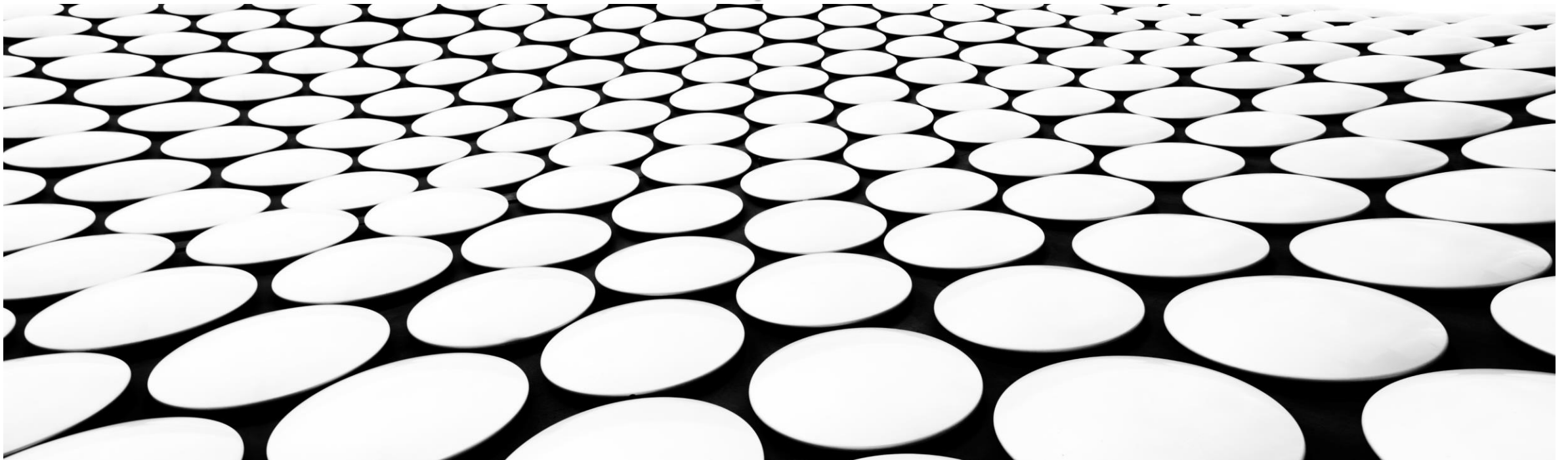


STRUCTURAL EQUATION MODELING – SEM

WITH

Mplus



ดร.ธรรมรัตน์ จังศิริวัฒนา

thamarat.jan@kbu.ac.th

☎ 083-324-6451

- Ph.D. (HRD, International program), NIDA (NIDA scholarship)
- MSc. (HROD), NIDA
- B.A. (English), Ramkhamhaeng University

- Areas of expertise; HRM, HRD, Leadership, Cultural management

Jangsiriwattana, T. (in press). Relationship between cultural intelligence and self-adjustment in the airline industry. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*

Jangsiriwattana, T. (2019). The relationship between transformational and transactional leadership: Employee perception of organizational performance and work engagement. *Journal of International Academy for Case Studies*, 25(3), 1-10

Jangsiriwattana, T., & Tulwatana, S. (2019). The validation of the organizational commitment measurement scale: A cross cultural application in the aviation sector in Thailand. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 5(2), 44-52.

Jangsiriwattana, T., Salman, S., & Jiantreeangkool, B. (2018). Ethical decision-making Model for Thai context. *International Journal of Human Resource Studies*, 8(2), 337-350.

Jangsiriwattana, T. (2017). The structural relationship between HRM practices, organizational citizenship behaviors, and turnover intention: A case study of a civil aviation organization in Thailand. *International Journal of Management and Applied Sciences*, 3(10), 65-70.

Jangsiriwattana, T. (2016). Quality of work life of Thai flight attendant: A case study. *Proceedings of the Universal Academic Cluster International in May Conference*.

ULTIMATE OBJECTIVES

- เขียนคำสั่งในโปรแกรม MPLUS เพื่อการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง
- สามารถปฏิบัติการวิเคราะห์สมการโครงสร้างในงานวิจัยด้วย Mplus ได้ตามลำดับ
- สามารถปรับรูปแบบโมเดลในการวิเคราะห์สมการโครงสร้างในงานวิจัยด้วย Mplus ได้

REFERENCES

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). New Jersey. Upper Saddle River.
- Hancock, G. R., & Mueller, R. O. (2013). *Structural equation modelling a second course* (2nd ed.). Charlotte. Information Age Publishing.
- Kline, R. B. (2011). *Principle and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York. The Guildford Press.

CHECKLIST FOR QUANTITATIVE RESEARCH REPORT (NIMON, 2017)

- Descriptive statistics
- Construct validity (AVE, CR, Cronbach's alpha etc.)
- Tests of SEM models
- Tests of indirect effects
- Nested models
- Tests of measurement invariance
- Instrument development

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการโครงสร้าง

- เป็นสถิติประเภทพหุตัวแปร (Multivariate statistics) ที่บูรณาการเทคนิคการวิเคราะห์ 2 อย่างเข้าด้วยกัน คือ
 - การวิเคราะห์การถดถอย และ (Regression)
 - การวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน (Confirmatory factor analysis, CFA)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการโครงสร้าง

- SEM เป็นการรวมเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติหลาย ๆ วิธีไว้ และทำการวิเคราะห์ในคราวเดียวกัน ประกอบด้วย
 - การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis)
 - การวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis)
 - การวิเคราะห์ถดถอย (Regression)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการโครงสร้าง

ชื่อต่าง ๆ ที่ใช้เรียกสมการโครงสร้าง

- Covariance structure analysis
- Analysis of moment structures
- Analysis of linear structural relationship (LISREL)
- Causal modeling

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการโครงสร้าง

SOFTWARE FOR SEM

■ LISREL

■ Mplus

■ Amos

■ R

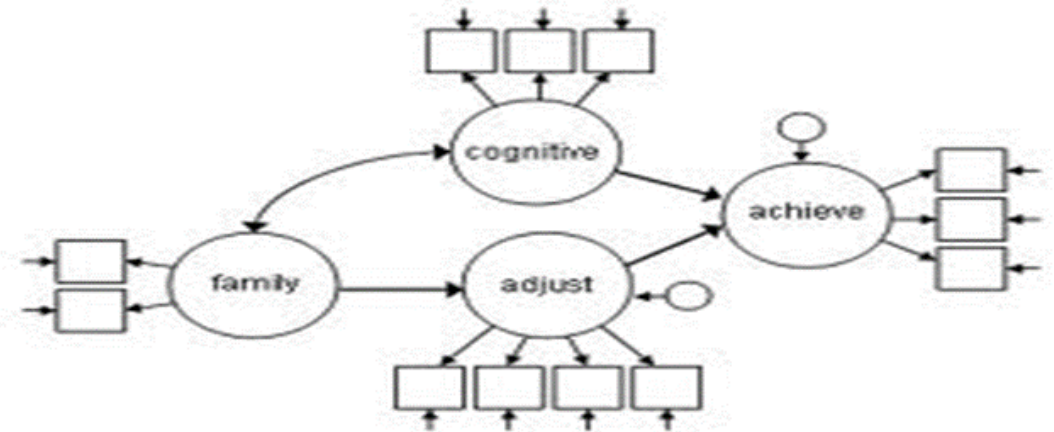
■ PLS (Partial least square)

Covariance-based SEM มีข้อจำกัดเรื่องจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

Component-based SEM สามารถวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยได้

คำถามการวิจัยที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ด้วย SEM

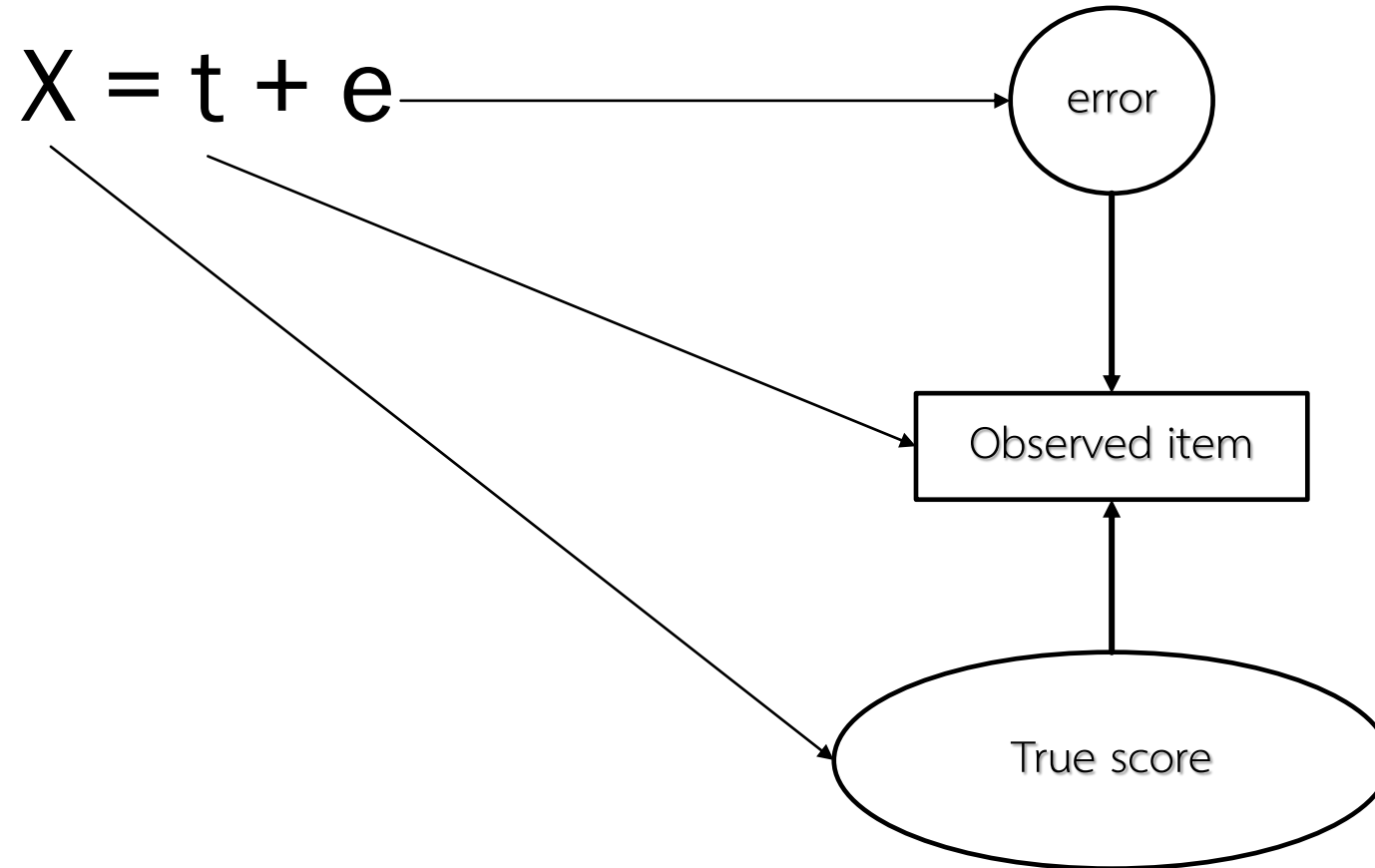
- Involve complex, multi-faceted constructs that are measured with error
- That specify system of relationship (กรอบแนวคิดที่ประกอบด้วยตัวแปรหลายตัว)
- Focus on indirect (mediated) and direct effects of variables



