เครื่องมือและโมเดลการวัดทีแพค-เอสของนิสิตนักศึกษาครู: การพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลแข่งขัน

นางสาววรงค์ศรี แสงบรรจง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A MEASUREMENT INSTRUMENT AND MEASUREMENT MODELS OF TPACK-S OF PRE-SERVICE TEACHERS: DEVELOPMENT AND COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPETING MODELS

Miss Varongsri Saengbanchong

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Research Methodology

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องมือและโมเดลการวัดทีแพค-เอสของนิสิตนักศึกษาครู: การพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลแข่งขัน
โดย	นางสาววรงค์ศรี แสงบรรจง
สาขาวิชา	วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา บวรกิติวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล ว่องวาณิช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา บวรกิติวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณี แกมเกตุ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช โศภีรักข์)

วรงค์ศรี แสงบรรจง : เครื่องมือและโมเดลการวัดทีแพค-เอสของนิสิตนักศึกษาครู: การพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลแข่งขัน (A MEASUREMENT INSTRUMENT AND MEASUREMENT MODELS OF TPACK-S OF PRE-SERVICE TEACHERS: DEVELOPMENT AND COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPETING MODELS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สุชาดา บวรกิติวงศ์ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศ.กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย, 287 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ เพื่อ 1) พัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 2) พัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือการวัดทีแพค-เอส 3) ตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน และ 4) ศึกษาความแตกต่างของความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มี ภูมิหลังแตกต่างกัน ตัวอย่าง คือ นิสิตนักศึกษาครูจำนวน 1,058 คน ที่ได้จากการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามวัดความรู้ทีแพค-เอส จำนวน 15 องค์ประกอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน โดยใช้โปรแกรม SPSS การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง โดยใช้โปรแกรม LISREL

ผลการวิจัยที่สำคัญสรุปได้ว่า 1) ได้โมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ที่เหมาะสมจำนวน 4 โมเดล ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลัก 4 ตัวแปร คือ ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ (CK) วิธีการสอน (PK) เทคโนโลยี (TK) และนักเรียน (SK) และตัวบ่งชี้บูรณาการ 11 ตัวแปร คือ PCK, TCK, TPK, CK-S, PK-S, TK-S, PCK-S, TCK-S, TPK-S, TPACK, และ TPACK-S ที่มีการจัดรูปแบบโมเดลต่างกัน 4 แบบ 2) คุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส พบว่ามีค่าความเที่ยงสูง (0.984) มีอำนาจจำแนกทุกข้อคำถาม และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมผ่านเกณฑ์ทุกตัวบ่งชี้ และมีความตรงเชิงโครงสร้าง 3) โมเดลทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดลที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความตรง โดยโมเดลที่ 4 ซึ่งมี 15 ตัวแปรแฝง 15 องค์ประกอบเป็นโมเดลที่ดีที่สุดเมื่อพิจารณาจากเชิงสถิติ และ 4) ผลการวัดความรู้ตามโมเดลที่ดีที่สุด กลุ่มนิสิตนักศึกษาครูที่เป็นกลุ่มเพศหญิง อายุมาก กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ลายมือชื่อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

##5384253027: MAJOR EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY
KEY WORDS: TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE APPROPRIATE FOR INSTRUCTING STUDENT/ TPACK-S / PSYCHOMETRIC PROPERTIES / MEASUREMENT MODEL/ STUDENT-CENTERED INSTRUCTION

VARONGSRI SAENGBANCHONG: A MEASUREMENT INSTRUMENT AND MEASUREMENT MODELS OF TPACK-S OF PRE-SERVICE TEACHERS: DEVELOPMENT AND COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPETING MODELS. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUCHADA BOWARNKITIWONG, Ph.D., CO-ADVISOR: PROF. EMERITUS NONGLAK WIRATCHAI, Ph.D., 287 pp.

The objectives of this study were to 1) develop the TPACK-S model focusing on students, 2) develop and examine the psychometric property of the instrument measuring TPACK-S, 3) validate and compare the differences among the competing TPACK-S models, and 4) study the differences in the TPACK-S knowledge measuring from the best model, among groups of student teachers with different background. This study used a stratified random sample of 1,058 student teachers, a questionnaire measuring 15 components of TPACK-S knowledge, and analyzed the data using descriptive statistics, one-way ANOVA, Pearson correlation analysis with SPSS and SEM analysis with LISREL.

The major findings were as follows: 1) Based upon literature review focusing on the teachers' significant knowledge outcomes, 4 appropriate TPACK-S models were developed consisting of 4 main knowledge constructs of content (CK), pedagogy (PK), technological (TK) and student (SK), and 11 integrated constructs of PCK, TCK, TPK, CK-S, PK-S, TK-S, PCK-S, TCK-S, TPK-S, TPACK, and TPACK-S organized into 4 different forms. 2) The psychometric property of the TPACK-S instrument indicated high reliability (0.984), satisfactory discrimination indices and item-total correlation coefficients of all items, and had construct validity. 3) All of the 4 competing developed TPACK-S models were significantly fit to the empirical data and valid with the fourth model comprised of fifteen latents and fifteen components as the best statistical model. And 4) based on the best model, the group of student teachers with female gender, high age group, social sciences and humanity major, and experience in teaching with technology, had significantly higher TPACK-S means as compared to the other groups at .01 level of significant.

Department Educational Research and Psychology Student's signature……
Field of Study Educational Research Methodology Advisor's signature……..
Academic Year 2012 Co-advisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความเมตตาและกรุณาจาก รศ.ดร.สุชาดา บวรกิติวงศ์ และ ศ.กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย อาจารย์ที่ปรึกษาที่สละเวลาอันมีค่า ดูแล แนะนำและให้คำปรึกษาผู้วิจัยอย่างใกล้ชิด ตลอดจนมีความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยในทุกด้าน ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.สุวิมล ว่องวาณิช ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครูผู้ให้ความรู้ ความรักและความเมตตา รศ.ดร.อวยพร เรืองตระกูล รศ.ดร.วรรณี แกมเกตุ และ รศ.ดร. สาโรช โศภีรักษ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำที่มีคุณค่าแก่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ รศ.ศิริเดช สุชีวะ รศ.ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์ ผศ.ดร.สุริน ชุมสาย ณ อยุธยา รศ. ดร. สันติ ศรีสวนแตง รศ. ดร. ปวีณยา สุวรรณณัฐโชติ และ รศ.ดร. สาโรช โศภีรักษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และความเมตตาแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่มอบความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5

ขอขอบคุณ ครูอ้อย ฐิตินาถ ณ พัทลุง ครูผู้มอบความรัก ความปรารถนาดี และความศรัทธาให้กับผู้วิจัย รวมทั้ง เพื่อนๆบ้านต้นไม้ อัครเดช วัยวุฒฒ์ อยู่ในศิล เพื่อนปริญญาเอก และเพื่อนๆทุกคน สำหรับความเชื่อมั่น กำลังใจ และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ให้กับผู้วิจัย ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณบุญคุณของบิดาและมารดาที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ อบรมสั่งสอน และมอบสิ่งที่ดีที่สุดให้กับผู้วิจัยเสมอมา ขอบคุณครอบครัว ขอบคุณ จิรโรจน์ โรจนวงศ์ชัย สำหรับกำลังใจ ความเชื่อมั่น และความศรัทธาในตัวผู้วิจัยว่าสามารถสร้างผลงานที่ดีและมีคุณภาพให้กับแวดวงการศึกษาได้ ขอบคุณตัวผู้วิจัยเองสำหรับความอดทน ความมุ่งมั่น กำลังใจ และความศรัทธาในตัวเองจนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้ประสบความสำเร็จได้ตามที่มุ่งหวังไว้

ขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่สนับสนุนทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
คำถามวิจัย..... 7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7
ขอบเขตของการวิจัย..... 8
นิยามศัพท์เฉพาะ..... 8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
ตอนที่ 1 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค..... 13
ตอนที่ 2 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค-เอส..... 30
ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและความรู้ของครู เกี่ยวกับนักเรียน..... 51
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 70
ประชากร..... 70
ตัวอย่าง..... 71
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... 72
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 78
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ..... 79
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 140

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 140
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 142
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น..... 146
1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่าง..... 146
1.2 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... 151
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย..... 159
2.1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือการวัดทีแพค-เอส..... 160
2.2 การตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน..... 175
2.3 ผลการศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิต/นักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน..... 220
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 227
สรุปผลการวิจัย..... 228
อภิปรายผลการวิจัย..... 232
ข้อเสนอแนะ..... 240
รายการอ้างอิง..... 242
ภาคผนวก 255
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ..... 256
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัย..... 258
ภาคผนวก ค ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 270
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 287

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Archambault & Crippen, 2009) 20

2.2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Sahin, 2011) 26

2.3 ค่าไอเกนและร้อยละความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Sahin, 2011)..... 26

2.4 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน..... 33

2.5 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา..... 34

2.6 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู..... 35

2.7 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี..... 37

2.8 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา..... 38

2.9 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา..... 39

2.10 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู..... 40

2.11 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 42

2.12 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน..... 43

2.13 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน..... 44

2.14 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา..... 45

2.15 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 46

2.16 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 48

2.17 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน..... 49

2.18 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน 50

2.19 หลักการ/แนวคิดและวิธีการในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.. 57

3.1 รายชื่อคณะ มหาวิทยาลัย และจำนวนนิสิต/นักศึกษาครูของมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐ..... 70

3.2 จำนวนแบบสอบถามและอัตราการตอบกลับ..... 72

ตารางที่ หน้า

3.3 โครงสร้างและน้ำหนักข้อคำถามของแบบสอบถามและผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม..... 80
3.4 เปรียบเทียบคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยงจากการทดลองใช้กับใช้จริง..... 85
3.5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง อำนาจจำแนก และค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ ของ 15 องค์ประกอบ..... 90
3.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน 110
3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน..... 110
3.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา..... 112
3.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา 112
3.10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู..... 114
3.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู..... 114
3.12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี..... 116
3.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี..... 117
3.14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา..... 118
3.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา..... 119
3.16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา..... 120
3.17 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา..... 121

ตารางที่ หน้า

3.18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู..... 122
3.19 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู..... 123
3.20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 124
3.21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 125
3.22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน..... 126
3.23 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน..... 127
3.24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน..... 128
3.25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน..... 129
3.26 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา..... 130
3.27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา..... 131
3.28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 132
3.29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 133
3.30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน..... 134

ตารางที่ หน้า

3.31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน..... 135
3.32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน..... 136
3.33 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน..... 137
3.34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 138
3.35 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน..... 139
4.1 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามลักษณะพื้นฐานต่างๆ..... 147
4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสจำแนกตามภาคที่สถานศึกษาตั้งอยู่..... 150
4.3 จำนวนและร้อยละของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อสัปดาห์และครั้ง..... 151
4.4 ค่าสถิติเบื้องต้นตัวแปรสังเกตได้จำนวน 15 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส... 157
4.5 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก และค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ ของ 15 องค์ประกอบ..... 161
4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง..... 164
4.7 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้..... 170
4.8 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง..... 173
4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 176
4.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 178

ตารางที่ หน้า

4.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองถึงสี่ของโมเดลการทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 180
4.12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันตัวแปรแฝงโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 180
4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง..... 184
4.14 น้ำหนักองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน..... 185
4.15 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง..... 186
4.16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลกวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ..... 193
4.17 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ..... 199
4.18 น้ำหนักองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ..... 201
4.19 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง..... 202
4.20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง..... 205
4.21 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้..... 214
4.22 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง..... 217
4.23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอส 15 ตัวแปรแฝง..... 219
4.24 ผลการเปรียบเทียบค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ระหว่างโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล.. 220
4.25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลภูมิหลัง..... 221

ตารางที่ หน้า

4.26 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายและตัวแปรเกณฑ์..... 222
4.27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการถดถอยของตัวแปรทำนายและตัวแปรเกณฑ์..... 222
4.28 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระโดยวิธีปกติ..... 223
4.29 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ..... 224
4.30 ผลการเปรียบเทียบตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส..... 226
5.1 ผลการเปรียบเทียบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล..... 237

ภาพที่ หน้า

1.1 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา: กรอบแนวคิดทีแพค 2
1.2 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน: กรอบแนวคิดทีแพค-เอส..... 5
2.1 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา: กรอบแนวคิดทีแพค..... 14
2.2 กรอบแนวคิดไอซีที-ทีแพค (ICT-TPACK) 19
2.3 โมเดลการวัดทีแพค 7 ตัวแปรแฝง..... 22
2.4 โมเดลการวัดทีแพค 2 ตัวแปรแฝง..... 22
2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามกรอบแนวคิดทีแพค..... 24
2.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ของโมเดลการวัดทีแพค..... 27
2.7 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพค จำนวน 7 องค์ประกอบ..... 28
2.8 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพคหลังเรียนคอร์สไอซีที..... 28
2.9 โมเดลการวัดทีแพคที่ผู้วิจัยปรับขึ้นจากภาพที่ 2.6..... 30
2.10 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน: กรอบแนวคิดทีแพค-เอส..... 31
2.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ของโมเดลการวัดทีแพค..... 59
2.12 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพคหลังเรียนคอร์สไอซีที..... 60
2.13 โมเดลการวัดทีแพคที่ผู้วิจัยปรับขึ้นจากภาพที่ 2.12..... 60
2.14 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 61
2.15 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง..... 63
2.16 โมเดลการวัดทีแพคที่ประกอบด้วย 2 ตัวแปรแฝง..... 65
2.17 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ.. 66
2.18 โมเดลการวัดทีแพค 6 ตัวแปรแฝง..... 68
2.19 โมเดลการวัดทีแพค 7 ตัวแปรแฝง..... 68
2.20 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ 69

ภาพที่ หน้า

3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน..... 111
3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา 113
3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู 115
3.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี..... 117
3.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา..... 119
3.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา..... 121
3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู..... 123
3.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 125
3.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน..... 127
3.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน..... 129
3.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา..... 131
3.12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 133
3.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน..... 135
3.14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน..... 137
3.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน..... 139

ภาพที่ หน้า

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการทีแพค-เอส..... 175
4.2 โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก..... 182
4.3 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็น
ศูนย์กลาง..... 188
4.4 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ.... 204
4.5 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ... 220
4.6 โมเดลภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอสในภาพรวม..... 225

บทที่ 1
บทนำ

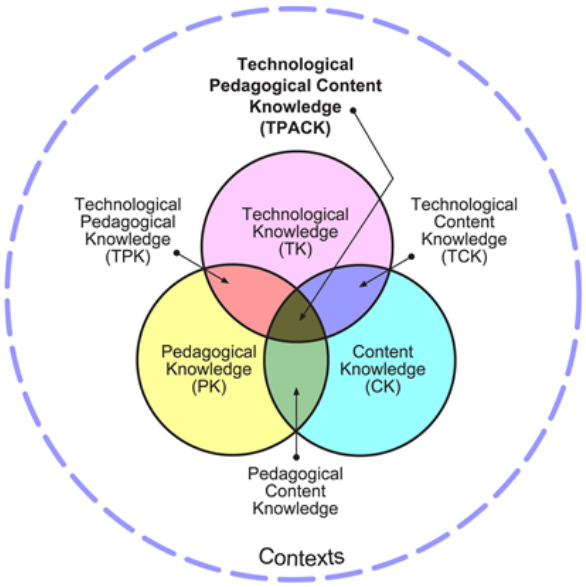
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 20 นี้เป็นยุคแห่งโลกาภิวัตน์ที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการติดต่อสื่อสาร ค้นหาและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันได้อย่างไร้พรมแดนโลก ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูต้องมีสมรรถนะด้านเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ISTE, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานขององค์กรต่างๆ ที่แนะนำว่าครูควรจะมีความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา (Association of Mathematics Teacher Educators [AMTE], 2006; International Society for Technology in Education [ISTE], 2008; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2011) กระทรวงศึกษา (2012) ได้ให้ความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการศึกษาเช่นกัน โดยจัดโครงการ One Tablet per Child เพื่อพัฒนาครูให้จัดการเรียนการสอนอย่างมีคุณภาพและให้นักเรียนได้สืบค้นองค์ความรู้ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหาหรือกรอบแนวคิดทีแพคของ Mishra and Koehler (2006) ที่ระบุว่าครูควรบูรณาการเทคโนโลยีเข้าสู่การจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพราะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (Liao & Hao, 2008; Hopson, Simms, & Knezek, 2002) และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้มากกว่าการจัดการเรียนการสอนโดยไม่ใช้เทคโนโลยี (Liao & Hao, 2008)

กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหาหรือกรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) มีที่มาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ของ Shulman (1986) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้ของครูในด้านเนื้อหาและวิชาครู โดยมีจุดเน้นที่สำคัญคือความรู้ในส่วนที่ทับซ้อนกันซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าแนวคิดของ Shulman สอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาทั่วไปที่ครูมืออาชีพต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาและวิชาครู โดยสามารถบูรณาการความรู้ทั้งสองด้านเข้าด้วยกันได้

Mishra และ Koehler (2006) ซึ่งเป็นอาจารย์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษานำแนวคิดเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ด้านวิชาครูกับความรู้ด้านเนื้อหาของ Shulman (1986) มาขยายเพิ่มโดยการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีเข้ากับแนวคิดดังกล่าว และเรียกกรอบแนวคิดนี้ว่า

TPCK เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler and Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPCK เป็น TPACK (อ่านว่าทีแพค) ซึ่งเป็นการรวมสาระของครูทั้งสามด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้วิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) โดยเน้นความสำคัญของเทคโนโลยีเป็นหลักโดยครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา ใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิชาครู และเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิชาชีพครูกับเนื้อหา ซึ่งองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพคมี 7 องค์ประกอบ (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009) ดังนี้ 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) 2) ความรู้วิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) 3) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) 4) ความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) 5) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (Technology Content Knowledge: TCK) 6) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (Technology Pedagogical Knowledge: TPK) และ 7) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (Technology Pedagogical Content Knowledge: TPACK) โดยสิ่งสำคัญสำหรับกรอบแนวคิดนี้ คือ ส่วนที่ทับซ้อนกันระหว่างความรู้ทั้งสามด้าน ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา : กรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)
ที่มา Koehler & Mishra (2012) ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่จาก © 2012 tpack.org

ปัจจุบันนี้มีนักการศึกษาโดยเฉพาะนักเทคโนโลยีนำกรอบแนวคิดทีแพคไปประยุกต์ใช้กับคุณสมบัติของครูและนิสิตนักศึกษาครูแยกเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาคุณภาพการผลิตนิสิตนักศึกษาครู (Koehler, Mishra & Yahya, 2007; Angeli & Valanides, 2009; Hsu, 2012; Polly, Mims, Shepherd, & Inan, 2010; Jaipal & Figg, 2010; Kafyulilo, 2010; Schmidt, Sahin, Thompson & Seymour, 2008) และการพัฒนาครูให้มีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค (Jang, 2010; Sachau & Ku, 2012) การประเมินความรู้ครูตามกรอบแนวคิดทีแพค (Groth, Spickler, Bergner, & Bardzell, 2009) งานวิจัยเชิงปริมาณที่นำกรอบแนวคิดทีแพคไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสามารถของครู (Archambault & Crippen, 2009; Jang & Tsai, 2012) และนิสิตนักศึกษาครู (Erdogan& Sahin, 2010; Jamieson-Proctor, Finger, & Albion, 2010; Lee & Tsai, 2010; Saengbanchong, Bowarnkitiwong, & Wiratchai, 2012) ตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตรการผลิตครู (Chai, Koh, & Tsai, 2010; Shin, Koehler, Mishra, Schmidt, Baran, & Thompson, 2009) พัฒนาวิธีการสอนให้นิสิตนักศึกษาครูมีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค (Kramarski& Michalsky, 2009) ใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบในการพัฒนาเครื่องมือการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคสำหรับครู (Archambault & Barnett, 2010; Jones, Adelson, & Archambault, 2011) และนิสิตนักศึกษาครู (Chai, Koh, Tsai, & Lee, 2011; Koh, Chai, & Tsai, 2010; Landry, 2010; Lee & Tsai, 2010; Lux, 2011; Sahin, 2011; Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler, & Shin, 2009) รวมทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพคซึ่งผู้วิจัยพบเพียงเรื่องเดียว (Chai, Koh, Tsai, & Lee, 2011)

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยพบจุดอ่อนของงานวิจัยทั้งหมดรวม 4 ประเด็น โดยประเด็นแรกเป็นจุดอ่อนในการใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบในการพัฒนาโมเดลและเครื่องมือการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค เพราะนักวิจัยยังไม่ทราบอย่างแน่ชัดว่าโมเดลการวัดทีแพคควรมีองค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร ดังเห็นได้จากงานวิจัยหลายเรื่องที่นำข้อคำถามจากเครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคไปจัดองค์ประกอบใหม่ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis: EFA) (Archambault & Barnett, 2010; Chai et al., 2011; Koh, et al., 2010; Landry, 2010; Lee & Tsai, 2010; Lux, 2011; Sahin, 2011; Schmidt, et al., 2009) ผลการวิเคราะห์พบว่า นักวิจัยจัดองค์ประกอบได้เป็นจำนวนแตกต่างกันกล่าวคือ Archambault และ Barnett (2010) จัดได้ 3 องค์ประกอบ Chai (2011) Koehler Shin และ Mishra (2011) Lee และ Tsai (2010) จัดได้ 5 องค์ประกอบ รวมทั้ง Lux (2011) จัดได้ 6

องค์ประกอบเท่านั้น ประเด็นที่เป็นปัญหาในปัจจุบันนี้คือยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทราบว่าควรมีกี่องค์ประกอบ

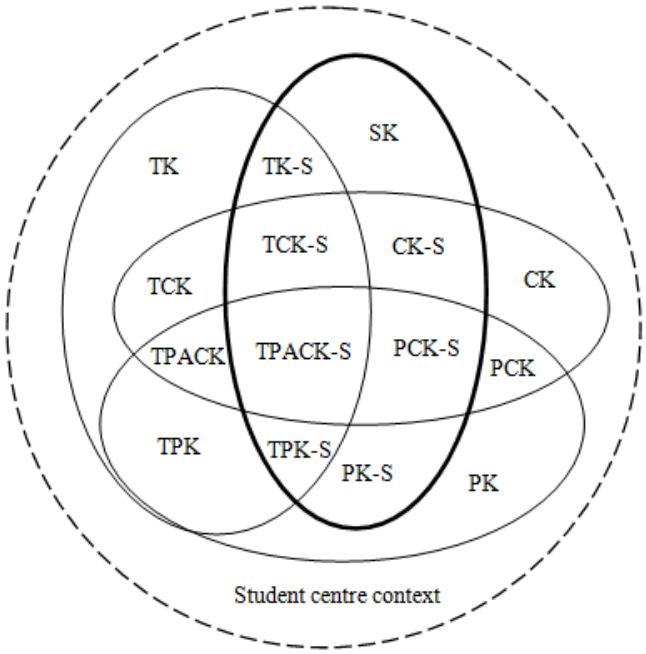
จุดอ่อนประเด็นที่สอง ได้แก่ปัญหาที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยในการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicolineality) ตามเกณฑ์ของ Hair และคณะ (2010) และ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) ที่กล่าวว่า ตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบถ้าองค์ประกอบเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันมากเท่าไรจะได้องค์ประกอบที่ชัดเจนมากขึ้นแต่ผลการวิเคราะห์พบว่าไม่สามารถรวมคะแนนองค์ประกอบย่อยให้เป็นองค์ประกอบหลักได้ ดังงานวิจัยของ Archambault และ Barnett (2010) ที่วิเคราะห์ค่าความสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยในกรอบแนวคิดทีแพคพบว่ามีค่าสูงกว่า 0.7 แต่สามารถจัดได้เพียง 3 องค์ประกอบเท่านั้น

จุดอ่อนประการที่สามคือการนำตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดทีแพคมาพัฒนาเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุดังงานวิจัยของ Chai และคณะ (2011) ซึ่งองค์ประกอบในโมเดลการวัดทีแพคเป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน (Graham, 2011) เมื่อนำมาใช้เป็นตัวแปรสาเหตุจึงเกิดปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicolineality) ระหว่างตัวแปรทุกตัวที่เป็นสาเหตุ เมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวทำให้ผลให้การวิเคราะห์ที่ได้ขาดความถูกต้องชัดเจน ตามเกณฑ์ของ Hair และคณะ (2010) และ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542)

จุดอ่อนประเด็นสุดท้ายเป็นจุดอ่อนที่ไม่เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์แต่เป็นประเด็นที่เกี่ยวกับศาสตร์การสอน เนื่องจาก Mishra และ Koehler (2006) ได้พัฒนากรอบแนวคิดทีแพคโดยเน้นความสำคัญของเทคโนโลยีเป็นหลัก ซึ่งตามหลักของศาสตร์การสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาจัดเป็นส่วนหนึ่งของวิชาครูหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นิสิตนักศึกษาครูทุกคนต้องมีความรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2553) ดังนั้นผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่าโมเดลการวัดทีแพคน่าจะต้องให้ความสำคัญด้านเนื้อหาสาระที่สอนและวิชาครูเป็นหลัก

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาและออกแบบการวิจัยเพื่อจะแก้จุดอ่อนดังกล่าวโดยพัฒนาโมเดลการวัดเป็นหลายระดับ และจากงานวิจัยของ Mishra และ Koehler (2011) Schmidt และคณะ (2008) Chai และคณะ (2011) Archambault และ Crippen (2009) Archambault และ Barnett (2010) Lux (2011) Yurdakulet และคณะ (2012) Angeli และ Valanides (2009) ได้นำความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคในบางองค์ประกอบมาใช้ในการพัฒนานักเรียน แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่วัดความรู้ด้านนักเรียนของนิสิตนักศึกษาครูและครูมืออาชีพโดยตรง โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการขยายผลกรอบแนวคิดทีแพคให้เหมาะกับการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงได้พิจารณาเพิ่มความรู้ด้านนักเรียน (Student Knowledge) (Lowery, 2002;

Voss et al., 2011; Ben-Pertz, 2011, Hill et al. , 2008; Angeli&Valanides, 2009; Koehler & Mishra, 2011; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Zuljan et al., 2011; Tomlinson et al., 2004; Tomlinson et al., 2004; ทิศนา แขมมณี , 2553; Watson & Watson, 2011; Karlin & Berger (1974) อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2553; Cornelius-White, 2009; Yurdakulet al., 2012; Archambaul & Crippen, 2009; Archambault & Barnett , 2010) เข้าสู่กรอบแนวคิดทีแพคและเรียกว่า กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน หรือเรียกสั้นๆ ว่า กรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S) ซึ่งมีจำนวน 15 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน: กรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S)

การพัฒนาโมเดลและเครื่องมือวัดทีแพค-เอสครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการพัฒนาโมเดลการวัดทีแพค-เอสแยกเป็น 4 โมเดล คือ โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลักตามแนวคิดของ Chai และคณะ (2011) ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงไร

โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบลำดับที่สาม โดยลำดับแรกมีตัวแปรแฝง คือ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ลำดับที่สองตัวแปรแฝงคือ ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) และลำดับที่สามเกิดจากการรวมตัวแปรแฝงระหว่างความรู้ด้านเนื้อหา (CK) กับ ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) เป็นความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู และเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S)

โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ ที่เกิดจากการปรับโมเดลที่ 2 และแนวคิดโมเดลการวัดเจตคติ รวมทั้งโมเดลการวัดทีแพคของ Jones Adelson และ Archambault (2011) โดยโมเดลนี้เป็นความรู้ที่บูรณาการจากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม (HTK) มีลักษณะคือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบลำดับที่สามโดยลำดับแรกมีตัวแปรแฝง 14 ตัว คือ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) ด้านวิชาครู (PK) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (TK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TCK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (TPACK) ลำดับที่สองตัวแปรแฝง คือ ความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม (HTK) ลำดับที่สามเกิดจากการรวมตัวแปรแฝงระหว่างความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม (HTK) เป็นความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู และเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S)

โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ ที่เกิดจากแนวคิดโมเดลการวัดทีแพคของ Lux (2011) Lee และ Tsai (2010) Chai และคณะ (2011) Jones และคณะ (2011) และโมเดลการวัดเจตคติ มีลักษณะคือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบลำดับที่สองโดยลำดับแรกมีตัวแปรแฝง 15 ตัว คือ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) ความรู้

ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) ด้านวิชาครู (PK) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) ความรู้ด้านวิชาครูเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (TK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TCK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (TPACK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) ลำดับที่สองเกิดจากการรวมตัวแปรแฝงทั้ง 15 ตัว เป็นความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู และเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียนในภาพรวม (HTPACK-S)

เมื่อผู้วิจัยพิจารณาถึงภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครูที่ส่งผลต่อกรอบแนวคิดทีแพค พบว่า เพศ (Erdogan & Sahin, 2010; Koh et al., 2010; Lin, Tsai, Chai & Lee, 2012) ระดับการสอน (Erdogan & Sahin, 2010) อายุ (Lin et al., 2012) สาขาวิชา (Jang & Tsai, 2012) และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันของนิสิตนักศึกษาครู (Polly et al., 2010; Jang & Tsai, 2012) ส่งผลให้ความรู้ทีแพคแตกต่างกัน ดังนั้นนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกันอาจส่งผลให้กรอบแนวคิดทีแพค-เอสแตกต่างกันได้

จากแนวคิดดังกล่าวนำไปสู่คำถามวิจัยดังนี้

1. โมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมีลักษณะอย่างไร
2. เครื่องมือวัดทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพทางจิตมิติ (psychometric property) เป็นอย่างไร
3. โมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขันมีความแตกต่างกันอย่างไรในด้านความตรง และโมเดลใดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด
4. นิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกันมีความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส
3. เพื่อตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่

เป็นโมเดลแข่งขัน

4. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

โมเดลทีแพคได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Mishra และ Koehler (2006) เพื่อใช้ในการวัดความรู้ของนิสิตนักศึกษาครูและครูประจำการ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยการวัดความรู้ทีแพค-เอสเฉพาะนิสิตนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 คณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐและในกำกับของรัฐเท่านั้นเพราะนิสิตได้ผ่านการเรียนเนื้อหาในสาขาวิชาที่ตนเองสอน วิชาครูและเทคโนโลยีการศึกษาครบทั้งหลักสูตรและอยู่ในขั้นตอนการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปปฏิบัติจริงในชั้นเรียน โดยสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรการผลิตนิสิตนักศึกษาครูในยุคศตวรรษที่ 21 ต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S) เป็นกรอบแนวคิดสำหรับนิสิตนักศึกษาครูที่ดีในการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีมาพัฒนาความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหาซึ่งสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยมีองค์ประกอบทั้งหมด 15 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความรู้ด้านนักเรียน (Student Knowledge) หมายถึง ผลของการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ผู้เรียน ครอบครัว และชุมชน จนรู้จักผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนของตนเป็นอย่างดี สามารถบอกฐานะความเป็นอยู่ ระดับความสามารถ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้ รวมทั้งเข้าใจปัญหาและสามารถช่วยแก้ปัญหาตลอดจนช่วยพัฒนาความสามารถให้ผู้เรียนได้ นอกจากนี้มีความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและความต้องการของครอบครัวผู้เรียน และชุมชนที่สถานศึกษาตั้งอยู่ สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาครอบครัวและชุมชนได้

2) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระทางวิชาการที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการสามารถอธิบายขั้นตอนได้ สามารถระบุข้อผิดพลาดและสาเหตุได้ มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากด้วยคำอธิบาย

ที่ง่ายและสมเหตุสมผล มีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเองได้

3) ความรู้ด้านวิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องในด้านหลักสูตรจนสามารถวิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาหลักสูตรได้ และความเข้าใจหลักการด้านกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลตั้งแต่ขั้นการวางแผนและจัดทำแผนการสอน ขั้นการบริหารจัดการชั้นเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นประเมินผลการเรียนการสอน และขั้นปรับปรุงการเรียนการสอน รวมทั้งความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้

4) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้น ในการช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครูได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิคสามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง รวมทั้งความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูงขึ้น (ความรู้ด้านเทคโนโลยีนี้ในทางการศึกษาถือเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ด้านวิชาครู แต่ในการวิจัยนี้แยกออกมาเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งเนื่องจากมีมิติการวัดที่แตกต่างกัน)

5) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงความรู้วิชาครูที่พัฒนาให้ครูมีความรู้เนื้อหาถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหาที่สอน ทักษะการประยุกต์วิชาครูที่พัฒนาความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และทักษะการใช้วิชาครูขยายขอบเขตความรู้เนื้อหาขั้นสูง

6) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (Technological Content Knowledge: TCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ช่วยพัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง การนำความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีมาพัฒนาความเข้าใจหลักการในเนื้อหา ทักษะการประยุกต์เทคโนโลยีในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนาความรู้เนื้อหาขั้นสูง

7) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตรและประสิทธิภาพการประเมิน การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู

8) ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Content Knowledge appropriate for instructing Student: CK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเนื้อหาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหาให้นักเรียน การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน

9) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: PK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ และศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

10) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Knowledge appropriate for instructing Student: TK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน สามารถใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน และสามารถวิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

11) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้ถูกต้อง สร้างความเข้าใจหลักการของเนื้อหา เพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยากและความสามารถในการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง

12) ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: PCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ การใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน และศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

13) ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Content Knowledge appropriate for instructing Student: TCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน และศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

14) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน และศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

15) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมและใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน

2. คุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัด หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัด ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา อำนาจจำแนกรายข้อ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยง

3. ภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู คือ เพศ อายุ เกรดเฉลี่ยรวม สาขาวิชาที่ศึกษา ระดับชั้นที่สอน และความถี่ของการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ประโยชน์เชิงวิชาการ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยต้นแบบที่มีการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดที่เป็นโมเดลการแข่งขัน สำหรับนักการศึกษา นักวิจัย ผู้บริหาร ครู นิสิตนักศึกษาครู และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถนำแบบแผนการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาโมเดลและเครื่องมือวัดสำหรับตัวแปรอื่นๆทางการศึกษาต่อไปได้ รวมทั้งมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องโมเดลการวัดทีแพค-เอสและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. ประโยชน์เชิงปฏิบัติ ได้ทราบความรู้ของครู นิสิตนักศึกษาครูเกี่ยวกับความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมและพัฒนาให้มีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสต่อไป

3. ประโยชน์เชิงนโยบาย ผลการวิจัยจะได้แนวทางสำหรับการกำหนดนโยบายในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการผลิตนิสิตนักศึกษาครูที่เหมาะสมกับยุคปฏิรูปการศึกษาในรอบทศวรรษที่สองของประเทศไทย รวมทั้งการพัฒนาครูประจำการให้มีความรู้ด้านวิชาครูที่ถูกต้องเหมาะสมกับการปฏิรูปการศึกษาในรอบทศวรรษที่สอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้วิจัยนำเสนอแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ตอนที่ 2 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (TPACK-S) ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและความรู้ของครูเกี่ยวกับนักเรียน และตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

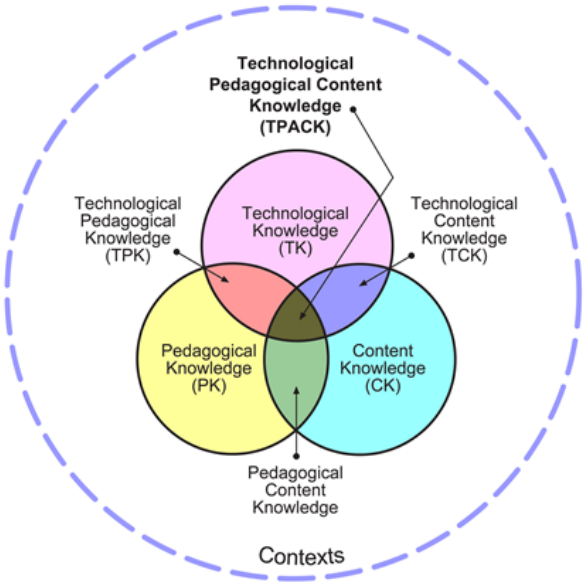
การนำเสนอสาระในตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอสาระออกเป็น 2 หัวข้อได้แก่ 1.1 ที่มา ความหมาย และองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) 1.2 กรอบแนวคิดทีแพคกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และ 1.3 รายงานวิจัยเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) รายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มา ความหมาย และองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK)

กรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) มีที่มาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ของ Shulman (1986) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้ของครูในด้านเนื้อหาและวิชาครู โดยมีจุดเน้นที่สำคัญคือความรู้ในส่วนที่ทับซ้อนกันโดยครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอนได้โดยมีวิธีการสอนที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (Shulman, 1986) นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ได้ (Archambault & Barnett, 2010; Shulman, 1986)

Mishra และ Koehler (2006) ซึ่งเป็นอาจารย์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษานำแนวคิดเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหากับวิชาชีพครูของ Shulman (1986) มาขยายเพิ่มโดยการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีเข้ากับแนวคิดดังกล่าว โดยเรียกกรอบแนวคิดนี้ว่า TPCK เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler และ Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPCK เป็น TPACK (อ่านว่าทีแพค) ซึ่งเป็นการรวมสาระของครูทั้งสามด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้วิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี

(Technology Knowledge: TK) โดยเน้นความสำคัญของเทคโนโลยีเป็นหลัก โดยครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา เลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิชาครู และเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิชาครูและเนื้อหา องค์ประกอบของทีแพคมี 7 องค์ประกอบ (Koehler & Mishra, 2008; Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006) โดยสิ่งสำคัญสำหรับกรอบแนวคิดนี้คือ ส่วนที่ทับซ้อนกันระหว่างความรู้ด้านเทคโนโลยี ด้านวิชาครู และด้านเนื้อหา (Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2009) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา : กรอบแนวคิดทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)
ที่มา Koehler และ Mishra (2012) ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่จาก © 2012 tpack.org

Koehler และ Mishra (2011) ได้ให้ความหมายของแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1.1.1 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) คือ ความรู้ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้กันเป็นมาตรฐานได้แก่ สมุด ชอล์ก และกระดานดำ เป็นต้น จนถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย ได้แก่ อินเทอร์เน็ต และสื่อวีดีโอในระบบดิจิตอล (digital video) เป็นต้น โดยด้านเทคโนโลยีดิจิตอลครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ และสามารถใช้โปรแกรมซอร์ฟแวร์ต่างๆได้ เช่น โปรแกรมปฏิบัติการสำหรับจัดการด้านเอกสาร (word processors) โปรแกรมแผ่นตารางทำการ (spreadsheets) บราวเซอร์ (browsers) และอีเมล์ (email) เป็นต้น

สามารถติดตั้งและถอดถอนโปรแกรมซอร์ฟแวร์ต่างๆอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์สร้างและจัดเก็บเอกสาร

1.1.2 ความรู้ด้านวิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) คือ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีเกี่ยวกับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ เป้าหมายและคุณค่าทางการศึกษา โดยมีจุดเน้นที่การเรียนรู้ของนักเรียน การจัดการชั้นเรียน การพัฒนาแผนการสอน สามารถนำแผนการสอนไปปฏิบัติได้จริง การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในชั้นเรียน ธรรมชาติของนักเรียน กลยุทธ์สำหรับการประเมินความเข้าใจของนักเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้มาพัฒนาทักษะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยต้องมีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีพุทธพิสัย ทฤษฎีทางสังคม และทฤษฎีพัฒนาการการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในชั้นเรียนของตนเองได้

1.1.3 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) คือ ความรู้เกี่ยวกับสาระวิชาที่ครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีต้องมีในวิชาที่ตนเองสอนซึ่งประกอบด้วยข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง (facts) ความคิดรวบยอด (concepts) ทฤษฎี (theory) กระบวนการที่ได้มาของความรู้นั้นๆ ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้สอน การจัดระบบและเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ และความรู้ในกฎแห่งหลักฐานและการพิสูจน์ โดยครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีครูต้องเข้าใจธรรมชาติและการได้มาซึ่งความรู้ในสาขาวิชาที่แตกต่างกัน เช่น การพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างจากการอธิบายในทางประวัติศาสตร์หรือการตีความบทกวีอย่างไร หากไม่มีความรู้ด้านนี้แล้วจะไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้ (Ball & McDiarmid, 1990 cited in Mishra & Koehler, 2006)

1.1.4 ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (Technology Pedagogical Knowledge: TPK) คือ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีเกี่ยวกับองค์ประกอบและความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลายสามารถประยุกต์เทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในทางกลับกัน การจัดการเรียนรู้อาจจะต้องเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีนั้นๆ ดังนั้นครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีจะต้องมีความสามารถในการคัดเลือกเครื่องมือและประยุกต์กลยุทธ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีดังกล่าวได้ โดยอาจรวมไปถึงความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน การตัดเกรด รวมทั้ง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี เช่น Web Quests, กระดานสนทนา (discussion boards) และห้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (chat rooms)

1.1.5 ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (Technology Content Knowledge: TCK) คือ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีในการคัดเลือกหรือประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่ตนสอน เช่น โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสอนเรขาคณิตที่ให้นักเรียนสามารถเข้าใจที่มาของทฤษฎีและสูตรต่างๆ ได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถให้นักเรียนทดลองสร้างรูปเรขาคณิตและพิสูจน์ที่มาของสูตรต่างๆทางเรขาคณิตได้

1.1.6 ความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) คือ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีในด้านกลยุทธ์ (strategies) และวิธี (methods) ในการถ่ายทอดเนื้อหาได้ถูกต้องตามหลักวิชาชีพครูโดยครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีต้องทราบพื้นความรู้เดิมของนักเรียน ความรู้ที่นักเรียนเข้าใจผิดมาก่อน เพื่อสามารถจัดการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาของนักเรียนในเรื่องดังกล่าวได้โดยต้องปรับเปลี่ยนตามความสนใจและความสามารถของนักเรียนที่หลากหลาย

1.1.7 ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) คือ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีในการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าสู่กระบวนการและวิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับเนื้อหาที่ตนเองสอน ส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพรวมทั้งนักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆในเนื้อหาวิชาที่สอนได้ด้วยการใช้เทคโนโลยี

1.2 กรอบแนวคิดทีแพคกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยนำเสนอความเกี่ยวข้องระหว่างกรอบแนวคิดทีแพคกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางจากความหมายขององค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพคของ Mishra และ Koehler (2011) และนักวิชาการที่ให้ความหมายตามกรอบแนวคิดทีแพคโดยมีรายละเอียดดังนี้

จากความหมายขององค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพคของ Mishra และ Koehler (2011) ในตอนที่ 1 ข้อที่ 1.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องของกรอบแนวคิดทีแพคกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางได้ดังนี้

1) องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีต้องมีความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งมีจุดเน้นที่การเรียนรู้ของนักเรียน ธรรมชาติของนักเรียน

2) องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (PCK) คือ ครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีต้องมีความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญในด้านพื้นความรู้เดิมของนักเรียน ความรู้ที่นักเรียนเข้าใจผิดมาก่อน เพื่อสามารถจัดการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาของนักเรียนในเรื่องดังกล่าวได้ โดยต้องปรับเปลี่ยนตามความสนใจและความสามารถของนักเรียนที่หลากหลาย

ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำกรอบแนวคิดทีแพคไปประยุกต์ใช้กับครูและนิสิตนักศึกษาครู ได้ทบทวนงานวิจัยที่นำกรอบแนวคิดทีแพคไปประยุกต์ใช้ซึ่ง Cox (2008) พบความหมายของกรอบแนวคิดทีแพคที่แตกต่างกันจำนวน 89 ความหมาย ความหมายของความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหาจำนวน 13 ความหมาย และความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูจำนวน 10 ความหมายโดยผู้วิจัยพบประเด็นความหมายการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้

งานวิจัยของ Schmidt และคณะ (2008) ที่มี Mishra และ Koehler ผู้พัฒนากรอบแนวคิดทีแพคเป็นผู้ร่วมวิจัยได้ให้ความหมายวิชาครู (PK) ในประเด็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้และความแตกต่างของนักเรียน โดยพิจารณาจากข้อคำถาม พบว่า “ท่านสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการสอนให้เหมาะสมกับความแตกต่างของนักเรียนได้ระดับใด”

Chai Koh Tsai และ Lee (2010) ได้ให้ความหมายความรู้ด้านวิชาครู (PK) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนองค์ประกอบอื่นๆไม่ได้ให้ระบุถึงการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

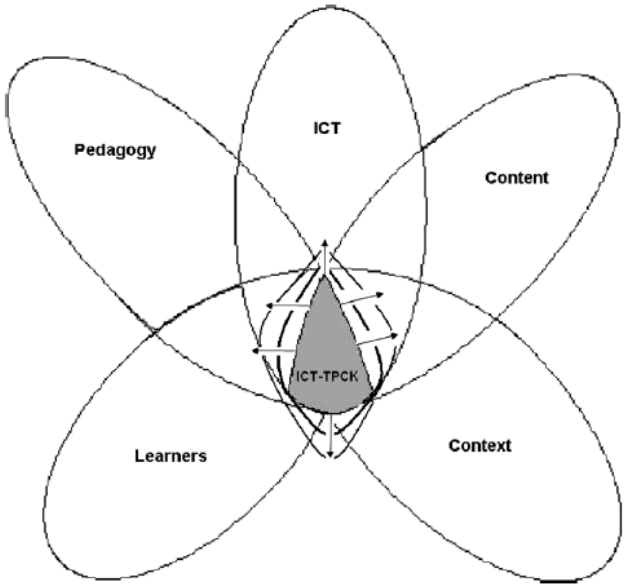
Archambaul และ Crippen (2009) Archambault และ Barnett (2010) ไม่ได้ระบุความหมายความรู้ด้านวิชาครู (PK) ไว้อย่างชัดเจนแต่เมื่อพิจารณาถึงข้อคำถามในแบบสอบถามเกี่ยวกับวิชาครู พบจุดเน้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ คือ “ท่านสามารถปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของนักเรียนมากน้อยเพียงไร”ส่วนข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (PCK) คือ “ท่านทราบเนื้อหาที่นักเรียนมักเข้าใจผิดมากน้อยเพียงไร”

Lux (2011) ได้กำหนดความหมายที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (PCK) คือ ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับพื้นความรู้เดิมและความรู้ที่นักเรียนมักเข้าใจผิด เมื่อพิจารณาข้อคำถามพบว่า

“ท่านมีวิธีการที่จะปรับเปลี่ยนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถ พื้นความรู้เดิมและเนื้อหาที่นักเรียนมักเข้าใจผิด” ส่วนความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและความรู้ด้านเทคโนโลยี (TPACK) คือ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับพื้นความรู้เดิมและยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนพบข้อคำถามที่กล่าวว่า “ท่านสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับพื้นความรู้เดิมของนักเรียนในเนื้อหาวิชาที่ท่านสอน และในชั้นเรียนของท่าน”และ“ท่านสามารถใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาเพื่อยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนได้”

Yurdakulet และคณะ (2012) ได้ให้ความหมายของกรอบแนวคิดทีแพคว่าเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนตามสมรรถนะของครู ซึ่งไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับความสามารถครูเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีแต่รวมถึงความรู้ของครูในการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเข้าด้วยกัน โดยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้ด้านทีแพคอย่างลึกซึ้ง ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ การออกแบบการเรียนการสอน (design) การทุ่มเท (exertion) จริยธรรม (ethics) และความสามารถ (proficiency) ซึ่งมีข้อคำถามที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางคือ “ท่านสามารถคัดเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนในด้านเนื้อหาก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนได้ในระดับใด”และ “ท่านสามารถใช้เทคโนโลยีในการพัฒนากิจกรรมให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพได้ระดับใด”

Angeli และ Valanides (2009) ได้พัฒนากรอบแนวคิดทีแพคเป็นโมเดล ICT-TPCK ที่เน้นการจัดเรียนการสอนที่โดยไอซีทีซึ่งประกอบด้วยความรู้จำนวน 5 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านวิชาครู 2) ด้านไอซีที 3) ด้านเนื้อหา 4) ด้านบริบท และ 5) ด้านนักเรียนดังภาพที่ 2.2 โดยความหมายของนักเรียน คือ คุณลักษณะ (ความสามารถ ความสนใจ) และพื้นความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกรอบแนวคิดนี้มีจุดเน้นที่การคัดเลือกเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ตนเองสอนโดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง



ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดไอซีที-ทีแพค (ICT-TPACK)
ที่มา Angeli and Valanides (2009)

<u>สรุป</u> จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยพบประเด็นที่เกี่ยวข้องกรอบแนวคิดทีแพคกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้ ความรู้ ความสามารถและความเชี่ยวชาญของครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีในด้านการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน (Mishra & Koehler, 2011; Schmidt et al., 2008; Chai et al., 2011) ธรรมชาติของนักเรียน (Mishra & Koehler, 2011) ลักษณะของนักเรียน (Archambault & Crippen, 2009; Archambault& Barnett, 2010) พื้นความรู้เดิมของนักเรียน ความรู้ในเนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจผิดมาก่อน (Mishra & Koehler, 2011; Lux, 2011) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับพื้นความรู้เดิมและความต้องการของนักเรียนในเนื้อหาวิชาที่สอน (Yurdakulet al., 2012) และ การคัดเลือกเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ตนเองสอนโดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Angeli and Valanides, 2009)

โดยงานวิจัยดังกล่าวเป็นการนำกรอบแนวคิดทีแพคมาพัฒนานักเรียนเท่านั้น แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่วัดความรู้ด้านนักเรียนของนิสิตนักศึกษาครูและครูโดยตรง ซึ่งเป็นความรู้ที่ครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูที่ดีต้องทราบก่อนที่จะบูรณาการความรู้ด้านต่างๆ เช่น การบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าสู่กระบวนการและวิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับเนื้อหาที่ตนเองสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและสอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นต้น

1.3 **รายงานวิจัยเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค** (TPACK)

จากการศึกษารายงานวิจัยเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค ผู้วิจัยพบว่าส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค โดยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการวัดตามกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) ที่มีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจแบบรวมทุกข้อคำถาม และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

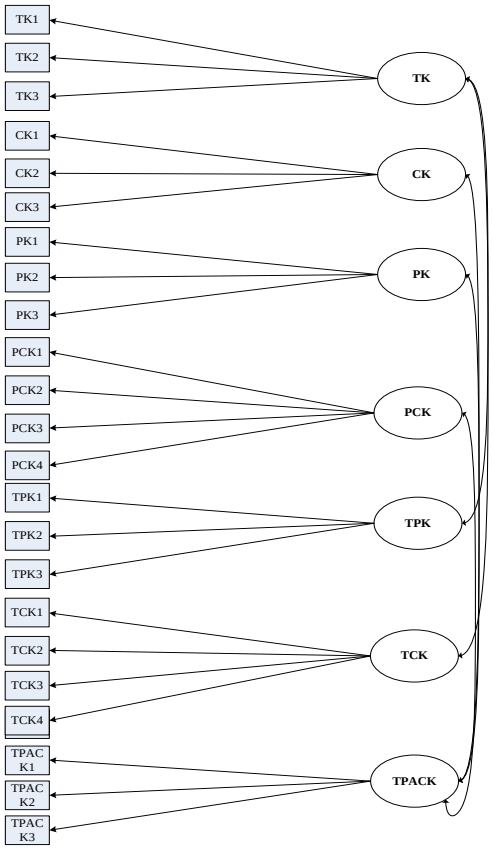
Archambault และ Crippen (2009) ได้สำรวจความรู้ทีแพคกับนักศึกษาครูจำนวน 596 คน ด้วยวิธีออนไลน์โดยใช้เครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคจำนวน 24 ข้อพบว่านักศึกษาครูมีความรู้ในด้านวิชาครู ด้านเนื้อหาและด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครูในระดับสูง แต่พบว่าความรู้ด้านเทคโนโลยีและความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านอื่นๆนั้นอยู่ในระดับต่ำ

Archambault และ Barnett (2010) ได้พัฒนาเครื่องมือการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคโดยนำข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติเชิงบรรยายและค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวแปรแฝงดังตาราง 2.1 ของ Archambault และ Crippen (2009) มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสกัดองค์ประกอบด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ หมุนแกนแบบตั้งฉาก ด้วยวิธี varimax พบว่า สามารถจัดองค์ประกอบได้เพียง 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับเทคโนโลยี และองค์ประกอบที่ 3 ความรู้ด้านเทคโนโลยี

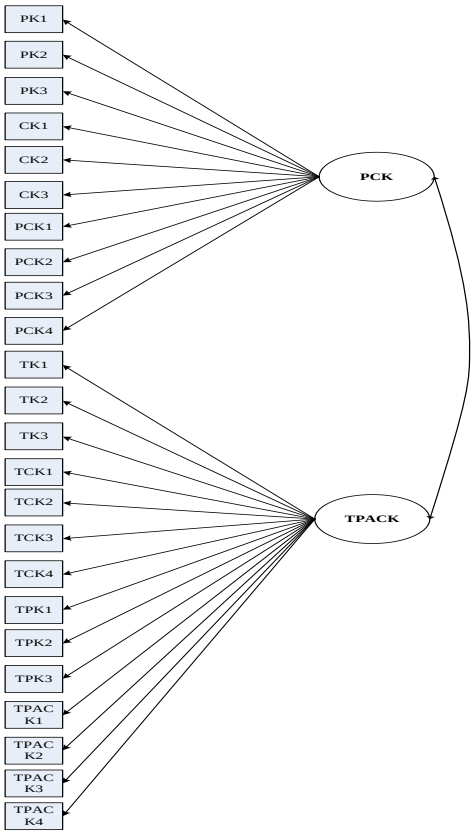
ตาราง 2.1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Archambault & Crippen, 2009)

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7
PK	1.00						
CK	0.69	1.00					
TK	0.29	0.32	1.00				
PCK	**0.78**	**0.71**	0.28	1.00			
TPK	0.54	0.54	0.49	0.56	1.00		
TCK	0.49	0.56	0.56	0.53	**0.74**	1.00	
TPACK	0.60	0.54	0.57	0.61	**0.79**	**0.77**	1.00

Jones Adelson และ Archambault (2011) ได้นำข้อมูลจากข้อคำถามทั้งหมด 24 ข้อที่ใช้ในการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคของ Archambault และ Crippen (2009) และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของ Archambault และ Barnett (2010) ที่วิเคราะห์ได้เพียง 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับเทคโนโลยี และองค์ประกอบที่ 3 ความรู้ด้านเทคโนโลยี แต่ในงานวิจัยนี้ไม่ได้นำองค์ประกอบเชิงสำรวจที่วิเคราะห์ได้ 3 องค์ประกอบมาตรวจสอบความตรงของโมเดลแต่นำข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้ง 7 องค์ประกอบมาพัฒนาเป็นโมเดลแข่งขันการวัดทีแพคจำนวน 2 โมเดลและวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันซึ่งทั้งสองโมเดลนี้มีข้อคำถามชุดเดียวกันโดยโมเดลการวัดที่ 1 ดังภาพที่ 2.3 ประกอบด้วยเป็นโมเดลที่แยกออกเป็น 7 ตัวแปรแฝง ส่วนโมเดลการวัดที่ 2 ดังภาพที่ 2.4 ประกอบด้วย 2 ตัวแปรแฝงโดยตัวแปรแฝงแรก คือ ความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับเนื้อหา (PCK) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนจึงประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้วิชาครู (PK) และความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) และตัวแปรแฝงที่ 2 คือความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครูและเทคโนโลยี (TPACK) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถครูในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาจึงประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิชาครู (TPK) ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีกับเนื้อหา (TCK) และความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา วิชาครูและเทคโนโลยี (TPACK) ผลการวิจัยพบว่าโมเดลที่ 1 พบว่าโมเดลไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประ-กอบ ติดลบและมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระดับสูงส่งผลให้โมเดลนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ความตรงได้ ส่วนโมเดลที่ 2 เมื่อวิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างด้วยโปรแกรมลิสเรลพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์



ภาพที่ 2.3 โมเดลการวัดทีแพค 7 ตัวแปรแฝง



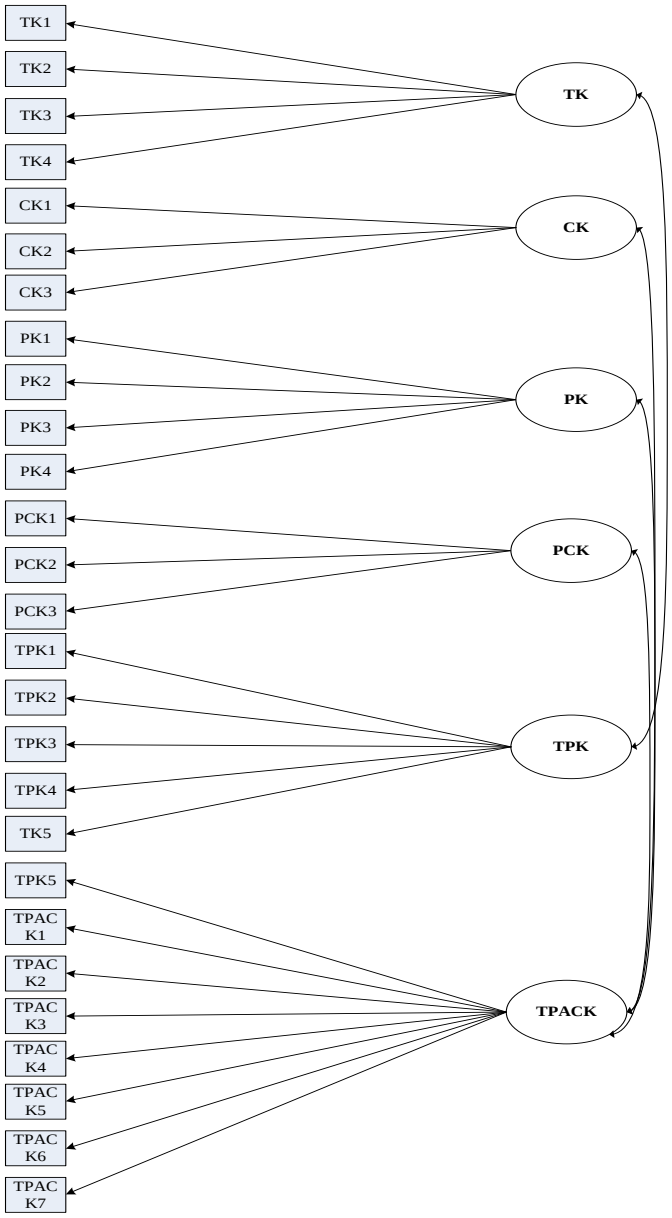
ภาพที่ 2.4 โมเดลการวัดทีแพค 2 ตัวแปรแฝง

ที่มา Jones Adelson และ Archambault (2011)

Lux (2011) ได้พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินการรับรู้ของนิสิตนักศึกษาครูเกี่ยวกับความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค (PT-TPACK) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ คือ ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (TCK) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (TPK) ความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครู และเทคโนโลยี (TPCK) โดยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความตรงเชิงเนื้อหาและความชัดเจนของข้อคำถามกับนิสิต/นักศึกษาชั้นปีที่ 2 และ 3 จำนวน 16 คน หลังจากนั้นผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะนำและนำเครื่องมือไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิต/นักศึกษาชั้นปีที่ 2 และ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 14 คน พบว่าเครื่องมือมีค่าความเที่ยง .954 หลังจากนั้นนำเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ความตรงตามนิยาม ความกระชับและความชัดเจนของแต่ละข้อคำถาม และผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ปรับแก้ข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปเก็บข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูที่ลงทะเบียนเรียนวิชา Foundations of Educational Course จำนวน 120 คน นำข้อมูลที่ได้มา

วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสกัดองค์ประกอบด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ หมุนแกนแบบตั้งฉาก ด้วยวิธี varimax พบว่า สามารถจัดองค์ประกอบได้ 6 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา (CK) องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู (PK) องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (TPK) และองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาวิชาครูและเทคโนโลยี (TPCK) ซึ่งพบว่าข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหา (TCK) ไม่สามารถจัดเป็นองค์ประกอบได้เนื่องจากมีค่าไอเกนน้อยกว่า 1.00 อาจเป็นเพราะในการอบรมไม่ได้เน้นการพัฒนาความรู้ในด้านนี้ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำองค์ประกอบที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เมื่อพิจารณาค่าความกลมกลืนของโมเดล (Goodness of fit) พบว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง ดังภาพที่ 2.4

Lee และ Tsai (2010) ได้ศึกษาการรับรู้ความสามารถของครูในการบูรณาการเทคโนโลยีเวปเข้ากับความรู้เกี่ยวกับวิชาครูและความรู้ด้านเนื้อหา (TPACK-W) (จำนวน 5 องค์ประกอบ) และประเมินทัศนคติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนผ่านเวป (web-based instruction) รวมเป็น 6 องค์ประกอบกับครูระดับประถมศึกษาในประเทศไต้หวันจำนวน 558 คน พัฒนาเครื่องมือโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสกัดองค์ประกอบด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ หมุนแกนแบบตั้งฉาก ด้วยวิธี varimax พบว่า สามารถจัดองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) องค์ประกอบความรู้ในการใช้เวปทั่วไป 2) องค์ประกอบความรู้ในการใช้เวปในการสื่อสาร 3) องค์ประกอบความรู้ในการบูรณาการเวปเข้าสู่เนื้อหา 4) องค์ประกอบความรู้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เวปให้เหมาะสมกับเนื้อหา และ 5) องค์ประกอบด้านทัศนคติของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนผ่านเวป โดยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้การจัดการเรียนการสอนผ่านเวปไม่สามารถจัดองค์ประกอบได้เพราะข้อคำถามได้รวมอยู่ในองค์ประกอบที่ 4 หลังจากนั้นผู้วิจัยนำองค์ประกอบที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เมื่อพิจารณาค่าความกลมกลืนของโมเดล (Goodness of fit) พบว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง



ภาพที่ 2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามกรอบแนวคิดทีแพค

ที่มา Lux (2011)

Koh Chai และ Tsai (2010) ทำการสำรวจความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคของนิสิตนักศึกษาครูประเทศสิงคโปร์จำนวน 1,185 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสกัดองค์ประกอบด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ หมุนแกนแบบตั้งฉาก ด้วยวิธี varimax พบว่า สามารถจัดองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบดังนี้ องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา (CK) องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู (PK) องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) องค์ประกอบความรู้ด้านการสอนและเทคโนโลยี (Knowledge of teaching with technology: KTT) และ

องค์ประกอบความรู้การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Knowledge of critical reflection: KCR) ซึ่งพบว่าองค์ประกอบที่หายไป คือ ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) และความรู้ด้านเนื้อหาบูรณากับความรู้ด้านเทคโนโลยี (TCK) เพราะข้อคำถามไปรวมอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ

Chai Koh และ Tsai (2011) ได้สำรวจความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคกับนักศึกษาครูในระดับประถมศึกษาจำนวน 834 คนในประเทศสิงคโปร์ที่เข้าร่วมหน่วยการเรียนไอซีที โดยตัวอย่างตอบแบบสำรวจก่อนเรียน 375 คน และหลังเรียน 343 คน การวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยใช้ข้อมูลที่สำรวจก่อนการเรียน โดยคัดเลือกองค์ประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 และแต่ละข้อที่มีการโหลดข้ามองค์ประกอบถูกตัดออก ได้องค์ประกอบจำนวน 5 องค์ประกอบ ดังนี้ ความรู้ด้านวิชาครู (PK) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้ด้านการบูรณาการวิชาครูเข้ากับความรู้เทคโนโลยี (TPK) และความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครูและเทคโนโลยี (TPCK) โดยมีค่าความเที่ยงในระดับสูง ซึ่งข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) ถูกตัดทิ้งเนื่องจากมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบร่วมระหว่างความรู้ด้านวิชาครู (PK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับวิชาครู (TPK) ส่วนความรู้ด้านบูรณาการเทคโนโลยีกับความรู้ด้านเนื้อหา (TCK) หายไปเนื่องจากข้อคำถามไปรวมอยู่ในองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครูและเทคโนโลยี (TPCK) เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหลังเรียนมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้ AMO 18 ผลการวิจัยพบว่าโมเดลมีความตรงตามโครงสร้าง

Sahin (2011) ได้พัฒนาเครื่องมือการวัดตามกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูจำนวน 348 คน วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ดังตาราง 2.2 และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจภายในแต่ละองค์ประกอบจึงได้องค์ประกอบตรงตามกรอบแนวคิดจำนวน 7 องค์ประกอบ โดยสาเหตุที่วิเคราะห์องค์ประกอบแยกทีละองค์ประกอบเพราะองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีค่าสหสัมพันธ์บางคู่ในระดับสูงดังตาราง 2.3

Chai Koh และ Tsai (2011) ได้พัฒนาเครื่องมือการวัดตามกรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) โดยผู้วิจัยแบ่งองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน คือ ความรู้ด้านเนื้อหาในวิชาที่ 1 (CKCS1) และวิชาที่ 2 (CKCS2) จึงมีองค์ประกอบทั้งหมด 8 องค์ประกอบ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูจำนวน 348 คน นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจภายในแต่ละองค์ประกอบจึงได้องค์ประกอบตรงตามกรอบแนวคิดจำนวน 8 องค์ประกอบหลังจากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้ AMO 18 ผลการวิจัยพบว่า โมเดลมีความตรงตามโครงสร้าง

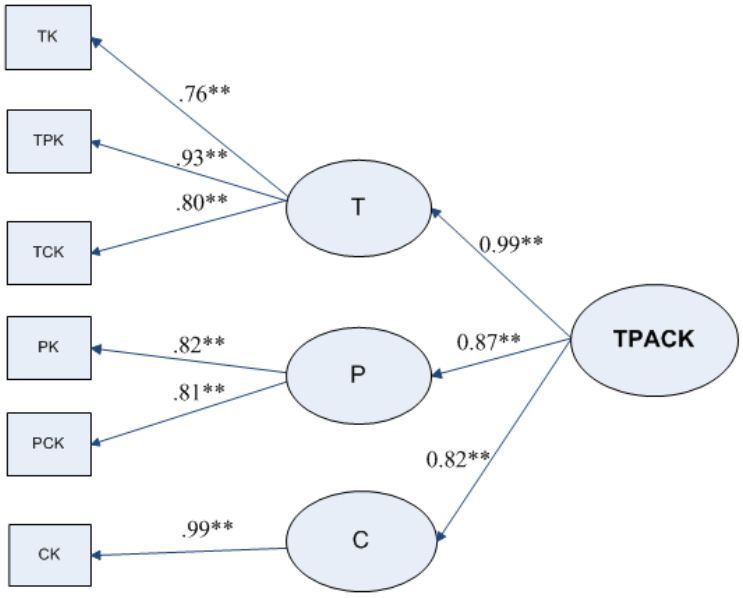
ตาราง 2.2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Sahin, 2011)

