random effects) และ  $v_{ok}$  เป็นความผันแปรในระดับโรงเรียน (School random effects) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงสุ่มและมาจากการแจกแจงปกติ (Normal distribution) ที่มีค่าความผันแปรเป็น  $\sigma^2_{uo}$  และ  $\sigma^2_{vo}$  ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรเชิงสุ่ม (Random variables) ซึ่งก็คือ  $u_{ojk}$  และ  $v_{ok}$  มีค่าเป็น 0 โมเดลนี้ บางครั้งเรียกกว่าเป็น "โมเดลส่วนประกอบความแปรปรวน (Variance components model)" ซึ่งความผันแปรของความคลาดเคลื่อน (Residual variance) แบ่งได้เป็นส่วนๆ ในแต่ละระดับที่ลดหลั่นกัน นอกจากนี้ โมเดลอิทธิพลสุ่มยังมีชื่อเรียกอื่น เช่น โมเดลไม่มีเงื่อนไขแบบเต็มรูป (Fully unconditional model) ซึ่งเสนอโดย Raudenbush & Bryk (2002) ส่วนคำว่า โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) มาจากงานวิจัยของ Opendakker & Van Damme (1997) อ้างถึงใน Snijders & Bosker, 1999)

ตารางที่ 44 โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) ของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

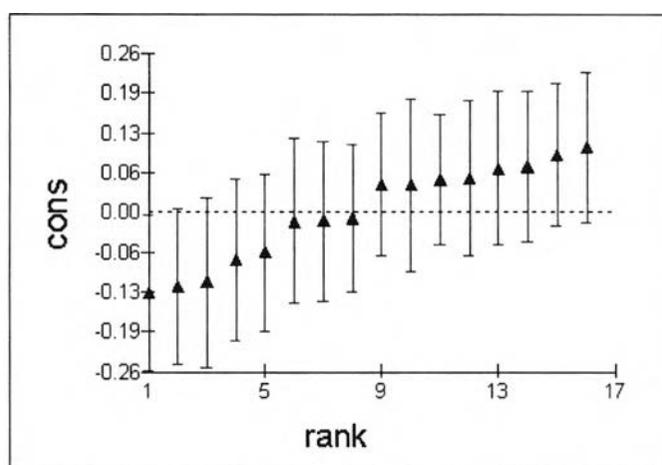
Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-0.011	0.032
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{vo} = \text{Var}(v_{00k})$	0.010	0.006
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{uo} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.018	0.006*
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.823	0.020*
Variance decomposition (Percentage by level)		
Level 3	1.2	
Level 2	2.1	
Level 1	96.7	
N	3687	

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$

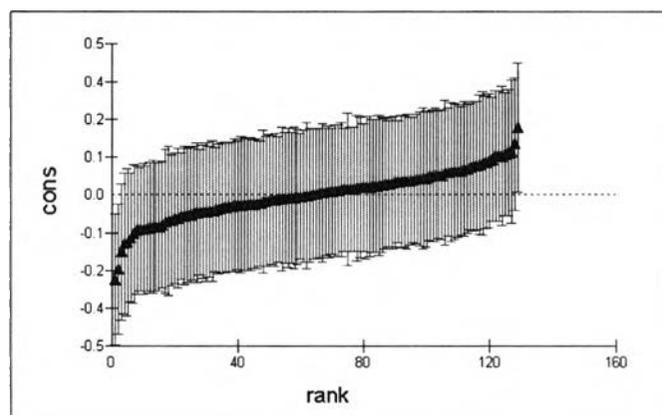
ในโปรแกรม MLwiN การประมาณค่าใช้วิธี Iterative Generalized Least Squares (IGLS) ในตารางที่ 44 ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ประมาณค่าได้เท่ากับ -0.011 โดยที่ค่าความผันแปรระหว่างโรงเรียน (Between-school variance) มีค่าเท่ากับ 0.010 ความผันแปรระหว่างห้องเรียนในโรงเรียน (Variance between classrooms within schools) มีค่าเท่ากับ 0.018 และความผันแปรระหว่างนักเรียนในห้องเรียนในโรงเรียน (Variance between students within classrooms within schools) มีค่าเท่ากับ 0.823 โดยที่สัมประสิทธิ์แบ่งส่วนความผันแปร (Variance Partition Coefficient: VPC) ในระดับนักเรียนเท่ากับ 0.967 ระดับห้องเรียนเท่ากับ 0.021 และระดับโรงเรียนเท่ากับ 0.012 (VPC คำนวณได้จาก  $\sigma^2_e = \sigma^2_e / (\sigma^2_e + \sigma^2_{uo} + \sigma^2_{vo})$  สำหรับระดับที่ 1,  $\sigma^2_{uo} = \sigma^2_{uo} / (\sigma^2_e + \sigma^2_{uo} + \sigma^2_{vo})$  สำหรับระดับที่ 2 และ  $\sigma^2_{vo} = \sigma^2_{vo} / (\sigma^2_e + \sigma^2_{uo} + \sigma^2_{vo})$  สำหรับระดับที่ 3)