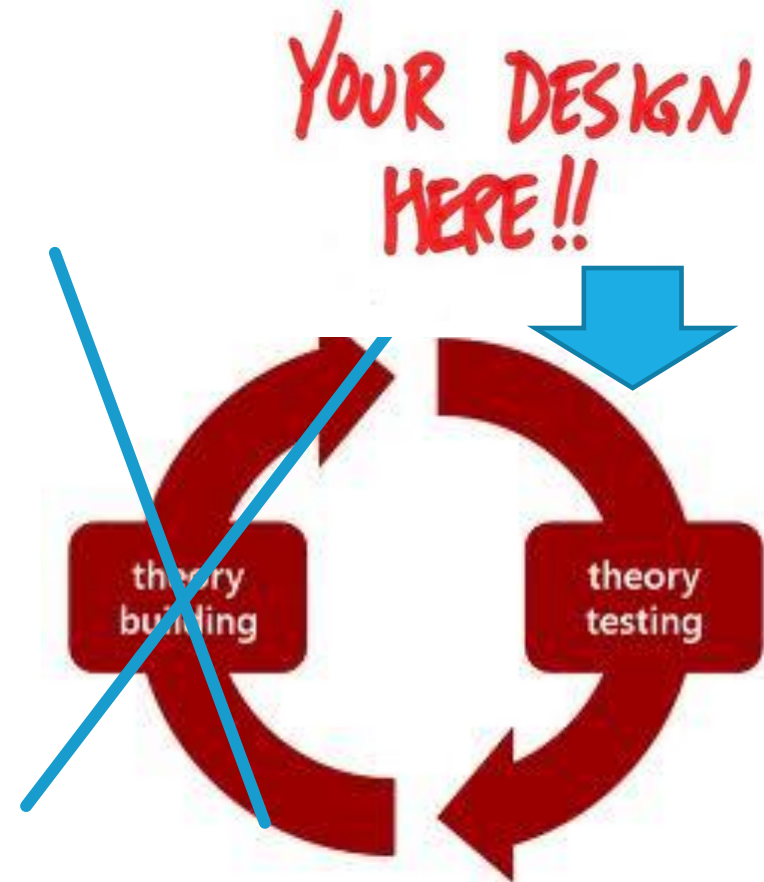
ลักษณะเด่นของสมการโครงสร้าง

□ การคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัด (Measurement error)

และการวิเคราะห์ที่มีตัวแปรแฝง



- SEM...เป็นสถิติที่ใช้เพื่อยืนยัน หรือทดสอบทฤษฎีมากกว่าสร้างทฤษฎี

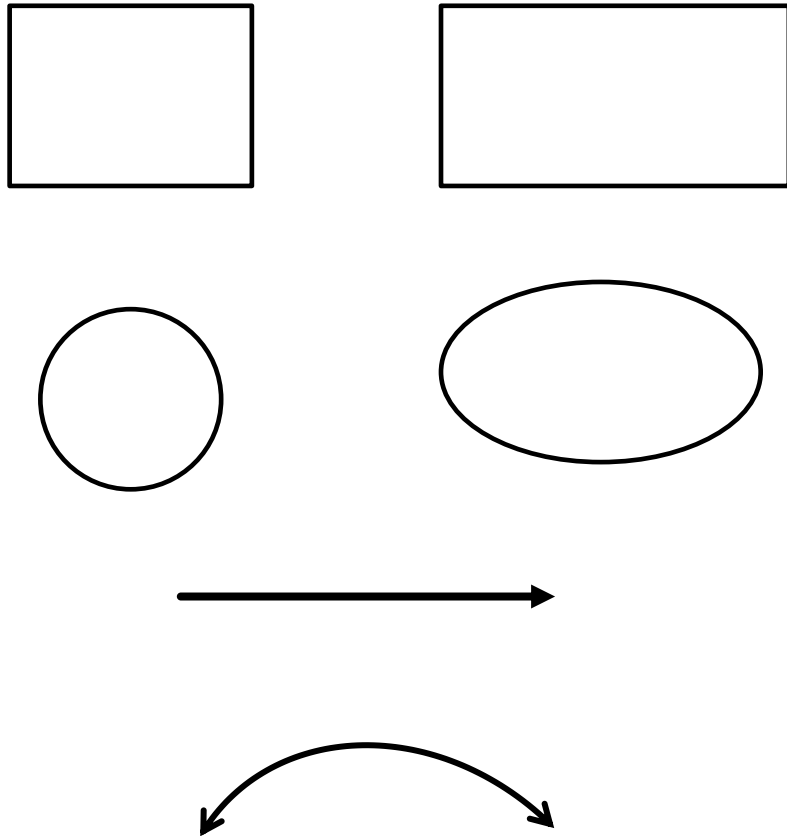


Garson (2009). *Structural Equation Modeling*.



ตัวแปร และ สัญลักษณืต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ SEM

ลักษณะของโมเดล



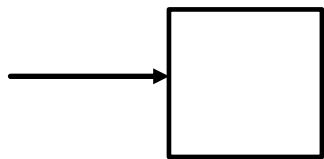
ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝง หรือ องค์ประกอบ

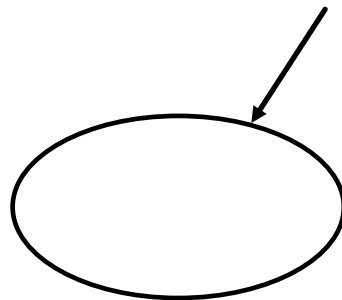
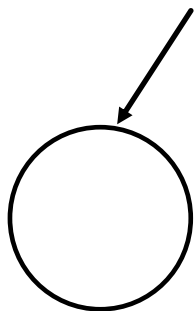
อิทธิพล (Regression)

ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน (Correlation)

ลักษณะของโมเดล

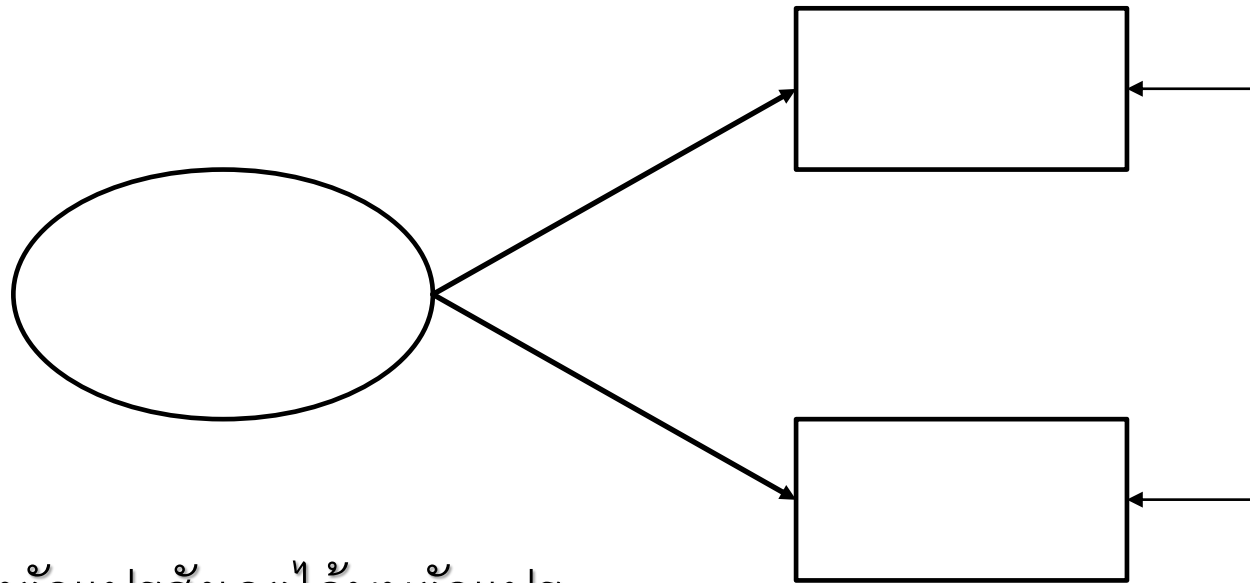


ความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปร
สังเกตได้



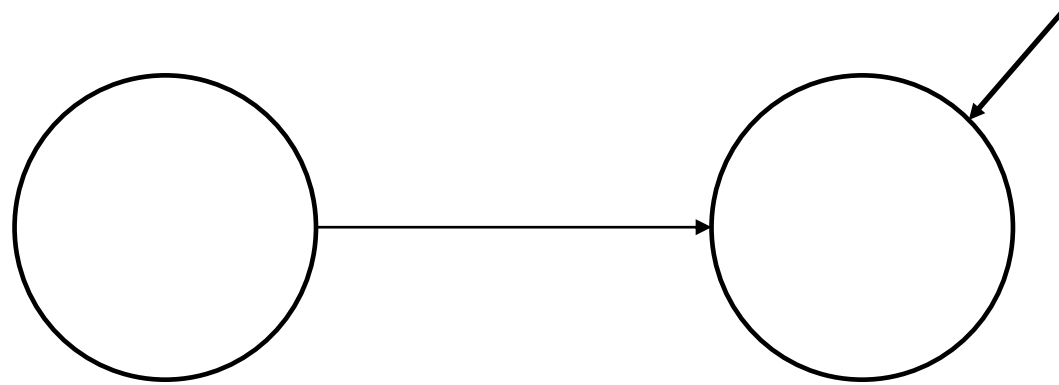
ความคลาดเคลื่อนของการทำนายตัวแปร
แฝงหรือองค์ประกอบ

ลักษณะของโมเดล



สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง หรือ สัญลักษณ์ขององค์ประกอบโดยตัวแปรสังเกตได้มีความคลาดเคลื่อนในการวัด

