การวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับด้วยโปรแกรม HLM 6

Multilevel Regression Analysis with HLM 6

ไพรัตน์ วงษ์นาม*

E-mail : -

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เสนอการวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับ 2 ระดับ โดยใช้โปรแกรม HLM เวอร์ชัน 6.06 รุ่นทดลองใช้เฉพาะนักศึกษา (student version) วิเคราะห์การถดถอยพหุระดับ 2 ระดับ ได้แก่ระดับนักเรียนกับระดับโรงเรียน โดยนำเข้าข้อมูลดิบที่เก็บในรูป SPSS.SAV มาสร้างไฟล์ข้อมูลแบบ MDM ของโปรแกรม HLM และแสดงการกำหนดลักษณะเฉพาะของสมการถดถอยพหุระดับเป็น 5 โมเดล พร้อมการสั่งวิเคราะห์และตีความ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับด้วยโปรแกรม HLM 6

Abstract

This paper showed how to run multilevel regression analysis by using HLM 6.06 (student version). The simple two–level model, level 1 (student level) and level 2 (school level) was performed by importing data from SPSS.SAV files. After the MDM (Multivariate Data Matrix) file was created, the five models of hierarchical linear models were specified and the results were interpreted.

Keywold : Multilevel Regression Analysis with HLM 6

บทนำ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุตัวแปรที่เราใช้กันทั่วไปในการทำนายตัวแปรตาม Y ตัวเดียว จากตัวแปรทำนาย Xi มากกว่า 1 ตัว จะใช้หน่วยตัวอย่างวิเคราะห์คือตัวอย่าง (case) ซึ่งมีข้อตกลงว่าข้อมูลต้องอิสระกัน ผลการวิเคราะห์จะมีความถูกต้องเมื่อผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (simple random) วิธีการสุ่มอย่างง่ายจะทำให้หน่วยการสุ่มแต่ละหน่วยมีความเป็นอิสระกันอย่างสมบูรณ์ แต่เมื่อผู้วิจัยสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (cluster) แล้วสุ่มต่อ เช่น สุ่มนักเรียนที่จำแนกตามโรงเรียน แล้วทำการสุ่มนักเรียนออกจากโรงเรียน การสุ่มแบบนี้ทำให้ตัวอย่างนักเรียนขาดความเป็นอิสระเนื่องจากตัวอย่างนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือโรงเรียนเดียวกันมักมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากกว่านักเรียนที่มาจากต่างโรงทำให้ลักษณะตัวแปรของโรงเรียนไปรบกวนผลการวิเคราะห์ ด้วยเหตุนี้เราจึงควรใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับที่สนใจตัวแปรระดับกลุ่มด้วย ทำให้ผลการวิจัย

*รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มีความถูกต้องมากขึ้น ในบทความนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับด้วยโปรแกรม HLM ที่พัฒนาโดย Bryk, Raudenbush และ Congdon ที่จัดจำหน่ายโดยบริษัท Scientific Software, Inc, (SSI) เวอร์ชัน 6.06 สำหรับนักศึกษา โดยจะเสนอหน้าต่างคำสั่งกำหนดโมเดล หน้าต่างผลลัพธ์ และสรุปผลการวิเคราะห์ที่สำคัญ

ตัวอย่างปัญหาการวิจัย

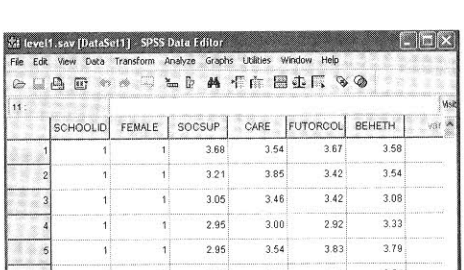
ในบทความนี้จะเสนอการวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับ 2 ระดับ โดยใช้โปรแกรม HLM เวอร์ชัน 6 รุ่นทดลองใช้เฉพาะนักศึกษา (student version) โดยจะใช้ไฟล์ข้อมูลจากงานวิจัยของ นพรัตน์ ชัยเรือง (2551) ที่ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมจริยธรรมของนักเรียน จากตัวแปร 3 ระดับ ได้แก่ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน แต่ผู้เขียนจะขอนำเสนอเฉพาะ 2 ระดับ ได้แก่ระดับนักเรียนกับระดับโรงเรียนเท่านั้น ตัวแปรตาม ในระดับนักเรียนคือ พฤติกรรมจริยธรรมของนักเรียน (BEHETH) ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนมี 4 ตัว ได้แก่ เพศหญิง (FEMALE) ที่ให้เพศหญิง=1 ชาย =0 การสนับสนุนทางสังคมของนักเรียน (SOCSUP) การอบรมเลี้ยงดู (CARE) ลักษณะมุ่งอนาคต (FUTORCOL) ตัวทำนายระดับห้องเรียนมี 2 ตัว ได้แก่ การสนับสนุนทางสังคมของครู (TSOCSUP) คุณภาพการสอนของครู (QUALTEAC) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักเรียน 1,040 คน ครู 208 คน จาก 52 โรงเรียน ได้มาโดยการแบบ 2 ขั้นตอน คือ สุ่มโรงเรียนจากประชากรโรงเรียนและสุ่มนักเรียนและครูจากโรงเรียนที่สุ่มได้อีกที

ไฟล์ข้อมูลในรูป SPSS.SAV

ไฟล์ระดับที่ 1

ไฟล์ระดับนักเรียนชื่อว่า LEVEL1.sav มีข้อมูลจากนักเรียนจำนวน 1040 คน มีตัวแปรระดับนักเรียน 5 ตัว โดยไม่รวมตัวแปรรหัสโรงเรียน (CLASS) ตัวแปรได้แก่: FEMALE=เพศหญิงของนักเรียน (1 = หญิง 0 = ชาย) SOCSUP = การสนับสนุนทางสังคมของนัดเรียน เป็นคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามวัดการสนับสนุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในเชิงบวกแต่ละข้อจะเป็นมาตรประมาณค่า 4 ระดับโดยมีระบบคะแนน 4 = จริง 3 = ค่อนข้างจริง 2 = ค่อนข้างไม่จริง 1 = ไม่จริง FUTORCOL = ลักษณะมุ่งอนาคตแบบวัดลักษณะมุ่งอนาคตของนักเรียน เป็นค่าเฉลี่ยจากการตอบแบบวัดลักษณะมุ่งอนาคต ที่เป็นมาตรประมาณค่า 4 ระดับจากระดับจริง ถึงไม่จริง ให้คะแนน 4 = จริง 3 = ค่อนข้างจริง 2 = ค่อนข้างไม่จริง 1 = ไม่จริง BEHETH = พฤติกรรมจริยธรรมนักเรียน เป็นค่าเฉลี่ยการตอบแบบสอบถามวัดวัดพฤติกรรมการแสดงออกตามสถานการณ์ที่กำหนด เป็นแบบวัดมาตรส่วนประมาณค่า 4 ระดับ จากระดับจริง ถึง ไม่จริง เป็นมาตรประมาณค่า 4 ระดับ ให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 4 = จริง 3 = ค่อนข้างจริง 2 = ค่อนข้างไม่จริง 1 = ไม่จริง CARE = การอบรมเลี้ยงดู เป็นคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดการอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง ที่เป็นคุณลักษณะเชิงบวกเท่านั้น ได้แก่ การเลี้ยงดูแบบให้เหตุผล เลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย การเลี้ยงดูแบบให้ความอบอุ่นใกล้ชิด การเลี้ยงดูแบบการพัฒนาทางจิต (พ่อแม่เข้าถึงรับรู้อารมณ์ความรู้สึกของลูก) การเลี้ยงดูแบบปล่อยตามสบาย (การให้อิสระไม่บังคับจนเกินไป) เป็นแบบวัดมาตรประมาณค่า 4 ระดับ จากระดับจริง ถึง ไม่จริง แต่ละข้อให้คะแนน 4 = จริง 3 = ค่อนข้างจริง 2 = ค่อนข้างไม่จริง 1 = ไม่จริง SCHOOLID หมายถึงรหัสโรงเรียน แม้ว่าจะเป็น