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7
TK	1.00						
PK	0.28	1.00					
CK	0.36	0.61	1.00				
TPK	0.46	0.67	0.53	1.00			
TCK	0.53	0.60	0.59	**0.79**	1.00		
PCK	0.29	**0.80**	0.63	**0.73**	0.69	1.00	
TPACK	0.41	0.66	0.56	**0.72**	**0.79**	**0.72**	1.00

ตาราง 2.3 ค่าไอเกนและร้อยละความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค (Sahin, 2011)

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน	ร้อยละความแปรปรวน
TK	7.782	51.887
PK	4.146	60.098
CK	3.562	59.368
TPK	2.979	74.485
TCK	2.991	74.776
PCK	4.832	69.025
TPACK	3.805	76.107

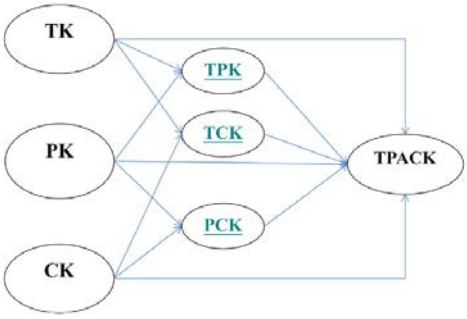
วรงค์ศรี แสงบรรจง สุชาดา บวรกิติวงศ์ และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2555) ได้พัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพคโดยนำแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นจาก Schmidt และคณะ (2009) เก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิตชั้นปีที่ 1-5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 165 คน นำข้อมูลที่ได้จำนวน 6 องค์ประกอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-Square = 2.380, df = 3, P-value = 0.498, RMSEA = 0.000, GFI = 1.00, AGFI = .970, RMR = .006, CFI = 1.000, NNFI = 1.000) รายละเอียดดังภาพที่ 2.6



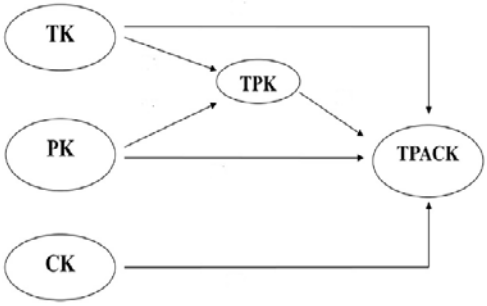
ภาพที่ 2.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ของโมเดลการวัดทีแพค
ที่มา: วรงค์ศรี แสงบรรจง สุชาดา บวรกิติวงศ์ และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2555)

Chai และคณะ (2011) ได้พัฒนาโมเดลการประยุกต์เทคโนโลยีเข้ากับวิชาครูและความรู้ด้านเนื้อหาดังภาพที่ 2.7 กับนักศึกษาครูในระดับประถมศึกษาจำนวน 834 คนในประเทศสิงคโปร์ที่เข้าร่วมหน่วยการเรียนไอซีที เพื่อสร้างความรู้ด้านวิชาครู (PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (TPK) และมีหน่วยการเรียนที่ให้นักศึกษาครูพิจารณาว่าจะใช้เครื่องมือเทคโนโลยีอย่างไรที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่ายซึ่งเป็นการสร้างความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับเทคโนโลยี (TCK) ความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับเทคโนโลยี (TPK) และความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (TPACK) โดยอาทิตย์สุดท้ายนักศึกษาครูต้องนำเสนอแนวคิดในการนำความรู้ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ โดยหน่วยการเรียนใช้เวลา 12 อาทิตย์ 1 ภาคการศึกษาในเดือนกรกฎาคม 2009 โดยระหว่างอาทิตย์แรกของสัปดาห์ของภาคการศึกษาผู้วิจัยได้ส่งอีเมล์อธิบายจุดประสงค์การวิจัยและเชิญนักศึกษาครูเข้าร่วมการวิจัยผ่านทางครูผู้สอนและมีการสำรวจความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคผ่านทางเวปไซต์หลังเรียนโดยตัวอย่างตอบแบบสำรวจก่อนเรียนร้อยละ 45 (375 คน) และหลังเรียน 343 คน การวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยใช้ข้อมูลที่สำรวจก่อนการเรียน โดยคัดเลือกองค์ประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 และแต่ละข้อที่มีการโหลดข้ามองค์ประกอบถูกตัดออก ได้

องค์ประกอบจำนวน 5 องค์ประกอบ โดยมีค่าความเที่ยงในระดับสูง เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหลังเรียนมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้ AMO 18 ผลการวิจัยพบว่า โมเดลมีความเหมาะสมและผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังเรียนโดยพิจารณาค่าขนาดอิทธิพล พบว่าผลจากหน่วยการเรียนไอซีทีที่ส่งผลให้นักศึกษาครูฝึกสอนมีพัฒนาการทั้ง 5 องค์ประกอบสูงและผลการวิเคราะห์ก่อนเรียน พบว่าความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) และความรู้ด้านวิชาครู (PK) ส่งผลทางบวกกับความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครู (TPK) และความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (TPACK) แสดงว่าการที่ไม่มีความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ก็สามารถเกิดความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (TPACK) ได้ และผลการวิเคราะห์หลังเรียนพบว่าความสัมพันธ์เพิ่มเติม คือ ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) สัมพันธ์กับความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (TPACK) แสดงว่าการออกแบบหน่วยการเรียนไอซีทีนี้สามารถก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านเนื้อหา (CK) กับ ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูและเนื้อหา (TPACK) ซึ่งเป็นตัวสนับสนุนให้เกิดการเรียนการสอนทีมีการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิชาครูและความรู้ด้านเนื้อหา ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.7 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพค จำนวน 7 องค์ประกอบ
ที่มา Chai (2011)



ภาพที่ 2.8 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพคหลังเรียนคอร์สไอซีที
ที่มา Chai (2011)

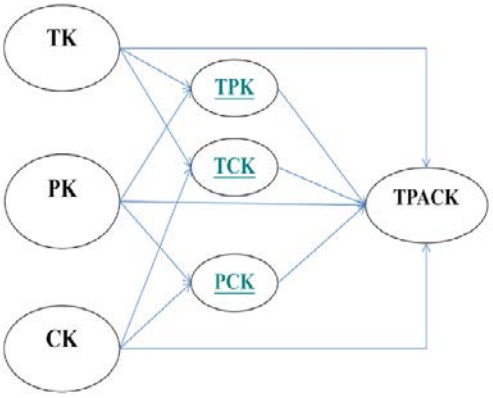
<u>ข้อสรุปประเด็นที่ 1</u> จากงานวิจัยดังกล่าวที่ใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจในการพัฒนาเครื่องมือการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค (Archambault & Barnett, 2010; Chai, 2011; Koh, et al., 2010; Lee & Tsai, 2010; Lux, 2011; Sahin, 2011) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบรวมทุกข้อคำถาม ผลการวิเคราะห์พบว่า นักวิจัยจัดองค์ประกอบได้เป็นจำนวน

แตกต่างกันกล่าวคือ Archambault และ Barnett (2010) จัดได้ 3 องค์ประกอบ Chai และคณะ (2011) Koehler Shin และ Mishra (2011) Lee และ Tsai (2010) จัดได้ 5 องค์ประกอบ และ Lux (2011) จัดได้ 6 องค์ประกอบเท่านั้น เพราะข้อคำถามขององค์ประกอบที่หายไปนั้นไปรวมอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ หากวิเคราะห์องค์ประกอบได้ครบทุกองค์ประกอบก็เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจภายในแต่ละตัวแปรแฝง ดังเห็นได้จากงานวิจัยของ Sahin (2011) Chai Koh และ Tsai (2011) โดยมีงานวิจัยที่นำผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมาตรวจสอบความตรงของโมเดลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่าโมเดลมีความตรงตามโครงสร้าง (Chai, Koh, & Tsai, 2011; J. Lee, 2010; Lux, 2011) แต่งานวิจัยของ Lee (2010) และ Lux (2011) มีจุดอ่อนตรงที่ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลชุดเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ซึ่งผลการวิเคราะห์โมเดลดังกล่าวต้องมีความเชิงโครงสร้างอย่างแน่นอน ส่วนงานวิจัยของ Jones และคณะ (2011) ได้นำตัวแปรแฝงตามกรอบแนวคิดทีแพคจำนวน 7 องค์ประกอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง แต่ไม่ประสบความสำเร็จโมเดลไม่สามารถวิเคราะห์ได้ โดย วรงค์ศรี แสงบรรจง สุชาดา บวรกิติวงศ์ และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2555) ได้พัฒนาโมเดลการวัดทีแพคที่มีลักษณะเป็นองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองซึ่งพบว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

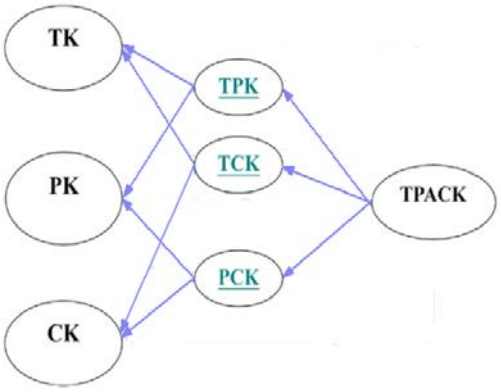
ข้อสรุปประเด็นที่ 2 จากตาราง 2.1 และตาราง 2.2 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงบางค่ามากกว่า 0.7 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยในการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือมีปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicolineality) ตามเกณฑ์ของ Hair และคณะ (2010) และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) ซึ่งตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบถ้าองค์ประกอบเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันมากเท่าไหร่จะได้องค์ประกอบที่ชัดเจนมากขึ้นแต่ผลการวิเคราะห์พบว่าไม่สามารถรวมคะแนนองค์ประกอบย่อยให้เป็นองค์ประกอบหลักได้ ซึ่งงานวิจัยของ Archambault และ Crippen (2009) Archambault และ Barnett (2010) จัดได้เพียง 3 องค์ประกอบเท่านั้น

ข้อสรุปประเด็นที่ 3 จากงานวิจัยของ Chai และคณะ (2011) ที่พัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพคดังภาพที่ 2.7 ซึ่งเป็นโมเดลที่มีจุดอ่อนตรงที่พยายามนำตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดทีแพคมาพัฒนาเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเพราะเป็นการนำส่วนย่อยมาอธิบายส่วนใหญ่โดยตัวแปรแฝงดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันและทับซ้อนกันอยู่ (Graham, 2011) เมื่อนำมาใช้เป็นตัวแปรสาเหตุจึงเกิดปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicolineality) ระหว่างตัวแปรทุกตัวที่เป็นสาเหตุทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ขาดความถูกต้อง) ตามเกณฑ์ของ Hair และ

คณะ (2010) และ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) ซึ่งโมเดลดังกล่าวเป็นรูปแบบที่ไม่น่าจะเกิดขึ้นโดย โมเดลที่ถูกต้องควรจะเป็นโมเดลการวัดทีแพคดังภาพ 2.9



ภาพที่ 2.7 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพค ที่มา Chai (2011)



ภาพที่ 2.9 โมเดลการวัดทีแพคที่ผู้วิจัยปรับขึ้นจากภาพที่ 2.6

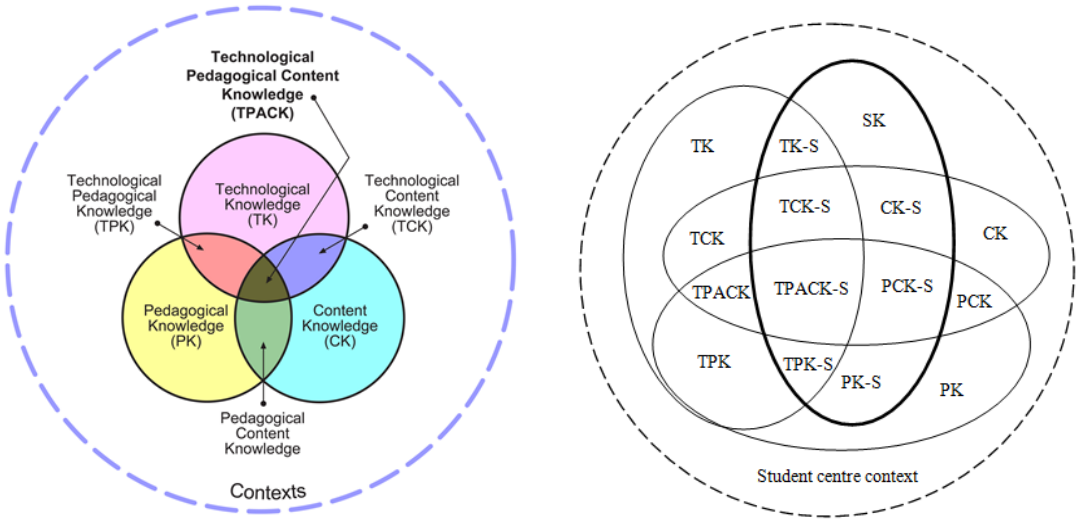
ตอนที่ 2 สาระเกี่ยวกับกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Students: TPACK-S)

การนำเสนอสาระในตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอสาระออกเป็น 2 หัวข้อได้แก่ 2.1 ที่มาของกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (TPACK-S) และ 2.2 ความหมายและองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (TPACK-S) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ที่มาของกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (TPACK-S)

จากงานวิจัยของ Mishra & Koehler (2011) Schmidt และคณะ (2008) Chai และคณะ (2011) Archambault และ Crippen (2009) Archambault และ Barnett (2010) Lux (2011) Yurdakulet และคณะ (2012) Angeli และ Valanides (2009) ได้นำความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคในบางองค์ประกอบมาใช้ในการพัฒนานักเรียน แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่วัดความรู้ด้านนักเรียนของนิสิตนักศึกษาครูและครูโดยตรง โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการขยายผลกรอบแนวคิดทีแพคให้เหมาะกับการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงได้พิจารณาเพิ่มความรู้ด้านนักเรียน (Student knowledge) เข้าสู่กรอบแนวคิดทีแพค (TPACK) โดยเรียกว่า กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนหรือเรียกสั้นๆว่า กรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing

Student: TPACK-S) ที่มีจุดเน้นที่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย 15 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 กรอบแนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน: กรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S)

2.2 ความหมายและองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (TPACK-S)

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอความหมายและองค์ประกอบของกรอบแนวคิดทีแพค-เอส (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S) ซึ่งมีจำนวน 15 องค์ประกอบ คือ 2.2.1 ความรู้ด้านนักเรียน (SK) 2.2.2 ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) 2.2.3 ความรู้ด้านวิชาครู (PK) 2.2.4 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 2.2.5 ความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (PCK) 2.2.6 ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหา (TCK) 2.2.7 ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับวิชาครู (TPK) 2.2.8 ความรู้ด้านเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (CK-S) 2.2.9 ความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับนักเรียน (PK-S) 2.2.10 ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S) 2.2.11 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) 2.2.12 ความรู้วิชาครู เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (PCK-S) 2.2.13 ความรู้เทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) 2.2.14 ความรู้เทคโนโลยี วิชาครู ที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) และ 2.2.15 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) รายละเอียดดังนี้

2.2.1 องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ด้านนักเรียน (Student Knowledge: SK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านนักเรียน (Student Knowledge: SK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องสามารถบอกฐานะความเป็นอยู่ (Shulman, 1987) ระดับความสามารถ (Lowery, 2002; Voss, Kunter & Baumert, 2011; Hill et al., 2004; Angeli & Valanides 2009; Shulman, 1987; Zuljan, M. V., Zuljan, D., & Pavlin, 2011; Tomlinson, 2004; ทิศนา แขมมณี, 2553; Watson & Watson, 2011; Karlin& Berger, 1974 อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2553; Archambaul & Crippen, 2009; Archambault & Barnett; 2010; Beatty, 2005) และความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้ (Lowery, 2002; Voss, Kunter & Baumert, 2011; Angeli & Valanides 2009; Shulman, 1987; Tomlinson, 2004; Cornelius-White, 2009; Watson & Watson, 2011; Karlin& Berger, 1974 อ้างถึงในทิศนา แขมมณี,2553; Archambaul & Crippen, 2009; Archambault & Barnett; 2010; Yurdakulet al., 2012) รวมทั้งเข้าใจปัญหาและสามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ (Voss et al., 2011; Hill et al., 2008; Watson & Watson, 2011; Karlin & Berger, 1974 อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2553; Cornelius-White, 2009; Beatty, 2005) รวมทั้งช่วยพัฒนาความสามารถให้ผู้เรียน (Voss et al., 2011; Ben-Peretz, 2011; Shulman, 1987; Beatty, 2005) นอกจากนี้มีความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและความต้องการของครอบครัวผู้เรียน และชุมชนที่สถานศึกษาตั้งอยู่ (Shulman, 1987) สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาครอบครัวและชุมชนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ด้านนักเรียน (Student Knowledge: SK) หมายถึง ผลของการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ครอบครัว และชุมชน จนรู้จักผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนของตนเป็นอย่างดี สามารถบอกฐานะความเป็นอยู่ ระดับความสามารถ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้ รวมทั้งเข้าใจปัญหาและสามารถช่วยแก้ปัญหาตลอดจนช่วยพัฒนาความสามารถให้ผู้เรียนได้ นอกจากนี้มีความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและความต้องการของครอบครัวผู้เรียน และชุมชนที่สถานศึกษาตั้งอยู่ สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาครอบครัวและชุมชนได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) 2) ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) 3) ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) และ 4) ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน	/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 2 ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน		/		/								/	/	/		/			
มิติ 3 ทักษะในการพัฒนานักเรียน		/	/				/									/			
มิติ 4 ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน																			/

หมายเหตุ

1=Lowery (2002); 2=Voss et al. (2011); 3=Ben-Peretz (2011); 4=Hill et al. (2008);
5=Angeli&Valanides (2009); 6=Koehler & Mishra (2011); 7=Shulman (1987); 8=Schmidt et al. (2009);
9=Zuljan et al. (2011); 10= Tomlinson et al. (2004); 11= ทิศนา แขมมณี (2553) 12= Watson (2011);
13=Karlin & Berger (1974); 14=Cornelius-White (2009); 15= Yurdakulet al. (2012) 16 = Beatty (2005).
17= Archambaul & Crippen (2009); 18= Archambault&Barnett (2010)

2.2.2 องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำในเนื้อหาที่ตนเองสอน (Hill, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Ball et al., 2008; Lux, 2010; Laundry, 2010; Kafyulilo, 2010; Even, 1993; Simon, 1995; Webb, 2002; Beatty, 2005) ความเข้าใจหลักการของเนื้อหาจนสามารถอธิบายขั้นตอนได้ สามารถระบุข้อผิดพลาดและสาเหตุของความผิดพลาดเกี่ยวกับเนื้อหาได้ (Lowery, 2002; Hill, 2008; Chai, 2011; Ball et al., 2008; Mishra & Koehler, 2006; Beatty, 2005) มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากด้วยคำอธิบายที่ง่ายและสมเหตุสมผล (Lowery, 2002; Ben-Peretz, 2011; Hill, 2008; Angeli&Valanides, 2009; Koehler & Mishra, 2011; Lux, 2010) มีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเองได้ (Chai, 2011; Schmidt et al., 2009; Ball et al., 2008; Lux, 2010; Laundry, 2010; Kafyulilo, 2010)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระทางวิชาการที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำความเข้าใจหลักการสามารถอธิบายขั้นตอนได้ สามารถระบุข้อผิดพลาดและสาเหตุได้ มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากด้วยคำอธิบายที่ง่ายและสมเหตุสมผล มีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเองได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 มิติ คือ 1) ความรู้ที่ชัดเจน

ถูกต้องแม่นยำ (CK1) 2) ความเข้าใจหลักการ (CK2) 3) ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3) และ 4) การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.5

ตาราง 2.5 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	17	18	19
มิติ 1 ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ				/		/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/		/
มิติ 2 ความเข้าใจหลักการ	/			/					/		/							/	
มิติ 3 ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก	/		/	/	/	/						/							
มิติ 4 การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง								/	/	/	/	/	/	/				/	

หมายเหตุ

1 = Lowery (2002); 2 = Voss, et al. (2011); 3 = Ben-Peretz (2011); 4=Hill (2008);
5 = Angeli&Valanides(2009); 6 = Koehler&Mishra (2011); 7 = Koehler & Mishra (2008); 8 =Shulman (1987);
9 = Chai (2011); 10=Schmidt et al. (2009); 11= Ball et al. (2008) 12=Lux (2010);
13=Laundry (2010); 14=Kafyulilo (2010); 15= Even (1993); 16=Simon (1995);
17= Webb (2002); 18=Mishra & Koehler (2006); 19 = Beatty, 2005

2.2.3 **ความรู้ด้านวิชาครู** (Pedagogical Knowledge: PK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านวิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องในด้านหลักสูตร (Lowery, 2002; Voss et al.; Ben-Peretz, 2011; Hill, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Chai et al., 2011) สามารถวิเคราะห์ ประเมินและพัฒนาหลักสูตรได้ (Lowery, 2002; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Chai et al., 2011) และความเข้าใจหลักการด้านกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลตั้งแต่ขั้นการวางแผนและจัดทำแผนการสอน (Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2008; Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006; Schmidt, et al., 2009; Koehler & Mishra, 2011) ขั้นการบริหารจัดการชั้นเรียน (Voss et al, 2011; Koehler & Mishra, 2011; Schmidt et al., 2009; Shulman, 1987; Abrami, d'Apollonia, & Rosenfield, 2007) ขั้นดำเนินการสอน (Lowery, 2002; Voss et al., 2011; Angeli & Valanides, 2009; Zuljan, Zuljan & Pavlin, 2011; Shulman, 1987; Heritage, 2007; Hill, Ball, & Schilling, 2008; Chai, 2011; Yurdakul, 2012; Lux, 2010; Graham, 2011; Kafyulilo, 2010) ขั้นประเมินผลการเรียนการสอนและขั้นปรับปรุงการเรียนการสอน (Voss et al., 2011; Gimba, 2012; Heritage, 2007; Koehler & Mishra, 2008; Schmidt et al., 2009; Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2011) รวมทั้งความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้

(Somekh & Zeichner, 2009; Aldridge, Fraser, Bell & Dorman, 2012; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012; Dawson, 2012; Barrs, 2012)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ด้านวิชาครู (Pedagogical Knowledge: PK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องในด้านหลักสูตรจนสามารถวิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาหลักสูตรได้ และความเข้าใจหลักการด้านกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลตั้งแต่ขั้นการวางแผนและจัดทำแผนการสอน ขั้นการบริหารจัดการชั้นเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นประเมินผลการเรียนการสอน และขั้นปรับปรุงการเรียนการสอน รวมทั้งความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) 2) การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) 3) ความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3) และ 4) ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
มิติ 1 ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร	/	/	/	/		/	/	/	/						/				
มิติ 2 การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร	/					/	/	/	/						/				
มิติ 3 ความรู้ด้านการเรียนการสอน	/	/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
องค์ประกอบที่ บทความที่	20	21	22	23	24	25	26												
มิติ 4 ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน	/	/	/	/	/														

หมายเหตุ

1=Lowery (2002); 2=Voss et al. (2011); 3=Ben-Pertz (2011); 4=Hill (2008);
5=Angeli & Valanides (2009); 6=Koehler & Mishra (2011); 7=Koehler & Mishra (2008); 8=Shulman (1987);
9=Schmidt et al. (2009); 10=Abrami et al. (2007) 11=Zuljan et al. (2011); 12=Heritage (2007);
13=Hill et al. (2008); 14=Gimba (2012); 15=Chai (2011); 16=Yurdakul (2012);
17=Lux(2010); 18=Graham(2011); 19= Kafyulilo (2010); 20=Somekh & Zeichner (2009)
21= Aldridge et al. (2012); 22=Bersh et al. (2012); 23=Dawson (2012); 24= Barrs (2012)

2.2.4 **ความรู้ด้านเทคโนโลยี** (Technological Knowledge: TK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้นในการช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครูได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Cox & Marshall, 2007; Gao, Tan, Wang, Wong, & Choy, 2011; ISTE, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt, et al., 2009; Yurdakul, 2012; Hew & Brush, 2007; Chai et al., 2010; Lux, 2010; Landry, 2010; Archambault & Barnett, 2010; Angeli & Valanides, 2009; Graham, 2011; Koh, 2011; Kafyulilo, 2010; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012; Lee, Feldman & Beatty, 2012) ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิคสามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง (Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt, et al., 2009; Yurdakul, 2012; Chai et al., 2010; Landry, 2010; Kafyulilo, 2010; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012) รวมทั้งความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้น ในการช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครูได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิคสามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง รวมทั้งความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูงขึ้น (ความรู้ด้านเทคโนโลยีนี้ในทางการศึกษาถือเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ด้านวิชาครู แต่ในการวิจัยนี้แยกออกมาเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งเนื่องจากมีมิติการวัดที่แตกต่างกัน) ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 มิติ คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.7

ตาราง 2.7 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 2 ทักษะการใช้เทคโนโลยี	/		/	/		/	/					/		/				/	
มิติ 3 ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง	/	/	/	/			/		/					/				/	
มิติ 4 ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี																			/

หมายเหตุ

1= Koehler & Mishra (2011); 2=Koehler & Mishra (2008); 3=Chai (2011); 4=Schmidt et al. (2009);
5=Yurdakul (2012); 6=Hew & Brush (2007); 7=Chai et al. (2010);8=Lux(2010);
9=Landry (2010); 10= Archambault & Barnett (2010); 11=Angeli & Valanides (2009);
12=Graham (2011); 13=Koh (2011); 14=Kafyulilo (2010); 15=Cox & Marshall (2007)
16=Geo et al. (2011); 17=ISTE (2008) 18=Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales (2012)

2.2.5 ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิชาครูในด้านการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลที่สามารถนำมาพัฒนาให้มีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องแม่นยำ (Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Schmidt et al., 2009; Lux, 2010; Landry, 2010; Graham, 2011; Koh, 2011) มีความเข้าใจหลักการวิชาครูในด้านกลยุทธ์และการประเมินผลที่สามารถเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหาที่ตนเองสอน (Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Schmidt et al., 2009; Lux, 2010; Landry, 2010; Graham, 2011; Koh, 2011; Kafyulilo, 2010; Archambault & Barnett, 2010) มีทักษะการประยุกต์วิชาครูในด้านการจัดการเรียนการสอนและงานวิจัยที่สามารถพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Lux, 2010; Landry, 2010; Graham, 2011; Koh, 2011) และทักษะการใช้วิชาครูในด้านการวิจัยและการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความรู้ในเนื้อหาขั้นสูง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงความรู้วิชาครูที่พัฒนาให้ครูมีความรู้เนื้อหาถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหาที่สอน ทักษะการประยุกต์

วิชาครูที่พัฒนาความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และทักษะการใช้วิชาครูขยายขอบเขตความรู้เนื้อหาขั้นสูง ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 มิติ คือ 1) ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1) 2) ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2) 3) การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (PCK3) และ 4) ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.8

ตาราง 2.8 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง	/	/	/	/	/	/	/	/			
มิติ 2 ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 3 การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก	/	/	/		/	/	/	/			
มิติ 4 ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง											/

หมายเหตุ

1=Shulman (1987); 2= Koehler & Mishra (2011); 3=Koehler & Mishra (2008); 4=Schmidt et al. (2009);
5=Lux(2010); 6=Landry (2010); 7=Graham (2011); 8=Koh (2011);
9= Kafyulilo (2010); 10= Archambault & Barnett (2010);

2.2.6 ความรู้ด้านเนื้อหา เทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (Technological Content Knowledge: TCK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ช่วยพัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง การนำความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีมาพัฒนาความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (ISTE, 2008; Koehler & Mishra, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Lux, 2011; Schmidt, et al., 2009; Webb, 2002; Rubin, 2007) ทักษะการประยุกต์เทคโนโลยีในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (ISTE, 2008; Koehler & Mishra, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Lux, 2011; Schmidt, et al., 2009; Webb, 2002; Chai, 2011; Chai et al., 2010; Graham , 201; Koh, 2011, Archambault & Barnett, 2010; Rubin, 2007) และการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆในการพัฒนาความรู้เนื้อหาขั้นสูง (Chai et al., 2010; Rubin, 2007) เช่น โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสอนเรขาคณิตที่ให้นักเรียนสามารถเข้าใจที่มาของทฤษฎีและสูตรต่างๆ ได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถให้นักเรียนทดลองสร้างรูปเรขาคณิตและพิสูจน์ที่มาของสูตรต่างๆทางเรขาคณิตได้ด้วยตนเอง (Mishra & Koehler, 2006, 2011) หรือ โปรแกรมแอนนิเมชั่นมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องโครงสร้าง

โมเลกุลในวิชาวิทยาศาสตร์แต่จะมีประโยชน์ค่อนข้างน้อยเมื่อใช้ในเรื่องหลักไวยากรณ์ในวิชาภาษาอังกฤษ เป็นต้น (Lux, 2011)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (Technological Content Knowledge: TCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ช่วยพัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง การนำความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีมาพัฒนาความเข้าใจหลักการในเนื้อหา ทักษะการประยุกต์เทคโนโลยีในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนาความรู้เนื้อหาขั้นสูง สามารถจำแนกได้ 4 มิติ คือ 1) ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TCK1) 2) ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2) 3) การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TCK3) และ 4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2.9

ตาราง 2.9 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา

องค์ประกอบที่ **บทความที่**	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	**ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม**
มิติ 1 ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง	/	/		/		/				/	/	/	
มิติ 2 ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา	/	/		/		/				/	/	/	
มิติ 3 การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	
มิติ 4 ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง					/								/

หมายเหตุ

1= Koehler & Mishra (2011); 2=Koehler & Mishra (2008); 3=Chai (2011); 4=Schmidt et al. (2009); 5=Chai et al. (2010); 6=Lux (2010); 8= Graham (2011); 9= Koh (2011); 10=Archambault & Barnett (2010); 11=ISTE (2008); 12=Webb (2002); 13= Rubin (2007)

2.2.7 ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (Technological Pedagogical Knowledge: TPK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ขยายหรือเพิ่มพูนความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร มีความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนออนไลน์ ซึ่งความรู้ในส่วนนี้เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะโปรแกรมซอฟต์แวร์ในปัจจุบันส่วนมาก

ไม่ได้ออกแบบไว้ใช้งานในด้านการศึกษา ดังนั้นครูมืออาชีพและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองรวมทั้งสามารถพัฒนาความเข้าใจและการเรียนรู้ของนักเรียน (Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt, et al., 2009; Hew & Brush, 2007; Chai et al., 2010; Lux, 2010; Laundry, 2010; Kafyulilo, 2010; Angeli& Valanides, 2009; Graham, 2011; Koh, 2011; Archambault & Barnett, 2010; Yurdakul, 2012; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012; Dawson, K., 2012; Lee, Feldman & Beatty, 2012; Cox & Marshall, 2007; Ottenbreit-Leftwich et al., 2010) และการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012; Lee, Feldman & Beatty, 2012)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตรและประสิทธิภาพการประเมิน การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) 2) ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน (TPK2) 3) การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) และ 4) เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (TPK4) สามารถจำแนกได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) 2) ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน (TPK2) 3) การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) และ 4) เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (TPK4) รายละเอียดดังตาราง 2.10

ตาราง 2.10 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	**ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม**
มิติ 1 ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 2 ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

ตาราง 2.10 (ต่อ)

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 3 การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 4 เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู														/					/

หมายเหตุ

1= Koehler & Mishra (2011); 2=Koehler & Mishra (2008); 3=Chai (2011); 4=Schmidt et al. (2009);
5=Hew & Brush (2007); 6=Chai et al. (2010); 7=Lux (2010); 8=Landry (2010);
9=Kafyulilo (2010); 10=Angeli&Valanides (2009); 11=Graham (2011); 12=Koh (2011);
13= Archambault & Barnett (2010); 14=Yurdakul (2012); 15=Bersh, et al. (2012) 16= Dawson (2012)
17= Lee, Feldman & Beatty (2012) 18= Cox & Marshall (2007); 19= Ottenbreit-Leftwich et al. (2010)

2.2.8 **ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน** (Content Knowledge appropriate for instructing Student: CK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Content Knowledge appropriate for instructing Student: CK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ความรู้เกี่ยวกับจิตวิทยาที่เหมาะกับการเรียนรู้ของนักเรียน (Ormrod, 2000) สาระการเรียนรู้และหลักการแก้ปัญหาที่เหมาะกับนักเรียน ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหาให้นักเรียน การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (Dragon, Floryan, Woolf, & Murray, 2010; Hashimoto-Martell, McNeill, & Hoffman, 2012) และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Content Knowledge appropriate for instructing Student: CK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเนื้อหาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหาให้นักเรียน การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน (CK-S1) 2) ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2) 3) การ

เลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3) และ 4) การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.11

ตาราง 2.11 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน	/	/	/	
มิติ 2 ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน	/	/		
มิติ 3 การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้	/	/		
มิติ 4 การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน				/

หมายเหตุ

1= Dragon et al. (2011); 2= Hashimoto-Martell (2012); 3= Ormrod (2000)

2.2.9 ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: PK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: PK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องมีความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (Kode, et al., 2012; Pashler, Bain, Bottge, Graesse, Koedinger, McDaniel, & Metcalfe, 2007; Echevarria & Graves, 2007; Beatty, 2005; White, 1985) ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ (Kode, et al., 2012; Pashler, Bain, Bottge, Graesse, Koedinger, McDaniel, & Metcalfe, 2007; Echevarria & Graves, 2007; Beatty, 2005; White, 1985) เช่น Pashler, et al. (2007) ได้จัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ๆให้เหมาะกับความสามารถและความต้องการของนักเรียน และ Beatty (2005) จัดการเรียนการสอนที่สามารถเข้าถึงลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้ง Echevarria & Graves (2007) จัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับความแตกต่างของนักเรียน และศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: PK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ และศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อ

พัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (PK-S1) 2) ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2) 3) ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ (PK-S3) และ 4) ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.12

ตาราง 2.12 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ1 ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน	/	/	/	/	/	
มิติ 2 ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน						/
มิติ 3 ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ	/	/	/	/	/	
มิติ 4 ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน						/

หมายเหตุ

1= Kode, et al. (2012); 2 = Pashler et al. (2007); 3=Beatty, I. D. (2005);

4 = Echevarria & Graves (2007); 5= White (1985)

2.2.10 ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (Technological Knowledge appropriate for instructing Student: TK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (Technological Knowledge appropriate for instructing Student: TK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน เช่น การใช้ handheld, wiki e-learning ให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ ลักษณะและความต้องการของนักเรียน (Dawson, 2012; Wheeler, 2008; Hew & Brush, 2007; Carmona, Castillo & Millán, 2007; Dabbagh & Kitsantas, 2004; Ottenbreit-Leftwic, Glazewski, Newby & Ertmer, 2010; Chen, 2010) ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน (Dawson, 2012; Wheeler, 2008; Ottenbreit-Leftwic, Glazewski, Newby & Ertmer, 2010; Chen, 2010)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (Technological Knowledge appropriate for instructing Student: TK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน สามารถใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาคุณธรรมได้อย่าง

ถูกต้องแม่นยำ ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน และสามารถวิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1) 2) ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง (TK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน (TK-S3) และ 4) วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.13

ตาราง 2.13 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 2 ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง								/
มิติ 3 ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้คุณธรรมของนักเรียน	/	/				/		
มิติ 4 วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน								/

หมายเหตุ

1= Dawson (2012); 2= Wheeler et al. (2008); 3=Hew & Brush (2007); 4=Carmona et al. (2007);.

5= Dabbagh & Kitsantas (2004); 6= Ottenbreit-Leftwich et al. (2010) 7= Chen (2010)

2.2.11 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้เทคโนโลยีเพื่อวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้ถูกต้อง สร้างความเข้าใจหลักการของเนื้อหา เพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009; Yurdakul, 2012; Chai et al. 2010; Lux, 2010; Landry, 2010; Wheeler, 2008; Johnson, 2000) และความสามารถในการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อ

วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้ถูกต้อง สร้างความเข้าใจหลักการของเนื้อหา เพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และความสามารถในการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TPACK1) 2) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา (TPACK2) 3) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3) และ วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4) รายละเอียดดังตาราง 2.14

ตาราง 2.14 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 2 เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 3 เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
มิติ 4 วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง											/

หมายเหตุ

1=Mishra (2011); 2=Koehler & Mishra (2008); 3=Chai (2011); 4=Schmidt et al. (2009);
5=Yurdakul (2012); 6=Chai et al. (2010); 7=Lux(2010); 8=Landry (2010);
9=Wheeler(2008); 10=Johnson (2000)

2.2.12 ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: PCK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: PCK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (Lowery, 2002; Hill, 2008; Mishra&Koehler, 2011; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009: Watson, 2008) การใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (Lowery,

2002; Hill, 2008; Mishra&Koehler, 2011; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009: Pashler, 2007; Watson, 2008; Carpenter et al., 1988) เช่น Carpenter (1988) และคณะ พัฒนาการเรียนการสอนที่สามารถนำเนื้อหาไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน เช่น Echevarria และ Graves (2007) ใช้วิชาครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาที่สอนและเหมาะกับความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Lowery, 2002; Hill, 2008; Mishra&Koehler, 2011; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009: Pashler, 2007; Watson, 2008) และศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: PCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ การใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน และศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ1) รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1) 2) ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2) 3) ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน (PCK-S3) และ 4) ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.15

ตาราง 2.15 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้	/	/	/	/	/		/			
มิติ 2 ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง	/	/	/	/	/	/	/		/	
มิติ 3 ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน	/	/	/	/	/	/		/		
มิติ 4 ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน										/

หมายเหตุ

1 = Lowery (2002); 2 = Hill (2008); 3 = Mishra&Koehler (2011);

4 = Chai (2011); 5 = Schmidt et al. (2009): 6 = Pashler (2007):

7= Watson (2008); 8 = Echevarria & Graves (2007); 9 = Carpenter et al. (1988)

2.2.13 **ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน** (Technological Content Knowledge appropriate for instructing Student: TCK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (Technological Content Knowledge appropriate for instructing Student: TCK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน สามารถใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (Angeli, 2005; Ottenbreit-Leftwich, 2010) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (Angeli, 2005; Rubin, 2007; Ottenbreit-Leftwich, 2010) เช่น Rubin (2007) นำเทคโนโลยีที่แตกต่างมาพัฒนาความรู้ในวิชาสถิติทำให้นักเรียนเข้าใจง่าย และ Angeli (2005) ได้พัฒนานิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะกับเนื้อหาและใช้เทคโนโลยีในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับนักเรียน รวมทั้งศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (Technological Content Knowledge appropriate for instructing Student: TCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน และศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน (TCK-S1) 2) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน (TCK-S3) และ 4) ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.16

ตาราง 2.16 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน	/		/	
มิติ 2 ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน	/		/	
มิติ 3 ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน	/	/	/	
มิติ 4 ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน				/

หมายเหตุ

1 = Angeli, C. (2005). 2= Rubin, A. (2007) 3=Ottenbreit-Leftwich et al. (2010).

2.2.14 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้เทคโนโลยีที่สามารถเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (Wheeler, 2008; Dabbagh & Kitsantas, 2004; Sendag & Ferhan Odabası, 2009; Angeli, 2005; Ottenbreit-Leftwich, Glazewski, Newby, & Ertmer, 2010) เข้าใจเทคโนโลยีสำหรับการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (Wheeler, 2008; Angeli, 2005) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (Wheeler, 2008; Patten, Arnedillo Sánchez, & Tangney, 2006; Dabbagh & Kitsantas, 2004; Sendag & Ferhan Odabası, 2009; Angeli, 2005; Ottenbreit-Leftwich, Glazewski, Newby, & Ertmer, 2010)และศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน และศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการ

พัฒนานักเรียน (TPK-S1) 2) เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3) และ 4) ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.17

ตาราง 2.17 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	6	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน	/		/	/	/	/	
มิติ 2 เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน	/				/		
มิติ 3 ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน	/	/	/	/	/	/	
มิติ 4 ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน							/

หมายเหตุ

1 = Wheeler (2008); 2 = Patten et al. (2006); 3 = Dabbagh & Kitsantas (2004);
4 = Sendag et al. (2009); 5 = Angeli (2005); 6 = Ottenbreit-Leftwich et al. (2010)

2.2.15 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) พบว่า ครูและนิสิตนักศึกษาครูต้องรู้เทคโนโลยีที่สามารถนำไปพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (Yurdakul, 2012; Wheeler, YEoMAnS, & WHEEIER, 2008; Sendag & Ferhan Odabas, 2009; Angeli, 2005; Ottenbreit-Leftwich et al., 2010) เช่น Sendag & Ferhan Odabası (2009) จัดการเรียนการสอนโดยการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานออนไลน์ในเนื้อหาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เป็นต้น รวมทั้งสามารถใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรม (Yurdakul, 2012; Wheeler et al., 2008) และใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรม และใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1) 2) เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (TPACK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน (TPACK-S3) และ 4) ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4) รายละเอียดดังตาราง 2.18

ตาราง 2.18 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

องค์ประกอบที่ บทความที่	1	2	3	4	5	ผู้วิจัยสร้างเพิ่มเติม
มิติ 1 รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน	/	/	/	/	/	
มิติ 2 เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา	/	/	/	/	/	
มิติ 3 ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน	/	/				
มิติ 4 ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน						/

หมายเหตุ

1=Yurdakul (2012); 2 = Wheeler et al. (2008); 3 = Sendag, S., & Ferhan Odabası (2009);
4=Angeli, C. (2005); 5= Ottenbreit-Leftwich et al. (2010)

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและความรู้ของครูเกี่ยวกับนักเรียน

ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำเสนอเป็น 3 ส่วนดังนี้ 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 3.2 หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และ 3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ทิศนา แขมมณี (2553) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความเหมาะสมและประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

Brown (2008) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือทำและมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง และตรงตามความต้องการและความสามารถของนักเรียน

Brush และ Saye (2000) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนท้าทายความสามารถ ในสถานการณ์จริงด้วยเทคโนโลยี โดยนักเรียนจะมีโอกาสได้เผชิญหน้ากับปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์จริง

<u>สรุป</u> การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นตัวตั้งโดยคำนึงถึงความเหมาะสมและประโยชน์สูงสุดที่นักเรียนจะได้รับโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ลงมือทำและมีส่วนร่วมในกิจกรรมอันส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

3.2 หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2553) กล่าวว่าหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ครูต้องคิดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเกิดการเรียนรู้ให้ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยครูเป็นเพียงผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

Peyton Moore และ Young (2010) กล่าวว่าหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูต้องสร้างประสบการณ์และกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนโดยมุ่งพัฒนานักเรียนตามความต้องการ ทักษะ และความสนใจ

Brush และ Saye (2000) กล่าวว่าหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนต้องมีทักษะและความรับผิดชอบสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง นักเรียนต้องกำหนดเป้าหมายและต้องบรรลุเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้และต้องมีการทำงานร่วมกัน

นิภาพร เจนสันติกุล (2554) การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมีพื้นฐานความเชื่อที่ว่าเป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงประโยชน์ของนักเรียนให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกทำสิ่งต่างๆเสริมสร้างทักษะการคิดทักษะการปฏิบัติและทักษะการเรียนรู้และทำให้นักเรียนรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในด้านการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ประเมินค่าและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีส่วนช่วยพัฒนาการเรียนการสอนจากเดิมที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระการเรียนการสอนการท่องจำการประเมินผลการเรียนที่มุ่งเน้นการให้คะแนนมาเป็นการให้ความสำคัญทั้งกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น

<u>สรุป</u> หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือแนวทางที่ครูควรจัดกิจกรรมสร้างเสริมประสบการณ์ให้กับนักเรียนและใช้กลยุทธ์ในการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ผู้สอนต้องให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกทำสิ่งต่างๆ ต้องเสริมสร้างทักษะการคิด ทักษะการเรียนรู้ และทำให้นักเรียนรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ร่วมกัน และนักเรียนต้องมีทักษะความรับผิดชอบสูงกว่าการจัดการเรียนแบบเน้นครูเป็นศูนย์กลาง

3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ผู้วิจัยนำเสนอเป็น 2 ส่วน คือ 1) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และ 2) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ทิศนา แขมมณี (2553) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ในการสอนครูต้องคำนึงถึงนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางมีดังนี้

1) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นตัวนักเรียนตามเอกัตภาพ** เป็นการจัดสภาพการสอนให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยคำนึงถึงภูมิหลัง สติปัญญา ความสามารถ ความถนัด แบบการเรียนรู้ ความสนใจและความต้องการของนักเรียนทั้งนี้ผู้สอนจำเป็นต้องวินิจฉัยนักเรียนและทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและใช้ผลการวินิจฉัยในการวางแผนการเรียนให้แก่นักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนจะดำเนินการเรียนรู้ตามแผนและประเมินผลการเรียนรู้ของตน โดยมีผู้สอนให้ความช่วยเหลือและเก็บข้อมูลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และใช้ข้อมูลเพื่อวางแผนการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป (Karlin& Berger, 1974อ้างถึงในทิศนา แขมมณี,2553)

<u>สรุป สิ่งที่ครูควรรู้เกี่ยวกับนักเรียน</u> คือ ภูมิหลัง สติปัญญา ความสามารถ ความถนัด แบบการเรียนรู้ ความสนใจและความต้องการของนักเรียน การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง

2) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นความรู้ความสามารถด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบรู้จริง** คือ กระบวนการในการดำเนินการให้นักเรียนทุกคน ซึ่งมีความสามารถและสติปัญญาแตกต่างกัน สามารถเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Block & Anderson, 1975 อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2553) คือสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ทุกข้อ โดยผู้สอนสามารถวิเคราะห์เนื้อหาสาระและกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้อย่างละเอียดและเป็นไปตามลำดับขั้น และวางแผนการเรียนรู้สำหรับแต่ละคน ให้สนองตอบความถนัดที่แตกต่างกันของนักเรียน โดยแสวงหาวิธีการ สื่อ หรือให้เวลาในการเรียนรู้แตกต่างกันตามความสามารถของนักเรียนนักเรียนมีการกำหนดการเรียนรู้ตามแผนภายใต้การดูแล ช่วยเหลือ ของผู้สอนไปทีละวัตถุประสงค์จนสามารถบรรลุผล โดยมีการประเมินผลว่านักเรียนรู้จริงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดจึงสามารถไปเรียนตามวัตถุประสงค์ต่อไป ผู้สอนจะต้องแสวงหาวิธีการ สื่อหรือนวัตกรรมต่างๆมาช่วยจนนักเรียนสามารถเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ครบทุกวัตถุประสงค์

<u>สรุป สิ่งที่ครูควรรู้เกี่ยวกับนักเรียน</u> คือ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาเป็นหลักก่อนเพื่อวางแผนการเรียนรู้สำหรับนักเรียนโดยต้องคำนึงถึงความถนัด ที่แตกต่างของนักเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ วิธีสอนหรือให้เวลาที่แตกต่างกัน

3) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นความรู้ความสามารถด้วยวิธีการสอนแบบเน้นมโนทัศน์** คือ การวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยการระบุมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดที่ต้องการให้นักเรียนได้รับและดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการและกระบวนการต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆและสามารถนำมโนทัศน์นั้นๆไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆได้ รวมทั้งมีการประเมินผลโดยมุ่งไปที่ความเข้าใจของนักเรียนในมโนทัศน์นั้นๆ (ทิศนา แขมมณี, 2553)

สรุป สิ่งที่ครูควรรู้เกี่ยวกับนักเรียน คือ ผู้สอนต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาเป็นหลักเพื่อระบุทักษะต่างๆที่นักเรียนต้องใช้ในการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นๆ

4) **การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นการบูรณาการ** คือ การนำสาระเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันมาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกัน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวมและสามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ทิศนา แขมมณี, 2553)

สรุปสิ่งที่ผู้สอนควรรู้เกี่ยวกับนักเรียน คือ ผู้สอนต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาเป็นหลักและวิเคราะห์พื้นความรู้เดิมของนักเรียนได้

สรุป การจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ครูผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับสาระที่ตนเองสอนเป็นหลักก่อน เพื่อนำสาระดังกล่าวมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยต้องคำนึงถึง ภูมิหลัง สติปัญญา ความสามารถ ความถนัด แบบการเรียนรู้ ความสนใจและความต้องการของนักเรียน การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้สื่อการเรียนรู้ วิธีสอนหรือให้เวลาที่แตกต่าง

3.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้

1) **ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์**

เพียเจต์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งให้เด็กข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น

หลักการจัดการศึกษา/การสอน (ทิศนา แขมมณี, 2553)

1) ในการพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กและจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับเด็กให้เรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตนเพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

2) การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัว

ของเด็ก

3) ในการสอนเด็กเล็กๆเด็กจะรับรู้ส่วนรวม (whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (part) ดังนั้นครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงสอนแยกทีละส่วน

4) ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5) การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากๆช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

<u>สรุป</u> สิ่งที่ครูควรมีความรู้เกี่ยวกับนักเรียน คือพัฒนาการทางสติปัญญา และความพร้อม

2) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์

บรุนเนอร์(Brunner) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์บรุนเนอร์เชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning)

หลักการจัดการศึกษา/การสอน (ทิศนา แขมมณี, 2551)

1) กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับนักเรียน

2) การวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำก่อนการสอน

3) การจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) ช่วยให้สามารถสอนเนื้อหาหรือความคิดรวบยอดเดียวกันแก่นักเรียนทุกวัยได้ โดยต้องจัดเนื้อหาความคิดรวบยอดและวิธีสอนให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการของนักเรียน

4) ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

5) การสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่นักเรียน

6) การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

7) การสอนความคิดรวบยอดให้แก่นักเรียนเป็นสิ่งจำเป็น

8) การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

สรุป สิ่งที่ครูควรมีความรู้เกี่ยวกับนักเรียน คือพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน

โดยจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวคิด/หลักการและวิธีการในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2.19 หลักการ แนวคิด และวิธีการในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ประเด็น	หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง				ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา	
หลักการ/แนวคิด	เน้นตัวนักเรียนตามเอกัตภาพ	เน้นความรู้ความสามารถ		เน้นการบูรณาการ	เพียเจย์	บรุนเนอร์
		การจัดการเรียนรู้แบบรู้จริง	การสอนแบบมโนทัศน์		เน้นการเรียนรู้ไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา	เน้นการรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง
วิธีการ	การจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล โดยคำนึงถึงภูมิหลังสติปัญญา ความสามารถ ความถนัด รูปแบบการเรียนรู้ ความสนใจและความต้องการของนักเรียน	การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถสติปัญญาที่แตกต่างกัน เกิดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง	ระบุมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้ทราบและจัดการเรียนการสอนให้เกิดความเข้าใจและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆได้	การนำสาระเนื้อหาที่เกี่ยวข้องมาสัมพันธ์กันและจัดกิจกรรมการเรียนรู้องค์รวมและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	1. คำนึงถึงพัฒนา การทางสติปัญญาและจัดประสบการณ์ให้เหมาะกับพัฒนาการนั้น 2. ให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด 3. สอนภาพรวมแล้วสอนแยกทีละส่วน 4. เริ่มสอนสิ่งที่เด็กคุ้นเคยแล้วเสนอสิ่งใหม่ที่สัมพันธ์กับสิ่งเก่า 5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมช่วยให้เด็กซึมข้อมูลเข้าสู่สติปัญญาและส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา	1. กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองเป้นสิ่งสำคัญ 2. วิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะกับนักเรียน 3. จัดหลักสูตรแบบเกลียวโดยจัดเนื้อหาความคิดรวบยอดและวิธีสอนให้เหมาะกับพัฒนาการของนักเรียน 4. ส่งเสริมนักเรียนให้คิดอย่างอิสระและเหมาะกับสติปัญญาของนักเรียน 5. เน้นการสร้างแรงจูงใจ 6. การสอนความคิดรวบยอด 7. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากตารางสรุปได้ว่าการเรียนการสอนแบบเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมีหลักการ/โดยสรุป คือ เน้นตัวนักเรียนตามเอกัตภาพเน้นความรู้ความสามารถเน้นการบูรณาการเน้นการเรียนรู้เป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา และเน้นการรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง โดยมีวิธีการในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยคำนึงถึงภูมิหลัง พัฒนาการทางสติปัญญา ความพร้อม ความสามารถ ความถนัดแบบการเรียนรู้ ความสนใจและความต้องการของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนครูสามารถสรุปได้ 2 แบบ คือ 1) การระบุมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับทราบและจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจรวมทั้งสามารถนำสาระเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องมาสัมพันธ์กันมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมและสามารถไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2) จัดประสบการณ์ให้เหมาะกับพัฒนาการทางสติปัญญาเน้นกระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสิ่งที่สำคัญควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงสอนแยกทีละส่วน และควรเริ่มจากการสอนสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระรวมทั้งการเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

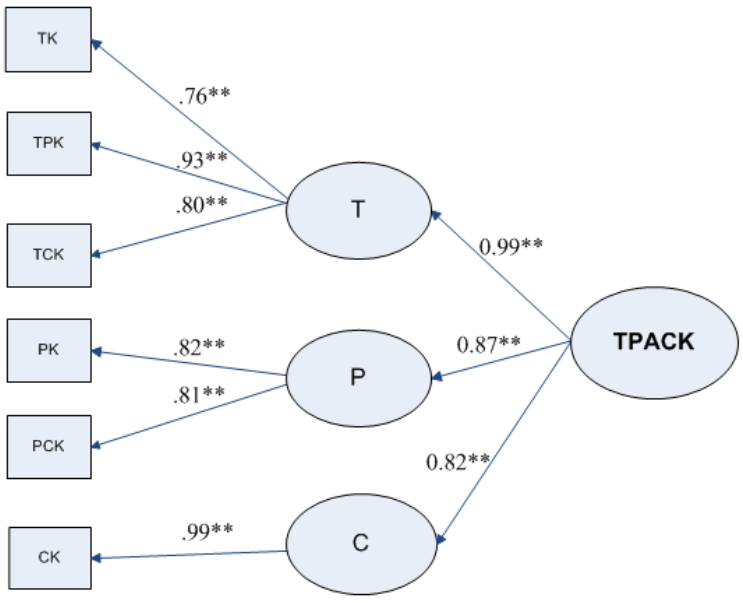
กรอบแนวคิดในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยโมเดลแข่งขันจำนวน 4 โมเดล ดังนี้ โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ และโมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การพัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

การนำเสนอโมเดลการวัดทีแพค-เอสและโมเดลแข่งขันจำนวน 4 โมเดล ดังนี้ โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ และโมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก พัฒนาขึ้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยหลายเรื่องที่นำข้อคำถามจากเครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคไปจัดองค์ประกอบใหม่ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis: EFA) (Archambault & Barnett, 2010; Chai et al., 2011; Koh, et al., 2010; Landry, 2010; Lee & Tsai, 2010; Lux, 2011; Sahin, 2011; Schmidt, et al., 2009) ผลการวิเคราะห์พบว่า นักวิจัยจัดองค์ประกอบได้เป็นจำนวนแตกต่างกันกล่าวคือ Archambault และ Barnett (2010) จัดได้ 3 องค์ประกอบ Chai (2011) Koehler Shin และ Mishra (2011) รวมถึง Lee และ Tsai (2010) จัดได้ 5 องค์ประกอบ และ Lux (2011) จัดได้ 6 องค์ประกอบเท่านั้น พบว่านักวิจัยยังไม่ทราบอย่างแน่ชัดว่าโมเดลการวัดทีแพคควรมีองค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไหร่ ต่อมา Jones และ (2011) ได้นำตัวแปรแฝงตามกรอบแนวคิดทีแพคจำนวน 7 องค์ประกอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง แต่ไม่ประสบความสำเร็จโมเดลไม่สามารถวิเคราะห์ได้ โดยวรงค์ศรี แสงบรรจง สุชาดา บวรกิติวงศ์ และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2555) ได้พัฒนาโมเดลการวัดทีแพคที่มีลักษณะเป็นองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองซึ่งพบว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังภาพที่ 2.11



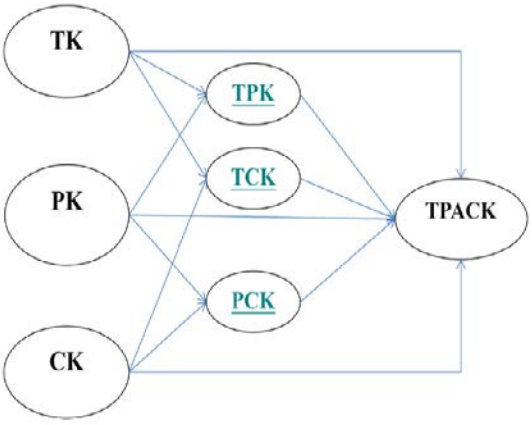
ภาพที่ 2.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 ของโมเดลการวัดทีแพค
ที่มา**:** วรงค์ศรี แสงบรรจง สุชาดา บวรกิติวงศ์ และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2555)

ทางแก้ เพื่อให้องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพคครบทุกองค์ประกอบจึงควรนำโมเดลการวัดวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA)

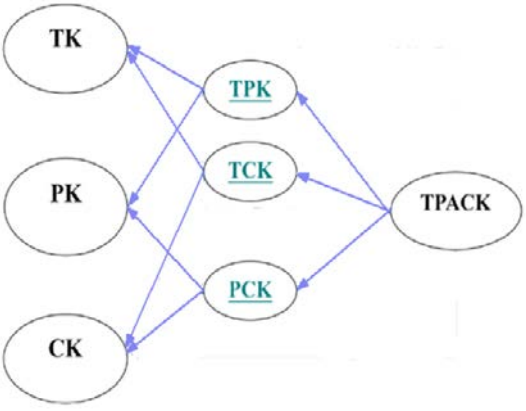
จากงานวิจัยของ Chai (2011) ที่พยายามจะนำตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดทีแพคมาพัฒนาเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุดังภาพที่ 2.12 ซึ่งองค์ประกอบในโมเดลการวัดทีแพคเป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน (Graham, 2011) เมื่อนำมาใช้เป็นตัวแปรสาเหตุจึงเกิดปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicolineality) ระหว่างตัวแปรทุกตัวที่เป็นสาเหตุ เมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวทำให้ผลให้การวิเคราะห์ที่ได้ขาดความถูกต้องชัดเจน ตามเกณฑ์ของ Hair และคณะ (2010) และ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542)

ทางแก้ ควรปรับโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นโมเดลการวัดทีแพค ดังภาพ 2.13

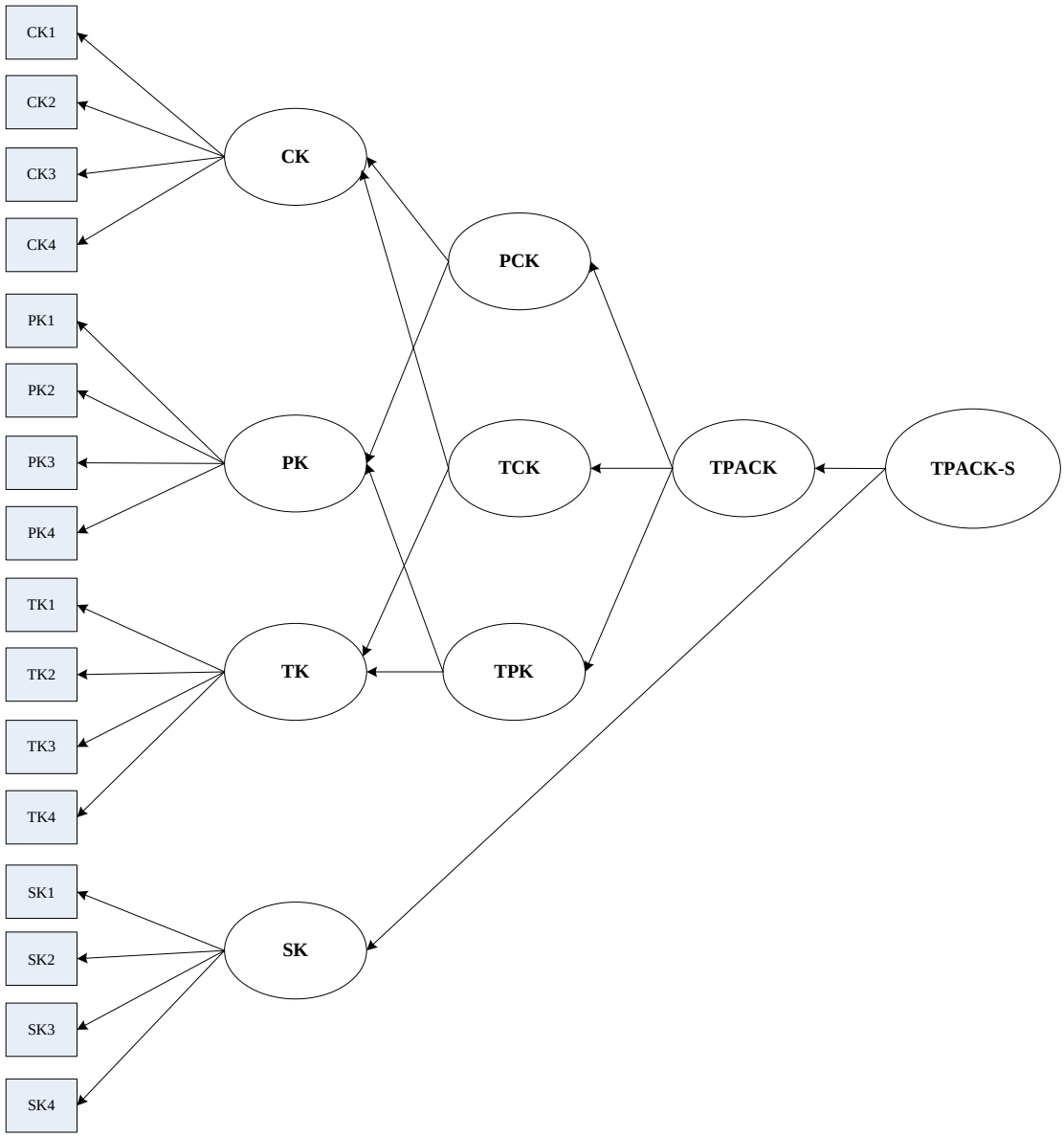
จากแนวคิดที่ว่าโมเดลการวัดทีแพคควรวิเคราะห์ด้วยองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA) และโมเดลการวัดทีแพคควรมีลักษณะดังภาพที่ 2.13 เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยจึงเพิ่มองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียนเข้าสู่โมเดลการวัดทีแพคเป็นโมเดลการวัดเอส-ทีแพค จากภาพที่ 2.13 เป็นภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.12 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพค ที่มา Chai (2011)



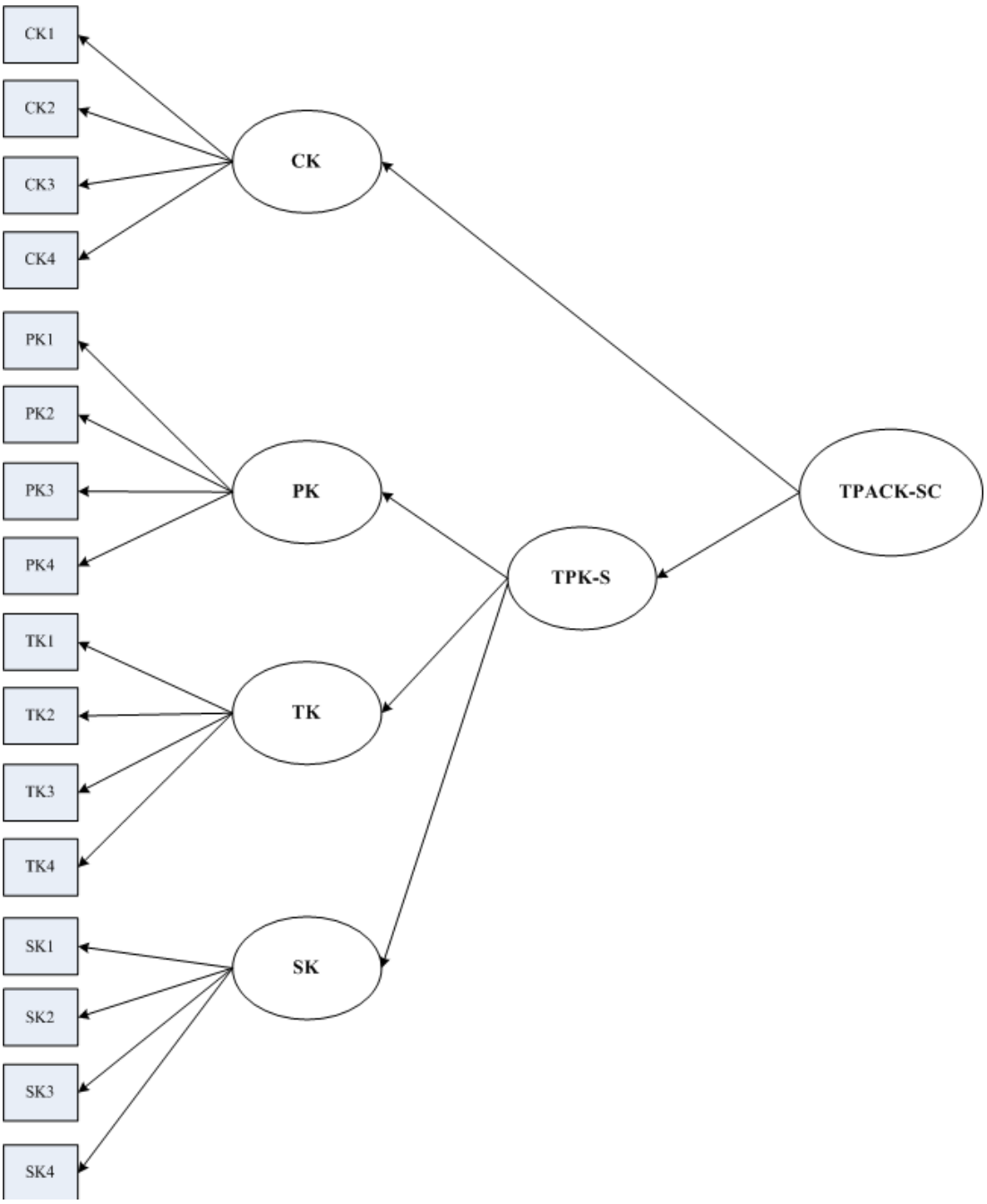
ภาพที่ 2.13 โมเดลการวัดทีแพคที่ผู้วิจัยปรับขึ้นจากภาพที่ 4.2