ลักษณะของโมเดล

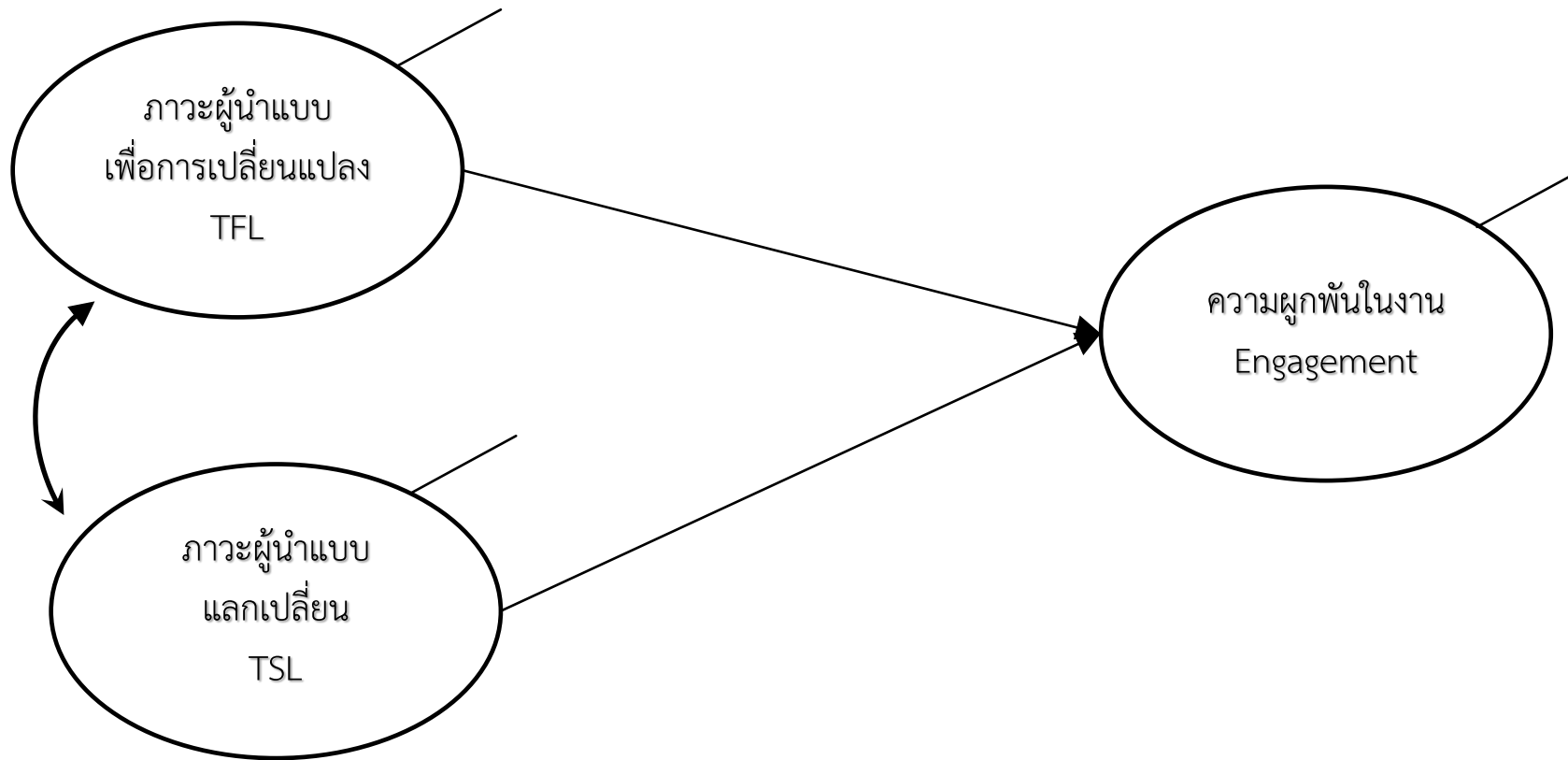


สัมพันธ์ที่ถดถอยขององค์ประกอบหนึ่งบนอีกองค์ประกอบหนึ่ง
หรือ สัญลักษณ์ของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

กรอบแนวคิดแบบไหนที่เหมาะสมกับการใช้ SEM

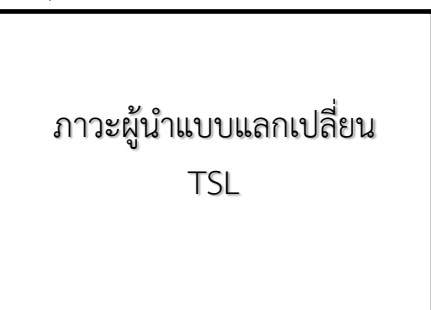
ตัวแปรแฝงภายนอก

ตัวแปรแฝงภายใน



เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วย SPSS

ตัวแปรแฝงภายนอก



ตัวแปรแฝงภายใน



ดัชนีที่นิยมใช้ตรวจสอบความกลมกลืน (GOODNESS OF FIT STATISTICS)

- ค่า chi-square ควรไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$)
- ค่า chi-square/df ไม่ควรเกิน 2
- ค่า RMSEA (Root square mean error of approximation) ควรต่ำกว่า .07
- SRMR (Standardized root mean square residual) ควรน้อยกว่า .08
- CFI (Comparative fit index) ควรมีค่ามากกว่า .95
- TLI (Tucker-Lewis index) ควรมีค่ามากกว่า .95
- NFI (Norm fit index) ควรมากกว่า .95
- NNFI (Non-norm fit index) ควรมากกว่า .95

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ โปรแกรม Mplus

โปรแกรม Mplus

By

Linda K. Muthen

Bengt O. Muthen

www.statmodel.com

Last updated: February 17, 2020

MPLUS

- Mplus at a Glance
- General Description
- Mplus Programs
- Pricing
- Version History
- System Requirements
- Platforms
- FAQ

MPLUS DEMO VERSION

TRAINING

- Short Courses
- Short Course Videos and Handouts
- Web Training
- Mplus YouTube Channel

DOCUMENTATION

- Mplus User's Guide
- Mplus Diagrammer
- Technical Appendices
- Mplus Web Notes
- User's Guide Examples
- Mplus Book
- Mplus Book Examples
- Mplus Book Errata

ANALYSES/RESEARCH

- Mplus Examples
- Papers
- References

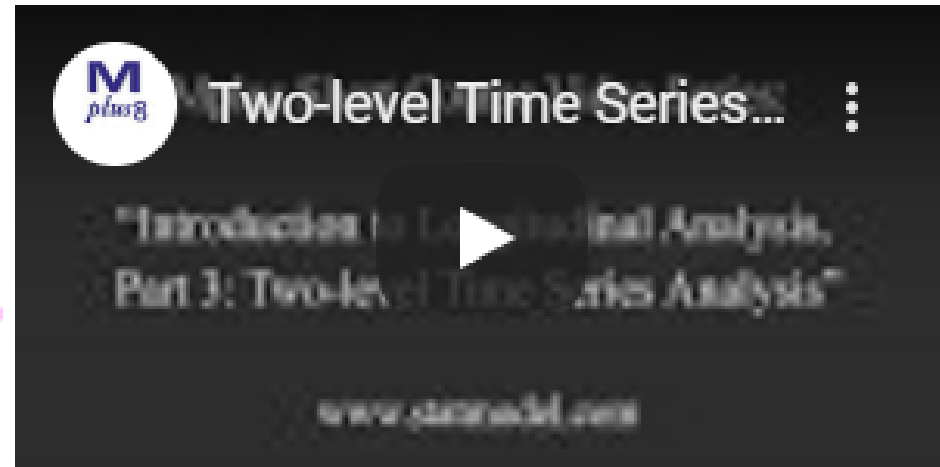
Mplus Version 8.4 Available

The Mplus offices will be closed March 24, 2020 through March 30, 2020. Ordering will be suspended during this time. Mplus technical support will be available during this time.

Latest News

- Mplus Version 8.4 is now available. Mplus Version 8.4 includes corrections to minor problems that have been found since the release of Version 8.3 in April, 2019 and the following [new features](#). Registered users who purchased Mplus within the last year and

Mplus [Papers](#)
Using Special Mplus Features



Introduction to Longitudinal Analysis, Part 3
Presented by Bengt Muthén, recorded at Johns Hopkins University, August 17, 2017

[Video Handout*](#), [Background Reading](#)

*slides 42-52 in handout

Mplus Demo Version

Demo Version 8.4

Mplus Version 8.4 Demo is now available for download at no cost for [Windows](#) operating systems, [Mac OS X](#), and [Linux operating systems](#). The demo version contains all of the capabilities of the regular version of Mplus. They include:

- Linear regression with multivariate outcomes
- Probit regression for binary and ordered categorical variables with multivariate outcomes
- Logistic regression for binary, ordered, and unordered categorical variables
- Path analysis
- Exploratory and confirmatory factor analysis
- Confirmatory factor analysis with covariates
- General structural equation modeling
- Growth modeling
- Survival analysis
- Time series analysis
- Multilevel modeling
- General latent variable mixture modeling

The Mplus Demo Version is limited only by the number of variables that can be used in an analysis. Following are the limitations:

- Maximum number of dependent variables: 6
- Maximum number of independent variables: 2
- Maximum number of between variables in two-level analysis: 2
- Maximum number of continuous latent variables in time series analysis: 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ โปรแกรม Mplus

- เป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation modeling: SEM)

ที่แก้ไขจำกัดของโปรแกรมอื่น

ศักยภาพของโปรแกรม Mplus

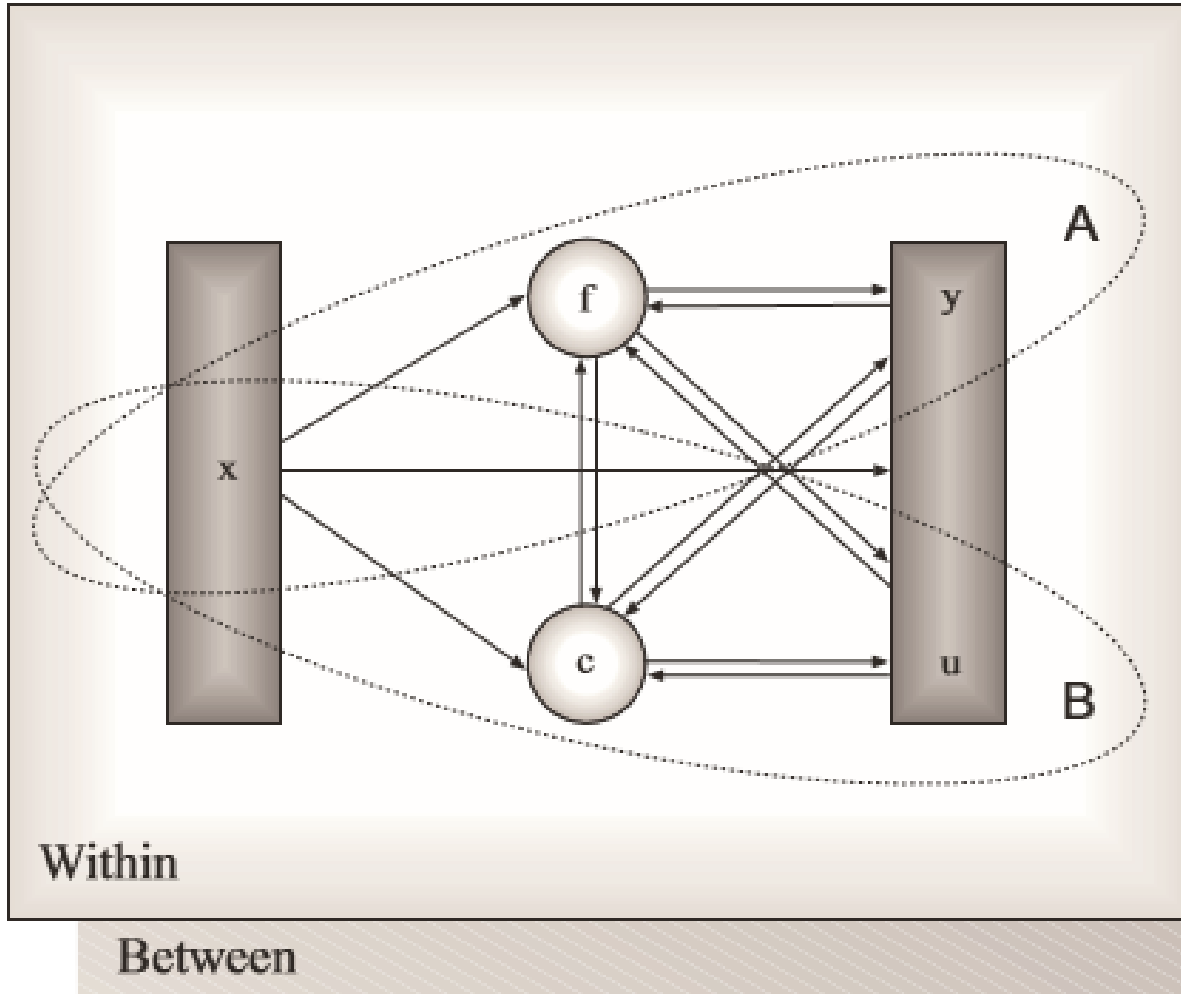
ลักษณะโมเดลที่วิเคราะห์

- Exploratory factor analysis (EFA)^{***}
- Confirmatory factor analysis (CFA)
- Structural equation modeling (SEM)
- Growth model
- Multilevel modeling
- Multiple group analysis

ศักยภาพของโปรแกรม Mplus

ลักษณะของข้อมูลที่วิเคราะห์

- Categorical observed variables (nominal)
- Continuous observed variables
- Categorical latent variables
- Continuous latent variables



X = cont. observed v.