อย่างไรก็ตาม ในตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) พบว่า ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) มีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ในระดับที่ 1 (ระดับนักเรียน) ( $\sigma^2_{\epsilon} = 0.823$ ; 96.7 %) และระดับที่ 2 (ระดับห้องเรียน) ( $\sigma^2_{\omega_0} = 0.018$ ; 2.1 %) เท่านั้น ส่วนในระดับที่ 3 (ระดับโรงเรียน) ไม่พบความผันแปร

ในตารางที่ 44 เป็นการ Fit โมเดลสามระดับแบบว่าง โดยที่  $u_{ok}$  เป็นความผันแปรในระดับห้องเรียน (Classroom random effects) หรือความคลาดเคลื่อนของห้องเรียน (Classroom residuals) และ  $v_{ok}$  เป็นความผันแปรในระดับโรงเรียน (School random effects) หรือความคลาดเคลื่อนของโรงเรียน (School residuals) หลังจาก Fit โมเดลแล้ว ค่าความผันแปรในระดับห้องเรียนและโรงเรียนสามารถประมาณค่าได้เป็นช่วงความเชื่อมั่น (Confidence intervals) ดังในแผนภาพที่ 10 และ 11



แผนภาพที่ 10 ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับ School residuals



แผนภาพที่ 11 ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับ Classroom residuals

ในแผนภาพที่ 10 และ 11 เป็น Caterpillar plot ของค่าความผันแปรระดับโรงเรียนและระดับห้องเรียนโดยประมาณเป็นช่วงความเชื่อมั่น (Confidence intervals) จะพบว่า จะมีเพียง 1 โรงเรียน

และ 3 ห้องเรียนเท่านั้นที่ช่วงความเชื่อมั่นดังกล่าวไม่ทับ 0 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความผันแปรของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา มีน้อยมากในระดับห้องเรียนและโรงเรียน

## 2. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้

(Three-level random intercept model)

ก่อนที่จะวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (Three-level random intercept model) ในขั้นตอนแรก ต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดและตัวแปรตามก่อน เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทำนายใดในแต่ละระดับ ที่เหมาะสมจะใส่เข้าไปในโมเดลสามระดับที่สร้างขึ้น

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) กับเพศของนักเรียน ตรวจสอบโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา สำหรับนักเรียนชายและ นักเรียนหญิง ในตารางที่ 43 พบว่า นักเรียนหญิงมีค่าคุณภาพ (QPS score) ตีกว่านักเรียนชาย ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1195 นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ค่าคุณภาพของนักเรียนชายผันแปรมากกว่าค่าคุณภาพของนักเรียนหญิงเล็กน้อย การทดสอบว่ามีความแตกต่างหรือไม่ในค่าเฉลี่ยของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในประชากร ได้มีการนำ Normal distribution test มาใช้ ซึ่งค่าสถิติทดสอบ (Test statistic) ที่คำนวณได้เท่ากับ 3.94 ( $p < 0.001$ ) แสดงว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงในประชากรแตกต่างกันจริงในค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา หรือ QPS score อย่างไรก็ตาม การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา กับเพศของนักเรียนอาจทำได้โดยการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้หลัก Ordinary Least Squares (OLS) หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม หรือค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) กับตัวแปรทำนายอื่นๆ ที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง (นอกเหนือจากเพศของนักเรียน) แสดงในตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (QPS score) กับตัวแปรทำนาย

