

การพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต ในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์

Development of an Expert Panel Consensus Measurement Procedure using Rough Set Theory in the e-Delphi Technique

สุมามาลย์ ปานคำ^{1*} เสรี ชัดเข้ม²

Sumaman Pankham^{1*}, Seree Chadcham²

¹ College of Information and Communication Technology, Rangsit University, Thailand

² College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และนำวิธีที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานครในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจำนวน 19 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครู การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การคำนวณค่าคุณภาพของการประเมินขอบเขตล่าง ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. วิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดคุณสมบัติ จำแนกคุณสมบัติ และผลลัพธ์คุณสมบัติของเรื่องที่สนใจ 2) แสดงตารางการตัดสินใจ 3) กำหนดกฎการตัดสินใจ 4) คำนวณค่าคุณภาพของการประเมินขอบเขตล่าง และ 5) กำหนดเกณฑ์การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ส่วนผลการประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์วัดฉันทามติฯ โดยภาพรวมชี้ให้เห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

2. สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานครในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ประกอบด้วย สมรรถนะ 6 ด้าน 32 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ด้านความรู้พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 2) ด้านการวางแผนและออกแบบการเรียนรู้ในห้องเรียน 3) ด้านการบูรณาการเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอน 4) ด้านความรู้พื้นฐานการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 5) ด้านการเรียนรู้อย่างครุมีอาชีพ และ 6) ด้านสังคมและค่านิยมด้านศีลธรรมจริยธรรม

3. จำนวนตัวบ่งชี้ที่ได้รับฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระหว่างวิธีที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการวัดฉันทามติแบบเดิมไม่แตกต่างกัน

ดังนั้น วิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความสำคัญกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคน

คำสำคัญ: การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ, ทฤษฎีรีฟเซต, สมรรถนะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

*Corresponding author. E-mail: sumaman.p@rsu.ac.th

ABSTRACT

The objectives of this research were to develop an expert panel consensus measurement procedure using rough set theory in the e-Delphi technique, and to study the competency of information and communication technology for teachers under the Department of Education, Bangkok, in the future (2016-2025 AD) using the e-Delphi technique. The samples were composed of nineteen experts in information and communication technology. An online questionnaire on the competency of information and communication technology for teachers was used to collect data. The data were analyzed using the lower approximation, median, and interquartile range.

The results were as follows:

1. The expert panel consensus measurement procedure using rough set theory in the e-Delphi technique consisted of five steps as follows: 1) formulate the attributes, classify attributes, and the results of attributes; 2) present the decision table; 3) formulate the decision rule; 4) calculate a quality of the lower approximation; and 5) formulate the criteria consensus measurement of the expert panel. The consensus measurement of the expert panel using rough set theory computer program was found to be appropriate, and the overall was recognized and acknowledged by the experts.

2. The competency of information and communication technology for teachers under the Department of Education, Bangkok, in the future (2016-2025 AD) were six competencies and thirty-two indicators: 1) basic information and communication technology knowledge; 2) planning and design of learning in the classroom; 3) integration of technology in teaching; 4) basic knowledge of measurement and evaluation for learning; 5) professional teacher; and 6) social, values and moral ethics.

3. The number of indicators from the expert panel consensus measurement procedure using rough set theory with an original consensus measurement showed no difference.

The result indicated that the expert panel consensus measurement procedure using rough set theory was an alternative for consensus measurement among experts which focuses on all expert opinions.

Keywords: Expert panel consensus measurement, Rough set theory, Information and communication technology

ความนำ

เทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นการระดมสมองของกลุ่มบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละเรื่อง ในการพิจารณาวินิจฉัยหรือตัดสินใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งยังไม่มีคำตอบที่แน่นอนหรือเพื่อแสวงหาความรู้เกี่ยวกับ

การคาดการณ์ในอนาคตโดยอาศัยกระบวนการวิจัยที่เป็นระบบ เชื่อถือได้ ในขั้นตอนการรวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จะดำเนินการโดยส่งแบบสอบถามออนไลน์ (Online questionnaire) ผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับผู้เชี่ยวชาญและวิเคราะห์ข้อมูลจาก

การวัดฉันทามติ (Consensus measurement) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เห็นพ้องต้องกันหรือสอดคล้องกันโดยใช้เสียงส่วนใหญ่

กระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการของเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Avery et al., 2005) ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหา 2) การกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 3) การรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และ 4) การสรุปผล ในขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการไม่น้อยกว่า 3 รอบ คือ รอบที่ 1 เป็นการรวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แนวทางการสอบถามออนไลน์แบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญมีความเป็นอิสระในการแสดงความคิดเห็น และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) รอบที่ 2 เป็นการนำผลการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากรอบที่ 1 มาสร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์แบบปลายปิดแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และนำผลที่ได้มาคำนวณฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เห็นสอดคล้องกัน โดยใช้เสียงส่วนใหญ่ รอบที่ 3 ใช้แบบสอบถามออนไลน์แบบปลายปิดแบบมาตรประมาณค่าเหมือนรอบที่ 2 แต่เพิ่มในส่วนของผู้ตอบย้อนกลับ (Feedback) 2 ส่วน คือ ความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแสดงผลการวัดฉันทามติเป็นค่าสถิติ และคำตอบของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าของคำตอบแต่ละคน เพื่อเป็นการยืนยันความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซ้ำอีกครั้ง และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีเห็นสอดคล้องกัน โดยใช้เสียงส่วนใหญ่ มี 2 วิธี ได้แก่ การวัดฉันทามติโดยใช้สถิติบรรยาย และการวัดฉันทามติโดยใช้สถิติอ้างอิง (Gracht, 2012) ซึ่งการวัดฉันทามติโดยใช้ สถิติบรรยาย ได้แก่ คำร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพิสัยระหว่างควอไทล์ ส่วนการวัดฉันทามติโดยใช้สถิติอ้างอิง ได้แก่ การทดสอบไค-สแควร์แบบอิสระต่อการทดสอบแมคนิมาร์ การทดสอบวิลคอกซัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น สถิติแคปา และ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

อย่างไรก็ตามในการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวมาข้างต้น ยังไม่มีการคำนึงถึงข้อมูลที่มีความคลุมเครือ (Fuzziness) หรือความไม่แน่นอน (Uncertainty) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องปรากฏว่า ทฤษฎีรีฟเซต (Rough set theory) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์แนวใหม่เกี่ยวกับเซตและความไม่แน่นอนของสมาชิกของเซต สามารถจัดการกับความคลุมเครือและความไม่แน่นอนได้โดยอาศัยแนวคิดที่เรียบง่าย คือ การประมาณขอบเขตล่าง (Lower approximation) และการประมาณขอบเขตบน (Upper approximation) ประยุกต์กับการจัดกลุ่มข้อมูล (Pawlak, 1997) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำหลักการของทฤษฎีรีฟเซต มาสร้างเป็นกระบวนการวัดฉันทามติแบบใหม่ เรียกว่า “การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต” (Consensus measurement using rough set theory) หรือ “เทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์รีฟเซต” (Rough set e-Delphi technique) กระบวนการดังกล่าว สามารถพิจารณาตรวจสอบความคลุมเครือและความไม่แน่นอนของข้อมูลได้ ทำให้ผลการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ในส่วนของ การนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตที่พัฒนาขึ้นมาใช้กับเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้ข้อมูลข่าวสารและความรู้ที่ประกอบกันเป็นสารสนเทศ มีความสะดวก รวดเร็ว จนสามารถนำมาประยุกต์ได้อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ระดับบุคคล ระดับองค์กร ตลอดจนถึงระดับประเทศ เป็นภาวะโลกไร้พรมแดนอันเป็นผลของเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อสังคมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศมีการรวมตัวกับเทคโนโลยีสื่อสาร โทรคมนาคม ทำให้เกิดเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT)

