

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

Suwanna Sayruamyat

Email: suwanna.s@ku.th

Facebook: Suwanna Sayruamyat

Page: **EatEcon**

Website: www.eatecon.com

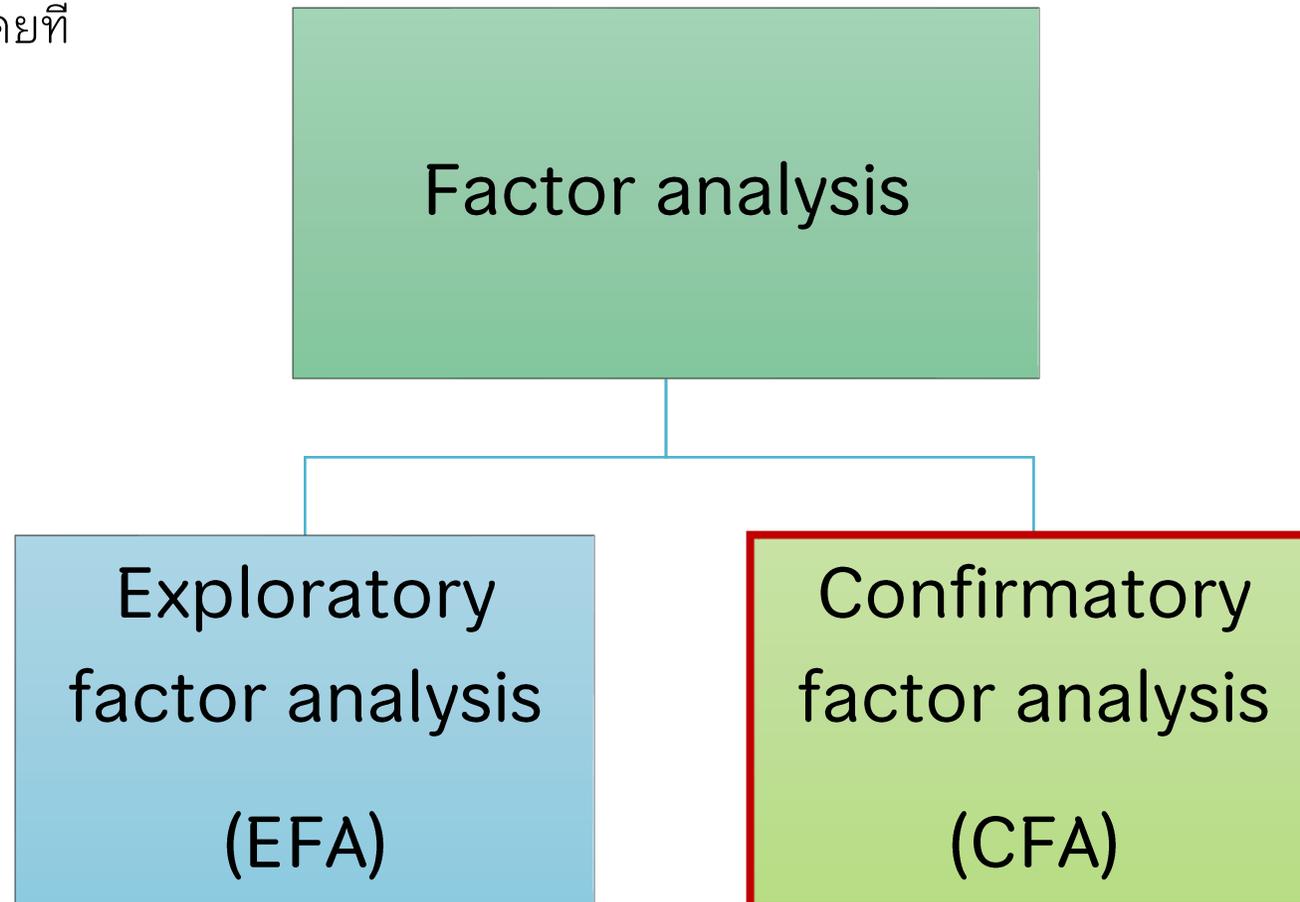
BA603

ประเภทของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

EFA: ต้องการจัดกลุ่มตัวแปร โดยที่ยังไม่รู้มาก่อนว่าตัวแปรใดอยู่ภายใต้องค์ประกอบใด

- สำรวจเพื่อให้รู้ว่าตัวแปรใดอยู่ด้วยกันบ้าง

- ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ยังไม่มีทฤษฎีเบื้องหลังชัดเจน
- หว่า้องค์ประกอบมีจำนวนเท่าใด
- ค้นหาแบบแผน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบกับตัวแปรสังเกตได้
- ตัวแปรสังเกตได้สามารถสัมพันธ์กับตัวประกอบใดก็ได้
- Preliminary exploration of data (Data-driven)



CFA: ต้องการตรวจสอบตัวแปรที่อยู่ในแต่ละกลุ่มว่ามีน้ำหนักเพียงพอที่จะอยู่ในกลุ่มนั้น จริงหรือไม่

- กรอบความคิดชัดเจน มีทฤษฎีที่เข้มแข็งหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนอยู่เบื้องหลัง
- จำนวนองค์ประกอบถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า
- ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับตัวแปรสังเกตได้ถูกกำหนดไว้ก่อนการวิเคราะห์
- ตัวแปรสังเกตได้สัมพันธ์กับบางตัวประกอบเท่านั้น
- Test of theory against data (Theory-driven)

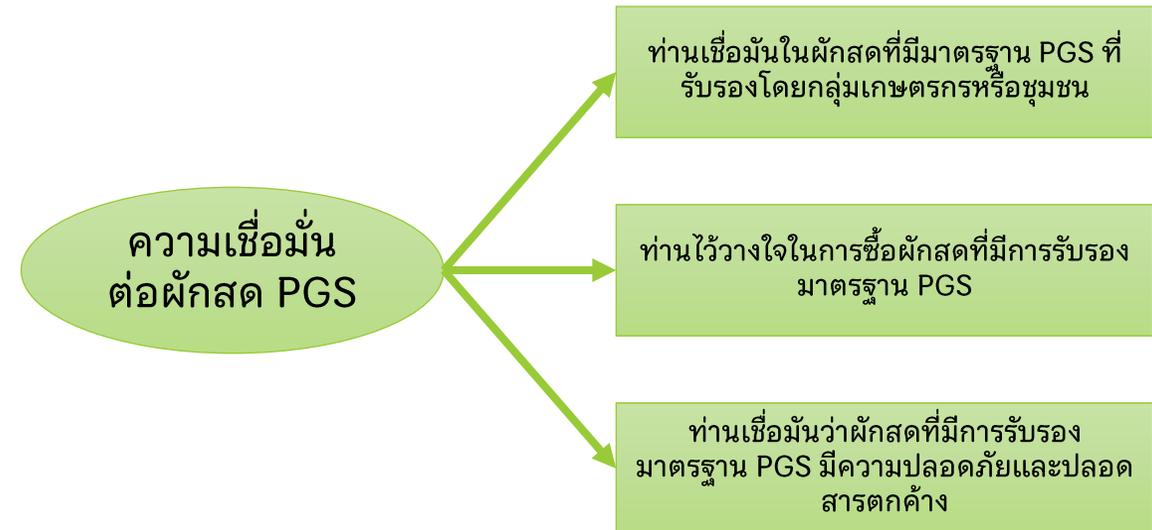
จุดอ่อนของ EFA

1. ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลายของ EFA อาจไม่สอดคล้องกัน
2. ข้อตกลงเบื้องต้นที่เข้มงวด และไม่ตรงตามความเป็นจริง เช่น ตัวแปรที่สังเกตได้ทุกตัว เป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมทุกตัว หรือความคลาดเคลื่อนของตัวแปรไม่มี ความสัมพันธ์กัน
3. ปัจจัยร่วมที่สร้างขึ้นอาจแปลความหมายได้ยาก เพราะบางครั้งปัจจัยร่วมอาจเกิดจากการสุ่มตัวแปรที่ไม่น่าจะมีองค์ประกอบร่วมกัน
4. จุดอ่อนดังกล่าวของ EFA สามารถปรับแก้ได้ด้วยการ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน Confirmatory Factor Analysis - CFA

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

- CFA มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ (Indicators) และองค์ประกอบ (Factors) ที่ได้จากข้อมูลสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
- นิยมใช้เพื่อตรวจสอบทฤษฎี สำหรับตัวแปรที่สังเกตได้ และระบุองค์ประกอบร่วมเป็นตัวแปรใหม่ รวมทั้งวิเคราะห์สมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผน และโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สังเกตได้กับคุณลักษณะแฝงที่อยู่เบื้องหลัง โดยใช้แนวความคิดของโครงสร้างความแปรปรวนร่วม (Covariance Structure Analysis)
- การทดสอบเพียง CFA มักนิยมใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวชี้วัด หรือการพัฒนาตัวชี้วัดใหม่ ซึ่งจะทำให้การทดสอบต้อแยกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ หรือ EFA (Exploratory Factor Analysis) เพื่อยืนยันว่า ตัวชี้วัด (Observed variables) ที่พัฒนาขึ้นมา อยู่ภายใต้องค์ประกอบนั้นจริงๆ
- CFA มักถูกนำมาเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Constructed validity) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modelling)
- ดังนั้น การวิเคราะห์ CFA มักใช้วิเคราะห์เพื่อยืนยันแบบจำลองมากกว่านำมาวิเคราะห์เพื่อสำรวจหรือระบบแบบจำลอง จึงเหมาะกับการทดสอบทางทฤษฎีมากกว่าการสร้างทฤษฎีให้เกิดขึ้นใหม่ (สุภมาส อังคุโชติ และคณะ, 2552)

เช่น ความเชื่อมั่นที่มีต่อผัก pgs เป็นองค์ประกอบที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงคะแนนของข้อคำถาม 3 ข้อ

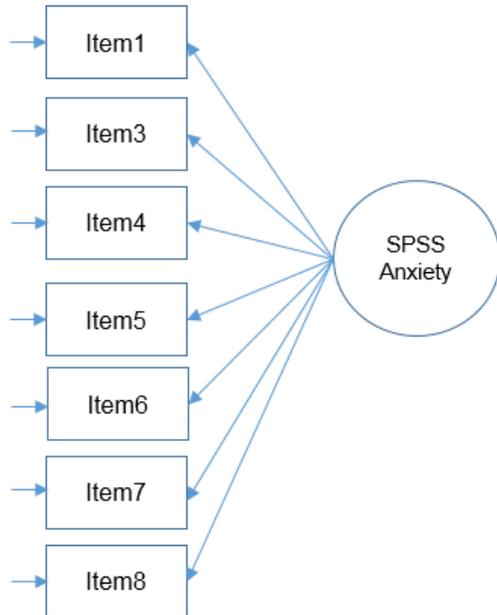


หลักการของ CFA คือ จะตรวจสอบว่า มีเพียงองค์ประกอบเดียวที่อธิบายตัวบ่งชี้ทั้ง 3 ข้อใช่หรือไม่ สมมติฐานนี้ ไกล่เคียงกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ที่เก็บข้อมูลมาหรือไม่

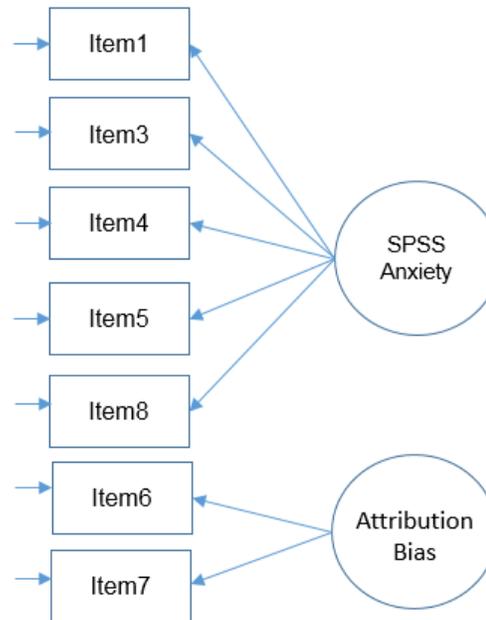
- การวิเคราะห์ CFA จึงมุ่งกำหนดโมเดล แล้วทดสอบว่าโมเดลเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้มาหรือไม่เท่านั้น

ตัวอย่าง Factor Confirmatory Factor Analysis

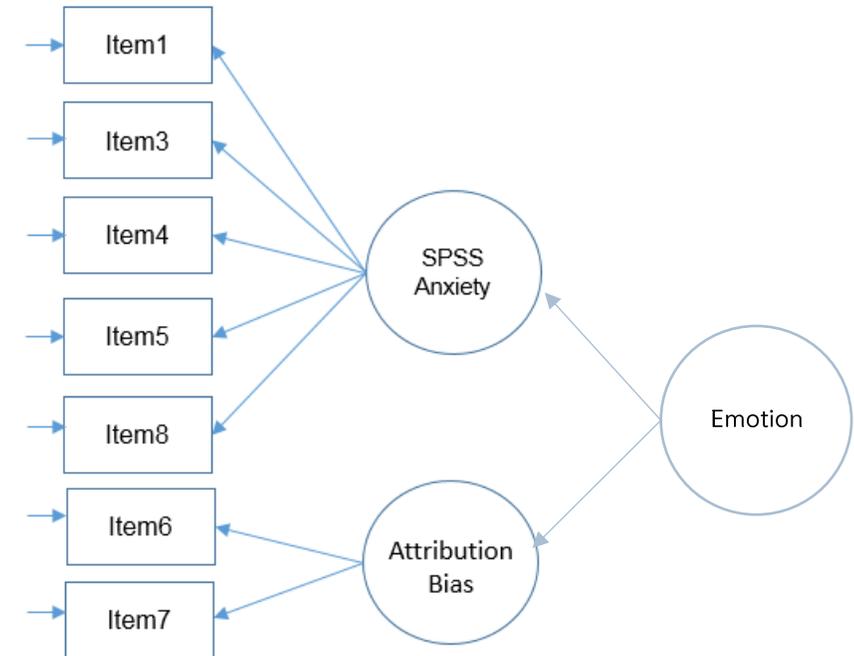
One Factor Confirmatory Factor Analysis



Two Factor Confirmatory Factor Analysis



Higher order Confirmatory Factor Analysis



จุดอ่อนของ CFA

1. ผลการวิเคราะห์โมเดล CFA ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อาจมีได้หลายรูปแบบ
2. ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์อาจอยู่นอกขอบเขตที่ควรจะเป็น เช่น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (standardized factor loading) ที่ได้มีค่าเกิน ± 1
 - ค่าคะแนนมาตรฐานของน้ำหนักองค์ประกอบที่คำนวณได้มีค่าไม่อยู่ในช่วง ± 1 หรือค่าความคลาดเคลื่อนติดลบ ซึ่งอาจเกิดเนื่องมาจากโมเดลการวัดไม่เหมาะสม การที่ตัวชี้วัดมีสหสัมพันธ์ระหว่างกันสูงเกินไป หรือการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นบางประการ
3. การวิเคราะห์ต้องอาศัยกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก และขั้นตอนมีความซับซ้อนกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยต้องเป็นผู้กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเอง และต้องตรวจสอบความเป็นไปได้เพียงค่าเดียวก่อนดำเนินการวิเคราะห์

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการทดสอบ CFA

Linearity	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝงเป็นเส้นตรง
Multivariate normality:	Data should follow a multivariate normal distribution. ความเบ้ ไม่เกิน 3 (ค่าสัมบูรณ์) ความโด่ง ไม่เกิน 10 (ค่าสัมบูรณ์)
No multicollinearity	ไม่มีปัญหาตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป Correlation ระหว่างตัวแปรน้อยกว่า 0.85
Adequate sample size	ขนาดตัวอย่างควรมีมากกว่า 200 ตัวอย่างขึ้นไป ($n > 200$)
Measurement level	ตัวแปรควรเป็น continuous or at least ordinal.
Model specification	The hypothesized model must be correctly specified. การกำหนดโครงสร้างของโมเดล (Model Specification) จนได้แผนภาพโมเดล (Diagram)
Identifiability	The model should have enough data points to produce unique parameter estimates
Random Sampling	Researchers must collect data from a random sample to generalize findings.

Purpose and Procedure of CFA

2. In CFA, researchers establish the concept of unidimensionality, where multiple observed variables measure only that specific factor or construct. Typically, a good practice involves having at least three items per construct.

4. The validity of the measurement model is assessed by comparing the theoretical model with the actual data. This includes examining factor loadings (with a standard threshold of 0.7 or higher for adequate loadings), and fit indices such as Chi-square, Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Goodness of Fit Index (GFI), and Comparative Fit Index (CFI).



1. The process begins by clearly defining the theoretical constructs. In this stage, researchers often pretest the construct's items to evaluate their clarity and ensure they accurately represent the concept.

3. Researchers must specify the number of factors and the pattern of loadings (which variables load on which factors). This specification is based on theoretical expectations or results from previous studies.

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลCFA

- การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (Estimating the Parameter) เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ ที่จะทำ ให้ matrix ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ของตัวแปรที่สังเกตได้ ที่คำนวณได้จากการสุ่มตัวอย่าง หรือข้อมูลเชิงประจักษ์ กับ matrix ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์ที่ ประมาณค่าได้จากโมเดล ที่เป็นสมมุติฐานวิจัย มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ได้แก่
 - Maximum likelihood(ML)
 - เหมาะกับข้อมูลที่มีการแจกแจง multi normal distribution และมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่
 - Generalized least square (GLS),
 - เหมาะกับข้อมูลที่มีการแจกแจง multi normal distribution และมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่
 - Weight least square (WLS)
 - เหมาะกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ แต่เหมาะกับข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงเป็น multi normal distribution
- ที่เป็นที่นิยมคือ วิธี Maximum Likelihood

Source: Schumacker & Lomax (2010)

Reliability and Validity of the Constructs

ใช้ไฟล์ CFA ในการทดสอบเท่านั้น

CR, AVE และ Discriminant validity เป็นการทดสอบว่า Construct แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันหรือไม่

				Expected value
Convergent validity	Average Variance Extracted	AVE	It is the measure for understanding convergent validity i.e. construct's ability to share items or statements used to depict it.	> 0.5
Internal consistency	Cronbach alpha		It is the reliability method for depicting the factor's linkage with other factors	> 0.7
Composite reliability	Composite Reliability	CR	It is the method for assessing the contribution or significance of an item by examining the factors loading.	> 0.7 > AVE
Discriminant validity	Discriminant validity		the method for identifying the construct distinction from one another.	MSV < AVE Square root of AVE greater than inter-construct correlations

Methods for Assessing Discriminant Validity

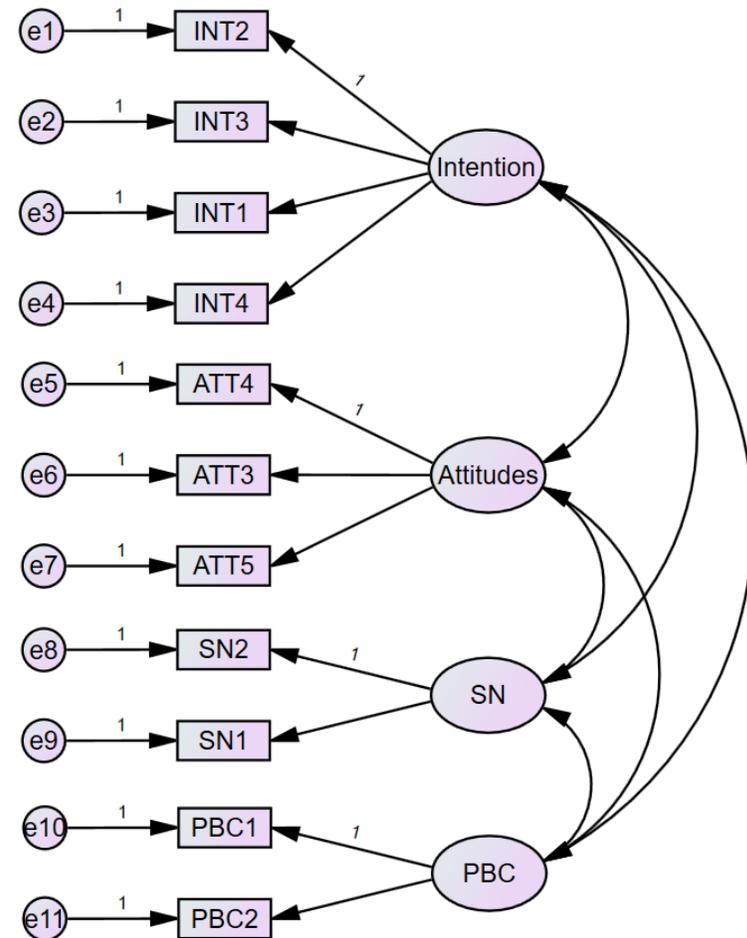
Discriminant validity ensures that a measure captures a specific construct and is not measuring something else, meaning it is not highly correlated with measures of different constructs.

