



# การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลนวัตกรรม สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง Development, Efficiency and Effectiveness of Innovation for Self-learning Model.



มานิตย์ อาษานอก<sup>1\*</sup>  
Manit Asanok<sup>1\*</sup>

Manit.a@msu.ac.th\*

## บทคัดย่อ

**นวัตกรรมการศึกษา** (Innovation in Education) หมายถึง สิ่งใหม่ วิธีการ แนวคิด กระบวนการ เทคนิค แนวปฏิบัติ ผลิตภัณฑ์ใหม่ ชิ้นงาน ที่เกิดจากการใช้ความรู้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการศึกษา นวัตกรรมที่เป็นผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) มีจุดเน้นในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล มีรูปแบบการพัฒนาเฉพาะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยตนเอง ดูได้จากตัวเลขแสดงประสิทธิภาพนวัตกรรม (Efficiency of Product Innovation) ที่แสดงให้เห็นลำดับขั้นของการพัฒนาและการทดสอบประสิทธิภาพ 3 ลำดับ คือ การทดสอบการใช้กับผู้เรียนแบบเดี่ยว (1:1) การทดสอบการใช้กับผู้เรียนแบบกลุ่มเล็ก (1:10) และทดสอบการใช้กับผู้เรียนในสภาพจริง หรือการทดลองภาคสนาม (1:100) และค่าประสิทธิผลนวัตกรรม (Effectiveness Index of Product Innovation) ที่แสดงเป็นค่าดัชนีความก้าวหน้าหรือผลสำเร็จของการเรียน หมายถึงการเรียนรู้จากนวัตกรรมครั้งนี้นักเรียนได้คะแนนความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละเท่าใด

**คำสำคัญ :** ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษา, ดัชนีประสิทธิผล, การเรียนรู้ด้วยตนเอง

## ABSTRACT

The innovation in education means new ideas, methods, concepts, processes, techniques, guidelines, new products, work pieces, resulting from the application of knowledge, creativity in order to change or improve and develop the work systematically that affects the efficiency and effectiveness of the education management, product innovation, focusing on helping individual learner create its own learning system with a specific development model to enhance the efficiency and effectiveness of learning of the learner by itself of which the data on the efficiency of product innovation shown in the hierarchy of development and performance testing for 3 levels : Testing the application with an individual learner (1:1), Testing the application with a small group of learners (1:10) and Testing the application with the learner in real condition or field testing (1:100) and the effectiveness index of

<sup>1</sup> หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

<sup>1</sup> Head of Department of Educational Technology and Communications, Faculty of Education Mahasarakrm University.

product innovation shown by the progress or success index of learning means that the learning from such an innovation make the student receive how much the progress score in additional percentages.

Keyword: Efficiency of Product Innovation, Effectiveness Index, Self-learning

## นวัตกรรมการศึกษา (Innovation in Education)



### 1. ความหมายและความเป็นมา

“นวัตกรรม” (อ่านว่า นะ-วัต-ตะ-กัม) ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Innovation” (อ่านว่า อิน-โน-เว-ชัน) เกิดจากการนำคำว่า “นวตา” (อ่านว่า นะ-วะ-ตา) ซึ่งแปลว่า ความใหม่ กับคำว่า “กรรม” (อ่านว่า กร-มะ) แปลว่า การกระทำ มาเข้าสมาสกัน แล้วใช้ในความหมายว่า การซ่อมแซม การซ่อมใหม่ เช่น นวัตกรรมในการศึกษา หมายถึง การปรับปรุงแก้ไขระบบการศึกษา (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. ออนไลน์)

“Innovation” เป็นคำนามมาจากภาษาละติน “innovationem” ซึ่งมีรากศัพท์จากคำว่า “Innovare” แปลว่า “ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา” (“to renew or change”) (Jay Fraser, ออนไลน์) โดยเป็นสิ่งที่เกิดจากการใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และมีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม

“นวัตกรรม” จึงเป็นการทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีใหม่ๆ และยังสามารถหมายถึงการเปลี่ยนแปลงทางความคิด การผลิต กระบวนการ หรือองค์กร ไม่ว่าการเปลี่ยนนั้นจะเกิดขึ้นจากการปฏิวัติ การเปลี่ยนอย่างถอนรากถอนโคน หรือการพัฒนาต่อยอด ทั้งนี้ มักมีการแยกแยะความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างการประดิษฐ์คิดค้น ความคิดริเริ่ม และนวัตกรรม อันหมายถึงความคิดริเริ่มที่นำมาประยุกต์ใช้อย่างสัมฤทธิ์ผล (Mckeown, 2008 ; อ้างถึงใน วิกีพีเดีย, ออนไลน์)

