

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
(ไอซีที) ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

Analysis of Confirmatory Factors of Information Technology and Communication
(ICT) Competencies of the 21st Century for Grade 9 Students

วรัฏฐา อุปชิตกุล^{1*} และ สมพงษ์ พันธุ์รัตน์²

Varatta Upachitkul^{1*} and Sompong Punturat²

(Received: January 24, 2020 ; Revised: May 15, 2020 ; Accepted: May 15, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากกรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้น และ (2) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้จากกรอบแนวคิดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวอย่างวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 300 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีลักษณะเป็นคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและองค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อทดสอบความสอดคล้องโมเดลการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัยพบว่า (1) สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 8 ตัวบ่งชี้ จำแนกเป็นองค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่ 2 ด้านทักษะ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ และองค์ประกอบที่ 3 ด้านเจตคติ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ (2) ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้โมเดลสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าไคสแควร์ = 561.771, p-value = 0.071, df = 28, ค่าสถิติไคสแควร์สัมพันธ์ = 1.624 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน CFI = 0.985 และ TLI = 0.967 ซึ่งมีค่าเกิน 0.950 และ

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²อาจารย์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹Master degree student, Educational Measurement and Evaluation Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

²Lecturer, Educational Measurement and Evaluation Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

*Corresponding author E-mail: alina.ratta@gmail.com

เข้าใกล้ 1 แสดงถึงข้อมูลมีความสอดคล้องกลมกลืนกัน ข้อมูลดังกล่าวเหมาะสมสำหรับข้อมูลที่สมมุติขึ้น ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (SRMR) = 0.027 และค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง (RMSEA) = 0.046 มีค่าน้อยกว่า 0.050 และเข้าใกล้ 0 แสดงถึงขนาดของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนน้อย สำหรับค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (β) อยู่ระหว่าง 0.754 – 1.000 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุดคือ การมีวิจารณ์ญาณและความรับผิดชอบ ความรู้เกี่ยวกับไอซีที การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล และการรับรู้ถึงคุณค่า

คำสำคัญ สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
ทักษะในศตวรรษที่ 21

Abstract

The purposes of this study were: (1) to investigate factors and indicators of information technology and communication competency of grade 9 students from a conceptual framework; and (2) to verify the correlation between the components and indicators of the conceptual framework and the empirical data. The sample consisted of 300 grade 9 students in educational opportunity-extension schools under Khon Kaen Primary Education Service Area Office 5, in the second semester of the academic year 2018, obtained through multi-stage random sampling. The instrument was a 4-choice test on information technology and communication competency, having 24 items. The data were analyzed by using descriptive statistics and confirmatory factor analysis. The correlation of the model of the information technology and communication competency and empirical data were calculated with a computer statistic package.

The results of the study revealed that: (1) the information technology and communication competency consisted of 3 components and 8 indicators as follows: component 1, knowledge, had 2 indicators; component 2, skills, had 4 indicators; and component 3, attitude, had 2 indicators. (2) the analysis of the confirmatory factor analysis indicated that the factors and indicators of the information technology and communication competency model was consistent with the empirical data with $X^2 = 561.771$, $p\text{-value} = 0.071$, $df = 28$, $X^2/df = 1.624$, $CFI = 0.985$, and $TLI = 0.967$ which exceeded 0.950 and approached 1. It could indicate that the two data were in line. The data were consistent with the conceptual framework as Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) was found at 0.027 and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) was found at 0.046 which was below 0.050 and

approached 0. This indicated a low level of error in the parameter estimation. Moreover, the beta levels (β) of the indicators were found between 0.754 and 1.000 at the statistical significance level of .01 in every component. The indicators with the highest beta level were judgment and responsibility, ICT knowledge, accessibility and data collection, and awareness.