- **Fornell-Larcker Criterion:**
 - Compare the square root of the AVE for each construct with the correlations between constructs. If **the square root of AVE is greater than all correlation estimates**, it indicates discriminant validity.
- **Maximum Shared Variance (MSV):**
 - Compare the AVE with the MSV for each construct. If **the AVE is greater than the MSV**, it suggests discriminant validity.
- **Heterotrait-Monotrait (HTMT) Ratio of Correlations:**
 - Another method to assess discriminant validity using the HTMT ratio.

การระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification)

การระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model identification) หรือ อาจเรียกว่า ความเป็นไปได้ค่าเดียว หมายถึง การคำนวณว่า โมเดลที่เราสร้างขึ้นมานั้นมี parameter เพียงพอต่อการคำนวณหรือไม่

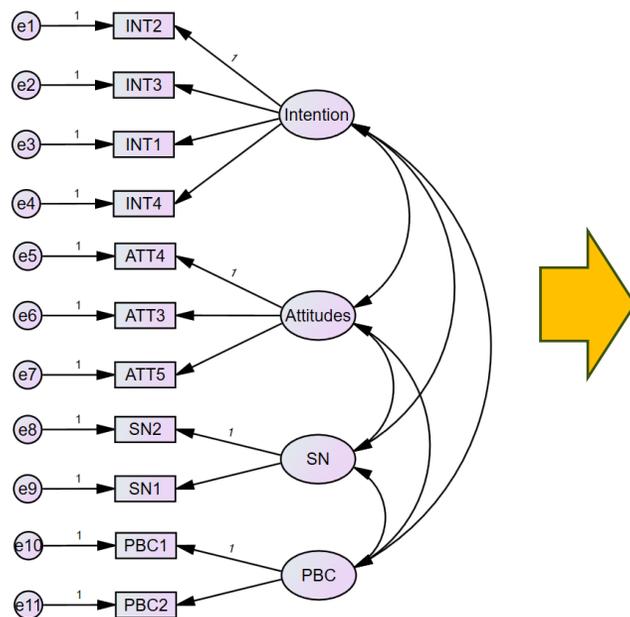
- ดังนั้น ก่อนจะทำการวิเคราะห์ CFA จึงควรมาพิจารณาก่อนว่า
 - โมเดลที่สร้างขึ้นมานั้นมีหน้าตาอย่างไร (Model specification)
 - ค่าพารามิเตอร์เพียงพอหรือไม่ (Model identification)



การระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification) (ต่อ)

การพิจารณา model identification นั้น จะพิจารณา 2 ประเด็น คือ

1. parameter ของโมเดลที่สร้างขึ้นมานั้นมีกี่ parameter
2. parameter ที่เป็นไปได้จากโมเดลที่สร้างนั้นมีกี่ parameter



1. การพิจารณา parameter ของโมเดลที่สร้าง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ CFA ที่มี 4 latent กับ 11 observed

1) นับตัวแปร observed

- ในภาพมี 11 observed variables
- จากนั้น คูณสองเข้าไปเป็น 22

2) บวกด้วย จำนวน latent

- 4 latents รวมเป็น 26 parameters

2. พิจารณา parameter ที่เป็นไปได้จากโมเดลที่สร้างนั้นมีกี่ parameter

$$N * (N+1)/2$$

เมื่อ N คือ จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

จากสูตร $N=11$ คำนวณได้ 66 parameters

ดังนั้น มี parameter ที่เป็นไปได้จากโมเดลที่สร้าง เท่ากับ 66 ตัว

การระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification) (ต่อ)

1. โมเดลระบุพอดี (just-identified model)

- เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล และจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว ($df = 0$)

2. โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model)

- เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล (parameter ที่เป็นไปได้ มากกว่า parameter ที่เกิดขึ้นจริง) และจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว ($df > 0$)

3. โมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model)

- เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล และจะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว ($df < 0$)

การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของโมเดลที่เป็นไปได้ค่าเดียว ควรดำเนินการก่อนทำการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยลักษณะเฉพาะของโมเดลที่ต้องการคือ โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่าองศาอิสระ (degree of freedom) โดยใช้สูตรคำนวณค่าองศาอิสระ (Schumacker & Lomax, 2010)

$$df = \left[N * \frac{N + 1}{2} \right] - \text{Number of parameter estimation}$$

เมื่อ Df คือ ค่าองศาอิสระ (degree of freedom)
N คือ จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

ถ้า

- 1) $df > 0$ แสดงว่า โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model)
- 2) $df = 0$ แสดงว่า โมเดลระบุพอดี (just-identified model)
- 3) $df < 0$ แสดงว่า โมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model)

Kilne. 2005. Structural Equation Modeling. The Guilford Press. Second edition. p.170.

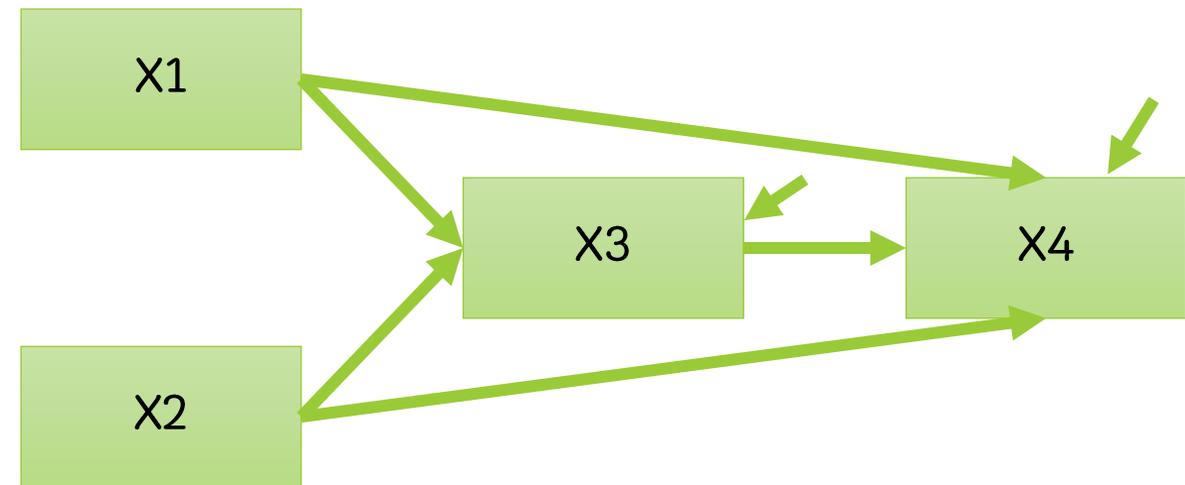
ตัวอย่าง Overidentified model

X1	1.00			
X2	.44	1.00		
X3	.34	.35	1.00	
X4	.20	.15	.66	1.00

จำนวนตัวแปรสังเกตได้ = 4 (X1, X2, X3 and X4)

จำนวน parameter ที่เป็นไปได้ = $\frac{1}{2}(4*5)=10$

$$df = 10 - 7 = 3 > 0$$



จำนวน parameter ที่ต้องประมาณค่า = 7

ตัวอย่าง Just-Identified model

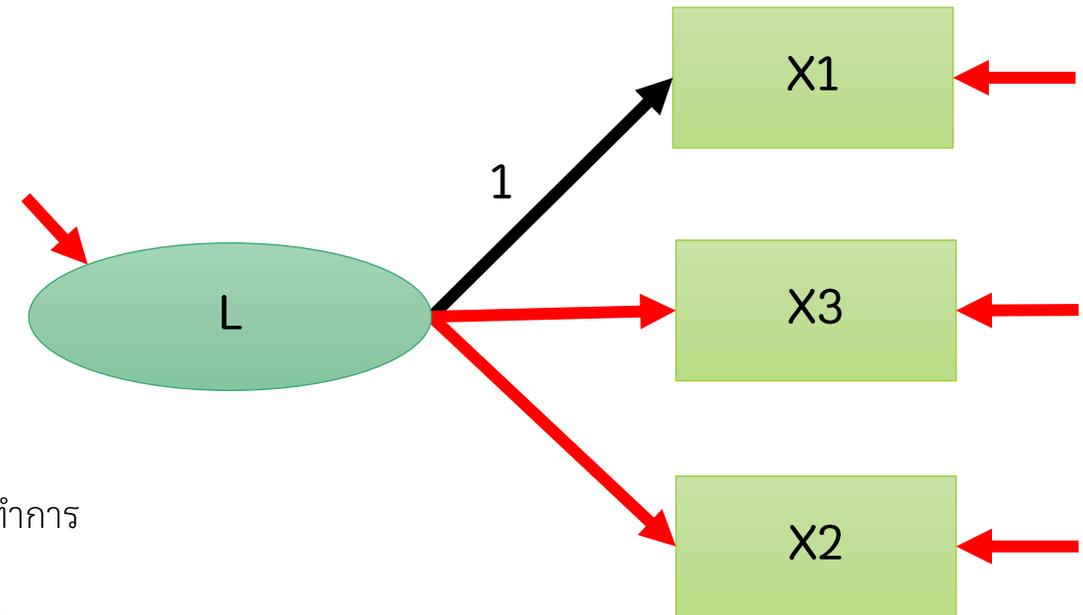
X1	1.00		
X2	.44	1.00	
X3	.34	.35	1.00

จำนวนตัวแปรสังเกตได้ = 3 (X1, X2, X3)

จำนวน parameter ที่เป็นไปได้ = $\frac{1}{2}(3*4)=6$

Note:

- เนื่องจากเวลาทำงานจริงมักจะลิมขั่นตอนในการคำนวณ parameter ที่เป็นไปได้ เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว ค่า model fit ไม่ปรากฏ เนื่องจากเกิดjust-identification
- ถ้าทำ CFA ใน 1 Latent ควรมีอย่างน้อย 4 Observed เพื่อให้เป็นกรณี over-identification ไปเลย แต่ถ้าในโมเดลที่ทดสอบนั้นมีหลาย Latent อยู่แล้ว ก็มักจะไม่มีปัญหา นี้ จนกว่าจะทำการปรับโมเดลไปเรื่อย ๆ จน $df = 0$
- ปัญหานี้จะเกิดขึ้นกับการวิเคราะห์แบบ Path Analysis (ไม่ใช่ Full SEM) เนื่องจากหลายครั้ง การวิเคราะห์แบบ Path Analysis จะทำการชี้พยากรณ์ทุกเส้นทางที่มีในโมเดล และเมื่อทำเช่นนั้น ค่า $df = 0$ ทันที เพราะโอกาสที่ parameter จะเกิดขึ้นได้นั้น ถูกนำมาชี้พยากรณ์หมดแล้ว ผลลัพธ์คือค่าโมเดลจะไม่ออก หรือออกเป็น 0 เป็น 1 ซึ่งแปลความไม่ได้



จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า = 6

$$df = 6 - 6 = 0$$

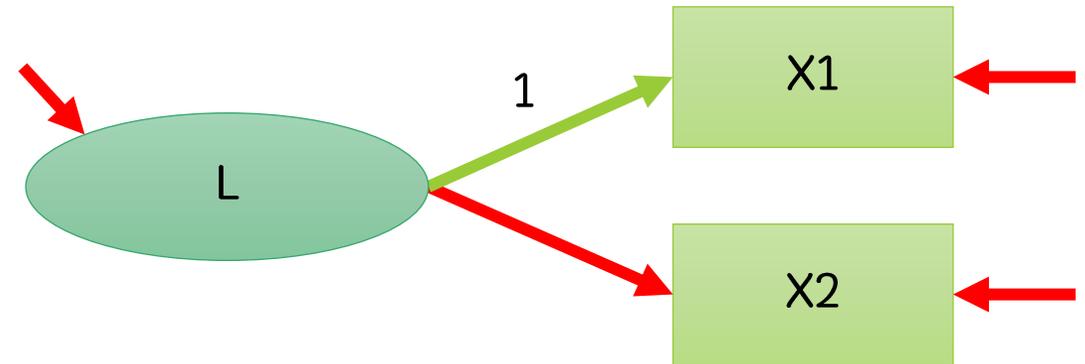
ตัวอย่าง underidentified model

X1	1.00	
X2	.44	1.00

จำนวนตัวแปรสังเกตได้ = 2 (X1, X2)

จำนวนข้อมูล = $\frac{1}{2}(2*3)=3$

$$df = 3 - 4 = -1 < 0$$



จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า = 4

ขั้นตอนการวิเคราะห์ CFA (ต่อ)

2. ตรวจสอบความกลมกลืนของแบบจำลองการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Model fit)

การตรวจสอบความตรงของโมเดล (Validation of the Model) เป็น**การประเมินผลความถูกต้องของโมเดลหรือการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดล** โดยมีค่าสถิติที่ช่วยตรวจสอบแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

1. มาตรการวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมบูรณ์ (Absolute fit measure)
 - ตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล (Goodness of fit) เพื่อศึกษาภาพรวมของโมเดลว่ากลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงใด
2. มาตรการวัดความกลมกลืนแบบเพิ่มเติม (Incremental fit measure) หรือ ดัชนีความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index)
3. มาตรการวัดความกลมกลืนเชิงประหยัด (Parsimonious fit measure)

1) ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมบูรณ์

(Absolute fit index)

BA603

ดัชนี	ดัชนี		Ideal Threshold value	
ค่าสถิติไคสแควร์	Chi-square		P-value > .05	Overall model fit
ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์	CMIN/df	c^2/df	3.00 (even <5)	แบบจำลองมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์
ดัชนีวัดความกลมกลืน	Goodness of Fit Index	GFI	> 0.90	ปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนรวมที่อธิบายได้ด้วยแบบจำลอง
ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้ไขแล้ว	Adjusted Goodness of Fit Index	AGFI	> 0.90	ปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนรวมที่อธิบายได้ด้วยแบบจำลองปรับแก้ด้วยองศาความเป็นอิสระ
รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน	Standardized Root mean square residual	SRMR	< 0.05	แบบจำลองสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์
ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า	Root Mean Square Error of Approximation	RMSEA	< 0.08	< 0.05 แสดงว่า แบบจำลองงสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี 0.05 < X < 0.08 แสดงว่า แบบจำลองค่อนข้างสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 0.08 ถึง 0.10 แสดงว่า แบบจำลองสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์เล็กน้อย > 0.10 แสดงว่า แบบจำลองยังไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2) ดัชนีความกลมกลืนแบบเพิ่มเติม (Incremental fit index) หรือ ดัชนีความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index)

Meaning: Relative model location of the model between the independence and saturated model

ดัชนี			Ideal Threshold value	ความหมาย
ดัชนีวัดความสอดคล้อง กลมกลืนเชิงสัมพัทธ์	Comparative Fit Index	CFI	> 0.95	แบบจำลองมีความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ นั่นคือ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
	Tucker Lewis index	TLI	> 0.90	Modified NFI model enabling model examination with smaller sample size
	Normal fit index	NFI	> 0.90	Relative model location of the model between the independence and saturated model
	Incremental fit index	IFI	> 0.90	Adjusted NFI model for sample size and degree of freedom

3) ดัชนีวัดความกลมกลืนเชิงประหยัด (Parsimonious fit index)

These measures should be used in sync with absolute and relative fit measures. Although no specific cut-off values are suggested, 0.5 is usually considered to be good enough (Hooper et al., 2008)

ดัชนี			Ideal Threshold value	
	Parsimony goodness of fit index	PGFI	> 0.50	Modified GFI model wherein loss of a degree of freedom is considered
	Parsimony comparative fit index	PCFI	> 0.50	Modified CFI model wherein loss of a degree of freedom is considered
	Parsimony normed fit index	PNFI	> 0.50	แสดงปริมาณความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดลที่ปรับแก้ด้วยความซับซ้อนของโมเดล

ข้อจำกัดของตัวชี้วัด

ดัชนี		Ideal Threshold value	
Chi-square		P-value > .05	*** ค่า Chi-square นี้จะไวมากต่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยมักจะ มีค่า Significance
CMIN/df	c ² /df	3.00 (even <5)	
Goodness of Fit Index	GFI	> 0.90	GFI จะส่งผลมาจากขนาดตัวอย่าง ดังนั้นไม่ควรรายงาน GFI เมื่อมี กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก
Adjusted Goodness of Fit Index	AGFI	> 0.90	AGFI จะส่งผลมาจากขนาดตัวอย่าง ดังนั้นไม่ควรรายงาน AGFI เมื่อมี กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก
Standardized Root mean square residual	SRMR	< 0.05	
Root Mean Square Error of Approximation	RMSEA	< 0.08	

ขั้นตอนการวิเคราะห์ CFA (ต่อ)

3. การปรับโมเดล (Model Modification) กรณีพบว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ต้องปรับโมเดลและวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ซึ่งแนวทางในการปรับโมเดลพิจารณาจากค่าเศษเหลือของตัวแปรสังเกตได้ ในรูปคะแนนมาตรฐานควรมีค่าไม่เกิน ± 2.00 อาจปรับโมเดลได้โดยยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้ทั้งนี้การปรับโมเดลองค์ประกอบที่ปรับใหม่ต้องสมเหตุสมผลและเป็นไปตามทฤษฎีที่คาดการณ์ไว้
4. การตีความผลการวิเคราะห์ควรมีการรายงานค่าน้ำหนักปัจจัย (factor loading) และความแปรปรวนที่ปัจจัยสามารถอธิบายได้ โดยทั่วไปควรอธิบายความแปรปรวนได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

Key Terms and Concepts in CFA

Theory and Model

- A theory explains a phenomenon through a systematic set of causal relationships, while a model specifies a set of dependent relationships within that theory for testing.

Path Analysis and Diagram

- Researchers use path analysis to test structural equation models, with path diagrams visually representing the cause-effect relationships.

Endogenous and Exogenous Variables

- Endogenous variables are outcomes within the model, influenced by other variables, while exogenous variables are predictors not influenced by other variables within the model.

Confirmatory Analysis and Cronbach's Alpha

- Confirmatory analysis tests pre-specified relationships, and Cronbach's Alpha assesses the reliability of construct indicators.

Identification

- This refers to the ability of the data to provide sufficient information to estimate the model. Researchers can identify models as under-identified, exactly identified, or over-identified.

Goodness of Fit

- This measures how well the model fits the observed data. Fit indices help in evaluating whether the model is acceptable.