Y = cont. observed v.

U = cat. observed v.

f = cont. latent v.

c = cat. latent v.

A = model with only cont. latent variables

B = model with only cat. latent variables

$A\&B$ = model with cont. and cat. latent variables

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

■ Transformational leadership

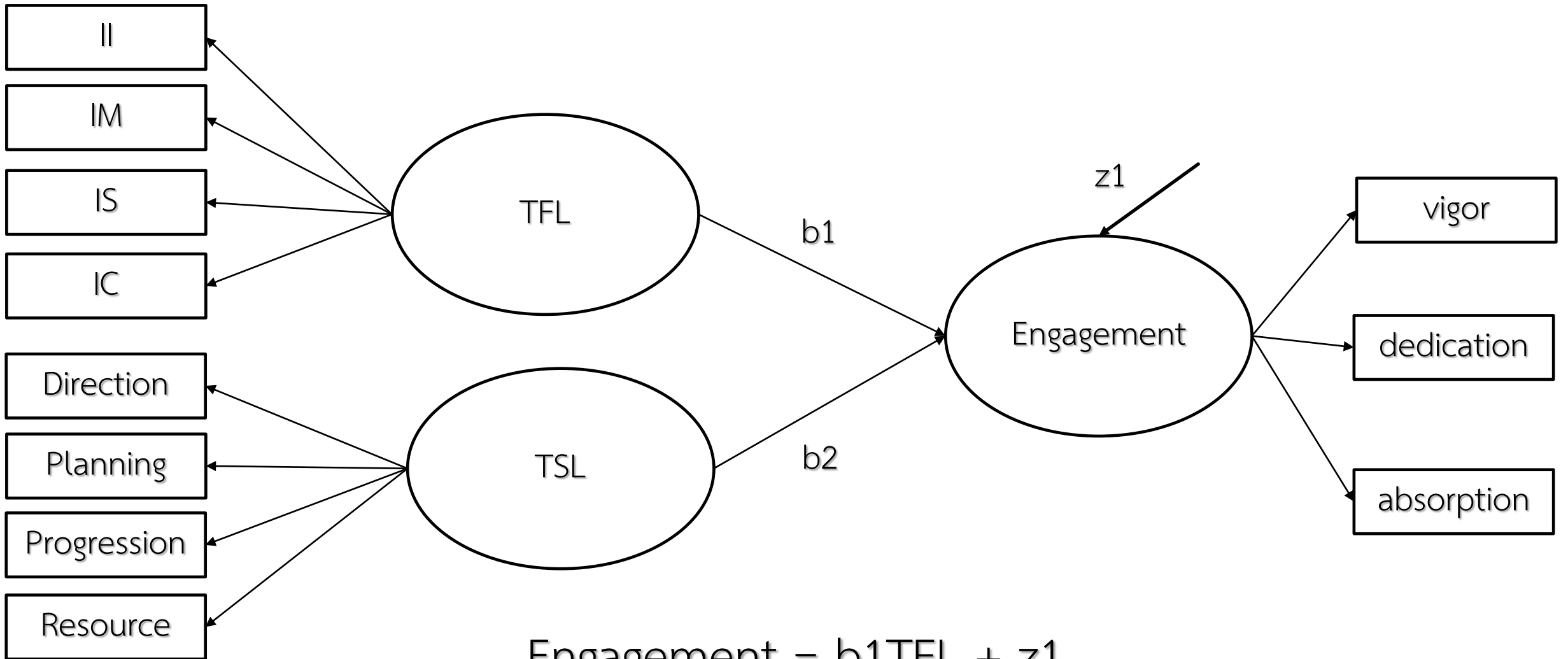
- Idealized influence – II
- Inspirational motivation – IM
- Intellectual stimulation – IS
- Individualized consideration - IC

■ Transactional leadership

- Giving direction – Direction
- Planning
- Progression
- Resource allocation - Resource

■ Employee work engagement

- Vigor
- Dedication
- Absorption



$$\text{Engagement} = b_1\text{TFL} + z_1$$

$$\text{Engagement} = b_2\text{TSL} + z_1$$

การเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับการใช้งานในโปรแกรม Mplus

- SPSS
- Save as '.dat' ไฟล์เก็บข้อมูลต้องเป็น Text file (.dat)
- จำนวนตัวแปรไม่เกิน 500 ตัว
- ความยาวของ Record ไม่เกิน 5000

คำสั่งในภาษา Mplus

- TITLE
- DATA
- VARIABLE
- DEFINE
- ANALYSIS
- MODEL
- OUTPUT

(1) The TITLE: Command

เป็นคำสั่งสำหรับกำหนดชื่อเรื่องสำหรับการวิเคราะห์ (ความยาวไม่เกิน 80 ตัวอักษร)

(1) The TITLE: Command (cont.)

TITLE: The relationship between transformational and transactional leadership and subjective performance;

(2) The DATA: Command

เป็นคำสั่งสำหรับ

- กำหนดที่ตั้งของข้อมูลที่จะวิเคราะห์
- อธิบายรูปแบบและชนิดของข้อมูล
- ไฟล์เก็บข้อมูลต้องเป็น .dat
- จำนวนตัวแปรไม่เกิน 500 ตัว
- ความยาวของ record ไม่เกิน 5000

(3) The MODEL:

เป็นคำสั่งสำหรับระบุโมเดล

MODEL:

x by x1 x2 x3 x4;

y by y1 y2 y3 y4;

y on x;

DATA ANALYSIS

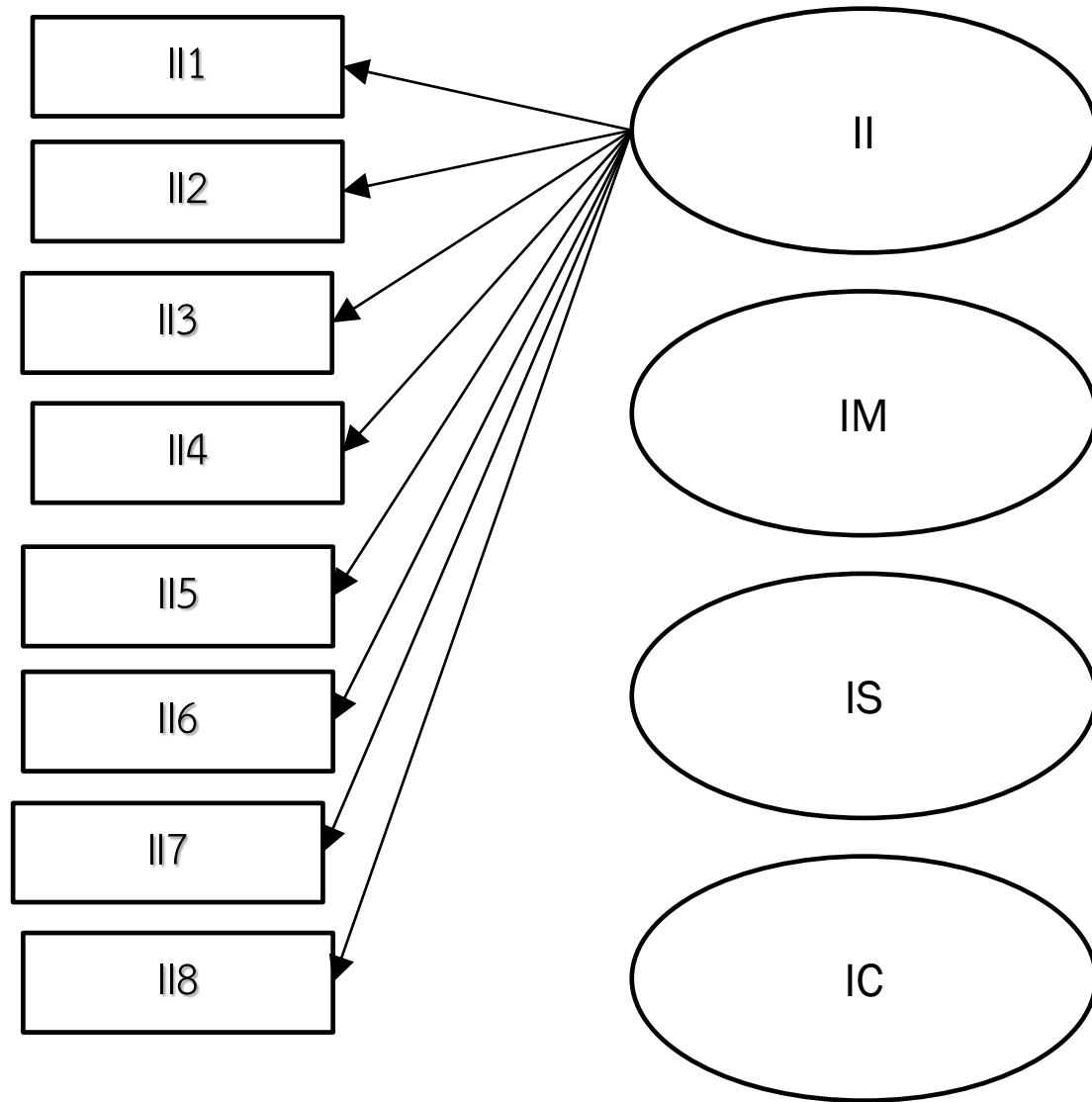
- First Order Confirmatory Factor Analysis
- Second Order Confirmatory Factor Analysis
- Measurement Model
- SEM Model for Hypothesis testing