	QPS score	STUAGE	STUEXPEC	OPINION	STUDYBEH	MOTIVATE	GPAX	FATHED	MOTHEd	LIVeWITH	FAMINC	FATHJOB	MOTHJOB	STUSUP	PAREXPEC	TEACHED	TEACHYR	TEACHHR	TEACHING	CENViROM	CSIZE	STRATIO	ADMINED	GOVYR	ADMINYR	LEADER	SUPERVISE	
QPS score	1.00																											
STUAGE	0.02	1.00																										
STUEXPEC	0.18**	0.02	1.00																									
OPINION	0.60**	0.03	0.17**	1.00																								
STUDYBEH	0.59**	0.04*	0.14**	0.69**	1.00																							
MOTIVATE	0.46**	0.01	0.15**	0.57**	0.53**	1.00																						
GPAX	0.01	0.00	0.01	-0.04	-0.01	-0.06	1.00																					
FATHED	-0.01	0.01	0.03	-0.01	-0.02	-0.02	0.02	1.00																				
MOTHEd	-0.02	-0.02	0.00	-0.03	-0.04	-0.03	0.01	0.21**	1.00																			
LIVeWITH	-0.02	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.03	0.01	0.03	0.07**	1.00																		
FAMINC	-0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.15**	0.15**	0.04*	1.00																	
FATHJOB	-0.02	-0.03	0.00	-0.06	-0.05	-0.05	0.04*	0.44**	0.11**	0.17**	0.14**	1.00																
MOTHJOB	0.00	-0.01	0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.03	0.03	0.23**	0.05**	0.14**	0.03*	1.00															
STUSUP	0.41**	0.00	0.10**	0.52	0.40**	0.32**	-0.02	0.06**	0.05**	-0.02	0.03	0.06**	0.04*	1.00														
PAREXPEC	0.34**	0.02	0.11**	0.51	0.39**	0.40**	-0.02	0.04*	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.41*	1.00													
TEACHED	-0.02	0.04	0.00	-0.05	-0.09	-0.06	0.19*	0.00	0.19*	0.15	0.04	-0.04	0.09	0.03	-0.13	1.00												
TEACHYR	0.03	-0.04	-0.05	0.06	-0.06	-0.04	0.19*	0.02	-0.08	0.14	-0.05	0.09	-0.09	-0.09	-0.13	-0.01	1.00											
TEACHHR	0.16*	-0.03	0.01	-0.10	-0.08	-0.12	-0.14	0.01	0.13	0.00	-0.16	0.03	0.13	-0.18	-0.16	0.13	-0.07	1.00										
TEACHING	0.11*	-0.02	0.03	0.11	0.17	0.14	0.05	0.18*	0.01	-0.01	0.03	0.15	-0.07	0.15	0.14	0.01	0.07	-0.06	1.00									
CENViROM	0.08	-0.02	0.27**	0.00	0.06	0.09	0.06	0.02	0.00	-0.01	-0.05	0.03	-0.02	0.14	0.08	-0.14	-0.06	0.05	0.34	1.00								
CSIZE	0.11*	0.03	0.00	0.12	0.03	0.16	0.11	-0.06	-0.09	-0.11	0.08	-0.08	-0.24	0.11	0.19*	0.03	0.08	-0.30	0.14	-0.09	1.00							
STRATIO	-0.18	-0.20	-0.29	-0.18	-0.22	-0.23	0.41	0.46	-0.21	-0.04	-0.18	0.14	0.00	-0.41	-0.37	0.06	0.22	0.31	0.00	0.19**	-0.21	1.00						
ADMINED	-0.08	0.14	-0.28	-0.07	-0.26	-0.16	-0.03	0.12	0.22	-0.31	-0.19	-0.14	-0.02	0.37	0.14	0.00	0.03	-0.33	-0.05	-0.01	-0.47	-0.20	1.00					
GOVYR	-0.07	-0.19	-0.27	-0.17	-0.21	-0.21	-0.33	-0.11	0.05	-0.06	0.13	-0.28	0.18	0.41	0.12	0.33	0.08	-0.27	-0.23	-0.01	-0.47	-0.20	1.00*	1.00				
ADMINYR	0.09	0.08	-0.04	0.12	-0.08	0.01	-0.28	-0.31	0.12	0.14	0.06	-0.14	0.17	0.61	0.32	0.41	0.23	-0.16	-0.20	-0.01	-0.47	-0.20	1.00*	1.00*	1.00			
LEADER	-0.01	-0.09	-0.38	-0.12	-0.25	-0.18	-0.16	0.07	0.08	0.04	0.04	0.05	0.06	0.45	0.03	0.07	0.29	-0.53	-0.35	-0.01	-0.47	-0.20	1.00*	1.00*	1.00*	1.00		
SUPERVISE	-0.14	0.27	0.07	0.11	-0.08	-0.07	-0.10	-0.46	-0.48	-0.25	0.07	-0.01	-0.22	-0.4	-0.25	0.32	0.18	0.09	0.45	0.01	0.27*	0.08*	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	1.00	