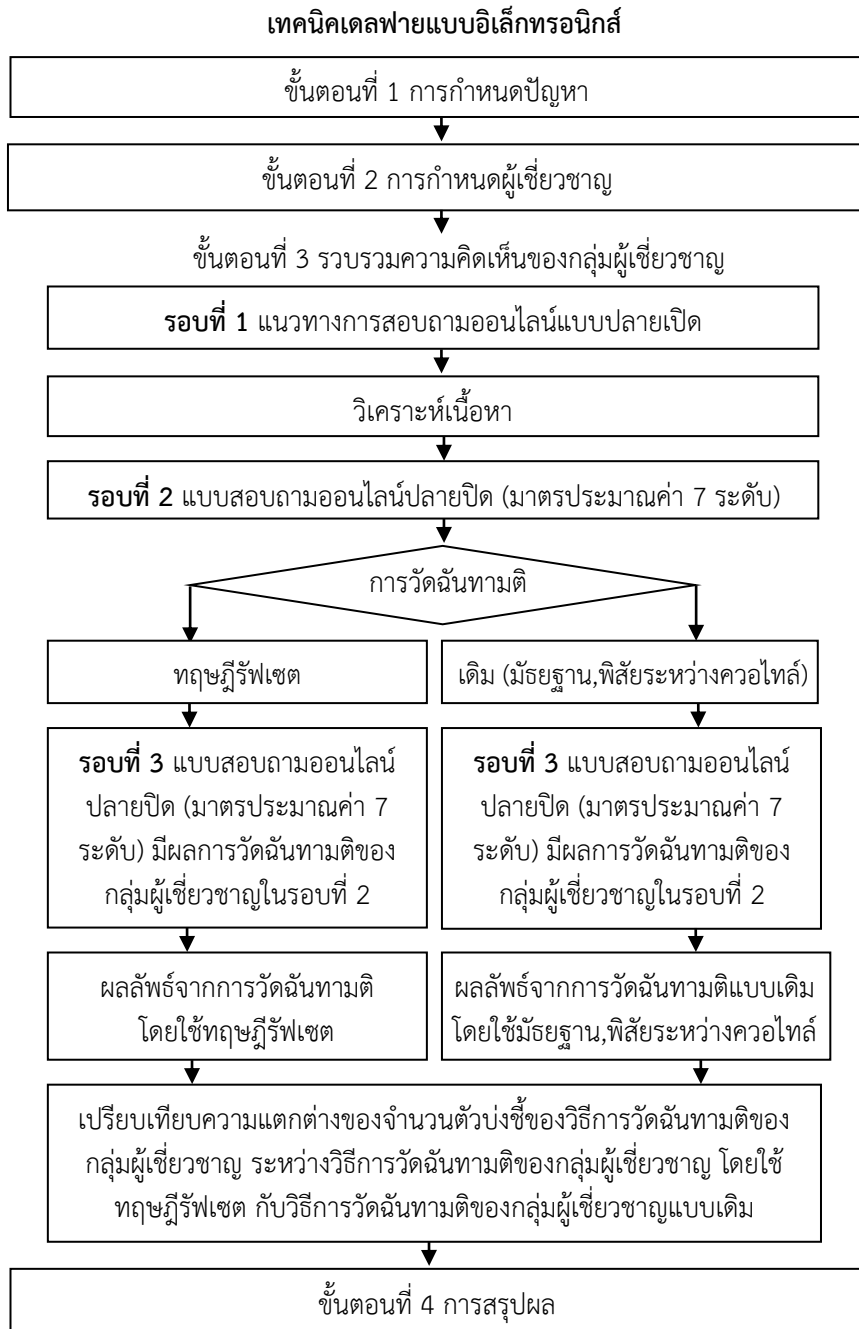
Institute of Museum and Library Services ประเทศสหรัฐอเมริกา (2009) ได้กำหนดกรอบการเรียนรู้ในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ไว้ 3 ทักษะหลักที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับคนรุ่นใหม่ ได้แก่ 1) ทักษะชีวิตและอาชีพ 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และ 3) ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จะเห็นได้ว่าหนึ่งในสามของทักษะหลักแห่งศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดังนั้น ครู “ทุกคน” จำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร อีกทั้งสมาคมเทคโนโลยีทางการศึกษานานาชาติ (International Society for Technology Education) ได้กล่าวถึงมาตรฐานเทคโนโลยีทางการศึกษา และทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ว่า ควรประกอบด้วย 1) การค้นหาและการจัดการแหล่งเรียนรู้ 2) การจัดหาเพื่อนำเสนอบนเว็บไซต์ และ 3) การประสานเชื่อมโยงกับเพื่อนร่วมงาน นักเรียน ผู้ปกครอง ชุมชน และชุมชนโลก ดังนั้นครูในศตวรรษที่ 21 จึงมีความจำเป็นต้องมีทักษะดังกล่าว เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม และการจัดการศึกษาแบบห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual classroom) ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและเป็นตัวกระตุ้น เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการเรียนรู้ สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร มีภารกิจในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานในระบบโรงเรียนให้แก่เด็ก และเยาวชนของกรุงเทพมหานคร มีโรงเรียนในสังกัด จำนวน 438 โรงเรียน กระจายในพื้นที่ 50 เขต มีครูจำนวน 14,331 คน และนักเรียน จำนวน 300,070 คน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการดังกล่าวสามารถตรวจสอบความคลุมเครือ และความไม่แน่นอนของข้อมูลได้ ทำให้ผลการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้นั้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ได้สมรรถนะและตัวบ่งชี้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครู สามารถนำไปเป็นตัวกำหนดสมรรถนะของครูในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาผลการนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์

กรอบแนวทางการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวทางการวิจัยวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต ในเทคนิคเดลฟาย แบบอิเล็กทรอนิกส์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

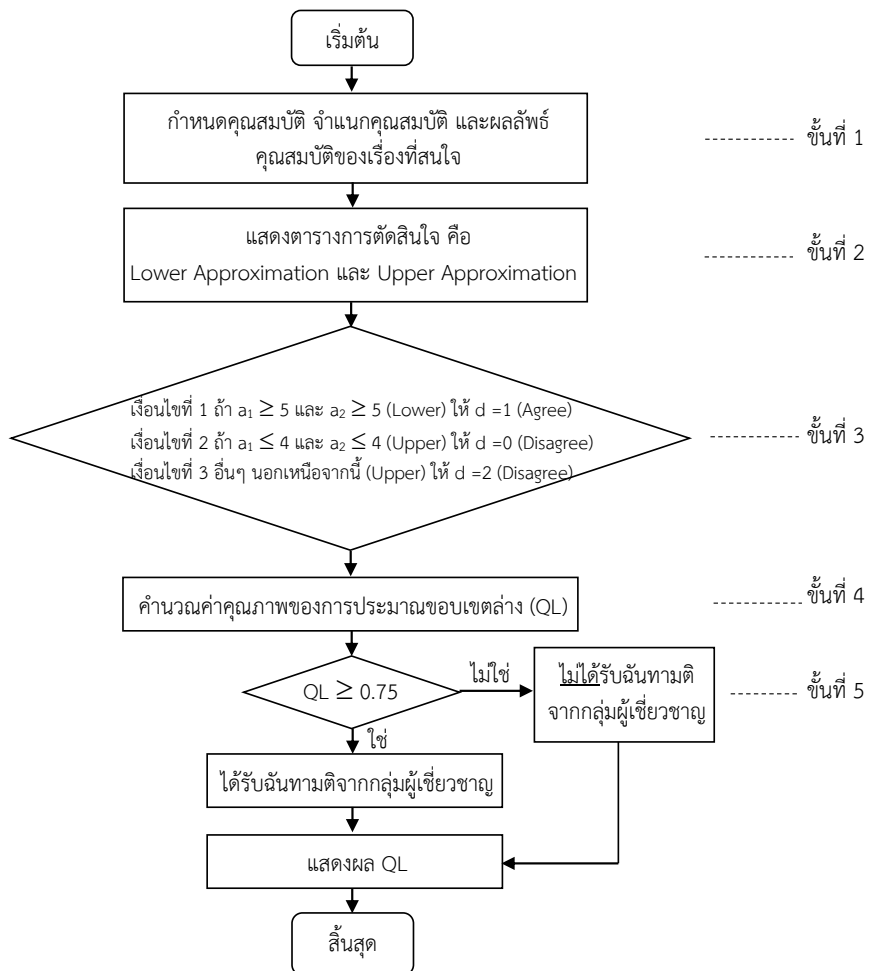
1. การพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการและวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การวัดฉันทามติด้วยสถิติเชิงบรรยาย และการวัดฉันทามติด้วยสถิติอ้างอิง