อยู่ที่วิจารณ์งานของผู้วิจัย



FIRST ORDER CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS

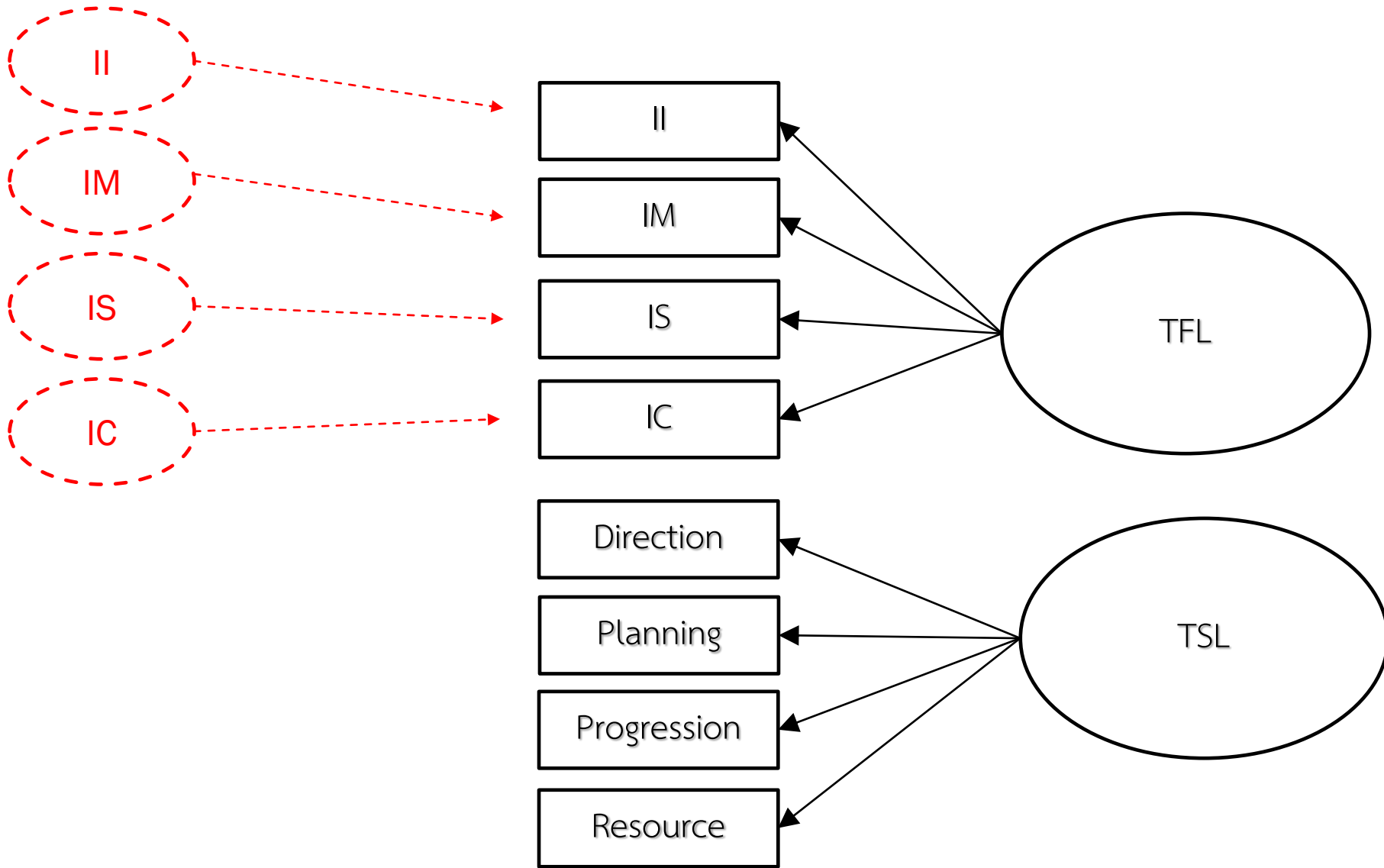






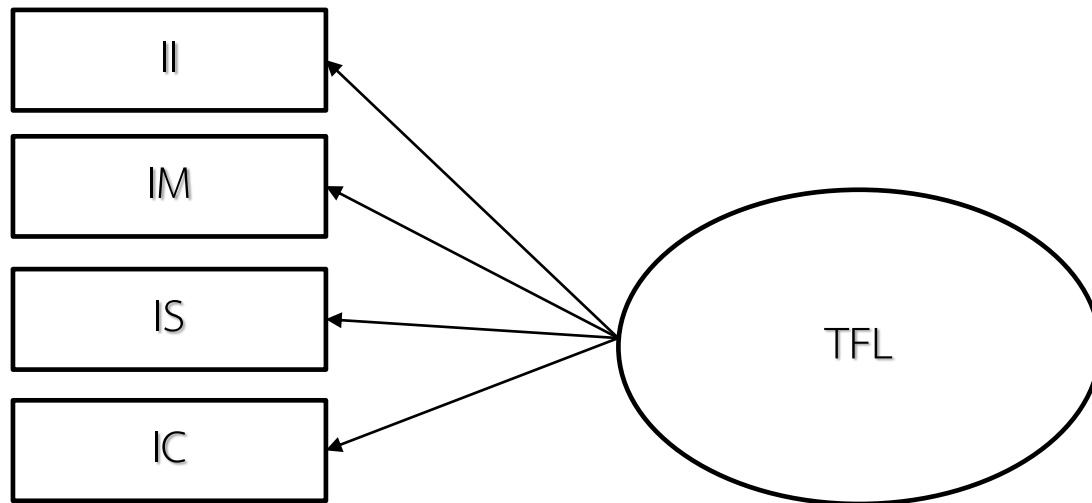
SECOND ORDER CONFIRMATORY ANALYSIS





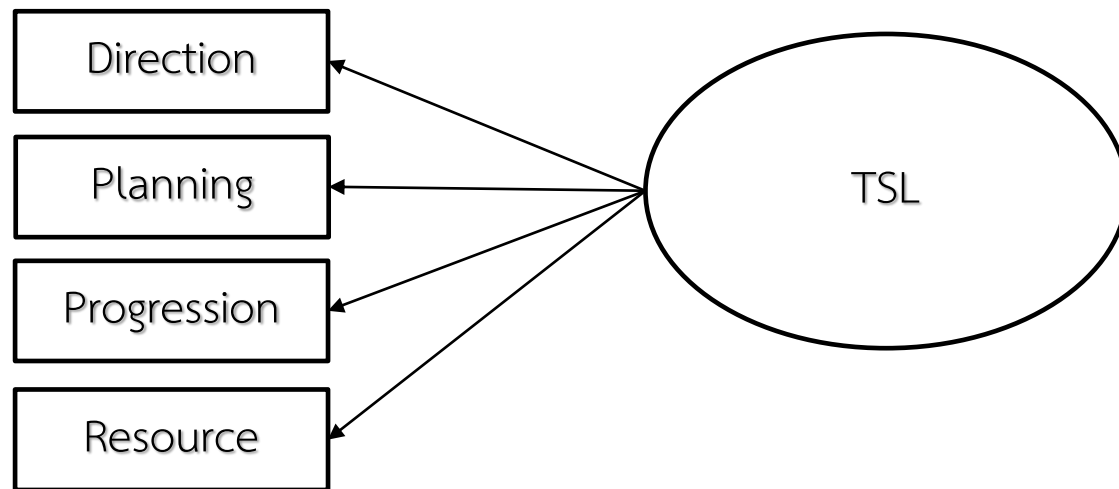
การระบุโมเดล

- Factor ใช้คำสั่ง “By” (Measured by)



MODEL:
tfl by ii im is ic;

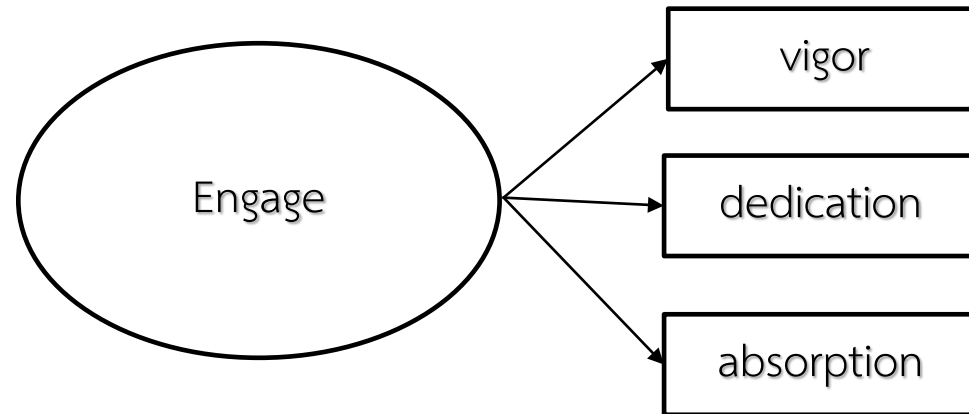
การระบุโมเดล



MODEL:

tsl by direction planning progression resource;

การระบุโมเดล

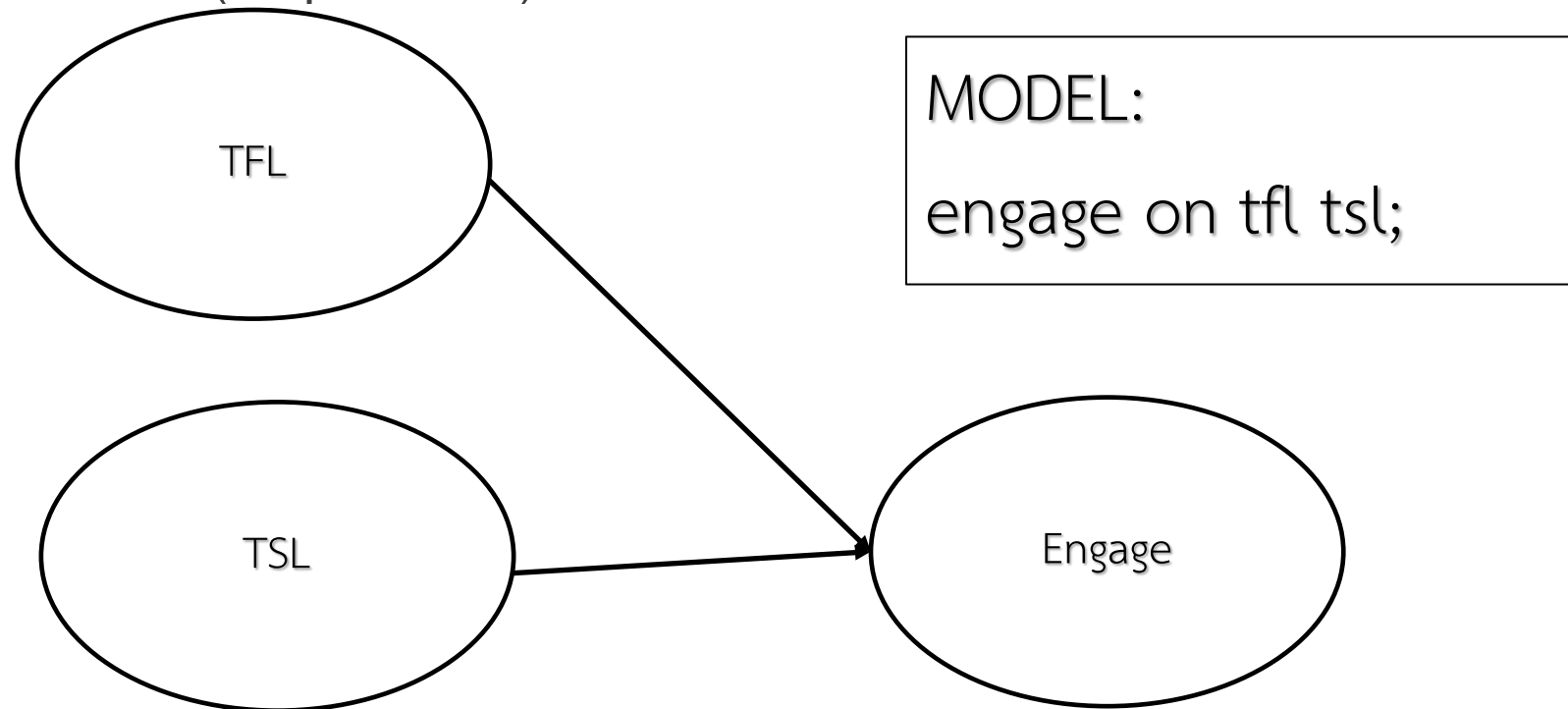


MODEL:

engage by vigor dedication absorption;

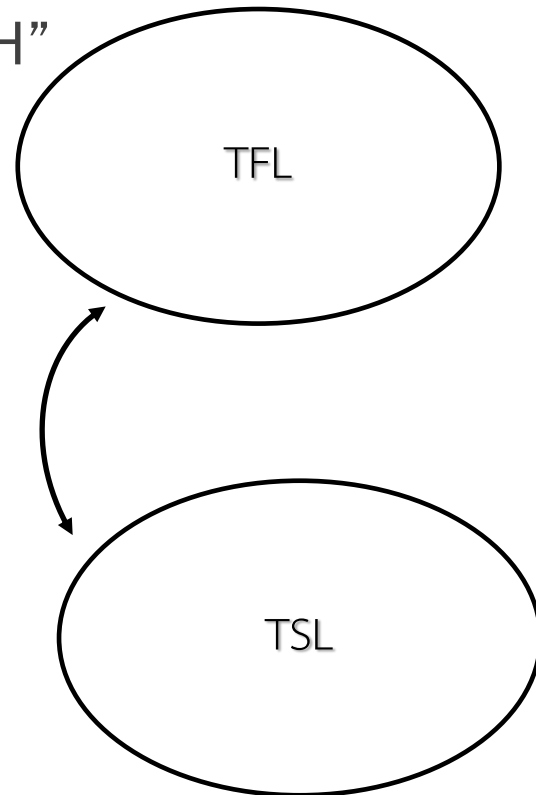
การระบุโมเดล

- Regression ใช้คำสั่ง “ON” (Depend on)