ข้อมูลระดับนักเรียนแต่ต้องใช้ SCHOOLID เป็นระดับที่ 2 อย่างคนที่ 1 ถึง 6 มีค่า SCHOOLID เป็น 1 เหมือนกัน แสดงว่ามาจากโรงเรียนเดียวกันคือ โรงที่ใช้รหัส 1 นั่นเอง



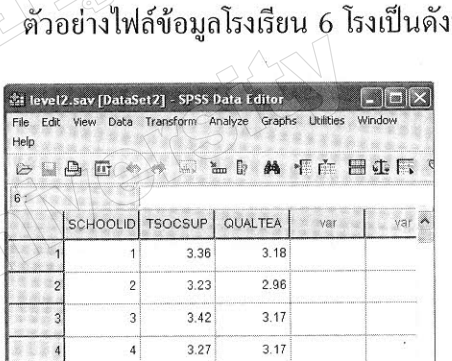
	SCHOOLID	FEMALE	SOCSUP	CARE	FUTORCOL	BEHETH
1	1	1	3.68	3.54	3.67	3.58
2	1	1	3.21	3.85	3.42	3.54
3	1	1	3.05	3.46	3.42	3.08
4	1	1	2.95	3.00	2.92	3.33
5	1	1	2.95	3.54	3.83	3.79
6	1	1	2.79	3.15	3.33	3.54

ภาพข้างต้น แสดงข้อมูล 6 คนแรก ในไฟล์ข้อมูลระดับที่ 1 มีตัวแปรทั้งหมด 5 ตัว ข้อสังเกต ในไฟล์ระดับที่ 1 มีตัวแปรที่ศึกษา 5 ตัว นอกจากนั้นยังมีตัวแปรอีกตัวซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างข้อมูลทั้งสองระดับ คือ ตัวแปร SCHOOLID รวมอยู่ด้วย

ไฟล์ระดับที่ 2

ไฟล์ระดับที่ 2 คือระดับโรงเรียนข้อมูลเก็บอยู่ในไฟล์ชื่อ LEVEL2.sav เป็นข้อมูลจากหน่วยวิเคราะห์ระดับโรงเรียนจำนวน 52 โรง มีตัวแปรระดับนี้อยู่ 2 ตัว ได้แก่ TSOCSUP = การสนับสนุนทางสังคมของครู เป็นคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามการสนับสนุนทางสังคมของครู มีเนื้อหาครอบคลุม การสนับสนุนจากผู้บริหาร การสนับสนุนจากเพื่อนครูและบุคลากรผู้ร่วมงาน และ การสนับสนุนจากผู้ปกครองและชุมชน เป็นคำถามแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ ได้แก่ 4 = มาก 3 = ค่อนข้างมาก 2 = ค่อนข้างน้อย 1 = น้อย QUALTEA = คุณภาพการสอนของครู เป็นคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามคุณภาพการสอนของครู มีเนื้อหาครอบคลุมกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ด้าน กระบวนการเตรียม กระบวนการจัดกิจกรรม กระบวนการวัดผลประเมินผลกิจกรรม และกระบวนการสรุปผลและการพัฒนา เป็นมาตรประมาณค่า 4 ระดับ ให้คะแนน 4 = มาก 3 = ค่อนข้างมาก 2 = ค่อนข้างน้อย 1 = น้อย SCHOOLID =รหัสเดียวกับ SCHOOLID ในระดับที่ 1 นั่นเอง

ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลโรงเรียน 6 โรงเป็นดังนี้



	SCHOOLID	TSOCSUP	QUALTEA	var	var
1	1	3.36	3.18		
2	2	3.23	2.96		
3	3	3.42	3.17		
4	4	3.27	3.17		
5	5	2.98	3.03		
6	6	2.92	3.18		

จากไฟล์ข้อมูล 2 ไฟล์ นำไปสร้างไฟล์ข้อมูลรวมที่พร้อมจะรับคำสั่งของโปรแกรม HLM โดยสร้างเป็นไฟล์ประเภท MDM (Multivariate Data Matrix) ชื่อ noparat.mdm เพื่อประหยัดหน้ากระดาษผู้เขียนจะขอละไว้ ไม่กล่าวถึงรายละเอียดในการสร้างไฟล์ MDM จากไฟล์ข้อมูล SPSS.SAV

การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM

ภายหลังจากที่สร้างไฟล์ noparat.mdm เราก็พร้อมที่จะวิเคราะห์พหุระดับแล้ว ในบทความนี้จะวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Raudenbush and Bryk

(2002) โดยวิเคราะห์โมเดลต่อไปนี้ 1. โมเดลทำนายค่าเฉลี่ยแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Means Model) 2. โมเดลการถดถอยโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแปรตาม (regression with Means-as-Outcomes) 3.โมเดลสัมประสิทธิ์สุ่ม (random-coefficient model) และ 4. โมเดลระยะตัดแกนตั้งและความชันเป็นตัวแปรตาม (intercepts and slopes-as-outcomes model)

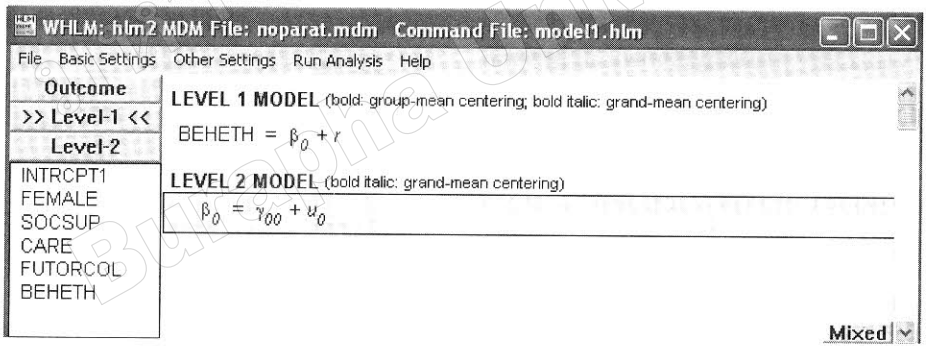
โมเดล 1: โมเดลทำนายค่าเฉลี่ยแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Means Model) หรือโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบอิทธิพลสุ่ม (one-way random effect ANOVA)

โมเดลนี้จะตอบคำถามว่า ระหว่างโรงเรียนต่างๆ ในประชากร มีความแตกต่างในค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมหรือไม่ โมเดลที่ต้องการ เป็นดังต่อไปนี้

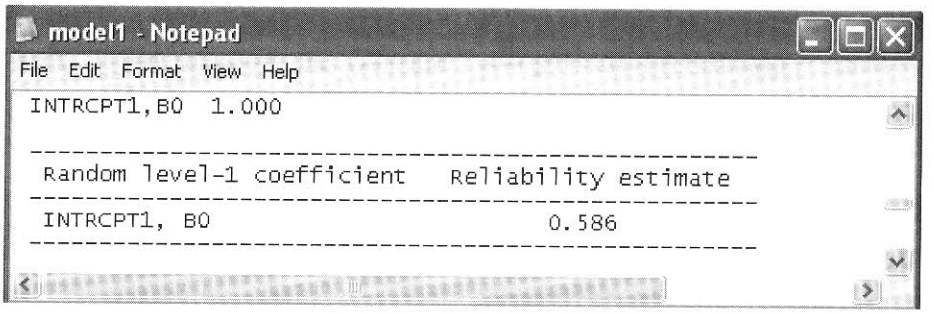
ระดับที่ 1 $BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