ภาพที่ 2.14 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

4.1.2 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ได้แนวคิดมาจากการที่ Mishra และ Koehler (2006) ได้พัฒนากรอบแนวคิดทีแพคโดยเน้นความสำคัญของเทคโนโลยีเป็นหลัก ซึ่งตามหลักของศาสตร์การสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาจัดเป็นส่วนหนึ่งของวิชาครูหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นิสิตนักศึกษาครูทุกคนต้องมีความรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2553) ดังนั้นผู้วิจัยพัฒนาโมเดลนี้ขึ้นจากจุดเน้นของกรอบแนวคิดเอส-ทีแพคที่ให้ความสำคัญกับความรู้ทั้ง 2 ด้าน คือ 1) ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ และ 2) ความรู้ด้านวิชาครูที่นำเทคโนโลยีที่นำมาจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน รายละเอียด ดังภาพที่ 2.15



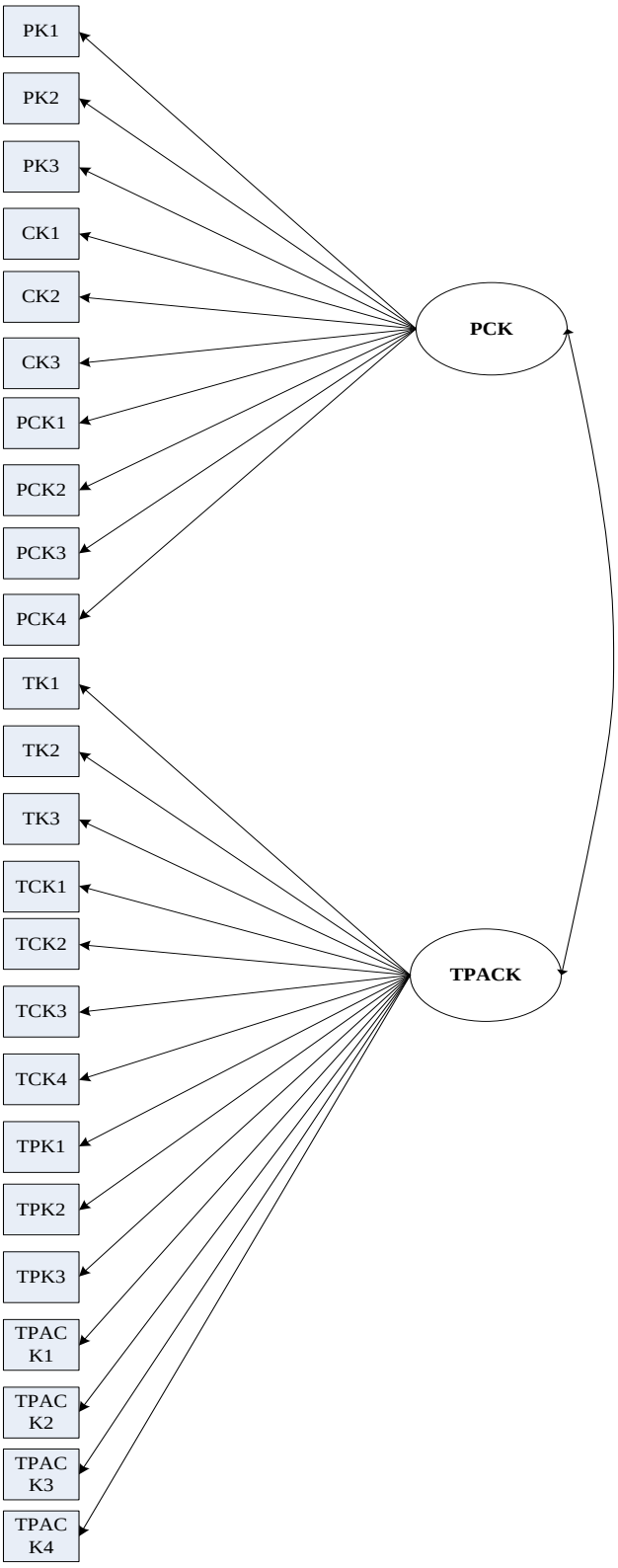
ภาพที่ 2.15 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิม
ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

4.1.3 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ ที่เกิดจากการปรับโมเดลที่ 2 ซึ่งเกิดจากแนวคิดโมเดลการวัดเจตคติและโมเดลการวัดทีแพคของ Jones Adelson และ Archambault (2011) ที่พัฒนาโมเดลการวัดทีแพคประกอบด้วย 2 ตัวแปรแฝงโดยตัวแปรแฝงแรก คือ ความรู้ด้านวิชาครูบูรณาการกับเนื้อหา (PCK) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน จึงประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (CK) ความรู้วิชาครู (PK) และความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับวิชาครู (PCK) ส่วนตัวแปรแฝงที่ 2 คือความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครูและเทคโนโลยี (TPACK) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถครูในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาจึงประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิชาครู (TPK) ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีกับเนื้อหา (TCK) และความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา วิชาครู และเทคโนโลยี (TPACK) ดังภาพที่ 2.16

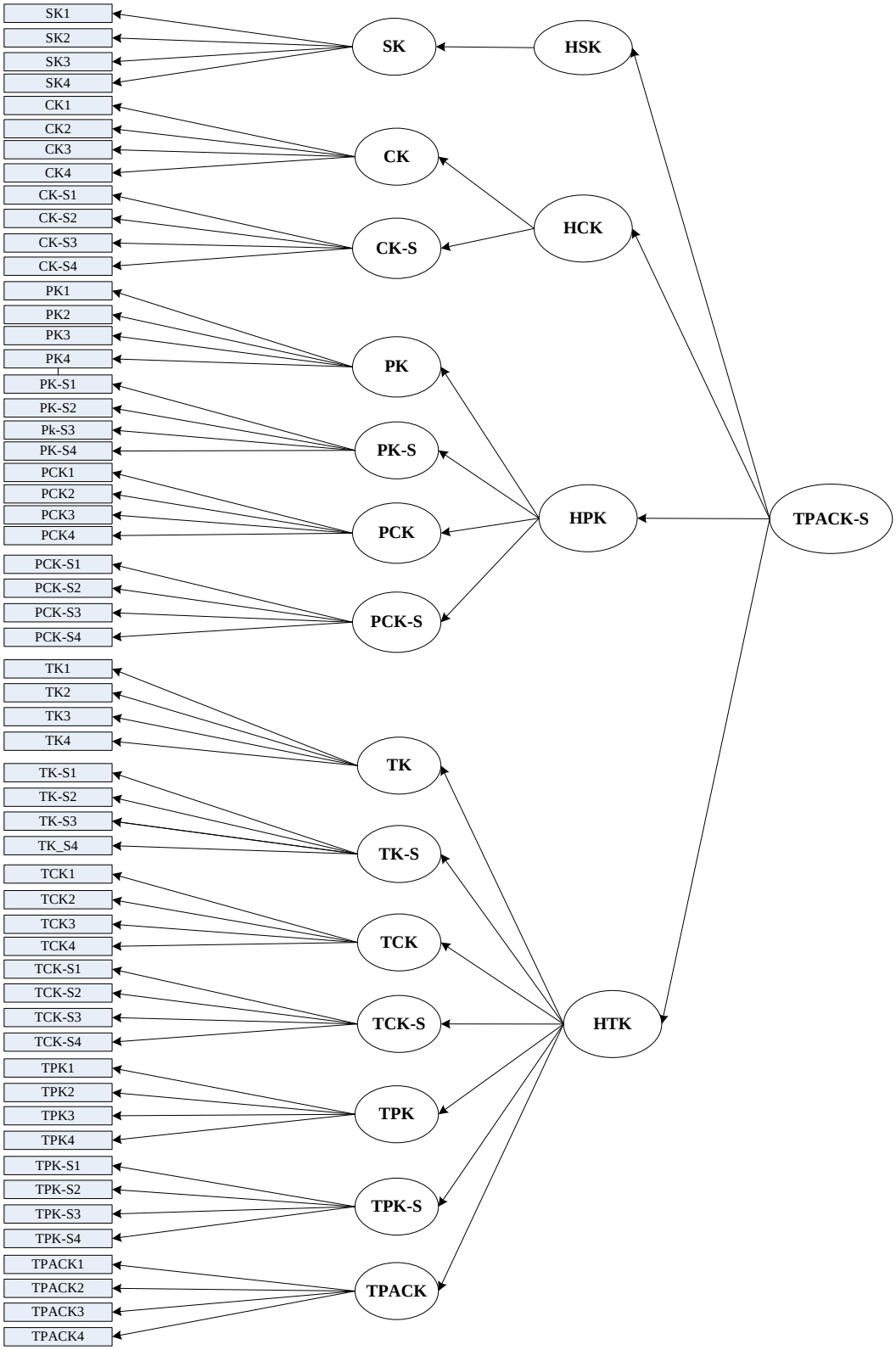
จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลนี้ขึ้นซึ่งประกอบด้วยความรู้ที่บูรณาการจากตัวแปรแฝงหลักจำนวน 4 ตัว คือ ตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) และ ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม (HTK)

โดยตัวแปรแฝงตัวที่ 1 ความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ประกอบด้วยความรู้ด้านนักเรียน (SK) ตัวแปรแฝงตัวที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) ประกอบด้วย 2 ตัวแปรแฝง คือ ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) และความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) ตัวแปรแฝงตัวที่ 3 ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) ประกอบด้วย 4 ตัวแปรแฝง คือ 1) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) 2) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) 3) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) และ 4) ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) และ ตัวแปรแฝงตัวที่ 4 มีจำนวน 7 ตัวประกอบด้วย 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 2) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (TK-S) 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) 4) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TCK-S) 5) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) 6) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) และ 7) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (TPACK) รายละเอียด ดังภาพ 2.17



ภาพที่ 2.16 โมเดลการวัดทีแพคที่ประกอบด้วย 2 ตัวแปรแฝง

ที่มา Jones, Adelson, & Archambault (2011)

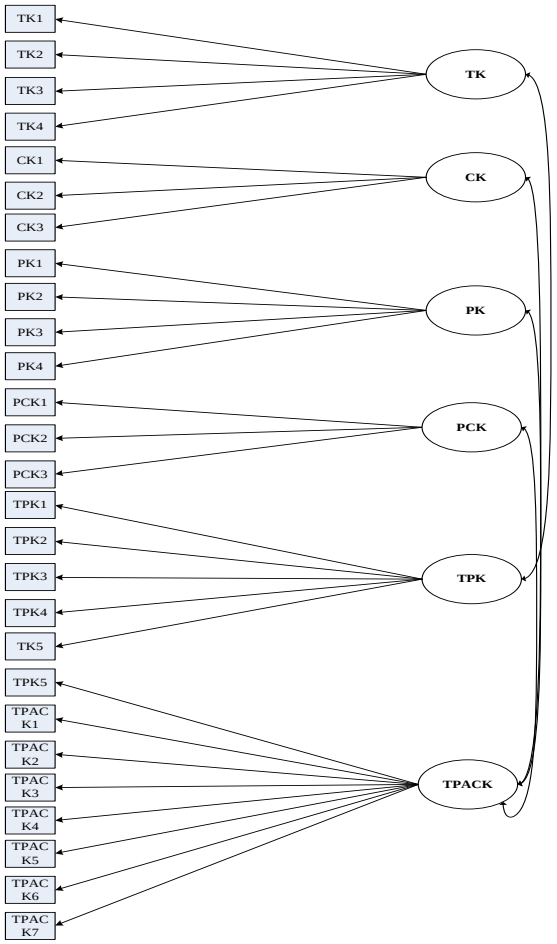


ภาพที่ 2.17 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝง และ 14 องค์ประกอบ

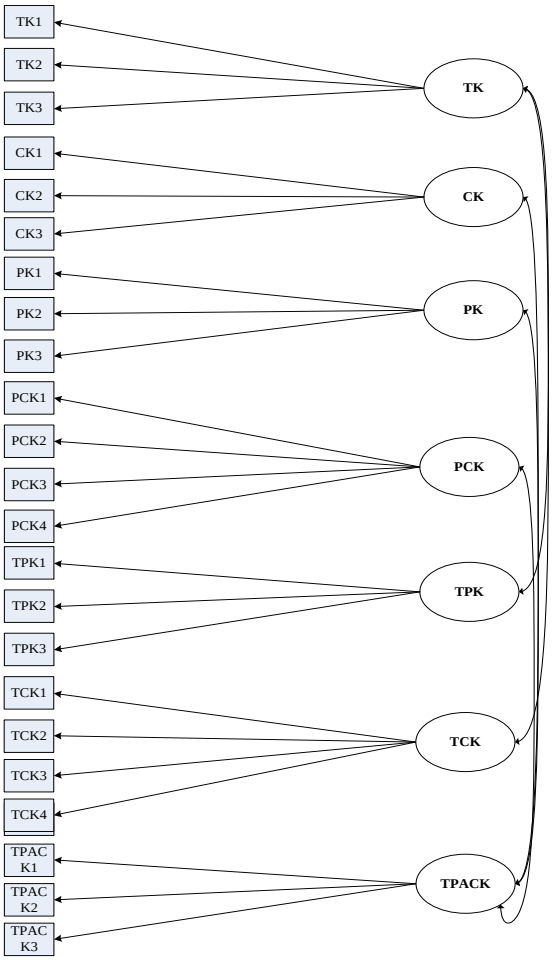
4.1.4 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ

โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ ที่เกิดจากแนวคิดโมเดลการวัดเจตคติและโมเดลการวัดทีแพคของ Lux (2011) Lee และ Tsai (2010) Chai และคณะ (2011) Jones และคณะ (2011) โดย Lux (2011) Lee และ Tsai (2010) Chai (2011) โดยนำข้อคำถามจากเครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคไปจัดองค์ประกอบใหม่ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis: EFA) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า นักวิจัยจัดองค์ประกอบได้เป็นจำนวนแตกต่างกันกล่าวคือ Lux (2011) จัดได้ 6 องค์ประกอบ Lee และ Tsai (2010) Chai (2011) จัดได้ 5 องค์ประกอบ หลังจากนั้นนำองค์ประกอบที่จัดได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังภาพที่ 2.18 และ Jones et al. (2011) ได้พยายามนำความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพคทั้ง 7 องค์ประกอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังภาพที่ 2.19

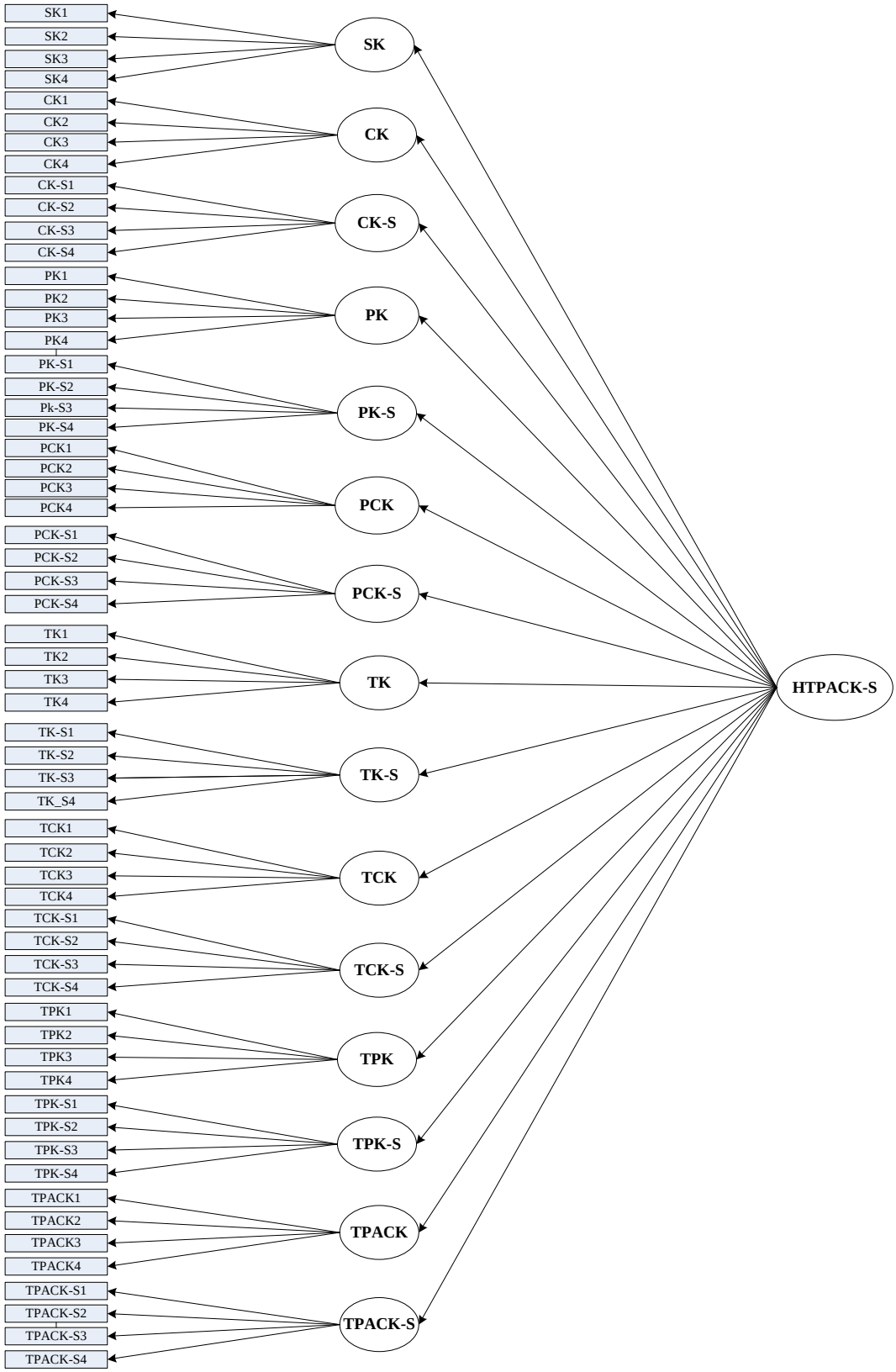
จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลการวัดทีแพค-เอสขึ้น โดยตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนในภาพรวม (HTPACK-S) ประกอบด้วย 15 ตัวแปรแฝง คือ 1) ความรู้ด้านนักเรียน (SK) 2) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) 3) ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) 4) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) 5) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) 6) ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) 7) ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) 8) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 9) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (TK-S) 10) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) 11) ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TCK-S) 12) ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) 13) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) 14) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (TPACK) และ 15) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) รายละเอียดดังภาพ 2.20



ภาพที่ 2.18 โมเดลการวัดทีแพค 6 ตัวแปรแฝง ที่มา Lux (2011)



ภาพที่ 2.19 โมเดลการวัดทีแพค 7 ตัวแปรแฝง ที่มา Jones, Adelson, & Archambault (2011)



ภาพที่ 2.20 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง และ 15 องค์ประกอบ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 2) พัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดเอส-ทีแพค 3) ตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่เป็นโมเดลแข่งขัน และ 4) ศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกันซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการวิจัยดังนี้

ประชากร (population)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตนักศึกษาครู คณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐจำนวน 11 มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน จำนวน 3,761 คน รายละเอียด ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รายชื่อคณะ มหาวิทยาลัย และจำนวนนิสิตนักศึกษาครูของมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐ

ที่	คณะ	มหาวิทยาลัย	จำนวน(คน)
1.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	500
2.	คณะครุศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	130
3.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	135
4.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร	104
5.	คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	120
6.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์	169
7.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยบูรพา	700
8.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	274
9.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยทักษิณ	553
10.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	400
11.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	400
12.	คณะศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	276
		รวม	**3,761**

ตัวอย่าง (Sample)

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นิสิตนักศึกษาครู คณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐชั้นปีที่ 5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน โดยมีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดขนาดตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) การกำหนดขนาดตัวอย่างได้มาจากการพิจารณาจำนวนพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้งสี่โมเดล โดยโมเดลที่ 1 มีจำนวนพารามิเตอร์เท่ากับ 51พารามิเตอร์ โมเดลที่ 2 จำนวน 42 พารามิเตอร์ โมเดลที่ 3 จำนวน 148 พารามิเตอร์ และโมเดลที่ 4 จำนวน 150 พารามิเตอร์ ดังนั้นการคำนวณขนาดตัวอย่างจึงคำนวณจากโมเดลที่มีค่าพารามิเตอร์มากที่สุด คือ โมเดลที่ 4 มีจำนวนเท่ากับ 150 พารามิเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้ผู้ตอบ 5-20 คนต่อหนึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า 1 ตัว (Hair, 2010; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ในที่นี้ผู้วิจัยใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 5 เพราะเป็นโมเดลการวัด ดังนั้นขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจึงควรมีอย่างน้อยเท่ากับ 750 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ของขนาดขั้นต่ำเพื่อชดเชยในกรณีที่มีผู้ไม่ตอบกลับแบบสอบถามหรือตอบแบบสอบถามไม่สมบูรณ์ จึงได้กำหนดขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 900 คน

ขั้นที่ 2 กำหนดคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐโดยแบ่งมหาวิทยาลัยออกเป็น 4 ภาค คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นที่ 3 สุ่มนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียนโดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จาก 4 ภาค ภาคละ 225 คน รวมทั้งสิ้น 900 คน โดยการเก็บรวมรวมข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยแจกแบบสอบถามในวันที่คณะจัดประชุมสัมมนานิสิตนักศึกษาครูซึ่งคณะได้จัดเวลาให้ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ของการวิจัย และรายละเอียดของแบบสอบถามให้กับนิสิตนักศึกษาครูในห้องประชุม/ห้องประชุมย่อยของแต่ละสาขาวิชา โดยแจกนิสิตนักศึกษาครูทุกคนที่มาร่วมประชุมจำนวน 1,555 คน และได้รับแบบสอบถามคืนจำนวน 1,240 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 79.74 ของแบบสอบถามที่แจกทั้งหมด หลังจากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม พบว่าใช้ได้จริงจำนวน 1,058 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 65.34 ของแบบสอบถามที่แจกจริง รายละเอียดดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 จำนวนแบบสอบและอัตราการตอบกลับ

มหาวิทยาลัย	จำนวน (คน)	จำนวนแบบสอบถาม			ร้อยละอัตราตอบกลับ		
		แจกจริง*	ได้คืน	ใช้ได้จริง	ตัวอย่าง	แจกจริง	ใช้ได้จริง
ภาคกลาง							
1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	130	100	90	83	69.23	90.00	83.00
2. มหาวิทยาลัยศิลปากร	169	160	154	133	91.12	96.25	83.13
3. มหาวิทยาลัยบูรพา	700	175	151	130	18.57	74.29	74.29
ภาคเหนือ							
4. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	274	258	218	212	79.56	84.50	82.17
ภาคใต้							
5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	400	312	312	263	78.00	100.00	84.29
ภาคอีสาน							
6. มหาวิทยาลัยขอนแก่น	400	300	86	67	21.50	28.66	22.33
7. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	276	250	229	170	82.97	91.60	68.00
รวม	2,349	1,555	1,240	1,058	52.79	79.74	65.34

หมายเหตุ

* หมายถึง จำนวนนิสิตนักศึกษาครูที่เข้าร่วมประชุมในวันสัมมนาของคณะ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรหลักจำนวน 15 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบวัดเป็นระดับคะแนนจากแบบสอบถามที่เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตามการรับรู้ของนิสิตนักศึกษาครูซึ่งแต่ละองค์ประกอบสามารถกำหนดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการได้ดังนี้

1. **ความรู้ด้านนักเรียน** (Student Knowledge: SK) หมายถึง ผลของการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ผู้เรียน ครอบครัว และชุมชน จนรู้จักผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนของตนเป็นอย่างดี สามารถบอกฐานะความเป็นอยู่ ระดับความสามารถ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้ รวมทั้งเข้าใจปัญหาและสามารถช่วยแก้ปัญหาตลอดจนช่วยพัฒนาความสามารถให้ผู้เรียนได้ นอกจากนี้มีความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและความต้องการของครอบครัวผู้เรียน และชุมชนที่สถานศึกษาตั้งอยู่ สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาครอบครัวและชุมชนได้ สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) 2) ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) 3) ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) และ 4) ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

2. **ความรู้ด้านเนื้อหา** (Content Knowledge: CK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระทางวิชาการที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการสามารถอธิบายขั้นตอนได้ สามารถระบุข้อผิดพลาดและสาเหตุได้ มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากด้วยคำอธิบายที่ง่ายและสมเหตุสมผล มีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเองได้ สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) 2) ความเข้าใจหลักการ (CK2) 3) ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3) และ 4) การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

3. **ความรู้ด้านวิชาครู** (Pedagogical Knowledge: PK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องในด้านหลักสูตรจนสามารถวิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาหลักสูตรได้ และความเข้าใจหลักการด้านกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลตั้งแต่ขั้นการวางแผนและจัดทำแผนการสอน ขั้นการบริหารจัดการชั้นเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นประเมินผลการเรียนการสอน และขั้นปรับปรุงการเรียนการสอน รวมทั้งความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้ สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) 2) การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) 3) ความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3) และ 4) ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

4. **ความรู้ด้านเทคโนโลยี** (Technological Knowledge: TK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้น ในการช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครูได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิคสามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง รวมทั้งความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูงขึ้น (ความรู้ด้านเทคโนโลยีนี้ในทางการศึกษาถือเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ด้านวิชาครู แต่ในการวิจัยนี้แยกออกมาเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งเนื่องจากมีมิติการวัดที่แตกต่างกัน) สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

5. **ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา** (Pedagogical Content Knowledge: PCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงความรู้วิชาครูที่พัฒนาให้ครูมีความรู้เนื้อหาถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหาที่สอน ทักษะการประยุกต์วิชาครูที่พัฒนาความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และทักษะการใช้วิชาครูขยายขอบเขตความรู้เนื้อหาขั้นสูง สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1) 2) ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2) 3) การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (PCK3) และ 4) ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

6. **ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา** (Technological Content Knowledge: TCK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ช่วยพัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง การนำความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีมาพัฒนาความเข้าใจหลักการในเนื้อหา ทักษะการประยุกต์เทคโนโลยีในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยาก และการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนาความรู้เนื้อหาขั้นสูง สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TCK1) 2) ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2) 3) การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TCK3) และ 4) ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

7. **ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู** (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตรและประสิทธิภาพการประเมิน การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) 2) ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน(TPK2) 3) การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) และ 4) เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (TPK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

8. **ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน** (Content Knowledge appropriate for instructing Student: CK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเนื้อหาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหาให้นักเรียน การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน (CK-S1) 2) ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2) 3) การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3) และ 4) การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

9. **ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน** (Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: PK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการมีความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ และศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (PK-S1) 2) ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน(PK-S2) 3) ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ(PK-S3) และ 4) ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

10. **ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน** (Technological Knowledge appropriate for instructing Student: TK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน สามารถใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน และสามารถวิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1) 2) ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง (TK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน (TK-S3) และ 4) วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

11. **ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา** (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อวิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาได้ถูกต้อง สร้างความเข้าใจหลักการของเนื้อหา เพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยากและความสามารถในการวิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TPACK1) 2) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา (TPACK2) 3) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3) และ 4) วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

12. **ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน** (Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: PCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการวิชาครูเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ การใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน และศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ1) รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1) 2) ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2) 3) ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน (PCK-S3) และ 4) ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

13. **ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน** (Technological Content Knowledge appropriate for instructing Student: TCK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน และศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน (TCK-S1) 2) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนา

นักเรียน (TCK-S3) และ 4) ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัว และชุมชน (TCK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

14. **ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน** (Technological Pedagogical Knowledge appropriate for instructing Student: TPK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้ด้านวิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน และศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (TPK-S1) 2) เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3) และ 4) ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

15. **ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน** (Technological Pedagogical Content Knowledge appropriate for instructing Student: TPACK-S) หมายถึง ผลของการศึกษาค้นคว้าเพื่อบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้ด้านวิชาครูเนื้อหาและนำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงการรู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรม และใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน 4 มิติ คือ 1) รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1) 2) เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (TPACK-S2) 3) ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน (TPACK-S3) และ 4) ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4) วัดจากข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมิติละ 3 ข้อ รวมเป็น 12 ข้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีลักษณะแบบเลือกตอบ (checklist) จำนวน 10 ข้อประกอบด้วย เพศ อายุ สาขาวิชาที่ศึกษา สถานศึกษาที่ตั้งอยู่ กลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่สอน ระดับชั้นที่สอน ขนาดโรงเรียน สังกัดโรงเรียน เกรดเฉลี่ย และเกรดเฉลี่ยสะสม

ตอนที่ 2 ความถี่ ระยะเวลาที่ใช้เทคโนโลยีในด้านโปรแกรมสำเร็จรูป สื่อสาร และสืบค้นเอกสารในการจัดการเรียนการสอน (ฝึกสอน) ที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (rating scale) 3 ระดับ (1 แทนการใช้เทคโนโลยีร้อยละ 0-33, 2 แทนการใช้เทคโนโลยีร้อยละ 34-67, 3 แทนการใช้เทคโนโลยีร้อยละ 68-100) จำนวน 9 ข้อ

ตอนที่ 3 คุณลักษณะหรือพฤติกรรมของผู้ตอบแบบสอบถามตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส ที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 15 องค์ประกอบรวม 180 ข้อ โดยมีระดับการให้คะแนนดังนี้

1 แทน มีการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับน้อยที่สุด

2 แทน มีการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับน้อย

3 แทน มีการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับปานกลาง

4 แทน มีการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับมาก

5 แทน มีการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับมากที่สุด

นำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามมาหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อคำถาม และสามารถแปลความหมายของตัวแปรได้ดังนี้ (ณัฏภรณ์ หลาวทอง, 2546)

1.00-1.49 แทน ผู้ตอบมีคะแนนการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับน้อยที่สุด

1.50-2.49 แทน ผู้ตอบมีคะแนนการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับน้อยที่สุด

2.50-3.49 แทน ผู้ตอบมีคะแนนการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับปานกลาง

3.50-4.49 แทน ผู้ตอบมีคะแนนการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับมาก

4.50-5.00 แทน ผู้ตอบมีคะแนนการปฏิบัติตามข้อความนั้นในระดับมากที่สุด

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาจากแบบสอบถามในงานวิจัยของต่างประเทศและสร้างข้อคำถามขึ้นด้วยตนเอง จึงมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดทีแพค การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อกำหนดนิยามเชิงทฤษฎี และนำมาสร้างเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกรอบแนวคิดและองค์ประกอบทั้งหมดในกรอบแนวคิดทีแพค-เอส

ขั้นที่ 2 การสร้างตารางกำหนดผังการสร้างเครื่องมือวิจัย (table of specification)

นำนิยามเชิงปฏิบัติการมาสร้างตารางกำหนดผังการสร้างเครื่องมือวิจัยและสร้างข้อคำถามของเครื่องมือวิจัยตามประเด็นและจำนวนข้อที่ต้องการวัด และดัดแปลงเป็นแบบสอบถามฉบับร่าง หลังจากนั้นนำแบบสอบถามฉบับร่างพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย กรอบแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรในการวิจัย และตารางกำหนดแผนผังการสร้างเครื่องมือวิจัย ให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณาความตรงตามนิยาม ความถูกต้องเหมาะสมและความชัดเจนของการใช้ภาษา ความเหมาะสมในรูปแบบของการวัดตัวแปร ความเหมาะสมของสัดส่วนการวัดในแต่ละตัวแปร และข้อแนะนำเพิ่มเติมอื่นๆ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข รายละเอียดดังตาราง 3.3

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

นำแบบสอบถามฉบับร่างพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย กรอบแนวคิด นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรในการวิจัย และตารางกำหนดแผนผังการสร้างเครื่องมือวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ที่มีตำแหน่งทางวิชาการระดับรองศาสตราจารย์ขึ้นไป ด้านการวัดและการประเมินจำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามนิยาม ความถูกต้องเหมาะสมและความชัดเจนของการใช้ภาษา ความเหมาะสมในรูปแบบของการวัดตัวแปร ความเหมาะสมของสัดส่วนการวัดในแต่ละตัวแปร และข้อแนะนำเพิ่มเติมอื่นๆ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามรายข้อกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC: Index of Item Objective Congruence) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

1 แทน ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามที่ใช้ในการวิจัย

0 แทน ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามที่ใช้ในการวิจัยหรือไม่

-1 แทน ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามที่ใช้ในการวิจัย

หลังจากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) หากข้อคำถามที่ต่ำกว่า 0.5 ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำเรียนปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 โครงสร้างและน้ำหนักข้อคำถามของแบบสอบถามและผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม

องค์ประกอบ		**มิติ**		**น้ำหนัก (ร้อยละ)**	**จำนวน (ข้อ)**	**ช่วงพิสัยค่า IOC**
1.	ความรู้ด้านนักเรียน (SK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1)	25	3	0.83-1.00
		2.	ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2)	25	3	0.83-1.00
		3.	ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3)	25	3	1.00
		4.	ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4)	25	3	0.83
			รวม	**100**	**12**	**0.83-1.00**
2.	ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	1.	ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1)	25	3	1.00
		2.	ความเข้าใจหลักการ (CK2)	25	3	0.83-1.00
		3.	ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3)	25	3	1.00
		4.	การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4)	25	3	0.83-1.00
			รวม	**100**	**12**	**0.83-1.00**
3.	ความรู้ด้านวิชาครู (PK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1)	25	3	0.67-1.00
		2.	การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2)	25	3	1.00
		3.	ความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3)	25	3	0.67-1.00
		4.	ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน(PK4)	25	3	1.00
			รวม	**100**	**12**	**0.67-1.00**
4.	ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1)	25	3	0.33-1.00
		2.	ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2)	25	3	0.17-1.00
		3.	ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3)	25	3	0.50-1.00
		4.	ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK4)	25	3	0.83-1.00
			รวม	**100**	**12**	**0.17-1.00**

องค์ประกอบ		มิติ		น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวน (ข้อ)	ช่วงพิสัยค่า IOC
5.	ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK)	1.	ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1)	25	3	0.33-1.00
		2.	ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2)	25	3	0.83-1.00
		3.	การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (PCK3)	25	3	1.00
		4.	ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4)	25	3	1.00
			รวม	100	12	0.17-1.00
6.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK)	1.	ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TCK1)	25	3	0.50-1.00
		2.	ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2)	25	3	0.33-1.00
		3.	การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TCK3)	25	3	0.33-1.00
		4.	ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4)	25	3	0.50-0.83
			รวม	100	12	0.33-1.00
7.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK)	1.	ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร(TPK1)	25	3	0.17-0.67
		2.	ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน(TPK2)	25	3	1.00
		3.	การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3)	25	3	0.50-0.67
		4.	เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู(TPK4)	25	3	0.67-1.00
			รวม	100	12	0.17-1.00

องค์ประกอบ		มิติ		น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวน (ข้อ)	ช่วงพิสัยค่า IOC
8.	ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S)	1.	ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน (CK-S1)	25	3	0.67-1.00
		2.	ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2)	25	3	0.67-1.00
		3.	การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3)	25	3	0.83-1.00
		4.	การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4)	25	3	0.67-0.83
			รวม	100	12	0.67-1.00
9.	ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S)	1.	ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (PK-S1)	25	3	0.83-1.00
		2.	ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2)	25	3	0.67-0.83
		3.	ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ (PK-S3)	25	3	0.67-0.83
		4.	ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4)	25	3	0.67-1.00
			รวม	100	12	0.67-0.83
10.	ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S)	1.	รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1)	25	3	1.00
		2.	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง (TK-S2)	25	3	1.00
		3.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน (TK-S3)	25	3	1.00
		4.	วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4)	25	3	1.00
			รวม	100	12	1.00

องค์ประกอบ		มิติ		น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวน (ข้อ)	ช่วงพิสัยค่า IOC
11.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีวิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK)	1.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TPACK1)	25	3	0.5-0.67
		2.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา (TPACK2)	25	3	0.67
		3.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3)	25	3	0.67-0.83
		4.	วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4)	25	3	0.67-1.00
			รวม	100	12	0.5-1.00
12.	ความรู้ด้านวิชาครูเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S)	1.	รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1)	25	3	0.83-1.00
		2.	ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2)	25	3	0.83
		3.	ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน (PCK-S3)	25	3	0.67-0.83
		4.	ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4)	25	3	0.83
			รวม	100	12	0.67-1.00
13.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน (TCK-S1)	25	3	0.67-1.00
		2.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2)	25	3	0.83-1.00
		3.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน (TCK-S3)	25	3	0.67-0.83
		4.	ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4)	25	3	0.5-0.67
			รวม	100	12	0.5-1.00

องค์ประกอบ		มิติ		น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวน (ข้อ)	ช่วงพิสัยค่า IOC
14.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีวิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (TPK-S1)	25	3	0.67-1.00
		2.	เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2)	25	3	0.50-0.83
		3.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3)	25	3	0.67-1.00
		4.	ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4)	25	3	0.67
			รวม	100	12	0.5-1.00
15.	ความรู้ด้านวิชาครู และเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1)	25	3	0.67-1.00
		2.	เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (TPACK-S2)	25	3	0.5-0.83
		3.	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน (TPACK-S3)	25	3	0.67-0.83
		4.	ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4)	25	3	0.67-1.00
			รวม	100	12	0.5-1.00

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้แบบสอบถาม

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับไปนิสิตนักศึกษาครูที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่ไม่ใช่ตัวอย่างจำนวน 6 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความชัดเจนในแต่ละข้อคำถามและนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยง

นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 135 คนเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถาม โดยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) พบว่าเครื่องมือมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .499 - .872 หลังจากนั้นนำแบบสอบถามไปใช้กับตัวอย่างจริงจำนวน 1,058 คน พบว่าเครื่องมือมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง .652 - .894 รายละเอียดดังแสดงในตาราง 3.4

ตาราง 3.4 เปรียบเทียบคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยงจากการทดลองใช้กับใช้จริง

องค์ประกอบ		มิติ		ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา	
				ทดลองใช้ (n=135)	ใช้จริง (n=1,058)
1.	ความรู้ด้านนักเรียน (SK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1)	.724	.745
		2.	ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2)	.747	.736
		3.	ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3)	.752	.750
		4.	ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4)	.804	.857
			รวม	**.850**	.876
2.	ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	1.	ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1)	.730	.798
		2.	ความเข้าใจหลักการ (CK2)	.758	.801
		3.	ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3)	.646	.773
		4.	การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4)	.681	.796
			รวม	**.859**	.798
3.	ความรู้ด้านวิชาครู (PK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1)	.721	.789
		2.	การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2)	.711	.829
		3.	ความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3)	.632	.704
		4.	ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4)	,697	.780
			รวม	**.839**	.904
4.	ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	1.	ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1)	.724	.833
		2.	ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2)	.747	.793
		3.	ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3)	.752	.704
		4.	ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK4)	.804	.810
			รวม	**.850**	.883

องค์ประกอบ		มิติ		ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา	
				ทดลองใช้ (n=135)	ใช้จริง (n=1,058)
5.	ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK)	1.	ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1)	.652	.693
		2.	ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2)	.674	.706
		3.	การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (PCK3)	.578	.674
		4.	ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4)	.617	.714
			รวม	**.864**	**.906**
6.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK)	1.	ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TCK1)	.619	.700
		2.	ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2)	.620	.720
		3.	การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TCK3)	.671	.697
		4.	ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4)	.757	.677
			รวม	**.894**	**.911**
7.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK)	1.	ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1)	.664	.757
		2.	ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน (TPK2)	.649	.780
		3.	การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3)	.661	.697
		4.	เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (TPK4)	.661	.652
			รวม	**.877**	**.906**

องค์ประกอบ		มิติ		ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา	
				ทดลองใช้ (n=135)	ใช้จริง (n=1,058)
8.	ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S)	1.	ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน (CK-S1)	.691	.778
		2.	ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2)	.669	.801
		3.	การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3)	.663	.702
		4.	การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4)	.767	.864
			รวม	**.813**	**.903**
9.	ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S)	1.	ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (PK-S1)	.753	.770
		2.	ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2)	.648	.757
		3.	ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ (PK-S3)	.683	.793
		4.	ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4)	.736	.854
			รวม	**.867**	**.912**
10.	ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S)	1.	รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1)	.751	.751
		2.	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง (TK-S2)	.763	.894
		3.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้คุณธรรมของนักเรียน (TK-S3)	.822	.864
		4.	วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4)	.872	.839
			รวม	**.930**	**.931**

องค์ประกอบ			มิติ	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา	
				ทดลองใช้ (n=135)	ใช้จริง (n=1,058)
11.	ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK)	1.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TPACK1)	.582	.728
		2.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา (TPACK2)	.548	.675
		3.	เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3)	.699	.696
		4.	วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4)	.800	.784
			รวม	**.899**	**.903**
12.	ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S)	1.	รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1)	.449	.638
		2.	ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2)	.473	.703
		3.	ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน (PCK-S3)	.614	.716
		4.	ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียนครอบครัวและชุมชน (PCK-S4)	.686	.804
			รวม	**.808**	**.903**
13.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและพัฒนาความรู้ของนักเรียน (TCK-S1)	.599	.767
		2.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2)	.691	.724
		3.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน (TCK-S3)	.605	.705
		4.	ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4)	.763	.815
			รวม	**.895**	**.914**

องค์ประกอบ		มิติ		ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา	
				ทดลองใช้ (n=135)	ใช้จริง (n=1,058)
14.	ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (TPK-S1)	.743	.778
		2.	เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2)	.855	.769
		3.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3)	.710	.773
		4.	ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4)	.865	.888
			รวม	**.921**	**.922**
15.	ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S)	1.	รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1)	.701	.697
		2.	เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (TPACK-S2)	.725	.662
		3.	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน (TPACK-S3)	.827	.760
		4.	ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4)	.827	.824
			รวม	**.901**	**.901**

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อ (Item analysis)

การนำเสนอผลการตรวจสอบอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยแบ่งตัวอย่างที่ได้จากการทดลองเครื่องมือและเก็บจริงเป็นกลุ่มสูงตั้งแต่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 73 ขึ้นไปและกลุ่มต่ำตั้งแต่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 23 ลงมาจากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มตรวจสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติที (t-test) พบว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รายละเอียดดังตาราง 3.5

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆภายในมิติ (corrected item - total correlation)

การนำเสนอผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆภายในมิติของข้อมูลที่ได้จากการทดลองเครื่องมือและเก็บจริง พบว่าทุกข้อคำถามผ่านเกณฑ์ 0.3 (Jacobson, 1998 อ้างถึงใน บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2547) รายละเอียดดังตาราง 3.5

ตาราง 3.5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง อำนาจจำแนก และค่าความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆภายในมิติของ 15 องค์ประกอบ

มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
	Mean	SD.	Mean	SD.		
องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ด้านนักเรียน (SK) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .876)						
1. **ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน** (SK1)						
1) มีข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนทุกคนเป็นรายบุคคล	4.007	.669	2.830	.853	19.235**	.539
2) เข้าใจสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาของนักเรียนจนสามารถช่วยแก้ปัญหาได้	3.892	.566	2.826	.654	21.763**	.596
3) มีและใช้ข้อมูลด้านความต้องการของนักเรียนในการพัฒนานักเรียนได้	4.080	.562	2.920	.681	23.127**	.594
ความเที่ยง = .745						
2. **ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา** (SK2)						
1) สามารถใช้ความรู้ด้านจิตวิทยาช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้	4.098	.629	3.084	.706	18.730**	.522
2) ช่วยนักเรียนแสวงหาแนวทางสนองความต้องการของนักเรียนได้ถูกต้อง	4.060	.551	3.060	.683	20.222**	.597
3) สามารถให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาของตนได้อย่างเหมาะสม	4.240	.568	3.260	.759	18.434**	.561
ความเที่ยง = .736						
3. **ทักษะในการพัฒนานักเรียน** (SK3)						
1) ระบุความสัมพันธ์ระหว่างที่มาของปัญหานักเรียน กับครอบครัว และชุมชน	3.960	.676	2.650	.718	23.324**	.480
2) ปฏิบัติงานร่วมกับผู้ปกครอง และผู้นำชุมชนในการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน	3.940	.710	2.360	.826	25.620**	.667
3) มีส่วนร่วมในกิจกรรมการพัฒนาชุมชนที่เอื้อต่อการพัฒนานักเรียน	4.070	.686	2.505	.860	25.198**	.597
ความเที่ยง = .750						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
4.	**ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน** (SK4)						
1)	มีความรู้ความเข้าใจหลักการวิจัยชุมชน (community research)	3.645	.694	2.180	.718	25.715**	.673
2)	ทำวิจัยปฏิบัติการเพื่อสำรวจและแก้ปัญหาชุมชนส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน	3.700	.785	2.114	.771	25.330**	.778
3)	ทำวิจัยแบบร่วมมือเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชนได้	3.686	.761	2.207	.826	23.045**	.742
	ความเที่ยง = .857						
	หมายเหตุ ** p<0.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 312 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 342 คน						
องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .913)							
1.	**ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ** (CK1)						
1)	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนและหลักสูตรอย่างชัดเจน	4.25	.489	3.14	.688	23.263**	.625
2)	มีความรู้ถูกต้องพอที่จะระบุสาเหตุของความผิดพลาดด้านเนื้อหาได้	4.19	.498	3.02	.609	25.940**	.663
3)	มีความแม่นยำพอที่จะอธิบายความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระได้	4.181	.496	2.996	.587	26.837**	.638
	ความเที่ยง = .798						
2.	**ความเข้าใจหลักการ** (CK2)						
1)	มีความเข้าใจหลักการพอที่จะแก้ปัญหาในบทเรียนได้หลายวิธี	4.21	.470	2.97	.542	30.084**	.618
2)	สามารถสร้างกลยุทธ์การแก้ปัญหาในบทเรียนได้อย่างเป็นขั้นตอน	4.17	.503	2.91	.636	27.086**	.693
3)	อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนการแก้ปัญหาในบทเรียนได้	4.184	.5120	2.908	.630	27.333**	.630
	ความเที่ยง = .801						
3.	**ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก** (CK3)						
1)	ระบุพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้บทเรียนใหม่ที่ซับซ้อนได้	4.128	.5669	2.852	.641	26.004**	.583
2)	อธิบายสาระเรื่องที่เข้าใจได้ยากด้วยคำอธิบายง่ายๆได้	4.197	.5214	3.043	.610	25.030**	.624
3)	แสดงให้เห็นความคล้ายคลึงในหลักการระหว่างเรื่องที่ง่ายและยากได้	4.184	.5255	3.007	.626	25.074**	.618

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
	ความเที่ยง = .773						
4.	**การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง** (CK4)						
1)	สนใจใฝ่ศึกษาเนื้อหาวิชาขั้นสูงด้วยตนเอง	4.22	.618	2.960	.677	24.075**	.568
2)	มีพื้นฐานความรู้แม่นยำในการศึกษาเนื้อหาวิชาขั้นสูง	3.965	.6010	2.709	.574	26.407**	.710
3)	สามารถคิดวิเคราะห์แนวคิดที่ยากและซับซ้อนในเนื้อหาขั้นสูงได้	3.906	.6315	2.710	.659	22.956**	.644
	ความเที่ยง = .796						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 288 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 327 คน						
องค์ประกอบที่ 3 ความรู้ด้านวิชาครู (PK) (ความเที่ยงขององค์ประกอบ = . 904)							
1.	**ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร** (PK1)						
1)	มีความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรอย่างชัดเจน	4.142	.5729	2.932	.6595	25.079**	.660
2)	ระบุความเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรทั้งแนวราบ (ระหว่างวิชา) และแนวตั้ง (ระหว่างชั้นปี)	4.073	.5936	2.753	.6683	26.696**	.623
3)	วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรและสิ่งที่สอนได้	4.127	.5468	2.980	.5973	20.923**	.607
	ความเที่ยง = .789						
2.	**การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร** (PK2)						
1)	สามารถวิเคราะห์ความทันสมัยของหลักสูตรได้	4.012	.6275	2.679	.6737	26.191**	.661
2)	สามารถประเมินคุณภาพหลักสูตรได้	3.934	.6044	2.624	.6823	25.974**	.745
3)	สามารถพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาได้	3.994	.6228	2.642	.6780	26.564**	.659
	ความเที่ยง = .829						
3.	**ความรู้ด้านการเรียนการสอน** (PK3)						
1)	วางแผนและดำเนินการสอนทุกขั้นตอนได้อย่างเหมาะสมตามหลักสูตร	4.091	.5485	2.948	.6491	24.362**	.509
2)	จัดการชั้นเรียนได้เป็นอย่างดีทำให้สามารถแก้ปัญหาอุปสรรคในการสอน	4.097	.6053	2.981	.6143	23.402**	.559
3)	ปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้ผลการประเมินการเรียนการสอน	4.109	.5880	3.060	.6681	21.329**	.495
	ความเที่ยง = .704						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
4.	**ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน** (PK4)						
1)	มีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานในการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	4.032	.5745	2.927	.6736	22.552**	.636
2)	ทำวิจัยปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนได้	4.131	.5787	2.940	.7362	23.055**	.657
3)	เพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยหรือผลการประเมิน	3.939	.6525	2.798	.7400	20.923**	.562
	ความเที่ยง = .780						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 331 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 324 คน						
องค์ประกอบที่ 4 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) (ความเที่ยงขององค์ประกอบ = .883)							
1.	**ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี** (TK1)						
1)	รู้จักใช้เทคโนโลยีพื้นฐานเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติหน้าที่ของตนได้	4.329	.5926	3.111	.7396	22.250**	.728
2)	เข้าใจและใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีได้	4.312	.5875	3.126	.6776	22.900**	.740
3)	สามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่ปฏิบัติได้	4.208	.6076	3.147	.7219	19.466**	.615
	ความเที่ยง = .833						
2.	**ทักษะการใช้เทคโนโลยี** (TK2)						
1)	มีความรู้เรื่องหลักการทำงานและคุณค่าของเทคโนโลยี	4.261	.5449	2.903	.6333	28.151**	.658
2)	รู้เทคนิคหลายวิธีในการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน	4.185	.5719	2.891	.6050	26.927**	.655
3)	มีความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยี	4.162	.5877	2.873	.6458	25.559**	.592
	ความเที่ยง = .793						
3.	**ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง** (TK3)						
1)	สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ขั้นสูงในการผลิตสื่อการเรียนการสอน เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย (multimedia) แอนนิเมชั่น (animation) เป็นต้น	4.010	.7511	2.527	.7877	23.627**	.548
2)	มีความรู้และเลือกสรรเครื่องมือบนอินเทอร์เน็ต (web tool/internet tools) เพื่อนำมาใช้จัดการเรียนสอนได้	4.281	.6002	2.910	.6647	26.562**	.504
3)	สามารถเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (บทเรียนมัลติมีเดีย, แอนนิเมชั่น เป็นต้น) จากคู่มือได้ด้วยตนเอง	4.020	.7116	2.649	.7394	23.167**	.515
	ความเที่ยง = .704						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
4.	**ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี** (TK4)						
1)	มีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา (R&D research)	3.818	.6931	2.695	.7466	19.114**	.677
2)	ทำวิจัยปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงานของตนได้	3.879	.6917	2.686	.7540	20.214**	.703
3)	เพิ่มคุณภาพการใช้เทคโนโลยีด้วยความรู้ที่ได้จากงานวิจัยใหม่ๆ	3.825	.7554	2.716	.7635	17.899**	.599
	ความเที่ยง = .810						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 297 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 304 คน						
องค์ประกอบที่ 5 ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = . 906)							
1.	**ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง** (PCK1)						
1)	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร การเรียนการสอนและเนื้อหาที่สอน	4.201	.5724	3.040	.6158	24.178**	.519
2)	นำผลการประเมินการเรียนการสอนมาปรับวิธีสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา	4.069	.5420	2.830	.6611	25.474**	.445
3)	ศึกษาขั้นตอนการสอนเพื่ออธิบายความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระได้	4.159	.5358	2.914	.6334	26.119**	.563
	ความเที่ยง = .693						
2.	**ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา** (PCK2)						
1)	รู้หลักวิชาครูและเลือกวิธีการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.218	.5246	2.957	.6569	26.056**	.561
2)	สร้างกลยุทธ์การเรียนสอนเนื้อหาได้อย่างเป็นขั้นตอน	4.152	.5442	2.852	.6268	27.273**	.573
3)	ประเมินผลการเรียนการสอนเนื้อหาที่ยากได้ถูกต้องแม่นยำ	4.000	.5774	2.748	.6985	24.275**	.441
	ความเที่ยง = .706						
3.	**การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก** (PCK3)						
1)	ดัดแปลง/ปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน	4.093	.5416	2.901	.6556	24.637**	.518
2)	การใช้กลยุทธ์สอนเนื้อหาที่ยากเป็นขั้นตอน ทำให้อธิบายเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจได้ง่าย	4.190	.5544	2.849	.5825	29.117**	.546
3)	ศึกษาผลงานวิจัยในชั้นเรียนทำให้เห็นคุณค่าของเนื้อหาที่ยากซับซ้อน	3.993	.6123	2.757	.7425	22.563**	.406
	ความเที่ยง = .674						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
4.	**ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง** (PCK4)						
1)	ใช้ผลงานวิจัยด้านการเรียนการสอนใหม่ๆ มาขยายความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาการ	4.035	.6282	2.695	.7445	24.146**	.575
2)	ทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นในการเรียนรู้เนื้อหา	4.118	.5893	2.817	.7115	24.735**	.547
3)	จัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในเนื้อหาขั้นสูงได้	4.066	.6060	2.750	.6215	26.514**	.481
	ความเที่ยง = .714						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 289 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 324 คน						
องค์ประกอบที่ 6 ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) (ความเที่ยงขององค์ประกอบ = .911)							
1.	**ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง**(TCK1)						
1)	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาตนเองให้มีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องแม่นยำ	4.177	.5067	2.945	.6390	26.799**	.456
2)	เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาเหตุของความเข้าใจผิดพลาดด้านเนื้อหา	4.065	.5565	2.702	.6352	28.366**	.582
3)	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (บทเรียนมัลติมีเดีย (multimedia) แอนนิเมชั่น (animation)) ในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละเรื่อง	4.053	.6401	2.580	.7246	26.776**	.518
	ความเที่ยง = .700						
2.	**ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา** (TCK2)						
1)	ใช้เทคโนโลยีช่วยให้เข้าใจหลักการแก้ปัญหาในบทเรียน	4.135	.5811	2.861	.5975	26.943**	.610
2)	ใช้เทคโนโลยีอธิบายเนื้อหาที่ยากอย่างเป็นขั้นตอนให้เข้าใจได้ง่าย	4.174	.5837	2.892	.6121	26.759**	.602
3)	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย (multimedia) แอนนิเมชั่น (animation) มาประยุกต์ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ด้วยตนเองได้	4.080	.6348	2.592	.7343	26.936**	.428
	ความเที่ยง = .720						
3.	**การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก** (TCK3)						
1)	ใช้เทคโนโลยีช่วยสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาที่ยากได้	4.162	.5494	2.818	.6275	28.511**	.517

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
2)	ใช้เทคโนโลยีสร้างกลยุทธ์สอนเนื้อหาที่ยากเป็นขั้นตอนให้เกิดความเข้าใจชัดเจนได้ดี	4.147	.5674	2.804	.6552	27.212**	.621
3)	ศึกษาผลงานวิจัยเทคโนโลยีการศึกษามาอธิบายเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจได้ง่าย	3.856	.7055	2.685	.7154	20.548**	.412
	ความเที่ยง = .697						
4.	**ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง** (TCK4)						
1)	นำความรู้ด้านเทคโนโลยีการศึกษามาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง	4.119	.5658	2.753	.6664	27.433**	.471
2)	ทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดในการเรียนรู้เนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี	3.804	.6680	2.613	.7696	20.538**	.441
3)	ใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนเนื้อหาขั้นสูงเพื่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์	4.028	.5334	2.696	.6953	26.613**	.562
	ความเที่ยง = .677						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 327 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 296 คน						
องค์ประกอบที่ 7 ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .906)							
1.	**ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร** (TPK1)						
1)	รู้เทคโนโลยีที่นำมาซึ่งการเพิ่มพูนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตร	4.157	.5426	2.960	.6724	24.209**	.627
2)	เข้าใจหลักเทคโนโลยีในการบูรณาการหลักการของวิชาต่างๆได้	4.164	.5961	3.028	.6620	22.399**	.633
3)	ใช้เทคโนโลยีตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรกับเนื้อหาได้	4.150	.5820	2.861	.6722	25.423**	.506
	ความเที่ยง = .757						
2.	**ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน** (TPK2)						
1)	เลือกใช้เทคโนโลยีที่เพิ่มความคล่องตัวในการสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้องในการประเมิน	4.106	.5740	2.802	.6388	26.903**	.625
2)	มีระบบการจัดการเทคโนโลยีเพื่อประหยัดเวลาในการวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร	4.077	.5813	2.634	.6631	29.022**	.638
3)	ใช้เทคโนโลยีในการประเมินผลและประกันคุณภาพการเรียนการสอน	4.126	.5727	2.746	.7012	27.121**	.590
	ความเที่ยง = .780						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
3.	**การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน** (TPK3)						
1)	ใช้เทคโนโลยีในการสร้างฐานข้อมูลนักเรียนเพื่อประโยชน์ในการจัดการชั้นเรียน	4.127	.5452	2.805	.6991	26.598**	.550
2)	ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ	4.220	.5838	3.002	.6694	24.343**	.460
3)	ใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการจัดการชั้นเรียนและประเมินพัฒนาการของนักเรียน	4.059	.5803	2.676	.6671	27.773**	.529
	ความเที่ยง = .697						
4.	**การเลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู** (TPK4)						
1)	เลือกใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนาการสอน	4.189	.5487	2.881	.6826	26.087**	.503
2)	ศึกษาและเปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีเดิมและใหม่ก่อนนำไปใช้	4.108	.6074	3.006	.7184	20.521**	.433
3)	ติดตามศึกษาผลการวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงานครู	3.916	.7351	2.761	.7646	19.237**	.453
	ความเที่ยง = .652						
	หมายเหตุ **p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 286 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 341 คน						
องค์ประกอบที่ 8 ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ = .903)**							
1.	**ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน** (CK-S1)						
1)	เข้าใจจิตวิทยาพอที่จะแนะนำพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	4.049	.5884	2.986	.7120	20.723**	.580
2)	รู้หลักการบริหารจัดการข้อมูลพอที่จะสร้างระบบฐานข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคล	3.93	.576	2.76	.663	23.952**	.622
3)	รู้หลักการแก้ปัญหาในบทเรียนหลากหลายวิธีเพื่อพัฒนานักเรียนได้ถูกต้อง	4.03	.532	2.88	.557	26.822**	.643
	ความเที่ยง = .778						
2.	**ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน** (CK-S2)						
1)	ใช้หลักการแก้ปัญหาในบทเรียนมาประยุกต์แนะนำนักเรียนให้แก้ปัญหาได้	4.023	.5364	2.850	.5740	26.847**	.629
2)	ใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาในบทเรียนเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสร้างกลยุทธ์การแก้ปัญหา	4.058	.5527	2.781	.5952	28.269**	.702
3)	ใช้หลักประยุกต์การแก้ปัญหาในบทเรียน แนะนำให้นักเรียนประยุกต์การแก้ปัญหาในครอบครัวและชุมชน	3.99	.525	2.55	.652	31.028**	.615
	ความเที่ยง = .801						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
3.	**การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้** (CK-S3)						
1)	สอดแทรกคุณธรรมตรงตามบทเรียนเพื่อพัฒนาคุณธรรมของนักเรียน	4.28	.586	3.16	.803	20.240**	.417
2)	ใช้ความรู้เนื้อหาในการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้พัฒนาความรู้คุณธรรมของนักเรียนล้มเหลว	3.942	.5797	2.580	.6628	27.793**	.582
3)	ใช้หลักการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง จากความรู้เนื้อหาให้เอื้อต่อการพัฒนานักเรียนร่วมกับชุมชน	3.968	.5947	2.597	.6940	26.964**	.562
	ความเที่ยง = .702						
4.	**การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน** (CK-S4)						
1)	ศึกษาผลงานวิจัยด้านเนื้อหาให้ได้แนวทางการพัฒนาชุมชนที่ได้ผล	3.708	.6348	2.433	.6923	24.391**	.691
2)	ทำงานวิจัยแบบร่วมมือ เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมของเนื้อหาที่ต่างกันในการพัฒนานักเรียนครอบครัวและชุมชน	3.781	.7169	2.286	.7716	25.512**	.792
3)	ใช้ผลการวิจัยในการปรับปรุงแนวทางการพัฒนานักเรียนและชุมชน	3.768	.6813	2.357	.7836	24.403**	.749
	ความเที่ยง = .864						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 328 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 319 คน						
องค์ประกอบที่ 9 ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .912)							
1.	**ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน** (PK-S1)						
1)	ใช้ความรู้ที่มีในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้และคุณธรรมของนักเรียนอย่างได้ผล	4.128	.5786	3.014	.7218	20.487**	.595
2)	ใช้ผลการประเมินตามสภาพจริงในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	4.137	.5562	2.961	.6884	22.590**	.602
3)	ติดตามผลการพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียนตามหลักการประเมินและติดตาม	4.121	.4977	2.763	.7271	26.129**	.612
	ความเที่ยง = .770						
2.	**ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน** (PK-S2)						
1)	ใช้ผลการประเมินหลักสูตรเพื่อพัฒนาคุณธรรม	4.099	.5495	2.705	.6850	26.913**	.596
2)	ใช้ผลการติดตาม พัฒนาการความรู้และคุณธรรมของนักเรียนในการปรับแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	4.077	.5098	2.677	.7128	27.069**	.625
3)	ใช้ผลการสำรวจทักษะชีวิตของนักเรียนในการปรับปรุงทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน	4.038	.5130	2.720	.6795	26.241**	.541

มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
	Mean	SD.	Mean	SD.		
ความเที่ยง = .757						
3. **ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ** (PK-S3)						
1) ศึกษาผลการวิจัย ประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียน	4.058	.5803	2.645	.7421	25.443**	.662
2) เปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการพัฒนานักเรียนแบบต่างๆตามหลักการวิจัยปฏิบัติการ	3.990	.5773	2.569	.7697	25.028**	.602
3) ทำวิจัยประเมินผลสำเร็จในการพัฒนานักเรียน	4.086	.5271	2.714	.8153	23.940**	.641
ความเที่ยง = .793						
4. **ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน** (PK-S4)						
1) ศึกษาผลการวิจัยด้านการพัฒนาชุมชนให้ได้ความรู้มาใช้พัฒนานักเรียนและชุมชน	3.973	.6086	2.439	.7882	26.111**	.658
2) ทำวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน	3.836	.6425	2.285	.7785	26.068**	.758
3) สร้างเครือข่ายระหว่างชุมชน ครอบครัวและโรงเรียนเพื่อเป็นฐานในการพัฒนานักเรียนด้วยการวิจัย	3.849	.6405	2.271	.7653	26.840**	.764
ความเที่ยง = .854						
หมายเหตุ						
**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 292 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 285 คน						
องค์ประกอบที่ 10 ความรู้เทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน (TK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .931)						
1. **รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน** (TK-S1)						
1) เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการสร้างระบบฐานข้อมูล ลักษณะและความต้องการของนักเรียน	4.035	.5744	2.691	.7007	26.924	.588
2) ใช้เทคโนโลยีป้องกันมิให้เกิดสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้	4.035	.5631	2.720	.6795	27.029	.581
3) วิเคราะห์ศักยภาพของเทคโนโลยีที่สนองความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม	4.000	.6365	2.608	.7572	25.518	.572
ความเที่ยง = .751						
2. **ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง** (TK-S2)						
1) ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน	4.026	.5608	2.629	.7342	27.481	.793
2) ใช้เทคโนโลยีในการเสนอทางเลือกที่หลากหลายในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน	4.090	.5599	2.640	.6951	29.478	.817
3) ใช้เทคโนโลยีติดตามผลการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน	4.058	.6027	2.617	.6910	28.473	.766

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
	ความเที่ยง = .894						
3.	**ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน** (TK-S3)						
1)	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเช่น การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลนักเรียนเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความล้มเหลวในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม	4.013	.5837	2.497	.7375	29.266	.782
2)	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (บทเรียนมัลติมีเดีย (multimedia) แอนนิเมชั่น (animation)) ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมที่มีประสิทธิผล	4.048	.5678	2.480	.7097	31.314	.753
3)	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสื่อสารเพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนานักเรียน	4.045	.6091	2.579	.7171	28.250	.690
	ความเที่ยง = .864						
4.	**วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน** (TK-S4)						
1)	ทำวิจัยชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อให้ได้ฐานความรู้สำหรับการพัฒนานักเรียน	3.933	.6355	2.542	.7718	25.247	.745
2)	ทำวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน	3.924	.6361	2.516	.7428	26.089	.752
3)	ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิผลเทคโนโลยีใหม่ๆในการพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน	3.833	.7202	2.620	.7862	20.590	.615
	ความเที่ยง = .839						
	หมายเหตุ **p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 312 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 342 คน						
	องค์ประกอบที่ 11 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .903)						
1.	**เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง** (TPACK1)						
1)	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาความรู้ในวิชาชีพครูทำให้รู้ขอบเขตของเนื้อหามากขึ้น	4.095	.5656	2.895	.7475	22.988**	.519
2)	มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิธีการสอนเนื้อหาทำให้มีความแม่นยำในเนื้อหาวิชา	4.081	.5698	2.944	.7202	22.220**	.569
3)	เลือกเทคโนโลยีในการจัดการชั้นเรียนและเหมาะสมกับกับเนื้อหา	4.087	.5957	3.034	.7406	19.877**	.562
	ความเที่ยง = .728						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
2.	**เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา** (TPACK2)						
1)	ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้เข้าใจหลักการแก้ปัญหาในบทเรียน	4.037	.5797	2.944	.6710	22.114**	.405
2)	นำผลการประเมินที่ใช้เทคโนโลยีมาช่วยทำให้เข้าใจหลักการของเนื้อหาชัดเจนขึ้น	4.065	.5799	2.670	.7004	27.544**	.551
3)	ใช้เทคโนโลยีในการวิจัยเพื่อขยายขอบเขตเนื้อหาให้ทันสมัยและเหมาะสม	3.975	.6320	2.685	.7006	24.536**	.512
	ความเที่ยง = .675						
3.	**เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก** (TPACK3)						
1)	ใช้เทคโนโลยีให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนอันส่งให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างถูกต้อง	4.034	.5880	2.738	.7539	24.338**	.561
2)	ใช้เทคโนโลยีอธิบายทุกขั้นตอนการสอนเพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่ซับซ้อน	3.941	.6069	2.749	.6931	23.214**	.521
3)	ทำวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อให้เข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาพื้นฐานและเนื้อหาที่ยากซับซ้อน	3.907	.6103	2.574	.6991	25.777**	.456
	ความเที่ยง = .696						
4.	**วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง** (TPACK4)						
1)	ศึกษาผลการวิจัยด้านเทคโนโลยีใหม่ๆที่พัฒนาทักษะวิชาครูทำให้มีความพร้อมในการศึกษาเนื้อหาขั้นสูง	3.922	.6448	2.629	.7595	23.289**	.622
2)	เปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีเดิมและใหม่ที่พัฒนาประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนซึ่งเมื่อมีประสิทธิผลแล้วจะส่งผลให้มีเวลาเพียงพอที่จะศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้มากขึ้น	3.899	.6241	2.568	.6779	25.917**	.562
3)	นำผลการวิจัยเนื้อหาวิชาที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเป็นฐานสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาขั้นสูง	3.910	.6576	2.552	.7603	24.246**	.687
	ความเที่ยง = .784						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 321 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 323 คน						

มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
	Mean	SD.	Mean	SD.		
องค์ประกอบที่ 12 ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .903)						
1. **รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้** (PCK-S1)						
1) วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อขยายขอบเขตความรู้เนื้อหาทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่กว้างและลึก	4.024	.5982	2.858	.6675	22.888	.494
2) การวิจัยด้านความพร้อมของนักเรียนเพื่อคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมทำให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาขั้นพื้นฐานได้เร็ว	3.949	.5833	2.701	.7312	23.533	.386
3) การสอนสอดแทรกคุณธรรมช่วยให้วิเคราะห์ลักษณะเนื้อหาและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องทำให้พัฒนาคุณธรรมพื้นฐานของนักเรียนตามที่ต้องการ	4.173	.5295	2.906	.7231	24.645	.465
ความเที่ยง = .638						
2. **ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง** (PCK-S2)						
1) วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนเพื่อเข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหาเนื้อหาที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา	4.146	.5050	3.012	.6401	24.266	.544
2) นำผลการประเมินผลการเรียนที่ช่วยระบุข้อบกพร่องด้านความเข้าใจเนื้อหาในการพัฒนาความคลาดเคลื่อนในกระบวนการคิดของนักเรียน	4.122	.5212	2.864	.6594	26.417	.573
3) ใช้ผลการวิจัยด้านกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาที่ยาก/ง่ายต่างกันช่วยในการจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่เหมาะสมกับความสามารถ	3.990	.5633	2.629	.7131	26.409	.449
ความเที่ยง = .703						
3. **ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน** (PCK-S3)						
1) ปรับปรุงวิธีการประเมินเพื่อขยายขอบเขตเนื้อหาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเหมาะสมกับความสามารถ	4.095	.5644	2.757	.6871	26.533	.512
2) การแนะนำให้เรียนรู้โดยมีการวางแผนที่ชัดเจนทำให้มีความรู้และคุณธรรมเพิ่มขึ้นส่งผลให้การพัฒนานักเรียนได้ผล	4.085	.5690	2.848	.5939	26.355	.568
3) จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสอดแทรกคุณธรรมในเนื้อหาเป็นการพัฒนาทักษะการบูรณาการแก่นักเรียน	4.146	.6035	3.006	.6687	22.153	.528
ความเที่ยง = .716						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
4.	**ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน** (PCK-S4)						
1)	ใช้ผลการวิจัยในชั้นเรียนเปรียบเทียบความรู้เนื้อหาที่นักเรียนได้รับทำให้ครูวางแผนพัฒนานักเรียนและครอบครัวได้ถูกต้อง	3.967	.6052	2.521	.7663	26.111	.629
2)	ศึกษาผลการวิจัยชุมชนให้เข้าใจสาเหตุที่นักเรียนมีผลการเรียนต่ำทำให้การพัฒนานักเรียนสมบูรณ์ด้วยความร่วมมือจากชุมชน	3.908	.6252	2.537	.7857	24.089	.653
3)	ร่วมมือระหว่างสมาชิกเครือข่าย ครอบครัว ชุมชนและโรงเรียนก่อให้เกิดปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาของสมาชิกและแนวทางการพัฒนานักเรียนและชุมชน	3.840	.6699	2.418	.7895	24.186	.672
	ความเที่ยง = .804						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 294 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 323 คน						
องค์ประกอบที่ 13 ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ = .914)**							
1.	**รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน** (TCK-S1)						
1)	ใช้เทคโนโลยีที่สามารถระบุสาเหตุความผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนได้	4.052	.5860	2.709	.6975	25.839	.616
2)	เพิ่มเทคโนโลยีให้เหมาะกับระดับความยากของเนื้อหาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เร็ว เพราะสอดคล้องกับพื้นความรู้เดิม	4.099	.5627	2.798	.7375	24.639	.558
3)	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเรื่องและใช้ถ่ายทอดให้นักเรียนเห็นภาพรวม	4.157	.5466	2.833	.7158	25.831	.624
	ความเที่ยง = .767						
2.	**ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน** (TCK-S2)						
1)	ใช้เทคโนโลยีเทียบเคียงกับหลักการแก้ปัญหาในบทเรียนและใช้แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการแก้ปัญหา	4.105	.5574	2.746	.6431	27.944	.606
2)	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการของนักเรียน	4.153	.5950	3.019	.7433	20.645	.514
3)	จัดทำฐานข้อมูลผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.049	.5833	2.614	.7329	26.884	.517
	ความเที่ยง = .724						

มิติ/ข้อคำถาม		การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
3.	**ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน** (TCK-S3)						
1)	ใช้เทคโนโลยีอธิบายคุณค่าของเนื้อหาให้นักเรียนใช้ประโยชน์เนื้อหาได้เหมาะสม	4.105	.5251	2.836	.7056	25.362	.587
2)	ใช้เทคโนโลยีสร้างกลยุทธ์การสอนเนื้อหาที่ยากให้เป็นขั้นตอนและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจง่าย	4.132	.5514	2.861	.7065	24.917	.551
3)	ศึกษางานวิจัยเทคโนโลยีที่สร้างแนวทางการประยุกต์เนื้อหาและใช้เป็นตัวอย่างการประยุกต์ผลการเรียนรู้	3.990	.6285	2.599	.7012	25.821	.436
	ความเที่ยง = .705						
4.	**ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน** (TCK-S4)						
1)	ศึกษาติดตามงานวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆมาถ่ายทอดความรู้เนื้อหาขั้นสูงให้นักเรียนเข้าใจได้รวดเร็ว	3.969	.6222	2.654	.7775	23.168	.663
2)	ทำวิจัยเทคโนโลยีวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดในเนื้อหาขั้นสูงโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง	3.941	.6742	2.521	.7203	25.130	.653
3)	ศึกษา/วิจัยเนื้อหาขั้นสูงโดยใช้เทคโนโลยีให้ได้ข้อค้นพบที่ช่วยพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน ครอบครัวและชุมชน	3.927	.6780	2.549	.7146	24.419	.684
	ความเที่ยง = .815						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 287 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 323 คน						
องค์ประกอบที่ 14 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = .922)							
1.	**รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน** (TPK-S1)						
1)	ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมีผลทำให้นักเรียนมีความรู้และคุณธรรมตามจุดมุ่งหมาย	4.081	.5233	2.759	.7134	26.924**	.566
2)	ใช้เทคโนโลยีในการประเมินตามสภาพจริงให้ได้ข้อค้นพบใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	3.984	.6087	2.669	.7675	27.029**	.630
3)	ใช้เทคโนโลยีติดตามความรู้และคุณธรรมของนักเรียนและนำไปใช้ปรับปรุงวิธีการพัฒนานักเรียน	4.000	.5469	2.597	.6905	25.518**	.648
	ความเที่ยง = .778						

	มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
		Mean	SD.	Mean	SD.		
2.	**เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน** (TPK-S2)						
1)	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินหลักสูตรเพื่อวางแผนพัฒนาและประกันคุณภาพผลการเรียนรู้นักเรียน	4.056	.5880	2.728	.7046	27.481**	.651
2)	ใช้เทคโนโลยีติดตามผลการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียนเพื่อปรับแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	3.981	.5956	2.618	.7598	29.478**	.510
3)	ใช้เทคโนโลยีสำรวจทักษะแก้ปัญหาของนักเรียนให้ได้ผลไปปรับปรุงการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและคุณธรรมของนักเรียน	3.973	.6168	2.670	.7075	28.473**	.655
	ความเที่ยง = .769						
3.	**ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน** (TPK-S3)						
1)	ใช้ผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนองความต้องการจำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	3.985	.6276	2.531	.7015	29.266**	.537
2)	เลือกเทคโนโลยีและจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียน	4.075	.5859	2.793	.7194	31.314**	.548
3)	ใช้ผลงานวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงานครูที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้เหมาะสม	4.090	.5306	2.690	.7626	28.250**	.587
	ความเที่ยง = .733						
4.	**ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน** (TPK-S4)						
1)	ใช้เทคโนโลยีและผลการวิจัยบทบาทของครอบครัวและชุมชนในการพัฒนานักเรียน	3.913	.6734	2.462	.7489	25.247**	.767
2)	ใช้เทคโนโลยีและผลการวิจัยปฏิบัติการร่วมกับชุมชนในการสร้างเสริมการเรียนรู้และคุณธรรม	3.942	.6498	2.479	.7309	26.089**	.806
3)	ใช้เทคโนโลยีในการสร้างเครือข่ายชุมชน ครอบครัวและโรงเรียนเพื่อเป็นฐานในการพัฒนานักเรียน	3.951	.6385	2.417	.7264	20.590**	.772
	ความเที่ยง = .888						
	หมายเหตุ						
	**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 312 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 343 คน						

มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
	Mean	SD.	Mean	SD.		
องค์ประกอบที่ 15 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) **(ความเที่ยงขององค์ประกอบ** = . 901)						
1. **รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน** (TPACK-S1)						
1) เลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะกับการพัฒนาความรู้เบื้องต้นที่ตรงกับความต้องการของนักเรียน	4.070	.5661	2.797	.6491	26.278**	.591
2) สร้างระบบฐานข้อมูลความผิดพลาดในเนื้อหาเพื่อลดปัญหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในการเรียนรู้	3.986	.5913	2.596	.7655	25.478**	.516
3) ดำเนินการเรียนการสอนเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพสูงด้วยเทคโนโลยีทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดหมาย	4.107	.5860	2.959	.7009	22.500**	.439
ความเที่ยง = .697						
2. **เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา** (TPACK-S2)						
1) เข้าใจหลักการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน	4.164	.5905	3.223	.7886	16.931**	.388
2) ใช้หลักการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนและการจัดกลุ่มเนื้อหาให้นักเรียนแสวงหาแนวทางการเรียนรู้ได้ตรงตามความต้องการ	4.027	.5446	2.770	.6746	25.744**	.544
3) ใช้เทคโนโลยีประเมินผลการเรียนรู้เนื้อหาตามหลักสูตรให้ได้แนวทางการสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา	4.016	.5649	2.682	.7186	25.892**	.495
ความเที่ยง = .662						
3. **ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน** (TPACK-S3)						
1) ใช้เทคโนโลยีในการอธิบายเนื้อหาที่ยากซับซ้อนทุกขั้นตอนการสอนและพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน	3.955	.5756	2.697	.6654	25.418**	.631
2) ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมและประยุกต์เนื้อหาไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามความต้องการและพัฒนาคุณธรรมของนักเรียน	3.994	.5588	2.740	.6612	25.739**	.618
3) จัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีร่วมกับการเลือกเนื้อหาที่ทสามารถทำวิจัย วิเคราะห์ปัจจัยเพื่อสร้างเสริมความรู้และคุณธรรมในการพัฒนานักเรียน	4.055	.5431	2.850	.7254	23.569**	.528

มิติ/ข้อคำถาม	การวิเคราะห์ข้อคำถาม				t	CITC
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ			
	Mean	SD.	Mean	SD.		
ความเที่ยง = .760						
4. **ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน** (TPACK-S4)						
1) ศึกษาและใช้ผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนับสนุนการปฏิบัติงานครูในการเรียนรู้และถ่ายทอดเนื้อหาขั้นสูงที่ตรงตามความต้องการของนักเรียน	3.856	.6736	2.607	.7290	22.421**	.677
2) เปรียบเทียบเทคโนโลยีเดิมและใหม่ในการพัฒนาประสิทธิผลการปฏิบัติงานครูร่วมกับเครือข่ายโรงเรียนและชุมชน และใช้พัฒนานักเรียนให้รู้เนื้อหาขั้นสูง	3.810	.6870	2.564	.7819	21.289**	.672
3) ทำวิจัยร่วมกับเครือข่าย ครอบครัว ชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาและคุณธรรมเต็มตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน	3.785	.7945	2.524	.7967	19.992**	.691
ความเที่ยง = .824						
หมายเหตุ						
**p<.01 จำนวนคนกลุ่มสูง = 334 คน จำนวนคนกลุ่มต่ำ = 304 คน						

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity)

การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 องค์ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ทดลองใช้กับตัวอย่างจำนวน 135 คน และข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ใช้จริงกับตัวอย่างจำนวน 1,058 คน ด้วยโปรแกรมลิสเรล (Jöreskog, et al., 1996) โดยพิจารณาความเหมาะสมของโมเดลการวัดจากค่าสถิติ 3 ข้อ คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) และ ค่าสถิติ Bartlett's Test โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบต้องมีความสัมพันธ์กันไม่น้อยกว่า .3 ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าสหสัมพันธ์ ดังนี้ (Salkind, 2000: 96 อ้างถึงใน อวยพร เรืองตระกูล, 218: 2553)

ขนาดความสัมพันธ์	ความหมาย
.00 - .30	มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก
.31 - .49	มีความสัมพันธ์กันต่ำ
.50 - .69	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
.70 - .89	มีความสัมพันธ์กันสูง
.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

2) **ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน** (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO)

ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (KMO) ควรจะมีค่าเข้าใกล้ 1 ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับน้อยและไม่เหมาะที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าดัชนี KMO ดังต่อไปนี้ (Hair et al., 2010)

ขนาดความสัมพันธ์	ความหมาย
.80 ขึ้นไป	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับดีมาก
.70 - .79	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับดี
.60 - .69	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับปานกลาง
.50 - .59	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับน้อย
น้อยกว่า .50	ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบ

3) **ค่าสถิติ** Bartlett's Test of Sphericity

ค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ใช้ทดสอบว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยมีสมมติฐานการพิจารณาเกณฑ์ดังนี้

H_0: correlation matrix เป็น identity matrix (เมทริกซ์ที่มีค่าในแนวทแยงเป็น 1 ค่านอกแนวทแยงเป็น 0) หรือตัวแปรต่างๆไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: correlation matrix ไม่เป็น identity matrix หรือตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กัน

ถ้าค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญ แสดงว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ (Hair et al., 2010; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542: สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์: 2552)

เมื่อค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ ค่าดัชนี KMO และ ค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ผ่านเกณฑ์ ดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างตามกรอบ

แนวคิดทีแพค-เอสจำนวน 15 องค์ประกอบ จากแบบสอบถามที่ไปทดลองใช้กับนิสิตครูที่ไม่ใช่ตัวอย่าง คือ นิสิตครูคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน และคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 135 คน และตัวอย่างจริงจำนวน 1,058 คนด้วยโปรแกรมลิสเรล (Jöreskog, et al., 1996) มีรายละเอียดดังนี้

1. **ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน**

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .179 ถึง .608 และ .302 ถึง .616 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ ยกเว้น ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) กับ ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) ของแบบสอบถามฉบับทดลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.5

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน (SK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ SK1 และ SK 4 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .978 และ .883 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียน ร้อยละ 95.60 และ 78 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.6 และ ภาพที่ 3.1

ตาราง 3.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4
SK1	1.000	584**	.515**	400**
SK2	.608**	1.000	491*	.302**
SK3	.529**	.309**	1.000	.616**
Sk4	.338**	.179*	.536**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.262	3.506	3.104	2.822
S.D.	.643	.578	.688	.787
เก็บจริง				
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887
S.D.	.6375	.5950	.7469	.8312
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .646, เก็บจริง = .710				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 149.696, เก็บจริง = 1369.104; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; n=135

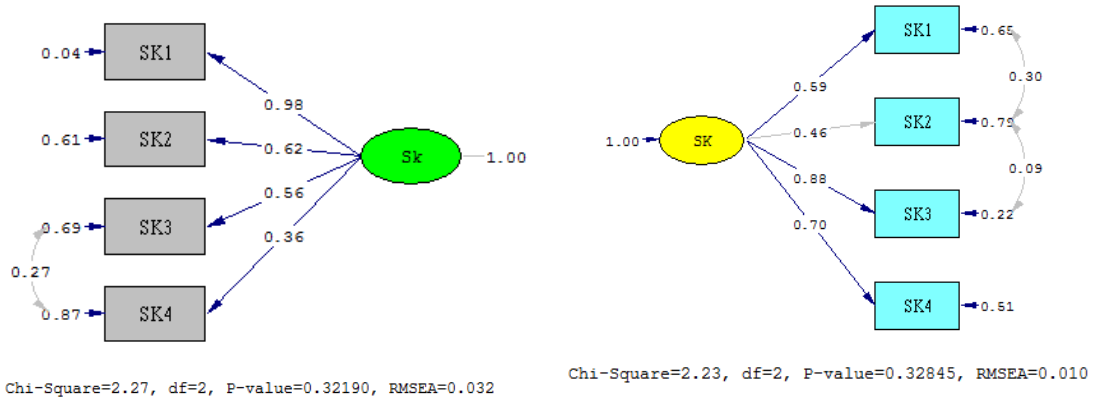
ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ตาราง 3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน

ตัวแปร	**น้ำหนักองค์ประกอบ**				t		R Square		**สปส. คะแนนองค์ประกอบ**	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**
SK1	.978	.590	.629(.062)	.688(.043)	1.164**	15.885**	.956	.348	1.450	.146
SK2	.621	.460	.358(.052)	.500	6.846**	-	.385	.212	.073	-.042
SK3	.556	.883	.373(.060)	1.218(.087)	6.205**	14.002**	.309	.780	.046	.493
SK4	.359	.697	.274(.068)	1.070(.068)	4.053**	13.371**	.129	.486	.010	.145
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = 2.27; df = 2; p-value = .321; RMSEA = .032; GFI = .992; AGFI = .960; RMR = .022; CFI = .999; NNFI = .998										
เก็บจริง										
x^2 = 2.23; df = 2; p-value = .328; RMSEA = .010; GFI = .999; AGFI = .995; RMR = .006; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียน

2. **ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา**

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .350 ถึง .700 และ .568 ถึง .683 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.8

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา (CK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ CK2 และ CK3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .986 และ .836 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหา ร้อยละ 97.20 และ 69.80 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.9 และ ภาพที่ 3.2

ตาราง 3.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

ตัวแปร	CK1	CK2	CK3	CK4
CK1	1.000	.683**	.632**	.568**
CK2	.527**	1.000	.664**	.616**
CK3	.350**	.700**	1.000	.638**
CK4	.402**	.488**	.503**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.422	3.321	3.316	3.203
S.D.	.542	.620	.568	.567
เก็บจริง				
Mean	3.634	3.544	3.546	3.387
S.D.	.5992	.6168	.6068	.6448
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = 710, เก็บจริง = .827				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 182.615, เก็บจริง = 2096.368; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

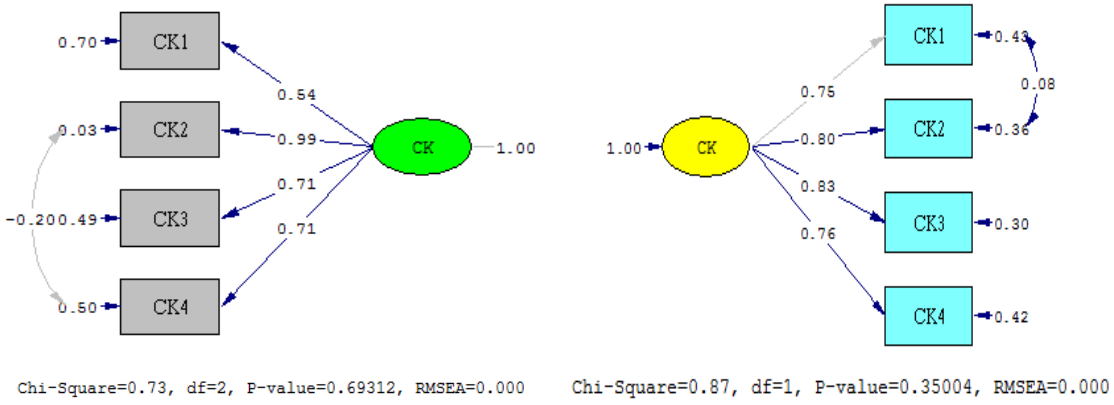
ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ตาราง 3.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

ตัวแปร	**น้ำหนักองค์ประกอบ**				t		R Square		**สปส. คะแนนองค์ประกอบ**	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**
CK1	.544	.752	.295(.044)	.451	6.775**	-	.296	.565	-.052	.315
CK2	.986	.799	.611(.047)	.493(.018)	13.124**	28.005**	.972	.639	1.435	.426
CK3	.712	.835	.404(.043)	.506(.021)	9.297**	23.617**	.507	.697	-.093	.625
CK4	.705	.764	.398(.046)	.493(.022)	8.655**	22.637**	.497	.584	.537	.393
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = .73; df = 2; p-value = .693; RMSEA = .000; GFI = .997; AGFI = .987; RMR = .005;										
CFI = 1.000; NNFI = 1.019										

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
เก็บจริง										
χ^2 = .87; df = 1; p-value = .350; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .996; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

3. ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .325 ถึง .538 และ .528 ถึง .670 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.10

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู (PK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้

จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ PK1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .734 และ .832 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู ร้อยละ 53.90 และ 69.30 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.11 และภาพที่ 3.3

ตาราง 3.10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู

ตัวแปร	PK1	PK2	PK3	PK4
PK1	1.000	.670**	.667**	.528**
PK2	.538**	1.000	.649**	.554**
PK3	.519**	.500**	1.000	.547**
PK4	.375**	.325**	.375**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.260	3.086	3.348	3.365
S.D.	.572	.645	.561	.620
เก็บจริง				
Mean	3.502	3.308	3.552	3.461
S.D.	.6398	.7010	.5888	.6505
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .762, เก็บจริง = .821				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 133.371, เก็บจริง = 1908.048; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

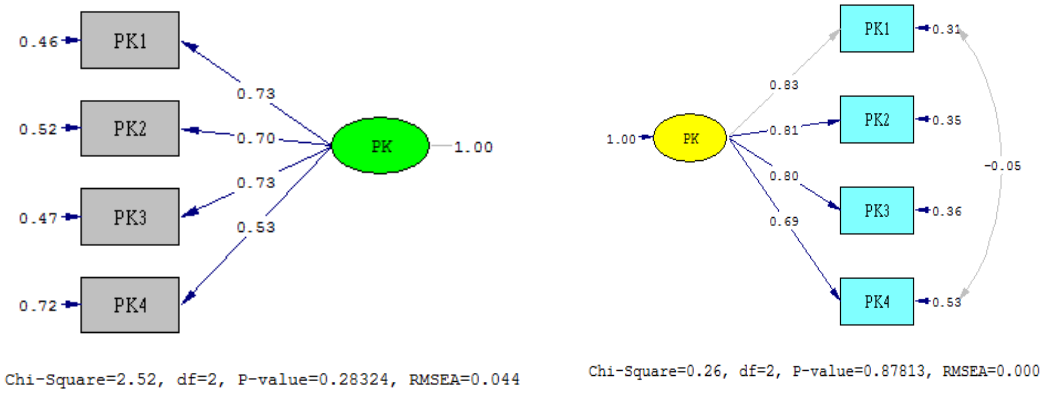
ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ตาราง 3.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู

ตัวแปร	**น้ำหนักองค์ประกอบ**				t		R Square		**สปส. คะแนนองค์ประกอบ**	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**	**ทดลอง**	**จริง**
PK1	.734	.832	.420(.049)	.533	8.534**	-	.539	.693	.599	.563
PK2	.695	.807	.448(.056)	.566(.020)	8.028**	28.029**	.483	.651	.449	.402
PK3	.731	.801	.410(.048)	.472(.017)	8.497**	27.829**	.535	.642	.603	.464
PK4	.530	.687	.329(.056)	.447(.020)	5.848**	22.042**	.281	.472	.256	.294

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
ทดลองเครื่องมือ										
x^2= 2.458; df = 2; p-value = .293; RMSEA = .044; GFI = .991; AGFI = .953; RMR = .009; CFI = .997; NNFI = .991										
เก็บจริง										
x^2= .260; df = 2; p-value = .878; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .999; RMR = .000; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู

4. ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .464 ถึง .655 และ .233 ถึง .698 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.12

ตาราง 3.12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

ตัวแปร	TK1	TK2	TK3	TK4
TK1	1.000	.664**	.452**	.233**
TK2	.559**	1.000	.698**	.420**
TK3	.553**	.655**	1.000	.552**
TK4	.464**	.475**	.581**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.327	3.259	3.223	3.100
S.D.	.612	.571	.674	.678
เก็บจริง				
Mean	3.712	3.543	3.384	3.268
S.D.	.6674	.6422	.6903	.6954
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .792, เก็บจริง = .695				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 197.157, เก็บจริง = 1708.273; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TK3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .844 และ .947 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 71.10 และ 89.80 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.13 และ ภาพที่ 3.4

ตาราง 3.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TK1	.684	.441	.418(.050)	.292	8.358**	-	.469	.194	.318	-.106
TK2	.774	.741	.442(.045)	.473(.035)	9.788**	13.476**	.599	.548	.510	.296
TK3	.843	.947	.569(.052)	.654(.053)	1.958**	12.379**	.711	.898	.654	1.167
TK4	.664	.582	.450(.056)	.405(.037)	8.049**	1.915**	.441	.339	.265	.107

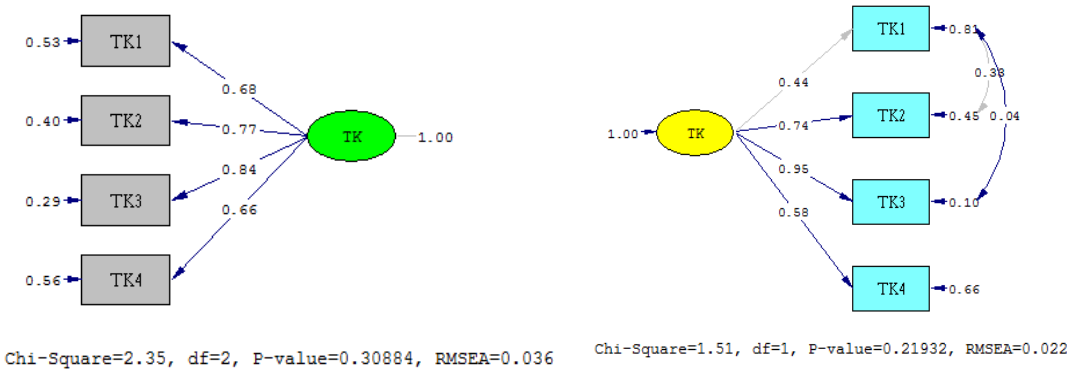
ทดลองเครื่องมือ

χ^2 = 2.430; df = 2; p-value = .297; RMSEA = .036; GFI = .991; AGFI = .957; RMR = .007; CFI = .998; NNFI = .995

เก็บจริง

χ^2 = 1.509; df = 2; p-value = .219; RMSEA = .022; GFI = .999; AGFI = .993; RMR = .004; CFI = 1.000; NNFI = .998

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

5. **ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา** (PCK)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .482 ถึง .682 และ .661 ถึง .770 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity

และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.14

ตาราง 3.14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4
PCK1	1.000	.770**	.697**	.661**
PCK2	.682**	1.000	.756**	.695**
PCK3	.604**	.669**	1.000	.739**
PCK4	.482**	.521**	.608**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.388	3.417	3.365	3.279
S.D.	.548	.580	.582	.545
เก็บจริง				
Mean	3.537	3.479	3.451	3.380
S.D.	.5940	.6034	.5998	.6462
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .798, เก็บจริง = .837				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 238.233, เก็บจริง = 2894.965; df = 66; p = .000				

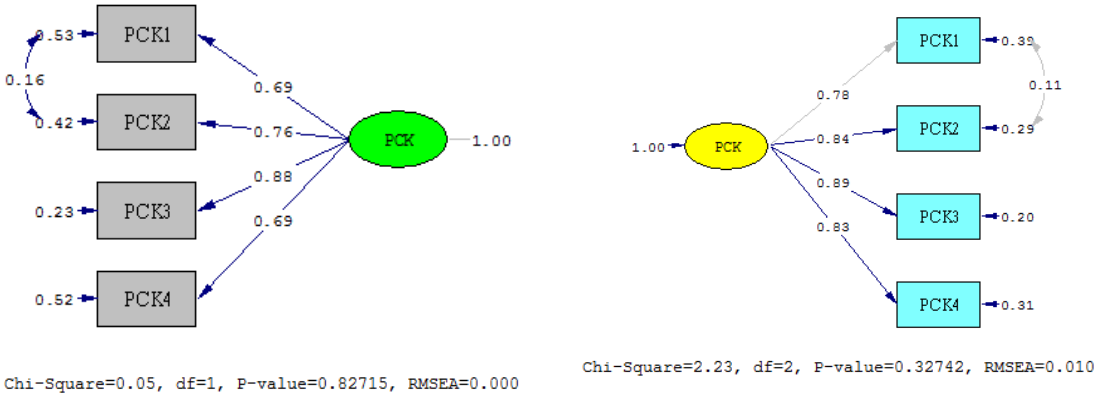
หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน
ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ
ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ PCK3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .880 และ .893 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 77.40 และ 79.70 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.15 และ ภาพที่ 3.4

ตาราง 3.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
PCK1	.689	.784	.377(.046)	.466	8.161**	-	.474	.615	.224	.223
PCK2	.759	.842	.440(.047)	.508(.014)	9.291**	36.081**	.576	.709	.359	.386
PCK3	.880	.893	.512(.046)	.536(.017)	11.168**	31.502**	.774	.797	.949	.721
PCK4	.692	.829	.377(.045)	.536(.018)	8.458**	29.053**	.478	.687	.345	.403
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = .048; df = 2; p-value = .827; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .998; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.020										
เก็บจริง										
x^2 = 2.233; df = 2; p-value = .327; RMSEA = .011; GFI = .999; AGFI = .995; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

6. **ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา** (TCK)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .667 ถึง .712 และ .712 ถึง .793

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.16

ตาราง 3.16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
TCK1	1.000	.793**	.737**	.749**
TCK2	.716**	1.000	.761**	.712**
TCK3	.667**	.693**	1.000	.727**
TCK4	.683**	.676**	.710**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.225	3.276	3.213	3.082
S.D.	.591	.612	.614	.667
เก็บจริง				
Mean	3.429	3.474	3.432	3.364
S.D.	.6319	.6428	.6323	.6268
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .842, เก็บจริง = .849				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 318.658, เก็บจริง = 3155.518; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

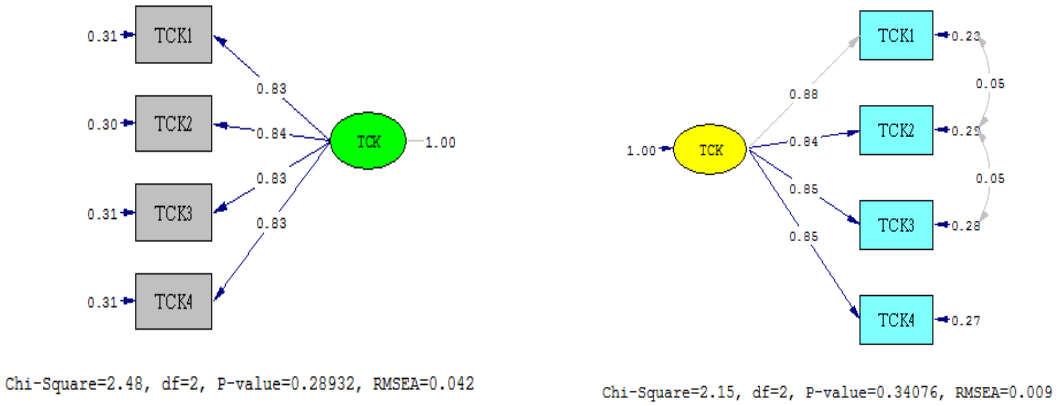
ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดล แสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TCK2 และ TCK 1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .839 และ .879 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 70.30 และ 77.20 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.17 และ ภาพที่ 3.6

ตาราง 3.17 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TCK1	.828	.879	.490(.043)	.555	11.333**	39.444**	.685	.772	.448	.519
TCK2	.839	.843	.513(.044)	.541(.014)	11.554**	35.739**	.703	.710	.464	.277
TCK3	.830	.846	.510(.045)	.535(.015)	11.369**	35.803**	.688	.715	.436	.397
TCK4	.828	.854	.553(.049)	.535(.015)	11.343**	39.444**	.686	.729	.398	.477
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = 2.458; df = 2; p-value = .293 ; RMSEA = .0423; GFI = .991; AGFI = .954; RMR = .005; CFI = .999; NNFI = .996										
เก็บจริง										
x^2 = 2.153; df = 2; p-value = .341 ; RMSEA = .009; GFI = .999; AGFI = .995; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา

7. ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครูมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .565 ถึง .719 และ .603 ถึง .792

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.18

ตาราง 3.18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

ตัวแปร	TPK1	TPK2	TPK3	TPK4
TPK1	1.000	.603**	.792**	.689**
TPK2	.644**	1.000	.686**	.697**
TPK3	.635**	.719**	1.000	.646**
TPK4	.565**	.620**	.613**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.225	3.276	3.213	3.082
S.D.	.591	.612	.614	.667
เก็บจริง				
Mean	3.505	3.384	3.453	3.449
S.D.	.6265	.6732	.6252	.6150
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .830, เก็บจริง = .818				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 263.289, เก็บจริง = 2638.950; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

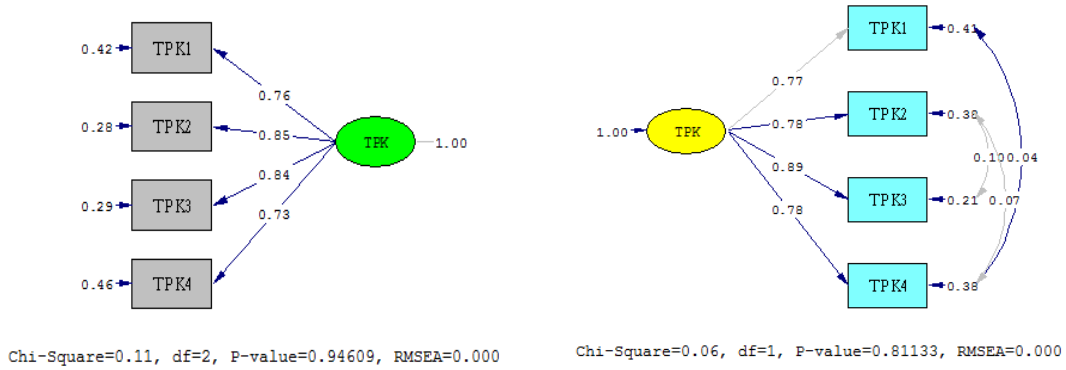
ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดล แสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TPK2 และ TPK 3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .851 และ .889 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียน ร้อยละ 72.50 และ 79.00 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.19 และ ภาพที่ 3.7

ตาราง 3.19 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TPK1	.759	.771	.429(.043)	.483	9.861**	-	.575	.595	.369	.356
TPK2	.851	.784	.507(.044)	.528(.021)	11.622**	25.226	.725	.615	.606	.144
TPK3	.841	.889	.509(.045)	.556(.021)	11.425**	27.018	.708	.790	.556	.807
TPK4	.732	.785	.485(.052)	.482(.018)	9.388**	27.021	.536	.616	.278	.361
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = .110; df = 2; p-value = .947; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .998; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.018										
เก็บจริง										
x^2 = .057; df = 2; p-value = .811; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .998; RMR = .000; CFI = 1.000; NNFI = 1.002										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

8. ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .216 ถึง .547 และ .434 ถึง .728 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ตามลำดับ ยกเว้น ตัวแปรความรู้การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรความรู้ด้านการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4) ของแบบสอบถามฉบับทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.20

ตาราง 3.20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	CK-S 1	CK-S 2	CK-S 3	CK-S 4
CK-S 1	1.000	.728**	.585**	.434**
CK-S 2	.547**	1.000	.715**	.522**
CK-S 3	.437**	.356**	1.000	.555**
CK-S 4	.293**	.370**	.216*	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.286	3.305	3.304	2.973
S.D.	.565	.580	.614	.589
เก็บจริง				
Mean	3.464	3.381	3.424	3.070
S.D.	.6148	.6458	.6523	.7816
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .708, เก็บจริง = .918				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 99.744, เก็บจริง = 6436.191; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

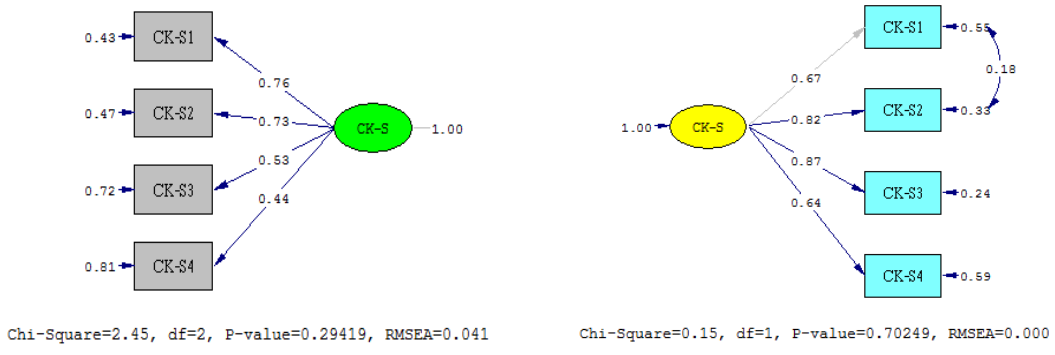
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ CK-S1 และ CK-S3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .757 และ .871 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี

ความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 57.-0 และ 75.80 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.21 และ ภาพที่ 3.8

ตาราง 3.21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
CK-S 1	.757	.673	.427(.053)	.414	8.096**	-	.573	.454	.767	.119
CK-S 2	.726	.821	.421(.054)	.530(.019)	7.793**	28.176**	.527	.674	.648	.495
CK-S 3	.534	.871	.328(.057)	.568(.030)	5.735**	19.242**	.285	.758	.297	.788
CK-S 4	.437	.637	.257(.056)	.498(.029)	4.604**	17.443**	.191	.406	.224	.196
ทดลองเครื่องมือ										
χ^2= 2.405; df = 2; p-value = .294; RMSEA = .041; GFI = .991; AGFI = .955; RMR = .009; CFI = 996; NNFI = .989										
เก็บจริง										
χ^2= .146; df = 2; p-value = .702; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .999; RMR = .000; CFI = 1.000; NNFI = 1.002										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

9. **ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน**

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .337 ถึง .698 และ .462 ถึง .758 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.22

ตาราง 3.22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	PK-S1	PK-S2	PK-S3	PK-S4
PK-S1	1.000	.758**	.563**	.462**
PK-S2	.698**	1.000	.647**	.607**
PK-S3	.489**	.487**	1.000	.702**
PK-S4	.337**	.538**	.627**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.364	3.314	3.299	3.091
S.D.	.642	.547	.575	.624
เก็บจริง				
Mean	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.6338	.6425	.6921	.7789

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .645, เก็บจริง = .748

Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 219.718, เก็บจริง = 2307.481; df = 66; p = .000

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่า

เป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ PK-S1 และ PK-S3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .844 และ .860 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 71.20 และ 73.90 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.23 และ ภาพที่ 3.8

ตาราง 3.23 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
PK-S1	.844	.588	.542(.054)	.368	1.056**	-	.712	.346	.695	-.099
PK-S2	.828	.763	.453(.046)	.486(.018)	9.844**	26.364**	.685	.582	.879	.465
PK-S3	.598	.860	.337(.048)	.595(.029)	7.003**	2.561**	.357	.739	.374	.681
PK-S4	.424	.812	.259(.057)	.633(.033)	4.565**	19.000**	.179	.66	-.208	.423

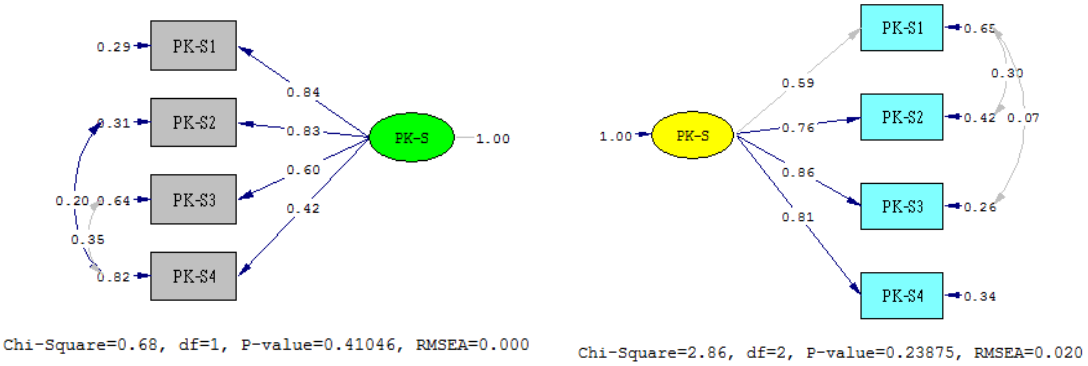
ทดลองเครื่องมือ

x^2 = .644; df = 2; p-value = .422; RMSEA = .000; GFI = .998; AGFI = .976; RMR = .009; CFI = 1.000; NNFI = 1.009

เก็บจริง

x^2 = 2.865; df = 2; p-value = .239; RMSEA = .020; GFI = .999; AGFI = .993; RMR = .005; CFI = 1.000; NNFI = .999

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

10. ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .618 ถึง .788 และ .548 ถึง .767 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.24

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดล แสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TK-S3 และ TK-S1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .916 และ .878 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 83.90 และ 77.10 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.25 และ ภาพที่ 3.10

ตาราง 3.24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	TK-S1	TK-S2	TK-S3	TK-S4
TK-S1	1.000	.697**	.767**	.653**
TK-S2	.772**	1.000	.671**	.548**
TK-S3	.700**	.788**	1.000	.646**
TK-S4	.618**	.677**	.727**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.171	3.198	3.121	2.895
S.D.	.657	.660	.689	.788
เก็บจริง				
Mean	3.322	3.344	3.259	3.239
S.D.	.6735	.7595	.7612	.7421

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .733, เก็บจริง = .932

Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 235.789, เก็บจริง = 8220.987; df = 66; p = .000

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

ตาราง 3.25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TK-S1	.768	.878	.504(.050)	.591	9.994**	-	.589	.771	.150	.548
TK-S2	.858	.760	.566(.048)	.577(.019)	11.859**	3.335**	.737	.578	.379	.206
TK-S3	.916	.876	.632(.048)	.667(.021)	13.110**	31.560**	.839	.767	.741	.501
TK-S4	.793	.738	.625(.059)	.547(.020)	1.671**	26.780**	.630	.544	.244	.221

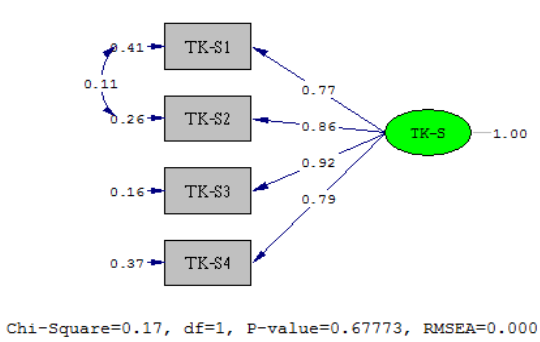
ทดลองเครื่องมือ

χ^2= .173; df = 2; p-value = .678; RMSEA = .000; GFI = .999; AGFI = .994; RMR = .002; CFI = 1.000; NNFI = 1.012

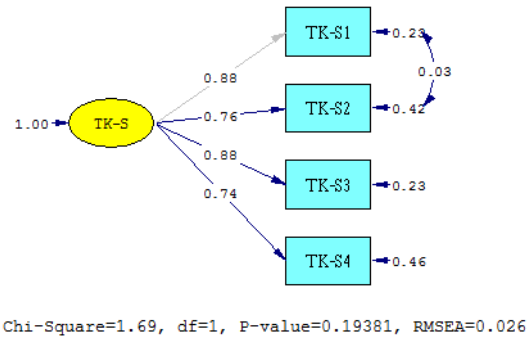
เก็บจริง

χ^2= 1.688; df = 1; p-value = .194; RMSEA = .026; GFI = .999; AGFI = .992; RMR = .003; CFI = 1.000; NNFI = .999

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ



เก็บจริง

ภาพที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน

11. ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .600 ถึง .695 และ .519 ถึง .746 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.26

ตาราง 3.26 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	TPACK1	TPACK2	TPACK3	TPACK4
TPACK1	1.000	.676**	.644**	.519**
TPACK2	.658**	1.000	.746**	.736**
TPACK3	.695**	.658**	1.000	.709**
TPACK4	.600**	.609**	.688**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.278	3.278	3.116	2.993
S.D.	.570	.690	.646	.715
เก็บจริง				
Mean	3.516	3.394	3.333	3.252
S.D.	.6161	.6145	.6369	.6936
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .646, เก็บจริง = .812				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 279.781, เก็บจริง = 2559.144; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

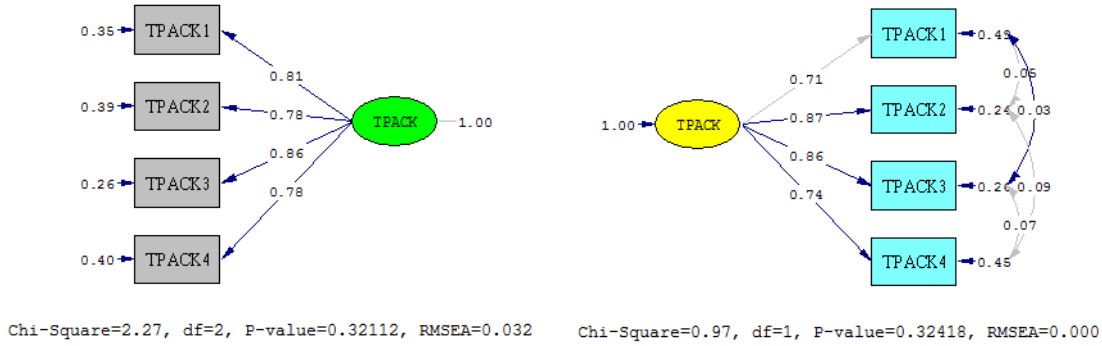
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรใน

โมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TPACK3 และ TPACK2 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .862 และ .869 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 74.30 และ 75.50 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.27 และ ภาพที่ 3.11

ตาราง 3.27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส.คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TPACK 1	.807	.715	.460(.043)	.44	1.797**	-	.651	.511	.457	.200
TPACK 2	.784	.869	.541(.052)	.534(.022)	1.358**	24.464**	.614	.755	.332	.691
TPACK 3	.862	.861	.557(.047)	.548(.021)	1.899**	26.115**	.743	.741	.585	.649
TPACK 4	.777	.742	.555(.054)	.514(.024)	1.226**	21.439**	.603	.55	.309	.102
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = 2.291; df = 2; p-value = .318; RMSEA = .032; GFI = .992; AGFI = .958; RMR = .006; CFI = .999; NNFI = .997										
เก็บจริง										
x^2 = .972; df = 2; p-value = .324; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = .995; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.000										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา

12. ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .280 ถึง .650 และ .580 ถึง .764 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.28

ตาราง 3.28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	PCK-S1	PCK-S2	PCK-S3	PCK-S4
PCK-S1	1.000	.764**	.741**	.638**
PCK-S2	.557**	1.000	.736**	.628**
PCK-S3	.574**	.650**	1.000	.580**
PCK-S4	.474**	.350**	.280**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.264	3.361	3.390	3.107
S.D.	.525	.498	.511	.622
เก็บจริง				
Mean	3.430	3.439	3.471	3.183
S.D.	.5926	.6013	.6145	.7352

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .731, เก็บจริง = .929

Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 172.819; เก็บจริง = 6003.905; df = 66; p = .000

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

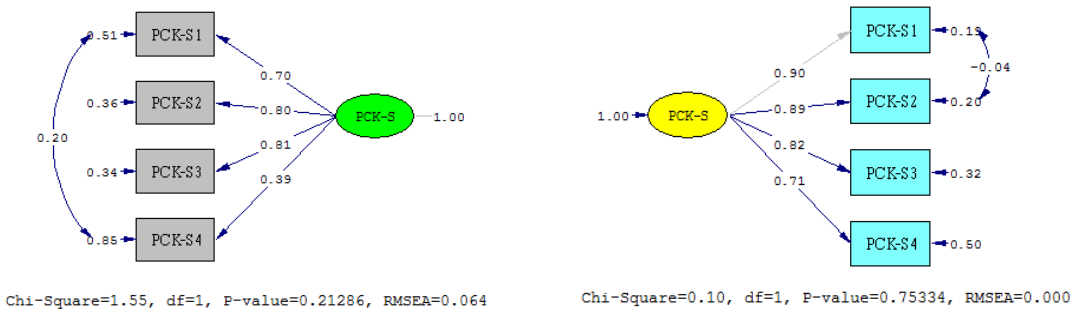
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครูเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดล แสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดล

มีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ PCK-S3 และ PCK-S1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .813 และ .902 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 66.10 และ 81.40 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.29 และ ภาพที่ 3.12

ตาราง 3.29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
PCK-S1	.702	.902	.368(.044)	.535	8.437**	-	.492	.814	.442	.704
PCK-S2	.799	.893	.398(.041)	.537(.015)	9.745**	36.911	.639	.798	.780	.704
PCK-S3	.813	.823	.416(.042)	.505(.018)	9.929**	28.201	.661	.677	.822	.645
PCK-S4	.389	.705	.242(.058)	.518(.021)	4.172**	24.152	.151	.497	.041	.281
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = 1.561; df = 2; p-value = .212; RMSEA = .0642; GFI = .994; AGFI = .942; RMR = .005; CFI = .997; NNFI = .983										
เก็บจริง										
x^2 = .0987; df = 1; p-value = .753; RMSEA = .000; GFI = 1.000; AGFI = 1.000; RMR = .000; CFI = 1.000; NNFI = 1.002										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

13. ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .627 ถึง .749 และ .584 ถึง .770 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.30

ตาราง 3.30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	TCK-S1	TCK-S2	TCK-S3	TCK-S4
TCK-S1	1.000	.766**	.753**	.584**
TCK-S2	.634**	1.000	.770**	.616**
TCK-S3	.695**	.630**	1.000	.671**
TCK-S4	.627**	.699**	.749**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.257	3.235	3.181	3.037
S.D.	.571	.624	.649	.710
เก็บจริง				
Mean	3.418	3.430	3.418	3.239
S.D.	.6557	.6396	.6276	.7219

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .810, เก็บจริง = .833

Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 309.132, เก็บจริง = 2747.868; df = 66; p = .000

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

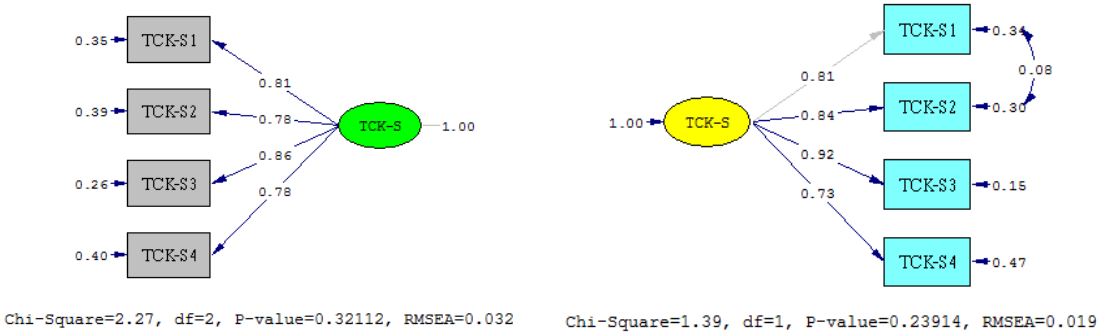
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดล แสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดล

มีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TPK-S3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .862 และ .922 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 74.30 และ 85.00 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.31 และ ภาพที่ 3.13

ตาราง 3.31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TCK-S1	.807	.814	.460(.043)	.534	1.797**	-	.651	.663	.457	.251
TCK-S2	.784	.837	.541(.052)	.535(.015)	1.358**	36.604**	.614	.700	.332	.317
TCK-S3	.862	.922	.557(.047)	.579(.019)	1.899**	3.543**	.743	.850	.585	.875
TCK-S4	.777	.728	.555(.054)	.525(.021)	1.226	25.416**	.603	.530	.309	.191
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = 2.291; df = 2; p-value = .318; RMSEA = .032; GFI = .992; AGFI = .958; RMR = .006; CFI = .999; NNFI = .997										
เก็บจริง										
x^2 = 1.386; df = 1; p-value = .239; RMSEA = .019; GFI = .999; AGFI = .993; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = .999										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน

14. ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .589 ถึง .726 และ .564 ถึง .797 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.32

ตาราง 3.32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	TPK-S1	TPK-S2	TPK-S3	TPK-S4
TPK-S1	1.000	.797**	.744**	.582**
TPK-S2	.741**	1.000	.692**	.564**
TPK-S3	.666**	.646**	1.000	.703**
TPK-S4	.647**	.589**	.726**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.188	3.160	3.119	3.045
S.D.	.650	.719	.630	.758
เก็บจริง				
Mean	3.372	3.363	3.381	3.235
S.D.	.6631	.6702	.6592	.7750
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .805, เก็บจริง = .794				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 308.556, เก็บจริง = 2727.590; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

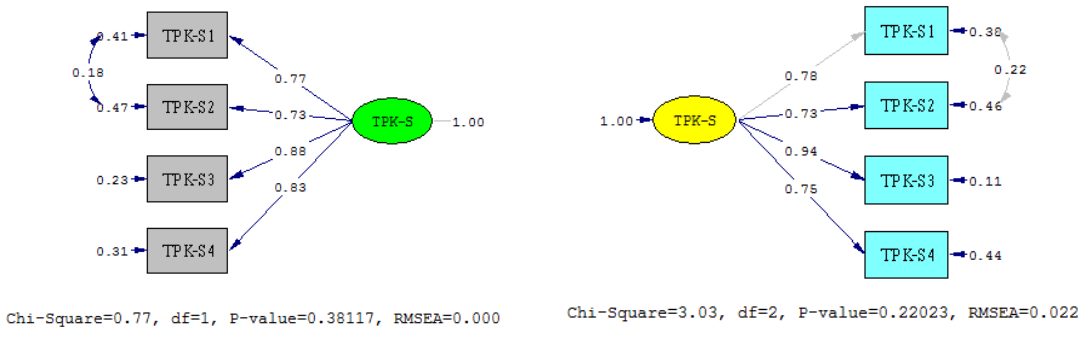
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองโมเดลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัว

แปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดยโมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TPK-S2 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .875 และ .944 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 76.60 และ 89.20 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.33 และ ภาพที่ 3.14

ตาราง 3.33 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง
TPK-S1	.769	.784	.500(.050)	.521	9.94**	-	.591	.615	.267	.190
TPK-S2	.726	.733	.522(.057)	.492(.013)	9.16**	36.757	.528	.537	.164	.100
TPK-S3	.875	.944	.552(.046)	.623(.020)	11.914**	31.324	.766	.892	.714	1.075
TPK-S4	.830	.745	.629(.057)	.578(.022)	11.084**	25.872	.689	.556	.423	.176
ทดลองเครื่องมือ										
x^2 = .767; df = 1; p-value = .381; RMSEA = .000; GFI = .997; AGFI = .971; RMR = .003; CFI = 1.000; NNFI = 1.004										
เก็บจริง										
x^2 = 3.026; df = 2; p-value = .220; RMSEA = .022; GFI = .999; AGFI = .993; RMR = .003; CFI = 1.000; NNFI = .999										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน

15. ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู และเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .589 ถึง .741 และ .492 ถึง .764 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลฉบับทดลองและฉบับจริงมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 3.34

ตาราง 3.34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	TPACK-S1	TPACK-S2	TPACK-S3	TPACK-S4
TPACK-S1	1.000	.733**	.735**	.574**
TPACK-S2	.741**	1.000	.764**	.492**
TPACK-S3	.666**	.646**	1.000	.551**
TPACK-S4	.647**	.589**	.726**	1.000
ทดลองเครื่องมือ				
Mean	3.233	3.213	3.212	3.012
S.D.	.660	.602	.674	.777
เก็บจริง				
Mean	3.432	3.483	3.417	3.217
S.D.	.6246	.6005	.6345	.7279
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : ทดลอง = .819, เก็บจริง = .922				
Bartlett's Test of Sphericity; ทดลอง = 237.317, เก็บจริง = 6039.004; df = 66; p = .000				

หมายเหตุ: **p<.01; *p<.05; nทดลองเครื่องมือ = 135 คน; nเก็บจริง = 1,058 คน

ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

ตัวเลขเหนือแนวทแยง คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการเก็บจริง

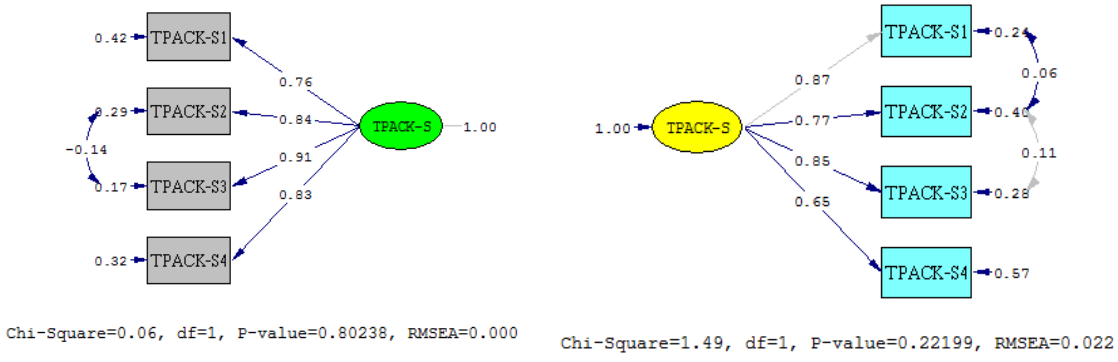
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลแสดงว่าโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมดของตัวแปรในโมเดลมีค่าเป็นบวก โดย

โมเดลที่ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ TPACK-S3 และ TPACK-S1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .911 และ .869 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 82.90 และ 75.50 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.35 และ ภาพที่ 3.15

ตาราง 3.35 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				t		R Square		สปส. คะแนนองค์ประกอบ	
	Beta		B(SE)							
	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ทดลอง	จริง	ลอง	จริง	ลอง	จริง
TPACK-S1	.759	.869	.434(.043)	.543	1.016**	-	.577	.755	.137	.716
TPACK-S2	.842	.772	.526(.048)	.463(.015)	1.968**	31.455**	.709	.597	.604	.143
TPACK-S3	.911	.849	.591(.047)	.538(.020)	12.544**	26.819**	.829	.721	.823	.584
TPACK-S4	.826	.654	.586(.052)	.476(.022)	11.197**	21.477**	.682	.428	.160	.208
ทดลองเครื่องมือ										
χ^2 = .062; df = 2; p-value = .802; RMSEA = .000; GFI = 1.00; AGFI = .998; RMR = .001; CFI = 1.000; NNFI = 1.016										
เก็บจริง										
χ^2 = 1.491; df = 1; p-value = .222; RMSEA = .022; GFI = .999; AGFI = .993; RMR = .002; CFI = 1.000; NNFI = .999										

หมายเหตุ: **p<.01; n ทดลอง = 135 คน; n เก็บจริง = 1,058 คน



ทดลองเครื่องมือ เก็บจริง

ภาพที่ 3.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

<u>สรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจำนวน 15 องค์ประกอบ</u>

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส โดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง พบว่า โมเดลทั้ง 15 องค์ประกอบมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล แสดงว่าโมเดลทุกโมเดลมีความความตรงเชิงโครงสร้าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวมรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือถึงคณบดีเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิต/นักศึกษาครูชั้นปีที่ 4-5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน

2. ติดต่อประสานงานกับผู้ดูแลศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูด้วยตนเองในวันที่คณะจัดประชุมสัมมนานิสิตนักศึกษาครู

3. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 18 มกราคม 2556 ถึง 1 มีนาคม 2556 โดยแจกแบบสอบถามในวันที่คณะจัดประชุมสัมมนานิสิตนักศึกษาครูซึ่งคณะได้จัดเวลาให้ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ของการวิจัย และรายละเอียดของแบบสอบถามให้กับนิสิตนักศึกษาครูในห้องประชุม/ห้องประชุมย่อยของแต่ละสาขาวิชา ดำเนินการแจกแบบสอบถามกับนิสิตนักศึกษาครูทุกคนที่มาร่วมประชุมจำนวน 1,555 คน และได้รับแบบสอบถามคืนจำนวน 1,240 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 79.74 ของแบบสอบถามที่แจกทั้งหมด หลังจากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม พบว่าใช้ได้จริงจำนวน 1,058 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 65.34 ของแบบสอบถามที่แจกจริง

4. จัดทำข้อมูลไฟล์ข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลขาดหาย (missing data analysis) ในกรณีที่ข้อมูลขาดหายไม่เกินร้อยละ 10 ผู้วิจัยทดแทนข้อมูลด้วยค่าเฉลีย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐาน และส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะของตัวอย่าง การวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรสังเกตได้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอส การแจกแจงความถี่และสถิติบรรยายรวมทั้งการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดเอส-ทีแพค

วิเคราะห์หาความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's alpha Coefficient) การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อ (Item analysis) การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (corrected item - total correlation: CITC) และความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) ด้วยโปรแกรมลิสเรล

2.2 เพื่อตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่เป็นโมเดลแข่งขัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขันทั้ง 4 โมเดลและสรุปให้ได้ลักษณะของโมเดลโมเดลการวัดทีแพค-เอสโมเดลที่ดีที่สุด

2.3 เพื่อศึกษาความแตกต่างของความรู้ตามโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

เมื่อได้โมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลที่ดีที่สุดแล้ว คือ โมเดลที่ 4 ประกอบด้วย 15 ตัวแปรแฝง 15 องค์ประกอบ ผู้วิจัยนำข้อมูลภูมิหลัง คือ เพศ อายุ เกรดเฉลี่ยรวม สาขาวิชาที่ศึกษา ระดับชั้นที่สอน ความถี่ของการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน มาตรวจสอบว่ามีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสแตกต่างกันเพียงไร ด้วยโปรแกรมลิสเรลและการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 2) พัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส 3) ตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน และ 4) ศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่าง และ 2) ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย (โดยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 นำเสนอในบทที่ 2 ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย) และเพื่อให้การนำเสนอผลการวิจัยง่ายต่อการเข้าใจ ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และความหมายของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร

SK หมายถึง ความรู้ด้านนักเรียน

SK1 หมายถึง ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน

SK2 หมายถึง ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา

SK3 หมายถึง ทักษะในการพัฒนานักเรียน

SK4 หมายถึง ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน

HSK หมายถึง ความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม

CK หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหา

CK1 หมายถึง ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ

CK2 หมายถึง ความเข้าใจหลักการ

CK3 หมายถึง ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก

CK4 หมายถึง การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง

HCK หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม

PK หมายถึง ความรู้ด้านวิชาครู

PK1 หมายถึง ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร

PK2 หมายถึง การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร

PK3 หมายถึง ความรู้ด้านการเรียนการสอน

PK4 หมายถึง ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน

HPK หมายถึง ความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม

TK หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี

TK1 หมายถึง ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี

TK2 หมายถึง ทักษะการใช้เทคโนโลยี

TK3 หมายถึง ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง

TK4 หมายถึง ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี

HTK หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม

PCK หมายถึง ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

PCK1 หมายถึง ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง

PCK2 หมายถึง ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา

PCK3 หมายถึง การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก

PCK4 หมายถึง ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง

TCK หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา

TCK1 หมายถึง ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง

TCK2 หมายถึง ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา

TCK3 หมายถึง การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก

TCK4 หมายถึง ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง

TPK หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู

TPK1 หมายถึง ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร

TPK2 หมายถึง ความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน

TPK3 หมายถึง การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน

TPK4 หมายถึง เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู

CK-S หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

CK-S1 หมายถึง ความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน

CK-S2 หมายถึง ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน

CK-S3 หมายถึง การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้

CK-S4 หมายถึง การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน

PK-S หมายถึง ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

PK-S1 หมายถึง ความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน

PK-S2 หมายถึง ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน

PK-S3 หมายถึง ใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ

PK-S4 หมายถึง ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

TK-S หมายถึง ความรู้เทคโนโลยีที่เหมาะกับนักเรียน

TK-S1 หมายถึง รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน

TK-S2 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง

TK-S3 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน

TK-S4 หมายถึง วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียนครอบครัวและชุมชน

TPACK หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา

TPACK1 หมายถึง เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง

TPACK2 หมายถึง เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา

TPACK3 หมายถึง เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก

TPACK4 หมายถึง วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง

PCK-S หมายถึง ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

PCK-S1 หมายถึง รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้

PCK-S2 หมายถึง ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง

PCK-S3 หมายถึง ใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน

PCK-S4 หมายถึง ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

TCK-S หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

TCK-S1 หมายถึง รู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน

TCK-S2 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน

TCK-S3 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน

TCK-S4 หมายถึง ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน

TPK-S หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน

TPK-S1 หมายถึง รู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน

TPK-S2 หมายถึง เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน

TPK-S3 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน

TPK-S4 หมายถึง ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน

TPACK-S หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน

TPACK-S1 หมายถึง รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน

TPACK-S2 หมายถึง เข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา

TPACK-S3 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน

TPACK-S4 หมายถึง ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน

HTPACK-S หมายถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครู และเนื้อหาเหมาะกับนักเรียนในภาพรวม