ดังนั้น “นวัตกรรมการศึกษา” จึงหมายถึง สิ่งใหม่ วิธีการ แนวคิด กระบวนการ เทคนิค แนวปฏิบัติ ผลิตภัณฑ์ ใหม่ ชิ้นงาน ที่เกิดจากการใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการศึกษา มีความหมายและที่มาดังนี้

### 2. การยอมรับนวัตกรรมการศึกษา

การพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นนวัตกรรมการศึกษา อาจดูจากความเห็นของบุคคลว่า นวัตกรรมศึกษานั้นเป็นสิ่งที่ใหม่ ที่ไม่เคยใช้ หรือเป็นสิ่งเดิมที่มีการปรับปรุง พัฒนา เพิ่ม และนำไปใช้ในสภาพการณ์เดิม หรือสภาพการณ์ใหม่หรือไม่ หรือยังไม่เป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน ตลอดจนอาจอยู่ในระหว่างการวิจัยหรือพิสูจน์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับนวัตกรรมนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้ (กิริติ ยศย์ยง, 2552 ; สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2552)

1. การรับรู้ของแต่ละบุคคล (Perception of Individual) การพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นนวัตกรรม ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของแต่ละบุคคล นวัตกรรมของบุคคลกลุ่มหนึ่งอาจไม่ใช่ นวัตกรรมของบุคคลกลุ่มอื่นๆ ก็ได้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความเชื่อ ค่านิยม ที่มีต่อนวัตกรรม

2. ช่วงเวลา (Timeline) นวัตกรรมอาจได้รับการยอมรับหรือนิยมนตามช่วงเวลา que เปลี่ยนไปตามพัฒนาการ ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม หรือความเชื่อของคนในกลุ่มนั้น ช่วงเวลาเป็น สิ่งที่ชี้ว่าในช่วงเวลานั้น มีสิ่งใหม่ที่เคยมีผู้ใดทำมาก่อนหรือไม่ หรืออาจเป็น สิ่งใหม่ที่ถูกรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพการณ์ดังกล่าว

3. ความใหม่ (Newness) ความใหม่ หมายถึง สิ่งใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลลัพธ์ใหม่ หรือกระบวนการ ที่ปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นใหม่ ที่ยังไม่มีใครเคยทำมาก่อน หรือ เคยทำมาแล้วในอดีตแต่ได้นำกลับมาทำซ้ำขึ้นมาใน สภาพการณ์การใหม่ หรือมีการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดจากของเดิม

4. มูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Benefits) นวัตกรรมจะได้รับการยอมรับนั้นขึ้นอยู่กับที่ยอมรับว่ามีประโยชน์และคุ้มค่าต่อการใช้ การให้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรือการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจจึงเป็นปัจจัยที่ถูกนำมาพิจารณาในความเป็นนวัตกรรมและควรที่จะส่งเสริมหรือผลิตเพื่อการเผยแพร่ต่อไปหรือไม่

5. ความรู้และการสร้างสรรค์ (Knowledge and Creativity) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด และเป็นเชื้อเพลิงในการพัฒนานวัตกรรม เพราะความรู้และการสร้างสรรค์จะทำให้เกิดไอเดีย (Idea) หรือแนวคิดใหม่ๆ ที่จะนำไปสู่การผลิตงานต้นแบบ (Intervention) และกลายมาเป็นนวัตกรรม ที่ไม่ได้เกิดจากการเลียนแบบหรือทำซ้ำ

### 3. ประเภทของนวัตกรรมการศึกษา

การจำแนกประเภทนวัตกรรมการศึกษา อาจจำแนกตามเป้าหมายของนวัตกรรม 2 ประเภท ดังนี้ (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553; สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549 อ้างถึงใน สุกัญญา แซ่ม้อย, 2555)