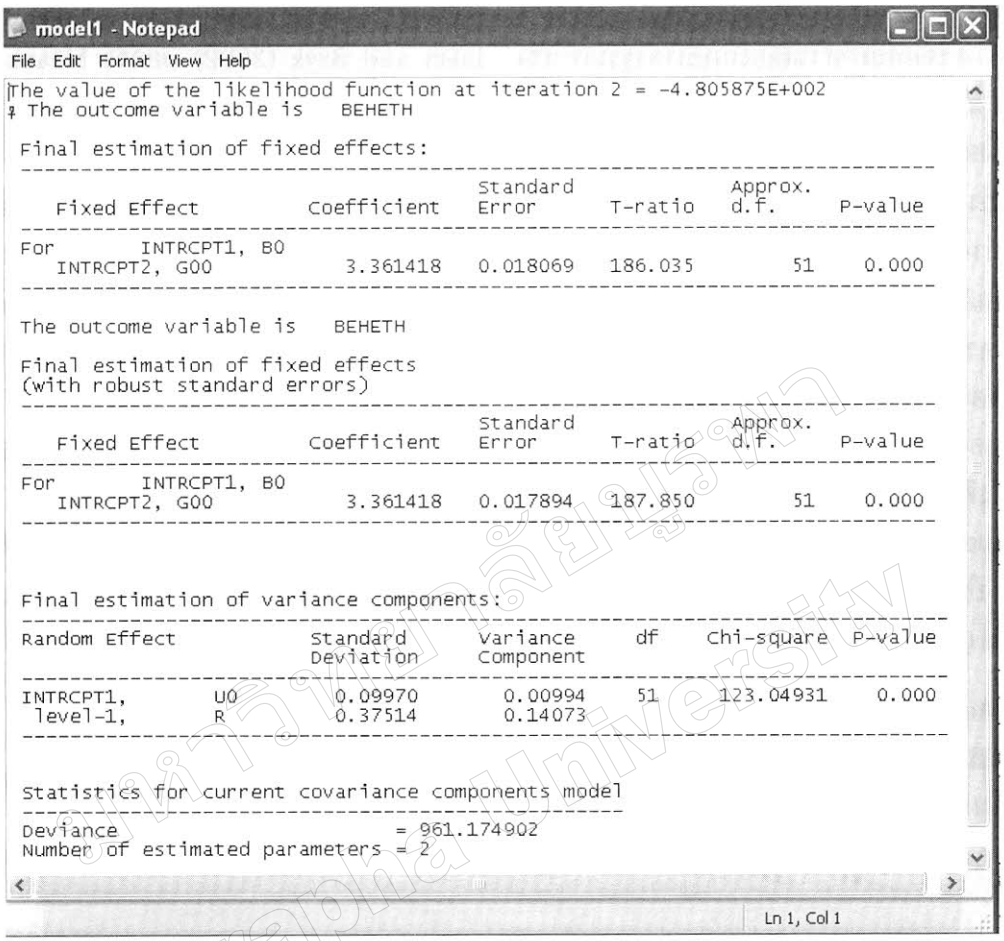
ระดับที่ 2 $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$

โดยที่ β_{0j} คือค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมของโรงเรียน j r_{ij} คือคะแนนพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความเป็นตัวของตัวเองแต่ละคน ถือเป็นเศษเหลือระดับนักเรียน มีข้อตกลงว่าเศษเหลือนี้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีความแปรปรวน σ^2 ที่มีค่าเท่ากันทุกโรงเรียน และ γ_{00} แทนค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมของประชากรทั้งหมด u_{0j} แทนเศษเหลือในระดับโรงเรียน มีการแจกแจงเป็นปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 มีความแปรปรวนเป็น τ_{00} เขียนโมเดลข้างต้นโดยใช้โปรแกรม HLM และบันทึกเก็บในไฟล์คำสั่งชื่อ model1.hlm ดังนี้



เมื่อคลิกเมนู Run Analysis จะได้ผลลัพธ์ ที่สำคัญตามลำดับดังนี้





model1 - Notepad

File Edit Format View Help

```
The value of the likelihood function at iteration 2 = -4.805875E+002
# The outcome variable is    BEHETH

 Final estimation of fixed effects:
 ----------------------------------------------------------------------------
                                    Standard                    Approx.
    Fixed Effect          Coefficient   Error       T-ratio     d.f.      P-value
 ----------------------------------------------------------------------------
 For        INTRCPT1, B0
    INTRCPT2, G00           3.361418   0.018069    186.035        51     0.000
 ----------------------------------------------------------------------------

 The outcome variable is    BEHETH

 Final estimation of fixed effects
 (with robust standard errors)
 ----------------------------------------------------------------------------
                                    Standard                    Approx.
    Fixed Effect          Coefficient   Error       T-ratio     d.f.      P-value
 ----------------------------------------------------------------------------
 For        INTRCPT1, B0
    INTRCPT2, G00           3.361418   0.017894    187.850        51     0.000
 ----------------------------------------------------------------------------


 Final estimation of variance components:
 ----------------------------------------------------------------------------
 Random Effect             Standard      Variance      df    Chi-square  P-value
                           Deviation     Component
 ----------------------------------------------------------------------------
 INTRCPT1,       U0         0.09970       0.00994      51     123.04931    0.000
  level-1,       R          0.37514       0.14073
 ----------------------------------------------------------------------------


 Statistics for current covariance components model
 --------------------------------------------------
 Deviance                        = 961.174902
 Number of estimated parameters = 2
```

Ln 1, Col 1

ผลการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นว่า

โมเดลที่ได้คือ ระดับที่ 1 $BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

ระดับที่ 2 $\beta_{0j} = 3.3614 + u_{0j}$

เขียนสมการรวมเป็นสมการเดียว โดยแทนสมการในระดับที่ 2 กลับเข้าไปในสมการระดับที่ 1 จะได้สมการดังนี้ $BEHETH_{ij} = 3.3614 + u_{0j} + r_{ij}$.

ความแปรปรวนระดับบุคคล σ^2 หรือ $Var(r_{ij}) = 0.1407$ และความแปรปรวนระดับโรงเรียน τ_{00} หรือ $Var(u_{0j}) = 0.0099$ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเรียก σ^2 ว่าความแปรปรวนภายในกลุ่ม ส่วน เรียกความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม คำนวณค่าสหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (intra-class correlation) ได้ดังนี้ 0.0099/(0.0099 + 0.1407) = .0657 ค่านี้บอกให้รู้ว่าสัดส่วน τ_{00} ความแปรปรวนทั้งหมด อธิบายได้ด้วยความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน 7 % ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าไม่มากนัก แต่ก็มีนัยสำคัญทางสถิติ ($x^2(51)=123.05$, $p<.001$)

ช่วงความความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรม โดยใช้ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน เราจะได้ช่วงความเชื่อมั่นเป็น $3.3614 \pm 1.96 \times \sqrt{0.0099} = (3.1664, 3.5564)$ นั่นคือค่าเฉลี่ยของระยะตัดแกนตั้ง

ซึ่งก็คือค่าเฉลี่ยตัวแปร BEHETH จากทุกๆ โรง มีค่าเป็น 3.3614 โดยที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ($\sqrt{0.0099}$) ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าระยะตัดแกนตั้งหรือค่าเฉลี่ย BEHETH จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.1664 ถึง 3.5564 คะแนน

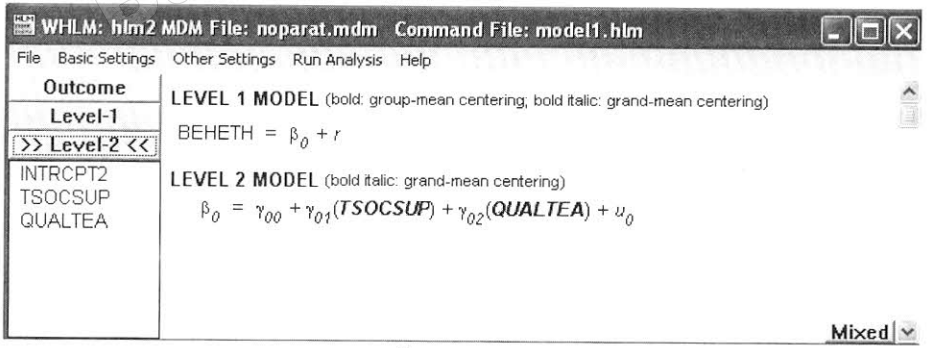
ค่าความเที่ยง (reliability) ของระยะตัดแกนตั้งเชิงสุ่มในระดับที่ 1 มีค่าเป็น .586 เป็นค่าเฉลี่ยความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นจากทุกหน่วยวิเคราะห์ของระดับที่ 2 ในตัวอย่างนี้คือค่าเฉลี่ยความเที่ยงจากทุกโรงเรียน เป็นค่าวัดความเที่ยงโดยรวมของค่าประมาณค่าระยะตัดแกนตั้งที่คำนวณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นของอิทธิพลสุ่มของระยะตัดแกนตั้งในระดับที่ 1 เป็นค่าเฉลี่ยของหน่วยวัดในระดับกลุ่ม (ค่าเฉลี่ยความเที่ยงจากทุกโรงเรียนนั่นเอง)