Keywords: information technology and communication competency, confirmatory factors analysis, 21st century skill

บทนำ

สมรรถนะทางไอซีที (ICT competency) หรือสมรรถนะดิจิทัล (digital competency) คือ ความรู้ ทักษะ ความสามารถในการใช้งานไอซีทีในการปฏิบัติงาน ซึ่งสังคมในศตวรรษที่ 21 อุดมไปด้วยสารสนเทศ และความรู้ ทำให้ครูและนักเรียนจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีจะช่วย เสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพสื่อสารทำงานแบบมีส่วนร่วม เป็นผู้ผลิตและผู้เผยแพร่ผลงาน ที่มีความรับผิดชอบและเป็นพลเมืองที่ดี (UNESCO, 2008) จากกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย ระยะ พ.ศ. 2554-2563 (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2554) โดยเฉพาะอย่างยิ่งยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์การสร้างความเสมอภาคในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์สาระ การศึกษาเพื่อการเรียนรู้ ในระบบการศึกษาได้มีการกำหนดสมรรถนะที่คาดหวังแก่ผู้เรียนซึ่งได้ระบุ ความสามารถทางการใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารไว้ โดยผู้เรียนจะต้องสามารถเลือกและใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การเข้าถึงไอซีทีอย่างเพียงพอและการฝึกอบรมที่จำเป็นเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะไอซีที และเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานและการตัดสินใจทำงานในอนาคตและ ความสามารถในการใช้สารสนเทศและการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพหรือสมรรถนะไอซีที เป็นสิ่งจำเป็นในการปฏิบัติงาน ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดสมรรถนะไอซีที คือ การเข้าถึงไอซีที การใช้ไอซี ทีอย่างเพียงพอและการพัฒนาด้านไอซีที (Bembridge, Levett-Jones, & Jeong, 2011) โดยสมรรถนะ ไอซีทีประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 มิติ (UNESCO, 2008) คือ (1) มิติความรู้ (knowledge dimension) เป็นองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะที่ผู้มีความรู้เกี่ยวกับไอซีทีและรู้คุณค่าของไอซีทีที่สัมพันธ์กับการดำเนิน ชีวิตของแต่ละบุคคลเป็นความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีในการดำเนิน ชีวิต ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับไอซีทีที่และความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง (2) มิติทักษะ (skill dimension) เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้รวมทั้งทักษะ เป็นความสามารถในการใช้ไอซีที ในการดำเนินการ กล่าวคือ การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินผล การสร้างสรรค์ การสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (3) มิติเจตคติ (attitude dimension) เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์และผล ที่เกิดจากการใช้ไอซีทีของบุคคล และการใช้ในการพัฒนาสังคมรวมทั้งการรับรู้ ถึงคุณค่าและความรับผิดชอบ

ในการสื่อสารและพฤติกรรมอื่น ๆ เป็นทักษะการประเมินเชิงวิพากษ์ที่ทำให้เกิด สมรรถนะสังคม ศิลธรรม (social and ethical competencies) ซึ่งเจตคติครอบคลุมความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบในการใช้เทคโนโลยีใหม่ เป็นการยินยอมทำตามข้อตกลงในการใช้ไอซีทีอย่างเหมาะสม อย่างมีวิจารณญาณและให้ความช่วยเหลือผู้อื่นในกรณีที่เกิดปัญหาในการใช้งาน (European Schoolnet, Belgium, 2005)