ในตารางที่ 45 เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตาม หรือค่าคุณภาพนักเรียน ประถมศึกษา (QPS score) กับตัวแปรทำนายที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรทำนาย 9 ตัวแปร สำหรับตัวแปรทำนายระดับนักเรียนมี 6 ตัวแปร ( $\alpha = 0.01$ ) ได้แก่ ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ ( $r = 0.18$ ) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ( $r = 0.60$ ) พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ( $r = 0.59$ ) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน ( $r = 0.46$ ) และพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร ( $r = 0.41$ ) และความคาดหวังของบิดามารดาที่มีต่อการศึกษาก่อนบุตร ( $r = 0.34$ ) ตัวแปรทำนายระดับห้องเรียน ( $\alpha = 0.05$ ) มี 3 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนชั่วโมงที่ครูสอนต่อสัปดาห์ ( $r = 0.16$ ) พฤติกรรมการสอนของครู ( $r = 0.11$ ) และจำนวนนักเรียนในห้องเรียน ( $r = 0.11$ )

หลังจากวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่างแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (Three-level random intercept model) ซึ่งเป็นโมเดลที่ต้องใส่ตัวแปรทำนายในแต่ละระดับเข้าไปในโมเดล เพื่อไปอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม หรือค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ที่มีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนักเรียน (ระดับที่ 2) และระดับห้องเรียน (ระดับที่ 3) ส่วนในระดับโรงเรียน (ระดับที่ 3) ไม่พบความผันแปร สำหรับผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ แสดงในตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ค่าประมาณสำหรับโมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (Three-level random intercept model)

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-2.111	0.303
Slope		
Level 1:		
GIRL	-0.013	0.020
STUEXPECT	0.229*	0.008
OPINION	0.214*	0.031
STUBEH	0.219*	0.035
MOTIVATE	0.093*	0.028
STUSUP	0.018*	0.005
PAREXPECT	-0.011	0.014

Fixed effect	Coefficient	S.E.
<i>Level 2:</i>		
TEACHYR	0.002	0.001
CENVIROM	-0.004	0.028
<i>Level 3:</i>		
GOVYR	-0.015	0.006
LEADER	0.142	0.066
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{vo} = Var(V_{00k})$	0.007	0.003
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{uo} = Var(u_{0jk})$	0.000	0.000
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = Var(e_{ijk})$	0.346	0.008*
Coefficient of determination**		
$R^2_{level\ 3}$	0.449	
$R^2_{level\ 2}$	0.721	
$R^2_{level\ 1}$	0.585	
N	3687	

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$

\*\* จากสูตรคำนวณค่า  $R^2$  ของ Snijders & Bosker (1999, pp. 102-103)