Model 2: โมเดลทำนายค่าเฉลี่ยBEHETHจากตัวแประดับโรงเรียน

โมเดลนี้นำตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (level2) คือ TSOCSUP QUALTEA มาทำนายค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมของแต่ละโรง Raudenbush and Bryk (2002) เรียกว่า Means-as-Outcomes Regression จัดเป็นโมเดลที่ 2 ต่อจากโมเดลไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Model) คำตอบที่ต้องการคือ เมื่อทราบว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมมีการแปรเปลี่ยนตามโรงเรียน ($X^2(51)=123.05, p<.001$) แสดงว่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมแปรเปลี่ยนตามโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) จึงต้องการตรวจดูว่าตัวแประดับโรงเรียนคือ TSOCSUP QUALTEA สามารถทำนายการแปรเปลี่ยนของค่าเฉลี่ย BEHETH ได้หรือไม่ กล่าวคือโรงเรียนที่ TSOCSUP QUALTEA ต่างกัน จะมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรม (BEHETH) แตกต่างตามไปด้วยหรือไม่ เพื่อจะหาคำตอบว่าทำไมแต่ละโรงเรียนจึงมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมต่างกัน เราเขียนในรูปแบบของสมการถดถอยได้ดังนี้

$BEHETHij = \beta 0j + rij$ (ระดับที่ 1)

$\beta 0j = \gamma 00 + \gamma 01(SOCSUPj) + \gamma 02(QUALTEAj) + u0j$ (ระดับที่ 2)



เราคลิกเมนู Run Analysis จะได้ผลดังนี้

model2 - Notepad

File Edit Format View Help

```
The value of the likelihood function at iteration 2 = -4.823624E+002
 The outcome variable is    BEHETH

 Final estimation of fixed effects:
 ----------------------------------------------------------------------------
                                      Standard                    Approx.
    Fixed Effect          Coefficient   Error       T-ratio       d.f.      P-value
 ----------------------------------------------------------------------------
 For       INTRCPT1, B0
    INTRCPT2, G00           3.361418   0.017796   188.886          49     0.000
     TSOCSUP, G01           0.031849   0.066656     0.478          49     0.634
     QUALTEA, G02          -0.156720   0.094853    -1.652          49     0.105
 ----------------------------------------------------------------------------

 The outcome variable is    BEHETH

 Final estimation of fixed effects
 (with robust standard errors)
 ----------------------------------------------------------------------------
                                      Standard                    Approx.
    Fixed Effect          Coefficient   Error       T-ratio       d.f.      P-value
 ----------------------------------------------------------------------------
 For       INTRCPT1, B0
    INTRCPT2, G00           3.361418   0.017275   194.583          49     0.000
     TSOCSUP, G01           0.031849   0.056636     0.562          49     0.576
     QUALTEA, G02          -0.156720   0.104402    -1.501          49     0.140
 ----------------------------------------------------------------------------


 Final estimation of variance components:
 ----------------------------------------------------------------------------
 Random Effect              Standard      Variance      df    Chi-square  P-value
                            Deviation     Component
 ----------------------------------------------------------------------------
 INTRCPT1,        U0         0.09712       0.00943      49     114.68171    0.000
  level-1,        R          0.37514       0.14073
 ----------------------------------------------------------------------------


 Statistics for current covariance components model
 --------------------------------------------------
 Deviance                        = 964.724867
 Number of estimated parameters = 2
```

ผลการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นว่า

โมเดลที่ได้คือ $BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

$\beta_{0j} = 3.3614 + 0.0318(TSOCSUP_j) - 0.1567(TQUALTEA_j) + u_{0j}$

เขียนรวมเป็นสมการเดียวกันได้ว่า

$BEHETH_{ij} = 3.3614 + 0.0318(TSOCSUP_j) - 0.1567(TQUALTEA_j) + u_{0j} + r_{ij}$

ผลการทดสอบนัยสำคัญของค่าประมาณข้างต้น (γ_{00} =3.3614 , γ_{01}= 0.0318 , γ_{02}= -0.1567) พบว่ามีเพียงค่า γ_{00} เท่านั้นที่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน γ_{01} และ γ_{02} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงว่า ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนทั้งสองไม่สามารถทำนายความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมระหว่างโรงเรียนได้ และยังพบอีกว่าความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียน ของโมเดลนี้ $Var(r_{ij})$ ยังเป็น 0.1407 ยังคงเท่ากับโมเดลไม่มีเงื่อนไข ส่วนความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนระดับโรงเรียน ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นส่วนเฉพาะตัวของค่าเฉลี่ยระหว่างโรงเรียน $Var(u_{0j})$ เป็น 0.0094 ซึ่งลดลงจากเดิมเล็กน้อย (เดิม 0.0099) นั่นคือ ตัวแปร TSOCSUP TQUALTEA ไม่สามารถทำนายค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมระหว่างโรงเรียนได้

จากสมการชี้ให้เห็นว่าเมื่อให้ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนทั้งหมดมีค่าเป็น 0 กล่าวคือเมื่อค่าเฉลี่ยของการสนับสนุนทางสังคมของครู (TSOCSUP) มีค่าเป็น 0 และ ค่าเฉลี่ยของคุณภาพการสอนของครู

ในโรงเรียน (QUALTEA) เป็น 0 ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมจากการทำนายมีค่าเป็น 3.3614 คะแนน ช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมที่เป็นไปได้ของโรงเรียนต่าง ๆ โดยที่เมื่อค่าเฉลี่ยของ TSOCSUP และQUALTEA มีค่าเป็น 0 คือ 3.3614 $\pm$ 1.96* $\sqrt{0.0094}$= (3.1714 , 3.5514)

ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนแทนค่าความแปรเปลี่ยนหรือความแตกต่างระหว่างโรงเรียน มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยโดยลดจาก 0.0099 เป็น 0.0094 นั่นหมายความว่าตัวแปรทำนายระดับที่ 2 คือ TSOCSUP QUALTEA สามารถอธิบายความแปรเปลี่ยนของพฤติกรรมจริยธรรมได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น กล่าวคือสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้โดยตัวแปร TSOCSUP QUALTEA คือ (0.0099 – 0.0094)/0.0099 = .0505 ซึ่งก็คือประมาณ 5% ของความแปรปรวนที่อธิบายค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมจริยธรรมเป็นผลมาจาก TSOCSUP และ QUALTEA

คำถามที่ต้องการคำตอบก็คือค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมยังคงมีการแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนอยู่หรือไม่หลังจากที่ได้ควบคุมตัวแปร TSOCSUP และ QUALTEA แล้ว คำตอบดูจากผลการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน ที่ทดสอบว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของ u_0 ว่ามีค่าเป็น 0 หรือไม่ พบว่าค่าไค-สแควร์เป็น 114.6817 (df 49 ,p=.000) ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ดังนั้น เราสรุปว่าหลังจากที่ควบคุมตัวแปร TSOCSUP และQUALTEA แล้ว ความแปรเปลี่ยนระหว่างค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมระหว่างโรงเรียนยังคงต้องการอธิบายด้วยตัวแปรระดับโรงเรียนอื่นอีกมาก

ค่าสหสัมพันธ์ภายในกลุ่มแบบมีเงื่อนไข (conditional intraclass correlation) โดยที่เงื่อนไขคือควบคุมค่า TSOCSUP และQUALTEA มีค่าเป็น 0.00943/(0.00943 + 0.14073) = 0.0628 ค่านี้เป็นค่าวัดความไม่เป็นอิสระกันระหว่างคะแนนพฤติกรรมจริยธรรมภายในโรงเรียนที่มีค่า TSOCSUP และQUALTEA เท่ากัน

โมเดลที่ 3: โมเดลอิทธิพลของตัวทำนายระดับนักเรียน (Including Effects of Student-Level Predictors) โดยให้สัมประสิทธิ์การทำนายเป็นอิทธิพลสุ่ม