วิเคราะห์ CFA จำเป็นต้องตรวจสอบอะไรบ้าง

1. Reliability

Cronbach's alpha ควร > 0.7

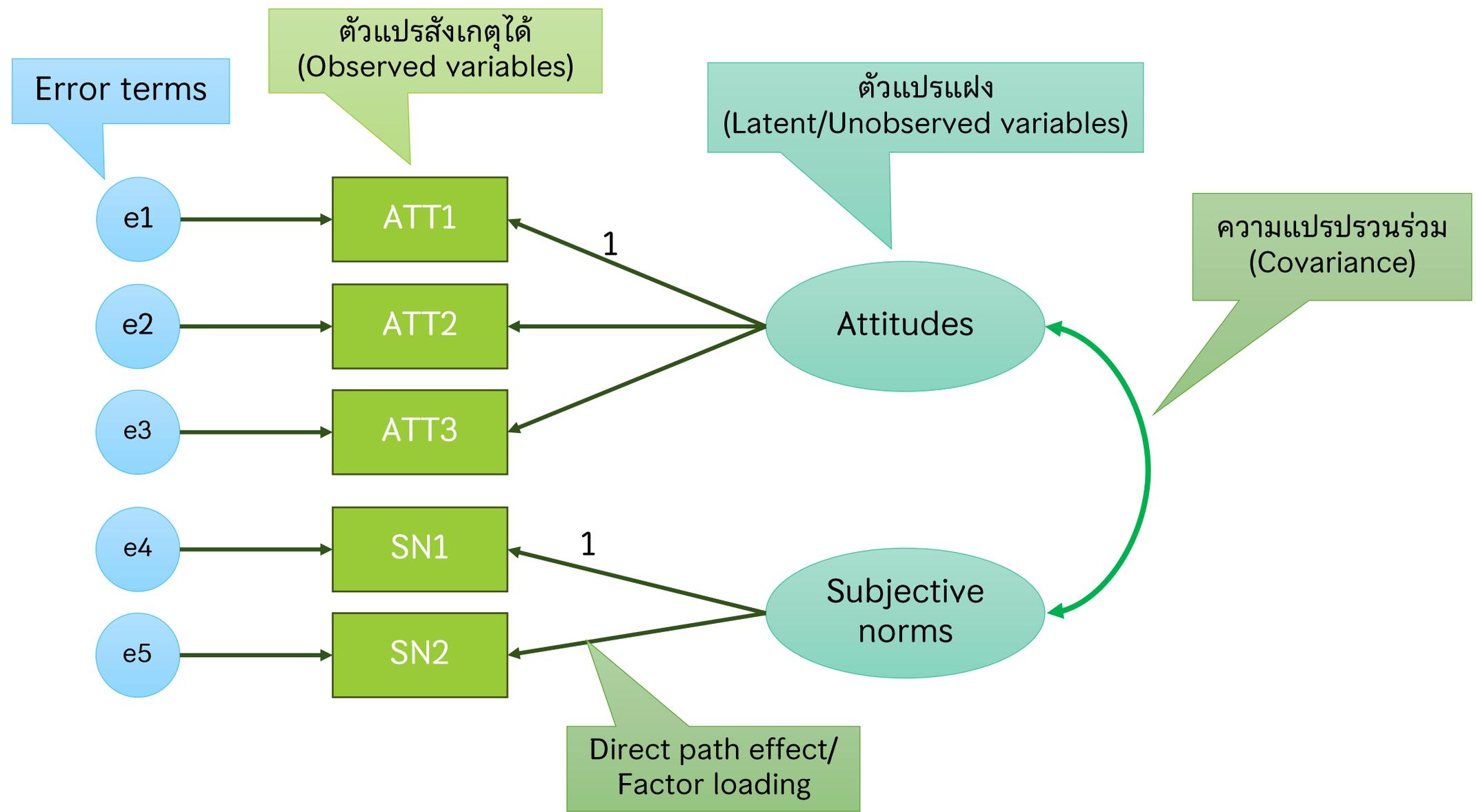
2. Convergent validity

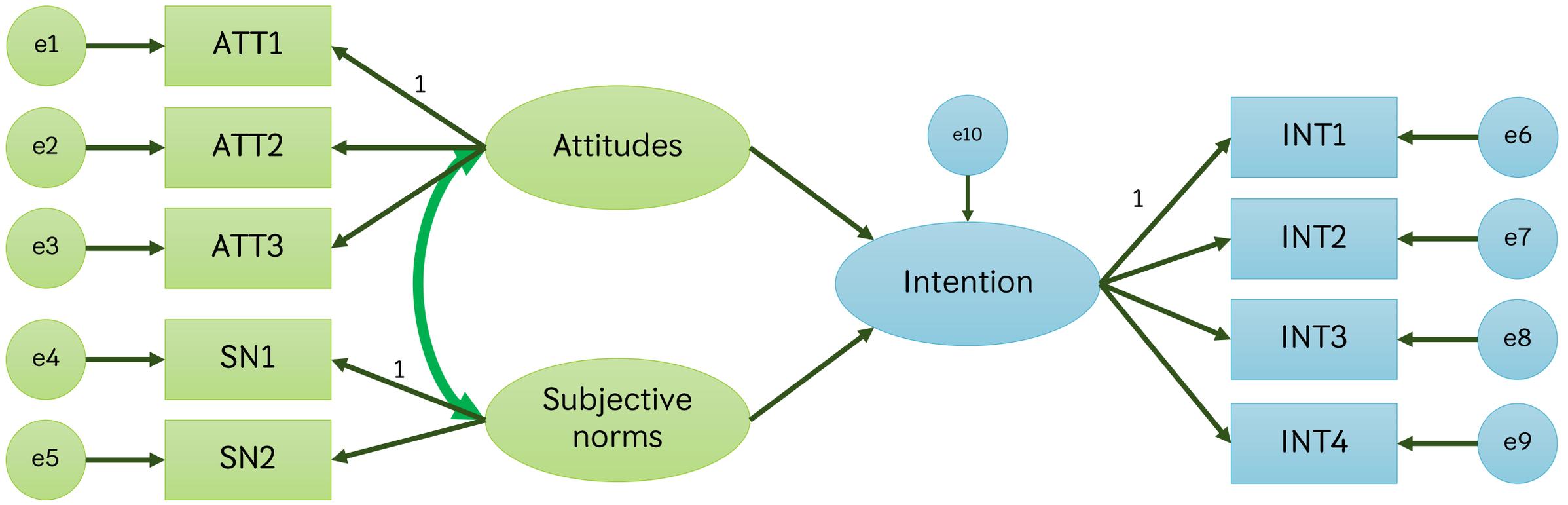
ประกอบด้วย 1) ความเชื่อมั่นองค์ประกอบ (composite reliability: CR) ควร > 0.7

และ 2) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ (average variance extraction: AVE) ควร > 0.5

3. Discriminant validity

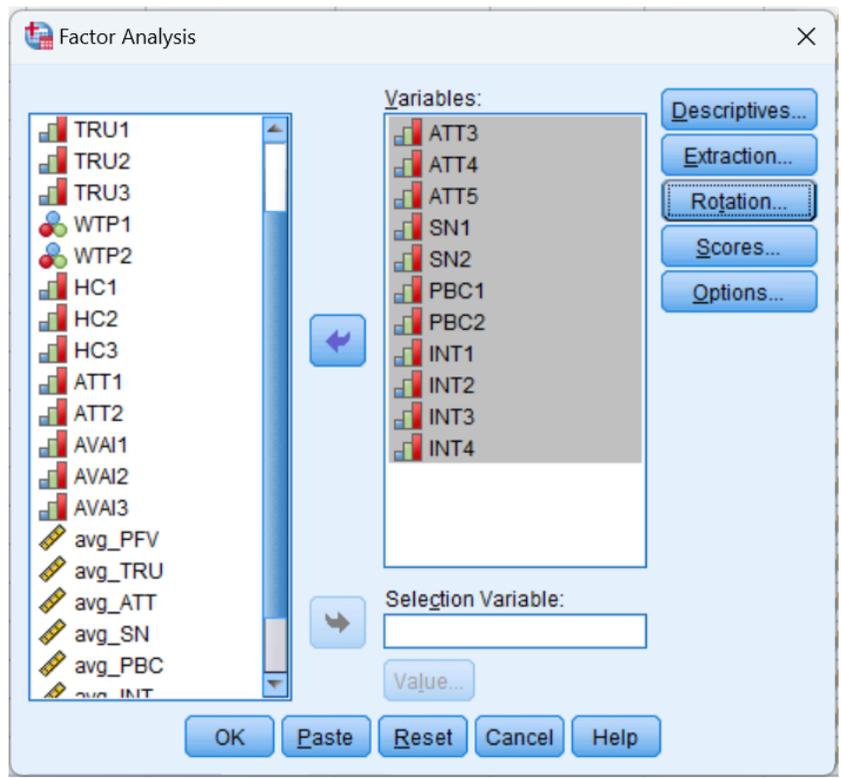
เป็นการตรวจสอบว่าองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบที่เกิดขึ้นนั้น มีความต่างจากองค์ประกอบอื่นจริงหรือไม่โดยจะพิจารณาจากค่า สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หรือ Latent Correlation กับ ค่า AVE



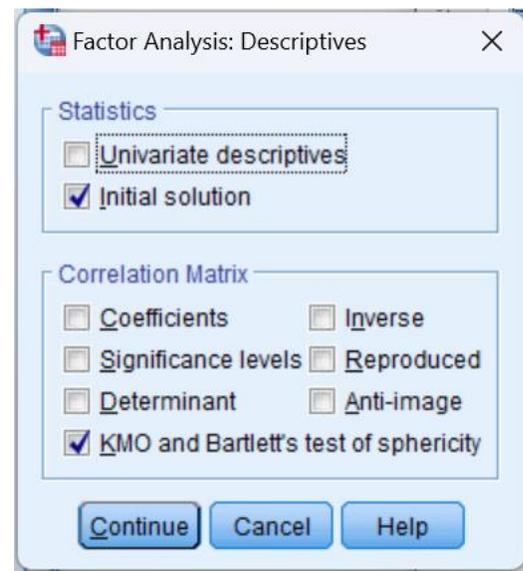


EFA

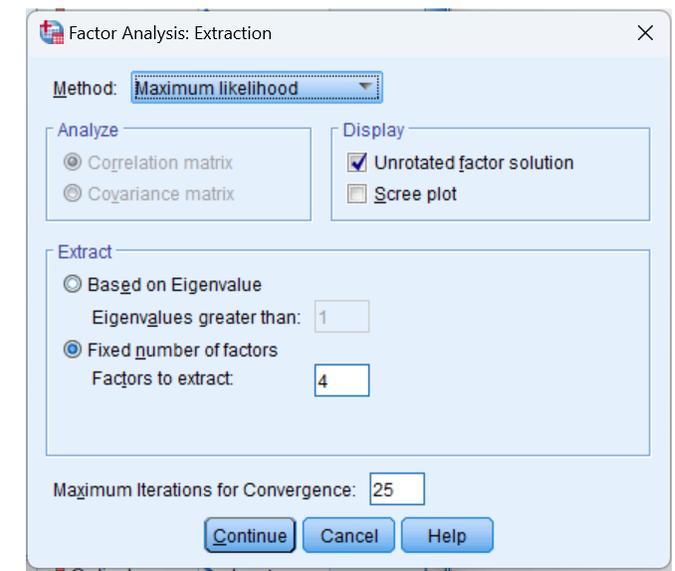
1. เลือกชุดตัวแปรตามกรอบแนวคิด TPB



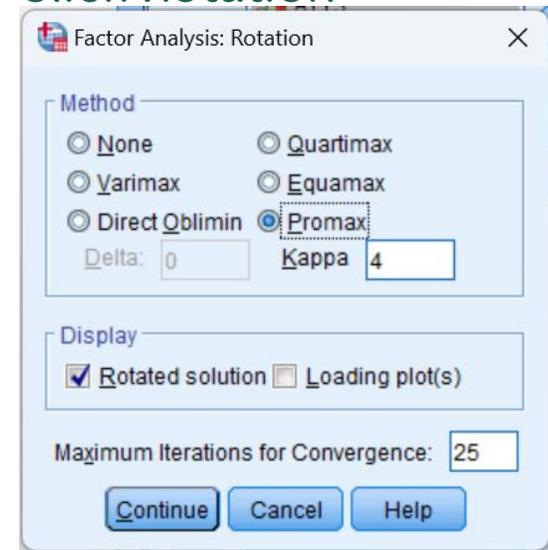
Click Descriptives



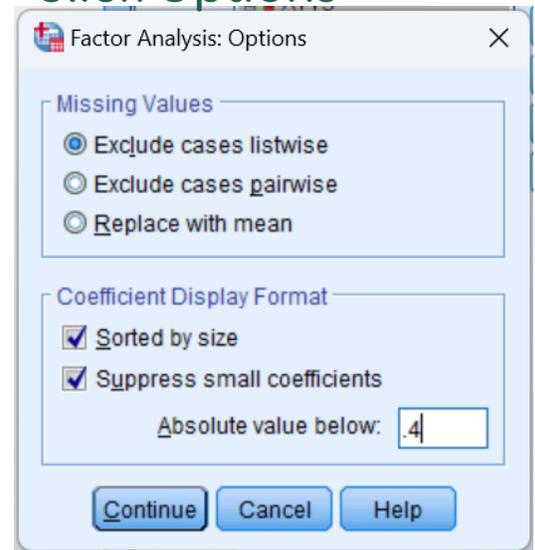
Click Extraction



Click Rotation



Click Options



EFA Output

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.922
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5711.136
	df	55
	Sig.	.000

Factor Correlation Matrix

Factor	1	2	3	4
1	1.000	.689	.680	.783
2	.689	1.000	.687	.673
3	.680	.687	1.000	.613
4	.783	.673	.613	1.000

Extraction Method: Maximum Likelihood.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Communalities^a

	Initial	Extraction
ATT3	.752	.796
ATT4	.789	.892
ATT5	.645	.679
SN1	.794	.796
SN2	.789	.994
PBC1	.754	.870
PBC2	.702	.760
INT1	.731	.748
INT2	.783	.849
INT3	.750	.805
INT4	.730	.760

Extraction Method: Maximum Likelihood.

- a. One or more communality estimates greater than 1 were encountered during iterations. The resulting solution should be interpreted with caution.

Pattern Matrix^a

	Factor			
	1	2	3	4
INT2	.935			
INT3	.919			
INT1	.718			
INT4	.715			
ATT4		.948		
ATT3		.859		
ATT5		.766		
SN2			1.011	
SN1			.723	
PBC1				.757
PBC2				.672

Extraction Method: Maximum Likelihood.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

- a. Rotation converged in 6 iterations.

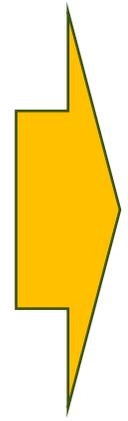
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ EFA

Pattern Matrix^a

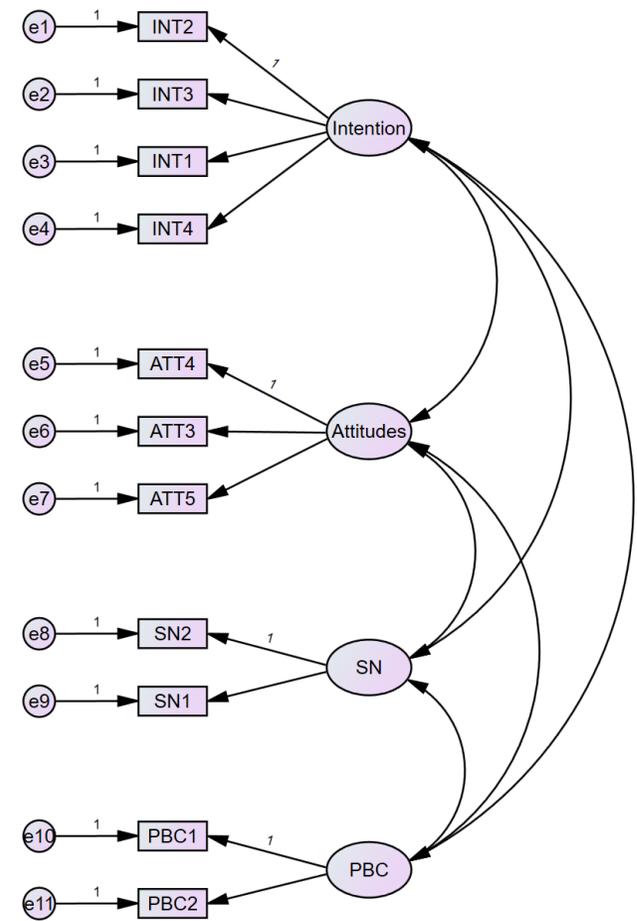
	Factor			
	1	2	3	4
INT2	.935			
INT3	.919			
INT1	.718			
INT4	.715			
ATT4		.948		
ATT3		.859		
ATT5		.766		
SN2			1.011	
SN1			.723	
PBC1				.757
PBC2				.672

Extraction Method: Maximum Likelihood.
 Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

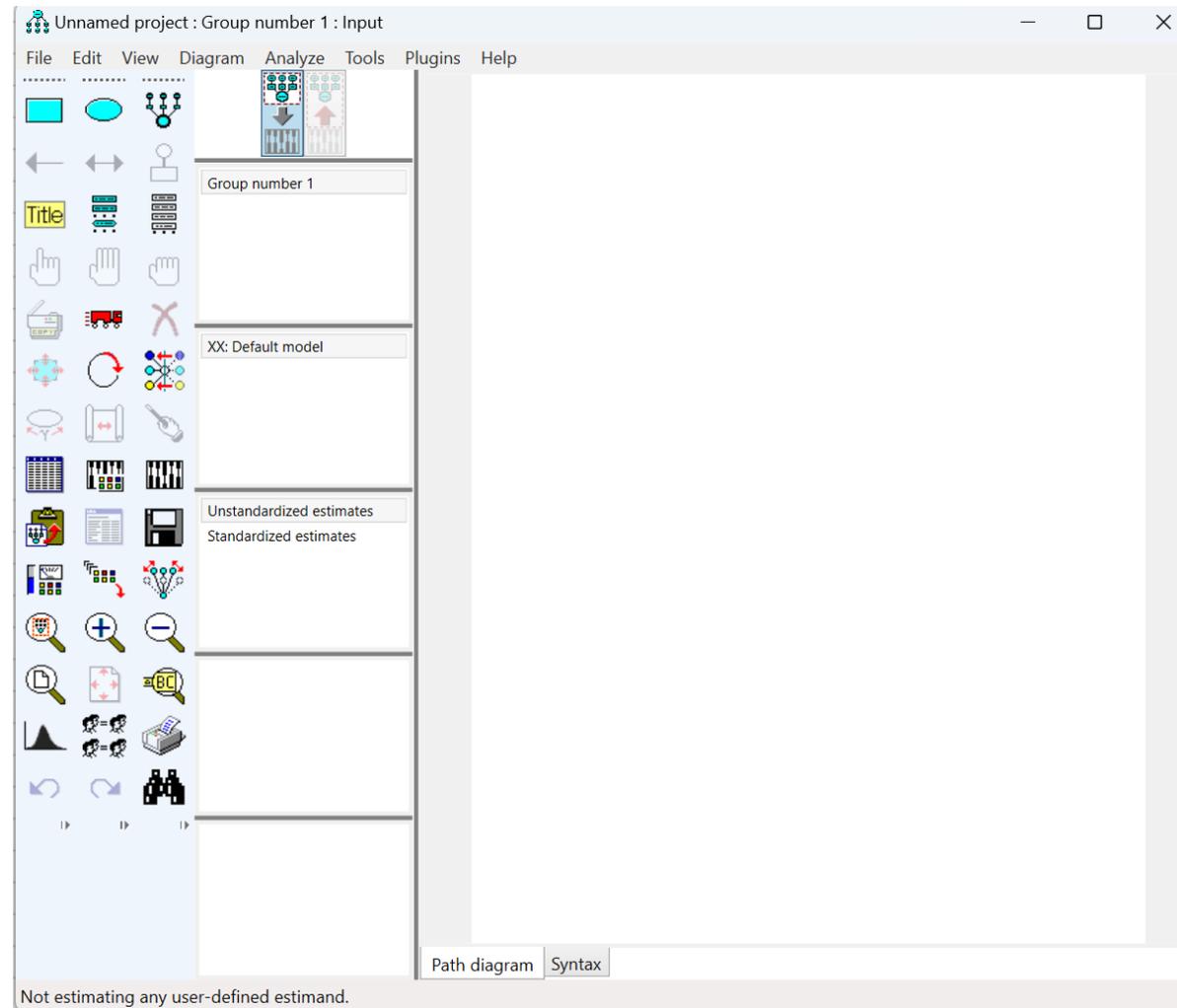
a. Rotation converged in 6 iterations.



แผนภาพการวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยัน CFA



CFA with AMOS



Import data

1. Click icon 
2. File Name เลือกไฟล์ข้อมูล .sav
3. OK
4. ตรวจสอบข้อมูลใน 

Import ข้อมูล

Data Files

Group Name	File	Variable	Value	N
Group number 1	BA603 Data for CFA and SEM.sav			526/526

File Name Working File Help

View Data Grouping Variable Group Value

OK Cancel

Allow non-numeric data Assign cases to groups

แสดงตัวแปร observed variables

Analysis properties

Run

ผลการวิเคราะห์

Vari... ? X

Name	Label	#
PFV1		1
PFV2		2
PFV3		3
TRU1		4
TRU2		5
TRU3		6
ATT3		7
ATT4		8
ATT5		9
SN1		10
SN2		11
PBC1		12
PBC2		13
INT1		14
INT2		15
INT3		16
INT4		17
WTP1		18
WTP2		19
HC1		20
HC2		21
HC3		22
ATT1		23
ATT2		24
AVAI1		25
AVAI2		26
AVAI3		27
avg_PFV		28
avg_TRU		29
avg_ATT		30
avg_SN		31
avg_PBC		32
avg_INT		33
avg_AVAI		34
avg_HC		35

Using Plugin: Pattern Matrix Model Builder

1. คลิกขวา เพื่อ Copy ผลการวิเคราะห์ Pattern Matrix จากการทำให้ EFA

2. Plugins > Pattern Matrix Model Builder

IBM SPSS Statistics Viewer - *Output1 [Document1] - IBM SPSS Statistics Viewer

Factor Analysis

Extraction Method: Maximum Likelihood

a. Attempted to extract 4 factors. 6 iterations required. (Convergence not achieved). Extraction was terminated.

Pattern Matrix ^a		Factor			
		1	2	3	4
INT2		.935			
INT3		.919			
INT1		.718			
INT4		.715			
ATT4			.948		
ATT3			.859		
ATT5			.766		
SN2				1.011	
SN1				.723	
PBC1					.757
PBC2					.672

Extraction Method: Maximum Likelihood.
Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 6 iterations.

Plugins > Pattern Matrix Model Builder

Pattern Matrix Input

Paste the copied data from your SPSS pattern matrix in the box below.

Pattern Matrix	Factor	1	2	3	4
INT2		.935			
INT3		.919			
INT1		.718			
INT4		.715			
ATT4			.948		
ATT3			.859		
ATT5			.766		
SN2				1.011	
SN1				.723	
PBC1					.757
PBC2					.672

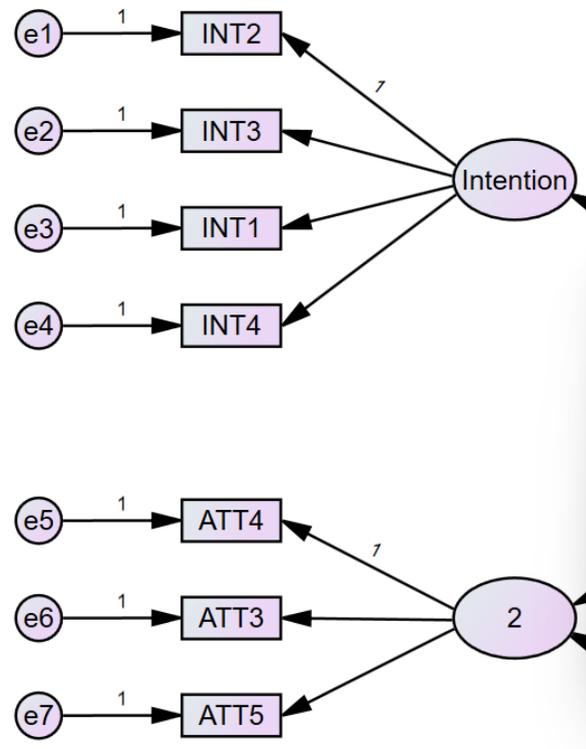
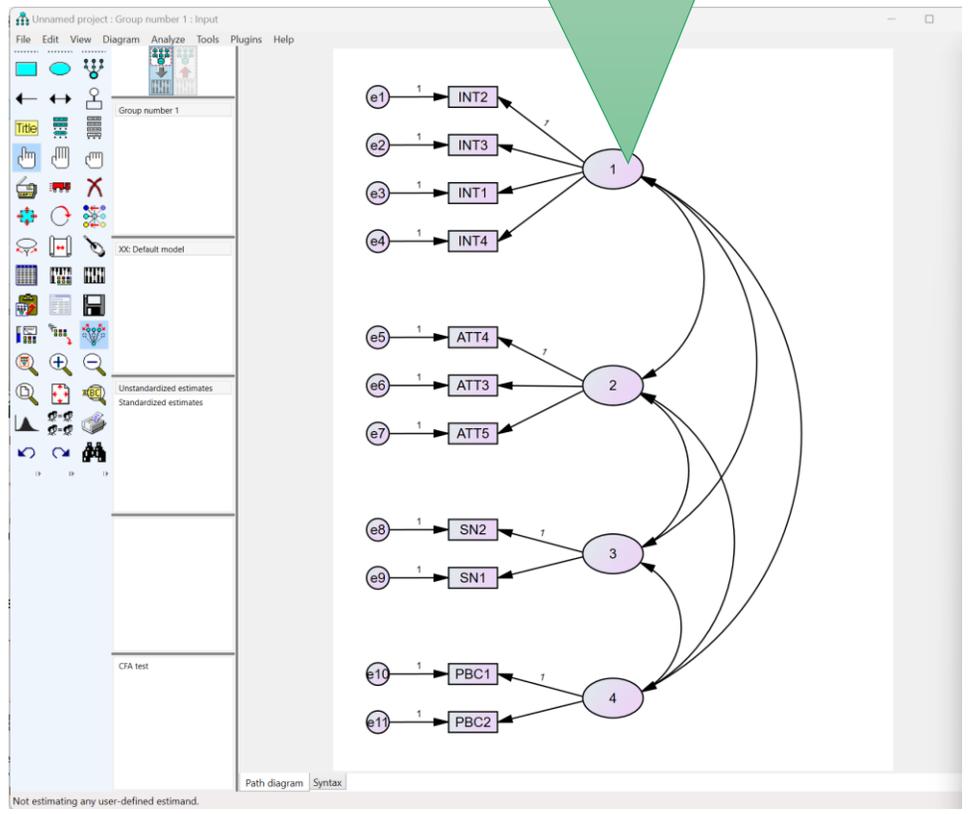
Extraction Method: Maximum Likelihood.
Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 6 iterations.

Cancel Create Diagram

3. หน้าต่าง Pattern Matrix Model Builder > Ctrl+V เพื่อวางข้อมูล Pattern Matrix
4. กด Create Diagram

1. แผนภาพ CFA

1. Double click ที่ latent variable เพื่อเปลี่ยนชื่อ



2. click ที่ Variable Name แล้วพิมพ์ชื่อตัวแปรตามต้องการ

The screenshot shows the 'Object Properties' dialog box. It has tabs for 'Text', 'Parameters', 'Comments', 'Format', and 'Visibility'. The 'Text' tab is active. It contains fields for 'Font size' (set to 20), 'Font style' (set to Regular), 'Variable name' (containing 'Intention'), and 'Variable label' (empty). There are 'Set Default' and 'Undo' buttons at the bottom right.

เงื่อนไขการตั้งชื่อ คือ ห้ามเว้นวรรค

2. คลิกที่ Analysis Properties

BA603



หน้าต่าง: Output

หน้าต่าง Estimation

Analysis Properties

Estimation | Numerical | Bias | Output | Bootstrap | Permutations | Random # | Title

Discrepancy

Maximum likelihood
 Generalized least squares
 Unweighted least squares
 Scale-free least squares
 Asymptotically distribution-free

Estimate means and intercepts
 Emulisrel6
 Chicorrect

For the purpose of computing fit measures with incomplete data:

Fit the saturated and independence models
 Fit the saturated model only
 Fit neither model

Analysis Properties

Estimation | Numerical | Bias | Output | Bootstrap | Permutations | Random # | Title

Minimization history
 Standardized estimates

Squared multiple correlations
 Sample moments
 Implied moments
 All implied moments
 Residual moments
 Modification indices

Indirect, direct & total effects
 Factor score weights
 Covariances of estimates
 Correlations of estimates
 Critical ratios for differences
 Tests for normality and outliers
 Observed information matrix

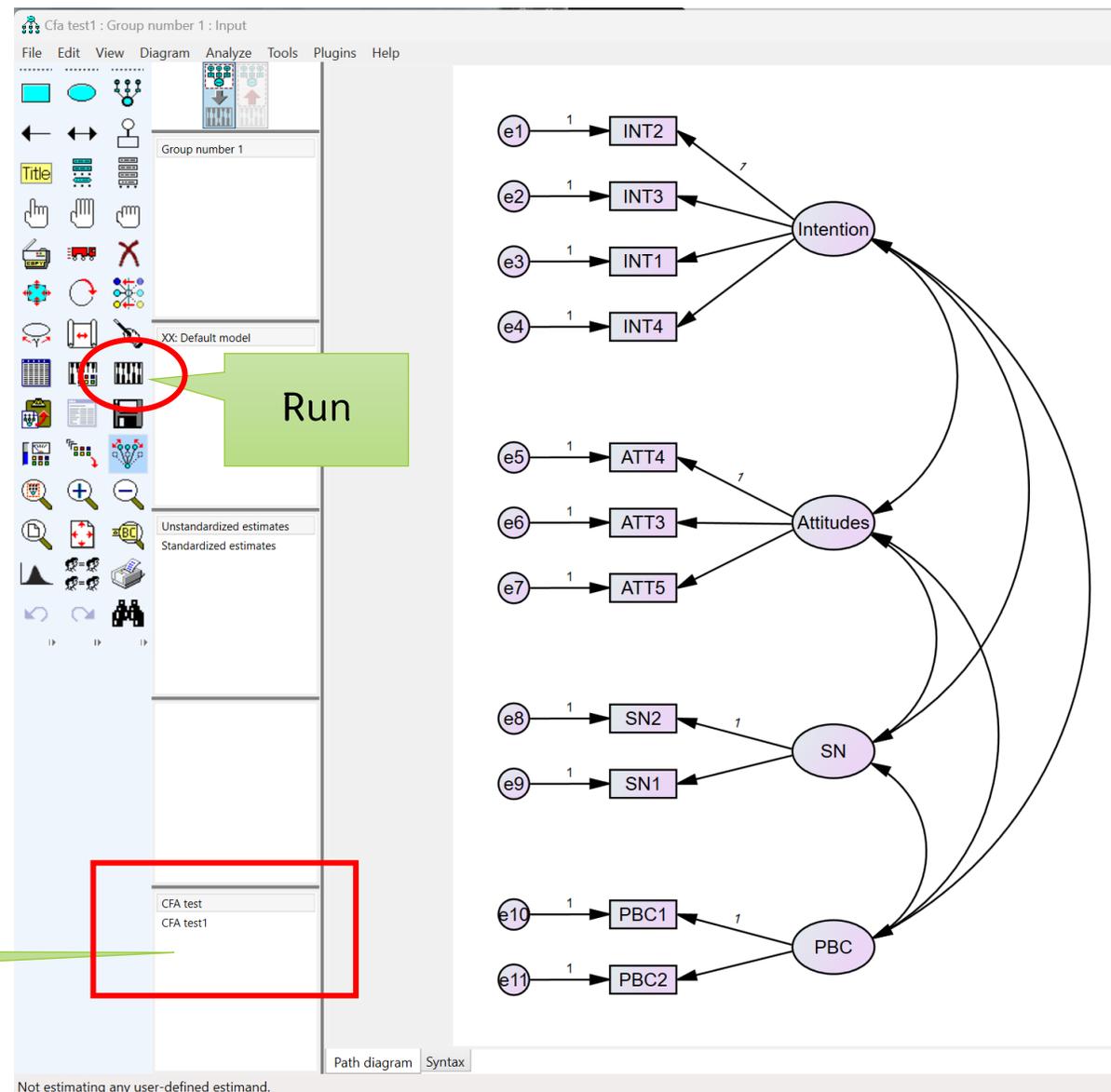
Threshold for modification indices

D-separation

Click Save

1. สร้าง Folder สำหรับเก็บผลการวิเคราะห์
2. ตั้งชื่อไฟล์
3. แล้วคลิก SAVE
4. Run 

ไฟล์ที่ Save จะปรากฏในหน้าต่างส่วนด้านล่าง ซ้ายมือ

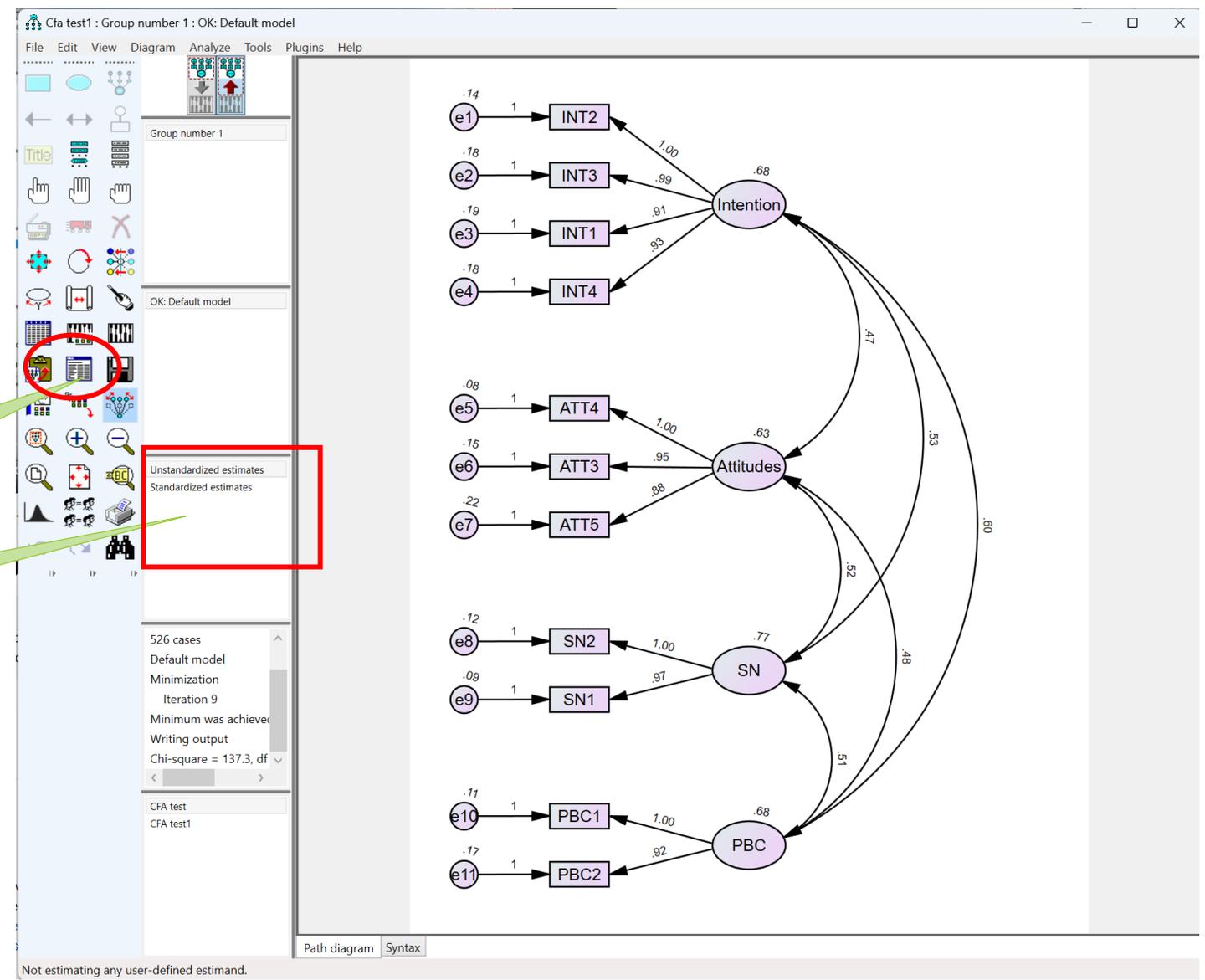


ผลการวิเคราะห์

1. คลิก  เพื่อดูผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์

เลือกให้แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบ Unstandardized estimates หรือ Standardized estimates



Output: Notes for Model

The screenshot shows the Amos Output window for a CFA test. The left sidebar lists various output sections, with 'Notes for Model' highlighted in a red box. The main content area displays the following information:

Notes for Model (Default model)

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments: 66
Number of distinct parameters to be estimated: 28
Degrees of freedom (66 - 28): 38

Result (Default model)

Minimum was achieved
Chi-square = 137.303
Degrees of freedom = 38
Probability level = .000

The 'Probability level = .000' line is also highlighted with a red box. A green arrow points from this line to a text box on the right.