ในตารางที่ 46 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบโมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ กับโมเดลสามระดับแบบว่าง พบว่า ความผันแปรระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน ( $\sigma^2_{vo}$ ,  $\sigma^2_{uo}$ ,  $\sigma^2_e$ ) ลดลงจาก 0.010 เป็น 0.007, จาก 0.018 เป็น 0.000 และ 0.823 เป็น 0.346 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม กลับพบว่า ในโมเดลระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) มีตัวแปรทำนายระดับนักเรียนจำนวน 5 ตัวเท่านั้น ที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ได้แก่ ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร ในขณะที่โมเดลระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) ไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

### 3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้

(Three-level models with random slopes)

ขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้ (Three-level models with random slopes) คือ การตรวจสอบว่า ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) ที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษ จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (ตารางที่ 46) มีความผันแปรในระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) หรือไม่ ซึ่งถ้ามีความผันแปรเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจริง ก็ควรที่จะใส่ตัวแปรทำนายระดับห้องเรียนเข้าไปอธิบายความผันแปรดังกล่าว ในตารางที่ 47 เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนที่ส่งผลมีความผันแปรในระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) หรือไม่

ตารางที่ 47 ค่าความผันแปรที่ระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) สำหรับตัวแปรทำนายระดับนักเรียน

ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ระดับที่ 1)	ค่าความผันแปรที่ระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2)
GIRL	0.042 (0.021)
STUEXPECT	0.005 (0.001)
OPINION	0.059 (0.012)*
STUBEH	0.062 (0.014)*
MOTIVATE	0.137 (0.031)*
STUSUP	0.005 (0.001)
PAREXPECT	0.076 (0.014)*

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$ ; ค่าประมาณในวงเล็บเป็นค่า SE

ในตารางที่ 47 พบว่า มีตัวแปรทำนายระดับนักเรียน 4 ตัว ที่ผันแปรในระดับห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ได้แก่ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และความหวังของบิดามารดาต่อการศึกษาของบุตร ดังนั้น จึงสมควรที่จะนำตัวแปรทำนายระดับห้องเรียนเข้าไปอธิบายความผันแปรดังกล่าวนี้ ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้ แสดงในตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ค่าประมาณสำหรับโมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้ (Three-level models with random slopes)

(1) Random slope model for OPINION

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-2.025	0.092
Slope		
OPINION	0.942*	0.029
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{v_0} = \text{Var}(v_{00k})$	0.065	0.024
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{u_0} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.296	0.061*
$\sigma^2_{u_1} = \text{Var}(u_{1jk})$	0.059	0.012*
$\sigma_{u_{01}} = \text{Cov}(u_{0jk}, u_{1jk})$	-0.133	0.027*
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.457	0.011*

(2) Random slope model for STUBEH

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-2.155	0.093
Slope		
STUBEH	1.066*	0.041
STUBEH X TEACHED	0.008	0.008
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{v_0} = \text{Var}(v_{00k})$	0.067	0.024
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{u_0} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.328	0.069*
$\sigma^2_{u_1} = \text{Var}(u_{1jk})$	0.061	0.014*
$\sigma_{u_{01}} = \text{Cov}(u_{0jk}, u_{1jk})$	-0.143	0.031*
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.466	0.011*

## ตารางที่ 48 (ต่อ)

## (3) Random slope model for MOTIVATE

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-2.005	0.110
Slope		
MOTIVATE	1.095*	0.090
MOTIVATE X TEACHHR	-0.010	0.004
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{v_0} = \text{Var}(v_{00k})$	0.027	0.011
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{u_0} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.720	0.161*
$\sigma^2_{u_1} = \text{Var}(u_{1jk})$	0.135	0.030*
$\sigma_{u_01} = \text{Cov}(u_{0jk}, u_{1jk})$	-0.310	0.070*
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.610	0.015*

## (4) Random slope model for PAREXPECT

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-1.245	0.111
Slope		
PAREXPECT	0.419	0.0610
PAREXPECT X TEACHHR	-0.003	0.003
Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{v_0} = \text{Var}(v_{00k})$	0.021	0.009
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{u_0} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.945	0.171*
$\sigma^2_{u_1} = \text{Var}(u_{1jk})$	0.074	0.013*
$\sigma_{u_01} = \text{Cov}(u_{0jk}, u_{1jk})$	-0.264	0.048
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.666	0.016*