โมเดลนี้ต้องการทำนายคะแนน BEHAETH จากค่าตัวแปร FEMALE SOCSUP CARE และ FUTORCOL ที่แปลงเป็นค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยแต่ละโรง Raudenbush & Bryk (2002) เรียกว่า random-coefficients regression model ซึ่งเป็นโมเดลที่ 4 แต่ในตัวอย่างนี้ถือเป็นโมเดลที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ทำในแบบเดียวกันกับการสร้างสมการถดถอยทีทำนาย BEHETH จากคะแนนเบี่ยงเบนของตัวแปรทั้ง 4 นั่นเอง

คำถามการวิจัยที่โมเดลนี้ต้องการคำตอบ

1. ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การทำนายทั้งค่าตัดแกนตั้งและความชันจากโรงเรียนทั้ง 52 โรงเรียนเป็นเท่าไร (ถามหาค่า G00 G10 G20 G30 G40)

2. สมการทำนาย BEHETH มีการแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนหรือไม่ (ถามผลการทดสอบอิทธิพลสุ่มของ ระยะตัดแกนตั้ง และความชันของตัวแปรทำนายระดับที่ 1)

3. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะตัดแกนตั้งกับความชันเป็นเท่าไร (ถามหาค่าแมทริกซ์ Tau (as correlations)

ระดับที่ 1 $BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} FEMALE_j + \beta_{2j} SOCSUP_j + \beta_{3j} CARE_j + \beta_{4j} FUTORCOL_j + r_{ij}$

ระดับที่ 2 $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$

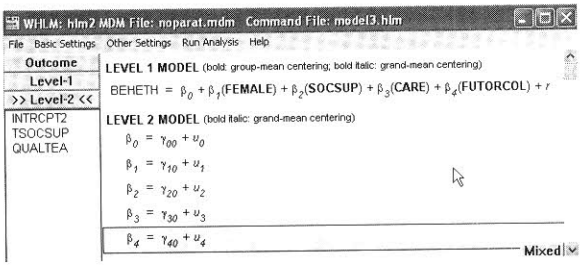
$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u1j$

$\beta 2j = \gamma 20 + u2j$

$\beta 3j = \gamma 30 + u3j$

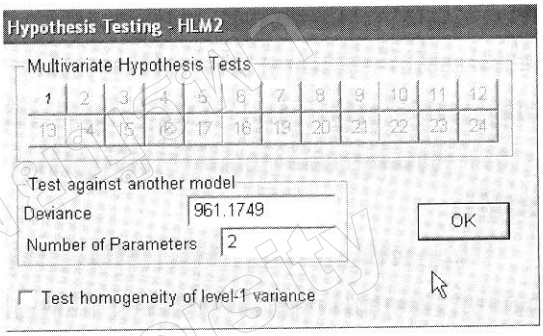
$\beta 4j = \gamma 40 + u4j$

โมเดลระดับที่ 1 ใช้ตัวแปรระดับนักเรียนเป็นตัวทำนาย แต่ในระดับที่ 2 ทั้งระยะตัดแกนตั้งและค่าความชันเป็นอิทธิพลสุ่ม แต่ยังไม่มีตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน เขียนในหน้าต่าง HLM 6.06 ได้ดังนี้

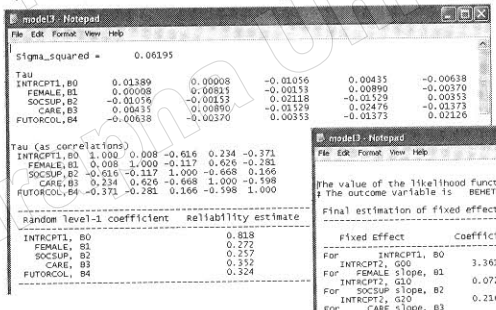


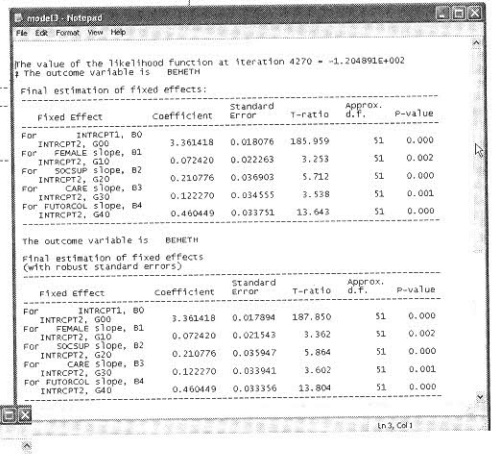
ข้อสังเกต ที่ตัวทำนายในระดับที่ 1 โปรแกรมจะพิมพ์เป็นตัวหนาเนื่องจากเป็นค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของโรงเรียน (group-mean centering)

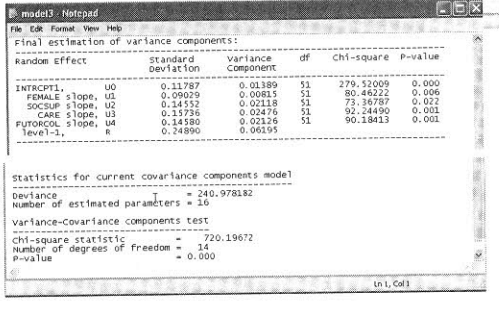
นักวิจัยสามารถเปรียบเทียบโมเดลที่ 3 กับโมเดลว่าง หรือโมเดลไม่มีเงื่อนไขได้ นำค่า Deviance และค่าจำนวนพารามิเตอร์ที่โปรแกรมต้องคำนวณค่าให้ (Number of Parameters) ของโมเดลที่เรารู้มาก่อน ในที่นี้คือโมเดลว่าง จากการวิเคราะห์ในโมเดลที่ 1 เรารู้ว่า Deviance เป็น 961.1749 จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าเป็น 2 เราจึงเริ่มต้นคลิกเมนู Other Settings >Hypothesis Testing แล้วพิมพ์ค่า Deviance และ ค่า Number of Parameters ของโมเดลว่างลงไป ดังภาพ



เมื่อ คลิก Run Analysis จะได้ผลลัพธ์ที่สำคัญเป็นดังนี้







ผลการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นว่า

สมการที่เราวิเคราะห์คือ

ระดับที่ 1 $BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} FEMALE_j + \beta_{2j} SOCSUP_j + \beta_{3j} CARE_j + \beta_{4j} FUTORCOL_j + r_{ij}$

ระดับที่ 2 $\beta_{0j} = 3.3614 + u_{0j}$; $\beta_{1j} = 0.0724 + u_{1j}$; $\beta_{2j} = 0.2108 + u_{2j}$; $\beta_{3j} = 0.1223 + u_{3j}$ $\beta_{4j} = 0.4604 + u_{4j}$

สัมประสิทธิ์ทุกค่าที่เป็นอิทธิพลคงที่เมื่อดูจาก t –test พบว่าทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) แสดงว่าตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวสามรถทำนายพฤติกรรมจริยธรรมของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) เขียนสมการของโมเดลนี้ให้อยู่ในรูปสมการเดียวได้ว่า

ผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติขององค์ประกอบความแปรปรวนของความชันของ FEMALE SOCSUP CARE FUTORCOL ผลการทดสอบด้วย ไค-สแควร์ ชี้ว่าค่าความชันของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนทั้ง 4 มีการแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 3 ตัว ได้แก่ FEMALE CARE FUTORCOL ส่วน SOCSUP มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมของโรงเรียนต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง

$3.3614 \pm 1.96 = (3.1303, 3.5925)$

ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าความชันของ FEMALE ในการทำนายพฤติกรรมจริยธรรมมีค่าอยู่ระหว่าง $0.0724 \pm 1.96 = (-0.1051, 0.2499)$

ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าความชันของ FUTORCOL ในการทำนายพฤติกรรมจริยธรรมมีค่าอยู่ ระหว่าง $0.4604 \pm 1.96 = (0.1743, 0.7465)$

จะสังเกตเห็นว่าเศษเหลือระดับนักเรียนของโมเดลนี้เป็น 0.0620 เมื่อเทียบกับเศษเหลือในโมเดลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวอิทธิพลสุ่มซึ่งไม่มีตัวทำนายใด ๆ ซึ่งมีค่าเป็น 0.14073 เราสามารถคำนวณสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายในระดับที่ 1 เป็น $(0.14073 - 0.0620) / 0.14073 = 0.5594$ หมายความว่าเมื่อใช้แปรระดับนักเรียนทั้ง 4 ตัว เป็นตัวทำนายพฤติกรรมจริยธรรมของนักเรียน ลดความแตกต่างระหว่างนักเรียนลงไปได้ประมาณ 56%