การระบุโมเดล

- Correlation ใช้คำสั่ง “WITH”

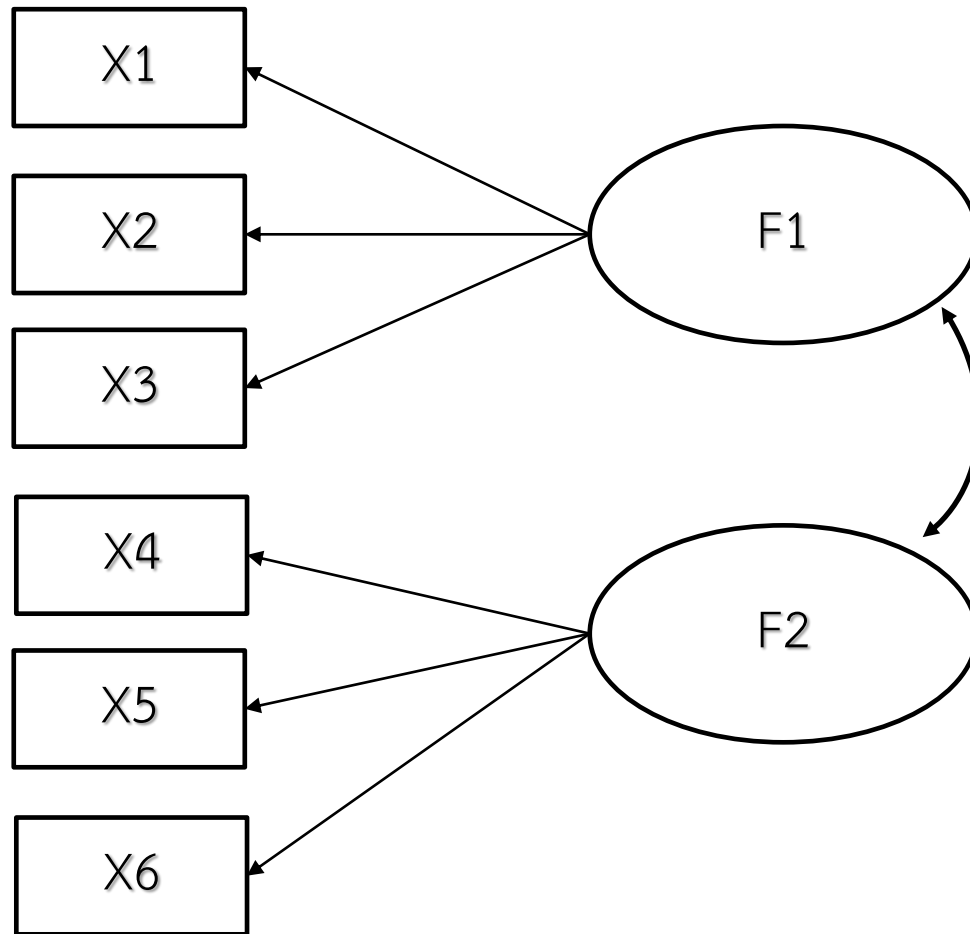


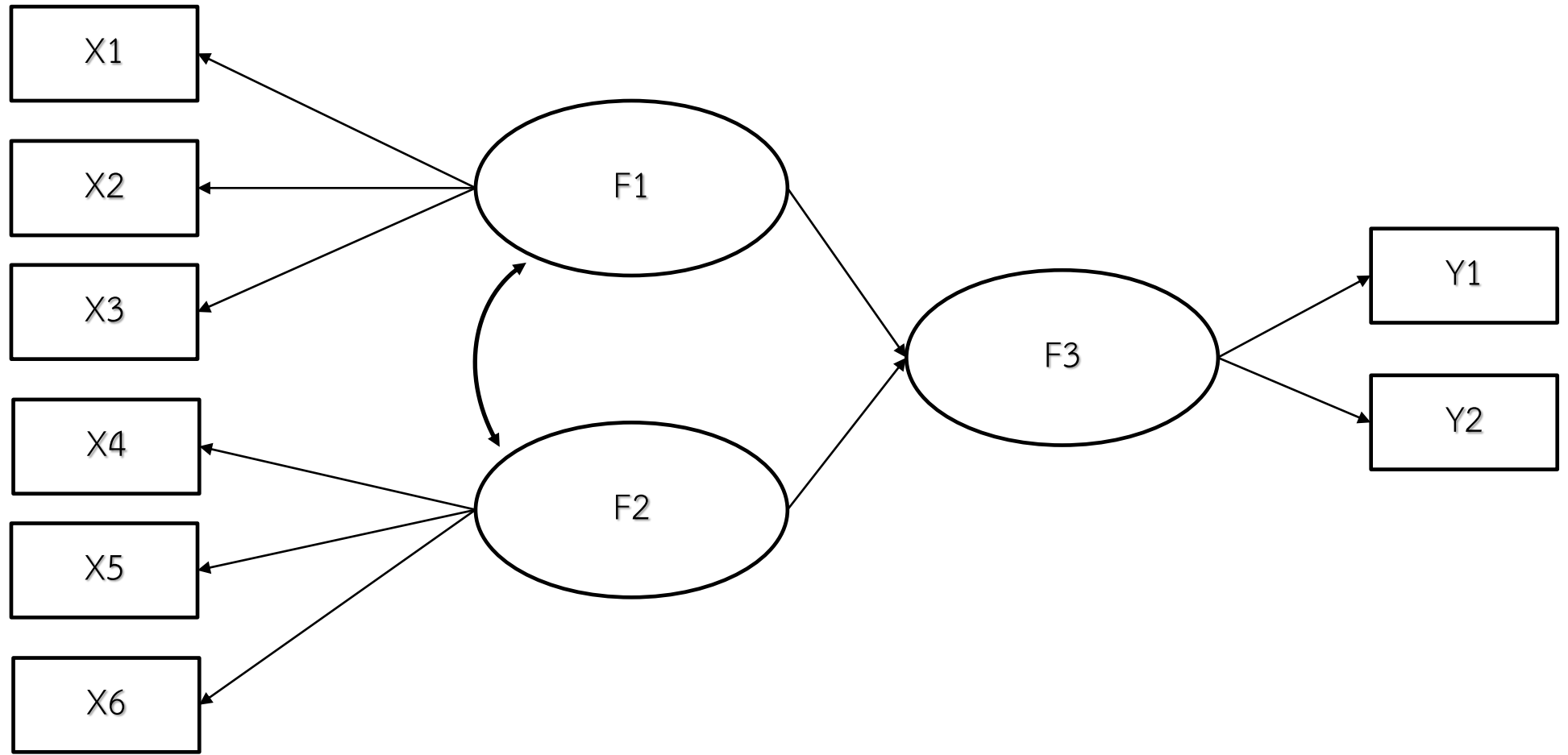
MODEL:
tfl with tsl;