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$

โดยสรุป จากตารางที่ 47 และ 48 ผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้ (Three-level model with random slopes) พบว่า ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน 4 ตัวแปร ได้แก่ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และความหวังของบิดามารดาต่อการศึกษานักเรียนมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ในระดับห้องเรียน แต่ไม่มีตัวแปรทำนายใดในระดับห้องเรียนที่สามารถอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้

อย่างไรก็ตาม โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (Three-level random intercept model) และโมเดลสามระดับที่ให้ค่าความชันผันแปรได้ (Three-level model with random slopes) สามารถวิเคราะห์พร้อมกันได้ในครั้งเดียว เรียกว่า โมเดลที่ให้ค่าคงที่และค่าความชันผันแปรได้ (Random intercept and random slope models) ดังผลที่แสดงในตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์โมเดลที่ให้ค่าคงที่และค่าความชันผันแปรได้ (Random intercept and random slope models) หรือโมเดลสามระดับที่ซับซ้อนที่สุดที่วิเคราะห์ได้

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\gamma_{000}$	-1.914	0.221
Slope		
GIRL	0.003	0.019
STUEXPECT	0.265*	0.039
OPINION	0.243*	0.029
STUBEH	0.243*	0.043
MOTIVATE	0.189*	0.194
STUSUP	0.019*	0.004
PAREXPECT	-0.030	0.121
TEACHYR	0.002	0.001
CENVIROM	0.014	0.025
GOVYR	-0.010	0.004
LEADER	0.029	0.046
STUEXPECT x CSIZE	-0.002	0.001
STUBEH x TEACHED	-0.002	0.007
MOTIVATE x TEACHHR	-0.005	0.010
PAREXPECT x TEACHHR	0.003	0.006

Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{v0} = \text{Var}(v_{00k})$	0.002	0.001
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{u0} = \text{Var}(u_{0jk})$	0.433	0.103*
$\sigma^2_{u2} = \text{Var}(u_{2jk})$	0.010	0.002*
$\sigma^2_{u4} = \text{Var}(u_{4jk})$	0.037	0.011*
$\sigma^2_{u5} = \text{Var}(u_{5jk})$	0.053	0.018
$\sigma^2_{u7} = \text{Var}(u_{7jk})$	0.011	0.004
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.294	0.008*
N	3687	

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$

โดยสรุป ผลการสร้างโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปร 3 ระดับ ที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียน ประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร พบว่า สร้างได้เฉพาะโมเดลระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) โดยผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 50

ตารางที่ 50 โมเดลสามระดับของข้อมูลตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน (โมเดลระดับนักเรียน)

Fixed effect	Coefficient	S.E.
Intercept		
Overall mean of QPS score, $\beta_0$	-1.973	0.062
Slope		
GIRL	-0.014	0.020
STUEXPECT	0.240*	0.007
OPINION	0.280*	0.030
STUBEH	0.220*	0.035
MOTIVATE	0.113*	0.028
STUSUP	0.017*	0.005
PAREXPECT	-0.015	0.013

Random effect	Variance component	S.E.
Schools (Level-3) variance:		
$\sigma^2_{vo} = \text{Var}(V_{ok})$	0.011	0.005
Classrooms (Level-2) variance:		
$\sigma^2_{uo} = \text{Var}(U_{ojk})$	0.000	0.000
Students (Level-1) variance:		
$\sigma^2_e = \text{Var}(e_{ijk})$	0.346	0.008*
N	3687	