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นแบ่งเป็น 2 หัวข้อ คือ 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่าง และ 2) ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย รายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียนจำนวน 1,058 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 164 คนคิดเป็นร้อยละ 15.50 และเพศหญิงจำนวน 894 คน คิดเป็นร้อยละ 84.50 มีอายุตั้งแต่ 21-28 ปี ส่วนใหญ่อายุ 23 ปี มีจำนวน 660 คน คิดเป็นร้อยละ 62.38 รองลงมาอายุ 22 ปี มีจำนวน 217 คน คิดเป็นร้อยละ 20.51 อายุ 24 ปี จำนวน 129 คน คิดเป็นร้อยละ 12.19 อายุ 21 ปี จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 3.51 อายุ 26 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.19 อายุ 28 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.09 สำหรับเกรดเฉลี่ยเทอมที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ย 3.50-4.00 จำนวน 901 คน คิดเป็นร้อยละ 85.16 รองลงมา คือ เกรดเฉลี่ย 3.00-3.49 จำนวน 109 คน คิดเป็นร้อยละ 10.30 เกรดเฉลี่ย 2.50-2.99 จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 3.88 เกรดเฉลี่ย 2.00-2.49 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 0.38 เกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 0.28 เกรดเฉลี่ยรวม ส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ย 3.00-3.49 จำนวน 587 คน คิดเป็นร้อยละ 55.48 รองลงมาเกรดเฉลี่ย 3.50-4.00 จำนวน 203 คน คิดเป็นร้อยละ 19.19 เกรดเฉลี่ย 2.50-2.99 จำนวน 242 คน คิดเป็นร้อยละ 22.87 เกรดเฉลี่ย 2.00-2.49 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 2.46

ตัวอย่างส่วนใหญ่ศึกษาอยู่ที่ภาคกลางมีจำนวน 346 คน คิดเป็นร้อยละ 32.70 จากมหาวิทยาศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์ จำนวน 133 คน คิดเป็นร้อยละ 12.57 มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 12.29 จุฬามหาวิทยาลัย จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 7.84 รองลงมา คือ ภาคใต้จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 263 คน คิดเป็นร้อยละ 24.86 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคามจำนวน 170 คน คิดเป็นร้อยละ 16.07 และมหาวิทยาลัยขอนแก่นจำนวน 67 คนคิดเป็นร้อยละ 6.33 และภาคเหนือจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 212 คน คิดเป็นร้อยละ 20.04 สาขาวิชาที่ศึกษา ส่วนใหญ่ศึกษากลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ จำนวน 653 คน คิดเป็นร้อยละ 61.72 และ กลุ่มวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และธุรกิจศึกษา จำนวน 405 คน คิดเป็นร้อยละ 38.28

สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่สอน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จำนวน 276 คน คิดเป็นร้อยละ 26.09 รองลงมา คือ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ จำนวน 184 คน คิดเป็นร้อยละ

17.39 กลุ่มสาระภาษาไทย จำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 14.46 กลุ่มสาระภาษาต่างประเทศ จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 กลุ่มสาระสังคมศึกษา จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 6.60 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 5.86 กลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 5.58 อื่นๆ จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 4.16 กลุ่มสาระศิลปะ จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12 กลุ่มสาระคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 0.57 กลุ่มสาระจิตวิทยาและการแนะแนวจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.19 และไม่ระบุ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 0.66

ระดับชั้นที่ตัวอย่างส่วนใหญ่สอน คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 362 คน คิดเป็นร้อยละ 34.22 รองลงมา คือ ระดับประถมศึกษา จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 24.76 สอนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 16.82 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 161 คน คิดเป็นร้อยละ 15.22 ระดับอนุบาล จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 3.59 สอนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 2.08 ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 0.38 ระดับอนุบาลและมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 0.28 และไม่ระบุระดับชั้นที่สอนจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 2.65

ตาราง 4.1 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามลักษณะพื้นฐานต่างๆ

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. เพศ			
	ชาย	164	15.50
	หญิง	894	84.50
	รวม	**1,058**	**100.00**
2. อายุ			
	21 ปี	37	3.51
	22 ปี	217	20.51
	23 ปี	660	62.38
	24 ปี	129	12.19
	25 ปี	12	1.13
	26 ปี	2	0.19
	28 ปี	1	0.09
	รวม	**1,058**	**100.00**

ข้อมูลทั่วไป			จำนวน(คน)	ร้อยละ
3. เกรดเฉลี่ยเทอมที่ผ่านมา				
	ต่ำกว่า 2.00		3	.28
	2.00 - 2.49		4	.38
	2.50 - 2.99		41	3.88
	3.00 - 3.49		109	10.30
	3.50 - 4.00		901	85.16
	รวม		**1058**	**100.0**
4. เกรดเฉลี่ยรวม				
	ต่ำกว่า 2.00		0	0.00
	2.00 - 2.49		26	2.46
	2.50 - 2.99		242	22.87
	3.00 - 3.49		587	55.48
	3.50 - 4.00		203	19.19
	รวม		**1058**	**100.0**
5. สถานศึกษาตั้งอยู่				
ภาคเหนือ	-	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	212	20.04
		รวม	**212**	**20.04**
ภาคกลาง	-	จุฬ้ามหาวิทยาลัย	83	7.84
	-	มหาวิทยาศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์	133	12.57
	-	มหาวิทยาลัยบูรพา	130	12.29
		รวม	**346**	**32.70**
ภาคใต้	-	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี	263	24.86
		รวม	**263**	**24.86**
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	67	6.33
	-	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	170	16.07
		รวม	**237**	**22.40**
		รวมทั้งหมด	**1058**	**100.0**
6. สาขาวิชาที่ศึกษา				
กลุ่ม 1 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และธุรกิจศึกษา			438	41.40
กลุ่ม 2 สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์			620	58.60
		รวม	**1,058**	**100.00**

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ
7. กลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่สอน		
วิทยาศาสตร์	276	26.09
คณิตศาสตร์	184	17.39
ภาษาไทย	153	14.46
ภาษาต่างประเทศ	141	13.33
สังคมศึกษา	91	8.60
ศิลปะ	33	3.12
สุขศึกษาและพลศึกษา	59	5.58
การงานอาชีพและเทคโนโลยี	62	5.86
คอมพิวเตอร์	6	0.57
จิตวิทยาและการแนะแนว	2	0.19
อื่นๆ	44	4.16
ไม่ระบุ	7	0.66
รวม	**1,058**	**100**
8. ระดับชั้นที่สอน		
- อนุบาล	38	3.59
- ประถมศึกษา	262	24.76
- มัธยมศึกษาตอนต้น	362	34.22
- มัธยมศึกษาตอนปลาย	161	15.22
- อนุบาล/ มัธยมศึกษาตอนต้น	3	0.28
- ประถมศึกษา/ มัธยมศึกษาตอนต้น	22	2.08
- ประถมศึกษา/ มัธยมศึกษาตอนปลาย	4	0.38
- มัธยมศึกษาตอนต้น/ ตอนปลาย	178	16.82
- ไม่ระบุ	28	2.65
รวม	**1,058**	**100**

หมายเหตุ

กลุ่มที่ 1 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และธุรกิจศึกษา ประกอบด้วยสาขาวิชา

1) วิทยาศาสตร์ทั่วไป 2) วิทยาศาสตร์-เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ 3) การสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ศึกษา 4) การสอนวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ศึกษา 5) เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา /คอมพิวเตอร์ศึกษา/ธุรกิจและคอมพิวเตอร์ศึกษา/ธุรกิจศึกษา

กลุ่มที่ 2 สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ประกอบด้วยสาขาวิชา

1) ภาษาไทย 2) ภาษาอังกฤษ 3) ภาษาฝรั่งเศส 4) ภาษาเยอรมัน 5) ภาษาจีน/การสอนภาษาจีนในฐานะภาษาต่างประเทศ 6) ภาษาต่างประเทศ 7) การสอนภาษาญี่ปุ่น 8) Teaching English to Speakers of Other Languages 9) จิตวิทยาการแนะแนว 10) คหกรรมศาสตร์ 11) สังคมศึกษา 12) พลศึกษา 13) ศิลปศึกษา/ศิลปการแสดง/ทัศนศิลปศึกษา 14) ดนตรี 15) นาฏยสังคีต 16) สุขศึกษา 17) การศึกษาปฐมวัย/ประถมศึกษา 18) การศึกษาพิเศษ 19) การศึกษาตลอดชีวิต/การศึกษานอกโรงเรียน 20) วัดและประเมินผล 21) เกษตรกรรมศึกษา

เมื่อพิจารณาความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสจำแนกตามภาคที่สถานศึกษาตั้งอยู่ พบว่า นิสิตนักศึกษาครูที่มีภาคที่สถานศึกษาตั้งอยู่แตกต่างกันมีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (F=.777, df1=3, df2=1054, p=.000) โดยภาคเหนือมีค่าเฉลี่ยความรู้สูงกว่าภาคกลางและภาคใต้ ภาคใต้มีค่าเฉลี่ยสูงความรู้สูงกว่าภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยความรู้สูงกว่าภาคกลางและภาคใต้ รายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสตามภาคที่สถานศึกษาตั้งอยู่

ภาค		n	Mean	S.D.	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p	Post hoc
1.	เหนือ	212	641.576	75.858	ระหว่างกลุ่ม	1053654	3	351218	55.119	.000	1>2
2.	กลาง	345	573.835	84.451	ภายในกลุ่ม	6716092	1054	6372			1>3
3.	ใต้	263	600.675	75.173							3>2
4.	อีสาน	238	649.398	81.337							4>2,3
	รวม	**1058**	**611.079**	**85.737**	Levene's test F=.777, df1=3, df2=1054, p=.507						

เมื่อพิจารณาการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน พบว่า

1) ด้านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มีการใช้ Word Excel Powerpoint ร้อยละ 0-33 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 393 คน และ 408 คน คิดเป็นร้อยละ 37.15 และ 38.56 ตามลำดับ และใช้VDO Youtube ร้อยละ 0-33 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 525 คน และ 574 คน คิดเป็นร้อยละ 49.62 และ 54.25 ตามลำดับ

2) ด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการสื่อสาร พบว่าส่วนใหญ่ใช้อีเมล์และ facebook ในการจัดการเรียนการสอนร้อยละ 0-33 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 528 คน และ 582 คน คิดเป็นร้อยละ 49.91 และ 55.01 ตามลำดับ

3) ด้านการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและเอกสาร พบว่า ส่วนใหญ่ใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 68-100 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 520 คน และ 416 คน คิดเป็นร้อยละ 49.15 และ 39.32 ตามลำดับ และใช้บริการจากห้องสมุดร้อยละ 34-67 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 496 คน และ 476 คน คิดเป็นร้อยละ 46.88 และ 44.99 ตามลำดับ สำหรับการสอบถามจากครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศ และผู้รู้ ส่วนใหญ่สอบถามร้อยละ 34-67 ต่อสัปดาห์และต่อครั้ง จำนวน 547 คน และ 534 คน คิดเป็นร้อยละ 51.70 และ 50.47 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 จำนวนและร้อยละของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อสัปดาห์และครั้ง

รายละเอียดเทคโนโลยี	ความถี่ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน															
	ร้อยละของเวลาที่ใช้สอนต่อสัปดาห์								ร้อยละของเวลาที่ใช้สอนต่อครั้ง							
	0-33%		34-67%		68-100%		รวม		0-33%		34-67%		68-100%		รวม	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Word Excel PPT	393	37.15	347	32.80	318	30.06	1058	100	408	38.56	375	35.44	275	25.99	1058	100
VDO/Youtube	525	49.62	394	37.24	139	13.14	1058	100	574	54.25	376	35.54	108	10.21	1058	100
Email/Facebook	528	49.91	326	30.81	204	19.28	1058	100	582	55.01	314	29.68	162	15.31	1058	100
อินเทอร์เน็ต	192	18.15	346	32.70	520	49.15	1058	100	249	23.53	393	37.15	416	39.32	1058	100
ห้องสมุด	403	38.09	496	46.88	159	15.03	1058	100	448	42.34	476	44.99	134	12.67	1058	100
ครู/อ.นิเทศก์/ผู้รู้	223	21.08	547	51.70	288	27.22	1058	100	271	25.61	534	50.47	253	23.91	1058	100

1.2 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายและการแจกแจงของตัวแปร 15 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 4 ตัวแปรสังเกตได้ รวม 60 ตัวแปรสังเกตได้ โดยมีรายละเอียด 15 องค์ประกอบดังนี้ 1) ความรู้ด้านนักเรียน (SK) 2) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) 3) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) 4) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 5) ความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (PCK) 6) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหา (TCK) 7) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับวิชาครู (TPK) 8) ความรู้ด้านเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (CK-S) 9) ความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับนักเรียน (PK-S) 10) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S) 11) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) 12) ความรู้วิชาครู เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (PCK-S) 13) ความรู้เทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) 14) ความรู้เทคโนโลยี วิชาครู เหมาะกับนักเรียน (TPK-S) และ 15) ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

เมื่อพิจารณาภาพรวมของทั้ง 15 องค์ประกอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้นค่าเฉลี่ยความรู้ด้านเนื้อหา (CK) อยู่ในระดับมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของทั้ง 15 องค์ประกอบ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 14.919 ถึง 19.403 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่ง แสดงว่าตัวแปรทุกองค์ประกอบสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ด้านนักเรียน (SK) พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.625

คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .595 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) เท่ากับ 3.424, 3.250, 2.887 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .638, .747, .831 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 16.502 ถึง 28.797 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย ยกเว้นทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างเตี้ยกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.633 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .599 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3) ความเข้าใจหลักการ (CK2) และ การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4) เท่ากับ 3.546, 3.544, 3.386 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .607, .617, .645 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 16.493 ถึง 19.039 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 3 ความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.552 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .589 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4) และการวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) เท่ากับ 3.502, 3.461, 3.308 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .640, .650, .701 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 16.574 ถึง 21.189 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 4 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.712 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .667 รองลงมาคือ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.543, 3.384, 3.268 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ .642, .690, .695 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.982 ถึง 21.278 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 5 ความรู้วิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.537 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .594 รองลงมาคือ ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2) การประยุกต์วิชาครูเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (PCK3) และ ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.479, 3.451, 3.380 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .603, .600, .646 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 16.797 ถึง 19.120 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 6 ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.474 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .643 รองลงมาคือ การประยุกต์เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TCK3) ความรู้เทคโนโลยีที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TCK1) และทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.432, 3.429, 3.364 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .632, .632, .627 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 18.425 ถึง 18.634 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 7 ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.505 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .627 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) เลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าทางวิชาครู (TPK4) และความเข้าใจเทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิผลการประเมิน (TPK2) เท่ากับ 3.453, 3.449, 3.384 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .625, .615, .673 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการ

กระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.834 ถึง 19.895 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 8 ความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน (CK-S1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.464 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .615 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยการเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3) ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2) และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4) เท่ากับ 3.424, 3.381, 3.070 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .652, .646, .782 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.750 ถึง 25.462 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 9 ความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้วิชาครูที่ตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (PK-S1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.494 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .634 รองลงมาคือ ค่าเฉลี่ยใช้วิชาครูในการพัฒนานักเรียนให้ตรงตามลักษณะและความต้องการ (PK-S3) ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2) และ ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) เท่ากับ 3.389, 3.382, 3.160 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .692 .643 .779 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 18.139 ถึง 24.645 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 10 ความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S) พบว่า ค่าเฉลี่ยการใช้เทคโนโลยีพัฒนาคุณธรรมได้อย่างถูกต้อง (TK-S2) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.344 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .759 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยรู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1) ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ช่วยสร้างเสริมพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียน (TK-S3) และ วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4) เท่ากับ 3.322, 3.259, 3.239 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .674, .761, .742 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มี

การกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 20.274 ถึง 23.358 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 11 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) พบว่าค่าเฉลี่ยเทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (TPACK1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.516 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .616 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยเทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อพัฒนาความเข้าใจหลักการของเนื้อหา (TPACK2) เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3) และวิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4) เท่ากับ 3.394, 3.333, 3.252 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .614, .637, .694 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.522 ถึง 21.325 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 12 ความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) พบว่าค่าเฉลี่ยใช้วิชาครูเพิ่มเนื้อหาเพื่อพัฒนานักเรียน (PCK-S3) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.471 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .614 รองลงมาคือค่าเฉลี่ยการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2) รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1) และ ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) มีค่าเท่ากับ 3.439, 3.430, 3.183 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .601, .593, .735 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.279 ถึง 23.096 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 13 ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.430 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .640 รองลงมา คือ ค่าเฉลี่ยของรู้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อหาและ พัฒนาความรู้ของนักเรียน (TCK-S1) มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยการใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาทั้งยากและง่ายไปพัฒนานักเรียน (TCK-S3) ถัดมาคือ ศึกษา/

วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4) มีค่าเท่ากับ 3.418 และ 3.239 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .656, .628, .722 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 18.363 ถึง 22.286 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 14 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) พบว่าค่าเฉลี่ย การใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.381 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .659 รองลงมา คือค่าเฉลี่ยรู้เทคโนโลยีที่เพิ่มความรู้วิชาครูและตรงกับแนวทางการพัฒนานักเรียน (TPK-S1) เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2) และ 4) ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .663 .670 .775 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 19.498 ถึง 23.955 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย

องค์ประกอบที่ 15 ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) พบว่าค่าเฉลี่ยเข้าใจหลักเทคโนโลยีที่พัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา (TPACK-S2) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.483 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .601 รองลงมาคือค่าเฉลี่ยรู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1) ใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูให้ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน (TPACK-S3) และใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4) มีค่าเท่ากับ 3.432, 3.417, 3.217 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ.625, .634, .728 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของ 4 ตัวแปรสังเกตได้ พบว่า มีการกระจายไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 17.242 ถึง 22.624 มีการแจกแจงความถี่แบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่งกว่าโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลในระดับน้อย รายละเอียดดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่าสถิติเบื้องต้นตัวแปรสังเกตได้จำนวน 15 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส

ที่	ตัวแปร	Mean	ระดับ	S.D.	Min.	Max.	C.V.	Skewness	Kurtosis
1.	SK	3.276	ปานกลาง	.571	1.336	5.000	17.418	-.224**	.259
	SK1	3.424	ปานกลาง	.638	1.000	5.000	18.619	-.347**	.447**
	SK2	3.605	มาก	.595	1.333	5.000	16.502	-.308**	.437**
	SK3	3.250	ปานกลาง	.747	1.000	5.000	22.983	-.284**	.210
	SK4	2.887	ปานกลาง	.831	1.000	5.000	28.797	-.156**	-.234
2.	CK	3.526	มาก	.526	1.253	5.000	14.919	-.321**	.671**
	CK1	3.633	มาก	.599	1.000	5.000	16.493	-.395**	.678**
	CK2	3.544	มาก	.617	1.333	5.000	17.406	-.241**	.238
	CK3	3.546	มาก	.607	1.333	5.000	17.113	-.167*	.333*
	CK4	3.386	ปานกลาง	.645	1.000	5.000	19.039	-.227**	.447**
3.	PK	3.460	ปานกลาง	.541	1.336	4.918	15.646	-.269**	.713**
	PK1	3.502	มาก	.640	1.000	5.000	18.269	-.163**	.429**
	PK2	3.308	ปานกลาง	.701	1.000	5.000	21.189	-.299**	.612**
	PK3	3.552	มาก	.589	1.333	5.000	16.574	-.226**	.488**
	PK4	3.461	ปานกลาง	.650	1.000	5.000	18.792	-.438**	.926**
4.	TK	3.482	ปานกลาง	.548	1.413	5.000	15.727	-.255**	.492**
	TK1	3.712	มาก	.667	1.333	5.000	17.982	-.291**	.378*
	TK2	3.543	มาก	.642	1.000	5.000	18.126	-.233**	.506**
	TK3	3.384	ปานกลาง	.690	1.000	5.000	20.400	-.209*	.135*
	TK4	3.268	ปานกลาง	.695	1.000	5.000	21.278	-.488**	.823**
5.	PCK	3.469	ปานกลาง	.544	1.156	4.908	15.676	-.262**	.562**
	PCK1	3.537	มาก	.594	1.333	5.000	16.797	-.219*	.349*
	PCK2	3.479	ปานกลาง	.603	1.000	5.000	17.342	-.310**	.581**
	PCK3	3.451	ปานกลาง	.600	1.000	5.000	17.380	-.276**	.304*
	PCK4	3.380	ปานกลาง	.646	1.000	5.000	19.120	-.247**	.335*
6.	TCK	3.443	ปานกลาง	.573	1.282	4.874	16.649	-.226**	.350*
	TCK1	3.429	ปานกลาง	.632	1.333	5.000	18.425	-.155*	-.059
	TCK2	3.474	ปานกลาง	.643	1.000	5.000	18.501	-.136	.133

ที่	ตัวแปร	Mean	ระดับ	S.D.	Min.	Max.	C.V.	Skewness	Kurtosis
	TCK3	3.432	ปานกลาง	.632	1.000	5.000	18.425	-.217**	.452**
	TCK4	3.364	ปานกลาง	.627	1.000	5.000	18.634	-.390**	.529**
7.	**TPK**	**3.443**	**ปานกลาง**	**.559**	**1.101**	**4.918**	**16.250**	**-.296****	**.715****
	TPK1	3.505	มาก	.627	1.000	5.000	17.875	-.206*	.974**
	TPK2	3.384	ปานกลาง	.673	1.000	5.000	19.895	-.293**	.661**
	TPK3	3.453	ปานกลาง	.625	1.000	5.000	18.103	-.203*	.332*
	TPK4	3.449	ปานกลาง	.615	1.000	5.000	17.834	-.301**	.679**
8.	**CK-S**	**3.351**	**ปานกลาง**	**.559**	**1.477**	**4.870**	**16.670**	**-.254****	**.126***
	CK-S1	3.464	ปานกลาง	.615	1.000	5.000	17.750	-.291**	.440*
	CK-S2	3.381	ปานกลาง	.646	1.000	5.000	19.103	-.150*	.200
	CK-S3	3.424	ปานกลาง	.652	1.000	5.000	19.052	-.251**	.137
	CK-S4	3.070	ปานกลาง	.782	1.000	5.000	25.462	-.362**	.020
9.	**PK-S**	**3.472**	**ปานกลาง**	**.537**	**1.268**	**5.000**	**15.468**	**-.260**	**.629**
	PK-S1	3.494	ปานกลาง	.634	1.000	5.000	18.139	-.255	.644
	PK-S2	3.382	ปานกลาง	.643	1.000	5.000	19.000	-.315	.240
	PK-S3	3.389	ปานกลาง	.692	1.000	5.000	20.426	-.594	1.064
	PK-S4	3.160	ปานกลาง	.779	1.000	5.000	24.645	-.577	.388
10.	**TK-S**	**3.288**	**ปานกลาง**	**.638**	**1.000**	**5.000**	**19.403**	**-.449****	**.585****
	TK-S1	3.322	ปานกลาง	.674	1.000	5.000	20.274	-.320**	.497**
	TK-S2	3.344	ปานกลาง	.759	1.000	5.000	22.712	-.420**	.326*
	TK-S3	3.259	ปานกลาง	.761	1.000	5.000	23.358	-.349**	.294*
	TK-S4	3.239	ปานกลาง	.742	1.000	5.000	22.908	-.507**	.640**
11.	**TPACK**	**3.354**	**ปานกลาง**	**.567**	**1.127**	**5.000**	**16.917**	**-.389****	**.833****
	TPACK1	3.516	มาก	.616	1.000	5.000	17.522	-.246**	.467**
	TPACK2	3.394	ปานกลาง	.614	1.000	5.000	18.107	-.293**	.656**
	TPACK3	3.333	ปานกลาง	.637	1.000	5.000	19.109	-.454**	.906**
	TPACK4	3.252	ปานกลาง	.694	1.000	5.000	21.325	-.397**	.904**

ที่	ตัวแปร	Mean	ระดับ	S.D.	Min.	Max.	C.V.	Skewness	Kurtosis
12.	PCK-S	3.401	ปานกลาง	.548	1.398	5.000	16.126	-.219*	.469**
	PCK-S1	3.430	ปานกลาง	.593	1.000	5.000	17.279	-.200*	.382**
	PCK-S2	3.439	ปานกลาง	.601	1.333	5.000	17.484	-.140	.242
	PCK-S3	3.471	ปานกลาง	.614	1.333	5.000	17.703	-.114	.287
	PCK-S4	3.183	ปานกลาง	.735	1.000	5.000	23.096	-.422**	.337*
13.	TCK-S	3.389	ปานกลาง	.580	1.099	4.742	17.112	-.464**	.950**
	TCK-S1	3.418	ปานกลาง	.656	1.000	5.000	19.183	-.329**	.737**
	TCK-S2	3.430	ปานกลาง	.640	1.000	5.000	18.647	-.277**	.630**
	TCKS3	3.418	ปานกลาง	.628	1.000	5.000	18.363	-.419**	.718**
	TCKS4	3.239	ปานกลาง	.722	1.000	5.000	22.286	-.409**	.835**
14.	TPK-S	3.344	ปานกลาง	.601	1.000	5.001	17.958	-.484**	.883**
	TPK-S1	3.372	ปานกลาง	.663	1.000	5.000	19.668	-.416**	.506**
	TPK-S2	3.363	ปานกลาง	.670	1.000	5.000	19.930	-.380**	.717**
	TPK-S3	3.381	ปานกลาง	.659	1.000	5.000	19.498	-.315**	.608**
	TPK-S4	3.235	ปานกลาง	.775	1.000	5.000	23.955	-.442**	.705**
15.	TPACK-S	3.387	ปานกลาง	.558	1.000	5.000	16.473	-.444**	1.134**
	TPACK-S1	3.432	ปานกลาง	.625	1.000	5.000	18.197	-.272**	.695**
	TPACK-S2	3.483	ปานกลาง	.601	1.000	5.000	17.242	-.300**	.467**
	TPACK-S3	3.417	ปานกลาง	.634	1.000	5.000	18.568	-.474**	1.079**
	TPACK-S4	3.217	ปานกลาง	.728	1.000	5.000	22.624	-.360**	.835**

หมายเหตุ **p<.01 * p<.05; Std. Error ของ Sk = .075; Std. Error ของ Ku = .150

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) การพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส 2) การตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน และ 3) การศึกษาความแตกต่างของความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน (โดยวัตถุประสงค์เรื่องการพัฒนาโมเดลทีแพค-เอสที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนั้น

นำเสนอในบทที่ 2 ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย เพราะเป็นการสังเคราะห์ขึ้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากบทที่ 2)

2.1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือการวัดทีแพค-เอส

การนำเสนอผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส ซึ่งประกอบด้วย 1) การตรวจสอบความเที่ยงแบบวัดความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability) 2) การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อ (Item analysis) 3) การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (corrected item - total correlation) และ 4) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การตรวจสอบความเที่ยงแบบวัดความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบวัดความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) พบว่า เครื่องมือวัดความรู้ทีแพค-เอสที่ประกอบด้วย 15 องค์ประกอบ 180 ข้อคำถาม มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.984 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) แสดงว่าแบบสอบถามมีความเที่ยงในระดับสูง โดยรายละเอียดค่าความเที่ยงแต่ละองค์ประกอบนำเสนอในบทที่ 3

2.1.2 การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อ (Item analysis)

การนำเสนอผลการตรวจสอบอำนาจจำแนกของข้อคำถามทั้ง 15 องค์ประกอบโดยแบ่งตัวอย่างเป็นกลุ่มสูงตั้งแต่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 73 ขึ้นไปและกลุ่มต่ำตั้งแต่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 23 ลงมา จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มตรวจสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติที (t-test) พบว่าข้อคำถามทั้ง 15 องค์ประกอบสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รายละเอียดดังตาราง 4.5

2.1.3 การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายองค์ประกอบกับคะแนนรวมทั้ง 15 องค์ประกอบ (corrected item - total correlation)

การนำเสนอผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายองค์ประกอบกับคะแนนรวมทั้ง 15 องค์ประกอบ พบว่าทุกองค์ประกอบผ่านเกณฑ์ 0.3 (Jacobson, 1998 อ้างถึงใน บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2547) รายละเอียดดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก และค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ ของ 15 องค์ประกอบ

องค์ประกอบ		การวิเคราะห์ข้อคำถาม						t	CITC
		กลุ่มสูง			กลุ่มต่ำ				
		n	Mean	SD.	n	Mean	SD.		
1.	SK	312	3.948	0.265	342	2.666	0.327	53.940**	.591
2.	CK	288	4.149	0.239	327	2.935	0.338	51.858**	.661
3.	PK	331	4.057	0.271	324	2.855	0.354	48.660**	.805
4.	TK	297	4.108	0.241	304	2.853	0.338	52.514**	.836
5.	PCK	289	4.108	0.251	324	2.843	0.336	53.212**	.829
6.	TCK	327	4.067	0.274	296	2.745	0.349	52.180**	.869
7.	TPK	286	4.117	0.257	341	2.847	0.358	51.512**	.890
8.	CK-S	328	3.961	0.250	319	2.685	0.337	54.599**	.732
9.	PK-S	292	4.033	0.246	285	2.647	0.399	50.037**	.847
10.	TK-S	312	4.008	0.275	342	2.600	0.445	49.038**	.850
11.	TPACK	321	3.996	0.265	323	2.749	0.376	48.696**	.889
12.	PCK-S	294	4.037	0.259	323	2.755	0.345	52.462**	.863
13.	TCK-S	287	4.056	0.261	323	2.728	0.410	48.262**	.892
14.	TPK-S	312	4.003	0.273	343	2.618	0.430	46.982**	.877
15.	TPACK-S	334	3.985	0.272	304	2.751	0.387	46.197**	.898
	รวม	**288**	**59.518**	**3.342**	**286**	**42.390**	**4.576**	**51.182****	

หมายเหตุ **P<.01

2.1.4 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสซึ่งประกอบด้วยตัวแปรแฝงจำนวน 15 องค์ประกอบและ 60 ตัวแปรสังเกตได้ จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ทดลองใช้กับตัวอย่างจำนวน 135 คน ด้วยโปรแกรมลิสเรล (Jöreskog, et al., 1996) พิจารณาความเหมาะสมของโมเดลการวัดจากค่าสถิติ 3 ข้อ คือ 1) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ 2) ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) และ 3) ค่าสถิติ Bartlett's Test โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบต้องมีความสัมพันธ์กันไม่น้อยกว่า 0.3

ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าสหสัมพันธ์ ดังนี้ (Salkind, 2000: 96 อ้างถึงใน อวยพร เรืองตระกูล, 218: 2553)

ขนาดความสัมพันธ์	ความหมาย
0.00 - 0.30	มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก
0.31 - 0.49	มีความสัมพันธ์กันต่ำ
0.50 - 0.69	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.70 - 0.89	มีความสัมพันธ์กันสูง
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

2) **ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน** (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO)

ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (KMO) ควรจะมีค่าเข้าใกล้ 1 ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับน้อยและไม่เหมาะที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าดัชนี KMO ดังต่อไปนี้ (Hair et al., 2010)

ขนาดความสัมพันธ์	ความหมาย
0.80 ขึ้นไป	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับดีมาก
0.70 - 0.79	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับดี
0.60 - 0.69	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับปานกลาง
0.50 - 0.59	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับน้อย
น้อยกว่า 0.50	ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบ

3) **ค่าสถิติ** Bartlett's Test of Sphericity

ค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ใช้ทดสอบว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยมีสมมติฐานการพิจารณาเกณฑ์ดังนี้

H_0: correlation matrix เป็น identity matrix (เมทริกซ์ที่มีค่าในแนวทแยงเป็น 1 ค่านอกแนวทแยงเป็น 0) หรือตัวแปรต่างๆไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: correlation matrix ไม่เป็น identity matrix หรือตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กัน

ถ้าค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญ แสดงว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ (Hair et al., 2010; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542: สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์: 2552)

เมื่อค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในองค์ประกอบ ค่าดัชนี KMO และ ค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ผ่านเกณฑ์ ดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสซึ่งประกอบด้วย 15 องค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ทั้ง 15 องค์ประกอบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -.055 ถึง .883 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกตั้งแต่ขนาดต่ำมากถึงขนาดสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ TPACK4 กับ TPACK-S4 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด คือ SK1 กับ TK-S3

เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 8229.811 (p = .000) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ 0.929 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
SK1	1.000																			
SK2	.608	1.000																		
SK3	.529	.309	1.000																	
SK4	.338	.179	.536	1.000																
CK1	.439	.435	.253	.197	1.000															
CK2	.456	.540	.359	.259	.527	1.000														
CK3	.371	.443	.370	.242	.350	.700	1.000													
CK4	.388	.262	.186	.287	.402	.488	.503	1.000												
CKS1	.361	.345	.333	.405	.380	.499	.523	.537	1.000											
CKS2	.436	.525	.352	.349	.408	.728	.658	.448	.547	1.000										
CKS3	.312	.306	.395	.216	.307	.318	.353	.395	.437	.356	1.000									
CKS4	.207	.141	.324	.451	.119	.270	.249	.404	.293	.370	.216	1.000								
PK1	.188	.207	.196	.122	.278	.369	.243	.368	.428	.371	.181	.466	1.000							
PK2	.117	.273	.139	.254	.227	.420	.332	.346	.426	.455	.217	.436	.538	1.000						
PK3	.258	.315	.190	.075	.364	.404	.412	.425	.356	.400	.315	.285	.519	.500	1.000					
PK4	.274	.320	.192	.117	.280	.355	.268	.314	.319	.247	.122	.327	.375	.325	.439	1.000				
PKS1	.367	.344	.384	.230	.318	.433	.318	.334	.384	.363	.395	.369	.450	.398	.509	.550	1.000			
PKS2	.328	.247	.408	.336	.352	.402	.383	.458	.415	.367	.422	.479	.496	.481	.519	.487	.698	1.000		
PKS3	.146	.133	.158	.138	.196	.262	.184	.283	.258	.176	.100	.401	.428	.404	.467	.745	.489	.487	1.000	
PKS4	.134	.096	.264	.309	.216	.200	.159	.266	.201	.219	.144	.492	.316	.448	.318	.509	.337	.538	.627	1.000
Mean	3.262	3.506	3.104	2.822	3.422	3.321	3.316	3.202	3.286	3.305	3.304	2.973	3.260	3.086	3.348	3.365	3.364	3.314	3.299	3.091
S.D.	0.643	0.578	0.688	0.787	0.542	0.619	0.568	0.567	0.565	0.580	0.614	0.589	0.572	0.645	0.561	0.620	0.642	0.547	0.575	0.624

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
PCK1	.307	.308	.171	.061	.335	.551	.528	.535	.448	.430	.316	.279	.570	.477	.733	.490	.568	.528	.445	.175
PCK2	.308	.371	.275	.116	.364	.506	.498	.445	.412	.481	.423	.293	.418	.481	.674	.463	.549	.543	.389	.369
PCK3	.193	.219	.205	.150	.304	.374	.385	.418	.456	.329	.336	.333	.457	.472	.551	.611	.574	.609	.601	.470
PCK4	.192	.268	.191	.292	.292	.298	.329	.411	.433	.259	.218	.442	.462	.487	.512	.638	.490	.545	.716	.629
PCKS1	.201	.236	.222	.141	.264	.372	.369	.468	.316	.345	.372	.439	.459	.515	.623	.516	.544	.590	.594	.521
PCKS2	.204	.254	.162	.096	.279	.347	.363	.365	.341	.394	.219	.229	.384	.433	.602	.447	.512	.482	.502	.397
PCKS3	.305	.366	.313	.132	.302	.361	.426	.317	.463	.439	.370	.286	.442	.392	.581	.476	.556	.575	.388	.343
PCKS4	.077	-.036	.237	.358	.144	.058	.096	.275	.228	.124	.110	.396	.261	.339	.308	.376	.253	.402	.502	.682
TK1	.121	.074	.301	.142	.107	.243	.225	.341	.298	.143	.195	.344	.387	.412	.337	.356	.441	.432	.453	.461
TK2	.112	.080	.114	.081	.174	.253	.178	.402	.262	.219	.130	.334	.391	.389	.348	.417	.341	.496	.520	.459
TK3	.111	.110	.234	.218	.304	.271	.297	.426	.451	.306	.251	.314	.393	.355	.400	.363	.368	.504	.437	.511
TK4	.074	.189	.108	.223	.071	.232	.213	.267	.240	.234	.133	.412	.292	.462	.307	.373	.332	.461	.481	.640
TKS1	.114	.160	.260	.314	.118	.291	.281	.323	.367	.328	.138	.469	.437	.490	.380	.390	.400	.496	.492	.612
TKS2	.081	.125	.238	.349	.043	.132	.109	.198	.297	.309	.163	.452	.374	.458	.319	.353	.362	.472	.486	.581
TKS3	-.055	.037	.173	.278	.000	.122	.126	.208	.245	.233	.190	.398	.273	.429	.283	.311	.232	.362	.536	.595
TKS4	-.012	-.006	.136	.276	-.023	.046	.074	.232	.156	.158	.139	.377	.255	.388	.172	.204	.113	.367	.392	.630
TCK1	.117	.123	.144	.208	.193	.216	.209	.412	.489	.245	.240	.415	.488	.481	.447	.464	.410	.486	.557	.461
TCK2	.162	.105	.212	.226	.292	.253	.240	.414	.393	.290	.152	.274	.398	.431	.430	.370	.265	.521	.523	.529
TCK3	.082	.191	.136	.252	.144	.216	.186	.307	.362	.294	.158	.294	.293	.414	.310	.306	.302	.379	.459	.490
TCK4	.081	.151	.164	.291	.151	.215	.205	.348	.358	.239	.264	.419	.367	.503	.368	.402	.340	.487	.546	.651
Mean	3.262	3.506	3.104	2.822	3.422	3.321	3.316	3.202	3.286	3.305	3.304	2.973	3.260	3.086	3.348	3.365	3.364	3.314	3.299	3.091
S.D.	0.643	0.578	0.688	0.787	0.542	0.619	0.568	0.567	0.565	0.580	0.614	0.589	0.572	0.645	0.561	0.620	0.642	0.547	0.575	0.624

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
TCKS1	.172	.170	.250	.187	.135	.290	.236	.409	.392	.324	.201	.341	.468	.481	.335	.342	.352	.482	.456	.464
TCKS2	.191	.163	.227	.246	.269	.316	.297	.443	.323	.325	.215	.396	.409	.499	.418	.490	.352	.512	.623	.571
TCKS3	.109	.135	.231	.257	.100	.206	.206	.349	.461	.261	.214	.328	.400	.482	.364	.394	.375	.467	.495	.502
TCKS4	.039	.090	.133	.266	.099	.174	.127	.298	.296	.268	.136	.348	.281	.446	.296	.321	.214	.395	.458	.603
TPK1	.155	.133	.162	.216	.181	.230	.294	.419	.363	.327	.194	.347	.371	.398	.380	.419	.245	.380	.514	.419
TPK2	.246	.219	.274	.289	.203	.305	.393	.482	.475	.357	.287	.439	.446	.477	.485	.460	.458	.578	.546	.493
TPK3	.287	.245	.295	.204	.184	.359	.315	.390	.406	.325	.358	.363	.485	.467	.456	.526	.450	.549	.610	.486
TPK4	.028	.105	.144	.285	.123	.250	.286	.295	.365	.326	.091	.361	.381	.523	.255	.336	.233	.371	.403	.560
TPKS1	.142	.152	.229	.338	.171	.185	.171	.333	.327	.337	.149	.434	.407	.499	.393	.357	.382	.491	.506	.569
TPKS2	.082	.064	.194	.289	.112	.155	.159	.351	.384	.273	.212	.379	.400	.520	.337	.375	.311	.492	.493	.555
TPKS3	.115	.165	.194	.262	.175	.282	.251	.329	.431	.218	.186	.378	.392	.501	.342	.483	.389	.468	.581	.601
TPKS4	.050	.142	.182	.369	.057	.162	.167	.243	.257	.240	.185	.402	.220	.418	.265	.346	.195	.382	.439	.672
TPACK1	.199	.151	.254	.270	.162	.263	.222	.381	.367	.251	.190	.404	.453	.479	.396	.410	.407	.522	.514	.501
TPACK2	.079	.089	.214	.236	-.017	.244	.193	.398	.343	.253	.167	.481	.434	.457	.381	.450	.378	.414	.582	.533
TPACK3	.106	.125	.084	.219	.124	.185	.160	.391	.288	.260	.145	.351	.368	.431	.297	.304	.226	.456	.496	.559
TPACK4	.062	.174	.162	.280	.096	.252	.200	.282	.237	.294	.175	.435	.298	.467	.229	.333	.237	.410	.435	.660
TPACKS1	.174	.249	.291	.281	.176	.275	.262	.342	.455	.298	.221	.384	.449	.444	.471	.434	.476	.537	.516	.515
TPACKS2	.130	.102	.275	.351	.138	.279	.259	.428	.367	.266	.280	.370	.364	.455	.362	.356	.422	.560	.528	.529
TPACKS3	.154	.155	.203	.189	.143	.265	.227	.353	.358	.310	.251	.305	.426	.455	.380	.442	.329	.418	.548	.465
TPACKS4	.005	.047	.145	.303	-.050	.105	.119	.237	.175	.220	.098	.439	.235	.387	.189	.249	.168	.366	.377	.641
Mean	3.262	3.506	3.104	2.822	3.422	3.321	3.316	3.202	3.286	3.305	3.304	2.973	3.260	3.086	3.348	3.365	3.364	3.314	3.299	3.091
S.D.	0.643	0.578	0.688	0.787	0.542	0.619	0.568	0.567	0.565	0.580	0.614	0.589	0.572	0.645	0.561	0.620	0.642	0.547	0.575	0.624

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
PCK1	1.000																			
PCK2	.682	1.000																		
PCK3	.604	.669	1.000																	
PCK4	.482	.521	.608	1.000																
PCKS1	.607	.703	.679	.575	1.000															
PCKS2	.569	.586	.551	.612	.557	1.000														
PCKS3	.578	.664	.680	.508	.574	.650	1.000													
PCKS4	.194	.319	.371	.564	.474	.350	.280	1.000												
TK1	.318	.343	.411	.398	.453	.356	.398	.398	1.000											
TK2	.315	.354	.415	.525	.497	.413	.338	.451	.559	1.000										
TK3	.263	.365	.527	.519	.481	.431	.441	.520	.553	.655	1.000									
TK4	.215	.325	.362	.545	.414	.456	.325	.453	.464	.475	.581	1.000								
TKS1	.297	.354	.467	.567	.492	.446	.415	.526	.580	.461	.677	.702	1.000							
TKS2	.215	.355	.392	.527	.452	.414	.434	.528	.458	.446	.564	.616	.772	1.000						
TKS3	.134	.271	.397	.489	.424	.371	.300	.551	.534	.490	.614	.656	.700	.788	1.000					
TKS4	.074	.215	.277	.433	.388	.234	.225	.576	.424	.401	.473	.656	.618	.677	.727	1.000				
TCK1	.402	.462	.566	.640	.465	.428	.399	.445	.553	.656	.652	.559	.601	.555	.614	.488	1.000			
TCK2	.324	.398	.503	.561	.499	.479	.450	.501	.524	.704	.744	.561	.673	.616	.644	.537	.716	1.000		
TCK3	.209	.324	.365	.509	.353	.455	.332	.444	.459	.567	.646	.656	.635	.663	.644	.549	.667	.693	1.000	
TCK4	.241	.355	.472	.601	.466	.402	.382	.534	.553	.551	.681	.783	.710	.698	.738	.735	.683	.676	.710	1.000
Mean	3.388	3.417	3.365	3.279	3.264	3.361	3.390	3.107	3.327	3.259	3.223	3.099	3.171	3.198	3.121	2.895	3.225	3.276	3.213	3.082
S.D.	0.548	0.580	0.582	0.545	0.525	0.498	0.511	0.622	0.612	0.571	0.674	0.678	0.657	0.660	0.689	0.788	0.591	0.612	0.614	0.667

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
TCKS1	.320	.382	.389	.489	.438	.428	.364	.389	.493	.630	.590	.527	.617	.628	.617	.460	.697	.687	.682	.593
TCKS2	.367	.408	.549	.585	.591	.474	.436	.584	.538	.630	.688	.604	.731	.666	.708	.621	.653	.799	.637	.706
TCKS3	.292	.334	.470	.576	.447	.469	.411	.424	.548	.616	.704	.672	.675	.622	.637	.527	.778	.679	.745	.780
TCKS4	.165	.290	.373	.480	.426	.296	.339	.567	.444	.512	.663	.713	.694	.700	.762	.720	.595	.679	.665	.798
TPK1	.368	.445	.514	.482	.569	.469	.437	.506	.388	.656	.640	.433	.508	.553	.568	.411	.617	.664	.558	.552
TPK2	.499	.506	.582	.650	.597	.553	.555	.495	.629	.582	.681	.627	.748	.691	.656	.584	.709	.720	.634	.678
TPK3	.424	.457	.512	.541	.542	.495	.423	.443	.600	.670	.618	.572	.674	.612	.629	.444	.694	.688	.624	.657
TPK4	.225	.336	.395	.536	.324	.393	.347	.521	.494	.499	.649	.700	.691	.599	.657	.531	.654	.649	.741	.689
TPKS1	.292	.387	.444	.531	.503	.450	.422	.559	.600	.520	.632	.609	.776	.824	.762	.647	.593	.643	.607	.709
TPKS2	.253	.327	.461	.553	.451	.423	.349	.588	.479	.536	.616	.619	.693	.735	.753	.616	.620	.698	.658	.694
TPKS3	.303	.415	.548	.634	.479	.434	.391	.502	.578	.561	.635	.692	.728	.630	.688	.637	.765	.673	.684	.817
TPKS4	.126	.261	.335	.492	.408	.328	.312	.571	.414	.416	.535	.691	.661	.685	.715	.760	.534	.552	.615	.788
TPACK1	.294	.350	.423	.536	.421	.455	.360	.456	.681	.660	.675	.619	.727	.657	.654	.525	.733	.743	.710	.684
TPACK2	.344	.320	.459	.532	.476	.414	.325	.460	.615	.567	.599	.624	.710	.619	.695	.543	.669	.599	.594	.705
TPACK3	.228	.298	.403	.556	.401	.349	.330	.482	.494	.598	.569	.662	.674	.706	.726	.735	.696	.720	.751	.777
TPACK4	.134	.289	.309	.478	.390	.354	.282	.563	.488	.486	.586	.830	.714	.692	.755	.793	.522	.581	.617	.825
TPACKS1	.327	.384	.495	.514	.501	.447	.480	.415	.663	.545	.681	.599	.792	.692	.661	.508	.634	.706	.684	.699
TPACKS2	.365	.423	.495	.550	.503	.479	.397	.415	.590	.556	.543	.585	.657	.646	.644	.518	.612	.642	.626	.646
TPACKS3	.335	.393	.405	.564	.422	.527	.343	.468	.485	.589	.544	.568	.653	.627	.655	.535	.660	.678	.706	.659
TPACKS4	.051	.185	.227	.454	.324	.299	.221	.581	.422	.475	.529	.770	.701	.676	.726	.847	.512	.546	.609	.775
Mean	3.388	3.417	3.365	3.279	3.264	3.361	3.390	3.107	3.327	3.259	3.223	3.099	3.171	3.198	3.121	2.895	3.225	3.276	3.213	3.082
S.D.	0.548	0.580	0.582	0.545	0.525	0.498	0.511	0.622	0.612	0.571	0.674	0.678	0.657	0.660	0.689	0.788	0.591	0.612	0.614	0.667

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ตัวแปร	TCKS1	TCKS2	TCKS3	TCKS4	TPK1	TPK2	TPK3	TPK4	TPKS1	TPKS2	TPKS3	TPKS4	TPACK1	TPACK2	TPACK3	TPACK4	TPACKS1	TPACKS2	TPACKS3	TPACKS4
TCKS1	1.000																			
TCKS2	.634	1.000																		
TCKS3	.695	.630	1.000																	
TCKS4	.627	.699	.749	1.000																
TPK1	.608	.708	.571	.554	1.000															
TPK2	.655	.782	.699	.638	.644	1.000														
TPK3	.719	.710	.708	.577	.635	.719	1.000													
TPK4	.642	.654	.684	.699	.565	.620	.613	1.000												
TPKS1	.557	.706	.633	.670	.545	.714	.617	.639	1.000											
TPKS2	.647	.730	.652	.677	.599	.723	.666	.681	.741	1.000										
TPKS3	.652	.721	.795	.757	.557	.707	.697	.713	.666	.646	1.000									
TPKS4	.487	.623	.668	.818	.444	.598	.548	.647	.647	.589	.726	1.000								
TPACK1	.723	.696	.692	.582	.597	.702	.739	.683	.717	.679	.698	.511	1.000							
TPACK2	.616	.647	.701	.611	.523	.681	.695	.581	.676	.659	.679	.608	.658	1.000						
TPACK3	.687	.726	.697	.728	.547	.693	.636	.660	.688	.742	.699	.648	.695	.658	1.000					
TPACK4	.520	.678	.637	.809	.475	.614	.617	.712	.677	.666	.734	.817	.600	.609	.688	1.000				
TPACKS1	.626	.672	.743	.635	.484	.737	.735	.582	.724	.673	.704	.606	.726	.690	.663	.617	1.000			
TPACKS2	.625	.585	.645	.533	.540	.644	.638	.587	.711	.667	.616	.526	.713	.740	.674	.560	.671	1.000		
TPACKS3	.669	.728	.679	.578	.585	.699	.805	.646	.630	.708	.708	.556	.750	.643	.677	.615	.679	.626	1.000	
TPACKS4	.515	.611	.628	.807	.445	.554	.508	.657	.634	.641	.698	.829	.563	.564	.684	.883	.561	.511	.550	1.000
Mean	3.257	3.235	3.181	3.037	3.327	3.250	3.226	3.109	3.188	3.160	3.119	3.045	3.278	3.278	3.116	2.993	3.233	3.213	3.212	3.012
S.D.	0.571	0.624	0.649	0.710	0.565	0.595	0.605	0.663	0.650	0.719	0.630	0.758	0.570	0.690	0.646	0.715	0.660	0.602	0.674	0.777
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .929 Bartlett's Test of Sphericity = 8229.811; df = 1770; p = .000 **p<.01																				

หมายเหตุ: **p<.01; n=135 คน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดทีแพค15 องค์ประกอบ พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (x^2= 1516.02; df = 1428; p-value = .0519) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .720 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .641 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .0376 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .0214 และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (x^2/df) เท่ากับ 1.062 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งของ 15 องค์ประกอบพบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทุกตัวมีค่าเป็นบวกและภายในแต่ละองค์ประกอบมีน้ำหนักค่อนข้างใกล้เคียงกันยกเว้นองค์ประกอบความรู้ด้านนักเรียนที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยมิติ SK 3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ .779 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01และ SK 2 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดเพียง .385 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนเพียงร้อยละ 39.10 รายละเอียดดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	SK			CK			CK-S			PK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
SK1	.626	.39	-.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.392
SK2	.385**	.21(.03)	.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.148
SK3	.779**	.54(.08)	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.608
SK4	.638**	.50(.07)	.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.408
CK1	-	-	-	.608	.32	.50	-	-	-	-	-	-	.370
CK2	-	-	-	.697**	.41(.06)	.54	-	-	-	-	-	-	.485
CK3	-	-	-	.59**	.32(.06)	.06	-	-	-	-	-	-	.348
CK4	-	-	-	.841**	.48(.07)	1.17	-	-	-	-	-	-	.707
CK-S1	-	-	-	-	-	-	.811	.47	.87	-	-	-	.658
CK-S2	-	-	-	-	-	-	.662**	.39(.05)	.62	-	-	-	.439
CK-S3	-	-	-	-	-	-	.494**	.29(.05)	-.06	-	-	-	.244
CK-S4	-	-	-	-	-	-	.621**	.37(.05)	.57	-	-	-	.386
PK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.625	.355	.04	.391
PK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.621**	.389(.053)	.14	.386
PK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.675**	.378(.055)	.13	.456
PK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.629**	.379(.058)	-.07	.396

ตาราง 4.7 (ต่อ) น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดที่แพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	PK-S			PCK			PCK-S			TK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
PK-S1	.632	.40	.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.400
PK-S2	.73**	.39(.04)	.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.533
PK-S3	.75**	.42(.05)	.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.562
PK-S4	.679**	.40(.05)	.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.462
PCK1	-	-	-	.696	.36	.29	-	-	-	-	-	-	.485
PCK2	-	-	-	.63**	.35(.04)	.70	-	-	-	-	-	-	.396
PCK3	-	-	-	.737**	.42(.05)	.23	-	-	-	-	-	-	.543
PCK4	-	-	-	.747**	.39(.04)	.74	-	-	-	-	-	-	.558
PCK-S1	-	-	-	-	-	-	.791	.37	.58	-	-	-	.530
PCK-S2	-	-	-	-	-	-	.794**	.32(.04)	.44	-	-	-	.430
PCK-S3	-	-	-	-	-	-	.787**	.32(.09)	.63	-	-	-	.409
PCK-S4	-	-	-	-	-	-	.778**	.31(.05)	-.29	-	-	-	.267
TK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.673	.42	.057	.453
TK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.755**	.44(.05)	-.06	.570
TK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.84**	.6(.06)	.412	.706
TK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.726**	.47(.06)	-.12	.528

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	TK-S			TCK			TCK-S			TPK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TK-S1	.862	.57	.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.743
TK-S2	.878**	.6(.04)	.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.772
TK-S3	.843**	.57(.04)	.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.711
TK-S4	.68**	.48(.05)	.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.463
TCK1	-	-	-	.83	.49	.10	-	-	-	-	-	-	.690
TCK2	-	-	-	.85**	.53(.04)	.27	-	-	-	-	-	-	.722
TCK3	-	-	-	.78**	.47(.04)	.11	-	-	-	-	-	-	.605
TCK4	-	-	-	.86**	.56(.04)	-.04	-	-	-	-	-	-	.742
TCK-S1	-	-	-	-	-	-	.778	.45	.12	-	-	-	.606
TCK-S2	-	-	-	-	-	-	.851**	.53(.05)	.30	-	-	-	.724
TCK-S3	-	-	-	-	-	-	.875**	.58(.05)	.35	-	-	-	.765
TCK-S4	-	-	-	-	-	-	.804**	.56(.05)	.13	-	-	-	.646

ตาราง 4.7 (ต่อ) น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดที่แพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	TK-S			TCK			TCK-S			TPK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TPK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.788	.53	.22	.621
TPK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.865**	.52(.04)	-.02	.749
TPK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.831**	.51(.04)	-.28	.691
TPK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.744**	.49(.04)	-.33	.554

ตัวแปร	Factor Loading									R square
	TPK-S			TPACK			TPACK-S			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TPK-S1	.843	.61	-.22	-	-	-	-	-	-	.711
TPK-S2	.812**	.58(.04)	-.26	-	-	-	-	-	-	.660
TPK-S3	.839**	.52(.04)	.01	-	-	-	-	-	-	.703
TPK-S4	.715**	.51(.05)	-.27	-	-	-	-	-	-	.512
TPACK1	-	-	-	.851	.54	-.46	-	-	-	.724
TPACK2	-	-	-	.728**	.48(.04)	-.41	-	-	-	.530
TPACK3	-	-	-	.774**	.49(.04)	-.17	-	-	-	.599
TPACK4	-	-	-	.762**	.5(.04)	-.29	-	-	-	.580
TPACK-S1	-	-	-	-	-	-	.84	.60	-.17	.706
TPACK-S2	-	-	-	-	-	-	.807**	.50(.04)	.42	.651
TPACK-S3	-	-	-	-	-	-	.787**	.545(.04)	.14	.620
TPACK-S4	-	-	-	-	-	-	.696**	.504(.05)	-.04	.484

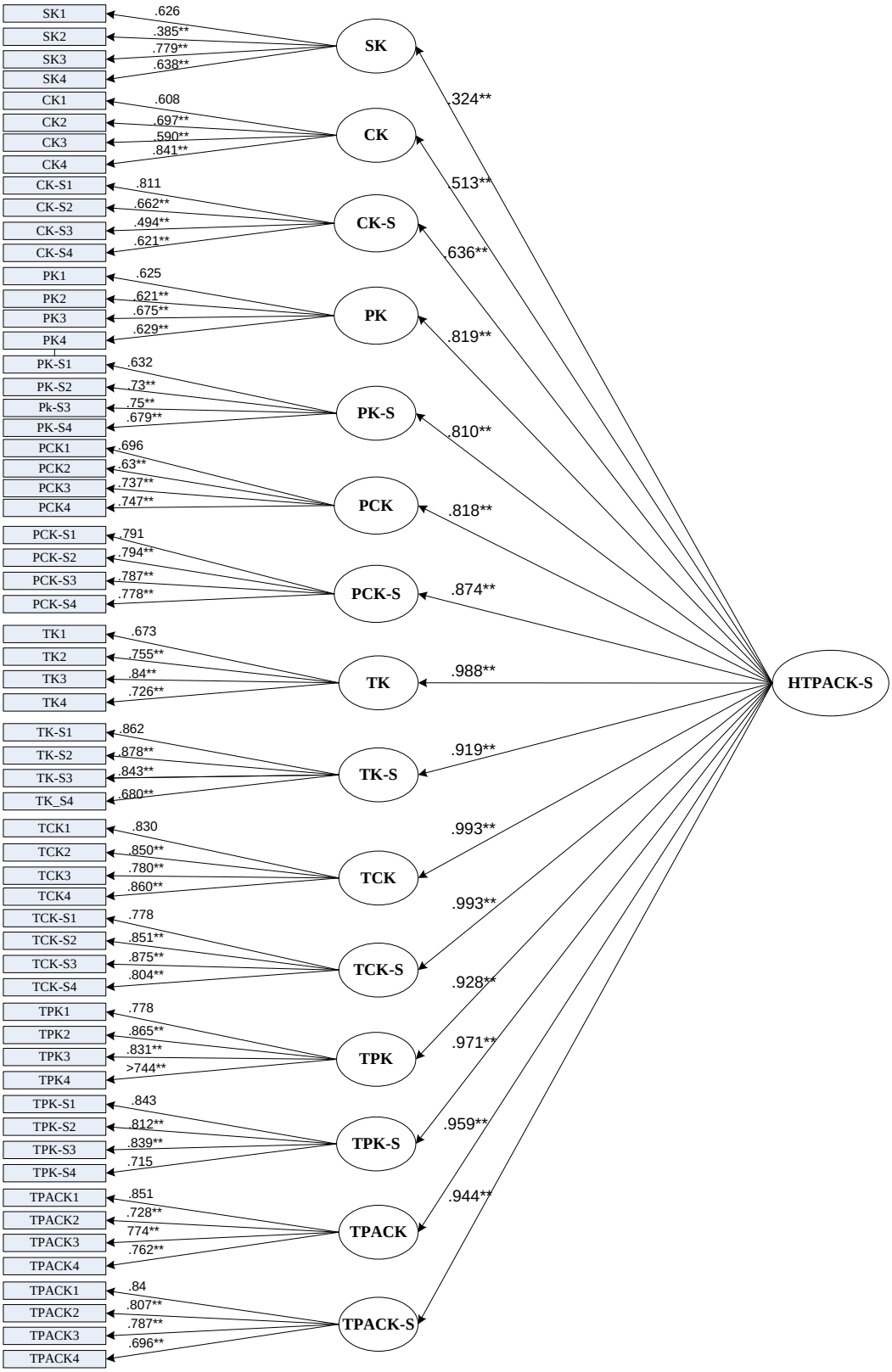
สำหรับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่าเป็นบวก โดยตัวแปรแฝง TCK และ TCK-S มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด เท่ากับ .993 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ SK มีค่าเพียง .324 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รายละเอียดดังตาราง 4.8 และภาพที่ 4.1

ตาราง 4.8 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง

Traits	Factor loading of TPACK-S Constructs		R
	Beta	b(SE)	square
SK	.324**	.324(.10)	.105
CK	.513**	.513(.10)	.263
CK-S	.636**	.636(.09)	.404
PK	.819**	.819(.12)	.671
PK-S	.810**	.81(.10)	.656
PCK	.818**	.818(.10)	.668
PCK-S	.874**	.874(.10)	.764
TK	.988**	.988(.11)	.975
TK-S	.919**	.919(.08)	.845
TCK	.993**	.993(.08)	.986
TCK-S	.993**	.993(.09)	.987
TPK	.928**	.928(.09)	.861
TPK-S	.971**	.971(.81)	.942
TPACK	.959**	.944(.08)	.919
TPACK-S	.944**	.944(.08)	.891

χ^2 = 1516.02; df = 1428; p-value = .0519; RMSEA = .0214; GFI = .720; AGFI = .641; RMR = .0376; CFI = 0.992; NNFI = 0.990

หมายเหตุ: **p<.01



ภาพที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการทีแพค-เอส

2.2 การตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน

การนำเสนอผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสและโมเดลแข่งขันจำนวนทั้งสิ้น 4 โมเดล คือ โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ และโมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

การนำเสนอผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง16 ตัว รวม 120 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .100 ถึง .698 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดต่ำมากถึงปานกลาง ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) กับ ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) กับ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 9558.814 (p = .000) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ 0.922 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังตาราง 4.9

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (x^2= 78.22; df = 60; p-value = .053) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .99 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .95 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .0071 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .017 และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (x^2/df) เท่ากับ 1.304 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตาราง 4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

ตัวแปร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SK1	1.000															
SK2	.584**	1.000														
SK3	.515**	.491**	1.000													
SK4	.400**	.302**	.616**	1.000												
CK1	.466**	.504**	.352**	.263**	1.000											
CK2	.499**	.527**	.436**	.396**	.683**	1.000										
CK3	.477**	.477**	.366**	.314**	.632**	.664**	1.000									
CK4	.414**	.428**	.355**	.418**	.568**	.616**	.638**	1.000								
PK1	.445**	.447**	.387**	.325**	.561**	.563**	.545**	.524**	1.000							
PK2	.374**	.381**	.385**	.397**	.438**	.505**	.483**	.553**	.670**	1.000						
PK3	.450**	.477**	.364**	.277**	.550**	.570**	.547**	.501**	.667**	.649**	1.000					
PK4	.368**	.341**	.312**	.357**	.405**	.451**	.408**	.469**	.528**	.554**	.547**	1.000				
TK1	.307**	.369**	.206**	.100**	.427**	.371**	.375**	.312**	.438**	.333**	.481**	.420**	1.000			
TK2	.296**	.352**	.251**	.194**	.391**	.402**	.398**	.374**	.455**	.441**	.454**	.494**	.664**	1.000		
TK3	.260**	.299**	.291**	.296**	.319**	.397**	.355**	.380**	.396**	.441**	.388**	.491**	.452**	.698**	1.000	
TK4	.320**	.253**	.281**	.355**	.263**	.336**	.306**	.370**	.347**	.451**	.359**	.502**	.233**	.420**	.552**	1.000
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.502	3.308	3.552	3.461	3.712	3.543	3.384	3.268
SD	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6398	.7010	.5888	.6505	.6674	.6422	.6903	.6954

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .922 Bartlett's Test of Sphericity = 9558.814; df = 120; p = .000 **p<.01

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .520 ถึง .855 เมื่อพิจารณาตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหา (CK) พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความเข้าใจหลักการ (CK2) มีค่าเท่ากับ .845 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 71.40 รองลงมา คือ ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3) และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .805, .789, .726 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 64.70, 62.20, 52.70 ตามลำดับ

ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) มีค่าเท่ากับ .855 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 73.00 รองลงมา คือ ความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3) การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) และความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .853, .771 และ .633 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 72.80, 59.40 และ 40.10 ตามลำดับ

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) มีค่าเท่ากับ .745 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีร้อยละ 55.40 รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .711, .647 และ .567 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีร้อยละ 50.50, 41.80 และ 32.20 ตามลำดับ

สุดท้ายตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียน (SK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) มีค่าเท่ากับ .763 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 58.20 รองลงมา คือ ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .774, .646 และ .520 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 60.00, 41.80 และ 27.10 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.10 และ 4.11

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	CK			PK			TK			SK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
CK1	.805	1.00	.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.647
CK2	.845**	1.08(.04)	.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.714
CK3	.789**	.99(.04)	.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.622
CK4	.726**	.97(.04)	.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.527
PK1	-	-	-	.855	1.00	.30	-	-	-	-	-	-	.730
PK2	-	-	-	.771**	.99(.04)	.14	-	-	-	-	-	-	.594
PK3	-	-	-	.853**	.92(.03)	.32	-	-	-	-	-	-	.728
PK4	-	-	-	.633**	.75(.04)	.06	-	-	-	-	-	-	.401
TK1	-	-	-	-	-	-	.711	1.00	.24	-	-	-	.505
TK2	-	-	-	-	-	-	.745**	1.01(.05)	.18	-	-	-	.554
TK3	-	-	-	-	-	-	.647**	.94(.06)	.07	-	-	-	.418
TK4	-	-	-	-	-	-	.567**	.83(.06)	.19	-	-	-	.322
SK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.763**	1.00	.23	.582
SK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.774**	.95(.04)	.28	.600
SK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.646**	1.00(.05)	.09	.418
SK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.520**	.88(.06)	.07	.271

หมายเหตุ **p<.01

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .222 ถึง .844 เมื่อพิจารณาตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (PCK) พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านวิชาครู (PK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .844 และความรู้ด้านเนื้อหา (CK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .222 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหา (TCK) พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านเนื้อหา (CK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .801 และความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .431 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ.610 ตัวแปรความรู้ด้านวิชาครู (PK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .292 ซึ่งตัวแปรความรู้ด้านเนื้อหา (CK) มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับเนื้อหาและความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 95.70 ตัวแปรความรู้วิชาครู (PK) มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับ

เนื้อหาและความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 96.60 ตัวแปรความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) มีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหาและความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 96.60

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สาม พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .422 ถึง .914 เมื่อพิจารณาตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหา (TCK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ .844 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 65.80 ส่วนความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดเท่ากับ .422 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 83.50

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สี่ พบว่า ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .955 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 17.80 ส่วนความรู้ด้านเนื้อหา (SK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .888 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 78.80

ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 16 ตัว รวม 120 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ ถึง .340 ถึง .970 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดต่ำถึงสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) กับ ความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับเนื้อหา (TCK) ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด ความรู้ด้านวิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (PCK) กับ ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) ดังตาราง 4.11 ตาราง 4.12 และ ภาพที่ 4.2