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นช่วงที่เริ่มเรียนรู้ทักษะเฉพาะที่นักเรียนสนใจสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต (น้ำทิพย์ ่องอาจวานิชย์, 2556) ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อให้ประเทศไทยพัฒนาเข้าสู่สังคมนวัตกรรมและเตรียมการก้าวสู่ประเทศไทยได้สูงในอนาคต แนวทางการพัฒนาในช่วงระยะเวลา 5 ปี จะต้องให้ความสำคัญกับการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานวิจัยและพัฒนา ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์อย่างเข้มข้นทั้งในภาค ธุรกิจ ภาครัฐ และภาค ประชาสังคม รวมทั้งให้ความสำคัญกับการพัฒนาสถานะแวดล้อมหรือปัจจัยพื้นฐาน ที่เอื้ออำนวยทั้งการลงทุน ด้านการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาบุคลากรวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และการ บริหารจัดการ เพื่อช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ การใช้เทคโนโลยีเพื่อเข้าถึงสารสนเทศและความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาต่อยอดการเรียนรู้และเสริมทักษะในด้าน ต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดแก่นักเรียน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า สภาพบริบทของสถานศึกษาในปัจจุบันมีสภาพความพร้อมทางด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ บุคลากร และการ จัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นักเรียนมีการทดสอบทางการศึกษาที่หลากหลายในรายวิชา (วันดี ไค้ไพบูลย์, 2555) แต่ปัจจุบันประเทศไทย ยังไม่มีการวัดและประเมินสมรรถนะทางไอซีทีของผู้เรียนเพื่อประเมิน ความพร้อมและพัฒนาที่มีความเที่ยงและตรงกับสภาพบริบทสถานศึกษาแต่ละแห่งและเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินยังไม่ สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะทางเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร (ไอซีที) ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สามารถระบุได้ ถึงองค์ประกอบและตัวบ่งชี้เพื่อวัดสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของผู้เรียน รายบุคคลได้ อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการและ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้เด็กสามารถคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) มีความพื้นฐานความรู้ด้าน เทคโนโลยีดิจิทัล (digital technology) และมีพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (media and information literacy) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการ สื่อสารในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสร้างแบบวัดสมรรถนะเพื่อ วิเคราะห์ตัวบ่งชี้ตามกรอบสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งเทคโนโลยีได้เข้ามามี บทบาทสำคัญในการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและหลากหลาย โดยมุ่งเน้นการจัดการ เรียนการสอนให้นักเรียนได้เกิดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ตามกรอบแนวคิดที่ ได้ศึกษาจากงานวิจัยดังกล่าว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากกรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้น
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้จากกรอบแนวคิดกับข้อมูลเชิงประจักษ์

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 การตรวจสอบความตรง ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่มีวิทยฐานะระดับชำนาญการพิเศษ เอกคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 คน สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกทางด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน และการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 3 คน

1.2 ประชากร คือ นักเรียนในโรงเรียนขยายโอกาสระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5 ประจำปีการศึกษา 2561 จำนวน 71 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 1,258 คน

1.3 ตัวอย่างวิจัยครั้งนี้เป็นการสุ่มนักเรียนโรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5 ปีการศึกษา 2561 โดยเลือกนักเรียนในเขตอำเภอชุมแพ และอำเภอสีชมพู และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 10-20 คนต่อตัวแปร (Schumacker & Lomax, 1996, Hair et al., 1998) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวแปรสังเกตได้จำนวน 8 ตัวแปร จึงได้กลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 80-160 คน

นอกจากนี้ เพื่อให้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีความครอบคลุมตามลักษณะความแตกต่างของจำนวนประชากร ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน และใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) โดยเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ ประกอบด้วย 1) องค์ประกอบด้านความรู้ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับไอซีที จำนวน 3 ข้อ และความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ข้อ รวม 6 ข้อ 2) องค์ประกอบด้านทักษะ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 3 ข้อ การประเมินผล จำนวน 3 ข้อ การสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ และการจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 3 ข้อ รวม 12 ข้อ 3) องค์ประกอบด้านเจตคติ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การรับรู้ถึงคุณค่า จำนวน 3 ข้อ และการมีวิจารณ์ญาณและความรับผิดชอบ จำนวน 3 ข้อ รวม 6 ข้อ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามรายข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC: Index of Item Objective Congruence) มีค่าระหว่าง 0.670-1.000 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.200 - 0.530 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแบบวัดสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ได้ และมีค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.776