หมายเหตุ \*  $\alpha = 0.05$

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 50 พบว่า โมเดลระดับนักเรียนที่สร้างได้ มีตัวแปรทำนายระดับนักเรียน 5 ตัวแปร ที่ส่งผลต่อค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ได้แก่ ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร และจากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว โมเดลสามระดับของข้อมูลตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน หรือโมเดลระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) ที่สร้างได้ สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$y_{ijk} = \beta_0 + \sum_{r=1}^7 \beta_r x_{rijk} + (v_k + u_{jk} + e_{ijk}) \quad \text{หรือ}$$

$$y_{ijk} = (-1.973) + (-0.014) (\text{GIRL}_{1ijk}) + 0.240* (\text{STUEXPECT}_{2ijk}) + 0.280* (\text{OPINION}_{3ijk}) + 0.220* (\text{STUBEH}_{4ijk}) + 0.113* (\text{MOTIVATE}_{5ijk}) + 0.017* (\text{STUSUP}_{6ijk}) + (-0.015) (\text{PAREXPECT}_{7ijk}) + (v_k + u_{jk} + e_{ijk})$$

จากสมการข้างต้น  $i$  หมายถึงระดับนักเรียน (ระดับที่ 1)  $j$  หมายถึงระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) และ  $k$  หมายถึงระดับโรงเรียน (ระดับที่ 3) และ  $y_{ijk}$  เป็นตัวแปรตาม หรือ ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ส่วนคงที่ (Fixed part) ของโมเดลประกอบด้วยค่าคงที่และอิทธิพลของตัวแปรทำนายระดับนักเรียน 7 ตัวแปร ( $\beta_0 + \sum \beta_r x_{rijk}$ ) สำหรับส่วนที่ผันแปรได้ (Random part) ของโมเดลประกอบด้วยส่วนของความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน ตามลำดับ ( $v_k + u_{jk} + e_{ijk}$ )

#### ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลสามระดับ

การตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลสามระดับ พิจารณาจากค่าความสามารถในการทำนาย (Coefficient of determination:  $R^2$ ) และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่ลดลง (Reduced error variance) ในแต่ละระดับ (Rasbash et al., 2004; Goldstein, 1995, 2003; Raudenbush & Bryk, 2002; Snijders & Bosker, 1999)

การสร้างโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปร 3 ระดับ ที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร พบว่า สร้างได้เฉพาะโมเดลระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) เนื่องจากผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับแบบว่าง (Empty three-level model) (ตารางที่ 44) พบว่า ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) มีความผันแปรสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ในระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) ( $\sigma^2_{\epsilon} = 0.823$ ; 96.7 %) และมีความผันแปรต่ำในระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) ( $\sigma^2_{\omega} = 0.018$ ; 2.1 %) ส่วนในระดับโรงเรียน (ระดับที่ 3) ไม่พบความผันแปร และผลการวิเคราะห์โมเดลสามระดับที่ให้ค่าคงที่ผันแปรได้ (Three-level random intercept model) (ตารางที่ 46) พบว่า ในโมเดลระดับนักเรียนที่สร้างได้ มีตัวแปรทำนายระดับนักเรียน 5 ตัวแปร ที่ส่งผลต่อค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha = 0.05$ ) ได้แก่ ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน และพฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร ในขณะที่โมเดลระดับห้องเรียน (ระดับที่ 2) ไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

การตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลระดับนักเรียนที่สร้างได้ พบว่า สัมประสิทธิ์การทำนายสำหรับโมเดลระดับนักเรียน ( $R^2_{\text{level } 1}$ ) เท่ากับ 0.585 โดยที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียน (Student-level error variance:  $\sigma^2_{\epsilon}$ ) มีค่าลดลงจาก 0.823 เป็น 0.346 หลักจากใส่ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนแล้ว (เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 44 และตารางที่ 46)

การคำนวณค่า  $R^2$  สำหรับโมเดลระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) คำนวณได้จากสูตรที่เสนอโดย Snijders & Bosker (1999) ดังนี้

$$R^2_{\text{level } 1} = 1 - \frac{\sigma^2_{v0cond} + \sigma^2_{u0cond} + \sigma^2_{\epsilon cond}}{\sigma^2_{v0empty} + \sigma^2_{u0empty} + \sigma^2_{\epsilon empty}}$$

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสำหรับโมเดลระดับนักเรียน ( $R^2_{\text{level } 1}$ ) เท่ากับ 0.585 แสดงว่าตัวแปรทำนายระดับนักเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรในตัวแปรตาม หรือ ค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา (QPS score) ได้ 58.5 %