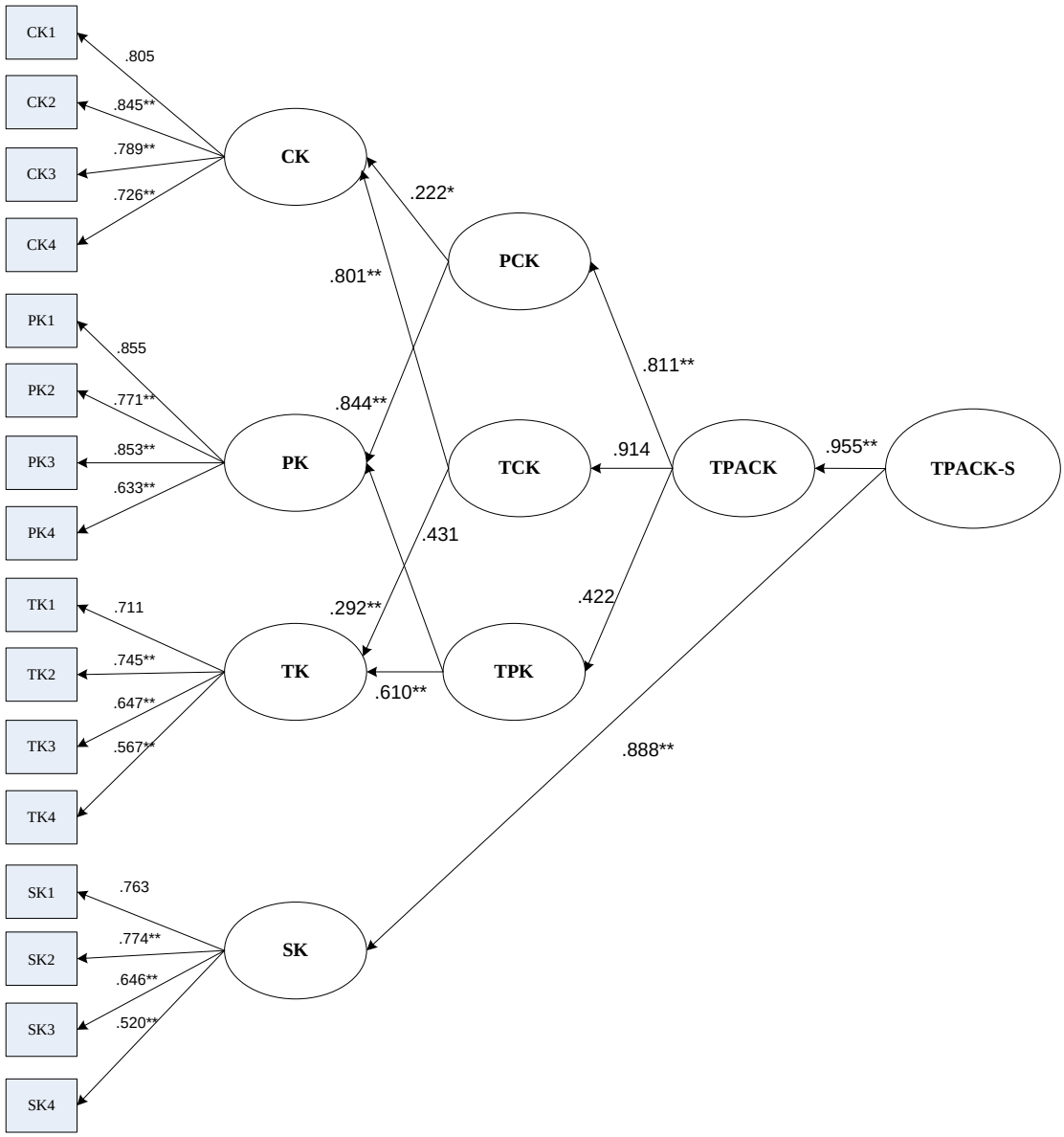
ตาราง 4.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองถึงสี่ของโมเดลการทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

ตัวแปร	Factor Loading of construct										R square
	อันดับที่สอง						อันดับที่สาม		อันดับที่สี่		
	PCK		TCK		TPK		TPACK		TPACK-S		
	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	
CK	.222*	.28(.09)	.801**	.70(.07)	-	-	-	-	-	-	.957
PK	.844**	1.21(.08)	-	-	.292**	1.45(.02)	-	-	-	-	.966
TK	-	-	.431	.37(.19)	.610**	2.62(.20)	-	-	-	-	.996
SK	-	-	-	-	-	-	-	-	.888**	.43(.02)	.788
PCK	-	-	-	-	-	-	.811**	.31(.06)	-	-	.658
TCK	-	-	-	-	-	-	.914	.50	-	-	.911
TPK	-	-	-	-	-	-	.422	.05(.04)	-	-	.835
TPACK	-	-	-	-	-	-	-	-	.955**	.96(.13)	.178
x^2 = 78.22; df = 60; p-value = .053; RMSEA = .017; GFI = .99; AGFI = .98; RMR = .0071; CFI = 1.000; NNFI = 1.000											

หมายเหตุ **p<.01 *p<.05

ตาราง 4.12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันตัวแปรแฝงโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

ตัวแปรแฝง	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CK	1.000								
PK	0.800	1.000							
TK	0.650	0.730	1.000						
SK	0.770	0.680	0.550	1.000					
PCK	0.820	0.940	0.530	0.690	1.000				
TPCK	0.910	0.810	0.650	0.850	0.810	1.000			
TCK	0.970	0.740	0.670	0.770	0.740	0.910	1.000		
TPK	0.390	0.580	0.970	0.360	0.340	0.420	0.390	1.000	
TPACK-SC	0.870	0.770	0.620	0.890	0.770	0.950	0.870	0.400	1.000



ภาพที่ 4.2 โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิม
ที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก

2.2.2 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

การนำเสนอผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 16 ตัว รวม 120 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .251 ถึง .698 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดต่ำมากถึงปานกลาง ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) กับ ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) กับ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 9558.814 (p = .000) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ 0.922 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ รายละเอียดดังตาราง 4.13

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2= 69.831; df = 55; p-value = .0859) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .992 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .980 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .0008 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .016 และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 1.270 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .520 ถึง .85 เมื่อพิจารณาตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหา (CK) พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความเข้าใจหลักการ (CK2) มีค่าเท่ากับ .85 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 71.40 รองลงมา คือ ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK3) และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .81, .79, .73 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 64.80, 61.50, 52.70 ตามลำดับ

ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .82 และมีความผันแปร

ร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 64.90 รองลงมา คือ การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) และความรู้ด้านการเรียนการสอน (PK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .81 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 42.50 และ 51.10 และความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดเท่ากับ .650 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 54.80

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยี (TK2) มีค่าเท่ากับ .74 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีร้อยละ 33.50 รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี (TK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .72, .64 และ .58 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีร้อยละ 41.50, 64.90 และ 42.50 ตามลำดับ

สุดท้ายตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียน (SK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะในการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา (SK2) มีค่าเท่ากับ .80 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 63.40 รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK 4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .74, .62 และ .52 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 54.90, 38.70 และ 26.60 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .754 ถึง .938 โดยตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) มีตัวแปรแฝงที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดคือ ความรู้ด้านวิชาครู (PK) มีค่าเท่ากับ .938 รองลงมา ความรู้ด้านนักเรียน (SK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .815 และ .754 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สามของตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) พบว่า ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 1.000 และความรู้ด้านเนื้อหา (CK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .910 รายละเอียดดังตาราง 4.14

ตาราง 4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ตัวแปร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SK1	1.000															
SK2	.584**	1.000														
SK3	.515**	.491**	1.000													
SK4	.400**	.302**	.616**	1.000												
CK1	.466**	.504**	.352**	.263**	1.000											
CK2	.499**	.527**	.436**	.396**	.683**	1.000										
CK3	.477**	.477**	.366**	.314**	.632**	.664**	1.000									
CK4	.414**	.428**	.355**	.418**	.568**	.616**	.638**	1.000								
PK1	.445**	.447**	.387**	.325**	.561**	.563**	.545**	.524**	1.000							
PK2	.374**	.381**	.385**	.397**	.438**	.505**	.483**	.553**	.670**	1.000						
PK3	.450**	.477**	.364**	.277**	.550**	.570**	.547**	.501**	.667**	.649**	1.000					
PK4	.368**	.341**	.312**	.357**	.405**	.451**	.408**	.469**	.528**	.554**	.547**	1.000				
TK1	.307**	.369**	.206**	.100**	.427**	.371**	.375**	.312**	.438**	.333**	.481**	.420**	1.000			
TK2	.296**	.352**	.251**	.194**	.391**	.402**	.398**	.374**	.455**	.441**	.454**	.494**	.664**	1.000		
TK3	.260**	.299**	.291**	.296**	.319**	.397**	.355**	.380**	.396**	.441**	.388**	.491**	.452**	.698**	1.000	
TK4	.320**	.253**	.281**	.355**	.263**	.336**	.306**	.370**	.347**	.451**	.359**	.502**	.233**	.420**	.552**	1.000
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.502	3.308	3.552	3.461	3.712	3.543	3.384	3.268
SD	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6398	.7010	.5888	.6505	.6674	.6422	.6903	.6954

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .922 Bartlett's Test of Sphericity = 9558.814; df = 120; p = .000 **p<.01

ตาราง 4.14 น้ำหนักองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาให้เหมาะกับนักเรียน

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	CK			PK			TK			SK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
CK1	.81	.48	.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.648
CK2	.85**	.52(.02)	.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.720
CK3	.78**	.48(.02)	.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.615
CK4	.73**	.47(.02)	.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.529
PK1	-	-	-	.82	.52	.35	-	-	-	-	-	-	.649
PK2	-	-	-	.81**	.57(.02)	.47	-	-	-	-	-	-	.425
PK3	-	-	-	.81**	.48(.02)	.29	-	-	-	-	-	-	.511
PK4	-	-	-	.65**	.42(.02)	.19	-	-	-	-	-	-	.548
TK1	-	-	-	-	-	-	.72	.48	.55	-	-	-	.415
TK2	-	-	-	-	-	-	.74**	.48(.02)	.35	-	-	-	.335
TK3	-	-	-	-	-	-	.64**	.45(.03)	.12	-	-	-	.649
TK4	-	-	-	-	-	-	.58**	.40(.03)	.41	-	-	-	.425
SK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.74	.47	.42	.549
SK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.80**	.47(.02)	.68	.634
SK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.62**	.46(.02)	.10	.387
SK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.52**	.43(.03)	.15	.266

Traits	Factor loading of TPK-S Constructs	
	Beta	b(SE)
PK	0.938**	.938(.075)
TK	0.754**	.754(.065)
SK	0.815**	.815(.068)

Traits	Factor loading of TPACK-S Constructs	
	Beta	b(SE)
CK	.910**	.910(.079)
TPK-S	1.000**	1.000(.033)

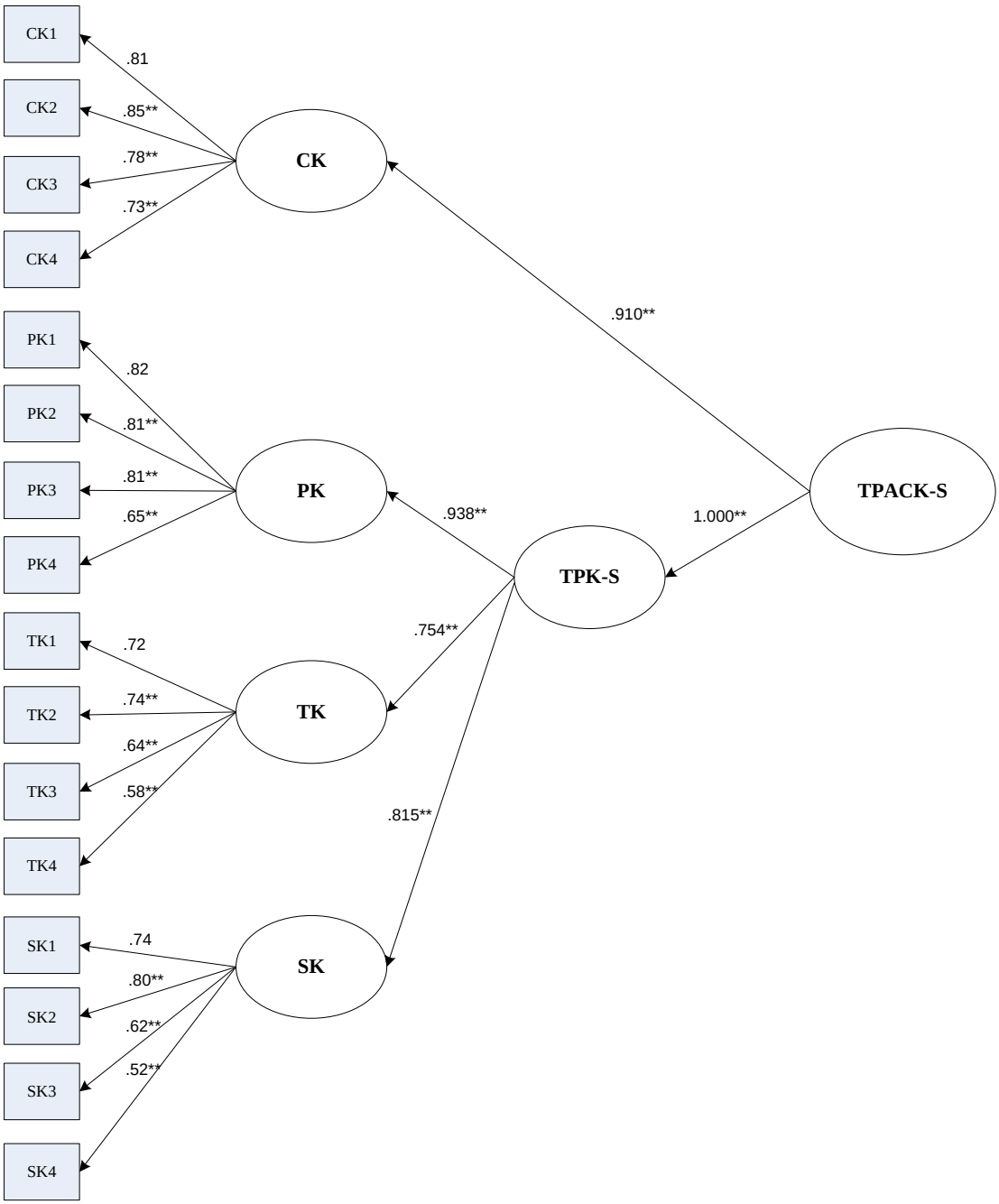
χ^2 = 69.831; df = 55; p-value = .0859; RMSEA = .0160; GFI = .992; AGFI = .980; RMR = .0008; CFI = .999; NNFI = .999

หมายเหตุ: **p<.01

ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 16 ตัว รวม 120 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ ถึง .615 ถึง .741 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดปานกลางถึงสูง ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุดมีจำนวน 2 คู่ คือ ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) กับ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) และ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) กับ ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด ความรู้ด้านนักเรียน (SK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) รายละเอียดดังตาราง 4.15 และภาพที่ 4.3

ตาราง 4.15 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Correlation Matrix	1	2	3	4	5	6
ตัวแปรแฝง						
TPK-S	1.000					
CK	0.910	1.000				
PK	0.938	0.854	1.000			
TK	0.754	0.686	0.708	1.000		
SK	0.815	0.741	0.764	0.615	1.000	
TPACK-SC	0.910	1.000	0.854	0.686	0.741	1.000



ภาพที่ 4.3 โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

2.2.3 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

การนำเสนอผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 56 ตัว รวม 1,056 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .101 ถึง .843 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดต่ำมากถึงสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) กับ ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) กับ ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 62583.164 (p = .000) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ 0.984 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้รายละเอียดดังตาราง 4.16

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2= 1543.215; df = 1454; p-value = .0511) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .950 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .945 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .0235 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .0076 และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 1.0614 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .561 ถึง .878 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียน (SK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .763 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 58.20 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .617 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 38.10

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหา (CK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .809 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 65.40 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ (CK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .729 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 53.10 และ ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .856 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนร้อยละ 73.20 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงที่พัฒนาชุมชน (CK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .718 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนร้อยละ 51.50

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร (PK2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .773 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 59.70 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .729 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 53.10 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .866 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 74.90 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .668 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 44.60 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .860 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 74.00 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .818 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 66.90 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ใช้วิชาครูเพิ่มความรู้เนื้อหาสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกต้อง (PCK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .874 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 76.40 และ

ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .700 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 49.00

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .764 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 58.40 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .561 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 31.50 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .898 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 80.70 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .707 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 49.90 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK)) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .867 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 75.20 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .821 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 67.30 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .878 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 75.70 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .709 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 50.30 ถัดมาตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .863 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 74.50 และ ตัว

แปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .763 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 58.30 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2) และ ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้วิชาครูให้ได้ผลตรงตามความต้องการของนักเรียน (TPK-S3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .863 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 73.70 และ 73.80 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .763 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 43.60 สุดท้ายตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .861 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 74.10 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .771 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 59.40 รายละเอียดดังตาราง 4.17

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .700 ถึง 1.000 โดยตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) สามารถวัดได้จากตัวแปรความรู้ด้านนักเรียน (SK) เพียงตัวเดียว ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหาในภาพรวม (HCK) พบว่า ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด เท่ากับ .953 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูในภาพรวม (HPK) พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด เท่ากับ .998 และตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีในภาพรวม (HTK) ตัวสุดท้าย พบว่า ตัวแปรความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด เท่ากับ 1.000

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สามของตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) ตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูใน

ภาพรวม (HPK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .985 และตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .700 รายละเอียดดังตาราง 4.18

ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 19 ตัว รวม 171 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ ถึง .58 ถึง 1.000 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดปานกลางถึงสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุดมีจำนวน 2 คู่ คือ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) กับ ความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด คือ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) และความรู้ด้านนักเรียนในภาพรวม (HSK) รายละเอียดดังตาราง 4.19 และ ภาพที่ 4.4

ตาราง 4.16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
SK1	1.000																			
SK2	.591	1.000																		
SK3	.517	.491	1.000																	
SK4	.403	.304	.620	1.000																
CK1	.469	.503	.352	.264	1.000															
CK2	.504	.526	.436	.398	.683	1.000														
CK3	.481	.476	.367	.316	.633	.666	1.000													
CK4	.418	.427	.356	.420	.568	.617	.640	1.000												
CKS1	.474	.457	.415	.409	.515	.620	.629	.655	1.000											
CKS2	.480	.454	.472	.489	.481	.619	.590	.648	.723	1.000										
CKS3	.438	.427	.477	.440	.468	.540	.509	.548	.581	.703	1.000									
CKS4	.334	.268	.415	.589	.275	.385	.322	.440	.439	.531	.542	1.000								
PK1	.447	.447	.389	.330	.560	.564	.545	.526	.564	.552	.535	.470	1.000							
PK2	.377	.382	.386	.398	.439	.505	.484	.553	.537	.544	.502	.537	.671	1.000						
PK3	.451	.477	.365	.277	.550	.570	.548	.500	.555	.530	.511	.393	.668	.650	1.000					
PK4	.373	.341	.312	.356	.405	.452	.409	.469	.460	.472	.448	.494	.529	.553	.546	1.000				
PKS1	.427	.423	.400	.360	.511	.537	.528	.509	.542	.554	.546	.493	.614	.630	.732	.566	1.000			
PKS2	.448	.384	.416	.432	.449	.516	.478	.503	.545	.583	.573	.583	.620	.641	.620	.637	.759	1.000		
PKS3	.356	.299	.340	.367	.386	.426	.399	.453	.453	.475	.428	.536	.489	.543	.503	.783	.565	.650	1.000	
PKS4	.253	.177	.365	.482	.249	.339	.304	.395	.357	.433	.404	.619	.344	.489	.344	.572	.467	.610	.704	1.000
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6148	.6458	.6523	.7816	.6398	.7010	.5888	.6505	.6338	.6425	.6921	.7789

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
PCK1	.420	.468	.364	.292	.554	.551	.552	.512	.536	.514	.499	.423	.765	.651	.755	.602	.670	.618	.574	.399
PCK2	.450	.454	.380	.342	.539	.596	.582	.543	.559	.551	.520	.462	.680	.673	.742	.605	.712	.656	.590	.472
PCK3	.407	.421	.337	.324	.502	.554	.564	.522	.544	.542	.504	.480	.643	.672	.700	.638	.703	.657	.644	.480
PCK4	.384	.350	.353	.422	.444	.511	.478	.561	.519	.546	.495	.567	.585	.643	.611	.730	.650	.697	.763	.670
PCKS1	.441	.434	.413	.388	.510	.559	.551	.529	.560	.572	.583	.543	.688	.702	.692	.645	.731	.716	.655	.564
PCKS2	.459	.426	.406	.386	.525	.588	.561	.544	.562	.558	.536	.518	.640	.660	.710	.686	.779	.730	.692	.551
PCKS3	.435	.429	.395	.349	.489	.528	.526	.526	.516	.534	.549	.479	.602	.623	.670	.650	.752	.743	.629	.518
PCKS4	.312	.244	.379	.475	.285	.389	.359	.426	.388	.463	.445	.621	.415	.546	.401	.616	.516	.642	.727	.843
TK1	.308	.368	.206	.101	.426	.370	.375	.311	.338	.273	.301	.126	.436	.333	.479	.420	.448	.379	.340	.181
TK2	.298	.350	.252	.196	.389	.402	.397	.373	.400	.379	.348	.282	.453	.441	.452	.494	.494	.503	.451	.342
TK3	.265	.306	.291	.289	.324	.397	.357	.378	.371	.415	.369	.381	.402	.437	.392	.491	.454	.493	.483	.461
TK4	.324	.254	.281	.355	.264	.336	.307	.370	.352	.402	.318	.441	.349	.451	.360	.499	.416	.492	.537	.547
TKS1	.319	.310	.321	.359	.300	.386	.374	.420	.416	.450	.390	.469	.429	.525	.440	.515	.503	.592	.549	.568
TKS2	.313	.298	.327	.367	.307	.353	.354	.383	.370	.408	.430	.489	.410	.473	.406	.488	.491	.579	.500	.535
TKS3	.290	.254	.296	.340	.260	.337	.316	.364	.346	.387	.364	.428	.363	.453	.365	.468	.451	.524	.497	.570
TKS4	.257	.209	.329	.389	.224	.317	.267	.343	.329	.388	.344	.453	.306	.415	.296	.451	.372	.472	.512	.596
TCK1	.325	.373	.275	.267	.381	.416	.422	.401	.416	.426	.379	.367	.438	.470	.454	.509	.507	.533	.502	.469
TCK2	.308	.370	.255	.246	.385	.397	.379	.382	.405	.407	.371	.340	.464	.449	.443	.510	.478	.497	.493	.425
TCK3	.310	.374	.271	.258	.358	.388	.389	.390	.400	.418	.363	.364	.479	.464	.461	.506	.495	.522	.493	.422
TCK4	.335	.314	.284	.320	.347	.400	.364	.425	.424	.460	.410	.431	.447	.495	.444	.531	.505	.584	.565	.532
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6148	.6458	.6523	.7816	.6398	.7010	.5888	.6505	.6338	.6425	.6921	.7789

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
TCKS1	.338	.330	.306	.319	.341	.391	.386	.393	.425	.450	.395	.436	.438	.494	.464	.524	.521	.562	.558	.524
TCKS2	.335	.367	.324	.332	.380	.433	.423	.409	.439	.472	.429	.423	.463	.495	.486	.520	.523	.566	.537	.519
TCKS3	.329	.345	.274	.299	.370	.409	.391	.406	.414	.433	.407	.407	.457	.470	.462	.544	.506	.557	.548	.488
TCKS4	.267	.205	.287	.374	.230	.325	.287	.353	.347	.395	.365	.466	.331	.429	.324	.523	.416	.494	.564	.601
TPK1	.287	.360	.274	.236	.363	.402	.388	.361	.394	.406	.352	.310	.453	.444	.446	.509	.492	.504	.471	.410
TPK2	.315	.326	.307	.324	.331	.381	.344	.369	.391	.434	.376	.433	.409	.477	.420	.519	.502	.548	.533	.524
TPK3	.330	.352	.321	.331	.357	.419	.397	.392	.445	.449	.383	.416	.480	.510	.482	.537	.528	.567	.542	.507
TPK4	.365	.362	.302	.318	.368	.421	.396	.403	.436	.438	.410	.418	.472	.484	.482	.576	.546	.588	.581	.506
TPKS1	.345	.334	.324	.356	.346	.417	.378	.407	.421	.461	.432	.467	.436	.503	.445	.545	.521	.604	.559	.553
TPKS2	.348	.338	.329	.361	.366	.427	.379	.427	.428	.482	.427	.469	.442	.504	.451	.532	.528	.596	.553	.557
TPKS3	.317	.291	.281	.328	.319	.376	.343	.383	.400	.421	.369	.448	.417	.490	.436	.553	.510	.563	.554	.542
TPKS4	.245	.206	.274	.345	.207	.255	.244	.327	.302	.346	.296	.441	.290	.386	.282	.396	.374	.442	.473	.570
TPACK1	.320	.373	.262	.269	.396	.418	.406	.397	.440	.421	.368	.329	.475	.458	.496	.534	.517	.520	.490	.386
TPACK2	.325	.292	.281	.319	.310	.367	.344	.377	.405	.432	.358	.415	.394	.452	.422	.518	.482	.520	.540	.534
TPACK3	.326	.294	.287	.358	.310	.382	.356	.399	.409	.425	.383	.442	.383	.488	.399	.541	.457	.558	.558	.569
TPACK4	.315	.235	.283	.347	.279	.365	.325	.407	.371	.420	.377	.451	.365	.450	.367	.520	.447	.533	.581	.581
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.638	.595	.747	.831	.599	.617	.607	.645	.615	.646	.652	.782	.640	.701	.589	.650	.634	.643	.692	.779

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
PCK1	1.000																			
PCK2	.760**	1.000																		
PCK3	.703**	.773	1.000																	
PCK4	.657	.692	.723	1.000																
PCKS1	.711	.731	.731	.720	1.000															
PCKS2	.704	.735	.745	.744	.760	1.000														
PCKS3	.703	.720	.716	.691	.743	.735	1.000													
PCKS4	.477	.534	.529	.708	.616	.615	.580	1.000												
TK1	.507	.465	.426	.376	.419	.435	.480	.261	1.000											
TK2	.502	.504	.478	.482	.507	.487	.504	.420	.660	1.000										
TK3	.438	.490	.458	.524	.488	.487	.484	.508	.469	.709	1.000									
TK4	.401	.404	.406	.537	.490	.489	.432	.571	.233	.421	.541	1.000								
TKS1	.463	.532	.498	.601	.548	.551	.527	.595	.335	.546	.671	.646	1.000							
TKS2	.438	.479	.449	.535	.544	.506	.530	.558	.313	.493	.560	.536	.697	1.000						
TKS3	.388	.454	.419	.533	.499	.478	.481	.595	.298	.506	.662	.619	.768	.672	1.000					
TKS4	.333	.383	.362	.503	.433	.441	.405	.589	.175	.384	.534	.742	.660	.567	.648	1.000				
TCK1	.502	.537	.507	.552	.533	.527	.515	.516	.477	.649	.745	.591	.736	.621	.737	.567	1.000			
TCK2	.504	.518	.496	.522	.508	.520	.498	.453	.537	.666	.724	.516	.655	.575	.656	.480	.787	1.000		
TCK3	.522	.525	.496	.529	.525	.512	.528	.438	.489	.642	.682	.575	.657	.575	.610	.526	.745	.782	1.000	
TCK4	.477	.511	.498	.588	.540	.544	.516	.543	.439	.621	.717	.651	.733	.618	.663	.607	.754	.722	.723	1.000
Mean	3.537	3.479	3.451	3.380	3.430	3.439	3.471	3.183	3.712	3.543	3.384	3.268	3.322	3.344	3.259	3.239	3.429	3.474	3.432	3.364
S.D.	.5940	.6034	.5998	.6462	.5926	.6013	.6145	.7352	.6674	.6422	.6903	.6954	.6735	.7595	.7612	.7421	.6319	.6428	.6323	.6268

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
TCKS1	.482	.542	.513	.555	.546	.544	.533	.538	.418	.599	.671	.595	.786	.680	.691	.577	.730	.703	.693	.757
TCKS2	.520	.547	.524	.567	.555	.553	.553	.547	.462	.639	.693	.619	.751	.637	.675	.597	.768	.762	.779	.769
TCKS3	.514	.539	.522	.579	.543	.552	.539	.520	.479	.622	.679	.610	.711	.617	.640	.588	.724	.741	.785	.737
TCKS4	.379	.411	.410	.558	.478	.473	.457	.595	.231	.428	.547	.754	.656	.577	.638	.819	.589	.516	.571	.625
TPK1	.490	.511	.479	.508	.506	.497	.506	.441	.579	.759	.677	.464	.601	.527	.536	.443	.686	.730	.719	.674
TPK2	.467	.522	.507	.561	.533	.540	.531	.553	.381	.566	.685	.632	.793	.669	.729	.614	.752	.675	.663	.709
TPK3	.539	.555	.529	.598	.575	.578	.557	.552	.460	.621	.696	.637	.771	.660	.703	.582	.762	.727	.736	.730
TPK4	.545	.539	.531	.601	.571	.591	.579	.548	.534	.637	.653	.636	.714	.615	.662	.633	.699	.680	.674	.698
TPKS1	.478	.526	.502	.583	.562	.554	.568	.573	.392	.558	.644	.613	.753	.767	.722	.617	.723	.670	.665	.721
TPKS2	.483	.545	.530	.586	.570	.547	.559	.567	.400	.594	.644	.580	.735	.712	.682	.597	.717	.678	.690	.727
TPKS3	.470	.518	.493	.587	.565	.565	.543	.575	.384	.569	.671	.726	.770	.676	.723	.691	.745	.678	.695	.717
TPKS4	.317	.378	.342	.483	.414	.428	.382	.571	.159	.377	.496	.735	.644	.538	.623	.780	.557	.485	.555	.581
TPACK1	.545	.550	.527	.527	.539	.532	.553	.430	.556	.657	.658	.506	.630	.554	.578	.454	.747	.745	.741	.721
TPACK2	.469	.489	.480	.564	.523	.528	.517	.550	.339	.535	.642	.728	.752	.604	.675	.715	.700	.653	.688	.705
TPACK3	.429	.489	.478	.593	.525	.529	.495	.589	.338	.523	.641	.708	.751	.678	.720	.707	.706	.644	.654	.742
Mean	3.537	3.479	3.451	3.380	3.430	3.439	3.471	3.183	3.712	3.543	3.384	3.268	3.322	3.344	3.259	3.239	3.429	3.474	3.432	3.364
S.D.	.5940	.6034	.5998	.6462	.5926	.6013	.6145	.7352	.6674	.6422	.6903	.6954	.6735	.7595	.7612	.7421	.6319	.6428	.6323	.6268

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ตัวแปร	TCKS1	TCKS2	TCKS3	TCKS4	TPK1	TPK2	TPK3	TPK4	TPKS1	TPKS2	TPKS3	TPKS4	TPACK1	TPACK2	TPACK3	TPACK4
TCKS1	1.000															
TCKS2	.769	1.000														
TCKS3	.761	.777	1.000													
TCKS4	.583	.622	.639	1.000												
TPK1	.653	.722	.695	.475	1.000											
TPK2	.761	.749	.695	.621	.608	1.000										
TPK3	.756	.794	.735	.599	.681	.801	1.000									
TPK4	.679	.700	.731	.694	.642	.698	.704	1.000								
TPKS1	.761	.758	.710	.629	.626	.754	.759	.680	1.000							
TPKS2	.755	.785	.724	.601	.672	.725	.724	.655	.797	1.000						
TPKS3	.733	.727	.703	.700	.608	.793	.782	.727	.747	.697	1.000					
TPKS4	.561	.591	.567	.770	.423	.606	.586	.603	.583	.567	.698	1.000				
TPACK1	.682	.727	.712	.488	.699	.662	.743	.671	.674	.682	.675	.453	1.000			
TPACK2	.694	.740	.704	.724	.597	.716	.737	.695	.697	.693	.766	.736	.648	1.000		
TPACK3	.754	.718	.722	.696	.597	.748	.736	.681	.775	.726	.756	.666	.637	.749	1.000	
TPACK4	.632	.651	.693	.841	.516	.656	.647	.711	.655	.630	.727	.752	.527	.750	.721	1.000
Mean	3.418	3.430	3.418	3.239	3.505	3.384	3.453	3.449	3.372	3.363	3.381	3.235	3.516	3.394	3.333	3.252
S.D.	.6557	.6396	.6276	.7219	.6265	.6732	.6252	.6150	.6631	.6702	.6592	.7750	.6161	.6145	.6369	.6936

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .984 Bartlett's Test of Sphericity = 62583.164; df = 1540; p = .000 **p<.01

ตาราง 4.17 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

ตัวแปร	Factor Loading									R square
	SK			CK			CK-S			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
SK1	.763	.48	.57	-	-	-	-	-	-	.582
SK2	.749**	.44(.020)	.70	-	-	-	-	-	-	.560
SK3	.666**	.50(.023)	.17	-	-	-	-	-	-	.443
SK4	.617**	.51(.026)	.40	-	-	-	-	-	-	.381
CK1	-	-	-	.729	.43	.328	-	-	-	.531
CK2	-	-	-	.808**	.50(.016)	.426	-	-	-	.654
CK3	-	-	-	.809**	.49(.017)	.457	-	-	-	.654
CK4	-	-	-	.785**	.51(.018)	.282	-	-	-	.617
CK-S1	-	-	-	-	-	-	.846	.52	.57	.716
CK-S2	-	-	-	-	-	-	.856**	.55(.015)	.43	.732
CK-S3	-	-	-	-	-	-	.776**	.50(.017)	.26	.603
CK-S4	-	-	-	-	-	-	.718**	.55(.022)	.63	.515

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	PK			PK-S			PCK			PCK-S			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
PK1	.763	.49	.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.582
PK2	.773**	.54(.01)	-.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.597
PK3	.770**	.45(.01)	-.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.593
PK4	.729**	.47(.01)	-.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.531
PK-S1	-	-	-	.838**	.53	.27	-	-	-	-	-	-	.702
PK-S2	-	-	-	.866**	.55(.01)	.43	-	-	-	-	-	-	.749
PK-S3	-	-	-	.747**	.51(.02)	.09	-	-	-	-	-	-	.558
PK-S4	-	-	-	.668**	.51(.02)	.26	-	-	-	-	-	-	.446
PCK1	-	-	-	-	-	-	.826**	.49	.24	-	-	-	.682
PCK2	-	-	-	-	-	-	.860**	.52(.01)	.25	-	-	-	.740
PCK3	-	-	-	-	-	-	.840**	.50(.01)	.19	-	-	-	.706
PCK4	-	-	-	-	-	-	.818**	.53(.02)	.10	-	-	-	.669
PCK-S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.865**	.51	-.06	.748
PCK-S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.874**	.53(.01)	.15	.764
PCK-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.851**	.52(.01)	.31	.724
PCK-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.700**	.51(.01)	.24	.490

ตาราง 4.17 (ต่อ) น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	TK			TK-S			TCK			TCK-S			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TK1	.561	.38	-.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.315
TK2	.690**	.46(.02)	-.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.476
TK3	.764**	.53(.02)	-.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.584
TK4	.707**	.48(.02)	-.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.500
TK-S1	-	-	-	.898	.61	.42	-	-	-	-	-	-	.807
TK-S2	-	-	-	.775**	.59(.02)	-.07	-	-	-	-	-	-	.600
TK-S3	-	-	-	.830**	.62(.01)	.26	-	-	-	-	-	-	.689
TK-S4	-	-	-	.707**	.51(.04)	.07	-	-	-	-	-	-	.499
TCK1	-	-	-	-	-	-	.857	.54	.14	-	-	-	.734
TCK2	-	-	-	-	-	-	.821**	.53(.01)	-.03	-	-	-	.673
TCK3	-	-	-	-	-	-	.866**	.55(.01)	.35	-	-	-	.750
TCK4	-	-	-	-	-	-	.867**	.54(.01)	.26	-	-	-	.752
TCK-S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.870	.58	.10	.757
TCK-S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.878**	.56(.01)	.09	.770
TCK-S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.839**	.53(.01)	-.12	.705
TCK-S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.709**	.50(.02)	-.11	.503

ตัวแปร	Factor Loading									R square
	TPK			TPK-S			TPACK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TPK1	.763	.49	-.19	-	-	-	-	-	-	.583
TPK2	.833**	.56(.02)	-.10	-	-	-	-	-	-	.694
TPK3	.863**	.54(.02)	.01	-	-	-	-	-	-	.745
TPK4	.832**	.52(.02)	.21	-	-	-	-	-	-	.693
TPK-S1	-	-	-	.861	.57	-.07	-	-	-	.741
TPK-S2	-	-	-	.859**	.58(.01)	.11	-	-	-	.737
TPK-S3	-	-	-	.859**	.56(.01)	.01	-	-	-	.738
TPK-S4	-	-	-	.660**	.49(.02)	-.18	-	-	-	.436
TPACK1	-	-	-	-	-	-	.817	.51	.11	.668
TPACK2	-	-	-	-	-	-	.856**	.52(.01)	.26	.733
TPACK3	-	-	-	-	-	-	.861**	.55(.02)	.28	.741
TPACK4	-	-	-	-	-	-	.771**	.52(.02)	.16	.594

ตาราง 4.18 น้ำหนักองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

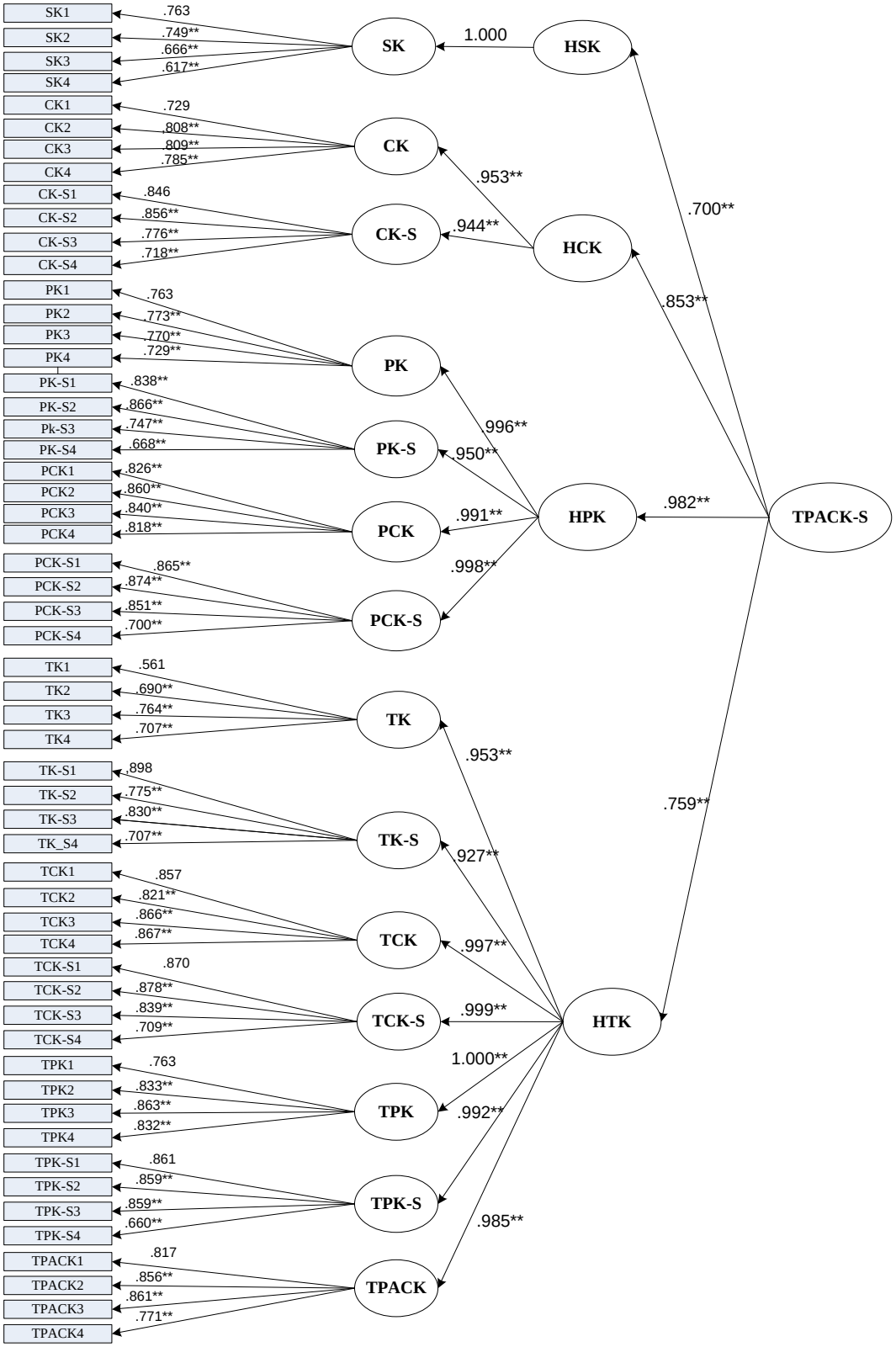
ตัวแปร	Factor Loading of construct										R square
	HSK		HCK		HPK		HTK		TPACK-S		
	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	Beta	b(SE)	
SK	1.00	2.07	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000
CK	-	-	.953**	.95(.04)	-	-	-	-	-	-	.907
CK-S	-	-	.944**	.94(.04)	-	-	-	-	-	-	.891
PK	-	-	-	-	.996**	.996(.22)	-	-	-	-	.993
PK-S	-	-	-	-	.950**	.95(.21)	-	-	-	-	.903
PCK	-	-	-	-	.991**	.99(.22)	-	-	-	-	.983
PCK-S	-	-	-	-	.998**	.998(.22)	-	-	-	-	.996
TK	-	-	-	-	-	-	.995**	.995(.05)	-	-	.990
TK-S	-	-	-	-	-	-	.927**	.927(.03)	-	-	.860
TCK	-	-	-	-	-	-	.997**	.997(.03)	-	-	.994
TCK-S	-	-	-	-	-	-	.999**	.999(.03)	-	-	.997
TPK	-	-	-	-	-	-	1.000**	1.000(.04)	-	-	1.000
TPK-S	-	-	-	-	-	-	.992**	.992(.03)	-	-	.983
TPACK	-	-	-	-	-	-	.985**	.985(.03)	-	-	.970
HSK	-	-	-	-	-	-	-	-	.700**	.34(.02)	.490
HCK	-	-	-	-	-	-	-	-	.853**	.85(.04)	.728
HPK	-	-	-	-	-	-	-	-	.982**	.98(.23)	.964
HTK	-	-	-	-	-	-	-	-	.759**	.76(.04)	.576

χ^2 = 1543.215; df = 1454; p-value = .0511; RMSEA = .0076; GFI = .950; AGFI = .945; RMR = .0235; CFI = 1.000; NNFI = 1.000

หมายเหตุ: **p<.01

ตาราง4.19 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ตัวแปร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
HSK	1.000																		
HCK	.597	1.000																	
HPK	.687	.838	1.000																
HTK	.531	.647	.745	1.000															
SK	1.000	.597	.687	.531	1.000														
CK	.569	.953	.798	.617	.569	1.000													
CK-S	.564	.944	.791	.611	.564	.899	1.000												
PK	.685	.835	.996	.742	.685	.795	.788	1.000											
PK-S	.653	.796	.950	.708	.653	.758	.752	.982	1.000										
PCK	.681	.831	.991	.739	.681	.791	.784	.988	.981	1.000									
PCK-S	.686	.836	.998	.744	.686	.796	.789	.795	.949	.990	1.000								
TK	.528	.644	.741	.995	.528	.614	.608	.739	.705	.735	.740	1.000							
TK-S	.492	.600	.691	.927	.492	.572	.567	.688	.657	.685	.690	.966	1.000						
TCK	.529	.645	.743	.997	.529	.615	.609	.740	.706	.736	.741	.992	.924	1.000					
TCK-S	.530	.646	.744	.999	.530	.616	.610	.741	.707	.738	.743	.994	.980	.995	1.000				
TPK	.531	.647	.745	1.000	.531	.617	.611	.742	.708	.738	.743	.987	.927	.997	.990	1.000			
TPK-S	.527	.642	.739	.992	.527	.611	.606	.736	.702	.732	.737	.987	.963	.988	.990	.927	1.000		
TPACK	.523	.638	.734	.985	.523	.607	.602	.731	.697	.728	.733	.980	.914	.982	.918	.985	.977	1.000	
TPACK-S	.700	.853	.982	.759	.700	.813	.805	.978	.933	.973	.980	.755	.704	.756	.758	.759	.752	.747	1.000



ภาพที่ 4.4 โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

2.2.4 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ

การนำเสนอผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 56 ตัว รวม 1,156 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .101 ถึง .843 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดต่ำมากถึงสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) กับ ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) กับ ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (SK4)

เมื่อพิจารณาค่า Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 68561.768 (p = .000) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ 0.986 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลมีความสัมพันธ์มากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้รายละเอียดดังตาราง 4.20 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (x^2= 1495.588; df = 1411; p-value = .0577) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .955 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .941 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .0208 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .0076 และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (x^2/df) เท่ากับ 1.0599 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตาราง 4.20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
SK1	1.000																			
SK2	.591**	1.000																		
SK3	.517**	.491	1.000																	
SK4	.403**	.304	.620	1.000																
CK1	.469**	.503	.352	.264	1.000															
CK2	.504**	.526	.436	.398	.683	1.000														
CK3	.481**	.476	.367	.316	.633	.666	1.000													
CK4	.418**	.427	.356	.420	.568	.617	.640	1.000												
CKS1	.474**	.457	.415	.409	.515	.620	.629	.655	1.000											
CKS2	.480**	.454	.472	.489	.481	.619	.590	.648	.723	1.000										
CKS3	.438**	.427	.477	.440	.468	.540	.509	.548	.581	.703	1.000									
CKS4	.334**	.268	.415	.589	.275	.385	.322	.440	.439	.531	.542	1.000								
PK1	.447**	.447	.389	.330	.560	.564	.545	.526	.564	.552	.535	.470	1.000							
PK2	.377**	.382	.386	.398	.439	.505	.484	.553	.537	.544	.502	.537	.671	1.000						
PK3	.451**	.477	.365	.277	.550	.570	.548	.500	.555	.530	.511	.393	.668	.650	1.000					
PK4	.373**	.341	.312	.356	.405	.452	.409	.469	.460	.472	.448	.494	.529	.553	.546	1.000				
PKS1	.427**	.423	.400	.360	.511	.537	.528	.509	.542	.554	.546	.493	.614	.630	.732	.566	1.000			
PKS2	.448**	.384	.416	.432	.449	.516	.478	.503	.545	.583	.573	.583	.620	.641	.620	.637	.759	1.000		
PKS3	.356**	.299	.340	.367	.386	.426	.399	.453	.453	.475	.428	.536	.489	.543	.503	.783	.565	.650	1.000	
PKS4	.253**	.177	.365	.482	.249	.339	.304	.395	.357	.433	.404	.619	.344	.489	.344	.572	.467	.610	.704	1.000
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6148	.6458	.6523	.7816	.6398	.7010	.5888	.6505	.6338	.6425	.6921	.7789

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
PCK1	.420	.468	.364	.292	.554	.551	.552	.512	.536	.514	.499	.423	.765	.651	.755	.602	.670	.618	.574	.399
PCK2	.450	.454	.380	.342	.539	.596	.582	.543	.559	.551	.520	.462	.680	.673	.742	.605	.712	.656	.590	.472
PCK3	.407	.421	.337	.324	.502	.554	.564	.522	.544	.542	.504	.480	.643	.672	.700	.638	.703	.657	.644	.480
PCK4	.384	.350	.353	.422	.444	.511	.478	.561	.519	.546	.495	.567	.585	.643	.611	.730	.650	.697	.763	.670
PCKS1	.441	.434	.413	.388	.510	.559	.551	.529	.560	.572	.583	.543	.688	.702	.692	.645	.731	.716	.655	.564
PCKS2	.459	.426	.406	.386	.525	.588	.561	.544	.562	.558	.536	.518	.640	.660	.710	.686	.779	.730	.692	.551
PCKS3	.435	.429	.395	.349	.489	.528	.526	.526	.516	.534	.549	.479	.602	.623	.670	.650	.752	.743	.629	.518
PCKS4	.312	.244	.379	.475	.285	.389	.359	.426	.388	.463	.445	.621	.415	.546	.401	.616	.516	.642	.727	.843
TK1	.308	.368	.206	.101	.426	.370	.375	.311	.338	.273	.301	.126	.436	.333	.479	.420	.448	.379	.340	.181
TK2	.298	.350	.252	.196	.389	.402	.397	.373	.400	.379	.348	.282	.453	.441	.452	.494	.494	.503	.451	.342
TK3	.265	.306	.291	.289	.324	.397	.357	.378	.371	.415	.369	.381	.402	.437	.392	.491	.454	.493	.483	.461
TK4	.324	.254	.281	.355	.264	.336	.307	.370	.352	.402	.318	.441	.349	.451	.360	.499	.416	.492	.537	.547
TKS1	.319	.310	.321	.359	.300	.386	.374	.420	.416	.450	.390	.469	.429	.525	.440	.515	.503	.592	.549	.568
TKS2	.313	.298	.327	.367	.307	.353	.354	.383	.370	.408	.430	.489	.410	.473	.406	.488	.491	.579	.500	.535
TKS3	.290	.254	.296	.340	.260	.337	.316	.364	.346	.387	.364	.428	.363	.453	.365	.468	.451	.524	.497	.570
TKS4	.257	.209	.329	.389	.224	.317	.267	.343	.329	.388	.344	.453	.306	.415	.296	.451	.372	.472	.512	.596
TCK1	.325	.373	.275	.267	.381	.416	.422	.401	.416	.426	.379	.367	.438	.470	.454	.509	.507	.533	.502	.469
TCK2	.308	.370	.255	.246	.385	.397	.379	.382	.405	.407	.371	.340	.464	.449	.443	.510	.478	.497	.493	.425
TCK3	.310	.374	.271	.258	.358	.388	.389	.390	.400	.418	.363	.364	.479	.464	.461	.506	.495	.522	.493	.422
TCK4	.335	.314	.284	.320	.347	.400	.364	.425	.424	.460	.410	.431	.447	.495	.444	.531	.505	.584	.565	.532
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.6375	.5950	.7468	.8312	.5993	.6168	.6068	.6448	.6148	.6458	.6523	.7816	.6398	.7010	.5888	.6505	.6338	.6425	.6921	.7789

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ตัวแปร	SK1	SK2	SK3	SK4	CK1	CK2	CK3	CK4	CKS1	CKS2	CKS3	CKS4	PK1	PK2	PK3	PK4	PKS1	PKS2	PKS3	PKS4
TCKS1	.338	.330	.306	.319	.341	.391	.386	.393	.425	.450	.395	.436	.438	.494	.464	.524	.521	.562	.558	.524
TCKS2	.335	.367	.324	.332	.380	.433	.423	.409	.439	.472	.429	.423	.463	.495	.486	.520	.523	.566	.537	.519
TCKS3	.329	.345	.274	.299	.370	.409	.391	.406	.414	.433	.407	.407	.457	.470	.462	.544	.506	.557	.548	.488
TCKS4	.267	.205	.287	.374	.230	.325	.287	.353	.347	.395	.365	.466	.331	.429	.324	.523	.416	.494	.564	.601
TPK1	.287	.360	.274	.236	.363	.402	.388	.361	.394	.406	.352	.310	.453	.444	.446	.509	.492	.504	.471	.410
TPK2	.315	.326	.307	.324	.331	.381	.344	.369	.391	.434	.376	.433	.409	.477	.420	.519	.502	.548	.533	.524
TPK3	.330	.352	.321	.331	.357	.419	.397	.392	.445	.449	.383	.416	.480	.510	.482	.537	.528	.567	.542	.507
TPK4	.365	.362	.302	.318	.368	.421	.396	.403	.436	.438	.410	.418	.472	.484	.482	.576	.546	.588	.581	.506
TPKS1	.345	.334	.324	.356	.346	.417	.378	.407	.421	.461	.432	.467	.436	.503	.445	.545	.521	.604	.559	.553
TPKS2	.348	.338	.329	.361	.366	.427	.379	.427	.428	.482	.427	.469	.442	.504	.451	.532	.528	.596	.553	.557
TPKS3	.317	.291	.281	.328	.319	.376	.343	.383	.400	.421	.369	.448	.417	.490	.436	.553	.510	.563	.554	.542
TPKS4	.245	.206	.274	.345	.207	.255	.244	.327	.302	.346	.296	.441	.290	.386	.282	.396	.374	.442	.473	.570
TPACK1	.320	.373	.262	.269	.396	.418	.406	.397	.440	.421	.368	.329	.475	.458	.496	.534	.517	.520	.490	.386
TPACK2	.325	.292	.281	.319	.310	.367	.344	.377	.405	.432	.358	.415	.394	.452	.422	.518	.482	.520	.540	.534
TPACK3	.326	.294	.287	.358	.310	.382	.356	.399	.409	.425	.383	.442	.383	.488	.399	.541	.457	.558	.558	.569
TPACK4	.315	.235	.283	.347	.279	.365	.325	.407	.371	.420	.377	.451	.365	.450	.367	.520	.447	.533	.581	.581
TPACKS1	.316	.321	.290	.289	.345	.389	.383	.405	.401	.419	.395	.413	.446	.496	.448	.522	.509	.549	.542	.513
TPACKS2	.374	.394	.295	.267	.428	.423	.429	.402	.430	.445	.421	.375	.510	.493	.527	.580	.555	.588	.546	.458
TPACKS3	.328	.343	.285	.308	.376	.425	.411	.422	.440	.455	.426	.413	.456	.497	.470	.562	.541	.595	.561	.525
TPACKS4	.287	.189	.299	.368	.240	.319	.288	.370	.353	.385	.398	.453	.318	.410	.314	.485	.398	.504	.540	.595
Mean	3.424	3.605	3.250	2.887	3.633	3.544	3.546	3.386	3.464	3.381	3.424	3.070	3.502	3.308	3.552	3.461	3.494	3.382	3.389	3.160
S.D.	.638	.595	.747	.831	.599	.617	.607	.645	.615	.646	.652	.782	.640	.701	.589	.650	.634	.643	.692	.779

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
PCK1	1.000																			
PCK2	.760**	1.000																		
PCK3	.703**	.773	1.000																	
PCK4	.657	.692	.723	1.000																
PCKS1	.711	.731	.731	.720	1.000															
PCKS2	.704	.735	.745	.744	.760	1.000														
PCKS3	.703	.720	.716	.691	.743	.735	1.000													
PCKS4	.477	.534	.529	.708	.616	.615	.580	1.000												
TK1	.507	.465	.426	.376	.419	.435	.480	.261	1.000											
TK2	.502	.504	.478	.482	.507	.487	.504	.420	.660	1.000										
TK3	.438	.490	.458	.524	.488	.487	.484	.508	.469	.709	1.000									
TK4	.401	.404	.406	.537	.490	.489	.432	.571	.233	.421	.541	1.000								
TKS1	.463	.532	.498	.601	.548	.551	.527	.595	.335	.546	.671	.646	1.000							
TKS2	.438	.479	.449	.535	.544	.506	.530	.558	.313	.493	.560	.536	.697	1.000						
TKS3	.388	.454	.419	.533	.499	.478	.481	.595	.298	.506	.662	.619	.768	.672	1.000					
TKS4	.333	.383	.362	.503	.433	.441	.405	.589	.175	.384	.534	.742	.660	.567	.648	1.000				
TCK1	.502	.537	.507	.552	.533	.527	.515	.516	.477	.649	.745	.591	.736	.621	.737	.567	1.000			
TCK2	.504	.518	.496	.522	.508	.520	.498	.453	.537	.666	.724	.516	.655	.575	.656	.480	.787	1.000		
TCK3	.522	.525	.496	.529	.525	.512	.528	.438	.489	.642	.682	.575	.657	.575	.610	.526	.745	.782	1.000	
TCK4	.477	.511	.498	.588	.540	.544	.516	.543	.439	.621	.717	.651	.733	.618	.663	.607	.754	.722	.723	1.000
Mean	3.537	3.479	3.451	3.380	3.430	3.439	3.471	3.183	3.712	3.543	3.384	3.268	3.322	3.344	3.259	3.239	3.429	3.474	3.432	3.364
S.D.	.5940	.6034	.5998	.6462	.5926	.6013	.6145	.7352	.6674	.6422	.6903	.6954	.6735	.7595	.7612	.7421	.6319	.6428	.6323	.6268

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ตัวแปร	PCK1	PCK2	PCK3	PCK4	PCKS1	PCKS2	PCKS3	PCKS4	TK1	TK2	TK3	TK4	TKS1	TKS2	TKS3	TKS4	TCK1	TCK2	TCK3	TCK4
TCKS1	.482	.542	.513	.555	.546	.544	.533	.538	.418	.599	.671	.595	.786	.680	.691	.577	.730	.703	.693	.757
TCKS2	.520	.547	.524	.567	.555	.553	.553	.547	.462	.639	.693	.619	.751	.637	.675	.597	.768	.762	.779	.769
TCKS3	.514	.539	.522	.579	.543	.552	.539	.520	.479	.622	.679	.610	.711	.617	.640	.588	.724	.741	.785	.737
TCKS4	.379	.411	.410	.558	.478	.473	.457	.595	.231	.428	.547	.754	.656	.577	.638	.819	.589	.516	.571	.625
TPK1	.490	.511	.479	.508	.506	.497	.506	.441	.579	.759	.677	.464	.601	.527	.536	.443	.686	.730	.719	.674
TPK2	.467	.522	.507	.561	.533	.540	.531	.553	.381	.566	.685	.632	.793	.669	.729	.614	.752	.675	.663	.709
TPK3	.539	.555	.529	.598	.575	.578	.557	.552	.460	.621	.696	.637	.771	.660	.703	.582	.762	.727	.736	.730
TPK4	.545	.539	.531	.601	.571	.591	.579	.548	.534	.637	.653	.636	.714	.615	.662	.633	.699	.680	.674	.698
TPKS1	.478	.526	.502	.583	.562	.554	.568	.573	.392	.558	.644	.613	.753	.767	.722	.617	.723	.670	.665	.721
TPKS2	.483	.545	.530	.586	.570	.547	.559	.567	.400	.594	.644	.580	.735	.712	.682	.597	.717	.678	.690	.727
TPKS3	.470	.518	.493	.587	.565	.565	.543	.575	.384	.569	.671	.726	.770	.676	.723	.691	.745	.678	.695	.717
TPKS4	.317	.378	.342	.483	.414	.428	.382	.571	.159	.377	.496	.735	.644	.538	.623	.780	.557	.485	.555	.581
TPACK1	.545	.550	.527	.527	.539	.532	.553	.430	.556	.657	.658	.506	.630	.554	.578	.454	.747	.745	.741	.721
TPACK2	.469	.489	.480	.564	.523	.528	.517	.550	.339	.535	.642	.728	.752	.604	.675	.715	.700	.653	.688	.705
TPACK3	.429	.489	.478	.593	.525	.529	.495	.589	.338	.523	.641	.708	.751	.678	.720	.707	.706	.644	.654	.742
TPACK4	.415	.432	.445	.567	.520	.506	.481	.594	.274	.472	.580	.797	.697	.588	.665	.791	.626	.564	.613	.663
TPACKS1	.512	.548	.517	.582	.549	.538	.539	.551	.510	.661	.720	.617	.778	.647	.710	.608	.771	.742	.718	.751
TPACKS2	.581	.582	.567	.573	.594	.581	.591	.517	.619	.661	.633	.514	.672	.652	.608	.485	.702	.696	.676	.701
TPACKS3	.503	.557	.542	.590	.561	.547	.548	.557	.501	.670	.642	.531	.702	.640	.655	.538	.702	.695	.683	.735
TPACKS4	.362	.408	.406	.519	.475	.461	.442	.589	.212	.399	.523	.677	.636	.558	.627	.721	.567	.489	.568	.633
Mean	3.537	3.479	3.451	3.380	3.430	3.439	3.471	3.183	3.712	3.543	3.384	3.268	3.322	3.344	3.259	3.239	3.429	3.474	3.432	3.364
S.D.	.5940	.6034	.5998	.6462	.5926	.6013	.6145	.7352	.6674	.6422	.6903	.6954	.6735	.7595	.7612	.7421	.6319	.6428	.6323	.6268

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ตัวแปร	TCKS1	TCKS2	TCKS3	TCKS4	TPK1	TPK2	TPK3	TPK4	TPKS1	TPKS2	TPKS3	TPKS4	TPACK1	TPACK2	TPACK3	TPACK4	TPACKS1	TPACKS2	TPACKS3	TPACKS4
TCKS1	1.000																			
TCKS2	.769**	1.000																		
TCKS3	.761**	.777**	1.000																	
TCKS4	.583**	.622**	.639**	1.000																
TPK1	.653**	.722**	.695**	.475**	1.000															
TPK2	.761**	.749**	.695**	.621**	.608**	1.000														
TPK3	.756**	.794**	.735**	.599**	.681**	.801**	1.000													
TPK4	.679**	.700**	.731**	.694**	.642**	.698**	.704**	1.000												
TPKS1	.761**	.758**	.710**	.629**	.626**	.754**	.759**	.680**	1.000											
TPKS2	.755**	.785**	.724**	.601**	.672**	.725**	.724**	.655**	.797**	1.000										
TPKS3	.733**	.727**	.703**	.700**	.608**	.793**	.782**	.727**	.747**	.697**	1.000									
TPKS4	.561**	.591**	.567**	.770**	.423**	.606**	.586**	.603**	.583**	.567**	.698**	1.000								
TPACK1	.682**	.727**	.712**	.488**	.699**	.662**	.743**	.671**	.674**	.682**	.675**	.453**	1.000							
TPACK2	.694**	.740**	.704**	.724**	.597**	.716**	.737**	.695**	.697**	.693**	.766**	.736**	.648**	1.000						
TPACK3	.754**	.718**	.722**	.696**	.597**	.748**	.736**	.681**	.775**	.726**	.756**	.666**	.637**	.749**	1.000					
TPACK4	.632**	.651**	.693**	.841**	.516**	.656**	.647**	.711**	.655**	.630**	.727**	.752**	.527**	.750**	.721**	1.000				
TPACKS1	.758**	.768**	.725**	.607**	.673**	.787**	.771**	.747**	.730**	.703**	.772**	.589**	.694**	.718**	.731**	.652**	1.000			
TPACKS2	.750**	.716**	.705**	.505**	.673**	.697**	.738**	.694**	.745**	.704**	.677**	.454**	.701**	.657**	.714**	.558**	.733**	1.000		
TPACKS3	.780**	.733**	.751**	.565**	.678**	.673**	.695**	.703**	.731**	.748**	.665**	.509**	.666**	.675**	.733**	.605**	.735**	.764**	1.000	
TPACKS4	.563**	.587**	.643**	.806**	.445**	.588**	.556**	.665**	.606**	.588**	.659**	.708**	.462**	.652**	.632**	.804**	.574**	.492**	.551**	1.000
Mean	3.418	3.430	3.418	3.239	3.505	3.384	3.453	3.449	3.372	3.363	3.381	3.235	3.516	3.394	3.333	3.252	3.432	3.483	3.417	3.217
S.D.	.6557	.6396	.6276	.7219	.6265	.6732	.6252	.6150	.6631	.6702	.6592	.7750	.6161	.6145	.6369	.6936	.6246	.6005	.6345	.7279

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .986 Bartlett's Test of Sphericity = 68561.768; df = 1770; p = .000 **p<.01

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ .567 ถึง .897 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียน (SK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านนักเรียน (SK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .757 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 57.30 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ทักษะในการพัฒนานักเรียน (SK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .676 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านนักเรียนร้อยละ 45.70

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหา (CK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงด้วยตนเอง (CK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .777 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 60.40 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก (CK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .702 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาร้อยละ 49.30 และ ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (CK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความเข้าใจเนื้อหาที่เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (CK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .745 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนร้อยละ 55.50 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ การเลือกเนื้อหาที่พัฒนานักเรียนได้ (CK-S3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .693 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียนร้อยละ 48.10

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู (PK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน (PK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .754 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 56.90 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (PK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .640 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 40.90 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับนักเรียน (PK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาคุณธรรมนักเรียน (PK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .819 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 67.10 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษาวิจัยตามหลักวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (PK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .734 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูร้อยละ 53.80 สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา (PCK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการใช้วิชาครูเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง (PCK4) มีค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบเท่ากับ .858 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 73.70 ความเข้าใจวิชาครูที่เพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (PCK2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .860 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 74.00 และตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด ความรู้วิชาครูที่พัฒนาความรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง (PCK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .764 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะกับเนื้อหา ร้อยละ 58.30

ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน (PCK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ รู้วิชาครูที่เพิ่มความรู้เนื้อหาให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ (PCK-S1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .791 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 62.60 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษาวิจัยเนื้อหาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (PCK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .778 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านวิชาครู เนื้อหาที่เหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 60.50

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง (TK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .784 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 61.50 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (TK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .567 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ร้อยละ 32.10

ส่วนตัวแปรแฝงความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียน (TK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ รู้จักเทคโนโลยีพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน (TK-S1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .868 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 75.30 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ วิจัยบทบาทของเทคโนโลยีใหม่ๆที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .683 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้เทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 46.60 ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับเนื้อหา (TCK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยีใหม่เพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TCK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .871 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 75.90 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความเข้าใจหลักการ

เทคโนโลยีเพิ่มความเข้าใจหลักการในเนื้อหา (TCK2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .829 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 68.60

สำหรับตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TCK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ใช้เทคโนโลยีเพิ่มความรู้เนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาของนักเรียน (TCK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .878 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียน ร้อยละ 75.70 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษา/วิจัยเทคโนโลยีในเนื้อหาขั้นสูงเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน (TCK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .709 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 50.30

ถัดมาตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู (TPK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ การใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอน (TPK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .886 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 78.50 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ความรู้เทคโนโลยีที่ขยายความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร (TPK1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .777 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เหมาะกับวิชาครู ร้อยละ 60.50

ส่วนตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียน (TPK-S) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ เข้าใจเทคโนโลยีการประเมินหลักสูตรให้ได้แนวทางพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน (TPK-S2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .849 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 72.20 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ศึกษา/วิจัยโดยใช้เทคโนโลยีกับวิชาครูเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน (TPK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .650 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับนักเรียนร้อยละ 42.30

ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหา (TPACK) พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ เทคโนโลยีที่ส่งเสริมความรู้ด้านวิชาครูเพื่อพัฒนาเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก (TPACK3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .826 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 68.20 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ วิจัยเทคโนโลยีเพื่อวิชาครูให้ได้แนวทางการศึกษาและวิจัยในชั้นเรียนที่ช่วยเพิ่มความรู้เนื้อหาขั้นสูง (TPACK4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .751 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 56.40

ตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ รู้เทคโนโลยีพัฒนาวิชาครูและเนื้อหาที่เหมาะกับการพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียน (TPACK-S1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .868 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 75.30 และ ตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆที่เพิ่มทักษะการวิจัยและการปฏิบัติงานครูเพื่อพัฒนาเนื้อหาขั้นสูงให้เหมาะกับนักเรียน ผ่านครอบครัวและชุมชน (TPACK-S4) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .675 และมีความผันแปรร่วมกับความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูเหมาะกับเนื้อหาร้อยละ 45.60 รายละเอียดดังตาราง 4.21