คาดหวัง non-significance

การพิจารณา Overall Fit ของโมเดล
ที่ต้องระวัง คือ ทั้งนี้ ค่า Chi-square
นี้จะไวมากต่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
โดยมักจะมีค่า Significance

ค่า Regression weight and covariances

BA603

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

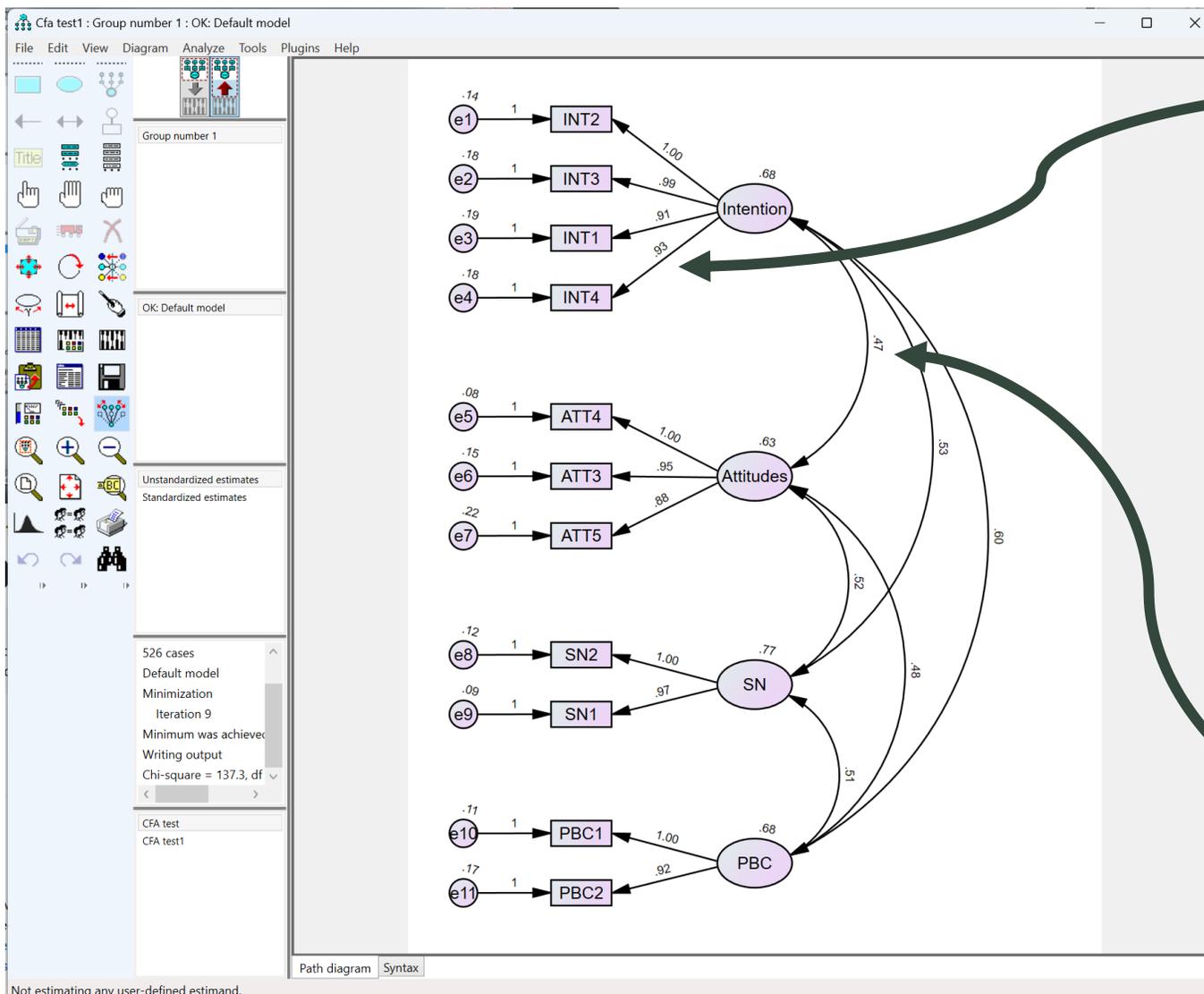
		Estimate	S.E.	C.R.	PLabel
INT2	<--- Intention	1.000			
INT3	<--- Intention	.988	.031	31.511	***
INT1	<--- Intention	.909	.031	29.511	***
INT4	<--- Intention	.928	.031	30.188	***
ATT4	<--- Attitudes	1.000			
ATT3	<--- Attitudes	.953	.029	32.679	***
ATT5	<--- Attitudes	.880	.032	27.644	***
SN2	<--- SN	1.000			
SN1	<--- SN	.973	.029	33.707	***
PBC1	<--- PBC	1.000			
PBC2	<--- PBC	.916	.031	29.142	***

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

		Estimate
INT2	<--- Intention	.910
INT3	<--- Intention	.888
INT1	<--- Intention	.864
INT4	<--- Intention	.872
ATT4	<--- Attitudes	.941
ATT3	<--- Attitudes	.890
ATT5	<--- Attitudes	.827
SN2	<--- SN	.927
SN1	<--- SN	.943
PBC1	<--- PBC	.926
PBC2	<--- PBC	.875

Covariances: (Group number 1 - Default model)

		Estimate	S.E.	C.R.	PLabel
Intention	<--> Attitudes	.473	.038	12.389	***
Intention	<--> SN	.534	.043	12.437	***
Intention	<--> PBC	.597	.043	13.800	***
Attitudes	<--> SN	.516	.041	12.616	***
Attitudes	<--> PBC	.478	.038	12.502	***
SN	<--> PBC	.513	.042	12.153	***



Output: Model Fit

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	PCMIN/DF
Default model	28	137.303	38	.000
Saturated model	66	.000	0	
Independence model	11	5760.512	55	.000

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.015	.956	.923	.550
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.467	.189	.026	.157

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	.976	.966	.983	.975	.983
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.691	.674	.679
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

Measure	Threshold
Chi-square/df (cmin/df)	< 3 good; < 5 sometimes permissible
p-value for the model	> .05
CFI	> .95 great; > .90 traditional; > .80 sometimes permissible
GFI	> .95
AGFI	> .80
SRMR	< .09
RMSEA	< .05 good; .05 - .10 moderate; > .10 bad
PCLOSE	> .05

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	99.303	67.246	138.947
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	5705.512	5459.585	5957.734

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.262	.189	.128	.265
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.972	10.868	10.399	11.348

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.071	.058	.083	.004
Independence model	.445	.435	.454	.000

AIC

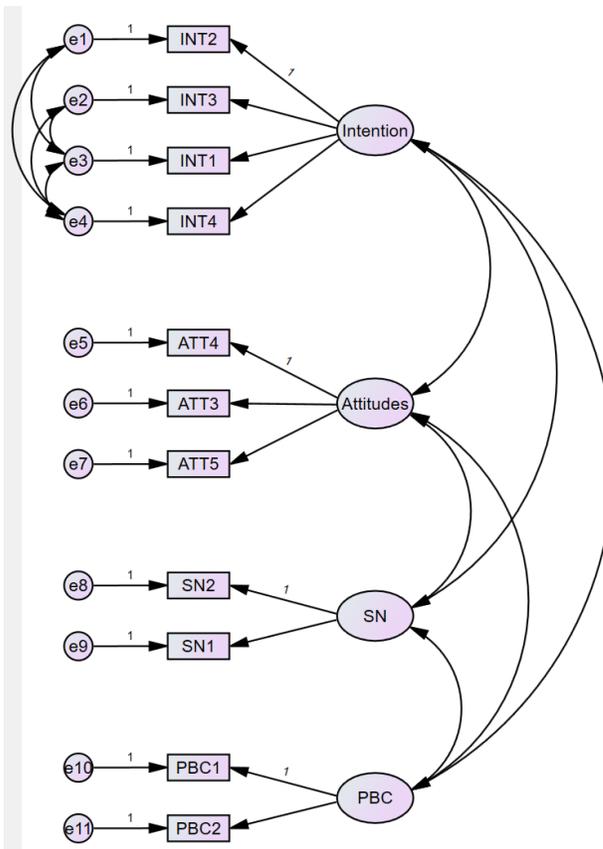
Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	193.303	194.613	312.731	340.721
Saturated model	132.000	133.088	413.510	479.510
Independence model	5782.512	5783.026	5829.430	5840.430

For more contextualized thresholds, see Table 12-4 in Hair et al. 2010 on page 654. The thresholds listed in the table below are from Hu and Bentler (1999).

Output: Modification Indices ใช้พิจารณาปรับปรุงโมเดล CFA

		M.I.Par Change	
e7 <--> e11		6.660	.027
e6 <--> SN		8.502	.033
e6 <--> e11		8.566	-.027
e6 <--> e10		4.641	.019
e6 <--> e9		7.495	.022
e5 <--> SN		5.840	-.024
e4 <--> PBC		16.519	.040
e4 <--> Intention		5.377	-.021
e4 <--> e10		6.493	.023
e3 <--> PBC		4.493	.021
e3 <--> SN		4.209	-.025
e3 <--> Attitudes		8.889	.033
e3 <--> Intention		5.067	-.021
e3 <--> e8		11.998	-.032
e3 <--> e6		17.990	.039
e3 <--> e4		4.808	-.021
e2 <--> PBC		7.324	-.027
e2 <--> Intention		4.254	.019
e2 <--> e4		5.884	.023
e2 <--> e3		8.550	-.028
e1 <--> PBC		7.615	-.025
e1 <--> e10		5.195	-.019
e1 <--> e8		6.970	.022
e1 <--> e4		6.692	-.022
e1 <--> e3		5.684	.021
e1 <--> e2		5.215	.020

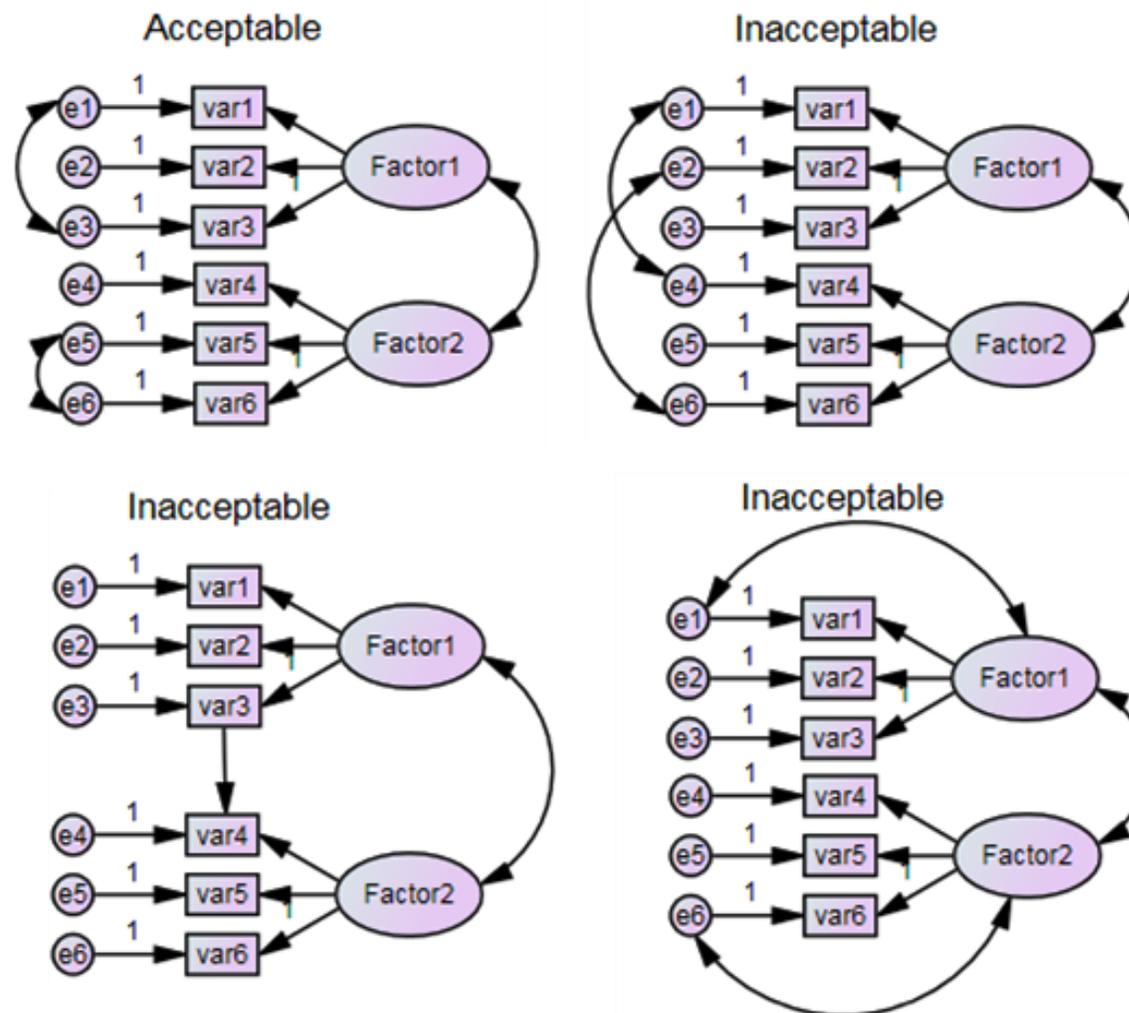
1. พิจารณาคู่ $COV(e_i, e_j)$ ที่มีค่า M.I.Par มากกว่า 4.0 โดยพิจารณา error terms ใน construct เดียวกัน
2. วาด covariance ระหว่าง error term คู่ดังกล่าว



อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงโมเดลนั้นไม่ควรพิจารณาจากค่าดัชนีปรับปรุงโมเดลเพียงอย่างเดียว แต่ควรคำนึงถึงทฤษฎีที่มาของโมเดลการวัดด้วย ดัชนีการปรับปรุงโมเดลเป็นเพียงตัวช่วยให้ทบทวนและหาแนวทางในการปรับปรุง ตลอดจนสร้างโมเดลทางเลือกเท่านั้น Hair et al., (2014) เสนอว่า หากพบว่า มีการตัดข้อคำถามหรือการปรับปรุงแก้ไขความสัมพันธ์ในโมเดลปริมาณมากกว่าร้อยละ 20 ควรจะนำโมเดลที่ได้ใหม่ไปทดสอบกับข้อมูลชุดใหม่

The way to improve the CFA model

in a CFA, we look to the modification indices for the covariances. Generally, we should not covary error terms with observed or latent variables, or with other error terms that are not part of the same factor. Thus, the most appropriate modification available to us is to covary error terms that are part of the same factor. **The figure illustrates this guideline - however, there are exceptions.** In general, you want to address the largest modification indices before addressing more minor ones. For more information on when it is okay to covary error terms (however, some argue that there are never appropriate reasons to covary errors), refer to David Kenny's thoughts on the matter: David's website, or to the very helpful article: Hermida, R. 2015. "The Problem of Allowing Correlated Errors in Structural Equation Modeling: Concerns and Considerations," *Computational Methods in Social Sciences* (3:1), p. 5.



Model Fit Summary

CMIN

Model	NP	CMIN	DF	PCMIN/DF
Default model	28	137.303	38	.000 3.613
Saturated model	66	.000	0	
Independence model	11	5760.512	55	.000 104.737

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.015	.956	.923	.550
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.467	.189	.026	.157

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	.976	.966	.982	.975	.983
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.691	.674	.679
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	99.303	67.246	138.947
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	5705.512	5459.585	5957.734

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.262	.189	.128	.265
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.972	10.868	10.399	11.348

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.071	.058	.083	.004
Independence model	.445	.435	.454	.000

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	193.303	194.613	312.731	340.731
Saturated model	132.000	133.088	413.510	479.510
Independence model	5782.512	5783.026	5829.430	5840.430

ก่อนปรับปรุง
Result (Default model)

Minimum was achieved
Chi-square = 137.303
Degrees of freedom = 38
Probability level = .000

BA603

หลังปรับปรุง
Result (Default model)

Minimum was achieved
Chi-square = 93.826
Degrees of freedom = 33
Probability level = .000



Model Fit Summary

CMIN

Model	NP	CMIN	DF	PCMIN/DF
Default model	33	93.826	33	.000 2.843
Saturated model	66	.000	0	
Independence model	11	5760.512	55	.000 104.737

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.014	.970	.940	.485
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.467	.189	.026	.157

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	.984	.973	.982	.982	.989
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.600	.590	.594
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	60.826	35.638	93.660
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	5705.512	5459.585	5957.734

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.179	.116	.068	.178
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.972	10.868	10.399	11.348

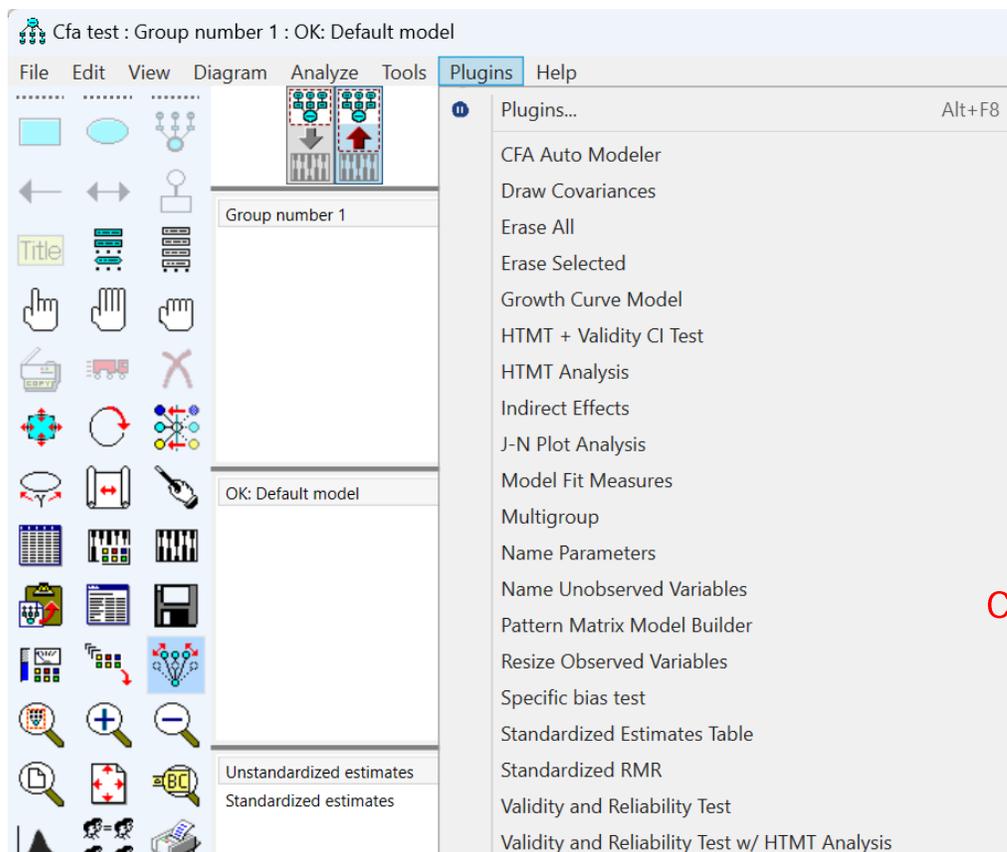
RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.059	.055	.074	.131
Independence model	.445	.435	.454	.000

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	159.826	161.370	300.581	333.581
Saturated model	132.000	133.088	413.510	479.510
Independence model	5782.512	5783.026	5829.430	5840.430

การใช้ Plugins



BA603



Gaskination's StatWiki

<https://statwiki.gaskination.com> › [index.php](#) › [Plugins](#)

Plugins - Gaskination's StatWiki

Feb 20, 2566 BE — A plugin is a macro that can be used to automate AMOS. An estimand is a custom function that can add calculations and output to the AMOS analysis.

[Plugins](#) · [Installation Instructions](#) · [List of Plugins](#) · [Estimands](#)

<https://statwiki.gaskination.com/index.php/Plugins>

Click: Plugins folder

Home
SEM Forum
Data Prep
EFA
CFA
Causal Models
PLS
Mplus
Plugins guide
General Guidelines
Cluster Analysis
References
Citing Claims
Tutoring
Special pages
Resources
Excel Stattools
YouTube Channel
Plugins folder
Tools
What links here
Related changes
Printable version
Permanent link
Page information

Plugins

Contents [hide]

- Overview
- Plugins
 - 2.1 Installation Instructions:
 - 2.2 List of Plugins
- Estimands
 - 3.1 GENERAL INSTRUCTIONS:
 - 3.2 LIST OF ESTIMANDS:
- Troubleshooting

Overview

AMOS does not do everything I want it to do, so with the help of some research assistants, we have created some plugins and estimands to make up the difference. A plugin is a macro that can be used to automate AMOS. An estimand is a custom function that can add calculations and output to the AMOS analysis. We hope you find these useful. If they do not work for you, please refer to the troubleshooting section below. **Here is a link to the Google Drive folder containing the plugins and estimands: Plugins and Estimands** [↗](#). Here are a few YouTube videos explaining how to use them:

- [YouTube](#) [Installing Plugins for AMOS v23- \(plus a demo of EFA->CFA\)](#) [↗](#)
- [YouTube](#) [Installing Plugins for AMOS v24+](#) [↗](#) (same process for version 26+)
- [YouTube](#) [Example of Using Estimands](#) [↗](#)
- [YouTube](#) [List of all Plugins videos on Gaskination](#) [↗](#)

Plugins folder

Shared with me > estimands and plugins    

Type  People  Modified  Source 

Name 	Date modified	
 AMOS built in plugins (not mine)	Apr 26, 2017	
 Estimands	Jan 18, 2023	
 Version 21-23	Dec 25, 2023	
 Version 24-25	Oct 18, 2023	
 Version 26	Aug 15, 2022	
 Version 28	Apr 18, 2023	
 Version 29	May 3, 2023	
 FIX Syntax Error with Pattern matrix 24 plugin.docx 	Aug 14, 2023	
 READ ME (where to install).txt 	Nov 2, 2016	

เลือก Version ที่ \leq
AMOS version ที่ใช้

Link:

<https://drive.google.com/drive/folders/0B3T1TGdHG9aEbFg1eEppqOWtrR3c?resourcekey=0-3O4AGIsjphE8yn037sRqHA>

BA603

ตัวอย่าง เลือก Version 26

-  All plugins v26.zip 
-  Amos-ModelBias.dll 
-  Amos-ModelFit.dll 
-  Amos26-CFAAutoModeler.dll 
-  Amos26-CleanEstimatesTable.dll 
-  Amos26-EraseAll.dll 
-  Amos26-EraseSelected.dll 
-  Amos26-HTMT.dll 
-  Amos26-HTMTValidity.dll 
-  Amos26-HTMTValidityCITest.dll 
-  Amos26-Indirect Effects.dll 
-  Amos26-JN.dll 
-  Amos26-MasterValidity.dll 
-  Amos26-Multigroup.dll 
-  PatternMatrixBuilderAMOSv26.dll 

Model Fit Measures

Measure	Estimate	Threshold	Interpretation
CMIN	93.826	--	--
DF	33.000	--	--
CMIN/DF	2.843	Between 1 and 3	Excellent
CFI	0.989	>0.95	Excellent
SRMR	0.020	<0.08	Excellent
RMSEA	0.059	<0.06	Excellent
PClose	0.131	>0.05	Excellent

Congratulations, your model fit is excellent!