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 จัดทำหนังสือราชการเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเข้าเก็บข้อมูลไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 จัดส่งแบบวัดไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและติดต่อครูผู้ทำหน้าที่ประสานงานกับกลุ่มนักเรียนที่ให้ข้อมูล

3.3 รวบรวมแบบวัดและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบวัดที่ได้รับกลับคืนมา จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อกำหนดองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่วมกัน

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจากกรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้น กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factory analysis) ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนประเภทค่าสถิติ ไค-สแควร์ (χ^2) สัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) องศาความเป็นอิสระ (df) ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA) ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (SRMR) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI/ TL) และระดับนัยสำคัญทางสถิติ (p-value) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยยึดตามแนวคิด Partnership (2014) ที่ได้กำหนดทักษะทางสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และ UNESCO (2008) พบว่าสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ (วันดี โค้ไพบูรณ์, 2555) ดังนี้

1.1 องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะที่ผู้ใช้มีความรู้เกี่ยวกับไอซีทีและรู้คุณค่าของไอซีทีที่สัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคลเป็นความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีในการดำเนินชีวิต จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย (1) ความรู้เกี่ยวกับไอซีที และ (2) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

1.2 องค์ประกอบด้านทักษะ เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้รวมทั้งทักษะ เป็นความสามารถในการใช้ไอซีทีในการดำเนินการ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย (1) การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (2) การประเมินผล (3) การสร้างสรรค์ (4) การจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3 องค์ประกอบด้านเจตคติ ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ (1) การรับรู้ถึงคุณค่า เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์และผลที่เกิดจากการใช้ไอซีทีของบุคคล และการใช้ในการพัฒนาสังคมรวมทั้งการรับรู้ถึงคุณค่า (2) การมีวิจาร์ญาณและความรับผิดชอบ เป็นความรับผิดชอบในการสื่อสารและพฤติกรรมอื่น ๆ เป็นทักษะการประเมินเชิงวิพากษ์ที่ทำให้เกิด สมรรถนะสังคม ศีลธรรม (social and ethical competencies) ซึ่ง Belgium (2005) อธิบายว่า เจตคติครอบคลุมความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบในการใช้เทคโนโลยีใหม่ เป็นการยินยอมทำ ตามข้อตกลงในการใช้ไอซีทีอย่างเหมาะสม อย่างมีวิจาร์ญาณและให้ความช่วยเหลือผู้อื่น ในกรณีที่เกิดปัญหาในการใช้งาน

ทั้งนี้ ได้นำตัวบ่งชี้ที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งค่าดัชนีความ สอดคล้องระหว่าง 0.670 – 1.000

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .010 ($p < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง 0.169-0.481 และเมตริกซ์สหสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดไม่เป็นเมตริกซ์เอกลักษณะ มีค่า Bartlett's test Sphericity เท่ากับ 553.345 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็น $p = .000$ แสดงว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบแตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณะอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับสถิติ .000 สามารถพิจารณาได้จากค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) มี ค่าเท่ากับ 0.816 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อสอบชุดนี้ในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กัน เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2551) รายละเอียดดังตาราง 1

สำหรับค่าเฉลี่ยของตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอยู่ระหว่าง 1.613 ถึง 2.243 โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง ซึ่งตัวบ่งชี้ การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (s1) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($M=2.243$, $S.D.=0.852$) รองลงมาคือตัวบ่งชี้การประเมินผล (s2) ($M=2.137$, $S.D.=0.808$) และตัวบ่งชี้ การรับรู้ถึงคุณค่า (a1) ($M=2.043$, $S.D.=0.798$) ขณะที่ตัวบ่งชี้ การสร้างสรรค์ (s3) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($M=1.613$, $S.D.=1.020$) รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปร	K1	K2	S1	S2	S3	S4	A1	A2
K1	1.000							
K2	0.481**	1.000						
S1	0.357**	0.261**	1.000					
S2	0.334**	0.431**	0.253**	1.000				
S3	0.307**	0.336**	0.339**	0.275**	1.000			
S4	0.195**	0.213**	0.320**	0.261**	0.280**	1.000		
A1	0.404**	0.311**	0.447**	0.172**	0.271**	0.331**	1.000	
A2	0.451**	0.344**	0.320**	0.390**	0.418**	0.169**	0.369**	1.000
M	1.943	1.873	2.243	2.137	1.613	1.727	2.043	1.797
S.D.	0.879	0.980	0.852	0.808	1.020	0.906	0.798	0.904