1.2 ศึกษาหลักการและวิธีการของทฤษฎีรีฟเซต

เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์แนวใหม่เกี่ยวกับเซตและความไม่แน่นอนของสมาชิกของเซต สามารถตรวจสอบความคลุมเครือ และความไม่แน่นอนของข้อมูลได้ ซึ่งใช้แนวคิดที่เรียบง่ายของการประมาณขอบเขตล่างและขอบเขตบนของกลุ่มข้อมูล สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ โดยอาศัยกฎการตัดสินใจ (Decision rule)

1.3 สร้างขั้นตอนและกระบวนการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต ได้กระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดคุณสมบัติ จำแนกคุณสมบัติ และผลลัพธ์คุณสมบัติของเรื่องที่สนใจ 2) แสดงตารางการตัดสินใจ 3) กำหนดกฎการตัดสินใจ 4) คำนวณค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง และ 5) กำหนดเกณฑ์การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังการวัดฉันทามติโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต

จากภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนหรือกระบวนการของวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต มีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดคุณสมบัติ จำแนกคุณสมบัติ และผลลัพธ์คุณสมบัติของเรื่องที่น่าสนใจ

1) กำหนดคุณสมบัติ 2 คุณสมบัติ คือ ความเหมาะสม (a1) และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2)

2) จำแนกคุณสมบัติความเหมาะสม (a1) และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) โดยใช้มาตรฐานประมาณค่า 7 ระดับ ดังนี้

1 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

3 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย

4 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

5 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

6 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก

7 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด

3) กำหนดผลลัพธ์คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2)

1-4 หมายถึง ไม่เห็นด้วย คือ ความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด (1) ถึงระดับปานกลาง (4)

5-7 หมายถึง เห็นด้วย คือ ความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (5) ถึงระดับมากที่สุด (7)

ขั้นที่ 2 แสดงตารางการตัดสินใจซึ่งแบ่งผลลัพธ์เป็นเซตของข้อมูล 2 อย่าง คือ การประมาณขอบเขตล่าง (Lower approximation) และการประมาณขอบเขตบน (Upper approximation)

1) การประมาณขอบเขตล่าง เป็นเซตของข้อมูลของสิ่งที่สนใจทั้งหมด หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเห็นด้วยกับตัวบ่งชี้หรือข้อคำถาม

$$\text{Lower approximation} = \{x \in U: [x]R \subseteq X\}$$

2) การประมาณขอบเขตบน (Upper Approximation) เป็นเซตของข้อมูลที่มีความคลุมเครือ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า ไม่เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้หรือข้อคำถาม

$$\text{Upper approximation} = \{x \in U: [x]R \cap X \neq \emptyset\}$$

ขั้นที่ 3 กำหนดกฎการตัดสินใจ (d) ตามทฤษฎีรีฟเซตของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน มี 3 เงื่อนไขดังนี้

1) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) เห็นด้วย (Scale 5-7) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) เห็นด้วย (Scale 5-7) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 1 (Agree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นเห็นด้วย (Lower approximation)

2) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 0 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

3) อื่น ๆ ได้แก่

3.1) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) เห็นด้วย (Scale 5-7) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 2 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

3.2) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) เห็นด้วย (Scale 5-7) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 2 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง (Quality of Lower Approximation: QL) โดยหาได้จากการนำจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย (Lower approximation) กับข้อคำถามหารด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตารางที่ 1 เกณฑ์การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต

| การวัดฉันทามติ | เกณฑ์ |
|-----------------------|---|
| ค่าคุณภาพของการประมาณ | QL < 0.75 ไม่ได้รับฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ |
| ขอบเขตล่าง (QL) | QL ≥ 0.75 ได้รับฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ |

ขั้นที่ 5 กำหนดเกณฑ์ (Criteria) การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต คือ ค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง (QL) ซึ่งมี 2 เกณฑ์ ดังตารางที่ 1

2. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์วัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์วัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เป็นการกำหนดโครงสร้างและลักษณะในการทำงานของโปรแกรม ดังนี้

1) วิเคราะห์แผนผังบริบท (Context diagram)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหา Source destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2) จัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data flow diagram) เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมของโปรแกรม ทั้งข้อมูลและการทำงาน ทำให้ง่ายต่อการศึกษาของผู้ที่สนใจครั้งต่อไป

2.2 ออกแบบฐานข้อมูล เป็นการสร้างแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับโครงสร้างและลักษณะในการทำงานของโปรแกรม

2.3 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ SQL Sever เป็นฐานข้อมูล และใช้ภาษา Visual Studio C# เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล

2.4 ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นขั้นตอนการตรวจสอบหาจุดบกพร่องของโปรแกรม เพื่อนำจุดบกพร่องไปแก้ไขต่อไป

2.5 จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นแนวทางการนำไปใช้จริง

2.6 ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ และคู่มือไปทดลองใช้ เพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีรีฟเซต และด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษา สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ดำเนินการ ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา สังเคราะห์สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจากเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. การกำหนดผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในด้านการออกแบบ การพัฒนา การใช้ และการประเมินผล รวมทั้งมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นอย่างดี จำนวน 19 คน ประกอบด้วย นักวิชาการ จำนวน 7 คน ครูสอนคอมพิวเตอร์ จำนวน 7 คน และผู้บริหารการศึกษาหรือศึกษานิเทศก์ จำนวน 5 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. การรวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 รอบ ในช่วงระหว่างวันที่ 10 เมษายน – 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ดังนี้

3.1 รอบที่ 1 สร้างแนวทางการสอบถามออนไลน์

แบบปลายเปิด โดยใช้ Google Form จำนวน 9 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแนวทางการสอบถามออนไลน์ผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) และนำผลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยวิเคราะห์ความถี่ของคำหรือข้อความคำตอบของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ปลายปิดมาตรฐานค่า 7 ระดับ ในรอบที่ 2

3.2 รอบที่ 2 สร้างแบบสอบถามออนไลน์รอบที่ 2 เป็นแบบสอบถามออนไลน์ปลายปิดแบบ มาตรฐานค่า 7 ระดับ โดยใช้ Google Form แสดงเป็นรายสมรรถนะ และตัวบ่งชี้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม 2) ความเหมาะสมเกี่ยวกับสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวนสมรรถนะ 6 ด้าน 32 ตัวบ่งชี้ และ 3) ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติเกี่ยวกับสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวนสมรรถนะ 6 ด้าน 32 ตัวบ่งชี้ จากนั้นส่งแบบสอบถามออนไลน์ให้ผู้เชี่ยวชาญผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และโทรแจ้งให้ผู้เชี่ยวชาญทราบ นำข้อมูลที่ได้จากรอบที่ 2 มาวิเคราะห์ดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต และแบบเดิม

3.3 รอบที่ 3 สร้างแบบสอบถามออนไลน์รอบที่ 3 เป็นแบบสอบถามที่แสดงเป็นรายสมรรถนะและตัวบ่งชี้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เหมือนแบบสอบถามออนไลน์รอบที่ 2 ต่างกันตรงที่มีการใส่ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ซึ่งแสดงผลการวัดดัชนีทามติเป็นค่าสถิติของกลุ่ม และคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน นำข้อมูลที่ได้จากรอบที่ 3 มาวิเคราะห์ดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต และแบบเดิม

4. การสรุปผล ได้จำนวนสมรรถนะและตัวบ่งชี้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ของวิธีการวัดดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต และแบบเดิม

5. การเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนตัวบ่งชี้ของวิธีการวัดดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างวิธีการวัดดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต กับแบบเดิม

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาวิธีการวัดดัชนีทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3 ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดคุณสมบัติ จำแนกคุณสมบัติ และผลลัพธ์คุณสมบัติของเรื่องที่สนใจ

1) กำหนดคุณสมบัติของการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครู จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านความเหมาะสม (a1) และ ด้านความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2)

2) จำแนกคุณสมบัติด้านความเหมาะสม (a1) และด้านความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) โดยใช้มาตรฐานค่า 7 ระดับ ดังนี้

1 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

3 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย

4 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

5 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

6 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก

7 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด

3) ผลลัพธ์คุณสมบัติด้านความเหมาะสม (a1) และด้านความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2)

1-4 คือ มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด (1) ถึงระดับ ปานกลาง (4) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า ไม่เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้หรือข้อคำถาม

5-7 คือ มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (5) ถึงระดับมากที่สุด (7) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้หรือข้อคำถาม

ขั้นที่ 2 แสดงตารางการตัดสินใจ แบ่งผลลัพธ์เป็นเซตของข้อมูล 2 อย่าง คือ การประมาณขอบเขตล่าง และการประมาณขอบเขตบน