1. นวัตกรรมที่เป็นผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) คือการพัฒนาและนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ถือว่าเป็นผลผลิต (Outputs) เช่น ผลผลิตที่เป็นนวัตกรรมด้านสื่อการศึกษาที่ครูในโรงเรียนนิยมพัฒนา เช่น การพัฒนาหนังสือเสริมการอ่าน การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาชุดการสอน การพัฒนาแบบฝึกทักษะ การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป นวัตกรรมด้านไอซีทีเพื่อการศึกษา เช่น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ การพัฒนาวิดีโอทัศน์ช่วยสอน ฯลฯ ที่ผู้เรียนสามารถจับต้องได้ (tangible product) โดยออกแบบและพัฒนาตามหลักการที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning)

2. นวัตกรรมที่เป็นกระบวนการ (Process Innovation) คือการประยุกต์ใช้แนวคิด วิธีการ หรือ กระบวนการใหม่ๆ ที่ส่งผลให้เกิดกระบวนการผลิต และการทำงานโดยรวมให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น และอาจจับต้องไม่ได้ (intangible product) นวัตกรรมการศึกษาที่เป็นกระบวนการและนิยามพัฒนา เช่น

- นวัตกรรมด้านการบริหารจัดการศึกษา เช่น รูปแบบการบริหารโรงเรียนทางเลือก รูปแบบการบริหารโรงเรียนขนาดเล็ก

- นวัตกรรมด้านการออกแบบการเรียนการสอน เช่น รูปแบบการสอนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน รูปแบบการสอนที่ใช้สมองเป็นฐาน รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ ฯลฯ

- นวัตกรรมด้านหลักสูตรการเรียนการสอน เช่น การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนผู้บกพร่องทางการเรียน การพัฒนาหลักสูตรการป้องกันตนเอง ฯลฯ

- นวัตกรรมด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เช่น การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิด การพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร เป็นต้น

### 4. นวัตกรรมสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง

นวัตกรรมสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-learning) มีพื้นฐานการออกแบบมาจากหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ที่เชื่อและมุ่งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นหลังจากเจอสถานการณ์ หรือเงื่อนไขที่กำหนด และเรียกว่า “การเรียนรู้” โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumption) เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ 3 ประการคือ การเรียนรู้เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สภาพการณ์หรือสภาพแวดล้อมสามารถทำให้เกิดพฤติกรรมได้ การเรียนรู้ต้องอาศัยความต่อเนื่องเชื่อมโยง (contiguity) และการเสริมแรง (reinforcement) เพื่อควบคุมหรือส่งเสริมทำให้เกิดพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ใหม่

หลักการทางจิตวิทยาที่นำมาใช้ในการออกแบบนวัตกรรมสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย (มนตรี แยมกสิกร, 2550)

1. ความอิ่มอกอิ่มใจ (Satiation) หมายถึง สภาวะที่ได้รับการตอบสนองต่อความต้องการทางกายและหรือทางจิตใจ หลังจากเรียนรู้ผ่านนวัตกรรม ดังนั้นนวัตกรรมที่ออกแบบจะต้องสร้างความสนใจให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือมีการเสริมแรง เพื่อให้เกิดภาวะความอิ่มอกอิ่มใจ

2. ความทันทีทันใด (Immediately) หมายถึง การตอบสนองต่อสภาพการณ์อย่างทันทีทันใด ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เช่น นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยการคลิกคำตอบที่เลือก และมีการตอบหรือเฉลยให้ทราบผลการคลิกทันทีทันใด

3. ความคงเส้นคงวา (Contingency) ประสิทธิภาพของผลที่เกิดตามมาจะขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่นและความคงเส้นคงวาของผลที่เกิดตามมา (Consequence) เช่น การให้ดาวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การให้รางวัลหลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป

4. ขนาดของผลที่ตามมา (Size) หมายถึง ความคุ้มค่า หลังจากที่ได้แสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า เปรียบเสมือนขนาดของรางวัลที่จะได้รับ หากรางวัลหรือสิ่งที่จะตามมามีความคุ้มค่าต่อการแสดงพฤติกรรม จะส่งผลต่อความพยายามในการแสดงพฤติกรรมตอบสนองเช่นนั้นต่อไป ในทางกลับกันก็สามารถที่ลด หรือตัดพฤติกรรมให้กระทำหรือไม่กระทำเช่นนั้น ได้เช่นเดียวกัน