ตาราง 4.21 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	SK			CK			CK-S			PK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
SK1	.757	.48	.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.573
SK2	.745**	.44(.02)	.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.554
SK3	.676**	.50(.02)	.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.457
SK4	.714**	.59(.03)	.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.509
CK1	-	-	-	.702	.41	.40	-	-	-	-	-	-	.493
CK2	-	-	-	.770**	.46(.02)	.96	-	-	-	-	-	-	.593
CK3	-	-	-	.742**	.44(.02)	.77	-	-	-	-	-	-	.551
CK4	-	-	-	.777**	.49(.02)	1.09	-	-	-	-	-	-	.604
CK-S1	-	-	-	-	-	-	.712	.43	.87	-	-	-	.507
CK-S2	-	-	-	-	-	-	.745**	.48(.02)	.67	-	-	-	.555
CK-S3	-	-	-	-	-	-	.693**	.44(.02)	.43	-	-	-	.481
CK-S4	-	-	-	-	-	-	.711**	.54(.03)	.77	-	-	-	.505
PK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.640	.40	.56	.409
PK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.686**	.47(.02)	.43	.470
PK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.653**	.37(.02)	.76	.426
PK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.754**	.49(.02)	.94	.569

ตาราง 4.21 (ต่อ) น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	PK-S			PCK			PCK-S			TK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
PK-S1	.740	.47	.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.547
PK-S2	.819**	.52(.02)	.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.671
PK-S3	.769**	.53(.02)	1.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.591
PK-S4	.734**	.56(.02)	.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.538
PCK1	-	-	-	.764	.44	1.23	-	-	-	-	-	-	.583
PCK2	-	-	-	.802**	.48(.01)	.94	-	-	-	-	-	-	.643
PCK3	-	-	-	.768**	.46(.02)	.85	-	-	-	-	-	-	.589
PCK4	-	-	-	.858**	.54(.02)	1.42	-	-	-	-	-	-	.737
PCK-S1	-	-	-	-	-	-	.791	.46	1.03	-	-	-	.626
PCK-S2	-	-	-	-	-	-	.794**	.47(.02)	1.28	-	-	-	.630
PCK-S3	-	-	-	-	-	-	.787**	.48(.02)	1.03	-	-	-	.619
PCK-S4	-	-	-	-	-	-	.778**	.56(.02)	1.17	-	-	-	.605
TK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.567	.38	-.10	.321
TK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.721**	.47(.02)	.02	.519
TK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.784**	.54(.02)	-.07	.615
TK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.690**	.46(.02)	-.09	.475

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	TK-S			TCK			TCK-S			TPK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TK-S1	.868	.58	.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.753
TK-S2	.756**	.57(.08)	.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.571
TK-S3	.782**	.59(.02)	-.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.611
TK-S4	.683**	.50(.02)	.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.466
TCK1	-	-	-	.871	.55	.25	-	-	-	-	-	-	.758
TCK2	-	-	-	.829**	.54(.01)	.14	-	-	-	-	-	-	.686
TCK3	-	-	-	.833**	.53(.01)	.20	-	-	-	-	-	-	.694
TCK4	-	-	-	.871**	.55(.01)	.26	-	-	-	-	-	-	.759
TCK-S1	-	-	-	-	-	-	.874	.58	.32	-	-	-	.764
TCK-S2	-	-	-	-	-	-	.897**	.58(.01)	.40	-	-	-	.805
TCK-S3	-	-	-	-	-	-	.868**	.55(.01)	.31	-	-	-	.753
TCK-S4	-	-	-	-	-	-	.725**	.51(.02)	.28	-	-	-	.526

ตาราง 4.21 (ต่อ) น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 60 ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปร	Factor Loading												R square
	TK-S			TCK			TCK-S			TPK			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TPK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.777	.49	.09	.605
TPK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.844**	.57(.02)	.06	.712
TPK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.886**	.56(.02)	.31	.785
TPK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.833**	.52(.02)	.26	.694

ตัวแปร	Factor Loading									R square
	TPK-S			TPACK			TPACK-S			
	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	Beta	b(SE)	FS	
TPK-S1	.845	.573	-.018	-	-	-	-	-	-	.714
TPK-S2	.849**	.573(.013)	.129	-	-	-	-	-	-	.722
TPK-S3	.831**	.541(.014)	-.063	-	-	-	-	-	-	.690
TPK-S4	.650**	.486(.019)	-.056	-	-	-	-	-	-	.423
TPACK1	-	-	-	.816	.515	.060	-	-	-	.667
TPACK2	-	-	-	.810**	.503(.015)	.025	-	-	-	.656
TPACK3	-	-	-	.826**	.524(.016)	.020	-	-	-	.682
TPACK4	-	-	-	.751**	.502(.018)	.068	-	-	-	.564
TPACK-S1	-	-	-	-	-	-	.868	.549	.153	.753
TPACK-S2	-	-	-	-	-	-	.844**	.529(.014)	.124	.712
TPACK-S3	-	-	-	-	-	-	.840**	.538(.015)	.113	.705
TPACK-S4	-	-	-	-	-	-	.675**	.479(.018)	.006	.456

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียนในภาพรวม (TPACK-SC) พบว่าตัวแปรแฝงความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .999 และตัวแปรแฝงความรู้ด้านนักเรียน (SK) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด เท่ากับ .550 รายละเอียดดังตาราง 4.22

ผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 19 ตัว รวม 171 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ตัวแปรที่บ่งชี้องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยีเหมาะกับนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ ถึง .550 ถึง .999 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกขนาดปานกลางถึงสูงมาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด คือ ความรู้ด้านเทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียนในภาพรวม (TPACK-SC) กับ ความรู้ด้าน

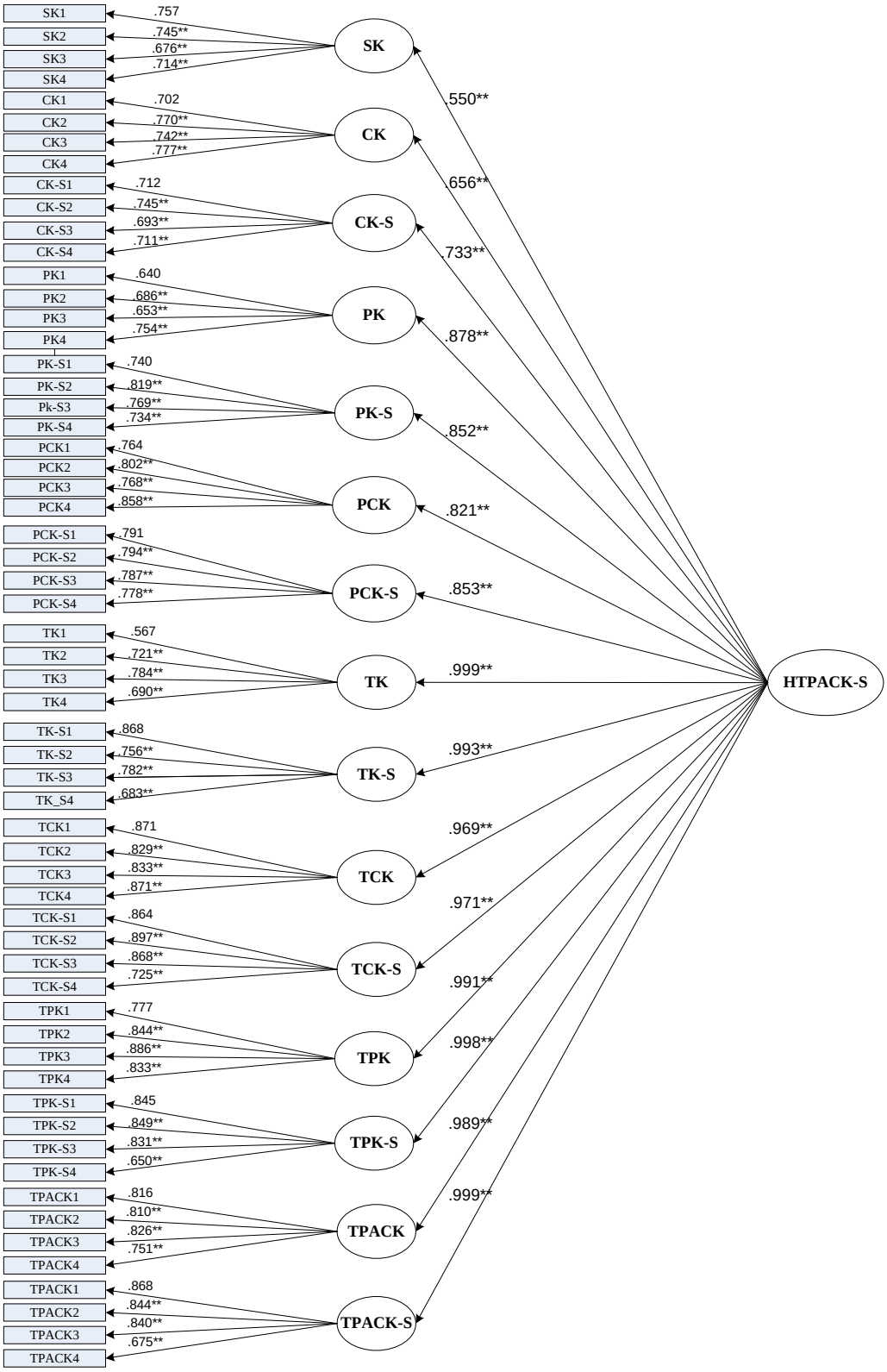
เทคโนโลยี วิชาครูและเนื้อหาเหมาะกับนักเรียน (TPACK-S) ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด คือ ความรู้ด้านนักเรียน (SK) และความรู้ด้านเนื้อหา (CK) รายละเอียดดังตาราง 4.23 และ ภาพที่ 4.5

ตาราง 4.22 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝง

Traits	Factor loading of TPACK-S Constructs		R
	Beta	b(SE)	square
SK	.550**	.550(.034)	.302
CK	.656**	.656(.034)	.430
CK-S	.733**	.733(.036)	.537
PK	.878**	.878(.042)	.770
PK-S	.852**	.852(.036)	.726
PCK	.821**	.821(.035)	.674
PCK-S	.853**	.853(.034)	.727
TK	.999**	.999(.047)	.999
TK-S	.993**	.993(.028)	.987
TCK	.969**	.969(.028)	.940
TCK-S	.971**	.971(.028)	.943
TPK	.991**	.991(.033)	.983
TPK-S	.998**	.998(.029)	.996
TPACK	.989**	.989(.031)	.978
TPACK-S	.999**	.999(.028)	.999

χ^2 = 1495.588; df = 1411; p-value = .0577; RMSEA = .0076; GFI = .955; AGFI = .941; RMR = .0208; CFI = 1.000; NNFI = 1.000

หมายเหตุ: **p<.01



ภาพที่ 4.5 โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ

ตาราง 4.23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดทีแพค-เอส 15 ตัวแปรแฝง

ตัวแปร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SK	1.000															
CK	0.360	1.000														
CK-S	0.403	0.480	1.000													
PK	0.482	0.575	0.643	1.000												
PK-S	0.468	0.558	0.624	0.747	1.000											
PCK	0.451	0.538	0.602	0.721	0.699	1.000										
PCK-S	0.469	0.559	0.625	0.748	0.726	0.700	1.000									
TK	0.549	0.655	0.732	0.877	0.851	0.821	0.852	1.000								
TK-S	0.546	0.651	0.728	0.872	0.846	0.816	0.847	0.993	1.000							
TCK	0.533	0.635	0.710	0.851	0.826	0.796	0.827	1.036	0.963	1.000						
TCK-S	0.534	0.636	0.712	0.852	0.827	0.797	0.828	0.970	0.964	0.941	1.000					
TPK	0.545	0.650	0.727	0.870	0.844	0.814	0.845	0.991	0.985	0.961	0.963	1.000				
TPK-S	0.549	0.654	0.732	0.876	0.850	0.820	0.851	0.997	0.991	0.968	0.969	0.990	1.000			
TPACK	0.544	0.648	0.725	0.868	0.842	0.812	0.843	0.988	0.982	0.959	0.960	0.980	1.028	1.000		
TPACK-S	0.549	0.655	0.732	0.877	0.851	0.821	0.852	0.999	0.993	0.969	0.970	0.991	0.997	0.988	1.000	
TPACK-SC	0.550	0.656	0.733	0.878	0.852	0.821	0.853	0.999	0.993	0.969	0.971	0.991	0.998	0.989	0.999	1.000

จากผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล พบว่า โมเดลที่ 4 ที่สามารถวัดความรู้ทีแพค-เอสได้จาก 15 ตัวแปรแฝงและแต่ละตัวประกอบด้วย 4 ตัวแปรสังเกตได้ รวม 60 ตัวแปรสังเกตได้ มีค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (x^2/df) น้อยที่สุดเท่ากับ 1495.588/1411 = 1.0599 แสดงว่าเป็นโมเดลการวัดที่ดีที่สุด รายละเอียดดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 ผลการเปรียบเทียบค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ระหว่างโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล

โมเดลที่	Chi-square	df	Chi-square/df
1	78.22	60	1.3040
2	69.831	55	1.2700
3	1543.215	1454	1.0610
4	1495.588	1411	1.0599

2.3 ผลการศึกษาความแตกต่างของความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

ในตอนนี้ผู้วิจัยศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่ดีที่สุด โดยพิจารณาโมเดลที่ดีที่สุดจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ โมเดลที่ 4 สามารถวัดความรู้ทีแพค-เอสได้จาก 15 องค์ประกอบระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน ได้แก่ 1) เพศ (sex) 2) อายุ (age) 3) เกรดเฉลี่ยรวม (GPAX) 4) กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ (กลุ่มที่ 1 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและธุรกิจศึกษา กลุ่มที่ 2 สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์) (major) 5) การสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา (Level) และ 6) ความถี่ในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน (tech) โดยตัวแปรความเป็นเพศหญิง กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ และการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาเป็นตัวแปรดัมมี่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ และการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยเอสอีเอ็ม เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นชุดเดียวกัน ผู้วิจัยจึงพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ก่อนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 2 แบบ มีรายละเอียด ดังนี้

การนำเสนอผลการตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเมทริกซ์ทั้ง 21 ตัว รวม 210 คู่ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นมีค่าตั้งแต่ -.247 ถึง .357 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางลบและทางบวกขนาดต่ำมาก

ตาราง 4.25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรภูมิหลังและตัวแปรในโมเดลทีแพค-เอส

VAR	sex	age	GPAX	major	level	tech	SK	CK	PK	TK	PCK	PCKS	TCK	TCKS	TPK	TPKS	TPACK	TPACKS	TKS	CKS	PKS
sex	1.000																				
age	-.038	1.000																			
GPAX	.037	-.160**	1.000																		
major	.011	-.182**	.357**	1.000																	
Level	-.105**	.014	-.106**	-.247**	1.000																
techno	.083**	.047	.050	-.064*	.097**	1.000															
SK	.001	.139**	.047	-.002	-.099**	.213**	1.000														
CK	-.081**	.115**	.079*	-.005	-.004	.148**	.615**	1.000													
PK	-.052	.134**	.035	.015	-.060	.133**	.572**	.706**	1.000												
TK	-.090**	.065*	.030	.067*	.004	.207**	.440**	.535**	.650**	1.000											
PCK	-.042	.118**	.069*	.036	-.054	.126**	.544**	.701**	.895**	.668**	1.000										
PCKS	-.051	.151**	.016	.020	-.068*	.159**	.579**	.654**	.844**	.682**	.887**	1.000									
TCK	-.098**	.088**	.043	.046	.008	.226**	.432**	.506**	.630**	.856**	.659**	.669**	1.000								
TCKS	-.106**	.125**	.030	.040	-.002	.218**	.456**	.493**	.631**	.817**	.667**	.706**	.899**	1.000							
TPK	-.094**	.100**	.032	.057	-.003	.202**	.459**	.511**	.658**	.871**	.693**	.712**	.901**	.897**	1.000						
TPKS	-.111**	.124**	.014	.026	.009	.219**	.459**	.469**	.606**	.777**	.642**	.708**	.863**	.907**	.871**	1.000					
TPACK	-.109**	.128**	.016	.025	.001	.210**	.448**	.498**	.629**	.824**	.667**	.704**	.896**	.925**	.892**	.914**	1.000				
TPACKS	-.099**	.113**	.032	.038	.001	.226**	.461**	.518**	.656**	.837**	.685**	.727**	.876**	.914**	.899**	.887**	.899**	1.000			
TKS	-.092**	.137**	.008	.004	-.018	.215**	.457**	.446**	.586**	.749**	.611**	.694**	.838**	.879**	.842**	.912**	.878**	.868**	1.000		
CKS	-.037	.136**	.025	.008	-.081**	.152**	.679**	.721**	.728**	.524**	.701**	.728**	.543**	.578**	.559**	.575**	.565**	.585**	.560**	1.000	
PKS	-.072*	.180**	-.002	-.012	-.067*	.173**	.557**	.598**	.798**	.655**	.840**	.917**	.669**	.716**	.701**	.719**	.704**	.737**	.705**	.724**	1.000
Mean	.84	22.88	3.18	.59	.69	22.28	3.29	3.53	3.46	3.48	3.46	3.38	3.42	3.38	3.45	3.34	3.37	3.39	3.29	3.33	3.36
S.D.	.36	.73	.33	.49	.46	5.19	.55	.53	.54	.53	.54	.55	.57	.58	.56	.60	.56	.55	.63	.56	.58

2.3.1 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ ตัวแปรอิสระ คือ ภูมิหลังทั้ง 6 ด้าน และตัวแปรเกณฑ์ คือ ความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอส โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรเกณฑ์ พบว่า ตัวแปร sex, age, GPAX, สาขา, ชั้น และ tech มีความสัมพันธ์กับ TPACK-S เท่ากับ .295 และตัวแปรอิสระสามารถอธิบายตัวแปรเกณฑ์ คือ TPACK-S ได้ร้อยละ 8.7 ดังตาราง 4.26 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนถดถอยของตัวแปรอิสระและตัวแปรเกณฑ์ พบว่า ค่า F = 16.755 และ Sig = 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรอิสระ คือ ภูมิหลัง สามารถอธิบายตัวแปรเกณฑ์ คือ TPACK-S ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H_0 : R = 0; H_1 : R \neq 0$) ดังตาราง 4.27

ตาราง 4.26 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายและตัวแปรเกณฑ์

Model	R	R Square	Adjust R Square	S.E.
1	.295[a]	.087	.082	.45635

a. predictors: constant, sex, age, GPAX, สาขา, ชั้น, tech

ตาราง 4.27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการถดถอยของตัวแปรทำนายและตัวแปรเกณฑ์

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20.935	6	3.489	16.755	.000[b]
	Residual	218.872	1051	.208		
	Total	239.807	1057			

a. predictors: constant, sex, age, GPAX, สาขา, ชั้น, tech

b. dependent variable: TPACK-S

เมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรเกณฑ์ สามารถเขียนสมการทำนายและสมการคะแนนมาตรฐาน ได้ดังนี้

$$\hat{\text{TPACK}} - \text{S} = .766 - .146\text{sex}^{**} + .094\text{age}^{**} + .043\text{GPAX} + .021\text{tech}^{**} - .057\text{level} + .045\text{major}$$

$$Z_{TPACK-S} = \text{-}.111Z_{SEX} + .094Z_{AGE} + .232Z_{TECH}$$

สมการคะแนนมาตรฐาน พบว่า ถ้าคะแนนมาตรฐานของ SEX เพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะส่งผลให้คะแนนมาตรฐานของ TPACK-S ลดลง .111 หน่วย เมื่อควบคุมตัวแปร AGE และ TECH ถ้าคะแนนมาตรฐานของ AGE เพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะส่งผลให้คะแนนมาตรฐานของ TPACK-S เพิ่มขึ้น

.094 หน่วย เมื่อควบคุมตัวแปร SEX และ TECH ถ้าคะแนนมาตรฐานของ TECH เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลให้คะแนนมาตรฐานของ TPACK-S เพิ่มขึ้น .232 หน่วย เมื่อควบคุมตัวแปร SEX และ AGE แสดงว่า การวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ เพศ อายุ และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันส่งผลให้มีนิสิตนักศึกษาครูมีความรู้ทีแพค-เอสแตกต่างกัน แสดงว่า เพศชายมีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่าเพศหญิง อายุและประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนที่มากขึ้นส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสสูงขึ้น ดังตาราง 4.28

ตาราง 4.28 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระโดยวิธีปกติ

ตัวแปร	b	S.E.	Beta	t	sig	Tolerance	VIF
(Constant)	.766	.490		1.561	.119		
เพศ (sex)	-.146	.039	-.111	-3.722	.000	.978	1.023
อายุ (age)	.094	.020	.145	4.802	.000	.952	1.051
เกรดเฉลี่ยรวม (GPAX)	.043	.046	.030	.935	.350	.856	1.168
การใช้เทคโนโลยี (tech)	.021	.003	.232	7.775	.000	.972	1.029
ระดับชั้นที่สอน (level)	-.057	.032	-.055	-1.792	.073	.918	1.089
สาขาสังคม (major)	.045	.032	.046	1.417	.157	.809	1.237

2.3.2 **การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยเอสอีเอ็ม**

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลทีแพค-เอสด้วยเอสอีเอ็ม ผลการวิจัยพบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2= 15.584; df = 138; p-value = .219) ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .987 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .978 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .013 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .0092

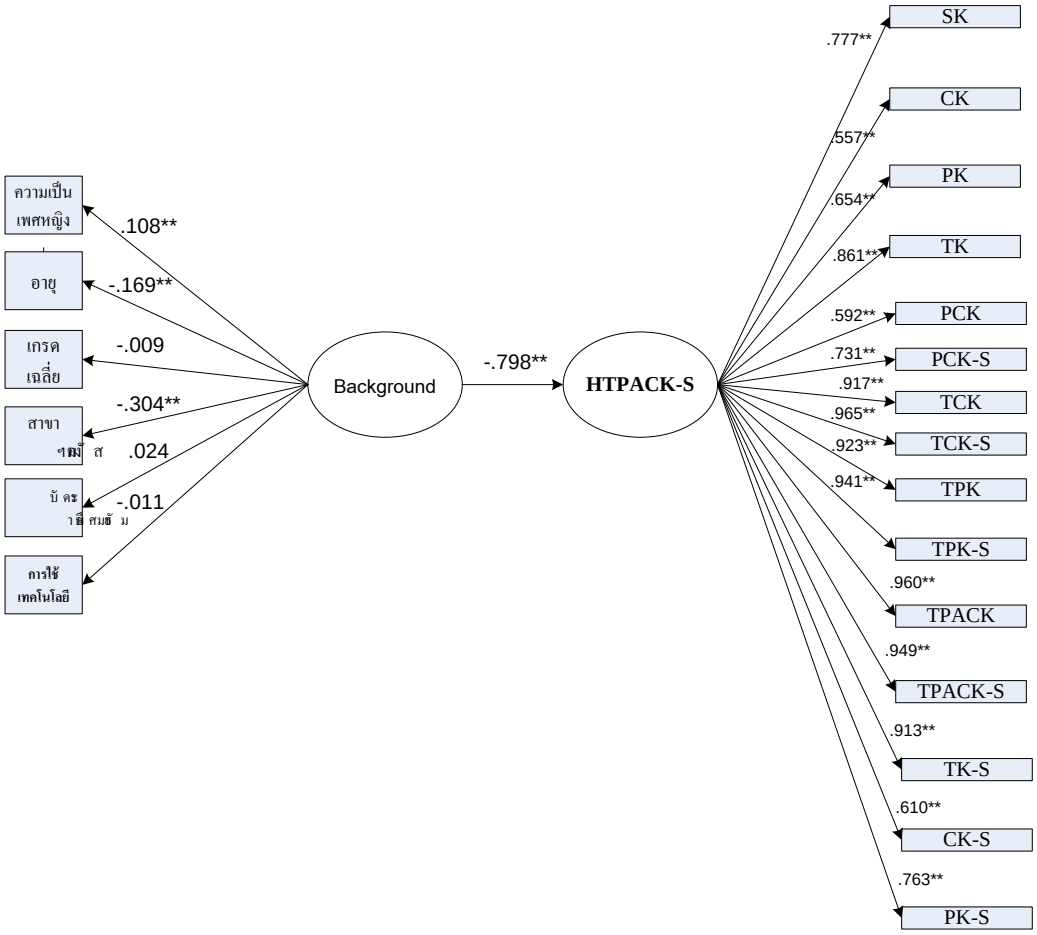
เมื่อพิจารณาตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส พบว่า ตัวแปรภูมิหลังมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ -.798 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาตัวแปรภูมิหลังเป็นรายตัว พบว่า ตัวแปรเพศส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส มีค่าเท่ากับ -.086 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวแปรอายุและกลุ่มสาขาวิชาส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส มีค่าเท่ากับ 0.135 และ 0.243 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รายละเอียดดังตาราง 4.29 และภาพที่ 4.6

จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า เพศชายมีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่าเพศหญิง อายุที่มากขึ้นส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสมากกว่าอายุน้อย และกลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่ากลุ่มวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและธุรกิจศึกษา

ตาราง 4.29 น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ

ตัวแปร	Factor Loading ภูมิหลัง			R square	ตัวแปร	Factor Loading TPACK-S			R square
	Beta	b(SE)	FS			Beta	b(SE)	FS	
Sex	.108**	.039(.016)	.094	.012	SK	.777**	.428	1.017	.604
Age	-.169**	-.124(.039)	-.053	.029	CK	.557**	.293(.012)	.097	.310
GPAX	-.009	-.003(.011)	-.001	.000	PK	.654**	.354(.014)	.502	.428
Major	-.304**	-1.58(.432)	-.015	.093	TK	.861**	.459(.019)	.084	.742
Level	.024	.011(.016)	.031	.001	PCK	.592**	.321(.015)	-1.402	.350
Tech	-.011	-.005(.017)	-.023	.000	PCK-S	.731**	.404(.015)	.086	.534
ตัวแปรผล TPACK-S				R	TCK-S	.965**	.559(.021)	.504	.931
ตัวแปรเหตุ		**ขนาดอิทธิพล**		square	TPK	.923**	.512(.02)	.118	.852
ภูมิหลัง		-.798**(.205)		.060	TPK-S	.941**	.566(.022)	.156	.885
Sex		-0.086**			TPACK	.960**	.534(.02)	.570	.921
Age		0.135**			TK-S	.913**	.579(.022)	-.150	.834
GPAX		0.007			CK-S	.610**	.341(.013)	-.516	.372
Major		0.243**			PK-S	.763**	.443(.017)	.510	.582
Level		-0.019			TPACK	.960**	.534(.02)	.570	.921
Tech		0.009			TPACK-S	.949**	.523(.02)	.393	.900
					TCK	.917**	.523(.02)	.159	.841

Chi-Square = 15.584; df = 138; p-value = .219; RMSEA =.00929; GFI = .987; AGFI = .978; RMR = . .0130; CFI = .997; NNFI = 1.000



ภาพที่ 4.6 โมเดลภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอสในภาพรวม

2.3.3 การเปรียบเทียบตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำเปรียบเทียบตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอสระหว่างวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์เอสอีเอ็ม การวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีพบว่า ตัวแปรเพศและอายุส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรภูมิหลังที่พบว่าไม่สอดคล้องกับระหว่างสองวิธี โดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพบว่าตัวแปรการใช้เทคโนโลยีส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส และการวิเคราะห์เอสอีเอ็มพบว่าตัวแปรกลุ่มสาขาวิชาต่อความรู้ทีแพค-เอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณตัวแปรภูมิหลังสามารถอธิบายความรู้ทีแพค-เอสได้ร้อยละ 25.6 แต่วิธีการวิเคราะห์เอสอีเอ็มสามารถอธิบายได้เพียงร้อยละ 6 เท่านั้น รายละเอียดดังตาราง 4.30

ตาราง 4.30 ผลการเปรียบเทียบตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

ตัวแปรเหตุ	**ตัวแปรผล** TPACK-S	
	วิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ	**การวิเคราะห์เอสอีเอ็ม**
ภูมิหลัง		-.798**(.205)
Sex	-.146**	-.086**
Age	.094**	.135**
GPAX	.043	.007
Major	.021	.243**
Level	-.057	-.019
Tech	.045**	.009
R Square	.295	.060

<u>สรุป</u> ตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลให้นิสิตนักศึกษาครูมีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสแตกต่างกัน ได้แก่ เพศ อายุ สาขาวิชา และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยี โดยเพศชายมีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่าเพศหญิง อายุที่มากขึ้นส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสมากกว่าอายุน้อย กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่ากลุ่มวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและธุรกิจศึกษา และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสแตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องเครื่องมือและโมเดลการวัดทีแพค-เอสของนิสิตนักศึกษาครู: การพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลแข่งขัน มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดเอส-ทีแพค 3) เพื่อตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบ ความแตกต่างของโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่เป็นโมเดลแข่งขัน และ 4) ศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดทีแพค ความหมาย หลักการ และแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามและโมเดลการวัดกรอบแนวคิดทีแพค-เอสจำนวน 4 โมเดล คือ โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ และโมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตนักศึกษาครู คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐจำนวน 11 มหาวิทยาลัย ตัวอย่าง คือ นิสิตนักศึกษาครู คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐชั้นปีที่ 5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน การเลือกสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น โดยกำหนดคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมหาวิทยาลัยทั้งในและนอกกำกับของรัฐมหาวิทยาลัยออกเป็น 4 ภาค คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สุ่มนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4-5 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน โดยการสุ่มอย่างง่าย จาก 4 ภาค ภาคละ 225 คน รวมทั้งสิ้น 900 คน

เครื่องมือวิจัย คือแบบวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสจำนวน 15 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบวัดเป็นระดับคะแนนจากแบบสอบที่เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตามการรับรู้ของนิสิตนักศึกษาครู โดยเครื่องมือมีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีอำนาจจำแนกในระดับสูง มีความตรงตามเนื้อหา และโมเดลการวัดมีตรงเชิงโครงสร้าง

สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย คือ สถิติบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน โดยใช้โปรแกรม SPSS การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง โดยใช้โปรแกรม LISREL

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตอนที่สอง เป็นผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น**

ในตอนนี้นำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลัง และ 2) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างจำนวน 1,058 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 894 คน (ร้อยละ 84.50) มีอายุตั้งแต่ 21-28 ปี มีเกรดเฉลี่ยรวม 3.00-3.49 จำนวน 587 (ร้อยละ 55.48) สถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่ภาคกลาง รองลงมา คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ สาขาวิชาที่ศึกษา คือ กลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ จำนวน 653 คน (ร้อยละ 61.72) กลุ่มสาระหลักที่สอนส่วนใหญ่สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ สังคมศึกษา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระสุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ คอมพิวเตอร์ จิตวิทยาและการแนะแนว ระดับชั้นที่ตัวอย่างส่วนใหญ่สอนระดับมัธยมศึกษา รองลงมา คือ ระดับประถมศึกษาและอนุบาล

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้จำนวน 180 ตัว พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีลักษณะการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ กล่าวคือ มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่ง มีการกระจายไม่แตกต่างกันมาก

2. **ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์**

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นตามลักษณะข้อมูลทั้ง 15 องค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.887 ถึง 3.712 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก มีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างน้อย การแจกแจงค่อนข้างเบ้ซ้ายและโด่งมากกว่าโค้งปกติ

สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ คือ

2.1 ผลการพัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถพัฒนาโมเดลการวัดที

แพค-เอสได้จำนวน 4 โมเดลซึ่งมีลักษณะเป็นการวัดองค์ประกอบหลายอันดับเป็นโมเดลที่ประยุกต์มาจากกรอบแนวคิดทีแพคเดิมที่พัฒนาโมเดลการวัดความรู้ทีแพคโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและนำองค์ประกอบที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 1 จึงส่งผลให้ตัวแปรแฝงไม่ครบถ้วนตามกรอบแนวคิดทีแพค โดยแต่ละโมเดลมีลักษณะเด่นและหลักคิดในการสร้างดังต่อไปนี้

โมเดลที่ 1 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่ใช้เทคโนโลยีเป็นหลัก มีจุดเด่นที่เป็นโมเดลการวัดองค์ประกอบอันดับที่ 4 มีลักษณะง่ายในการวัดเพราะมีเพียง 4 องค์ประกอบหลัก และยังสามารถให้สารสนเทศเกี่ยวกับความรู้ทั้ง 7 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทีแพคเดิมที่ Mishra และ Kohler เป็นผู้พัฒนาขึ้น

โมเดลแข่งขันที่ 2 โมเดลการวัดทีแพค-เอสตามแนวคิดทีแพคเดิมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีจุดเน้นที่การให้ความสำคัญกับความรู้ของครูในด้านการจัดการเรียนการสอนของครูที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางกับความรู้ด้านเนื้อหา มีลักษณะง่ายในการวัดเพราะมีเพียง 4 องค์ประกอบหลัก

โมเดลแข่งขันที่ 3 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 4 ตัวแปรแฝงและ 14 องค์ประกอบ มีลักษณะเป็นโมเดลการวัดองค์ประกอบอันดับที่ 3 มีจุดเด่นที่มีการวัดทีแพค-เอส เกิดจากการนำความรู้ตามองค์ประกอบหลักจำนวน 4 องค์ประกอบ คือ ความรู้ด้านนักเรียน ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้วิชาครู และความรู้ด้านเทคโนโลยี

โมเดลแข่งขันที่ 4 โมเดลการวัดทีแพค-เอสจำนวน 15 ตัวแปรแฝงและ 15 องค์ประกอบ มีลักษณะเป็นโมเดลการวัดองค์ประกอบอันดับที่ 2 มีจุดเด่นที่มีการวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสจากทั้ง 15 องค์ประกอบหลัก

2.2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส มีลักษณะของเครื่องมือและผลการตรวจสอบ ดังนี้

2.2.1 ลักษณะของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

เครื่องมือการวัดทีแพค-เอสพัฒนาขึ้นจากเครื่องมือวัดความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค ซึ่งมีความหมายและองค์ประกอบที่แตกต่างจากเดิม สามารถวัดความรู้ของครูได้ครอบคลุมทุกมิติ โดยเฉพาะความรู้ด้านนักเรียน โดยเครื่องมือการวัดทีแพค-เอสนี้ประกอบด้วยความรู้จำนวน 15 องค์ประกอบ

2.2.2 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ

ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติของเครื่องมือวัดความรู้ทีแพค-เอสจากข้อมูลที่

ได้จากแบบสอบถามฉบับทดลองและฉบับจริง มีรายละเอียด ดังนี้

1) ความเที่ยง

ค่าความเที่ยงที่ได้จากแบบสอบถามที่ทดลองใช้มีค่าระหว่าง .499 - .872 และแบบสอบถามที่ใช้จริงมีค่าระหว่าง .652-.894 จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงขึ้นเพราะจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือมีเพียง 135 คน แต่ตัวอย่างที่ใช้จริงมีจำนวน 1,035 คน ซึ่งมีความแตกต่างกันจำนวน 8 เท่า ย่อมส่งผลให้ข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างจริงมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองเครื่องมือ

2) การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อ

การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อของข้อมูลจากแบบสอบถามที่ทดลองใช้และแบบสอบถามที่ใช้จริง พบว่า ทุกข้อคำถามสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าจำนวนตัวอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบอำนาจจำแนกแต่อย่างใด

3) การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

การตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ที่ได้จากการทดลองเครื่องมือและเก็บจริง พบว่าทุกข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมผ่านเกณฑ์ 0.3 แสดงว่าจำนวนตัวอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมแต่อย่างใด

4) ความตรงเชิงโครงสร้าง

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองเครื่องมือและเก็บจริงมีความตรงเชิงโครงสร้าง โดยบางองค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบและลำดับของน้ำหนักใกล้เคียงกัน

2.3 ผลการตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอส ที่เป็นโมเดลแข่งขัน พบว่าทุกโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง รายละเอียดดังนี้

2.3.1 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล

โมเดลทั้งสี่มีความตรงสูง เนื่องจากการพัฒนาโมเดลการวัดเป็นการพัฒนาบนพื้นฐานความรู้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสร้างเครื่องมือตามหลักการวัดเป็นปัจจัยสำคัญให้โมเดลการวัดมีความตรงตามหลักวิชาสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาโมเดลของ Hair และคณะ (2010) อย่างไรก็ดี โมเดลการวัดที่พัฒนาขึ้นจะมีความตรง แต่มีความยุ่งยากในการตรวจสอบความตรง เพราะโมเดลมีความซับซ้อนในการวัดเนื่องจากเป็นโมเดลการวัดหลาย

ลำดับ จึงอาจเป็นอุปสรรคในการนำโมเดลไปใช้ในการปฏิบัติได้ สำหรับผู้วิจัยที่มีความเชี่ยวชาญทางสถิติในระดับน้อยอาจใช้วิธีการตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็น 2 ตอน คือ ตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดตัวบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบก่อน แล้วสร้างองค์ประกอบใหม่จากจากตัวบ่งชี้แล้วจึงตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอส

2.3.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน

ผลการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างโมเดลการวัดทั้งสี่พบว่า โมเดลแข่งขันที่สี่มีค่าไคร์สแควร์สัมพัทธ์ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.0599 รองมาคือ โมเดลที่ 3 โมเดลที่ 2 และโมเดลที่ 1 ค่าไคร์สแควร์สัมพัทธ์ เท่ากับ 1.0610, 1.2700, 1.3040 ตามลำดับแสดงว่า โมเดลการวัดองค์ประกอบอันดับที่สองที่ประกอบด้วยตัวแปรแฝงและข้อคำถามครบทุกองค์ประกอบมีคุณภาพดีที่สุด แต่ในทางปฏิบัตินั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีจำนวนมากถึง 180 ข้อซึ่งผู้ทำแบบสอบถามต้องใช้เวลาในการทำค่อนข้างมาก อาจส่งผลให้ได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง แต่โมเดลที่ 1 และโมเดลที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่ใช้ในการวัดความรู้เพียง 4 องค์ประกอบ 16 มิติ จำนวน 48 ข้อคำถาม เป็นข้อคำถามแบบสั้นกระชับ ใช้เวลาในการทำน้อย ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบได้ตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น

2.4 ศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์เอสอีเอ็ม

ผลการวิจัยพบว่า 1) การวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ เพศ อายุ และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสแตกต่างกัน แสดงว่า เพศชายมีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่าเพศหญิง อายุและประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนที่มากขึ้นส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสสูงขึ้น 2) การวิเคราะห์เอสอีเอ็ม พบว่า เพศ อายุ และกลุ่มสาขาส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสแตกต่างกัน แสดงว่า เพศชายมีความรู้ทีแพค- เอสสูงกว่าเพศหญิง อายุที่มากขึ้นส่งผลให้มีความรู้ทีแพค-เอสมากกว่าอายุน้อย และกลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มีความรู้ทีแพค-เอสสูงกว่ากลุ่มวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและธุรกิจศึกษา การวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีพบว่า ตัวแปรเพศและอายุส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรภูมิหลังที่พบว่าไม่สอดคล้องกับระหว่างสองวิธี โดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพบว่าตัวแปรการใช้เทคโนโลยีส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส และการวิเคราะห์เอสอีเอ็มพบว่าตัวแปรกลุ่มสาขาวิชาต่อความรู้ทีแพค-เอส อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ส่วนวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณตัวแปรภูมิหลังสามารถอธิบายความรู้ที่แพค-เอสได้ร้อยละ 25.6 แต่วิธีการวิเคราะห์เอสอีเอ็มสามารถอธิบายได้เพียงร้อยละ 6 เท่านั้น

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งประเด็นการอภิปรายออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตอนที่ 2 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัยจำนวน 4 ข้อ และเพิ่มการอภิปรายผลข้อจำกัดในการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ในตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายเป็น 2 ประเด็น คือ ความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร และลักษณะการแจกแจงของตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความเป็นตัวแทนประชากรที่ดีของตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้ ตัวอย่างร้อยละ 84.50 เป็นเพศหญิง มีอายุตั้งแต่ 21-28 ปี ร้อยละ 55.48 มีเกรดเฉลี่ยรวม 3.00-3.49 ร้อยละ 32.70 สถานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่ภาคกลาง ร้อยละ 61.72 ศึกษาอยู่ในกลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ร้อยละ 26.07 สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 34.22 สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งสะท้อนสัดส่วนของนิสิตนักศึกษาครูตามที่เป็นจริงแต่ขาดความเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเอสอีเอ็ม ซึ่งต้องการให้หน่วยตัวอย่างในแต่ละประเภทเท่าเทียมกัน ผลการวิเคราะห์ที่ได้นี้อาจจะสอดคล้องตรงกับต่อค่าพารามิเตอร์ของประชากร แต่อาจจะขาดความเหมาะสมในการเปรียบเทียบน้ำหนักของตัวบ่งชี้ในการวัดตัวแปรตามหลักเอสอีเอ็ม (Jöreskog & Sörbom, 1996; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ซึ่งเน้นย้ำการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้น ต้องมีหน่วยในตัวอย่างแต่ละชั้นเท่ากัน อย่างไรก็ดี ความแตกต่างของอายุและกลุ่มสาขาไม่ต่างกันมากจึงมีเหตุพอเชื่อได้ว่าน่าจะไม่ทำให้ผลการวิจัยขาดความน่าเชื่อถือ แต่มีความแตกต่างกันระหว่างภูมิภาคจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่เสนอไว้ในบทที่ 4 อย่างไรก็ดีควรมีการวิเคราะห์ต่อเนื่องว่าโมเดลการวัดทีแพค-เอสนี้ไม่แปรเปลี่ยน (invariance) ระหว่างเพศ และภูมิภาค (Teo, Lee, Chai, & Wong, 2009; Du & Tang, 2005)

1.2 ลักษณะการแจกแจงของตัวแปร

ตัวแปรสังเกตได้จำนวน 180 ตัวมีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ ส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและค่อนข้างโด่ง การที่ได้ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ ดูจะเป็นธรรมชาติของตัวแปรในการวิจัยที่รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเอสอีเอ็ม เนื่องจากผู้ตอบ

แบบสอบถามส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะตอบในระดับปานกลางถึงค่อนข้างมาก ทำให้ลักษณะการแจกแจงเป็นแบบเบ้ซ้าย Hair และคณะ (2010) ได้ให้ความเห็นที่สอดคล้องกันว่าผลการตรวจสอบความเป็นโค้งปกติของตัวแปรที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov มักจะพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน คือ ตัวแปรไม่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ เนื่องจากสถิติดังกล่าวมีความไวต่อขนาดตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่มากเท่าไรก็มีโอกาสที่จะทำให้ปฏิเสธสมมติฐานได้เสมอ แต่เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างขนาดใหญ่มากถึง 1,058 คนจึงทำให้ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นไม่รุนแรงและยังคงสามารถใช้ผลการวิจัยได้อย่างมีความแกร่ง (Jöreskog & Sörbom, 1996)

ตอนที่ 2 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย

ในตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายตามวัตถุประสงค์ จำนวน 4 ข้อ แยกเสนอเป็น 4 ประเด็น รวมกับการอภิปรายข้อจำกัดในการวิจัยอีกจำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 5 ข้อมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาโมเดลทีแพค-เอส (TPACK-S) ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ผลการพัฒนาโมเดลทีแพค-เอสได้จำนวน 4 โมเดล คือ โมเดลที่ 1 โมเดลที่สร้างจากแนวคิดทีแพคของ Mishra และ Kohler โมเดลที่ 2 ที่เกิดจากการปรับโมเดลที่ 1 โดยเพิ่มตัวบ่งชี้ด้านนักเรียน โมเดลที่ 3 เป็นการสร้างโมเดลโดยยึดองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ คือ ความรู้ด้านนักเรียน เนื้อหา วิชาครู และเทคโนโลยี ตามแนวคิดของการพัฒนาโมเดลการวัดเจตคติตามหลักจิตวิทยา โมเดลที่ 4 เป็นการพัฒนาโมเดลการวัดตามแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบลำดับที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรทั้ง 15 องค์ประกอบ ผลการวิจัยดังกล่าวนี้มีประเด็นการอภิปราย 2 ประเด็น ดังนี้

2.1.1 ความสมบูรณ์ในการพัฒนาโมเดลการวัดทีแพค-เอส

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีการพัฒนาโมเดล 3 แบบ คือ 1) การพัฒนาโมเดลที่เป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี โดยไม่มีการตรวจสอบความตรงของโมเดลจากข้อมูลเชิงประจักษ์ (Koehler, Mishra & Yahya, 2007; Angeli & Valanides, 2009; Hsu, 2012; Polly, Mims, Shepherd, & Inan, 2010; Jaipal & Figg, 2010; Kafyulilo, 2010; Schmidt, Sahin, Thompson & Seymour, 2008; Jang, 2010; Sachau & Ku, 2012; Groth, Spickler, Bergner, & Bardzell, 2009) 2) การพัฒนาโมเดลการวัดโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Archambault & Barnett, 2010; Jones, Adelson, & Archambault, 2011; Chai, Koh, Tsai, & Lee, 2011; Koh, Chai, & Tsai,

2010; Landry, 2010; Lee & Tsai, 2010; Lux, 2011; Sahin, 2011; Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler, & Shin, 2009) 3) การพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทีแพค (Chai, 2011) ด้วยการวิเคราะห์เอสอีเอ็ม จะเห็นว่าการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาโมเดลตามวิธีที่ 2 เท่านั้น แต่เพิ่มการตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลโดยการนำผลการวัดไปวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้ทีแพค-เอสระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน ถึงแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะใช้เพียงวิธีการเดียวแต่ผลการวิจัยก็มีความสมบูรณ์ เพราะวิธีที่ 1 เป็นเพียงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และวิธีที่ 3 เป็นไปไม่ได้ตามหลักการวัดตัวแปรแฝง (Jöreskog & Sörbom, 1996) นอกจากนี้ผลการวิจัยครั้งนี้ยังมีความสมบูรณ์ในแง่ของการนำเสนอการวัดที่เป็นนวัตกรรมให้เหมาะกับการจัดการศึกษาของไทยที่เน้นเรื่องการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางจึงทำให้ได้โมเดลทีแพค-เอสมีองค์ประกอบเพิ่มมากกว่าโมเดลทีแพคของ Mishra และ Koehler

นอกจากนี้โมเดลที่ 2 ยังมีลักษณะพิเศษที่แยกความรู้ของนิสิตนักศึกษาครูออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา และ 2) ความรู้ด้านวิชาครูที่เน้นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางที่เกิดจากการรวมความรู้ด้านวิชาครู เทคโนโลยี และนักเรียน โดยโมเดลนี้มีความสมเหตุสมผล ตามหลักการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ของ ทิศนา แขมมณี (2553) ส่วนโมเดลที่ 4 เป็นโมเดลการวัดเต็มรูปที่ใช้ทุกองค์ประกอบในการวัด แต่จะมีปัญหาในทางปฏิบัติ เนื่องจากแบบสอบถามมีจำนวน 180 ข้อซึ่งมีความยาวมาก และประเด็นที่น่าสนใจศึกษาต่อไป คือ ถ้าวัดโมเดลโดยใช้องค์ประกอบหลักจำนวน 4 องค์ประกอบ โดยไม่มีองค์ประกอบบูรณาการ 11 องค์ประกอบร่วม จะได้ผลการวิจัยแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยจะวางแผนดำเนินการต่อไป และนำมาเปรียบเทียบกันในฐานะที่เป็นโมเดลลดรูปเปรียบเทียบระหว่างแบบสอบถามแบบสั้นและแบบยาว

2.2 การอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ (psychometric property) ของเครื่องมือวัดทีแพค-เอส

ผลการวิจัยพบว่าตัวบ่งชี้ทั้ง 15 ตัวในโมเดลการวัดทีแพค-เอสมีค่าความเที่ยงผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง .652-.894 โดยองค์ประกอบที่มีค่าความเที่ยงน้อยกว่า 0.6 คือ องค์ประกอบ TCK PCK-S TPACK และ TPACK-S ผลการตรวจสอบความตรง พบว่า ทุกองค์ประกอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง แต่ในองค์ประกอบ SK และ TK มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำกว่า 0.5 และค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ต่ำในองค์ประกอบ TK TCK และ TPK ผลการวิจัยดังกล่าวแม้จะแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีคุณภาพน่าพอใจแต่ยังมีจุดอ่อนที่ต้องปรับปรุงอีก 2-3 ประเด็น คือ ด้านการวัดตัวบ่งชี้บางมิติของ TCK PCK-S TPACK และ TPACK-S ด้านการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของ

องค์ประกอบพิจารณา SK และ TK และค่าค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ในองค์ประกอบ TK TCK และ TPK ผลการวิจัยดังกล่าวมีประเด็นอภิปรายได้จำนวน 3 ประเด็น ดังนี้

2.2.1 **ความล้า/ความเหนื่อยในการตอบแบบสอบถามที่มีความยาวสูง**

เนื่องจากแบบสอบถามนี้มีข้อคำถามจำนวน 180 ข้อ ความยาวมากถึง 9 หน้ากระดาษ A4 ใช้เวลาทำ 40 นาที ในขณะที่การรวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่ผู้วิจัยได้รับอนุญาตให้เก็บรวบรวมข้อมูลเพียง 30 นาทีทำให้นิสิตที่เป็นตัวอย่างมีความรีบเร่งและเหนื่อยล้า หลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงความไม่สมบูรณ์ในการตั้งใจตอบแบบสอบถาม ดังเห็นได้จากได้แบบสอบถามที่ต้องคัดออกมากถึง 188 ชุด คิดเป็นร้อยละ 15.16 ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืน ดังนั้นหากมีการวิจัยในครั้งต่อไปน่าต้องใช้กลไกการเก็บรวบรวมข้อมูลและประสานงานโดยใช้เวลาในการตอบนานมากขึ้น หรือวิธีการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน หรืออาจใช้วิธีการสร้างแบบสอบถามแบบสั้นที่มีความย่อหย่อนทางด้านคุณภาพลงเล็กน้อยแต่ขนาดความยาวของแบบสอบถามสั้นมากอย่างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต้องมีการวิจัยต่อไปว่าแบบสอบถามแบบสั้นควรมีลักษณะเช่นไร

2.2.2 **ความซับซ้อนของข้อคำถามในแบบสอบถาม**

เนื่องจากตัวบ่งชี้ทั้ง 15 ตัวในโมเดลทีแพค-เอสประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ตัวบ่งชี้ คือ SK CK PK และ TK และเป็นตัวบ่งชี้บูรณาระหว่าง 2 ตัวบ่งชี้จำนวน 6 ตัว ได้แก่ PCK TCK TPK TK-S PK-S CK-S และเป็นตัวบ่งชี้ที่เกิดจาการบูรณาการตัวบ่งชี้หลัก 3 ตัวบ่งชี้อีกจำนวน 4 ตัว ได้แก่ TPACK PCK-S TCK-S TPK-S ตัวบ่งชี้บูรณาการ 2 และ 3 ชั้นเป็นข้อความที่สอบถามมากกว่า 2 ประเด็นซึ่งผิดหลักการสร้างแบบสอบถาม (Kerlinger, 1979) ยิ่งไปกว่านั้นลักษณะของข้อความเป็นการคิดให้ประเด็นหนึ่งไปบูรณาการเชื่อมโยงไปอีกประเด็นหนึ่ง เช่น ข้อคำถามของ TPK คือ “ศึกษาและเปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีเดิมและใหม่ก่อนนำไปใช้” ข้อคำถาม CK-S คือ “ใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาในบทเรียนเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสร้างกลยุทธ์การแก้ปัญหา” และข้อคำถาม PCK-S คือ “ใช้ผลการวิจัยด้านกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาที่ยาก/ง่ายต่างกันช่วยในการจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่เหมาะสมกับความสามารถ” จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าข้อความในแบบสอบถามบางส่วนมีความซับซ้อนและยากต่อการตอบ ผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิบางท่านที่ระบุว่าแบบสอบถามมีความยากเกินกว่าความสามารถของนิสิตนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีจะสามารถตอบได้ ดังนั้นหากจะมีการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวัดอาจจะมีการปรับรูปแบบของเครื่องมือวิจัยเป็นการสร้างสถานการณ์และมีคำตอบให้เลือกตอบที่สะท้อนพฤติกรรมที่ซับซ้อนดังกล่าว โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบข้อคำถามได้ง่ายและไม่ซับซ้อน

2.2.3 ความไม่เฉพาะเจาะจงของข้อคำถามในรายวิชา

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างประกอบด้วยนิสิต/นักศึกษาทุกหลักสูตร ได้แก่สาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ธุรกิจ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่สามารถสร้างแบบสอบถามที่มีเนื้อหาสาระเจาะจงเฉพาะหลักสูตรได้ ทำให้ข้อคำถามมีลักษณะค่อนข้างกว้างที่ใช้ได้กับทุกหลักสูตร ลักษณะของการสร้างแบบสอบถามนี้เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยเพื่อการวัดและการพัฒนาปัจจัยเชิงสาเหตุของความรู้ทีแพค-เอสในภาพรวม หากจะมีการนำไปใช้เฉพาะกลุ่มหลักสูตรควรมีการพัฒนาและปรับข้อคำถามให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของหลักสูตรนั้น เช่น การวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความรู้ด้านทีแพคของครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา (Laundry, 2010) เป็นต้น

2.3 การอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อตรวจสอบความตรงและเปรียบเทียบความแตกต่างของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลแข่งขัน

ผลการวิจัยพบว่า โมเดลแข่งขันทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดลเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ทางสถิติ พบว่าโมเดลที่ 4 เป็นโมเดลที่มีความตรงสูงที่สุด ($\boldsymbol{x}^2$= 1495.588; df = 1411; p-value = .0577; $\boldsymbol{x}^2$/df = 1.0599) รองลงมา คือ โมเดลที่ 3 ($\boldsymbol{x}^2$= 1543.215; df = 1454; p-value = .0511; $\boldsymbol{x}^2$/df = 1.0610) โมเดลที่ 2 ($\boldsymbol{x}^2$= 69.831; df = 55; p-value = .0859; $\boldsymbol{x}^2$/df = 1.2700) และโมเดลที่ 1 ($\boldsymbol{x}^2$= 78.22; df = 60; p-value = .053; $\boldsymbol{x}^2$/df = 1.3040) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าไคร์-สแควร์สัมพัทธ์ของทั้ง 4 โมเดล พบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย และผู้วิจัยคำนวณหาผลต่างของไคร์-สแควร์ ($\Delta\boldsymbol{x}^2$)และ df (Δdf) เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลมีค่าไคร์-สแควร์สัมพัทธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้โปรแกรมการคำนวณค่าสถิติของ Soper (2013) http://www.danielsoper.com/statcalc3/ calc.aspx?id=1 พบว่า โมเดลที่ 3 มีค่าความตรงไม่แตกต่างกับโมเดลที่ 4 และ โมเดลที่ 4 มีค่าความตรงไม่แตกต่างกับโมเดลที่ 1 รวมทั้งโมเดลที่ 1 ไม่แตกต่างกับโมเดลที่ 2 แสดงว่าโมเดลทั้ง 4 มีความตรงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผู้วิจัยตรวจสอบค่าไคร์-สแควร์วิกฤต (critical $\boldsymbol{x}^2$) ที่ df =1; p = .05 พบว่า $\boldsymbol{x}^2$ ที่จุดวิกฤตมีค่าเท่ากับ 3.8414 ซึ่งค่าไคร์-สแควร์สัมพัทธ์ของทั้ง 4 โมเดลมีค่าน้อยกว่า 3.8414 แสดงว่ามีหลักฐานยืนยันเพิ่มเติมว่าโมเดลทั้ง 4 มีความตรงทุกโมเดลและมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียด ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ผลการเปรียบเทียบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดล

โมเดลที่	x^2	df	P	Δx^2	Δdf	p
3	1543.2151	1454	.0511			
				47.727	43	.2865
4	1495.588	1411	.0577			
				1417.368	1351	.3286
1	78.22	60	.053			
				8.389	5	.1361
2	69.831	55	.0859			

ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ทางสถิตพบว่าโมเดลทุกโมเดลมีความตรงเท่าเทียมกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าที่เหลื่อมออกมาพบว่า โมเดลที่ 4 เป็นโมเดลที่ดีที่สุด เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์เชิงปฏิบัติพบว่า โมเดลที่ดีที่สุด คือ โมเดลที่ 1 และ 2 รองลงมาคือ โมเดลที่ 3 และ 4 เมื่อใช้เกณฑ์เชิงทฤษฎีและปฏิบัติพิจารณาความเหมาะสมของโมเดลพบว่า โมเดลที่เหมาะสมที่สุด คือ โมเดล 2

ผลการวิจัยดังกล่าวมีประเด็นที่ควรอภิปราย ดังนี้

2.3.1 ความเหมาะสมของโมเดล

เมื่อพิจารณาทั้ง 4 โมเดลจากค่าสถิติพบว่า โมเดลไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า โมเดลที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุดในเกณฑ์เชิงทฤษฎีและปฏิบัติ เพราะโมเดลมีความสอดคล้องกับหลักการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ของทิศนา แขมมณี (2553) ที่ระบุว่าครูต้องมีความรู้หลัก 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระที่ใช้ในการสอน และวิธีการสอนที่ประกอบด้วยความรู้เทคโนโลยีวิชาครู และนักเรียน และมีความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติเพราะมีการวัดจากตัวบ่งชี้เพียง 4 ตัว ส่งผลเครื่องมือมีความสั้น กระชับ และไม่ก่อให้ผู้ตอบเกิดความเหนื่อยหน่ายในการตอบ

ส่วนโมเดลที่ 4 ในทางสถิติมีค่าไคร์สแควร์สัมพัทธ์ต่ำที่สุด แต่ทางปฏิบัติพบว่ามีข้อคำถามที่มียาวมากและต้องใช้เวลาในการทำมาก แต่ยังไม่สามารถตัดสินได้ว่าโมเดลนี้จะเป็นโมเดลไม่ดีในเชิงปฏิบัติ เนื่องจากมีข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดในเรื่องความยาวและความซับซ้อนของข้อคำถาม ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปเมื่อพัฒนาเครื่องมือการวัดให้มีความสั้นกระชับแล้ว ควรตรวจสอบความตรงของโมเดลทั้ง 4 ใหม่อีกครั้ง

2.3.2 ความสมบูรณ์ของการใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงของโมเดล

ในการวิจัยนี้ตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลโดยใช้เกณฑ์ทางสถิติและเชิงปฏิบัติเพื่อพิจารณาโมเดลที่ดีที่สุด อาจจะยังไม่สมบูรณ์ เพราะเป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างว่าโมเดลมีความเหมาะสมหรือไม่ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบความตรงของตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลทั้ง 4 ได้ เนื่องจากโครงสร้างของทั้งสี่โมเดลต่างกัน ดังนั้นควรเพิ่มการตรวจสอบความตรงเชิง

โครงสร้างของตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลโดยใช้เทคนิคกลุ่มที่รู้ชัด (Knowgroup) ซึ่งควรมีการทำวิจัยโดยใช้เทคนิคดังกล่าวต่อไป

2.4 การอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อศึกษาความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดเอส-ทีแพคที่ดีที่สุดระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน

ในส่วนนี้ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความแตกต่างความรู้ตามโมเดลการวัดทีแพค-เอส ระหว่างนิสิตนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังด้านเพศ อายุ เกรดเฉลี่ยรวม กลุ่มสาขาวิชา ระดับชั้นที่สอน โดยใช้การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยเอสอีเอ็ม พบว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิง อายุ และกลุ่มสาขาวิชาส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส มีความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีประเด็นอภิปรายเรื่องตัวแปรที่ส่งผลและไม่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส จำแนกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

2.4.1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

ตัวแปรภูมิหลังที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอสเป็นไปตามกรอบแนวคิดจำนวน 2 ใน 3 คือ เพศ อายุ กลุ่มสาขาวิชา และประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Erdogan และ Sahin (2010) Koh และคณะ (2010) Lin Tsai Chai และ Lee (2012) ที่พบว่าเพศส่งผลต่อความรู้ทีแพค รวมถึงงานวิจัยของ Lin และคณะ (2012) ที่พบว่าตัวแปรอายุส่งผลต่อความรู้ทีแพค งานวิจัยของ Jang และ Tsai (2012) ที่พบว่าสาขาวิชาที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความรู้ทีแพคแตกต่างกัน แต่ผลการวิจัยดังกล่าวมีประเด็นที่น่าสังเกตว่ามีความลำเอียงในตัวแปรกลุ่มสาขาวิชา เพราะตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของตัวอย่าง พบว่าถ้ามีจำนวนตัวอย่างมากจะส่งผลต่อตัวแปรในระดับมาก (Hair, 2010)

2.4.2 ตัวแปรที่ไม่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

ตัวแปรที่ไม่ส่งผลตามกรอบแนวคิด คือ ตัวแปรระดับชั้นที่สอนและเกรดเฉลี่ยรวม ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Erdogan และ Sahin (2010) ที่พบว่าระดับชั้นที่สอนของครูส่งผลต่อความรู้ทีแพค ที่เป็นเช่นนี้เพราะตัวแปรระดับชั้นที่สอนและเกรดเฉลี่ยรวมมีความสัมพันธ์กับตัวแปรสาขาวิชาในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในระดับน้อย ซึ่งเป็นสาเหตุให้ตัวแปรดังกล่าวไม่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

2.4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอสในครั้งนี้ คือ ตัวแปรภูมิหลังเพียงตัวเดียว

ซึ่งถือว่าเป็นโมเดลที่ไม่มีความสมบูรณ์ แต่การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจเรื่องการพัฒนาเครื่องมือการวัดโดยสร้างโมเดลนี้ขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบความรู้โมเดลทีแพค-เอสที่มีภูมิหลังต่างกัน ดังนั้นการทำวิจัยในครั้งต่อไปควรพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ทีแพค-เอส

2.5 การอภิปรายข้อจำกัดในการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยอภิปรายข้อจำกัดการวิจัยจำนวน 3 ประเด็น ดังนี้

2.5.1 การติดต่อประสานงาน

ผู้วิจัยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงหลังการสอบกลางภาค ภาคเรียนที่ 2 เพราะเป็นช่วงที่นิสิตนักศึกษาครูมีความรู้ทีแพค-เอสเทียบเท่ากับครู แต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ความล่าช้าในการติดต่อประสานงานและความพร้อมของมหาวิทยาลัยที่ไม่สามารถให้เข้าไปเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีโอกาสได้เข้าไปสร้างเครือข่ายกับผู้ประสานงานของมหาวิทยาลัยไว้ล่วงหน้า ในการวิจัยครั้งต่อไปควรสร้างเครือข่ายกับผู้ประสานงานไว้ก่อนเพื่อความสมบูรณ์ของตัวอย่าง

2.5.2 ความไม่สมบูรณ์ของโมเดล

โมเดลการวัดทีแพค-เอสนี้เป็นโมเดลที่มีรากฐานมาจาก Koehler และ Mishra ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดพัฒนาเป็นโมเดลการวัดองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 โดยโมเดลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ใช้เวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก เพราะมีค่าไคร์สแควร์และ df ค่อนข้างสูง จึงเกิดข้อสังเกตว่าโมเดลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานี้ยังไม่ใช่โมเดลที่ดีที่สุด เพราะตามหลักการสร้างโมเดลที่ดีต้องไม่มี cross loading แต่โมเดลที่ 1 มี cross loading ระหว่างตัวแปรแฝง แต่ผู้วิจัยกลับพบว่าผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาค่าไคร์สแควร์สัมพัทธ์และเกณฑ์ความสอดคล้องกลมกลืนแล้ว โมเดลนี้ถือว่าเป็นโมเดลการวัดที่ดีที่สุดโมเดลหนึ่ง นอกจากนี้เวปไซต์ของ Koehlerและ Mishra (http://www.tpack.org) ได้ประกาศเชิญชวนให้นักวิจัย นักการศึกษา นิสิต/นักศึกษา นำกรอบแนวคิดทีแพคไปใช้ในการวิจัย เพื่อสำรวจ ตรวจสอบ และพัฒนากรอบแนวคิดนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ดังนั้นจึงยังไม่สามารถมั่นใจได้ว่ากรอบแนวคิดนี้มีความสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาด

2.5.3 ความซับซ้อนของโมเดล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีความซับซ้อนมาก เนื่องจากโมเดลทีแพค-เอสมีตัวแปรแฝงมากกว่า 8 ตัว และมีตัวอย่างจำนวนมาก ส่งผลให้การวิเคราะห์โมเดลมีความยาก การวิเคราะห์ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์โมเดลเล็กๆก่อนแล้วขยายโมเดลออกไปให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้เสียเวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไปควรรวมตัวแปรแฝงย่อยเป็น 1 ตัวแปรแฝงใหญ่ เช่น โมเดลที่ 2 เกิดจาการวัด ตัวแปรแฝง TPK-S ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรแฝง TK PK SK และแต่ละตัว

แปรแฝงแต่ละตัวยังประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้อีก 4 ตัว จึงควรรวมตัวแปรแฝง TK PK SK เป็นตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว คือ TPK-S จะส่งผลให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำกรอบแนวคิดทีแพค-เอสมากำหนดนโยบายในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการผลิตนิสิตนักศึกษาครูที่เหมาะสมกับยุคปฏิรูปการศึกษาในรอบทศวรรษที่สองของประเทศไทย รวมทั้งการพัฒนาครูประจำการให้มีความรู้ด้านวิชาครูที่ถูกต้องเหมาะสมกับการปฏิรูปการศึกษาในรอบทศวรรษที่สอง

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยต้นแบบที่มีการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดทีแพค-เอสที่เป็นโมเดลการแข่งขัน โดยนักการศึกษา นักวิจัย ผู้บริหาร ครู นิสิตนักศึกษาครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถนำแบบแผนการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาโมเดลและเครื่องมือวัดสำหรับตัวแปรอื่นๆทางการศึกษาต่อไปได้

2. โมเดลที่ 2 สามารถนำไปใช้ได้ดีในเชิงปฏิบัติเพราะประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหา วิชาครูและนักเรียน มีจำนวนเพียง 48 ข้อ ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่สั้นกระชับ ส่งผลให้ได้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่เกิดความเหนื่อยล้าและได้ข้อมูลตรงตามความเป็นจริง

3. การนำเครื่องมือการวัดทีแพค-เอสไปใช้นั้น ผู้วิจัยต้องอธิบายให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ ความสำคัญของการวิจัย และรายละเอียดของแบบสอบถามก่อน เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามลงมือทำด้วยความตั้งใจ เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามส่งคืนควรตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามทันทีเพื่อป้องกันการขาดหายของข้อมูล

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. ควรตรวจสอบโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างภูมิหลังที่แตกต่างกัน ได้แก่ เพศ สาขาวิชา และภูมิภาคของนิสิตนักศึกษาครู เพื่อตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวัด

2. เนื่องจากโมเดลการวัดทีแพค-เอสมีจำนวนข้อคำถามมากถึง 180 ข้อ ซึ่งส่งผลให้เกิดความล้าและเหน็ดเหนื่อยของผู้ตอบ จึงควรพัฒนาการวัดโมเดลโดยใช้องค์ประกอบหลักจำนวน 4 องค์ประกอบและไม่มีองค์ประกอบบูรณาการ 11 องค์ประกอบร่วม และนำมาเปรียบเทียบกันในฐานะที่เป็นโมเดลลดรูปเปรียบเทียบระหว่างแบบสอบถามแบบสั้นและแบบยาว

3. เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดทีแพค-เอสในเชิงสถิติและเชิงปฏิบัติพบว่าโมเดลที่ 2

มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งข้อคำถามประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความรู้ด้านนักเรียน เนื้อหา วิชาครู และเทคโนโลยี เพื่อให้สอดคล้องกับโมเดลการวัดทีแพค-เอสมากขึ้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับนักเรียนเพิ่มในความรู้ด้านเนื้อหา วิชาครู และเทคโนโลยี และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโมเดลแบบเดิมและโมเดลที่สร้างขึ้นใหม่ ว่าโมเดลใดเหมาะสมในการวัดทีแพค-เอสมากที่สุด

4. เนื่องจากแบบสอบถามนี้มีความยาวมาก ส่งผลให้ใช้เวลาตอบมากถึง 40 นาที ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไปควรใช้กลไกการเก็บรวบรวมข้อมูลและประสานงานโดยใช้เวลาในการตอบนานมากขึ้น หรือวิธีการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน หรืออาจใช้วิธีการสร้างแบบสอบถามแบบสั้น ซึ่งควรมีการวิจัยต่อไปว่าแบบสอบถามแบบสั้นต้องมีลักษณะเช่นไร

5. เนื่องจากแบบสอบถามมีข้อบกพร่องในเรื่องความยาวและความซับซ้อนของข้อคำถาม ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปนอกจากพัฒนาเครื่องมือการวัดให้มีความสั้นกระชับแล้ว ควรนำข้อมูลที่ได้ตรวจสอบและเปรียบเทียบความตรงของโมเดลทั้ง 4 ใหม่อีกครั้ง และพิจารณาว่าโมเดลการวัดใดมีความเหมาะสมในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติมากที่สุด

6. ควรมีการนำโมเดลทีแพค-เอสไปใช้กับนิสิตนักศึกษาครูเฉพาะกลุ่มหลักสูตร โดยทำการพัฒนาและปรับข้อคำถามการวัดทีแพค-เอสขึ้นใหม่ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของแต่ละหลักสูตร

7. ควรเพิ่มการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลการวัดทีแพค-เอสทั้ง 4 โมเดลโดยใช้เทคนิคกลุ่มที่รู้ชัด (Knowgroup) เพื่อพิจารณาว่าโครงสร้างของแต่ละตัวแปรแฝง โมเดลใดมีความเหมาะสมที่สุด

8. ควรพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความรู้ทีแพค-เอส เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ดังกล่าว รวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาครูและนิสิตนักศึกษาครูได้อย่างถูกต้อง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2012). *18 นโยบายหลักด้านการศึกษา*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.moe.go.th /websm/2012/apr/108.html [2555, 30 เมษายน]

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2546). “การประเมินจิตพิสัย” ใน การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพมหานคร.