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะตัดแกนตั้ง β_0 กับความชันของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนทั้ง 4 ได้แก่ β_1 β_2 β_3 และ β_4 มีค่า 0.008 -0.616 0.234 และ -0.371 ตามลำดับ แสดงว่าระยะตัดแกนตั้งกับความชันของ FEMALE ไม่สัมพันธ์กัน ส่วนระยะตัดแกนตั้งกับความชัน SOCSUP และ FUTORCOL มีความสัมพันธ์ทางลบในระดับปานกลาง ในขณะที่ สหสัมพันธ์ระหว่างระยะตัดแกนตั้งกับ CARE มีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับน้อย

เราจะพบว่าค่า Deviance ของโมเดลนี้มีค่า 240.9782 และมีจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า 16 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลว่าง จะพบว่าโมเดลที่ 3 มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โมเดลที่ 4: โมเดลให้ระยะตัดแกนตั้งและความชันเป็นตัวแปรตาม

ในโมเดลนี้เราจะทำนาย BEHETH จากตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ FEMALE SOCSUP CARE FUTORCOL ระดับโรงเรียนได้แก่ TSOCSUP QUALTEA และนำปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับของตัวแปรทำนายเข้ามาเป็นตัวทำนายด้วย Raudenbush and Bryk(2002) เรียกว่า **โมเดลให้ระยะตัดแกนตั้งและความชันเป็นตัวแปรตาม (intercepts and slopes-as-outcomes model)** จากผลการวิเคราะห์สมการถดถอยจากโมเดลที่ 3 พบว่าความชันของตัวทำนาย FEMALE SOCSUP CARE และ FUTORCOL มีการแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) จึงเป็นการสมควรที่จะนำตัวแปรทำนายระดับ

โรงเรียนได้แก่ TSCOSUP QUALTEA มาทดสอบว่าจะสามารถอธิบายความแปรเปลี่ยนของความชันนั้นได้หรือไม่ การทำเช่นนี้ถือเป็นการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับเข้าไปนั่นเอง โมเดลที่เราต้องการศึกษาในที่นี้คือ

ระดับที่ 1

$$BEHETH_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} FEMALEj + \beta_{2j} SOCSUP_j + \beta_{3j} CARE_j + \beta_{4j} FUTORCOL_j + r_{ij}$$

ระดับที่ 2

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} TSCOSUP + \gamma_{02} QUALTEA + u_{0j}$$

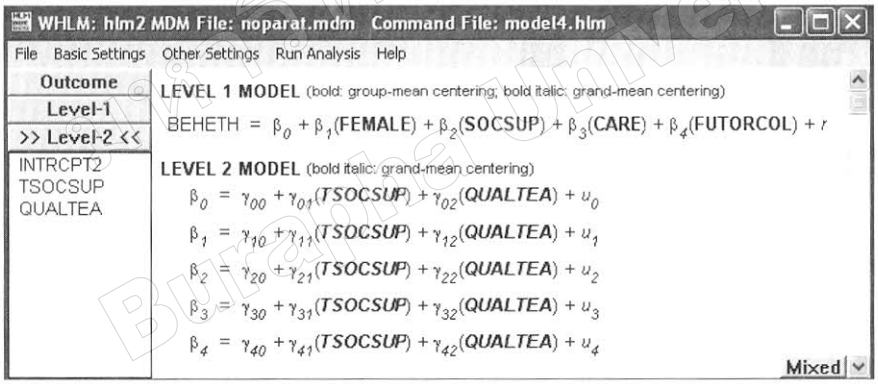
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} TSCOSUP + \gamma_{12} QUALTEA + u1j$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21} TSCOSUP + \gamma_{22} QUALTEA + u_{2j}$$

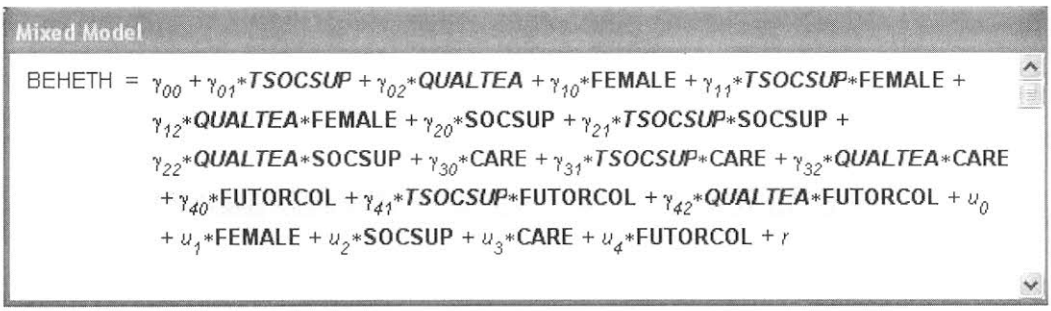
$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31} TSCOSUP + \gamma_{32} QUALTEA + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + \gamma_{41} TSCOSUP + \gamma_{42} QUALTEA + u_{4j}$$

ในหน้าต่างโปรแกรม HLM 6.06 ตั้งค่าคำสั่งดังนี้



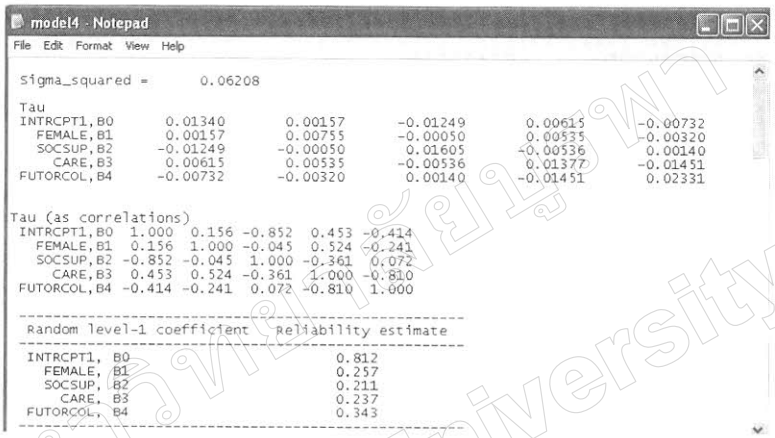
ถ้าเราคลิกที่แท็บ Mixed ด้านล่างจะได้หน้าต่าง Mixed Model ดังนี้



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จะสังเกตเห็นว่าโมเดลที่เขียนในรูปสมการเดียวจะพบว่ามีเทอมที่เกิดจากผลคูณระหว่างตัวแปรทำนายระดับนักเรียนกับระดับโรงเรียนรวมอยู่ด้วย เทอมดังกล่าวคือปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับที่กล่าวถึงนั่นเอง

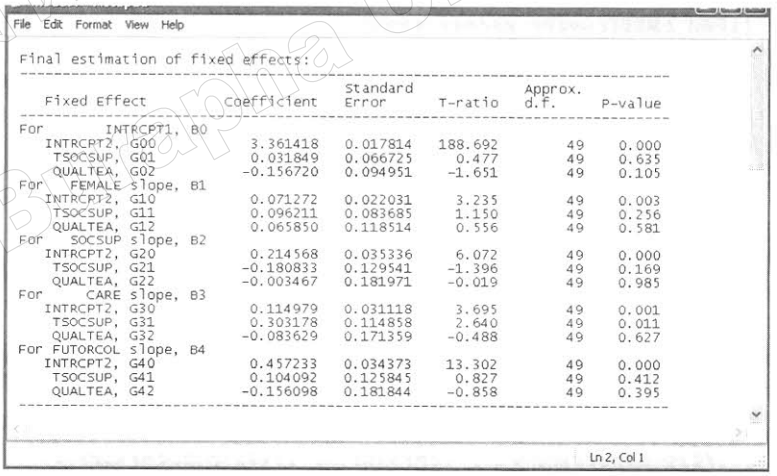
เมื่อคลิกที่ Run Analysis จะได้ผลการวิเคราะห์ตามลำดับเหมือนการวิเคราะห์ในโมเดลอื่นๆ ที่กล่าวมา กล่าวคือในตอนต้น ๆ โปรแกรมจะเสนอความแปรปรวนของเศษเหลือระดับนักเรียน ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของระยะตัดแกนตั้ง และความชัน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะตัดแกนตั้ง และความชันของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ค่าความเที่ยงในการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของโมเดล ดังนี้