Barlett's test Sphericity = 553.345 , p = 0.000 ,df = 28
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) = 0.816

หมายเหตุ: ** คือ $p < .01$, ค่าแนวทแยง คือ ค่า Measures of Sampling Adequacy (MSA)

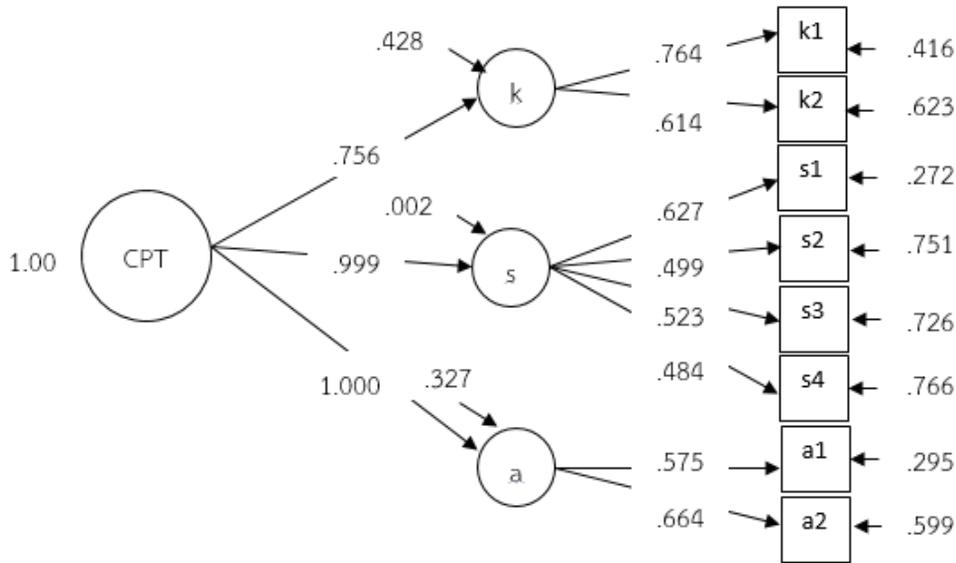
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของโมเดลการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความตรงเชิงโครงสร้าง พิจารณาได้จากค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดล คือ $\chi^2 = 561.771$ df = 28 $\chi^2/df = 1.624$ p-value = 0.071 RMSEA = 0.046 SRMR = 0.027 CFI = 0.985 และ TLI = 0.967 โดยค่า p-value มากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน (ยอมรับสมมติฐานหลัก) แสดงว่าผลการทดสอบค่า χ^2 แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ยอมรับสมมติฐานว่าโมเดลการวัดมีความตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ค่าดัชนี CFI และ TLI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่าดัชนี RMSEA และ SRMR มีค่าเข้าใกล้ 0 และค่า χ^2/df มีค่าน้อยกว่า 2 รายละเอียดดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ และสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

องค์ประกอบของโมเดลการวัด		เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ			ความเที่ยง	
		b	SE	t	β	R ²
การวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่ 1						
ความรู้ (K)	ความรู้เกี่ยวกับไอซีที (k1)	0.764	0.048	16.053	1.000**	0.584**
	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง (k2)	0.614	0.050	12.369	0.914**	0.377**
ทักษะ (S)	การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (S1)	0.627	0.048	13.051	1.000**	0.394**
	การประเมินผล (S2)	0.499	0.052	9.644	0.754**	0.249**
	การสร้างสรรค์ (S3)	0.523	0.049	10.612	0.998**	0.274**
	การจัดการสื่อสารและ ความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (S4)	0.484	0.055	8.796	0.820**	0.234**
เจตคติ(A)	การรับรู้ถึงคุณค่า (A1)	0.575	0.048	12.062	1.000**	0.331**
	การมีวิจารณ์ญาณและ ความรับผิดชอบ (A2)	0.664	0.048	13.743	1.000**	0.441**