หลักการเหล่านี้สามารถนำไปใช้เพื่อออกแบบและพัฒนาวัตกรรมการเรียนที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล เช่น การพัฒนาหนังสือเสริมการอ่าน การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาชุดการสอน การพัฒนาแบบฝึกทักษะ การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป และนวัตกรรมด้านไอซีทีเพื่อการศึกษา เช่นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ การพัฒนาวีดิทัศน์ช่วยสอน เป็นต้น

5. การทดสอบประสิทธิภาพนวัตกรรมสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง

แนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาสำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดขึ้นเพราะการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน (Prototype) สำหรับผลิตภัณฑ์และบริการใดๆ ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริง จำเป็นต้องผ่านกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานมีประสิทธิภาพจริง เรียกว่า “การทดสอบ

ประสิทธิภาพ (Developmental Testing)” (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ระดับสมรรถนะคุณภาพ หรือขีดความสามารถในการผลิต การดำเนินงาน หรือการให้บริการที่สามารถลดความสูญเสีย ค่าใช้จ่าย แรงงาน หรือความพยายาม ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษา จึงหมายถึง ระดับสมรรถนะ คุณภาพ หรือขีดความสามารถของนวัตกรรมการศึกษาที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียน แนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพที่นิยมปฏิบัติมี 2 แนวทาง คือ แนวทางที่ยึดเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 standard) ตามแนวคิดของ เปื้อง กุมุท (2519) และ แนวทางยึดเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ตามแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520) ซึ่งสามารถจำแนกความแตกต่างของแนวคิดและวิธีการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมได้ดังนี้

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน (The 90/90 Standard) (เปื้อง กุมุท, 2519)

รองศาสตราจารย์ ดร. เปื้อง กุมุท แห่งภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้เสนอวิธีการทดสอบประสิทธิภาพนวัตกรรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) ในหนังสือ เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม เพื่อสะท้อนประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม (Programmed textbook) ที่มีเป้าหมายหลักเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเอง เป็นวิธีการทดสอบประสิทธิภาพที่ยึดหลักการเรียนแบบรอบรู้ (Mastery Learning) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หากใช้เวลาเพียงพอ จัดวิธีการที่เหมาะสม การหาประสิทธิภาพจึงหาจาก เหมาะสำหรับการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมที่ อิงเกณฑ์การประเมิน เพื่อสะท้อนคุณภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้น และบ่งบอกถึงศักยภาพของนวัตกรรมว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ที่วางไว้มากน้อยเท่าใด (มนตรี แย้มกสิกร, 2550)

สูตรในการทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน (เปรี๊ง กุมุท , 2519 อ้างถึงใน มนตรี แยมกสิกร, 2550)

$$90 \text{ ตัวแรก} = \frac{\left[ \frac{\sum X}{N} \right]}{R} \times 100$$

90 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละ 90 ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

- $\sum X$  หมายถึง คะแนนรวมของผลการทดสอบหลังเรียน  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพ  
 $R$  หมายถึง จำนวนคะแนนเต็ม ของแบบทดสอบหลังเรียน

$$90 \text{ ตัวหลัง} = \frac{Y}{N} \times 100$$

- 90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน  
 $Y$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพ

5.2 การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โปแกรม ซึ่งมีความเชื่อว่า “การเรียนรู้เป็นระบบและ  
 $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) กระบวนการต่อเนื่อง” การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจึง  
 ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้เสนอ ต้องกำหนดจากผลการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Trans-  
 แนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพนวัตกรรมตามเกณฑ์ sitional Behavior) ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการ (Process)  
 ประสิทธิภาพที่กำหนด เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการ และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Products) ซึ่งถือว่าเป็นผลลัพธ์  
 สอน และสื่อการสอนประเภทต่างๆ ยกเว้นบทเรียน (Output) ที่เกิดขึ้นจากการเรียน

สูตรในการทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520)

$$E_1 = \frac{\left[ \frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100$$

- $E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (Efficiency of Process)  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน (N คน)  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน  
 $A$  หมายถึง คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\left[ \frac{\sum F}{N} \right]}{B} \times 100$$

- $E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Efficiency of Product)  
 $\sum F$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน (N คน)  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอนครั้งนี้  
 $B$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

แนวคิดการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  ได้รับการยอมรับและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ 90/90 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความยืดหยุ่นของการใช้ โดยสามารถประยุกต์ใช้กับสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้อื่น รวมทั้งการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ โดยผู้พัฒนานวัตกรรมสามารถกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อพิจารณาและตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ว่ามีพัฒนาการระหว่างกระบวนการเรียนรู้ (Process) และปลายทางการเรียนรู้ (Product) ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งแตกต่างจากแนวคิด การหาประสิทธิภาพ 90/90 ที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องเข้าใจหลักการและวิธีการหาอย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นหัวใจของการทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อการพัฒนาวัตกรรมและเลือกใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพให้ถูกต้อง ดังข้อเสนอแนะวิธีการใช้ และตัวอย่างในเอกสารนี้

5.3 การแสดงผลการหาประสิทธิภาพ  
นวัตกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

ขั้นตอนการแสดงผลการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมจำเป็นต้องแสดงให้เห็นค่าทดสอบประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน คือ

1) การทดสอบการใช้กับผู้เรียนแบบเดี่ยว (1:1) ทดลองกับนักเรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กก่อนปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น ค่า  $E_1/E_2$  ที่คำนวณได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2) การทดสอบการใช้กับผู้เรียนแบบกลุ่มเล็ก (1:10) ทดสอบกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) โดยมีกิจกรรมและขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการทดสอบผู้เรียนแบบเดี่ยว คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ย จะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3) การทดสอบการใช้กับผู้เรียนในสภาพจริง หรือการทดลองภาคสนาม (1:100) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น โดยมีกิจกรรมและขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการทดสอบผู้เรียนแบบกลุ่มเล็ก คำนวณประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม จนกว่าจะได้ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ หากค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และหากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า 2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์

#### 5.4 การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ “ประสิทธิภาพนวัตกรรม”

ในการกำหนดนิยามศัพท์ประสิทธิภาพนวัตกรรม จะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวคิดการหาประสิทธิภาพ และเลือกใช้สูตร หรือวิธีการให้ถูกต้อง พบข้อผิดพลาดที่ผู้เขียนมักกำหนดนิยามสับสน ระหว่างแนวคิด การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 กับการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  และไม่ได้กำหนดสัดส่วนของคะแนนที่นำมาหาประสิทธิภาพกระบวนการ เช่น ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดฝึกที่ได้มาจากกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอน มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะฯ แต่ละชุดผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้น้อยกว่า ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่สามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะฯ แล้วผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้น้อยกว่าร้อยละ 80

ควรแก้ไขเป็นประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดฝึกที่ได้มาจากกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอน มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

80 ตัวแรก คือประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) คิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะ ร้อยละ 50 และแบบทดสอบท้ายแบบฝึกทักษะ ร้อยละ 50 แต่ละชุดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะฯ

เกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ค่าเฉลี่ยของ  $E_1/E_2$  จะเท่ากับ 80/80 สูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดค่าเฉลี่ยของ  $E_1/E_2$  จะต้องไม่เกิน 2.5%

5.5 ตัวอย่างการนำเสนอผลการทดสอบ

ประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ในการนำเสนอผลการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมในบทที่ 4 ให้นำเสนอผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพทั้ง 3 แบบ ดังเช่นตัวอย่าง

ตอนที่ XX ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน ชั้น ม. 5

### 1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบเดี่ยว

เมื่อนำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน ชั้น ม. 5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ตามเกณฑ์ 60/60 ได้ผลดังแสดงในตาราง XXX

ตาราง XX การทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบเดี่ยว (n=3)

| ประสิทธิภาพ                                          | ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของ<br>แบบฝึกทักษะแต่ละชุด |          |          | ร้อยละคะแนน<br>เฉลี่ยรวม | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน | ความหมาย              |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                                                      | ชุดที่ 1                                    | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 |                          |                          |                       |
| ประสิทธิภาพด้าน<br>กระบวนการ ของแบบฝึกฯ<br>( $E_1$ ) | 66.67                                       | 60.34    | 65.23    | 61.89                    | 0.56                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์<br>ของแบบฝึกฯ ( $E_2$ )       | 63.63                                       | 63.33    | 67.22    | 64.23                    | 0.45                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| $E_1/E_2$                                            | 61.89/64.23                                 |          |          |                          |                          | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |

จากตาราง XX พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของแบบฝึกฯ ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 66.67/63.63, 60.34/63.33, 65.23/67.22 โดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 61.89/64.23 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 60/60 หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแล้ว ได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ว่าแบบฝึกบางหัวเรื่องมีเนื้อหาเยอะเกินไป แบบฝึกบางหัวเรื่องมีเนื้อหายาก และแบบฝึกบางตอนมีความยากเกินไป หลังจากสัมภาษณ์ผู้เรียนผู้วิจัยได้ปรับปรุง แบบฝึกฯ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนโดยได้ปรับกรอบเนื้อหาให้มีความกระชับ ลดโจทย์ในแบบฝึก และอธิบายการหาคำตอบและวิธีทำแบบฝึกให้ละเอียดมากขึ้น

## 2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบกลุ่ม

เมื่อนำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน ชั้น ม. 5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 9 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ตามเกณฑ์ 70/70 ได้ผลดังแสดงในตาราง XXX

ตาราง XXX การทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบกลุ่มเล็ก (n=9)

| ประสิทธิภาพ                                          | ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของ<br>แบบฝึกทักษะแต่ละชุด |          |          | ร้อยละคะแนน<br>เฉลี่ยรวม | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน | ความหมาย              |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                                                      | ชุดที่ 1                                    | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 |                          |                          |                       |
| ประสิทธิภาพด้าน<br>กระบวนการ ของแบบฝึกฯ<br>( $E_1$ ) | 78.33                                       | 73.32    | 75.27    | 74.89                    | 0.56                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์<br>ของแบบฝึกฯ ( $E_2$ )       | 76.67                                       | 76.31    | 75.26    | 75.23                    | 0.45                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| $E_1/E_2$                                            | 74.85/75.53                                 |          |          |                          |                          | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |

จากตาราง XXX พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของแบบฝึกฯ ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.33/76.67, 73.32/76.31, 75.27/75.2 โดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 74.89/75.23 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มแล้ว ได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ว่า ชุดฝึกบางชุดมีข้อบกพร่อง สะกดผิด และเฉลยผิด แบบฝึกมีจำนวนข้อค่อนข้างมากเกินไป ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบฝึกฯ ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการและปรับปรุงข้อบกพร่องด้วยการ ตรวจสอบคำสะกดให้ถูกต้องและลดจำนวนข้อของแบบฝึกในหัวข้อที่มีจำนวนมาก

## 3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบภาคสนาม

เมื่อนำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน ชั้น ม. 5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 30 คน คละความสามารถ เพื่อหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ตามเกณฑ์ 80/80 ได้ผลดังแสดงในตาราง XXXX

ตาราง XXXX การทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบภาคสนาม (n=30)

| ประสิทธิภาพ                                          | ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของ<br>แบบฝึกทักษะแต่ละชุด |          |          | ร้อยละคะแนน<br>เฉลี่ยรวม | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน | ความหมาย              |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                                                      | ชุดที่ 1                                    | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 |                          |                          |                       |
| ประสิทธิภาพด้าน<br>กระบวนการ ของแบบฝึกฯ<br>( $E_1$ ) | 78.72                                       | 79.68    | 80.97    | 79.34                    | 0.56                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์<br>ของแบบฝึกฯ ( $E_2$ )       | 77.74                                       | 78.06    | 79.68    | 78.33                    | 0.45                     | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |
| $E_1/E_2$                                            | 79.34/78.33                                 |          |          |                          |                          | มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ |

จากตาราง XXXX พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามของแบบฝึกฯ ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.72/77.74, 79.68/78.06, 80.97/79.68 โดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 79.34/78.33 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## 6. ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index)

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness) หมายถึง ผลสำเร็จของงานเป็นไปตามความมุ่งหวัง (Purpose) ที่กำหนดไว้ มุ่งเน้นที่จุดสิ้นสุดของกิจกรรม มักมีตัวชี้วัด (Indicator) ประสิทธิภาพไม่ได้เน้นเพียงการใช้ทรัพยากรน้อย การลดต้นทุน การลดเวลา

แนวคิดการหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) เป็นค่าดัชนีแสดงความก้าวหน้าหรือผลสำเร็จของการเรียน เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณหรือขนาดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หลังการทดลองใช้สื่อหรือนวัตกรรมการศึกษา ของกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว (Hovland, 1949 Cited in Goodman, Flether and Schneider, 1980)