model4 - Notepad

File Edit Format View Help

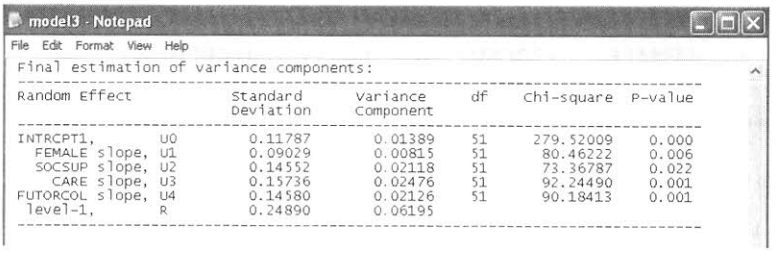
```
Sigma_squared =      0.06208

Tau
INTRCPT1,B0       0.01340       0.00157      -0.01249       0.00615      -0.00732
  FEMALE,B1       0.00157       0.00755      -0.00050       0.00535      -0.00320
  SOCSUP,B2      -0.01249      -0.00050       0.01605      -0.00536       0.00140
    CARE,B3       0.00615       0.00535      -0.00536       0.01377      -0.01451
FUTORCOL,B4      -0.00732      -0.00320       0.00140      -0.01451       0.02331


Tau (as correlations)
 INTRCPT1,B0  1.000  0.156 -0.852  0.453 -0.414
   FEMALE,B1  0.156  1.000 -0.045  0.524 -0.241
   SOCSUP,B2 -0.852 -0.045  1.000 -0.361  0.072
     CARE,B3  0.453  0.524 -0.361  1.000 -0.810
 FUTORCOL,B4 -0.414 -0.241  0.072 -0.810  1.000

 ------------------------------------------------------
  Random level-1 coefficient   Reliability estimate
 ------------------------------------------------------
  INTRCPT1, B0                          0.812
    FEMALE, B1                          0.257
    SOCSUP, B2                          0.211
      CARE, B3                          0.237
  FUTORCOL, B4                          0.343
 ------------------------------------------------------
```



File Edit Format View Help

```
Final estimation of fixed effects:
----------------------------------------------------------------------------
   Fixed Effect          Coefficient   Standard Error    T-ratio   Approx. d.f.   P-value
----------------------------------------------------------------------------
For      INTRCPT1, B0
    INTRCPT2, G00          3.361418      0.017814      188.692         49       0.000
     TSOCSUP, G01          0.031849      0.066725        0.477         49       0.635
     QUALTEA, G02         -0.156720      0.094951       -1.651         49       0.105
For   FEMALE slope, B1
    INTRCPT2, G10          0.071272      0.022031        3.235         49       0.003
     TSOCSUP, G11          0.096211      0.083685        1.150         49       0.256
     QUALTEA, G12          0.065850      0.118514        0.556         49       0.581
For   SOCSUP slope, B2
    INTRCPT2, G20          0.214568      0.035336        6.072         49       0.000
     TSOCSUP, G21         -0.180833      0.129541       -1.396         49       0.169
     QUALTEA, G22         -0.003467      0.181971       -0.019         49       0.985
For    CARE slope, B3
    INTRCPT2, G30          0.114979      0.031118        3.695         49       0.001
     TSOCSUP, G31          0.303178      0.114858        2.640         49       0.011
     QUALTEA, G32         -0.083629      0.171359       -0.488         49       0.627
For FUTORCOL slope, B4
    INTRCPT2, G40          0.457233      0.034373       13.302         49       0.000
     TSOCSUP, G41          0.104092      0.125845        0.827         49       0.412
     QUALTEA, G42         -0.156098      0.181844       -0.858         49       0.395
----------------------------------------------------------------------------
```

Ln 2, Col 1



model3 - Notepad

File Edit Format View Help

```
Final estimation of variance components:
-------------------------------------------------------------------------------
Random Effect              Standard Deviation   Variance Component   df   Chi-square   P-value
-------------------------------------------------------------------------------
INTRCPT1,        U0            0.11787              0.01389          51    279.52009     0.000
  FEMALE slope, U1             0.09029              0.00815          51     80.46222     0.006
  SOCSUP slope, U2             0.14552              0.02118          51     73.36787     0.022
    CARE slope, U3             0.15736              0.02476          51     92.24490     0.001
FUTORCOL slope, U4             0.14580              0.02126          51     90.18413     0.001
 level-1,       R              0.24890              0.06195
-------------------------------------------------------------------------------
```

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นว่า:

โมเดลที่ที่ได้เมื่อรวมสมการเป็นสมการเดียว คือ

$BEHETH_{ij}$ =3.3614+0.0318 TSOCSUP-0.1567 QUALTEA +0.0713 FEMALE+ 0.0962 TSOCSUP*FEMALE+ 0.0659 QUALTEA*FEMALE + 0.2146 SOCSUP -0.1808 TSOCSUP*SOCSUP+-0.0035 QUALTEA*SOCSUP + 0.1150 CARE + 0.3032 TSOCSUP*CARE - 0.0836 QUALTEA*CARE + 0.4572 FUTORCOL+ 0.1041 TSOCSUP*FUTORCOL -0.1561 QUALTEA*FUTORCOL+U0 + u1 FEMALE +u2 SOCSUP+u3 CARE+ u4 FUTORCOL+ r_{ij}

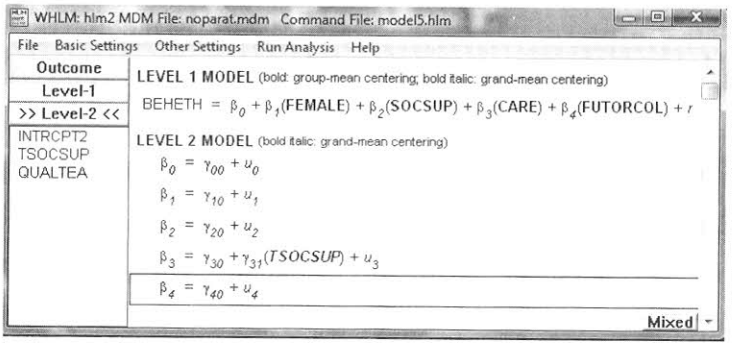
ผลการทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรระดับโรงเรียนทั้งสองไม่สามารถทำนายค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมจริธรรมได้ นอกจากนั้นยังไม่สามารถทำนายความชันของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ได้ ยกเว้น ความชันของตัวแปร CARE ซึ่งสามารถทำนายได้โดย TSOCSUP ชี้ให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับระหว่างตัวแปร TSOCSUP กับ CARE มีค่า

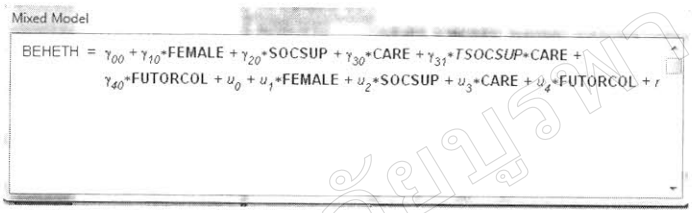
ผลการทดสอบนัยสำคัญขององค์ประกอบความแปรปรวนของความชัน FEMALEพบว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของความชัน SOCSUP พบว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของความชัน CARE พบว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของความชัน FUTORCOLพบว่า จะเห็นว่า ความชันของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนทุกตัวเมื่อควบคุมตัวแปรระดับโรงเรียนทั้งสองตัวแล้วก็ยังพบว่า ความชันมีการแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะตัดแกนตั้งระดับที่ 1 ($\beta 0j$) และ ค่าความชันของตัวแปรทำนายในระดับที่ 1 ได้แก่ $\beta 1j$ $\beta 2j$ $\beta 3j$ และ $\beta 4j$ มีค่าตามลำดับดังนี้ 0.156 -0.852 0.453 -0.414 จะพบว่าโรงเรียนที่มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมสูงจะมีความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมจริยธรรมกับการสนับสนุนทางสังคมของนักเรียนต่ำ เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $\beta 0j$ กับ $\beta 2j$ มีค่าติดลบค่อนข้างสูง ค่า Deviance เป็น 246.4698