** $p < .01$

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบ (b) องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ (K) พบว่าองค์ประกอบที่ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบความสำคัญสูงสุด คือ ความรู้เกี่ยวกับไอซีที (k1) (b=0.764) ส่วนองค์ประกอบที่ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบความสำคัญน้อยที่สุดคือ การจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (S4) (b= 0.484) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (R²) อยู่ระหว่าง 0.234 ถึง 0.584 แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบกับโมเดลการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 8 ตัวแปร เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หากครูหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารับรู้ว่ามีองค์ประกอบดังกล่าวสูงก็จะส่งผลให้การนำผลการวิจัยไปใช้อยู่ระดับสูงด้วย



$$\chi^2 = 21.107 \text{ df} = 13 \quad \chi^2/\text{df} = 1.624 \text{ P-value} = 0.071 \text{ RMSEA} = 0.046 \text{ SRMR} = 0.027 \text{ CFI} = 0.985 \text{ TLI} = 0.967$$

ภาพ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยมีประเด็นที่นำมาอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (s1) กับการรับรู้ถึงคุณค่า (a1) อยู่คนละมิติ แต่ผลศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ว่ามีค่าสูงกว่าคู่อื่นอย่างเห็นได้ชัด ($r = 0.447$) ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องมาจากการเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูลเกิดขึ้นเมื่อรับรู้ถึงคุณค่าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Park, Nam, & Cha (2012) ที่พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตนาเชิงพฤติกรรมในการใช้โทรศัพท์มือถือในการเรียนของนักเรียน คือ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการใช้เทคโนโลยี การเข้าถึง การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง การรับรู้ความสะดวกและประโยชน์ เป็นต้น

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ความรู้เกี่ยวกับไอซีที (k1) กับการมีวิจารณญาณและความรับผิดชอบ (a2) อยู่คนละมิติ แต่ผลศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ว่ามีค่าสูงกว่าคู่อื่นอย่างเห็นได้ชัด ($r = 0.451$) ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องมาจากการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับไอซีทีที่ดีจำเป็นต้องมีวิจารณญาณในการคัดกรองข้อเท็จจริงที่ได้รับออกจากข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อเท็จจริง รวมถึงจำเป็นต้องรับรู้ถึงลิขสิทธิ์และความสามารถในการใช้สารสนเทศที่ได้จากการค้นคว้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Verhoeven, Heerwegh, & Wit (2010) ที่พบว่า คะแนนการกำกับตนเองมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านไอซีที

2. จากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลการประเมินสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จากตัวบ่งชี้ที่ปรากฏในตาราง 1 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะด้านการเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (s1) สูงที่สุด ($M = 2.243$, $S.D. = 0.852$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะของแบบวัดที่มีเนื้อหาด้านทักษะพิสัย ซึ่งการเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเนื้อหาหลักที่นักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นเป็นอันดับแรก แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะด้านการสร้างสรรค์ (s3) ต่ำกว่าด้านอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากทักษะด้านการสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ จำเป็นอาศัยตัวบ่งชี้หลายองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของ Inan et al. (2010) ที่พบว่าคุณลักษณะ พฤติกรรม และความสามารถที่แสดงออกมานักเรียนแต่ละคนที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะไอซีทีของนักเรียน

3. จากผลการวิเคราะห์ พบว่า องค์ประกอบทั้ง 3 ด้านเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละตัวบ่งชี้พบว่า ความรู้เกี่ยวกับไอซีที (k1) มีน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่าด้านอื่นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องมาจาก ความรู้เกี่ยวกับไอซีทีเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวบ่งชี้อื่น ๆ ที่ใช้อธิบายลักษณะของสมรรถนะทางไอซีที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kennewell, & Morgan (2006) ที่พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนด้านไอซีที (ICT self-efficacy) ส่งผลต่อสมรรถนะไอซีทีของนักเรียน (ICT competency) รองลงมาคือ การมีวิจารณญาณและความรับผิดชอบ (a2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการมีวิจารณญาณและความรับผิดชอบที่ดีเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระดับสมรรถนะทางไอซีทีของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gudmundsdottir (2010) ที่พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสมรรถนะทางไอซีที คือ เจตคติต่อการใช้อีซีที แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยพบว่าตัวบ่งชี้ด้านการจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (s4) มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lai, Wang, & Lei (2012) ที่พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีในการเรียนของนักเรียน พบว่า ความเหมาะสมระหว่างเทคโนโลยี รูปแบบการเรียนรู้และความต้องการจำเป็น การส่งเสริมสนับสนุนจากเพื่อนและครู และเจตคติต่อการใช้เทคโนโลยีส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีในการเรียนของนักเรียน การรับรู้ว่าคุณสมบัติเทคโนโลยีมีประโยชน์ในการเรียนรู้และการรับรู้ทักษะด้านไอซีทีของนักเรียนมีอิทธิพลระดับน้อยในการทำนายการใช้เทคโนโลยีในการเรียนของนักเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการส่งเสริมให้นักเรียนยอมรับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีในการเรียนรู้และการส่งเสริมสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีโดยครูและเพื่อน

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เกิดข้อค้นพบสำหรับเป็นแนวทางในการนำไปใช้และเป็นแนวทางในการศึกษา โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติมีความสัมพันธ์กันทางบวกและมีความสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูล (s1) กับ การรับรู้ถึงคุณค่า (a1) และความรู้เกี่ยวกับไอซีที (k1) กับ การมีวิจารณญาณและความรับผิดชอบ (a2) อยู่คนละมิติ แต่ผลศึกษาค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่ามีความสูงกว่าคู่อื่นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นในการพัฒนาแบบวัดที่นำไปสู่การประเมินสมรรถนะ ควรมีการประเมินควบคู่กันไปทั้ง 3 มิติ ไม่ควรแยกส่วน เช่น เจตคติการมีวิจรรย์ญาณและความรับผิดชอบที่ดีมีปัจจัยส่งผลสู่การมีองค์ความรู้เกี่ยวกับไอซีทีของนักเรียน เป็นต้น

1.2 จากผลวิจัยพบว่า ความรู้เกี่ยวกับไอซีทีที่เป็นจุดเด่นที่สำคัญของสมรรถนะด้านความรู้ แต่สมรรถนะทางด้านการประเมินผล การจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น

1.3 จากผลการวิจัยพบว่า ความรู้เกี่ยวกับไอซีที มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงกว่าด้านอื่นอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าในการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารควรกำหนดน้ำหนักคะแนนและให้ความสำคัญกับสมรรถนะหลักนี้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยครั้งนี้ในการวัดสมรรถนะ ผู้วิจัยใช้แบบวัดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก อย่างไรก็ตามในการวัดสมรรถนะทางเจตคติอาจมีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติมว่าลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดหรือประเมิน ควรอยู่ในรูปแบบวัดสถานการณ์ หรือการประเมินในมาตราส่วนประมาณค่าแบบใดที่เหมาะสมและสอดคล้องมากที่สุด โดยเปรียบเทียบโมเดลการวัดกับเครื่องมือที่ใช้แบบวัดที่มีลักษณะแบบเลือกตอบ