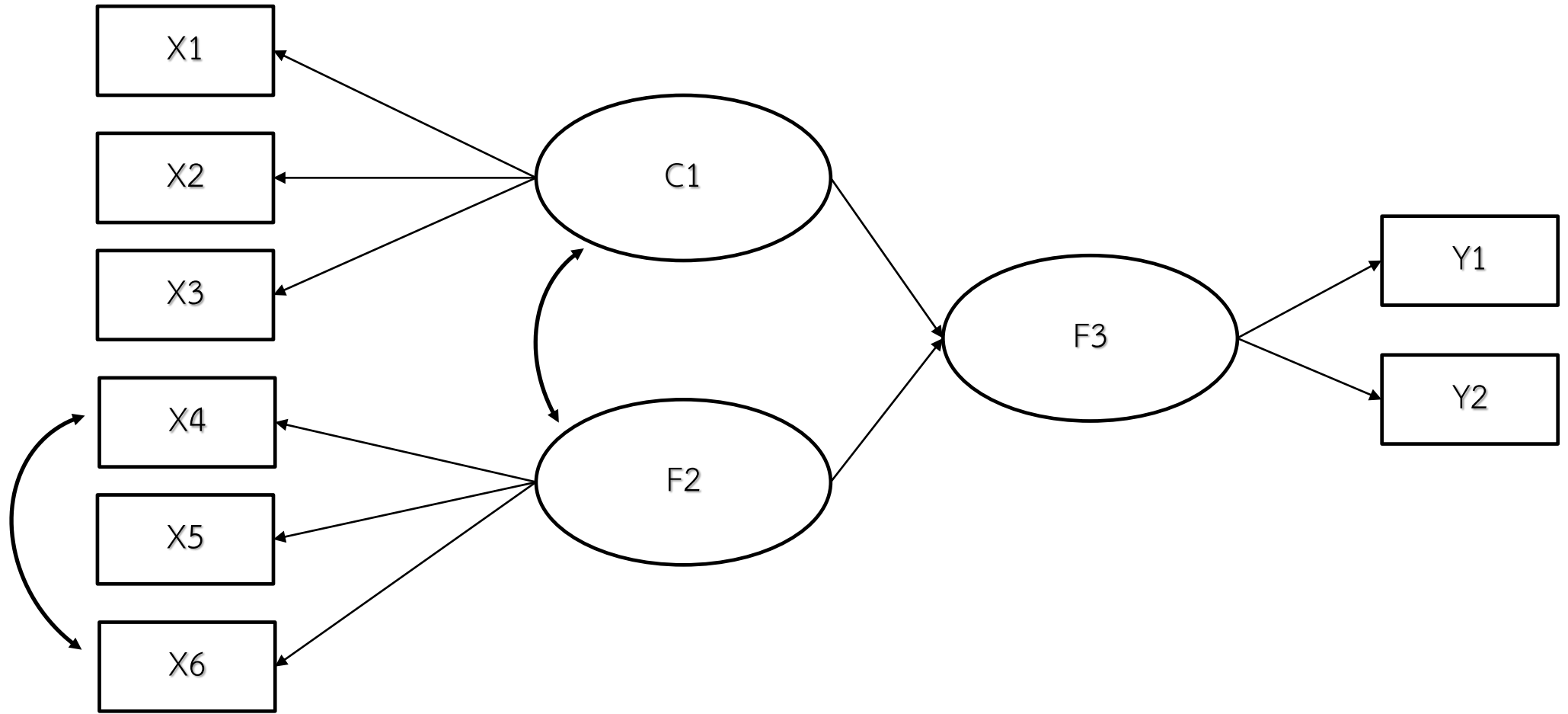


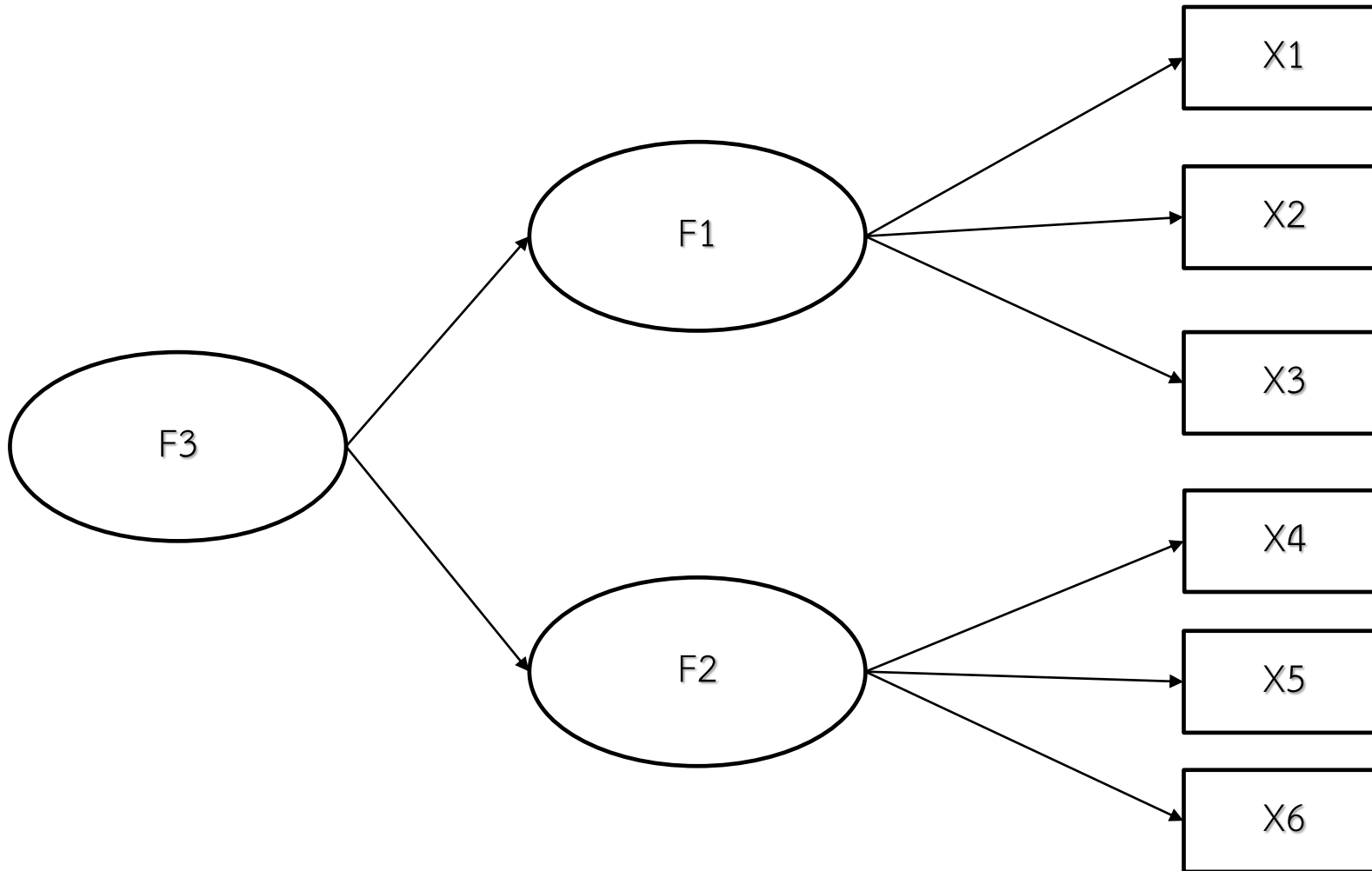
EXERCISE 1











MEASUREMENT MODEL

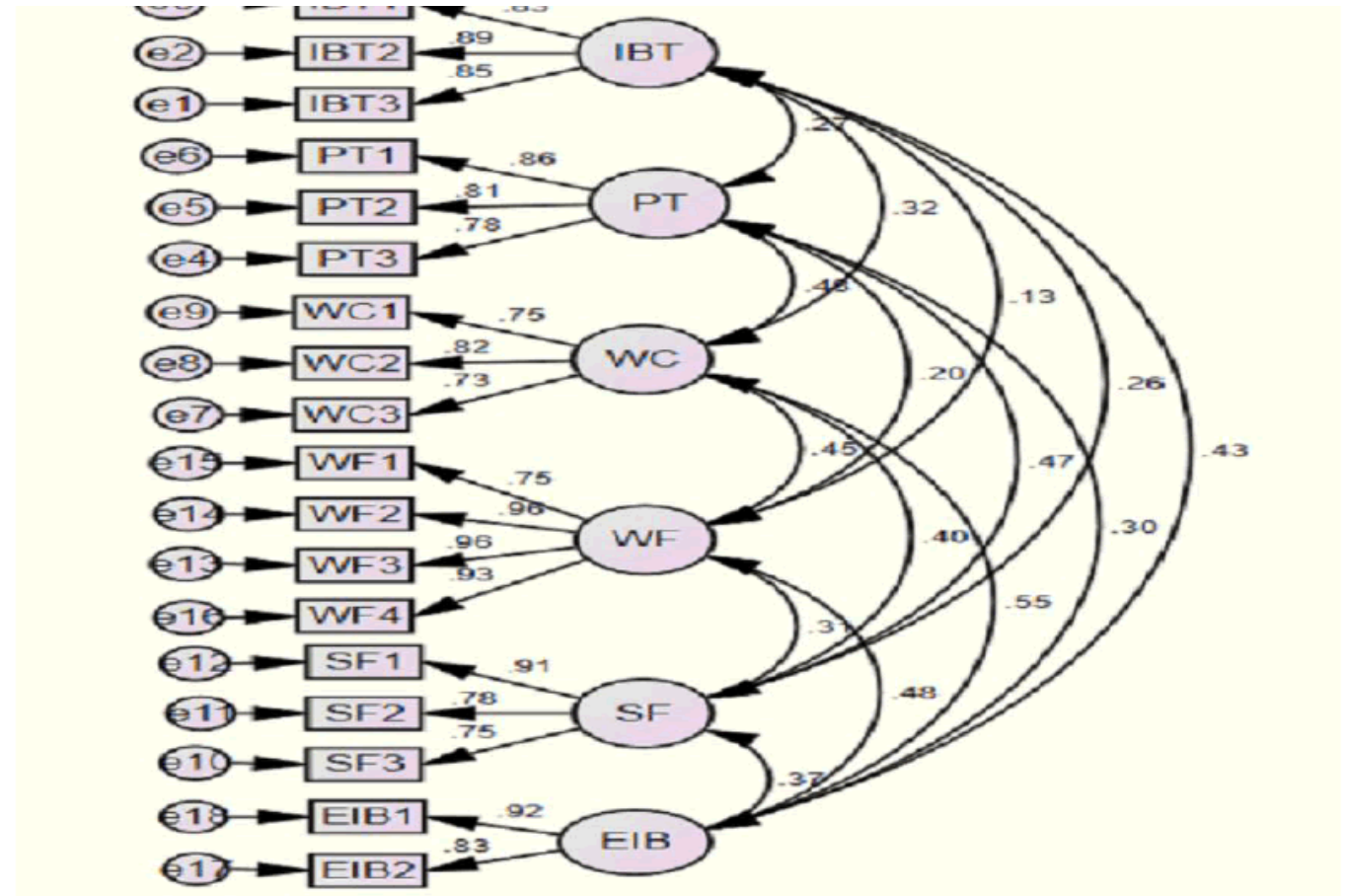
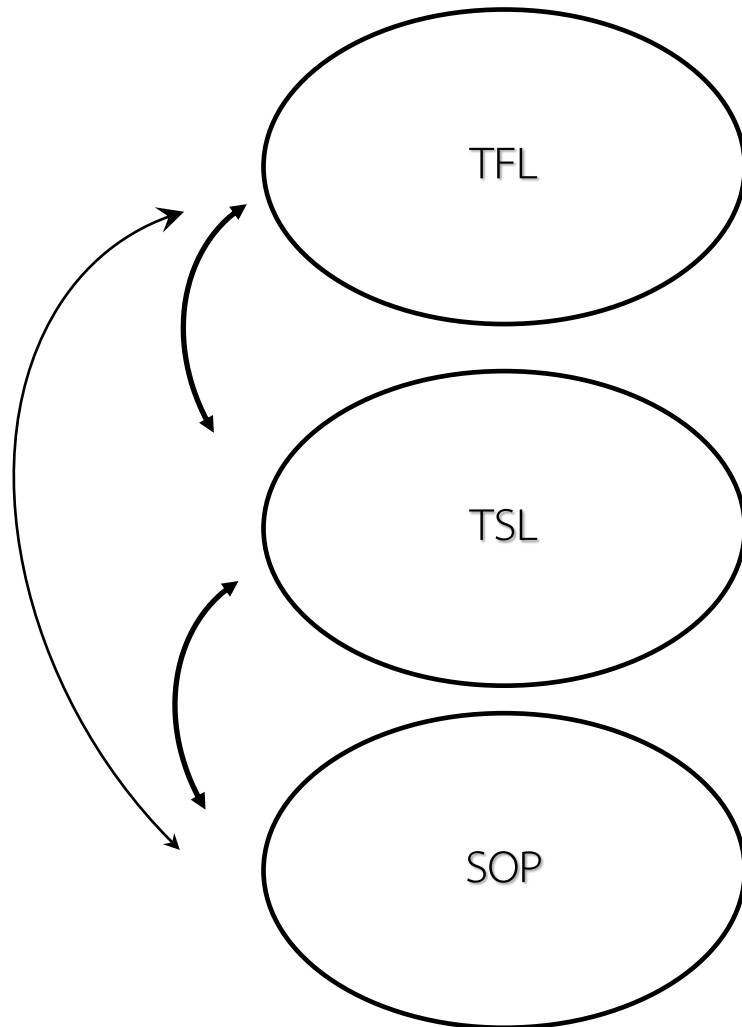


FIGURE 3
MEASUREMENT MODEL

CRITERIA

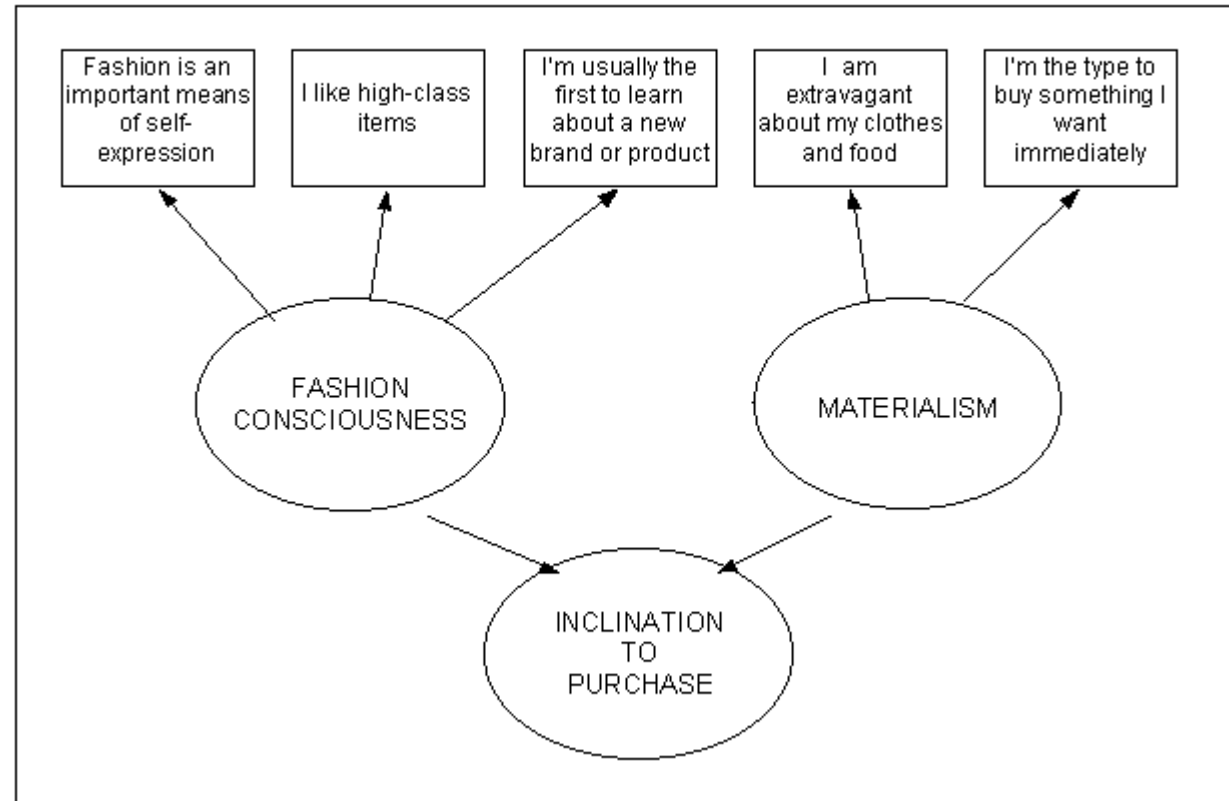
- ค่า chi-square ควรไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$)
- ค่า chi-square/df ไม่ควรเกิน 2
- ค่า RMSEA (Root square mean error of approximation) ควรต่ำกว่า .07
- CFI (Comparative fit index) ควรมีค่ามากกว่า .95
- TLI (Tucker-Lewis index) ควรมีค่ามากกว่า .95