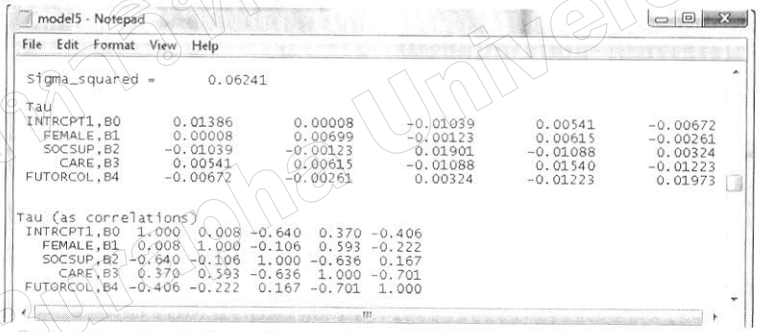
โมเดลที่ 5: โมเดลปรับแต่งให้เป็นโมเดลประหยัด

โมเดลประหยัดในที่นี้ หมายถึงโมเดลที่ตัดอิทธิพลที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่พบในโมเดลที่ 2 ถึงโมเดลที่4 ออกไป จากโมเดลที่ 2 และ 4 เราพบว่าตัวแปรระดับโรงเรียนไม่สามารถทำนายระยะตัดแกนตั้ง (ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจริยธรรมรายโรง) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังไม่สามารถทำนายความชันของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ได้ ยกเว้น TSOCSUP ที่สามารถทำนายความชันของตัวแปร CARE ได้ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลในโมเดลที่ 3 ทำให้เราทราบว่าตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวสามารถทำนายคะแนนพฤติกรรมจริยธรรมของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเราจึงปรับแต่งโมเดลให้สัมพันธ์กับข้อค้นพบดังกล่าวแล้วนำมาวิเคราะห์ใหม่พร้อมกันอีกครั้ง ดังภาพ





เมื่อคลิกที่เมนู Run Analysis พบผลดังนี้



Final estimation of fixed effects
(with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	T-ratio	Approx. d.f.	P-value
For INTRCPT1, B0					
INTRCPT2, G00	3.361418	0.017894	187.850	51	0.000
For FEMALE slope, B1					
INTRCPT2, G10	0.074919	0.021100	3.551	51	0.001
For SOCSUP slope, B2					
INTRCPT2, G20	0.211963	0.035805	5.920	51	0.000
For CARE slope, B3					
INTRCPT2, G30	0.120565	0.030435	3.961	50	0.000
TSOCSUP, G31	0.167264	0.059568	2.808	50	0.008
For FUTORCOL slope, B4					
INTRCPT2, G40	0.457265	0.032918	13.891	51	0.000

Final estimation of variance components:

Random Effect		Standard Deviation	Variance Component	df	Chi-square	P-value
INTRCPT1,	U0	0.11773	0.01386	51	277.47962	0.000
FEMALE slope,	U1	0.08364	0.00699	51	80.02044	0.006
SOCSUP slope,	U2	0.13788	0.01901	51	72.77691	0.024
CARE slope,	U3	0.12409	0.01540	50	76.07134	0.010
FUTORCOL slope,	U4	0.14048	0.01973	51	89.55496	0.001
level-1,	R	0.24981	0.06241			

Statistics for current covariance components model

Deviance = 240.555715
Number of estimated parameters = 16

สรุปผลการวิเคราะห์บ่งว่าโมเดลที่ 5 เป็นโมเดลที่เหมาะสมกว่าทุกโมเดลโดยมีค่า Deviance ต่ำสุดเมื่อเทียบกับโมเดลอื่น ๆ คือมีค่า 240.56 ผลการทดสอบอิทธิพลทุกค่าทั้งอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มในโมเดลมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) ทุกค่าจึงถือว่าเป็นโมเดลหรือสมการที่ใช้ทำนายคะแนนพฤติกรรมจริยธรรมได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลอื่น ๆ

โมเดลที่กล่าวมาสามารถเขียนเป็นสมการเดียวได้ว่า

$$BEHAETH_{ij} = 3.3614 + 0.0749\,FEMALE_{ij} + 0.2120SOCSUP_{ij} + 0.1206CARE_{ij} + 0.1673TSOCSUP_{j}*CARE_{ij} + 0.4573FUTORCOL_{ij} + u0 + u1FEMALE_{ij} + u2SOCSUP_{ij} + u3CARE_{ij} + u4FUTORCOL_{ij} + r_{ij}$$

ความแปรปรวนระดับบุคคล ของโมเดลไม่มีตัวทำนายใด ๆ จาก 0.1407 เมื่อใช้โมเดลที่ 5 จะลดลงเหลือ 0.0624 แสดงว่าโมเดลนี้มีสัดส่วนของการอธิบายความแตกต่างระดับบุคคลได้เพิ่มขึ้น (0.1407-0.0624)/0.1407=0.56 หรือ 56% ซึ่งจะเห็นว่าเป็นสัดส่วนที่มีปริมาณมากและเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลเต็มรูปคือโมเดลที่ 4 ซึ่งพบว่าค่า Deviance เป็น 246.4698 ในขณะที่โมเดลที่ 5 มีค่า Deviance เป็น 240.5557 ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าลดลง นั่นคือโมเดลนี้มีความกระชับรูปจึงเหมาะสมมากกว่าโมเดลที่ 4

สรุปผลการวิเคราะห์

ไม่มีการวิเคราะห์การถดถอยพหุระดับโดยใช้โปรแกรม HLM 6.06 สามารถได้หลายโมเดล เริ่มจากโมเดลไม่มีเงื่อนไข จนถึงโมเดลที่ปรับให้เป็นโมเดลกระชับรูปคัดเฉพาะอิทธิพลที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าคะแนนพฤติกรรมจริยธรรมนักเรียนเป็นผลมาจากตัวแปรระดับนักเรียนได้แก่ ความเป็นเพศหญิง (FEMALE) การสนับสนุนทางสังคม (SOCSUP) การอบรมเลี้ยงดู (CARE) ลักษณะมุ่งอนาคต (FUTORCOL) ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียน ได้แก่ การสนับสนุนทางสังคมของครู (TSOCSUP) คุณภาพการสอนของครู (QUALTEAC) ไม่สามารถอธิบายหรือทำนายค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมจริยธรรม แต่พบปฏิสัมพันธ์ข้ามระดับระหว่างตัวแปร TSOCSUP กับ CARE ซึ่งพบปฏิสัมพันธ์ทางบวกสรุปว่าเมื่อครูได้รับการสนับสนุนทางสังคมมากขึ้นและนักเรียนได้รับการอบรมเลี้ยงดูในทางบวกจะพบว่าพฤติกรรมจริยธรรมจะมากกว่าโรงเรียนที่ครูได้รับการสนับสนุนทางสังคมต่ำกว่าและนักเรียนได้รับการอบรมเลี้ยงดูในทางบวกน้อยกว่า อย่างไรก็ตามทั้งค่าเฉลี่ย และความชันในการทำนายของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนทั้ง 4 ตัว ยังคงมีความแปรเปลี่ยนระหว่างโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรจะศึกษาค้นหาตัวแปรอื่น ๆ ในระดับโรงเรียนที่สามารถเพิ่มพูนสัดส่วนการอธิบายหรือทำนายพฤติกรรมจริยธรรมได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

นพรัตน์ ชัยเรือง (2551) *พหุระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาจริยธรรมนักเรียน ของโรงเรียนต้นแบบวิถีพุทธ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต,สาขาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยบูรพา.

Raudenbush, S.W. & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models*: Applications and Data Analysis Methods (2nd ed.). London: Sage.

Hox, J. J. (2002). *Multilevel analysis. Techniques and applications. Hillsdale*, NJ: Erlbaum.

Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., & Congdon, R. T. (2000). HLM5: *Hierarchical linear and nonlinear modelling.* Lincolnwood, IL: Scientific Software International.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University