2.2 จากการวิจัยครั้งนี้มีการพัฒนาแบบวัด เป็นการตอบลงบนกระดาษคำตอบ เพื่อพัฒนาวิธีการทดสอบให้เหมาะสมและทันสมัยต่อเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 จึงควรพัฒนาให้แบบวัดสามารถใช้คอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำแบบวัดได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความสะดวกและรวดเร็ว และยังเพิ่มความน่าสนใจในการทำแบบวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2.3 จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า องค์ประกอบด้านทักษะมีน้ำหนักตัวบ่งชี้ด้านการประเมินผล เท่ากับ 0.499 และการจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีน้ำหนักตัวบ่งชี้ เท่ากับ 0.484 หากต้องการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผู้ใช้ควรศึกษาเพื่อพัฒนาเพิ่มเติมในองค์ประกอบทางด้านทักษะซึ่งมีตัวชี้วัดที่ให้น้ำหนักในการอธิบายองค์ประกอบได้น้อย คือ ด้านการประเมินผลและการจัดการสื่อสารและความสามารถในการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาจมีการปรับปรุงรูปแบบของเครื่องมือที่ใช้วัดหรือการพัฒนาตัวชี้วัดเพิ่มเติม

2.4 การวิจัยในครั้งถัดไป ควรมีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจำแนกตามพื้นที่และบริบทของโรงเรียนเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554). *กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2551). *การวิจัยและตัวบ่งชี้คุณธรรมจริยธรรม*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม (ศูนย์คุณธรรม) สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน).
- น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์. (2556). *การพัฒนาแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามการรับรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การประยุกต์ใช้แนวคิดการเข้าถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแบบสอบ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันดี โค้เพบูลย์. (2555). *สมรรถนะไอซีทีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น:โมเดลสมการโครงสร้างพระดับที่มีและไม่มีการส่งผ่านที่ถูกลำกับ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- European Schoolnet, Belgium. (2005). *National ICT Policies*. [Online]. Available from : <http://insight.eun.org> [accessed 3 May 2019].
- Bembridge, E., Levett-Jones, T., & Jeong, S. Y. S. (2011). The Transferability of Information and Communication Technology Skills from University to The Workplace: A Qualitative Descriptive Study. *Nurse Education Today*, 31(3), 245-252.
- Gudmundsdottir, G. B. (2010). From Digital Divide to Digital Equity: Learners' ICT Competence in Four Primary Schools in Cape Town, South Africa. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 6, 21-22.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (1998). *Multivariate Data Analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Inan, F. A., Lowther, D. L., Ross, S. M., & Strahl, D. (2010). Pattern of classroom activities during students' use of computers: relations between instructional strategies and computer applications. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 540-546.
- Kennewell, S., & Morgan, A. (2006). Factors Influencing Learning through Play in ICT Settings. *Computers & Education*, 46(3), 265-279.
- Lai, C., Wang, Q., & Lei, J. (2012). What Factors Predict Undergraduate Students' Use of Technology for Learning? A Case from Hong Kong. *Computers & Education*, 59(2), 569-579.

- Park, S. Y., Nam, M. W., & Cha, S. B. (2012). University Students' Behavioral Intention to Use Mobile Learning: Evaluating the Technology Acceptance Model. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 592-605.
- Schumacker, R. E. & Lomax, R. G. (1996). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- UNESCO. (2008). ICT Competency Standards for Teacher: Policy Framework. Available from : <http://unesdoc.org/images/0015/001562/15610E.pdf> [accessed 11 December 2018].
- UNESCO. (2008). ICT Competency Standards for Teachers: Competency Standard Modules [Online]. Available from : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156207e.pdf> [accessed 11 December 2018]
- Verhoeven, J. C., Heerwegh, D., & Wit, K. D. (2010). First Year University Students' Self Perception of ICT Skills: Do Learning Styles Matter?. [Online]. Available from : <https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/291766/1/LearningStyles.pdf> [accessed 11 December 2019].