1) การประมาณขอบเขตล่าง เป็นเซตของข้อมูลของสิ่งที่สนใจทั้งหมด หมายถึง การศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานครในอนาคตด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการประมาณขอบเขตล่างเป็นเซตของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นว่าเห็นด้วยกับตัวบ่งชี้

2) การประมาณขอบเขตบน เป็นเซตของข้อมูลที่มีความคลุมเครือ หมายถึง การศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานครในอนาคต ด้วยเทคนิค เดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการประมาณขอบเขตบนเป็นเซตของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นคลุมเครือ สรุปว่าผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้

ขั้นที่ 3 กำหนดกฎการตัดสินใจ (d) ตามทฤษฎีรีฟเซตของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ซึ่งมี 3 เงื่อนไข ดังนี้

1) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) เห็นด้วย (Scale 5-7) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) เห็นด้วย (Scale 5-7) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 1 (Agree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นเห็นด้วย

(Lower approximation)

2) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 0 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

3) อื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ได้แก่

3.1) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) เห็นด้วย (Scale 5-7) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 2 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

3.2) ถ้า คุณสมบัติความเหมาะสม (a1) ไม่เห็นด้วย (Scale 1-4) และ คุณสมบัติความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (a2) เห็นด้วย (Scale 5-7) จำแนกให้อยู่ในเซตการตัดสินใจ (d) = 2 (Disagree) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคนนั้นไม่เห็นด้วย (Upper approximation)

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง ได้จากการนำจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นว่าเห็นด้วยกับตัวบ่งชี้หารด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$$QL = \frac{\{x \in U : [x]R \subseteq X\}}{U}$$

U แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

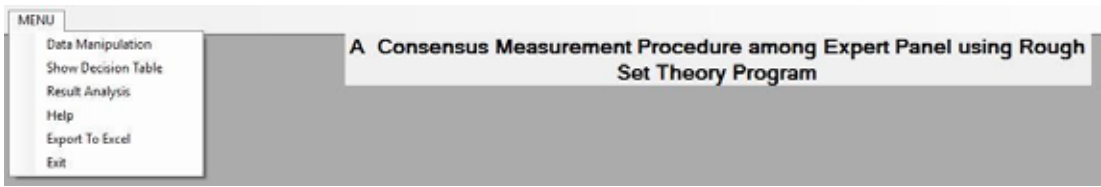
X แทน เซตของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้

[x]R แทน สมาชิกในเซตของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับตัวบ่งชี้

ขั้นที่ 5 กำหนดเกณฑ์ (Criteria) การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต คือ ค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง มี 2 เกณฑ์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต

| การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต | เกณฑ์ |
|---|---|
| ค่าคุณภาพของการประมาณขอบเขตล่าง (QL) | QL < 0.75 ไม่ได้รับฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ |
| | QL ≥ 0.75 ได้รับฉันทามติจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ |



ภาพที่ 3 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์วัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต มีหน้าจอหลักในการทำงาน ดังภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีเมนูหลักประกอบด้วย 6 เมนู ได้แก่

1) การจัดการข้อมูล (Data manipulation) เป็นส่วนที่ผู้ใช้โปรแกรมสามารถจัดการกับข้อมูล โดยผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้กรอกข้อมูลเข้าโปรแกรม หรือแก้ไขข้อมูลได้

2) การแสดงตารางการตัดสินใจ (Show decision table) เป็นส่วนที่แสดงตารางการตัดสินใจทำให้สามารถเห็นข้อมูลคลุมเครือและความไม่แน่นอนของข้อมูลได้อย่างชัดเจน

3) การแสดงผลการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต (Result analysis) เป็นส่วนที่แสดงผลการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตให้ผู้ใช้โปรแกรมทราบ

4) ความช่วยเหลือ (Help) เป็นส่วนที่แสดงการขอความช่วยเหลือเป็นเมนูที่แสดงวิธีการใช้งานของโปรแกรม

คอมพิวเตอร์วัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต

5) การจัดเก็บข้อมูล (Export to excel) เป็นส่วนการจัดเก็บข้อมูลเป็นเมนูในการนำข้อมูลออกจากโปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ Excel

6) การออกจากโปรแกรม (Exit) เป็นส่วนการออกจากโปรแกรมเป็นเมนูในการออกจากโปรแกรมหรือเลิกใช้โปรแกรม

ผลประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์วัดฉันทามติโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

3. ผลการนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร
 ในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568)