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545) ได้นำแนวคิดนี้มาเผยแพร่ในวารสารวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในปี 2545 โดยได้อธิบายผ่านการยกตัวอย่างการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนหลังการใช้สื่อหรือนวัตกรรม ระหว่างวิธีการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที (t-test) และการใช้ดัชนีประสิทธิผล โดยให้เหตุผลว่า การทดสอบค่าที่ อาจทำให้ทราบถึงความแตกต่างหรือการเพิ่มขึ้นของพัฒนาการ อย่างมีนัยสำคัญก็จริง แต่ผลการทดสอบไม่ได้ระบุว่า ผลของพัฒนานั้นมีขนาดเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด ซึ่งต่างจากการหาค่าดัชนีประสิทธิผล ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความก้าวหน้าหรือขนาดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การนำเสนอค่าดัชนีประสิทธิผล จึงมีความหมายถึงการเรียนครั้งนั้น นักเรียนได้คะแนนจากการเรียนผ่านนวัตกรรมการศึกษาเพิ่มขึ้นเป็นดัชนี หรือคิดเป็นร้อยละเท่าใด

### สูตรในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index: E.I.)

(Goodman, Flether and Schneider, 1980 p. 30)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

$P_1$  แทน ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน

$P_2$  แทน ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน

หรืออาจเขียนเป็น (เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2545 น. 31)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

$P_1$  แทน ผลรวมคะแนนก่อนเรียนทุกคน

$P_2$  แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน}) \times (\text{จำนวนคะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเป็นไปได้สูงสุดคือ 1 หากติดลบ แสดงว่า ผลสอบก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน หรือนวัตกรรม ไม่มีประสิทธิภาพหรือประสิทธิผล ในการแปรผลค่าดัชนีประสิทธิผลจะนำค่าที่คำนวณได้นำไปเทียบกับค่า E.I. สูงสุดคือ 1.00 เช่น E.I.= 0.7645 หมายถึง ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7645 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนจากการเรียนด้วยนวัตกรรมเพิ่มขึ้น 0.7645 หรือคิดเป็นร้อยละ 76.45 เป็นต้น

## 7. สรุป

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพประสิทธิผลนวัตกรรมสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ซึ่งมีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การผลิตและเผยแพร่นวัตกรรมที่ได้รับการยอมรับและเชื่อถือได้ ผ่านกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผล ที่มีรูปแบบและลักษณะเฉพาะ บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดหลักการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมที่เหมาะสม ตลอดจนกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตลอดจนข้อพึงระวังในการเลือกใช้วิธีการ นักวิชาการ ครู นักวิจัย หรือนักเทคโนโลยีการศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจ จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมและทดลองลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถเลือกใช้วิธีการและการนำเสนอที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไปในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

- กิริติ ยศยังยง. (2552). **องค์กรแห่งนวัตกรรม แนวคิด และกระบวนการ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์. (2552). **การจัดการความรู้กับนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : หจก. สามลดา.
- สกุญญา แซ่มซ้อย. (2555). “แนวคิดเชิงนวัตกรรมสำหรับการบริหารสถานศึกษาในศตวรรษที่ 21” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 14(2) 117-128.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2550, กันยายน 17). นวัตกรรม. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://www.royin.go.th>
- เป็เรือง กุมพ. (2519). **เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มนตรี แยมกสิกร. (2550). “เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยและพัฒนาสื่อการสอน: ความแตกต่าง 90/90 Standard และ E1/E2” **วารสารศึกษาศาสตร์**. 19(1) 1-16.
- เผธิญู กิจระการ และสมนึก ภักทิยธนี. (2545). “ดัชนีประสิทธิผล” **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 8 (กรกฎาคม) 30-36.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2556). “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน” **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1) 5-20.
- Goodman, R.I. (1980). *The Effectiveness Index as a Comparative Measure in Media Product Evaluation*. **Educational Technology**, 20(9), 30-34. Retrieved August 16, 2018 from <https://www.learntechlib.org/p/164168/>.
- Jay Fraser (2014, April 19). **Etymology of Innovation**. [เว็บไซต์]. Retrieved <http://innovationexcellence.com/blog/author/jay-fraser/>
- Innovation*. Retrieved August 16, 2018, from Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Innovation>