*Note: Hu and Bentler (1999, "Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives") recommend combinations of measures. Personally, I prefer a combination of CFI>0.95 and SRMR<0.08. To further solidify evidence, add the RMSEA<0.06.

**If you would like to cite this tool directly, please use the following: Gaskin, J. & Lim, J. (2016), "Model Fit Measures", AMOS Plugin. Gaskination's StatWiki.

Cutoff Criteria*

Measure	Terrible	Acceptable	Excellent
CMIN/DF	> 5	> 3	> 1
CFI	<0.90	<0.95	>0.95
SRMR	>0.10	>0.08	<0.08
RMSEA	>0.08	>0.06	<0.06
PClose	<0.01	<0.05	>0.05

Model Validity Measures

Validity Analysis

	CR	AVE	MSV	MaxR(H)	Intention	ATT	SN	PBC
Intention	0.911	0.718	0.860	0.911	0.847			
ATT	0.917	0.788	0.569	0.932	0.755***	0.887		
SN	0.933	0.875	0.576	0.935	0.759***	0.744***	0.935	
PBC	0.896	0.812	0.860	0.903	0.927***	0.733***	0.713***	0.901

ค่าในแนวทแยง คือ
ค่า Square Root of AVE

ค่า correlation

เปรียบเทียบ

พิจารณาค่า **Square Root of AVE** ต้องมากกว่า **Latent Correlation** ในคอลัมน์ของตัวเองหรือไม่

- ถ้ามากกว่า แสดงว่า องค์ประกอบนั้นๆ มีความเป็นอิสระเพียงพอ และมีความต่างจากองค์ประกอบอื่น สามารถนำไปวิเคราะห์ SEM ต่อได้

Validity Concerns

Discriminant Validity: the square root of the AVE for Intention is less than its correlation with PBC.
Discriminant Validity: the square root of the AVE for PBC is less than its correlation with Intention.

HTMT Analysis

	Intention	ATT	SN	PBC
Intention				
ATT	0.733			
SN	0.740	0.752		
PBC	0.889	0.738	0.712	

Significance of Correlations:

- † p < 0.100
- * p < 0.050
- ** p < 0.010
- *** p < 0.001

ค่าที่ต้องพิจารณา

- CR > 0.7 ?
- AVE > 0.5 ?
- AVE > MSV ?

HTMT Warnings

Intention and PBC are statistically indistinguishable.

- **Maximum Shared Variance (MSV)**
 - Compare the AVE with the MSV for each construct. If the AVE is greater than the MSV, it suggests discriminant validity.
- **Heterotrait-Monotrait (HTMT) Ratio of Correlations:**
 - Another method to assess discriminant validity using the HTMT ratio.

***Thresholds From:
Hu, L., Bentler, P.M. (1999), "Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives" SEM vol. 6(1), pp. 1-55.

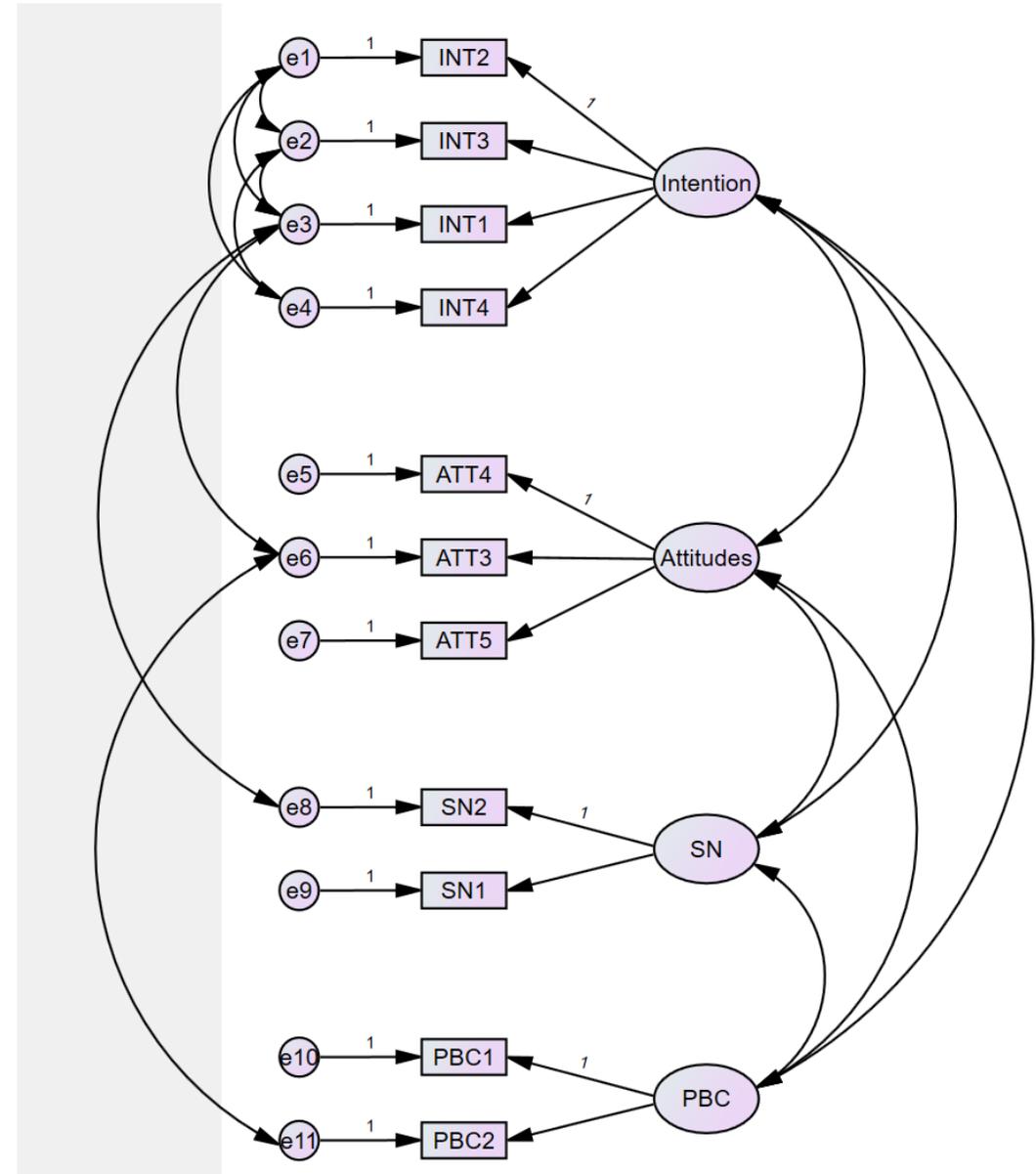
--If you would like to cite this tool directly, please use the following: Gaskin, J., James, M., and Lim, J. (2019), "Master Validity Tool", AMOS Plugin. Gaskination's StatWiki.

สร้าง Covariance ข้าม Latent factors?

Modification Indices (Group Covariances: (Group number)

	M.I.	Par	Change
e7 <--> e11	6.781		.028
e6 <--> SN	7.700		.031
e6 <--> e11	9.292		-.028
e6 <--> e9	6.909		.021
e5 <--> SN	5.450		-.023
e3 <--> SN	6.942		-.032
e3 <--> Attitudes	5.066		.024
e3 <--> e8	14.512		-.034
e3 <--> e6	14.761		.035
e1 <--> e8	9.595		.026

BA603



ผลของ Covariance ข้าม Latent factors

Result (Default model)

Minimum was achieved
Chi-square = 55.906
Degrees of freedom = 30
Probability level = .003

Covariances: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	PLabel
Intention <-->	Attitudes		.458	.038	12.156	***
Intention <-->	SN		.518	.042	12.214	***
Intention <-->	PBC		.588	.043	13.604	***
Attitudes <-->	SN		.518	.041	12.669	***
Attitudes <-->	PBC		.481	.038	12.543	***
SN <-->	PBC		.517	.042	12.222	***
e1 <-->	e4		.032	.014	2.290	.022
e2 <-->	e3		.033	.014	2.302	.021
e2 <-->	e4		.065	.016	4.070	***
e1 <-->	e2		.097	.019	5.101	***
e1 <-->	e3		.064	.015	4.220	***
e3 <-->	e6		.032	.009	3.487	***
e3 <-->	e8		-.034	.009	-3.751	***
e6 <-->	e11		-.026	.009	-2.859	.004

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	PCMIN/DF
Default model	36	55.906	30	.003
Saturated model	66	.000	0	
Independence model	11	5760.512	55	.000

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.012	.982	.960	.446
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.467	.189	.026	.157

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	.990	.982	.995	.992	.995
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.545	.540	.543
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	25.906	8.669	50.956
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	5705.512	5459.585	5957.734

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	.106	.049	.017	.097
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.972	10.868	10.399	11.348

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.041	.023	.057	.818
Independence model	.445	.435	.454	.000

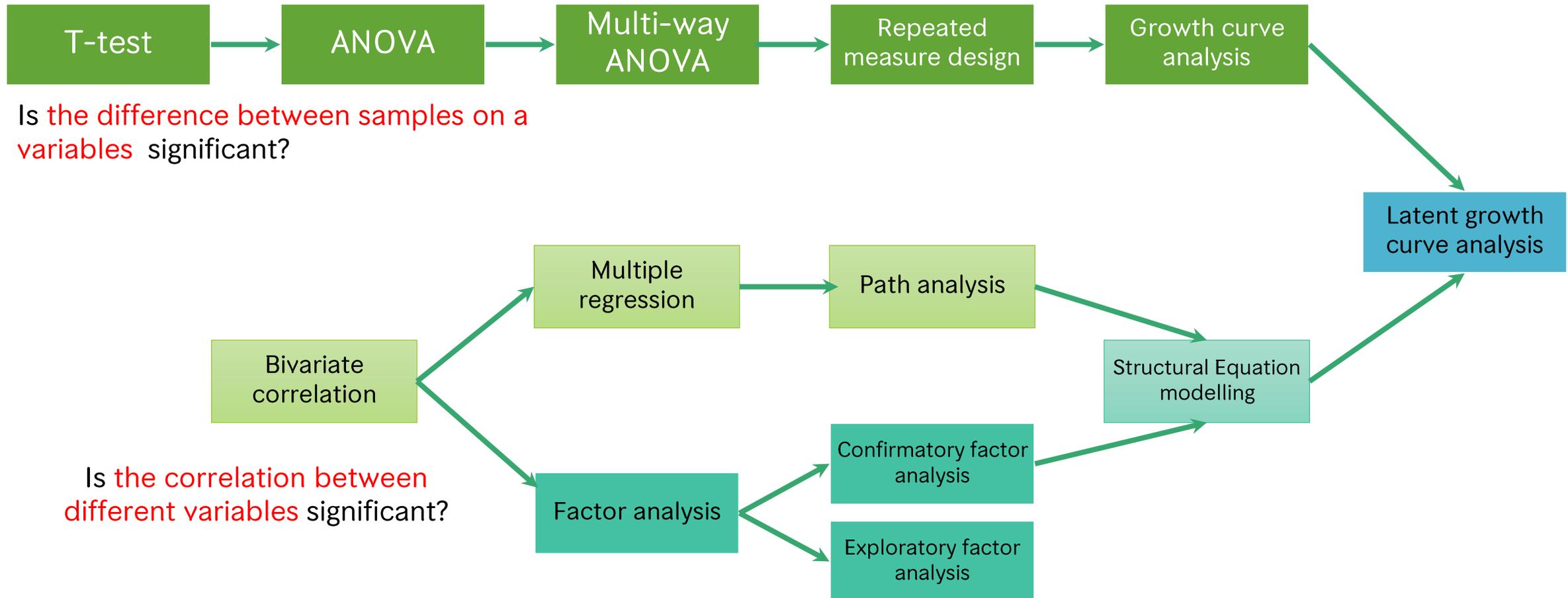
AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	127.906	129.591	281.457	317.457
Saturated model	132.000	135.088	413.510	479.510
Independence model	5782.512	5783.026	5829.430	5840.430

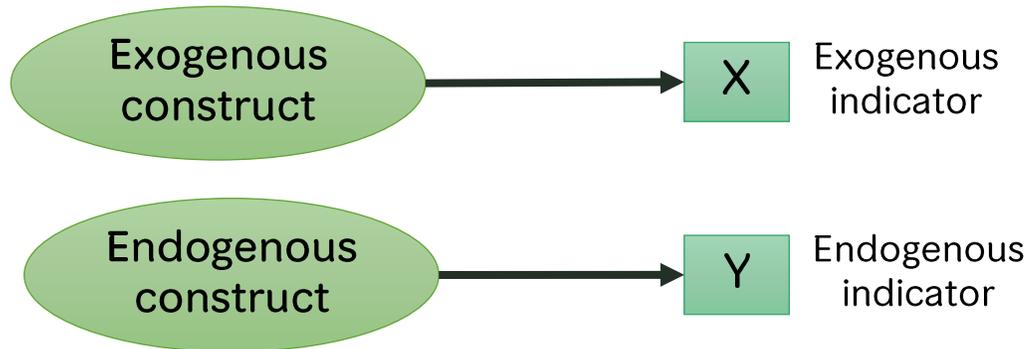
แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modelling: SEM)

- การวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modelling) นั้น ใช้ทดสอบหรือประมาณค่าความสัมพันธ์ทางสถิติซึ่งมุ่งเน้นศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงเชิงทฤษฎี (Theoretical Latent Variables or Constructs) หรือเพื่อมุ่งเน้นทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝง (Latent Variable) กับตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) ซึ่งใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลพร้อมกันทั้งหมดด้วยระบบสมการ (Simultaneous Equation)
- ดังนั้น การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) จึงถือเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ SEM เพื่อกำหนดแนวคิดแบบจำลอง การระบุและการประมาณค่าพารามิเตอร์ และประเมินความเหมาะสมของแบบจำลอง
- ในการวิเคราะห์ SEM จึงเป็นการศึกษาทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้องก่อนว่าสิ่งที่ต้องการศึกษานั้นมีองค์ประกอบใดบ้าง ตัวแปรเหล่านั้นเป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) หรือตัวแปรแบบสังเกต (Observed Variable) หากเป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) จะสามารถชี้วัดได้ด้วยตัวแปรสังเกต (Observed Variable) ว่าถูกกำหนดจากตัวใดบ้าง

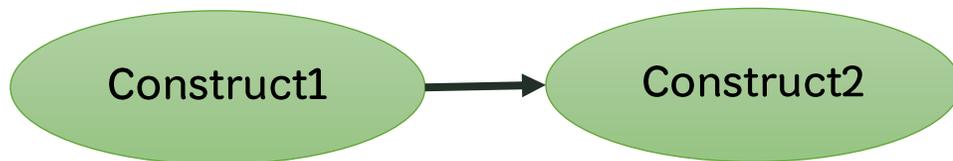
Family tree of SEM



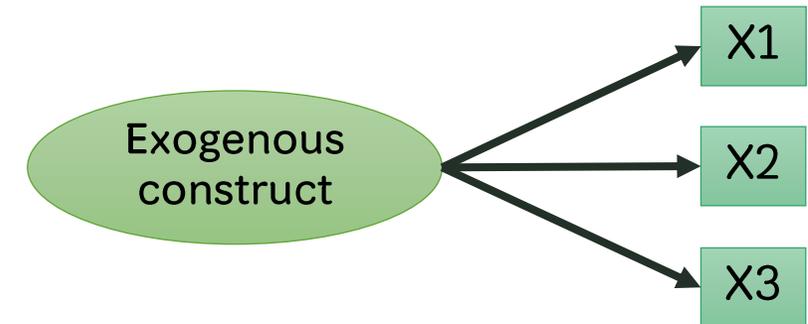
Common type of theoretical relationship in an SEM model



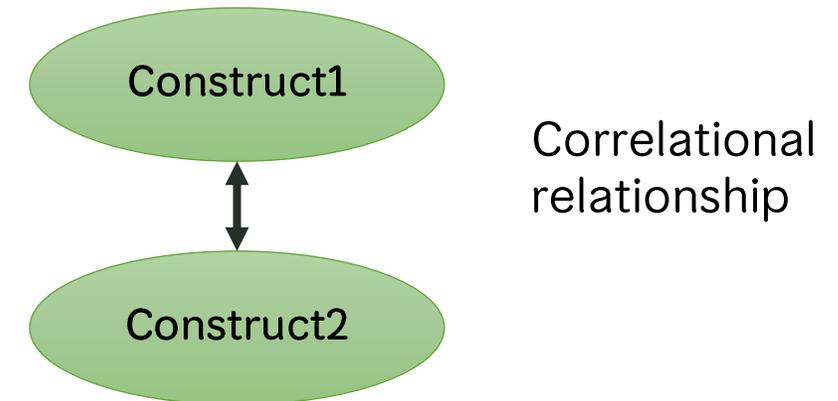
a) Relationship between a construct and a measured variable



c) Dependence relationship between two constructs (a structural relationship)



b) Relationship between a construct and multiple measured variables



d) Correlational relationship between constructs

Type of models

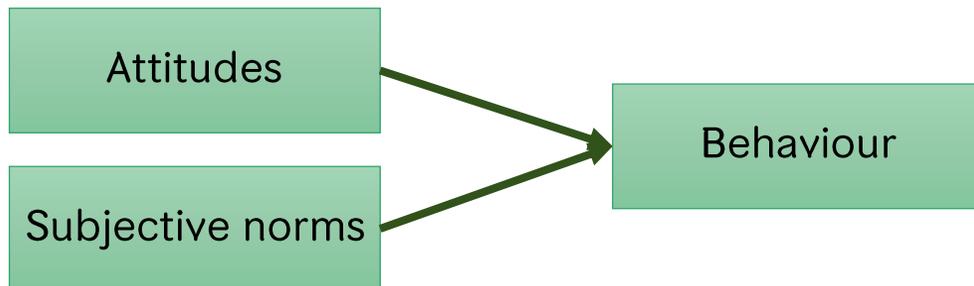
Correlation



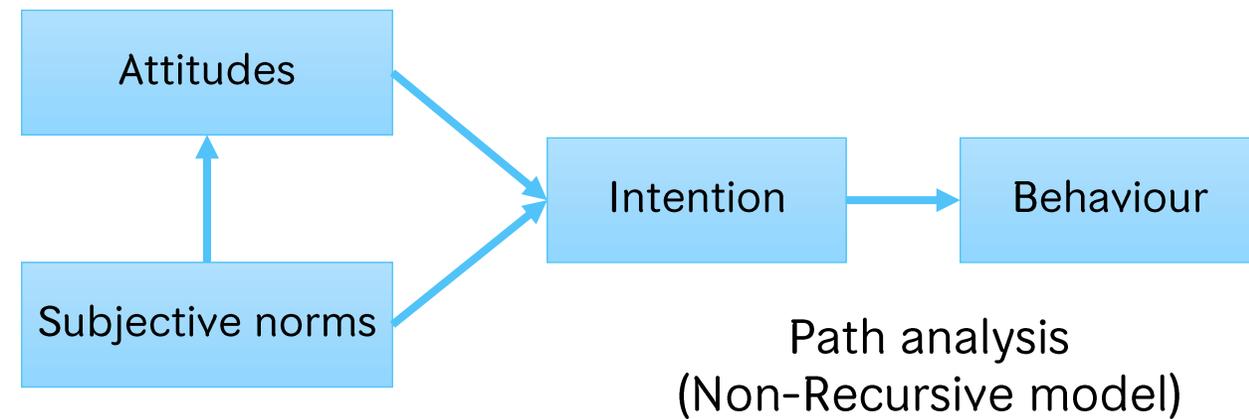
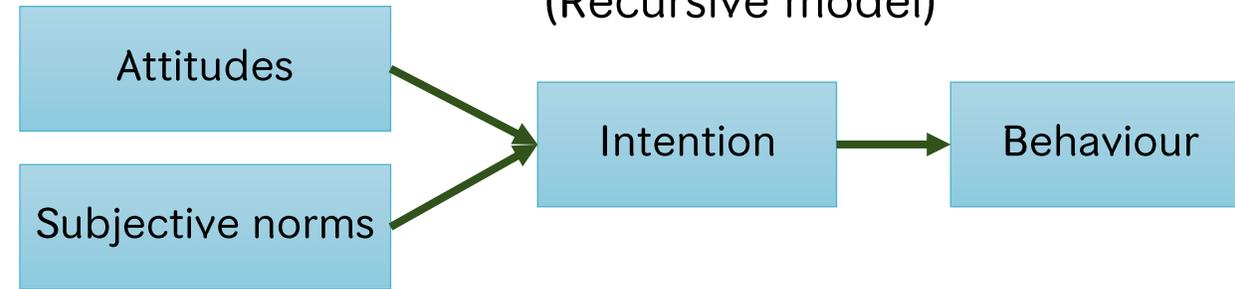
Simple regression