| สมรรถนะด้านเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร | ตัวบ่งชี้ |
|---|--|
| 1. ด้านความรู้พื้นฐานเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร | 1. สามารถติดตั้ง ซ่อมแซม หรือดูแลรักษาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้นได้ 2. สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีสาย หรือแบบไร้สายได้ 3. สามารถใช้ Smart Phone หรือ Tablet ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ 4. สามารถสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตจากโปรแกรมการใช้งานบน อินเทอร์เน็ตได้ เช่น Search Engine, Web Browser, Google 5. สามารถส่งข้อมูลผ่านเว็บไซต์ หรือ รับ-ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้ 6. สามารถใช้กระดานอัจฉริยะ (Interactive Whiteboard) ได้ 7. สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Office ได้ เช่น MS Word, Excel, Power Point, Access ได้ |
| 2. ด้านการวางแผนและออกแบบ การเรียนรู้ในห้องเรียน | 1. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวางแผนและออกแบบการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนได้ เช่น e-Learning, CAI, WBI, Cloud Computing 2. สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผน หรือจัดทำเอกสารประกอบ การสอนได้ เช่น แผนการสอน ใบงาน แบบฝึกหัด 3. สามารถใช้คอมพิวเตอร์เก็บบันทึกแหล่งข้อมูลเพื่อเตรียมเนื้อหาบทเรียนได้ 4. สามารถดาวน์โหลด (Download) หลักสูตร เนื้อหาสาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนจากเว็บไซต์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนได้ 5. สามารถใช้คอมพิวเตอร์บันทึก รวบรวมข้อมูลของนักเรียนในรูปแบบ ฐานข้อมูลได้ เช่น งานทะเบียนนักเรียน ระบบดูแลนักเรียน |
| 3. ด้านการบูรณาการเทคโนโลยี ด้านการเรียนการสอน | 1. สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนการสอนได้ เช่น CAI 2. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแบ่งปันความรู้ระหว่างครูกับนักเรียนได้ เช่น Web Board, Chat, e-mail, Facebook 3. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศติดต่อสื่อสารกับผู้ปกครองหรือนักเรียนได้ เช่น e-mail, Line, Facebook 4. สามารถใช้สื่อการสอนออนไลน์จัดการเรียนการสอนได้ เช่น e-Learning, WBI 5. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้การบ้านนักเรียนได้ |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| สมรรถนะด้านเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร | ตัวบ่งชี้ |
|---|--|
| 4. ด้านความรู้พื้นฐานการวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ | <ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจัดทำแบบทดสอบออนไลน์ได้ เช่น โปรแกรม Question Tools, Course Builder 2. สามารถประเมินสื่อการสอนออนไลน์หรือตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอนออนไลน์ได้ 3. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสร้างแบบสอบถามออนไลน์เพื่อประเมินการสอนได้ เช่น Google Form 4. สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้ 5. สามารถรายงานผลการศึกษานักเรียนผ่านระบบออนไลน์ได้ เช่น Online Report |
| 5. ด้านการเรียนรู้อย่างครุมีอาชีพ | <ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถรวบรวมแหล่งการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์เพื่อเชื่อมโยงในการจัดการเรียนรู้ได้ 2. สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยทำงานในชีวิตประจำวันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ 3. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศค้นหาข้อมูลความรู้หรือทำวิจัยได้ เช่น ฐานข้อมูลออนไลน์ 4. สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการทำวิจัยในชั้นเรียนได้ 5. สามารถเผยแพร่ข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือโซเชียลมีเดียได้ เช่น Web Board, Facebook |
| 6. ด้านสังคมและค่านิยมด้านศีลธรรม จริยธรรม | <ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจกฎหมายการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้ เช่น การละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ การแชร์ข้อมูลที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผู้อื่น 2. สามารถส่งเสริมจรรยาบรรณในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ เช่น การอ้างอิงแหล่งข้อมูล หรืออ้างถึงข้อความ 3. สามารถส่งเสริมมารยาทในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ เช่น การใช้ภาษาในการสื่อสารออนไลน์ (Chat) 4. สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงประโยชน์และโทษของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตได้ 5. สามารถสร้างความตระหนักหรือป้องกันการเข้าสู่เว็บไซต์ที่ไม่พึงประสงค์ได้ |
| <p>4. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนตัวบ่งชี้ของวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต กับวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเดิม ในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ปรากฏว่า ในรอบที่</p> | <p>3 (รอบสุดท้าย) ของเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ จำนวนตัวบ่งชี้ที่ได้รับฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตมี 32 ตัวบ่งชี้ และจำนวนตัวบ่งชี้ที่ได้รับฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเดิมมี 32 ตัวบ่งชี้ ซึ่งจำนวนตัวบ่งชี้ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน</p> |

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นวิธีการนำหลักการของทฤษฎีรีฟเซตมาสร้างเป็นกระบวนการวัดฉันทามติแบบใหม่ เรียกว่า “การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต” หรือ “เทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์-รีฟเซต” สามารถพิจารณาตรวจสอบความคลุมเครือ และความไม่แน่นอนของข้อมูลได้ ทำให้ผลการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้นั้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผลการพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต เป็นการพัฒนาวิธีการโดยนำทฤษฎีรีฟเซตมาประยุกต์กับวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดคุณสมบัติ จำแนกคุณสมบัติ และผลลัพธ์คุณสมบัติตามการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 2) แสดงตารางการตัดสินใจ 3) กำหนดกฎการตัดสินใจ 4) กำหนดค่าคุณภาพของการประเมินขอบเขตล่าง และ 5) กำหนดเกณฑ์การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเดิม ได้แก่ คำมัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก 2) หาค่าแห่งของ มัธยฐาน และ 3) ทราบค่ามัธยฐาน ซึ่งผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนตัวบ่งชี้ของวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระหว่างวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซต กับวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเดิม ในเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ปรากฏว่า ในรอบที่ 3 (รอบสุดท้าย) ของเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ จำนวนตัวบ่งชี้ที่ได้รับฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตมี 32 ตัวบ่งชี้ และจำนวนตัวบ่งชี้ที่ได้รับฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบบเดิมมี 32 ตัวบ่งชี้ ซึ่งจำนวนตัวบ่งชี้ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน โดยวิธีรีฟเซตเป็นทางเลือก ในส่วนของกระบวนการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ YangCharoenyeunyong, Chadcham, and Panthong (2016) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินการ

ปฏิบัติงานของบุคลากรปฏิบัติการด้านอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การกำหนดผู้เชี่ยวชาญ 3) การรวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ (Online questionnaire) และ 4) การสรุปผล

ผลการศึกษาการนำวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ทฤษฎีรีฟเซตที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานครในอนาคต (พ.ศ. 2559-2568) ด้วยเทคนิคเดลฟายแบบอิเล็กทรอนิกส์ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 17 คน ทำให้ได้สมรรถนะ 6 ด้าน จำนวน 32 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ สมรรถนะที่ 1 ด้านความรู้พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีจำนวน 7 ตัวบ่งชี้ สมรรถนะที่ 2 ด้านการวางแผนและออกแบบการเรียนรู้ในห้องเรียน มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ สมรรถนะที่ 3 ด้านการบูรณาการเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอน มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ สมรรถนะที่ 4 ด้านความรู้พื้นฐานการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ สมรรถนะที่ 5 ด้านการเรียนรู้อย่างครุมีอาชีพ มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ และสมรรถนะที่ 6 ด้านสังคมและค่านิยมด้านศีลธรรมจริยธรรม มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ซึ่งอยู่ในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Fong, Ch'ng, & Porc. (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยใช้เทคนิคเดลฟาย ปรากฏว่า สมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของครู ประกอบด้วย สมรรถนะ 6 ด้าน 17 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) ความรู้พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ 2) การวางแผนและออกแบบการเรียนรู้ในห้องเรียน จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ 3) การบูรณาการเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอน จำนวน 1 ตัวบ่งชี้ 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ 5) การเรียนรู้อย่างครุมีอาชีพ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ และ 6) สังคมและค่านิยมด้านศีลธรรมจริยธรรม จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ UNESCO (2011) ที่ได้กำหนดสมรรถนะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับครูไว้ 6 สมรรถนะ

คือ สมรรถนะที่ 1 ความเข้าใจเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา สมรรถนะที่ 2 หลักสูตรและการประเมินผล สมรรถนะที่ 3 ศาสตร์การสอน สมรรถนะที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สมรรถนะที่ 5 องค์กรและการบริหาร และสมรรถนะที่ 6 การเรียนรู้วิชาชีพครู

นอกจากนี้ ครูสามารถนำสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ในการพัฒนาตนเอง ทำให้มีความรู้ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้ ผู้บริหารการศึกษาสามารถนำสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูไปใช้ในการวางแผน หรือปรับปรุงนโยบายการพัฒนาครู ให้มีความรู้ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้

การพัฒนาวิธีการวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดย

ใช้ทฤษฎีรีฟเซตนี้ ได้พิจารณาจากคุณสมบัติ (Attribute) 2 ด้าน คือ ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ในการปฏิบัติเท่านั้น ดังนั้นหากมีการเพิ่มคุณสมบัติ เช่น ด้านความสำคัญ ที่สามารถวัดฉันทามติที่กลุ่มเครือข่ายของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จะทำให้การวัดฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ส่วนการศึกษาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของครูสังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร ในครั้งต่อไป ควรตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของสมรรถนะเทคโนโลยีสารสนเทศของครู โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อเป็นการตรวจสอบยืนยันการจำแนกสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

References

- Avery, A. J., Savelyich, B. S. P., Sheikh, A., Cantrill, J., Morris, C. J., Fernando, B., Bainbridge, M., Horsfield, P., Teasdale, S. (2005). Identifying and establishing consensus on the most important safety features of gp computer system: e-delphi study. *Informatics in Primary Care, 13*(1), 3-11.
- Fong, S. F., Ch'ng, P. E., & Porc, F. P. (2013). Development of ICT competency standard using the Delphi Technique. In *Proceeding International Educational Technology Conference*. (pp. 327-341). Kuala Lumpur: Malaysia.
- Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in delphi studies review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting & Social Change, 79*(1), 1525-1536.
- Institute of Museum and Library Services. (2009). *Museums, libraries, and 21st century skills*. Retrieved September 15, 2014, from <http://www.imls.gov/assets/1/AssetManager/21stCenturySkills.pdf>
- Pawlak, Z. (1997). Rough set approach to knowledge-based decision support. *European Journal of Operational Research, 99*(1), 48-57.
- Yang Charoenyeunyong, S., Chadcham, S., & Panthong, K. (2016). Development of the Criteria for Assessing Employee Performance in the Automotive Parts Industry. *Research Methodology & Cognitive Science, 14*(2), 43-58.
- UNESCO. (2011). *UNESCO ICT Competency framework for teachers*. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Paris.