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภาพร เจนสันติกุล. (2554). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: บทพิสูจน์ทางทฤษฎี. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี*. 22(1): 34-49.

บุญใจ ศรีสถิตนรากูร. (2547). ระเบียบวิธีการวิจัยทางการพยาบาลศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ยูแอนด์ไอ อินเตอร์มีเดีย.

ราชบัณฑิตสถาน. (2553). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตสถาน*.กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอเดียสแควร์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภมาส อังศุโชติ สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2552). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

อวยพร เรืองตระกูล. (2553). *สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ I*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Abrami, P., d’Apollonia, S., &Rosenfield, S. (2007). The Dimensionality of Student Ratings of Instruction: What We Know and What We Do Not*. *The scholarship of teaching and learning in higher education: An evidence-based perspective*, 385-456.

Aldunate, R., & Nussbaum, M. (2013). Teacher adoption of technology. *Computers in Human Behavior*. 29(3): 519-524.

Aldridge, J. M., Fraser, B. J., Bell, L., & Dorman, J. (2012). Using a new learning environment questionnaire for reflection in teacher action research. *Journal of Science Teacher Education.* 23(3): 259-290.

Association of Mathematics Teacher Educators [AMTE]. (2006). *Preparing Teachers To Use Technology To Enhance The Learning Of Mathematics*. [Online]. Avaliable from:http://www.amte.net/sites/all/themes/amte/resources/AMTETechnologyPositionStatement.pdf [2012, 19 May]

Angeli, C. (2005). Transforming a teacher education method course through technology: Effects on preservice teachers' technology competency. *Computers & Education.* 45(4): 383-398.

Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for theconceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*. 52(1): 154-168.

Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. [Online]. Avaliable from: http://www.citejournal.org/vol9/iss1/general/article2.cfm. [2012, 10 January]

Archambault, L. M., & Barnett, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers & Education*. 55(4): 1656-1662.

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching What Makes It Special? *Journal of teacher education*, 59(5): 389-407.

Barrs, K. (2012). ACTION RESEARCH FOSTERING COMPUTER-MEDIATED L2 INTERACTION BEYOND THE CLASSROOM. *About Language Learning & Technology*. 16: 10-25.

Beatty, I. D. (2005). Transforming student learning with classroom communication systems. *Educause Center for Applied Research {(ECAR)} Research Bulletin*.

Ben-Peretz, M. (2011). Teacher knowledge: What is it? How do we uncover it? What are its implications for schooling? *Teaching and teacher education.* 27(1), 3-9.

Bersh, L. C., Benton, P., Lewis, A., & McKenzie-Parrales, M. (2012). Action Research for Improving At-Risk Students' Literacy Skills: The professional development of three Florida teachers through their journeys integrating technology, poetry and multiculturalism for literacy intervention. *ie: inquiry in education.* 2(2): 2.

Brown, J. K. (2008). Student-centered instruction: Involving students in their own education. *Music Educators* Journal. 94(5): 30-35.

Brush, T., & Saye, J. (2000). Implementation and evaluation of a student-centered learning unit: A case study. *Educational Technology Research and Development.* 48(3): 79-100.

Carmona, C., Castillo, G., & Millán, E. (2007). *Discovering student preferences in e-learning.* Paper presented at the Proceedings of the international workshop on applying data mining in e-learning.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., & Carey, D. A. (1988). Teachers' pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*: 385-401.

Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society*. 13(4): 63-73.

Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. C., & Lee, W. T. L. (2011). Modeling primary school preservice teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education.* 57(1): 1184-1193.

Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2011). Exploring the Factor Structure of the Constructs of Technological, Pedagogical, Content Knowledge (TPACK). *Asia-Pacific Education Researcher.* 20(3): 595-603.

Chen, R.-J. (2010). Investigating models for preservice teachers' use of technology to support student-centered learning. *Computers & Education, 55*(1), 32-42.

Cornelius-White, J. H. D. (2009). Learner-Centered Instruction Instruction Theoretical Roots, Quantitative Research, and Practical Applications. [Online]. Avaliable from: http://ctl.univie.ac.at/ fileadmin/user_upload/elearning/Learner Centered_Instruction_Building_ Relationships1_03.07.2009.pdf [2012, 12 January]

Cox, M. J., & Marshall, G. (2007). Effects of ICT: do we know what we should know? *Education and Information Technologies.* 12(2): 59-70.

Cox, S. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge.* Doctor of Philosophy, BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY. Available from ProQuest Dissertations and Theses.

Dabbagh, N. & Kitsantas, A. (2004). Supporting Self-Regulation in Student-Centered Web-Based Learning Environments. *International Journal on E-Learning*, 3(1): 40-47. Norfolk, VA: AACE. [Online]. Available from http://www.editlib.org/p/4104. [2011, 10 April]

Dawson, K. (2012). Using action research projects to examine teacher technology integration practices. *Journal of Digital Learning in Teacher Education.* 28(3): 117-124.

Dragon, T., Floryan, M., Woolf, B., & Murray, T. (2010). *Recognizing dialogue content in student collaborative conversation.* Paper presented at the Intelligent Tutoring Systems.

Du, L., & Tang, T. L.-P. (2005). Measurement invariance across gender and major : The love of money among university students in People's Republic of China. *Journal of Business Ethics.* 59(3): 281-293.

Echevarria, J., & Graves, A. W. (2007). *Sheltered content instruction: Teaching English-language learners with diverse abilities*: Pearson Allyn and Bacon.

Erdogan, A., & Sahin, I. (2010). Relationship between math teacher candidates' Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2(2): 2707-2711.

Even, R. (1993). Subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge: Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal for Research in Mathematics Education*: 94-116.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods.* 39: 175-191.

Gao, P., Tan, S., Wang, L., Wong, A., & Choy, D. (2011). Self reflection and preservice teachers' technological pedagogical knowledge: Promoting earlier adoption of student-centred pedagogies. *Australasian Journal of Educational Technology.* 27(6): 997-1013.

Gimba, M. B. W. (2012). Teacher Capacity Building and Classroom Assessment for Sustainable Student Learning. *Journal of Educational and Social Research*, 91.

Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK).*Computers & Education.* 57(3): 1953-1960.

Groth, R., Spickler, D., Bergner, J., & Bardzell, M. (2009). A qualitative approach to assessing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher* Education. 9(4): 392-411.

Hair, J. F., Black, W.C., Babin, B.J. & Anderson, R.E. (2010). *Multivariate data analysis:A global Perspective (7th Edition)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Hashimoto-Martell, E. A., McNeill, K. L., & Hoffman, E. M. (2012). Connecting Urban Youth with their Environment: The Impact of an Urban Ecology Course on Student Content Knowledge, Environmental Attitudes and Responsible Behaviors. *Research in Science Education.* 42(5): 1007-1026.

Heritage, M. (2007). What Do Teachers Need to Know and Do? *Phi Delta Kappan, 89*(2), 140-145.

Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*. 55(3): 223-252.

Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education,* 39(4): 372.

Hopson, M. H., Simms, R. L., & Knezek, G. A. (2002). Using a technology-enriched environment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in Education,* 34(2): 109-120

Hsu, P. S. (2012). Examining the impact of educational technology courses on pre-service teachers' development of technological pedagogical content knowledge. *Teaching Education.* 23(2): 195-213.

International Society for Technology in Education [ISTE]. (2008). *National Educational Technology Standards for Teachers*. [Online]. Avaliable from: http://www.iste.org/standards/nets-for-teachers/nets-for-teachers-2008.aspx. [2012, 19 May]

Jaipal, K., &Figg, C. (2010). Unpacking the "Total PACKage": Emergent TPACK characteristics from a study of pre-service teachers teaching with technology. *Journal of Technology and Teacher Education*. 18(3), 415-441.

Jamieson-Proctor, R., Finger, G., & Albion, P. (2010). Auditing the TPACK capabilities of final year teacher education students: Are they ready for the 21st century?. In Australian Council for Computers in Education (Ed.), *Proceedings of the Australian Computers in Education Conference 2010 ACEC10 Digital Diversity* (pp. 12). Melbourne, Australia.

Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1996). *LISREL 8 user's reference guide*. Lincolnwood, IL: Scientific Software.

Jang, S. J. (2010). Integrating the interactive whiteboard and peer coaching to develop the TPACK of secondary science teachers. *Computers & Education*. 55(4): 1744-1751.

Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*. 59(2): 327-338.

Jones, B., Adelson, J., & Archambault, L. (2011). Using SEM to Move from Theory to Practice with the TPACK Framework. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 2518-2525.

Johnson, D. C. (2000).Algorithmics and programming in the school mathematics curriculum: support is waning-is there still a case to be made? *Education and InformationTechnologies, 5*(3): 201-214.

Kafyulilo, A. C. (2010). *Practical Use of ICT in Science and Mathematics Teachers' Training at Dares Salaam University College of Education: An Analysis of Prospective Teachers'Technological Pedagogical Content Knowledge.* Master's Thesis, Department of Curriculum Instruction and Media Application, Faculty of Behavioural Science, University of Twente.

Kode, S., Thadasina, S. R., Reddy, S. K., Nagaraju, K., & Gollapudi, L. (2012). *Adapting to Learning by Doing (LBD): Challenges Faced in Implementing the Student Enhancement Program (STEP).* Paper presented at the Technology for Education (T4E), 2012 IEEE Fourth International Conference on.

Koehler, M. J., Mishra, P., &Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education,* 49(3): 740-762.

Kerlinger, F. N. (1979). *Behavioral research: A conceptual approach*: Holt, Rinehart and Winston New York.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9(1): 60-70.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2011). *What is TPACK?*. [Online]. Avaliable from: http://www.tpack.org/ [2011, 19 August]

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2012). *Using the image in works*. [Online]. Avaliable from: http://www.tpack.org/ [2012, 20 May]

Koehler, M. J., Shin, T.S., & Mishra, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In R. N. Ronau, C.R. Rakes, & M. L. Niess (Eds.). *Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches* (pp. 16-31). Information Science Reference, Hershey PA.

Koh, J., Chai, C., & Tsai, C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*. 26(6): 563-573.

Kramarski, B., & Michalsky, T. (2009). Three metacognitive approaches to training pre-service teachers in different learning phases of technological pedagogical content knowledge. *Educational Research and Evaluation*. 15(5): 465-485.

Landry, G. A. (2010). *Creating and Validating an Instrument to Measure Middle School Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. [Online]. Doctor of Philosophy, University of Tennessee. Avaliable from: http://trace.tennessee.edu/ utk_graddiss/720 [2012, 2 January]

Lee, J. (2010). Exploring kindergarten teachers' pedagogical content knowledge of mathematics. *International Journal of Early Childhood*. 42(1): 27-41.

Lee, H., Feldman, A., & Beatty, I. D. (2012). Factors that Affect Science and Mathematics Teachers' Initial Implementation of Technology-Enhanced Formative Assessment Using a Classroom Response System. *Journal of Science Education and Technology*. 21(5): 523-539.

Lee, M. H., & Tsai, C. C. (2010). Exploring teachers' perceived self efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. *Instructional Science.* 38(1): 1-21.

Liao, Y.-K., & Hao, Y. (2008). Large-Scale Studies and Quantitative Methods. In J. Voogt & G. Knezek (Eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (Vol. 20, pp. 1019-1035): Springer US.

Lin, T.-C., Tsai, C.-C., Chai, C. S., & Lee, M.-H. (2012). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 1-12.

Lowery, V. N. (2002). Construction of teacher knowledge in context: Preparing elementary teachers to teach mathematics and science. *School Science and Mathematics,* 102(2): 68-83.

Lux, N. J. (2011). *Assessing technological pedagogical content knowledge.* Doctor of Education, BOSTON UNIVERSITY. Available from ProQuest Dissertations and Theses.

Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record.* 108(6): 1017-1054.

Niess, M. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education,* 21(5): 509-523.

Ormrod, J. E. (2000). Educational psychology: Developing learners: Merrill (Upper Saddle River, NJ).

Ottenbreit-Leftwich, A. T., Glazewski, K. D., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Computers & Education.* 55(3): 1321-1335.

P21. (2011). Partnership for 21st Century Skill Framework Definitions. Retrieved from http://www. p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf.

Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K., McDaniel, M., & Metcalfe, J. (2007). Organizing Instruction and Study to Improve Student Learning. IES Practice Guide. NCER 2007-2004. *National Center for Education Research*.

Patten, B., Arnedillo Sánchez, I., & Tangney, B. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. *Computers & Education, 46*(3): 294-308.

Peyton, J. K., Moore, S., & Young, S. (2010). Evidence-based, student-centered instructional practices. *Center for Applied Linguistics*.

Polly, D., Mims, C., Shepherd, C. E., & Inan, F. (2010). Evidence of impact: Transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. *Teaching and Teacher Education*. 26(4): 863-870.

Rubin, A. (2007). Much has changed; little has changed: Revisiting the role of technology in statistics education 1992-2007. *Technology Innovations in Statistics Education, 1*(1).

Sachau, L. & Ku, H.Y. (2012). Mathematics Instructors' Experiences Stabilizing TPACK When Using New Technologies in a Distance-Based Graduate Program. In P. Resta (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012* (pp. 841-843). Chesapeake, VA: AACE.

Saengbanchong, V., Bowarnkitiwong, S., & Wiratchai, N. (2012). An Analysis level and relationship of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of pre-service and mentor mathematics teachers. *Proceeding Hawaii International Conference On Education 2012*.

Saengbanchong, V., Wiratchai, N., & Bowarnkitiwong, S. (10 July 2012). *Assessing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Mathematics Teachers.* Paper Presented At The Comparative Education Society Of Asia (CESA) 2012, Bangkok Thailand.

Sahin, I. (2011). Development of survey of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *TOJET.* 10(1).

Schmidt, D. A., Sahin, E.B., Thompson, A. D., & Seymour, J. (2008). *Developing effective technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in PreK-6 teachers.* Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.

Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development And Validation Of An Assessment Instrument For Preservice Teachers. *Journal Of Research On Technology In Education.* 42(2): 123-149.

Sendag, S., & Ferhan Odabası, H. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers & Education.* 53(1): 132-141.

Shin, T. S., Koehler, M. J., Mishra, P., Schmidt, D., Baran, E., & Thompson, A. (2009). *Changing technological pedagogical content knowledge (TPACK) through course experiences.* Paper presented at the Proceedings of Society for Information Technology Teacher Education International Conference.

Shulman, L. S. (1986). *Paradigms and Research Programs in the Study of Teaching: A Contemporary Perspective*. [Online]. Avaliable from: http://blogs.edb utexas.edu/mmosley/ files/2010/02/I.-Paradigms-and-Research-Programs.pdf. [2011, 10 April]

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*. 57(1): 1-23.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective.*Journal for Research in Mathematics Education*: 114-145.

Somekh, B., & Zeichner, K. (2009). Action research for educational reform: Remodelling action research theories and practices in local contexts. *Educational Action Research.* 17(1): 5-21.

Soper, D. (2013). *Statistics Calculator*. Version 3. Free calculator. [Online]. Avaliable from: http://www.danielsoper.com/statcalc3/calc.aspx?id=11. [2013, 23 April]

Teo, T., Lee, C. B., Chai, C. S., & Wong, S. L. (2009). Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM). *Computers & Education*. 53(3): 1000-1009.

Tomlinson, C. A., Tomchin, E. M., Callahan, C. M., Adams, C. M., Pizzat-Tinnin, P., Cunningham, C. M., . . .Eiss, N. (2004). Practices of Preservice Teachers Related to Gifted and Other Academically Diverse Learners. *Differentiation for gifted and talented students.* 5: 191.

Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education,* 59(1): 134-144.

Watson, S. L., & Watson, W. R. (2011). The Role of Technology and Computer-Based Instruction in a Disadvantaged Alternative School's Culture of Learning.*Computers in the Schools,* 28(1): 39-55.

Yurdakul, I. K., Odabasi, H. F., Kilicer, K., Coklar, A. N., Birinci, G., & Kurt, A. A. (2012). The Development, Validity and Reliability of TPACK-Deep: A Technological Pedagogical Content Knowledge Scale. *Computers & Education,* 58(3): 14.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2011). *ICT Competency Standard for Teachers and Institutional Strategy for Teacher Training on ICT-Pedagogy Integration*. [Online]. Avaliable from: http://siteresources.worldbank.org/EDUCATION/Resources/UNESCO-Miao_Teacher Training onICTpedagogyIntegration.pdf. [2012, 20 May]

Voss, T., Kunter, M., & Baumert, J. (2011). Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. *Journal of educational psychology*. 103(4): 952.

Watson, J., Callingham, R., & Donne, J. (2008). Proportional reasoning: Student knowledge and teachers' pedagogical content knowledge. *Navigating currents and charting directions*, 563-571.

Webb, M. E. (2002). Pedagogical reasoning: Issues and solutions for the teaching and learning of ICT in secondary schools. *Education and Information Technologies, 7*(3): 237-255.

Wheeler, S., YEoMAnS, P., & WHEEIER, D. (2008). The good, the bad and the wiki: Evaluating student-generated content for collaborative learning. *British Journal of Educational Technology*. 36(6): 987-995.

White, E. M. (1985). *Teaching and Assessing Writing: Recent Advances in Understanding, Evaluating, and Improving Student Performance. The Jossey-Bass Higher Education Series*: ERIC.

Zuljan, M. V., Zuljan, D., & Pavlin, S. (2011). Towards improvements in teachers' professional development through the reflective learning paradigm–the case of slovenia. *H. U. Journal of Education.* 11: 485-497.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนกานนท์
   สาขาวิชาการวัดและการประเมินผล ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ
   สาขาวิชาการวัดและการประเมินผล ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริน ชุมสาย ณ อยุธยา
   ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. รองศาสตราจารย์ ดร. สาโรช โศภีรักข์
   ภาควิชาวิจัยเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
5. รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ศรีสวนแตง
   ภาควิชาพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และชุมชน
   คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
6. รองศาสตราจารย์ ดร. ปวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
   สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามสำหรับนิสิตนักศึกษาครู
ความรู้ตามกรอบแนวคิดทีแพค-เอส

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป (โปรดขีด✓ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงและเติมข้อความให้สมบูรณ์)

1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง **2. อายุ** ..... ปี

3. สาขาวิชาที่ศึกษา ☐ 1) วิทยาศาสตร์ทั่วไป ☐ 2) วิทยาศาสตร์-เคมี ☐ 3) วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา
☐ 4) วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ ☐ 5) การสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา ☐ 6) การสอนวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ศึกษา
☐ 7) คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ศึกษา ☐ 8) การสอนภาษาไทย ☐ 9) การสอนภาษาอังกฤษ
☐ 10) ภาษาฝรั่งเศส ☐ 11) ภาษาเยอรมัน ☐ 12) ภาษาจีน/การสอนภาษาจีนในฐานะภาษาต่างประเทศ
☐13) ภาษาต่างประเทศ ☐ 14) การสอนภาษาญี่ปุ่น ☐ 15) Teaching English to Speakers of Other Languages
☐ 16) การแนะแนว ☐ 17) จิตวิทยาการแนะแนว ☐ 18) คหกรรมศาสตร์ ☐ 19) สังคมศึกษา
☐ 20) ศิลปะการแสดง/ทัศนศิลปศึกษา ☐ 21) พลศึกษา ☐ 22) ศิลปศึกษา
☐ 23) ดนตรีศึกษาสากล ☐ 24) ดนตรีศึกษาไทย ☐ 25) นาฏยสังคีต ☐ 26) เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา
☐ 27) คอมพิวเตอร์ศึกษา ☐ 28) สุขศึกษา ☐ 29) การประถมศึกษา ☐ 30) การศึกษาปฐมวัย
☐ 31) การศึกษาพิเศษ ☐ 32) การศึกษาตลอดชีวิต ☐ 33) วัดและประเมินผล ☐ 34) ธุรกิจและคอมพิวเตอร์ศึกษา
☐ 35) เกษตรและสิ่งแวดล้อม/เกษตรกรรมศึกษา ☐ 36) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4. สถานศึกษาตั้งอยู่ ☐ 1) ภาคเหนือ ☐ 2) ภาคกลาง ☐ 3) ภาคใต้ ☐4) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

5. กลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่สอน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ 1) วิทยาศาสตร์ ☐ 2) คณิตศาสตร์ ☐ 3) ภาษาไทย ☐ 4) ภาษาต่างประเทศ
☐ 5) สังคมศึกษา ☐ 6) ศิลปะ ☐ 7) สุขศึกษาและพลศึกษา
☐ 8) การงานอาชีพและเทคโนโลยี ☐ 9) คอมพิวเตอร์ ☐ 10) จิตวิทยาและการแนะแนว
☐ 11) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

6. ระดับชั้นที่สอน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ 1) อนุบาล ☐ 2) ประถมศึกษา ☐ 3) มัธยมต้น ☐ 4) มัธยมปลาย

7. ขนาดโรงเรียน ☐ 1) เล็ก ☐ 2) กลาง ☐ 3) ใหญ่ ☐ 4) ใหญ่พิเศษ

8. สังกัดโรงเรียน ☐ 1) สพฐ. ☐ 2) สช. ☐ 3) เทศบาล ☐ 4) กทม.

9. เกรดเฉลี่ยเทอมที่ผ่านมา..... **10. เกรดเฉลี่ยสะสม**.....

11. ระบุความถี่ ระยะเวลาที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน (ฝึกสอน)

รายละเอียดของเทคโนโลยี	**ความถี่ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน**					
	ร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนต่อสัปดาห์			**ร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละครั้ง**		
	0-33%	34-67%	68-100%	0-33%	34-67%	68-100%
ชื่อวิชาที่ใช้สอน.....						
1. โปรแกรมสำเร็จรูป						
1) Powerpoint, Excel, Microsoft Words						
2) VDO,Youtube						

รายละเอียดของเทคโนโลยี	ความถี่ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน					
	ร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนต่อสัปดาห์			ร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละครั้ง		
	0-33%	34-67%	68-100%	0-33%	34-67%	68-100%
3) อื่นๆ (โปรดระบุ)……..						
2. สื่อสาร						
1) E-mail, Facebook, Twitter, Line						
2) อื่นๆ (โปรดระบุ)……..						
3. สืบค้นเอกสาร						
1) อินเตอร์เน็ต						
2) ห้องสมุด						
3) ผู้รู้/อาจารย์นิเทศก์/ครูพี่เลี้ยง						
4) อื่นๆ (โปรดระบุ)……..						

ตอนที่ 2 โปรดขีด✓ในช่องที่ตรงกับ**คุณลักษณะหรือพฤติกรรมของท่าน**ในปัจจุบันมากที่สุด

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรม</u>นี้ระดับใด	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ความรู้ด้านนักเรียน (Student Knowledge)						
1.	มีข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนทุกคนเป็นรายบุคคล					
2.	เข้าใจสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาของนักเรียนจนสามารถช่วยแก้ปัญหาได้					
3.	มีและใช้ข้อมูลด้านความต้องการของนักเรียนในการพัฒนานักเรียนได้					
4.	สามารถใช้ความรู้ด้านจิตวิทยาช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้					
5.	ช่วยนักเรียนแสวงหาแนวทางสนองความต้องการของนักเรียนได้ถูกต้อง					
6.	สามารถให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาของตนได้อย่างเหมาะสม					
7.	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างที่มาของปัญหานักเรียน กับครอบครัว และชุมชน					
8.	ปฏิบัติงานร่วมกับผู้ปกครอง และผู้นำชุมชนในการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน					
9.	มีส่วนร่วมในกิจกรรมการพัฒนาชุมชน ที่เอื้อต่อการพัฒนานักเรียน					
10.	มีความรู้ความเข้าใจหลักการวิจัยชุมชน (community research)					
11.	ทำวิจัยปฏิบัติการเพื่อสำรวจและแก้ปัญหาชุมชนส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน					
12.	ทำวิจัยแบบร่วมมือเพื่อพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชนได้					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรม</u>นี้ระดับใด	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge)						
13.	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนและหลักสูตรอย่างชัดเจน					
14.	มีความรู้ถูกต้องพอที่จะระบุสาเหตุของความผิดพลาดด้านเนื้อหาได้					
15.	มีความแม่นยำพอที่จะอธิบายความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระได้					
16.	มีความเข้าใจหลักการพอที่จะแก้ปัญหาในบทเรียนได้หลายวิธี					
17.	สามารถสร้างกลยุทธ์การแก้ปัญหาในบทเรียนได้อย่างเป็นขั้นตอน					
18.	อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนการแก้ปัญหาในบทเรียนได้					
19.	ระบุพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้บทเรียนใหม่ที่ซับซ้อนได้					
20.	อธิบายสาระเรื่องที่เข้าใจได้ยากด้วยคำอธิบายง่ายๆได้					
21.	แสดงให้เห็นความคล้ายคลึงในหลักการระหว่างเรื่องที่ง่ายและยากได้					
22.	สนใจใฝ่ศึกษาเนื้อหาวิชาขั้นสูงด้วยตนเอง					
23.	มีพื้นฐานความรู้แม่นยำในการศึกษาเนื้อหาวิชาขั้นสูง					
24.	สามารถคิดวิเคราะห์แนวคิดที่ยากและซับซ้อนในเนื้อหาขั้นสูงได้					
25.	เข้าใจจิตวิทยาพอที่จะแนะนำพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน					
26.	รู้หลักการบริหารจัดการข้อมูลพอที่จะสร้างระบบฐานข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคล					
27.	รู้หลักการแก้ปัญหาในบทเรียนหลากหลายวิธีเพื่อพัฒนานักเรียนได้ถูกต้อง					
28.	ใช้หลักการแก้ปัญหาในบทเรียนมาประยุกต์แนะนำนักเรียนให้แก้ปัญหาได้					
29.	ใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาในบทเรียนเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสร้างกลยุทธ์การแก้ปัญหา					
30.	ใช้หลักประยุกต์การแก้ปัญหาในบทเรียน แนะนำให้นักเรียนประยุกต์การแก้ปัญหาในครอบครัวและชุมชน					
31.	ใช้หลักการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง จากความรู้เนื้อหาให้เอื้อต่อการพัฒนานักเรียนร่วมกับชุมชน					
32.	ใช้ความรู้เนื้อหาในการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้พัฒนาความรู้คุณธรรมของนักเรียนล้มเหลว					
33.	สอดแทรกคุณธรรมตรงตามบทเรียนเพื่อพัฒนาคุณธรรมของนักเรียน					
34.	ศึกษาผลงานวิจัยด้านเนื้อหาให้ได้แนวทางการพัฒนาชุมชนที่ได้ผล					
35.	ทำงานวิจัยแบบร่วมมือ เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมของเนื้อหาที่ต่างกันในการพัฒนานักเรียน ครอบครัวและชุมชน					
36.	ใช้ผลการวิจัยในการปรับปรุงแนวทางการพัฒนานักเรียนและชุมชน					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ความรู้วิชาครู (Pedagogical Knowledge)						
37.	มีความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรอย่างชัดเจน					
38.	ระบุความเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรทั้งแนวราบ(ระหว่างวิชา) และแนวตั้ง (ระหว่างชั้นปี)					
39.	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร การเรียนการสอน และเนื้อหาที่สอน					
40.	วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรและสิ่งที่สอนได้					
41.	วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อขยายขอบเขตความรู้เนื้อหาทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่กว้างและลึก					
42.	สามารถวิเคราะห์ความทันสมัยของหลักสูตรได้					
43.	สามารถประเมินคุณภาพหลักสูตรได้					
44.	สามารถพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาได้					
45.	วางแผนและดำเนินการสอนทุกขั้นตอนได้อย่างเหมาะสมตามหลักสูตร					
46.	ศึกษาขั้นตอนการสอนเพื่ออธิบายความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระได้					
47.	จัดการชั้นเรียนได้เป็นอย่างดีทำให้สามารถแก้ปัญหาอุปสรรคในการสอน					
48.	สร้างกลยุทธ์การเรียนสอนเนื้อหาได้อย่างเป็นขั้นตอน					
49.	การใช้กลยุทธ์สอนเนื้อหาที่ยากเป็นขั้นตอน ทำให้อธิบายเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจได้ง่าย					
50.	รู้หลักวิชาครูและเลือกวิธีการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหา					
51.	จัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในเนื้อหาขั้นสูงได้					
52.	จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสอดแทรกคุณธรรมในเนื้อหา เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะการบูรณาการแก่นักเรียน					
53.	ดัดแปลง/ปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน					
54.	วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นขั้นตอน เพื่อเข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหาเนื้อหาที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา					
55.	ใช้ความรู้ที่มีในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้และคุณธรรมของนักเรียนอย่างได้ผล					
56.	การสอนสอดแทรกคุณธรรมช่วยให้วิเคราะห์ลักษณะเนื้อหาและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ทำให้พัฒนาคุณธรรมพื้นฐานของนักเรียนตามที่ต้องการ					
57.	ปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้ผลการประเมินการเรียนการสอน					
58.	ใช้ผลการประเมินตามสภาพจริงในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล					
59.	นำผลการประเมินผลการเรียนที่ช่วยระบุข้อบกพร่องด้านความเข้าใจเนื้อหา ในการ					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	พัฒนาความคลาดเคลื่อนในกระบวนการคิดของนักเรียน					
60.	ใช้ผลการประเมินหลักสูตรเพื่อพัฒนาคุณธรรม					
61.	ติดตามผลการพัฒนาความรู้ คุณธรรมของนักเรียนตามหลักการประเมินและติดตาม					
62.	การแนะนำให้เรียนรู้โดยมีการวางแผนที่ชัดเจนทำให้มีความรู้และคุณธรรมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การพัฒนานักเรียนได้ผล					
63.	ใช้ผลการติดตาม พัฒนาการความรู้และคุณธรรมของนักเรียน ในการปรับแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล					
64.	ใช้ผลการสำรวจทักษะชีวิตของนักเรียนในการปรับปรุงทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน					
65.	มีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานในการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน					
66.	ทำวิจัยปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนได้					
67.	ทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นในการเรียนรู้เนื้อหา					
68.	ทำวิจัยประเมินผลสำเร็จในการพัฒนานักเรียน					
69.	ศึกษาผลงานวิจัยในชั้นเรียนทำให้เห็นคุณค่าของเนื้อหาที่ยากซับซ้อน					
70.	ศึกษาผลการวิจัย ประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียน					
71.	ศึกษาผลการวิจัยด้านการพัฒนาชุมชนให้ได้ความรู้มาใช้พัฒนานักเรียนและชุมชน					
72.	ศึกษาผลการวิจัยชุมชนให้เข้าใจสาเหตุที่นักเรียนมีผลการเรียนต่ำ ทำให้การพัฒนานักเรียนสมบูรณ์ด้วยความร่วมมือจากชุมชน					
73.	การวิจัยด้านความพร้อมของนักเรียนเพื่อคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาขั้นพื้นฐานได้เร็ว					
74.	ทำวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือเพื่อพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน					
75.	สร้างเครือข่ายระหว่างชุมชน ครอบครัวและโรงเรียนเพื่อเป็นฐานในการพัฒนานักเรียนด้วยการวิจัย					
76.	ร่วมมือระหว่างสมาชิกเครือข่าย ครอบครัว ชุมชนและโรงเรียนก่อให้เกิดปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาของสมาชิกและแนวทางการพัฒนานักเรียนและชุมชน					
77.	ใช้ผลงานวิจัยด้านการเรียนการสอนใหม่ๆ มาขยายความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาการ					
78.	ใช้ผลการวิจัยด้านกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาที่ยาก/ง่ายต่างกัน ช่วยในการจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่เหมาะสมกับความสามารถ					
79.	ใช้ผลการวิจัยในชั้นเรียนเปรียบเทียบความรู้เนื้อหาที่นักเรียนได้รับ ทำให้ครูวางแผนพัฒนานักเรียนและครอบครัวได้ถูกต้อง					
80.	เพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัยหรือผลการประเมิน					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
81.	เปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการพัฒนานักเรียนแบบต่างๆตามหลักการวิจัยปฏิบัติการ					
82.	ประเมินผลการเรียนการสอนเนื้อหาที่ยากได้ถูกต้องแม่นยำ					
83.	นำผลการประเมินการเรียนการสอนมาปรับวิธีสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา					
84.	ปรับปรุงวิธีการประเมินเพื่อขยายขอบเขตเนื้อหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเหมาะสมกับความสามารถ					
ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge)						
85.	รู้จักใช้เทคโนโลยีพื้นฐานเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติหน้าที่ของตนได้					
86.	เข้าใจและใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีได้					
87.	เข้าใจหลักการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน					
88.	สามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่ปฏิบัติได้					
89.	ศึกษาและเปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีเดิมและใหม่ก่อนนำไปใช้					
90.	ดำเนินการเรียนการสอนเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพสูงด้วยเทคโนโลยี ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดหมาย					
91.	จัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีร่วมกับการเลือกเนื้อหาที่สามารถทำวิจัยวิเคราะห์ปัจจัย เพื่อสร้างเสริมความรู้และคุณธรรมในการพัฒนานักเรียน					
92.	มีความรู้เรื่องหลักการทำงานและคุณค่าของเทคโนโลยี					
93.	รู้เทคนิคหลายวิธีในการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน					
94.	รู้เทคโนโลยีที่นำมาซึ่งการเพิ่มพูนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตร					
95.	เข้าใจหลักเทคโนโลยีในการบูรณาการหลักการของวิชาต่างๆได้					
96.	มีความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยี					
97.	สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ขั้นสูงในการผลิตสื่อการเรียนการสอน เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย (multimedia) แอนนิเมชั่น (animation) เป็นต้น					
98.	มีความรู้และเลือกสรรเครื่องมือบนอินเทอร์เน็ต (web tool/internet tools) เพื่อนำมาใช้จัดการเรียนสอนได้					
99.	นำความรู้ด้านเทคโนโลยีการศึกษามาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจเนื้อหาขั้นสูง					
100.	มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีพัฒนาวิธีการสอนเนื้อหาทำให้มีความแม่นยำในเนื้อหาวิชา					
101.	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาตนเองให้มีความรู้เนื้อหาที่ถูกต้องแม่นยำ					
102.	ใช้เทคโนโลยีช่วยให้เข้าใจหลักการแก้ปัญหาในบทเรียน					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
103.	ใช้เทคโนโลยีช่วยสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาที่ยากได้					
104.	ใช้เทคโนโลยีอธิบายเนื้อหาที่ยากอย่างเป็นขั้นตอนให้เข้าใจได้ง่าย					
105.	ใช้เทคโนโลยีพัฒนาเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการของนักเรียน					
106.	ใช้เทคโนโลยีตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์/เป้าหมายหลักสูตรกับเนื้อหาได้					
107.	ใช้เทคโนโลยีสร้างกลยุทธ์สอนเนื้อหาที่ยากเป็นขั้นตอนให้เกิดความเข้าใจชัดเจนได้ดี					
108.	ใช้เทคโนโลยีสร้างกลยุทธ์การสอนเนื้อหาที่ยากให้เป็นขั้นตอนและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจง่าย					
109.	ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ					
110.	เลือกเทคโนโลยีในการจัดการชั้นเรียนและเหมาะสมกับกับเนื้อหา					
111.	ใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้เข้าใจหลักการแก้ปัญหาในบทเรียน					
112.	ใช้เทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินหลักสูตร เพื่อวางแผนพัฒนาและประกันคุณภาพผลการเรียนรู้นักเรียน					
113.	ใช้เทคโนโลยีสำรวจทักษะแก้ปัญหาของนักเรียน ให้ได้ผลไปปรับปรุงการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและคุณธรรมของนักเรียน					
114.	ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน มีผลทำให้นักเรียนมีความรู้และคุณธรรมตามจุดมุ่งหมาย					
115.	ใช้เทคโนโลยีเทียบเคียงกับหลักการแก้ปัญหาในบทเรียนและใช้แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการแก้ปัญหา					
116.	ใช้เทคโนโลยีอธิบายทุกขั้นตอนการสอนเพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่ซับซ้อน					
117.	ใช้เทคโนโลยีในการอธิบายเนื้อหาที่ยากซับซ้อนทุกขั้นตอนการสอน และพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน					
118.	ใช้เทคโนโลยีอธิบายคุณค่าของเนื้อหาให้นักเรียนใช้ประโยชน์เนื้อหาได้เหมาะสม					
119.	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเรื่อง และใช้ถ่ายทอดให้นักเรียนเห็นภาพรวม					
120.	ใช้หลักการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนและการจัดกลุ่มเนื้อหาให้นักเรียนแสวงหาแนวทางการเรียนรู้ได้ตรงตามความต้องการ					
121.	ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมและประยุกต์เนื้อหาไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามความต้องการและพัฒนาคุณธรรมของนักเรียน					
122.	ใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนเนื้อหาขั้นสูงเพื่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
123.	ใช้เทคโนโลยีที่สามารถระบุสาเหตุความผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนได้					
124.	ใช้เทคโนโลยีป้องกันมิให้เกิดสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้					
125.	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน					
126.	ใช้เทคโนโลยีในการเสนอทางเลือกที่หลากหลายในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน					
127.	ใช้เทคโนโลยีติดตามผลการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียน					
128.	ใช้เทคโนโลยีติดตามผลการพัฒนาความรู้และคุณธรรมของนักเรียน เพื่อปรับแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล					
129.	ใช้เทคโนโลยีติดตามความรู้และคุณธรรมของนักเรียนและนำไปใช้ปรับปรุงวิธีการพัฒนานักเรียน					
130.	ใช้เทคโนโลยีให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตน อันส่งให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างถูกต้อง					
131.	ใช้เทคโนโลยีประเมินผลการเรียนรู้เนื้อหาตามหลักสูตรให้ได้แนวทางการสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหา					
132.	ใช้เทคโนโลยีในการประเมินตามสภาพจริงให้ได้ข้อค้นพบใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล					
133.	ใช้เทคโนโลยีในการประเมินผลและประกันคุณภาพการเรียนการสอน					
134.	ใช้เทคโนโลยีในการสร้างฐานข้อมูลนักเรียนเพื่อประโยชน์ในการจัดการชั้นเรียน					
135.	ใช้ผลงานวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงานครูที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้เหมาะสม					
136.	ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาความรู้ในวิชาชีพครูทำให้รู้ขอบเขตของเนื้อหามากขึ้น					
137.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย แอนนิเมชั่น เป็นต้น ในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละเรื่อง					
138.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย แอนนิเมชั่น เป็นต้น มาประยุกต์ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ด้วยตนเองได้					
139.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย แอนนิเมชั่น เป็นต้น ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมที่มีประสิทธิผล					
140.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลนักเรียนเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความล้มเหลวในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม					
141.	ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสื่อสารเพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนานักเรียน					

ที่	**ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด**	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
142.	เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการสร้างระบบฐานข้อมูล ลักษณะและความต้องการของนักเรียน					
143.	เลือกใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนาการสอน					
144.	เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาเหตุของความเข้าใจผิดพลาดด้านเนื้อหา					
145.	เลือกเทคโนโลยีและจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียน					
146.	เลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะกับการพัฒนาความรู้เบื้องต้นที่ตรงกับความต้องการของนักเรียน					
147.	เลือกใช้เทคโนโลยีที่เพิ่มความคล่องตัวในการสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้องในการประเมิน					
148.	เพิ่มเทคโนโลยีให้เหมาะกับระดับความยากของเนื้อหาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เร็วเพราะสอดคล้องกับพื้นความรู้เดิม					
149.	สามารถเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (บทเรียนมัลติมีเดีย, แอนนิเมชั่น เป็นต้น) จากคู่มือได้ด้วยตนเอง					
150.	มีระบบการจัดการเทคโนโลยีเพื่อประหยัดเวลาในการวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร					
151.	ใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการจัดการชั้นเรียนและประเมินพัฒนาการของนักเรียน					
152.	จัดทำฐานข้อมูลผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง					
153.	สร้างระบบฐานข้อมูลความผิดพลาดในเนื้อหาเพื่อลดปัญหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในการเรียนรู้					
154.	วิเคราะห์ศักยภาพของเทคโนโลยีที่สนองความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม					
155.	นำผลการประเมินที่ใช้เทคโนโลยีมาช่วยทำให้เข้าใจหลักการของเนื้อหาชัดเจนขึ้น					
156.	เปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีเดิมและใหม่ที่พัฒนาประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนซึ่งเมื่อมีประสิทธิผลแล้วจะส่งผลให้มีเวลาเพียงพอที่จะศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้มากขึ้น					
157.	มีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา (R&D research)					
158.	ทำวิจัยปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงานของตนได้					
159.	ทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดในการเรียนรู้เนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี					
160.	ทำวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อให้เข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาพื้นฐาน และ					

ที่	<u>ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด</u>	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	เนื้อหาที่ยากซับซ้อน					
161.	ทำวิจัยชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อให้ได้ฐานความรู้สำหรับการพัฒนานักเรียน					
162.	ทำวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน ครอบครัว และชุมชน					
163.	ทำวิจัยเทคโนโลยีวิเคราะห์ความเข้าใจผิดพลาดในเนื้อหาขั้นสูงโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อปรับปรุงให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง					
164.	ใช้เทคโนโลยีในการวิจัยเพื่อขยายขอบเขตเนื้อหาให้ทันสมัยและเหมาะสม					
165.	ใช้เทคโนโลยีและผลการวิจัยบทบาทของครอบครัวและชุมชนในการพัฒนานักเรียน					
166.	ใช้เทคโนโลยีและผลการวิจัยปฏิบัติการร่วมกับชุมชนในการสร้างเสริมการเรียนรู้และคุณธรรม					
167.	ใช้เทคโนโลยีในการสร้างเครือข่ายชุมชน ครอบครัวและโรงเรียนเพื่อเป็นฐานในการพัฒนานักเรียน					
168.	ใช้ผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนองความต้องการจำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล					
169.	เพิ่มคุณภาพการใช้เทคโนโลยีด้วยความรู้ที่ได้จากงานวิจัยใหม่ๆ					
170.	ศึกษาผลงานวิจัยเทคโนโลยีการศึกษามาอธิบายเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจได้ง่าย					
171.	ศึกษาผลการวิจัยด้านเทคโนโลยีใหม่ๆที่พัฒนาทักษะวิชาครู ทำให้มีความพร้อมในการศึกษาเนื้อหาขั้นสูง					
172.	ศึกษางานวิจัยเทคโนโลยีที่สร้างแนวทางการประยุกต์เนื้อหาและใช้เป็นตัวอย่างการประยุกต์ผลการเรียนรู้					
173.	ศึกษา/วิจัยเนื้อหาขั้นสูงโดยใช้เทคโนโลยีให้ได้ข้อค้นพบที่ช่วยพัฒนาความรู้และคุณธรรมนักเรียน ครอบครัว และชุมชน					
174.	นำผลการวิจัยเนื้อหาวิชาที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆเป็นฐานสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาขั้นสูง					
175.	เปรียบเทียบเทคโนโลยีเดิมและใหม่ในการพัฒนาประสิทธิผลการปฏิบัติงานครูร่วมกับเครือข่ายโรงเรียนและชุมชน และใช้พัฒนานักเรียนให้รู้เนื้อหาขั้นสูง					
176.	ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิผลเทคโนโลยีใหม่ๆ ในการพัฒนานักเรียนผ่านครอบครัวและชุมชน					
177.	ติดตามศึกษาผลการวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงานครู					
178.	ศึกษาติดตามงานวิจัยเทคโนโลยีใหม่ๆมาถ่ายทอดความรู้เนื้อหาขั้นสูงให้นักเรียนเข้าใจ					

ที่	**ปัจจุบันท่านมีคุณลักษณะ/พฤติกรรมนี้ระดับใด**	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	ได้รวดเร็ว					
179.	ศึกษาและใช้ผลการวิจัยเทคโนโลยีที่สนับสนุนการปฏิบัติงานครูในการเรียนรู้และถ่ายทอดเนื้อหาขั้นสูงที่ตรงตามความต้องการของนักเรียน					
180.	ทำวิจัยร่วมกับเครือข่าย ครอบครัว ชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาและคุณธรรมเต็มตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน					
181.	**ไม่**มีข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนเป็นรายบุคคล					
182.	**ไม่**สามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่ปฏิบัติได้					

ข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูล โมเดลที่ 1
(นำเสนอเฉพาะส่วนที่สำคัญ)

DATE: 4/26/2013

TIME: 12:41

L I S R E L 8.72

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2005

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file

C:\Users\varongsris\Desktop\ÃÇÁâÁà´Å\model1c\model3_1(D)_start_mi_11_final.LS8:

```
TI
 DA NI=16 NO=1058 MA=CM
 CM
 .359
 .253 .380
 .230 .249 .368
 .220 .245 .250 .416
 .215 .222 .212 .216 .409
 .184 .218 .205 .250 .300 .491
 .194 .207 .196 .190 .251 .268 .347
 .158 .181 .161 .197 .220 .252 .209 .423
 .171 .153 .152 .134 .187 .156 .189 .182 .445
 .151 .159 .155 .155 .187 .199 .172 .206 .284 .412
 .132 .169 .148 .169 .175 .213 .158 .221 .208 .309 .476
 .110 .144 .129 .166 .154 .220 .147 .227 .108 .188 .265 .484
 .178 .196 .184 .170 .181 .167 .169 .153 .131 .121 .114 .142 .406
 .180 .193 .172 .164 .170 .159 .167 .132 .147 .134 .123 .105 .221 .354
 .157 .201 .166 .171 .185 .202 .160 .152 .103 .120 .150 .146 .245 .218 .558
 .131 .203 .159 .224 .173 .231 .136 .193 .056 .103 .170 .205 .212 .149 .382 .691
MO NY=16 NK=1 NE=8 BE=FU,FI GA=FU,FI PS=SY TE=SY
 LE
CK PK TK SK PCK TPCK TCK TPK
 LK
```

'TPACK-SC'

LA

y1 y2 y3 y4 y5 y6 y7 y8 y9 y10 y11 y12 y13 y14 y15 y16

FR LY(1,1) LY(2,1) LY(3,1) LY(4,1)

FR LY(5,2) LY(6,2) LY(7,2) LY(8,2)

FR LY(9,3) LY(10,3) LY(11,3) LY(12,3)

FR LY(13,4) LY(14,4) LY(15,4) LY(16,4)

FI LY(1,1) LY(5,2) LY(9,3) LY(13,4)

VA 1.00 LY(1,1) LY(5,2) LY(9,3) LY(13,4)

FR GA(6,1) GA(4,1)

FR BE(1,5) BE(2,5) BE(5,6) BE(1,7) BE(3,7) BE(7,6)

FR PS(1,1) PS(2,2) PS(3,3) PS(4,4) PS(5,5) PS(6,6) PS(7,7)

FR PH(1,1)

FI BE(1,5)

VA 0.6 BE(1,5)

FI PS(4,4)

VA 0.05 PS(4,4)

FI BE(1,7)

VA 0.6 BE(1,7)

FI PS(7,7) PS(5,5)

VA 0.05 PS(7,7) PS(5,5)

FI BE(7,6)

VA 0.5 BE(7,6)

FR BE(2,8) BE(3,8) BE(8,6)

FR PS(8,8)

FI BE(2,8)

VA 0.6 BE(2,8)

FI PS(6,6)

VA 0.09 PS(6,6)

FI PS(8,8)

VA 0.01 PS(8,8)

FI PS(1,1)

VA 0.01 PS(1,1)

FR PS(3,8)

FI PS(3,3)

VA 0.001 PS(3,3)

FR BE(1,5)

FR TE(14,16) TE(15,16) TE(9,10) TE(12,16) TE(12,13) TE(6,12) TE(6,16) TE(11,12) TE(11,16) TE(6,9) TE(8,12)

FR TE(10,11) TE(9,12) TE(4,16) TE(4,6) TE(8,11) TE(8,16) TE(8,10) TE(3,4) TE(2,16) TE(1,6) TE(9,16) TE(1,9) TE(8,9)

FR TE(4,8) TE(4,12) TE(7,9) TE(11,15) TE(12,15) TE(9,14) TE(6,15) TE(6,11) TE(4,11) TE(2,11) TE(5,7)

FR TE(6,8) TE(4,9) TE(8,13)

FR BE(1,7)

FI PS(2,2) PS(8,3)

VA 0.01 PS(2,2) PS(8,3)

FR BE(2,8)

PD

OU RS FS SS SC MI AD=OFF ND=3

TI

Number of Input Variables 16

Number of Y - Variables 16

Number of X - Variables 0

Number of ETA - Variables 8

Number of KSI - Variables 1

Number of Observations 1058

TI

Covariance Matrix

	y1	y2	y3	y4	y5	y6
y1	0.359					
y2	0.253	0.380				
y3	0.230	0.249	0.368			
y4	0.220	0.245	0.250	0.416		
y5	0.215	0.222	0.212	0.216	0.409	
y6	0.184	0.218	0.205	0.250	0.300	0.491
y7	0.194	0.207	0.196	0.190	0.251	0.268
y8	0.158	0.181	0.161	0.197	0.220	0.252
y9	0.171	0.153	0.152	0.134	0.187	0.156
y10	0.151	0.159	0.155	0.155	0.187	0.199
y11	0.132	0.169	0.148	0.169	0.175	0.213
y12	0.110	0.144	0.129	0.166	0.154	0.220
y13	0.178	0.196	0.184	0.170	0.181	0.167
y14	0.180	0.193	0.172	0.164	0.170	0.159
y15	0.157	0.201	0.166	0.171	0.185	0.202
y16	0.131	0.203	0.159	0.224	0.173	0.231

Covariance Matrix

	y7	y8	y9	y10	y11	y12
y7	0.347					
y8	0.209	0.423				
y9	0.189	0.182	0.445			
y10	0.172	0.206	0.284	0.412		
y11	0.158	0.221	0.208	0.309	0.476	
y12	0.147	0.227	0.108	0.188	0.265	0.484
y13	0.169	0.153	0.131	0.121	0.114	0.142
y14	0.167	0.132	0.147	0.134	0.123	0.105
y15	0.160	0.152	0.103	0.120	0.150	0.146
y16	0.136	0.193	0.056	0.103	0.170	0.205

Covariance Matrix

	y13	y14	y15	y16
y13	0.406			
y14	0.221	0.354		
y15	0.245	0.218	0.558	
y16	0.212	0.149	0.382	0.691

TI

Number of Iterations =166

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
y1	1.000	- -	- -	- -	- -	- -
y2	1.081	- -	- -	- -	- -	- -
	(0.036)					
	30.288					
y3	0.993	- -	- -	- -	- -	- -
	(0.036)					
	27.617					
y4	0.972	- -	- -	- -	- -	- -
	(0.039)					
	24.890					
y5	- -	1.000	- -	- -	- -	- -

y6	--	0.985	--	--	--	--
		(0.037)				
		26.279				
y7	--	0.920	--	--	--	--
		(0.031)				
		30.135				
y8	--	0.753	--	--	--	--
		(0.036)				
		20.882				
y9	--	--	1.000	--	--	--
y10	--	--	1.008	--	--	--
			(0.048)			
			20.868			
y11	--	--	0.940	--	--	--
			(0.063)			
			14.893			
y12	--	--	0.832	--	--	--
			(0.064)			
			13.003			
y13	--	--	--	1.000	--	--
y14	--	--	--	0.949	--	--
				(0.042)		
				22.674		
y15	--	--	--	0.996	--	--
				(0.051)		
				19.378		
y16	--	--	--	0.884	--	--
				(0.060)		
				14.810		

BETA

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	--	--	--	--	0.282	--
					(0.090)	
					3.114	
PK	--	--	--	--	1.206	--

(0.082)

14.665

TK -- -- -- -- -- --

SK -- -- -- -- -- --

PCK -- -- -- -- -- 0.308

(0.063)

4.854

TPCK -- -- -- -- -- --

TCK -- -- -- -- -- 0.500

TPK -- -- -- -- -- 0.046

(0.039)

1.188

BETA

TCK TPK

-------- --------

CK 0.701 --

(0.072)

9.805

PK -- 1.448

(0.238)

6.091

TK 0.371 2.624

(0.190) (0.197)

1.946 13.345

SK -- --

PCK -- --

TPCK -- --

TCK -- --

TPK -- --

GAMMA

TPACK-SC

CK --

PK --

TK --

SK 0.431

(0.020)

21.161

PCK --

TPCK 0.961

(0.134)

7.167

TCK - -

TPK - -

Covariance Matrix of ETA and KSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	0.232					
PK	0.211	0.298				
TK	0.149	0.189	0.224			
SK	0.181	0.181	0.127	0.236		
PCK	0.151	0.197	0.096	0.128	0.146	
TPCK	0.443	0.444	0.311	0.414	0.312	1.013
TCK	0.256	0.222	0.174	0.207	0.156	0.506
TPK	0.020	0.035	0.051	0.019	0.014	0.047
TPACK-SC	0.420	0.421	0.295	0.431	0.296	0.961

Covariance Matrix of ETA and KSI

	TCK	TPK	TPACK-SC
TCK	0.303		
TPK	0.023	0.012	
TPACK-SC	0.480	0.044	1.000

PHI

	TPACK-SC
	1.000

PSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	0.010					
PK	- -	0.010				

TK -- -- 0.001

SK -- -- -- 0.050

PCK -- -- -- -- 0.050

TPCK -- -- -- -- -- 0.090

TCK -- -- -- -- -- --

TPK -- -- 0.010 -- -- --

PSI

	TCK	TPK
TCK	0.050	
TPK	--	0.010

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
0.957	0.966	0.996	0.788	0.658	0.911

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

TCK	TPK
0.835	0.178

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
0.760	0.595	0.387	0.788	0.599	0.911

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

TCK	TPK
0.761	0.162

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

y1	y2	y3	y4	y5	y6
0.647	0.714	0.622	0.527	0.730	0.594

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

y7	y8	y9	y10	y11	y12
0.728	0.401	0.505	0.554	0.418	0.322

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

y13	y14	y15	y16
0.582	0.600	0.418	0.271

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 60

Minimum Fit Function Chi-Square = 78.678 (P = 0.0533)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 78.219 (P = 0.0572)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 18.219

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 45.190)

Minimum Fit Function Value = 0.0744

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0172

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.0428)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0169

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0267)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.218

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.201 ; 0.243)

ECVI for Saturated Model = 0.257

ECVI for Independence Model = 23.584

Chi-Square for Independence Model with 120 Degrees of Freedom = 24896.633

Independence AIC = 24928.633

Model AIC = 230.219

Saturated AIC = 272.000

Independence CAIC = 25024.059

Model CAIC = 683.493

Saturated CAIC = 1083.122

Normed Fit Index (NFI) = 0.997

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.998

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.498

Comparative Fit Index (CFI) = 0.999

Incremental Fit Index (IFI) = 0.999

Relative Fit Index (RFI) = 0.994

Critical N (CN) = 1188.343

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.00706

Standardized RMR = 0.0155

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.991

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.979

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.437

TI

Factor Scores Regressions

ETA

	y1	y2	y3	y4	y5	y6
CK	0.189	0.241	0.149	0.102	0.056	0.021
PK	0.054	0.053	0.037	-0.014	0.300	0.138
TK	0.007	0.042	0.033	0.011	0.114	0.048
SK	0.058	0.055	0.047	0.015	0.048	-0.003
PCK	0.071	0.070	0.044	0.005	0.191	0.088
TPCK	0.264	0.322	0.209	0.121	0.178	0.059
TCK	0.206	0.270	0.168	0.119	0.026	0.003
TPK	-0.017	-0.012	-0.006	-0.008	0.030	0.013

ETA

	y7	y8	y9	y10	y11	y12
CK	0.062	-0.001	-0.006	0.040	-0.020	-0.001
PK	0.322	0.064	0.009	0.037	-0.007	-0.011
TK	0.088	-0.156	0.242	0.177	0.066	0.193
SK	0.054	-0.008	-0.018	0.046	-0.010	-0.044
PCK	0.216	0.093	-0.068	-0.020	-0.028	-0.067
TPCK	0.193	0.003	-0.006	0.093	-0.028	-0.025
TCK	0.024	-0.037	0.025	0.068	-0.012	0.025
TPK	0.022	-0.044	0.070	0.047	0.021	0.055

ETA

	y13	y14	y15	y16

CK	0.042	0.041	0.033	-0.022
PK	0.020	0.019	0.013	-0.021
TK	0.005	0.008	-0.005	-0.011
SK	0.234	0.277	0.086	0.069
PCK	0.024	0.023	0.018	-0.015
TPCK	0.210	0.238	0.098	0.016
TCK	0.065	0.068	0.041	-0.016
TPK	-0.003	-0.002	-0.005	-0.001

TI

Standardized Solution

LAMBDA-Y

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
y1	0.482	--	--	--	--	--
y2	0.521	--	--	--	--	--
y3	0.479	--	--	--	--	--
y4	0.468	--	--	--	--	--
y5	--	0.546	--	--	--	--
y6	--	0.538	--	--	--	--
y7	--	0.502	--	--	--	--
y8	--	0.411	--	--	--	--
y9	--	--	0.474	--	--	--
y10	--	--	0.478	--	--	--
y11	--	--	0.445	--	--	--
y12	--	--	0.394	--	--	--
y13	--	--	--	0.485	--	--
y14	--	--	--	0.461	--	--
y15	--	--	--	0.484	--	--
y16	--	--	--	0.429	--	--

BETA

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	--	--	--	--	0.223	--
PK	--	--	--	--	0.844	--
TK	--	--	--	--	--	--
SK	--	--	--	--	--	--
PCK	--	--	--	--	--	0.811
TPCK	--	--	--	--	--	--
TCK	--	--	--	--	--	0.914

TPK - - - - - - - - - - 0.422

BETA

	TCK	TPK
CK	0.801	- -
PK	- -	0.292
TK	0.431	0.611
SK	- -	- -
PCK	- -	- -
TPCK	- -	- -
TCK	- -	- -
TPK	- -	- -

GAMMA

	TPACK-SC
CK	- -
PK	- -
TK	- -
SK	0.888
PCK	- -
TPCK	0.955
TCK	- -
TPK	- -

Correlation Matrix of ETA and KSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	1.000					
PK	0.802	1.000				
TK	0.652	0.729	1.000			
SK	0.774	0.684	0.552	1.000		
PCK	0.817	0.944	0.528	0.687	1.000	
TPCK	0.913	0.808	0.651	0.847	0.811	1.000
TCK	0.967	0.738	0.666	0.774	0.741	0.914
TPK	0.385	0.581	0.968	0.357	0.342	0.422
TPACK-SC	0.872	0.771	0.622	0.888	0.774	0.955

Correlation Matrix of ETA and KSI

	TCK	TPK	TPACK-SC
TCK	1.000		

TPK 0.386 1.000

TPACK-SC 0.872 0.403 1.000

PSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	0.043					
PK	--	0.034				
TK	--	--	0.004			
SK	--	--	--	0.212		
PCK	--	--	--	--	0.342	
TPCK	--	--	--	--	--	0.089
TCK	--	--	--	--	--	--
TPK	--	--	0.191	--	--	--

PSI

	TCK	TPK
TCK	0.165	
TPK	--	0.822

TI

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
y1	0.805	--	--	--	--	--
y2	0.845	--	--	--	--	--
y3	0.789	--	--	--	--	--
y4	0.726	--	--	--	--	--
y5	--	0.854	--	--	--	--
y6	--	0.771	--	--	--	--
y7	--	0.853	--	--	--	--
y8	--	0.633	--	--	--	--
y9	--	--	0.711	--	--	--
y10	--	--	0.745	--	--	--
y11	--	--	0.647	--	--	--
y12	--	--	0.567	--	--	--
y13	--	--	--	0.763	--	--
y14	--	--	--	0.774	--	--
y15	--	--	--	0.646	--	--

y16 - - - - - - 0.520 - - - -

BETA

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	- -	- -	- -	- -	0.223	- -
PK	- -	- -	- -	- -	0.844	- -
TK	- -	- -	- -	- -	- -	- -
SK	- -	- -	- -	- -	- -	- -
PCK	- -	- -	- -	- -	- -	0.811
TPCK	- -	- -	- -	- -	- -	- -
TCK	- -	- -	- -	- -	- -	0.914
TPK	- -	- -	- -	- -	- -	0.422

BETA

	TCK	TPK
CK	0.801	- -
PK	- -	0.292
TK	0.431	0.611
SK	- -	- -
PCK	- -	- -
TPCK	- -	- -
TCK	- -	- -
TPK	- -	- -

GAMMA

	TPACK-SC
CK	- -
PK	- -
TK	- -
SK	0.888
PCK	- -
TPCK	0.955
TCK	- -
TPK	- -

Correlation Matrix of ETA and KSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	1.000					
PK	0.802	1.000				

TK	0.652	0.729	1.000			
SK	0.774	0.684	0.552	1.000		
PCK	0.817	0.944	0.528	0.687	1.000	
TPCK	0.913	0.808	0.651	0.847	0.811	1.000
TCK	0.967	0.738	0.666	0.774	0.741	0.914
TPK	0.385	0.581	0.968	0.357	0.342	0.422
TPACK-SC	0.872	0.771	0.622	0.888	0.774	0.955

Correlation Matrix of ETA and KSI

	TCK	TPK	TPACK-SC
TCK	1.000		
TPK	0.386	1.000	
TPACK-SC	0.872	0.403	1.000

PSI

	CK	PK	TK	SK	PCK	TPCK
CK	0.043					
PK	- -	0.034				
TK	- -	- -	0.004			
SK	- -	- -	- -	0.212		
PCK	- -	- -	- -	- -	0.342	
TPCK	- -	- -	- -	- -	- -	0.089
TCK	- -	- -	- -	- -	- -	- -
TPK	- -	- -	0.191	- -	- -	- -

PSI

	TCK	TPK
TCK	0.165	
TPK	- -	0.822

THETA-EPS

	y1	y2	y3	y4	y5	y6
y1	0.353					
y2	- -	0.286				
y3	- -	- -	0.378			
y4	- -	- -	0.064	0.473		
y5	- -	- -	- -	- -	0.270	
y6	-0.038	- -	- -	0.103	- -	0.406
y7	- -	- -	- -	- -	-0.063	- -

y8	- -	- -	- -	0.085	- -	0.056
y9	0.049	- -	- -	-0.034	- -	-0.071
y10	- -	- -	- -	- -	- -	- -
y11	- -	0.037	- -	0.056	- -	0.062
y12	- -	- -	- -	0.091	- -	0.122
y13	- -	- -	- -	- -	- -	- -
y14	- -	- -	- -	- -	- -	- -
y15	- -	- -	- -	- -	- -	0.051
y16	- -	0.050	- -	0.132	- -	0.126

THETA-EPS

	y7	y8	y9	y10	y11	y12
y7	0.272					
y8	- -	0.599				
y9	0.042	0.090	0.495			
y10	- -	0.148	0.135	0.446		
y11	- -	0.189	- -	0.217	0.582	
y12	- -	0.236	-0.167	- -	0.183	0.678
y13	- -	0.039	- -	- -	- -	0.088
y14	- -	- -	0.042	- -	- -	- -
y15	- -	- -	- -	- -	0.060	0.061
y16	- -	0.114	-0.065	- -	0.117	0.184

THETA-EPS

	y13	y14	y15	y16
y13	0.418			
y14	- -	0.400		
y15	- -	- -	0.582	
y16	- -	-0.089	0.269	0.729

Time used: 0.109 Seconds

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว วรงค์ศรี แสงบรรจง เกิดวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2522 จังหวัด กรุงเทพมหานครฯ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2543 และปริญญามหาบัณฑิต ปีการศึกษา 2545 สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2545 โดยระดับปริญญาตรีได้รับทุนจากโครงการเร่งรัดการผลิตและพัฒนาบัณฑิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศ (รพค.) และเข้าศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันทำงานที่ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จำนวน 60,000 บาท