MEASUREMENT MODEL

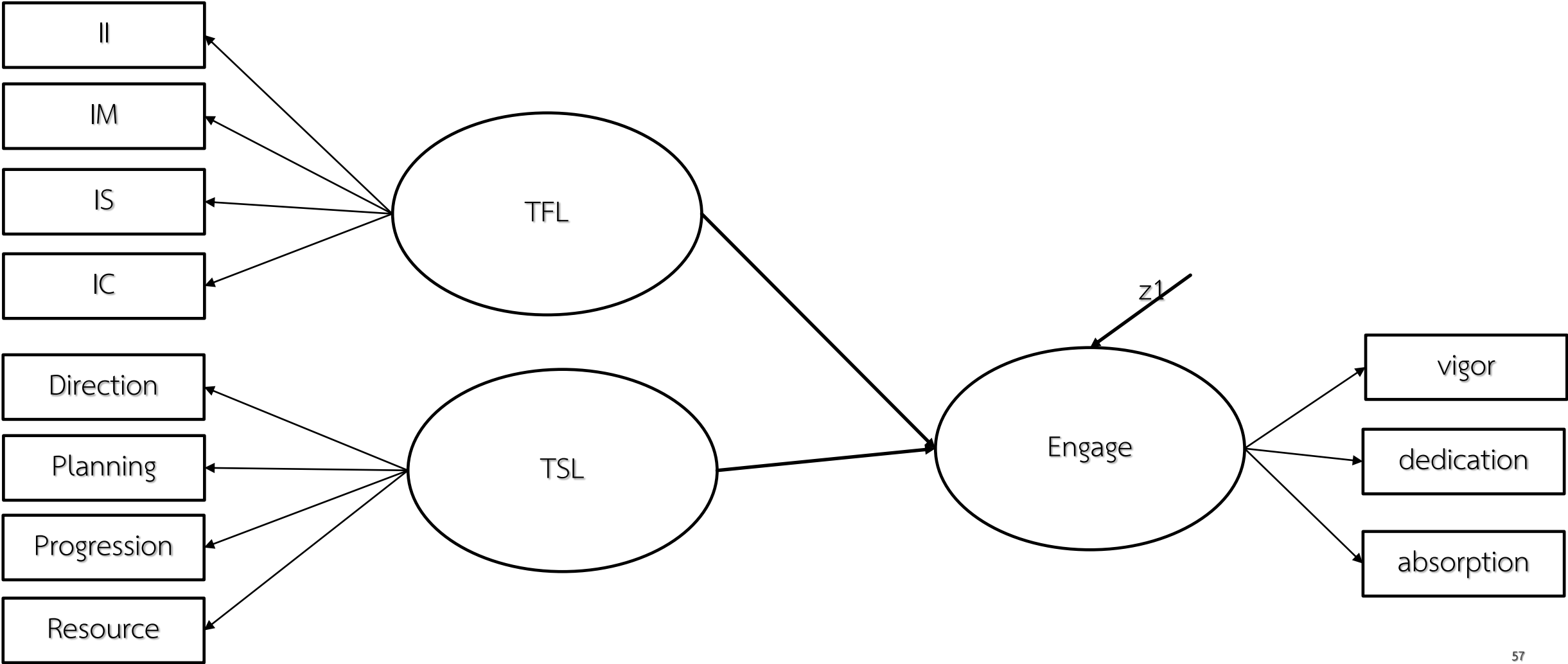


SEM MODEL

FIGURE 4



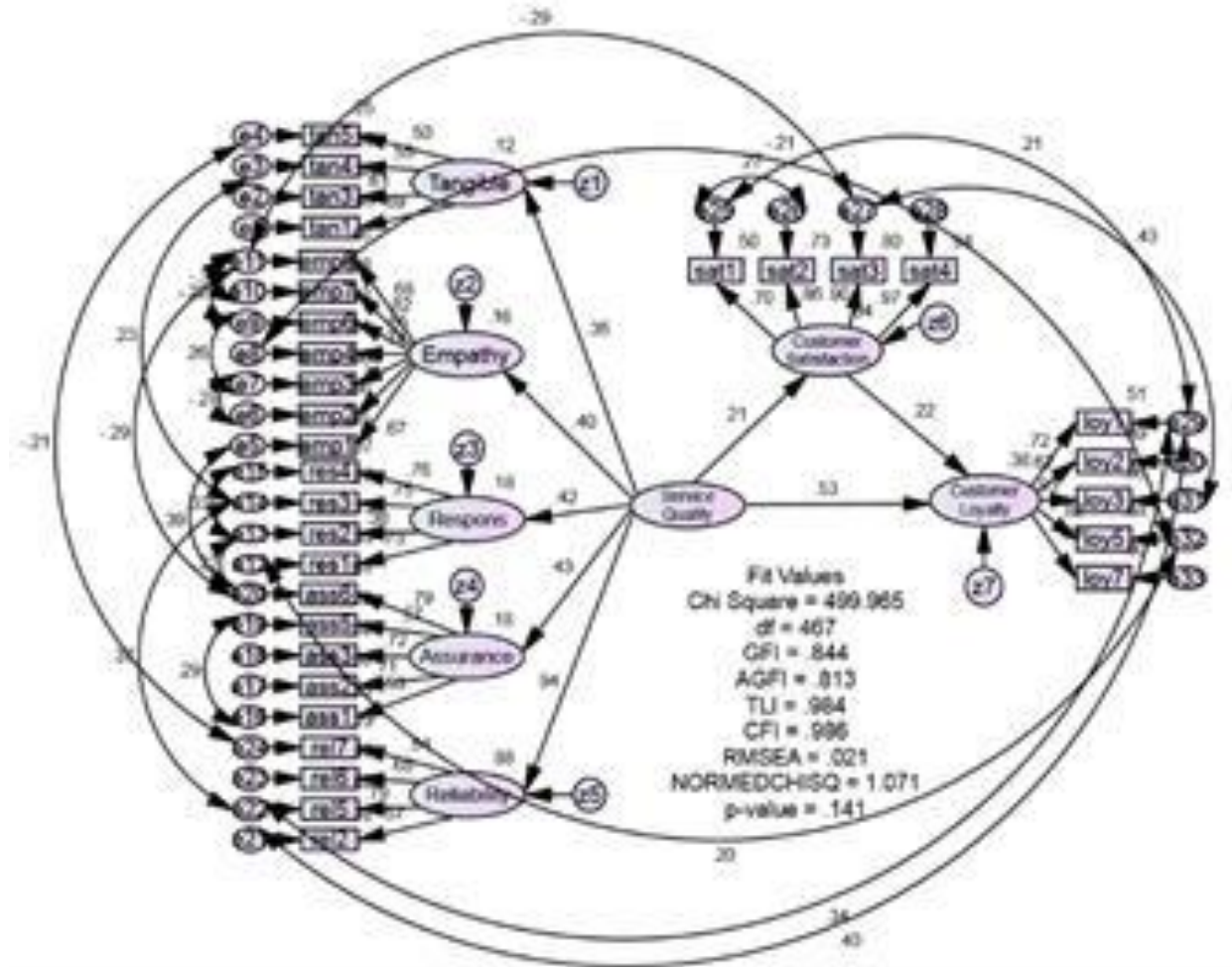
SEM MODEL





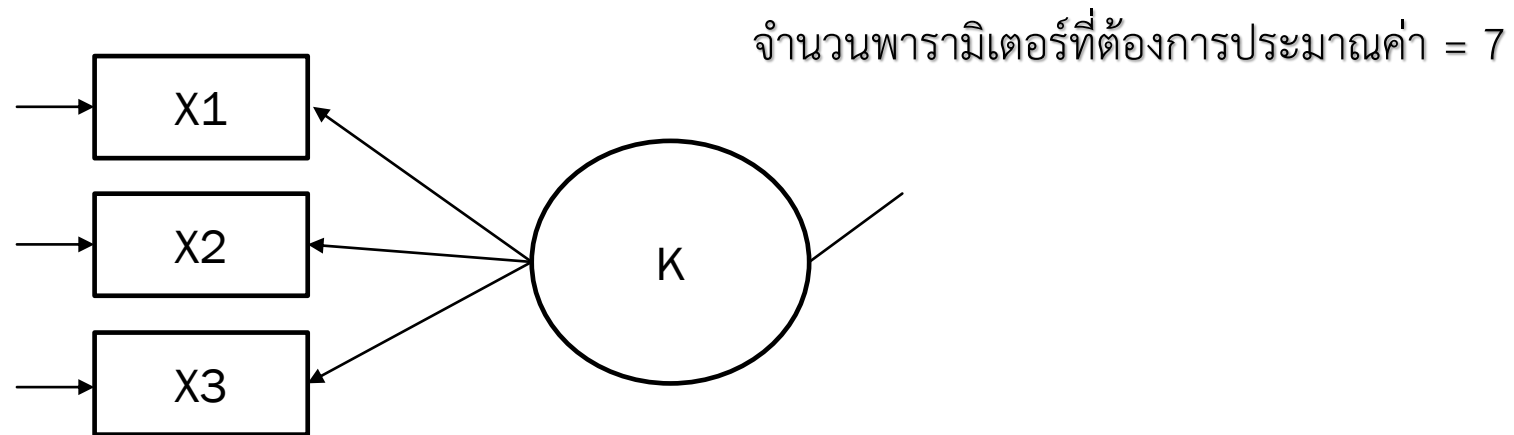
การปรับโมเดล กับ ข้อควรระวัง

MODEL MODIFICATION



MODEL IDENTIFICATION (การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล)

- เปรียบเทียบค่า $n(n+1)/2$ กับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า เมื่อ n คือจำนวนตัวแปรสังเกตได้ (observed variables) ทั้งหมดในโมเดล



JUST IDENTIFICATION (ไม่มีการประมาณค่า - โปรแกรมไม่วิเคราะห์)

- $n(n+1) / 2 =$ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

UNDER IDENTIFICATION (ไม่มีการประมาณค่า - โปรแกรมไม่วิเคราะห์)

- $n(n+1) / 2 <$ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

OVER IDENTIFICATION (มีการประมาณค่า - โปรแกรมจะวิเคราะห์ผล)

- $n(n+1) / 2 >$ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

WORKS HOP