Multiple regression

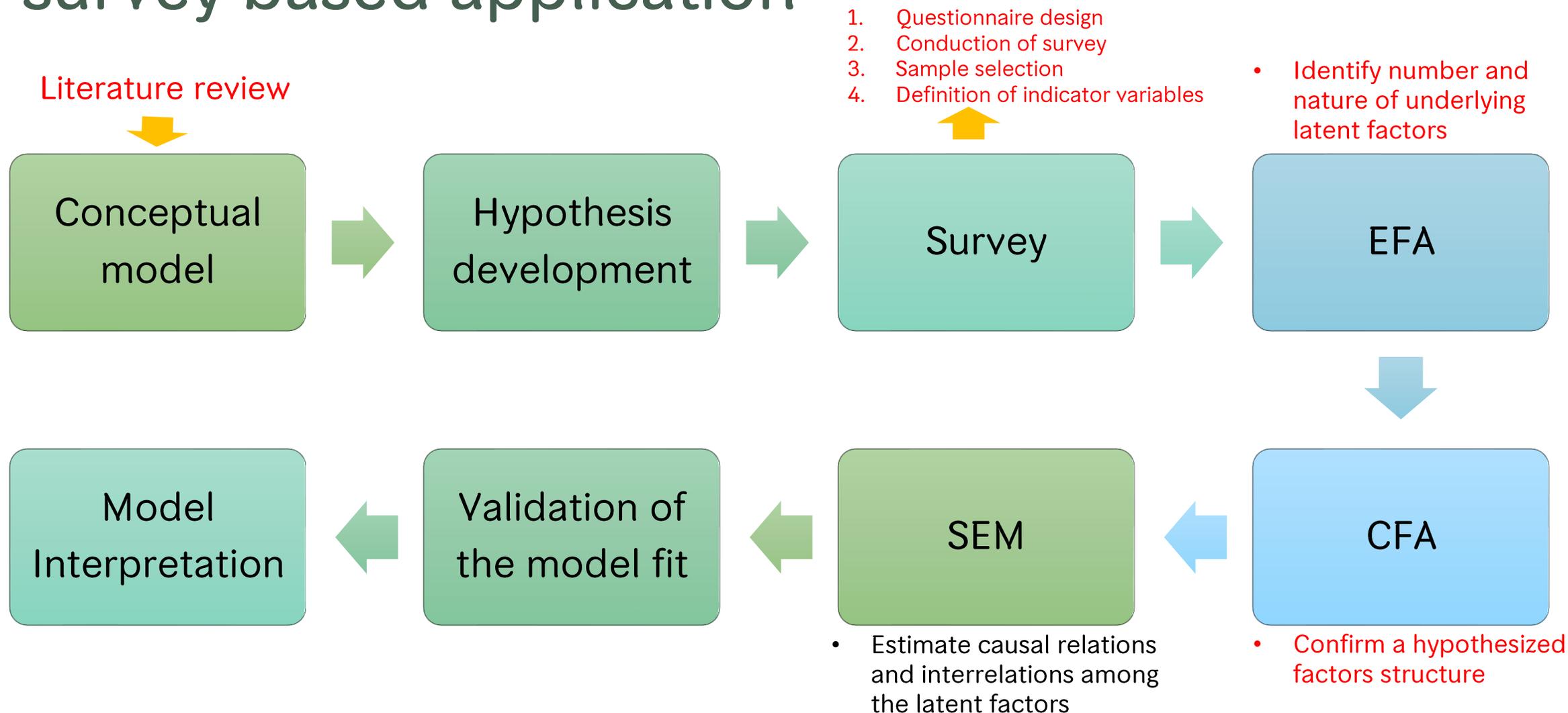


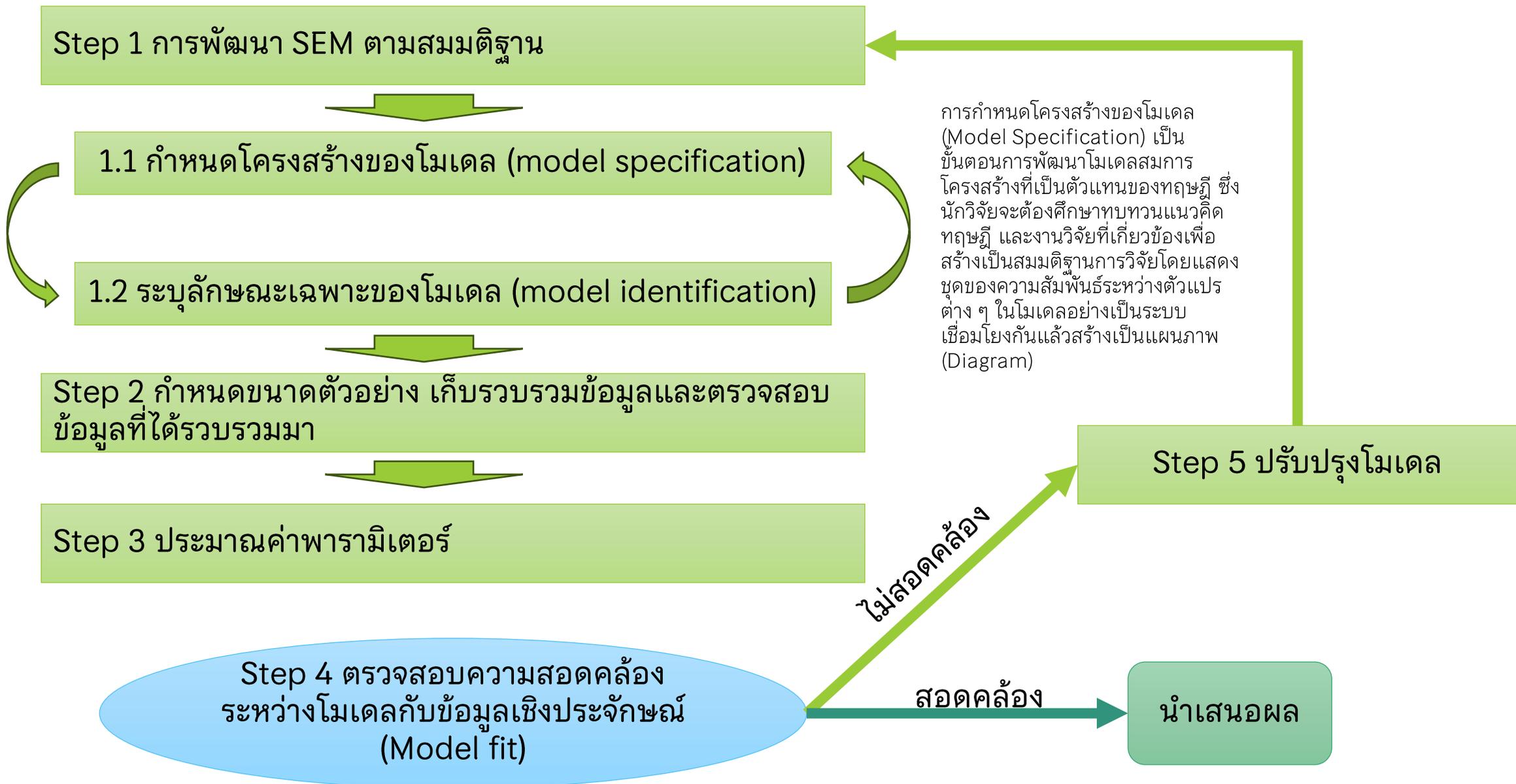
Path analysis
(Recursive model)



Path analysis
(Non-Recursive model)

The necessary steps of SEM modelling for survey based application





Sample size

Minimum sample size	conditions
100	Models containing five or fewer constructs , each with more than three items (observed variables) and with high item communalities ($\geq .6$)
150	Models with seven constructs or less , modest communalities (.5), and no underidentified constructs.
300	Models with seven or fewer constructs , lower communalities (below .45), and/or multiple underidentified (fewer than three) constructs.
500	Models with large numbers of constructs , some with lower communalities, and/or having fewer than three measured items.

TABLE 4 Characteristics of Different Fit Indices Demonstrating Goodness-of-Fit Across Different Model Situations

No. of Stat. vars. (<i>m</i>)	<i>N</i> < 250			<i>N</i> > 250		
	<i>m</i> ≤ 12	12 < <i>m</i> < 30	<i>m</i> ≥ 30	<i>m</i> < 12	12 < <i>m</i> < 30	<i>m</i> ≥ 30
χ^2	Insignificant <i>p</i> -values expected	Significant <i>p</i> -values even with good fit	Significant <i>p</i> -values expected	Insignificant <i>p</i> -values even with good fit	Significant <i>p</i> -values expected	Significant <i>p</i> -values expected
CFI or TLI	.97 or better	.95 or better	Above .92	.95 or better	Above .92	Above .90
RNI	May not diagnose misspecification well	.95 or better	Above .92	.95 or better, not used with <i>N</i> > 1,000	Above .92, not used with <i>N</i> > 1,000	Above .90, not used with <i>N</i> > 1,000
SRMR	Biased upward, use other indices	.08 or less (with CFI of .95 or higher)	Less than .09 (with CFI above .92)	Biased upward; use other indices	.08 or less (with CFI above .92)	.08 or less (with CFI above .92)
RMSEA	Values < .08 with CFI = .97 or higher	Values < .08 with CFI of .95 or higher	Values < .08 with CFI above .92	Values < .07 with CFI of .97 or higher	Values < .07 with CFI of .92 or higher	Values < .07 with CFI of .90 or higher

Note: *m* = number of observed variables; *N* applies to number of observations per group when applying CFA to multiple groups at the same time.

Source: Hair et al. (2014: p584). Multivariate Data Analysis 7th. Essex: Pearson New International Edition.

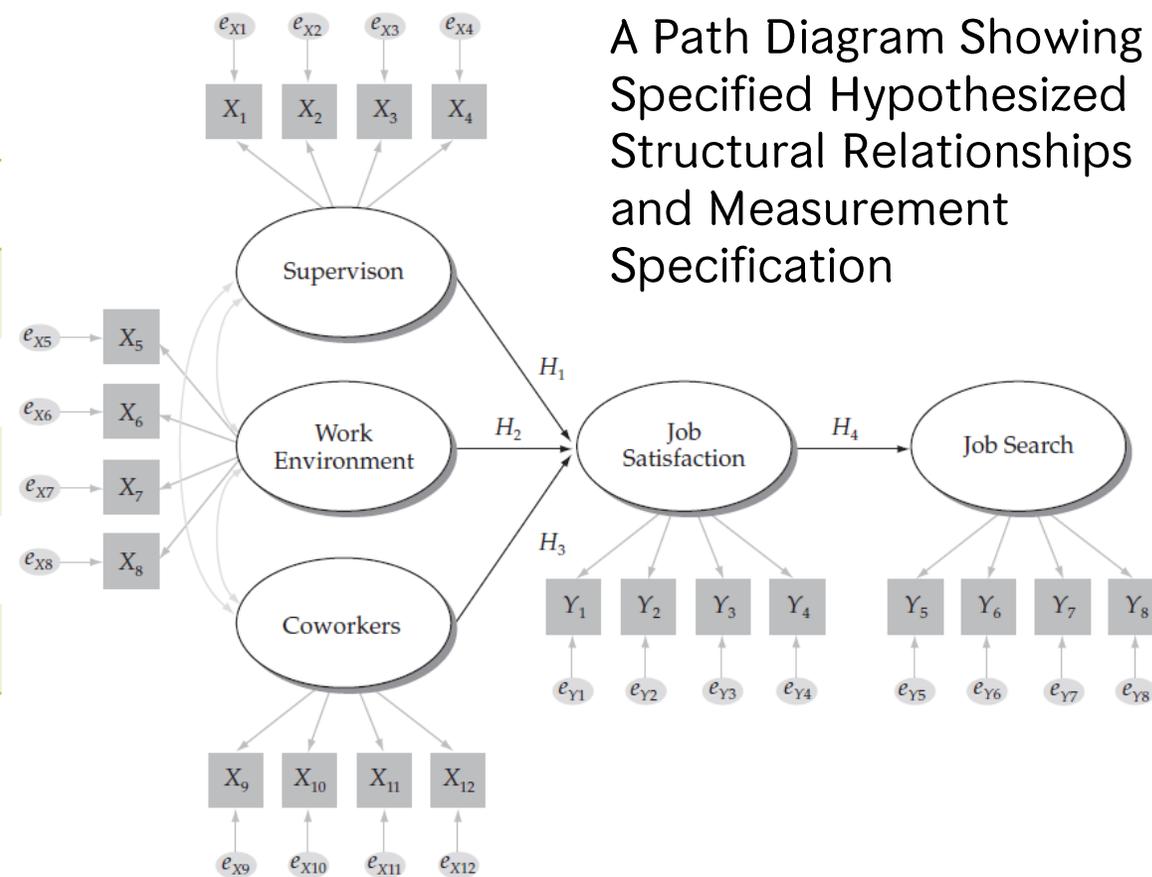
Note:

m = จำนวนตัวแปรสังเกตได้
n = จำนวนตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบจำลองเส้นทาง

Multiple fit indices should be used to assess a model's goodness-of-fit and should include:

Group of index	Select one index from the group
Overall model	The χ^2 value and the associated df
Absolute fit index	GFI, RMSEA, or SRMR
Incremental fit index	CFI or TLI
Goodness-of-fit index	GFI, CFI, TLI, etc.
Badness-of-fit index	RMSEA, SRMR, etc.



Model fit

เป้าหมายหลักของ CB-SEM คือ การดูความสอดคล้องกัน (Fit) ของโมเดลระหว่าง Observed Covariance Matrix ที่ Generate มาจาก Sample data เปรียบเทียบกับ Implied Covariance Matrix ที่มาจากการประมาณค่า Parameter ของ Hypothesized Model โมเดลที่ยังมีค่า Fit Indices มากเท่าไร แสดงได้ว่า Data ที่เรานำมาทดสอบนั้น มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ใน Model ที่เรากำหนดขึ้น

Criteria	Range	Acceptable value	Very good fit
Chi-square	> 0		Non-significant ($p > .05$) (Bollen, 1989; Kline, 2011)
CMIN	> 0	< 3	Nealy to 2 (Amos guide) <2 (Marsh and Hocevar, 1985)
GFI, AGFI, NFI, NNFI, CFI, TLI	0 – 1	> .9	>.95 NFI (Hu & Bentler, 1999) CFI (Amos guide; Bagozzi et al., 2004) NNFI (Bagozzi et al., 2004)
RMSEA	> 0	< .05	< .05 (Browne and Cudeck, 1993; Bagozzi et al., 2004)
SRMR	> 0	< .08	< .05 (Bagozzi et al., 2004)
ECVI, AIC, BIC	+/-	Less or 0 is good	Normally used to compare between models

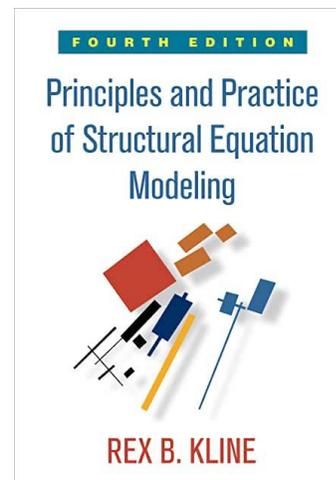
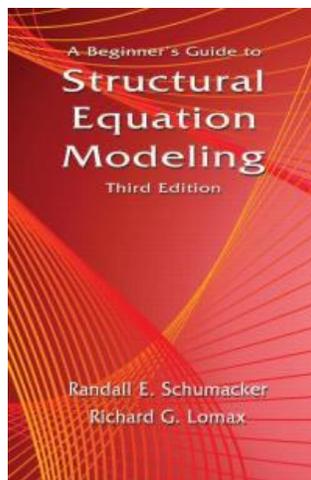
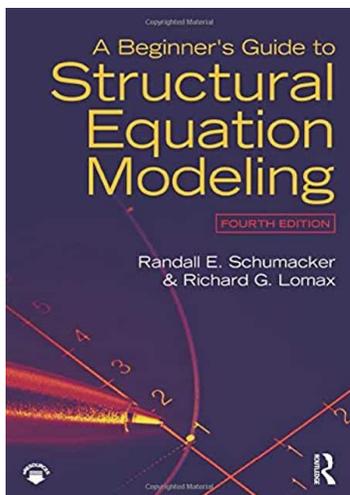
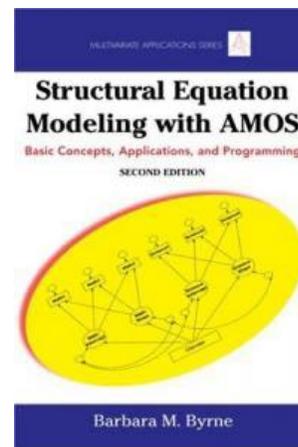
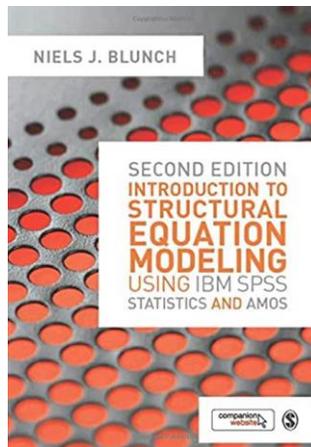
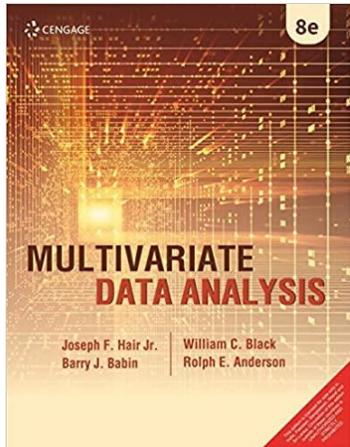
การแนะนำจาก Cornell Statistical Consulting Unit

ค่าที่ได้รับการแนะนำจาก Cornell Statistical Consulting Unit ให้รายงานเสมอเมื่อวิเคราะห์ SEM ได้แก่

- + Model Chi square
- + RMSEA
- + CFI
- + SRMR

Measure	Name	Description	Cut-off for good fit
χ^2	Model Chi-Square	Assess overall fit and the discrepancy between the sample and fitted covariance matrices. Sensitive to sample size. H_0 : The model fits perfectly.	p-value > 0.05
(A)GFI	(Adjusted) Goodness of Fit	GFI is the proportion of variance accounted for by the estimated population covariance. Analogous to R^2 . AGFI favors parsimony.	GFI \geq 0.95 AGFI \geq 0.90
(N)NFI TLI	(Non) Normed-Fit Index Tucker Lewis index	An NFI of .95, indicates the model of interest improves the fit by 95% relative to the null model. NNFI is preferable for smaller samples. Sometimes the NNFI is called the Tucker Lewis index (TLI)	NFI \geq 0.95 NNFI \geq 0.95
CFI	Comparative Fit Index	A revised form of NFI. Not very sensitive to sample size. Compares the fit of a target model to the fit of an independent, or null, model.	CFI \geq .90
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation	A parsimony-adjusted index. Values closer to 0 represent a good fit.	RMSEA < 0.08
(S)RMR	(Standardized) Root Mean Square Residual	The square-root of the difference between the residuals of the sample covariance matrix and the hypothesized model. If items vary in range (i.e. some items are 1-5, others 1-7) then RMR is hard to interpret, better to use SRMR.	SRMR < 0.08
AVE (CFA only)	Average Value Explained	The average of the R^2 's for items within a factor	AVE > .5

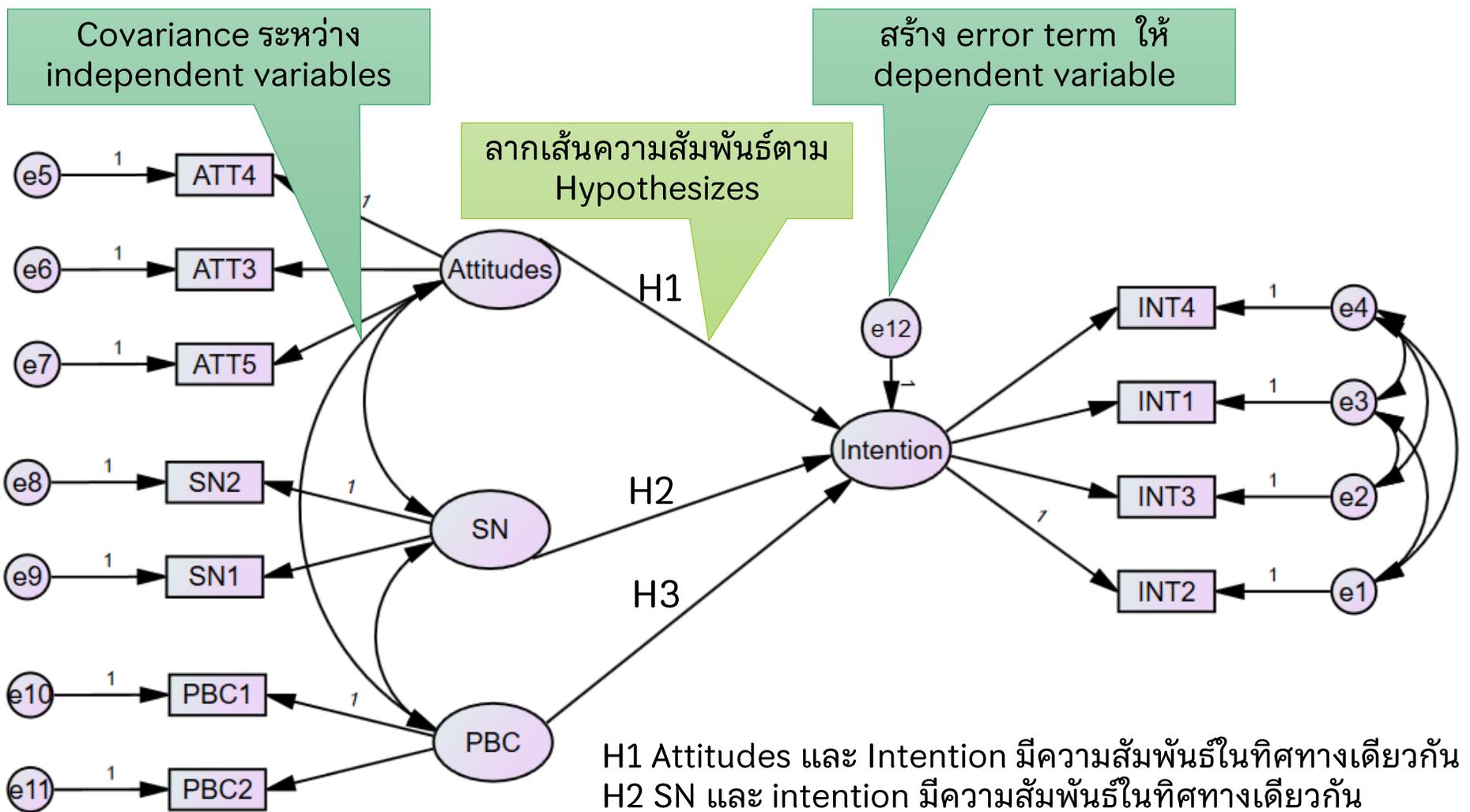
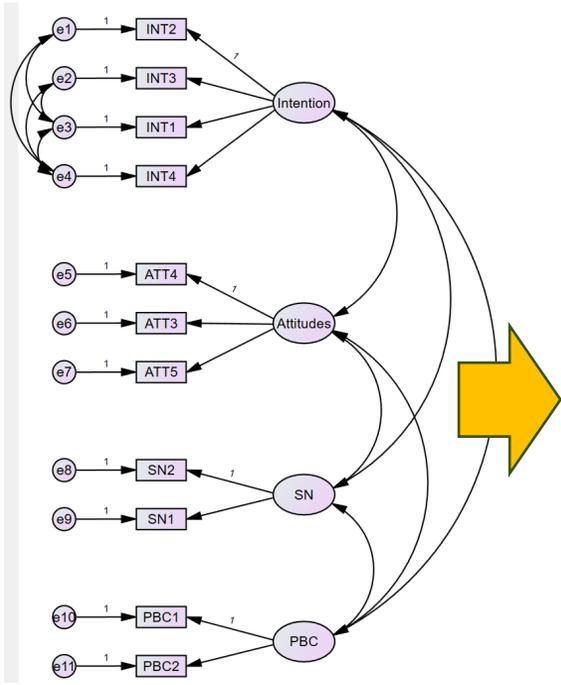
BOOKS



Software programmes

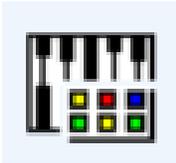
- The original and best known is Lisrel, developed by Joreskog and Sorbom
 - Mplus, EQS, Amos, Calis, Mx, SEPATH, Tetrad, R, stata
 - AMOS (<http://www.spss.com/amos/>)
 - EQS (<http://www.mvsoft.com/index.htm>)
 - LISREL (<http://ssicentral.com/lisrel/>)
 - Mplus (<http://statmodel.com/index/shtml>)
- Some have downloadable student versions

From Measurement model to Structural model in AMOS



H1 Attitudes และ Intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
 H2 SN และ intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
 H3 PBC และ intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

Click



- Minimization history
- Squared multiple correlations
- Modification indices
- Indirect, direct & total effects

Analysis Properties

Estimation | Numerical | Bias | Output | Bootstrap | Permutations | Random # | Title

Minimization history
 Indirect, direct & total effects

Standardized estimates
 Factor score weights

Squared multiple correlations
 Covariances of estimates

Sample moments
 Correlations of estimates

Implied moments
 Critical ratios for differences

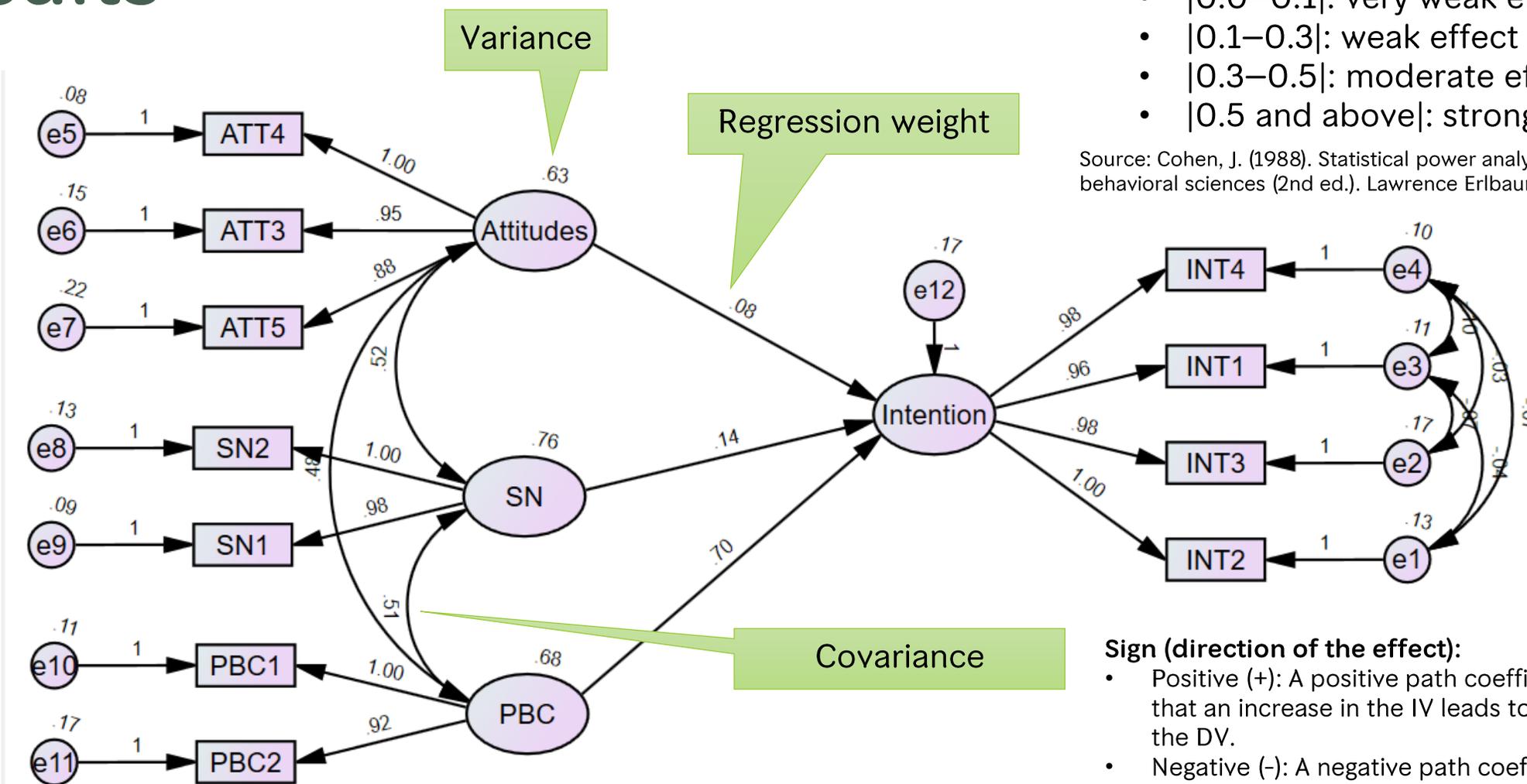
All implied moments
 Tests for normality and outliers

Residual moments
 Observed information matrix

Modification indices
 Threshold for modification indices

D-separation

Results



Magnitude (strength of the effect):

- |0.0–0.1|: very weak effect
- |0.1–0.3|: weak effect
- |0.3–0.5|: moderate effect
- |0.5 and above|: strong effect

Source: Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Sign (direction of the effect):

- Positive (+): A positive path coefficient indicates that an increase in the IV leads to an increase in the DV.
- Negative (-): A negative path coefficient indicates the opposite- an increase in the IV leads to a decrease in the DV.

Hypothesis test

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	PLabel
Intention	<---	Attitudes	.082	.047	1.757	.079
Intention	<---	SN	.142	.041	3.494	***
Intention	<---	PBC	.704	.050	13.967	***
INT2	<---	Intention	1.000			
INT3	<---	Intention	.983	.033	29.355	***
INT1	<---	Intention	.959	.034	28.342	***
INT4	<---	Intention	.979	.037	26.585	***
ATT4	<---	Attitudes	1.000			
ATT3	<---	Attitudes	.954	.029	32.704	***
ATT5	<---	Attitudes	.880	.032	27.626	***
SN2	<---	SN	1.000			
SN1	<---	SN	.978	.029	33.489	***
PBC1	<---	PBC	1.000			
PBC2	<---	PBC	.916	.031	29.448	***

- H1 Attitudes และ Intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
 - Non-sig.(p-value > 0.05)
- H2 SN และ intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
 - Sig. (p-value < 0.01)
- H3 PBC และ intention มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
 - Sig. (p-value < 0.01)

ตัวอย่างการแสดงผลการวิเคราะห์

ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สมมติฐาน	β	C.R.	Sig.	ผลทดสอบ
H1 ความตั้งใจซื้อ (INT) <- เจตคติ (ATT)	.136*	3.90	.000	สนับสนุน
H2ก ความตั้งใจซื้อ (INT) <- บรรทัดฐานคนรอบข้าง (SN)	.209*	6.05	.000	สนับสนุน
H2ข เจตคติ (ATT) <- บรรทัดฐานคนรอบข้าง (SN)	.178*	5.41	.000	สนับสนุน
H2ค การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC) <- บรรทัดฐานคนรอบข้าง (SN)	.389*	9.49	.000	สนับสนุน
H3ก ความตั้งใจซื้อ (INT) <- การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC)	.553*	16.31	.000	สนับสนุน
H3ข เจตคติ (ATT) <- การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC)	.173*	5.45	.000	สนับสนุน
H4ก เจตคติ (ATT) <- ความเชื่อมั่น (TRU)	.525*	15.01	.000	สนับสนุน
H4ข บรรทัดฐานคนรอบข้าง (SN) <- ความเชื่อมั่น (TRU)	.757*	14.55	.000	สนับสนุน
H4ค การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC) <- ความเชื่อมั่น (TRU)	.207*	4.46	.000	สนับสนุน
H5ก ความเชื่อมั่น (TRU) <- การคำนึงถึงสุขภาพ (HC)	.090*	2.71	.007	สนับสนุน
H5ข การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC) <- การคำนึงถึงสุขภาพ (HC)	.163*	5.07	.000	สนับสนุน
H5ค บรรทัดฐานคนรอบข้าง (SN) <- การคำนึงถึงสุขภาพ (HC)	.106*	2.91	.004	สนับสนุน
H5ง ความตั้งใจซื้อ (INT) <- การคำนึงถึงสุขภาพ (HC)	.084*	3.31	.000	สนับสนุน
H6ก ความเชื่อมั่น (TRU) <- การรับรู้คุณค่า (PV)	.598*	16.94	.000	สนับสนุน
H6ข เจตคติ (ATT) <- การรับรู้คุณค่า (PV)	.107*	3.40	.000	สนับสนุน
H6ค การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC) <- การรับรู้คุณค่า (PV)	.211*	4.98	.000	สนับสนุน
H7ก ความเชื่อมั่น (TRU) <- ความพร้อมของผลิตภัณฑ์ (AVA)	.127*	3.69	.000	สนับสนุน
H7ข การรับรู้การควบคุมตนเอง (PBC) <- ความพร้อมของผลิตภัณฑ์ (AVA)	-.119*	-3.50	.000	สนับสนุน

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Table 2

Maximum Likelihood Estimates of Respecified Model

Path	Unstandardized estimate	Standardized estimate	SE	Critical ratio
Pain → interferences	1.299	0.765	0.223	5.826
Coping with pain → interferences	-0.041	-0.294	0.010	-4.155
Preinjury psychopathology → stress	20.268	0.386	4.164	4.867
Interferences → stress	22.520	0.466	4.323	5.210
Coping with pain → support	0.021	0.171	0.010	2.201
Stress → support	-0.011	-0.605	0.002	-5.405
Interferences → catastrophizing	4.766	0.572	0.623	7.652
Interferences → depression	4.726	0.431	0.764	6.187
Support → depression	-5.379	-0.426	1.002	-5.368
Stress → depression	0.042	0.184	0.018	2.345
Catastrophizing → depression	0.293	0.221	0.072	4.052

Note. All critical ratios had significant results/paths.

Table 3

Squared Multiple Correlations (SMCs) for the Endogenous Variables in the Respecified Model

Predictor to endogenous variable	SMC
Interferences	0.672
Stress	0.366
Catastrophizing	0.327
Social and family support	0.423
Depression	0.907

Note. Catastrophizing is a measured variable. Interferences, stress, social and family support, and depression are latent variables.

Depression was predicted by interferences, catastrophizing, stress, and social and family support, and 91% of the variance in depression was accounted for by those four predictors.

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (Squared Multiple Correlation) ^{BA603}

ความสัมพันธ์ของอิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และโดยรวม ของตัวแปรที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อผักสด PG.

ตัวแปรตาม	R ²	อิทธิพล	AVAI	PV	HC	TRU	SN	PBC
INT	.72	ทางตรง	-	-	.084	-	.209	.553
		ทางอ้อม	-.001	.457	.191	.537	.248	.024
		รวม	-.001	.457	.273	.537	.457	.576
ATT	.73	ทางตรง	-	.107	-	.525	.178	.173
		ทางอ้อม	.074	.482	.121	.221	.067	-
		รวม	.074	.589	.121	.746	.245	.173
PBC	.53	ทางตรง	-.119	.211	.163	.207	.389	-
		ทางอ้อม	.063	.300	.086	.294	-	-
		รวม	-.055	.511	.249	.502	.389	-
SN	.43	ทางตรง	-	-	.106	.757	-	-
		ทางอ้อม	.096	.452	.068	-	-	-
		รวม	.096	.452	.174	.757	-	-
TRU	.48	ทางตรง	.127	.598	.090	-	-	-
		ทางอ้อม	-	-	-	-	-	-
		รวม	.127	.598	.090	-	-	-

หมายเหตุ ค่า R² = .19 คือ ระดับต่ำ, R² = .33 คือ ระดับปานกลาง, R² = .67 คือ ระดับสูง (Chin, 199

- ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (Squared Multiple Correlation หรือ SMC) บอกให้ทราบถึงสัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรที่ถูกทำนายได้ภายในแบบจำลอง ซึ่งทำหน้าที่เป็นค่า R² สำหรับตัวแปรตาม (endogenous variables) และเป็นตัวชี้วัดความน่าเชื่อถือ (reliability) ของตัวแปรสังเกตได้ (observed variables) ในบริบทของโมเดลการวัด (measurement model)
 - เช่น ตัวแปรอิสระ AVAI PV HC TRU SN and PBC สามารถประมาณการ INT ได้ 72% (สัดส่วนความแปรปรวนของ INT สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรสังเกตได้ถึง 72% ของความแปรปรวนทั้งหมดของ INT)