

การจัดการเรียนรู้บนคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ของนักเรียนอาชีวศึกษา

Learning management on cloud STREAM to enhance creative thinking
of vocational students

พีรญา สุขชีวรรณ¹

Peeraya Sukkeewan

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้บนคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีม (STREAM) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอาชีวศึกษา เป็นการประยุกต์การจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องในศตวรรษที่ 21 แนวคิดสตรีม เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมโดยนำคลาวด์เลิร์นนิ่งมาสนับสนุนการเรียนรู้แบบสตรีม เป็นการนำเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนการเรียนรู้มารวมเข้าไว้ด้วยกัน แล้วผสมผสานวิธีการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวคิดแบบสตรีมศึกษา ที่มีรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์ และการอ่านที่มุ่งแก้ปัญหา เสริมสร้างประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ มี 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ปัญหา (analysis) 2) รวบรวมและค้นหาข้อมูล (search) 3) ออกแบบ (design) 4) สร้างและพัฒนาชิ้นงาน (develop) 5) ประเมิน (evaluate) 6) นำเสนอผลงาน (present) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มครูผู้สอนคอยตรวจสอบหรือให้คำแนะนำในระหว่างทำกิจกรรมหรือมอบหมายงานในชั้นเรียน

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้บนคลาวด์เลิร์นนิ่ง สตรีม ความคิดสร้างสรรค์

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

Lecturer Program in Business Computer, Chanthaburi Technical College.

ABSTRACT

Learning management on cloud STREAM to enhance creative thinking of vocational students. It is a consistent application of teaching and learning in the 21st century. The STREAM concept is integrated learning management that uses knowledge and skills. Through activities by bringing cloud learning to support STREAM. Which is the introduction of cloud computing technology that supports learning to come together and incorporating a learning management approach that integrates the concept of STREAM education with courses in science, technology, engineering, art, mathematics, and reading are integrated. To solve problems, enhance experiences, creativity, and lead to future innovation. There are 6 stages of learning management 1) Analysis 2) search 3) Design 4) development 5) Evaluate 6) Present. For learning activities together as a group. Teachers monitor or advise during activities or assignments in the classroom.

Keyword: Learning Management on Cloud, STREAM, Creative Thinking

บทนำ

ปัจจุบันสังคมโลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หลายประเทศเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเศรษฐกิจ และสังคม ส่งผลให้มีการเตรียมความพร้อมในการพัฒนาคนในประเทศให้มีศักยภาพสูงขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ประเทศพัฒนาและเติบโตอย่างมั่นคง จากการศึกษาแนวโน้มด้านการศึกษาระดับนานาชาติพบว่า ต่างให้ความสำคัญกับผู้เรียนในเรื่องของทักษะความสามารถ ทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต รวมทั้งทักษะด้านการทำงาน การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และทักษะเฉพาะอาชีพ สอดคล้องกับทักษะที่ได้ถูกกำหนดไว้ในทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นกระบวนการคิดที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการในการแก้ปัญหา และใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ต้องการพัฒนาวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างนวัตกรรม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้มาบูรณาการและสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ดังการจัดการศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นวิทยาลัยที่มุ่งจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน แต่ผู้เรียนยังขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และใช้ประโยชน์จากความคิดสร้างสรรค์สร้างนวัตกรรม ผลงานของผู้เรียนจะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน และผู้เรียนไม่ทำอะไรแปลกใหม่ ๆ แนวทางส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน นับว่าเป็นส่วนที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะเป็นขั้นตอนในการสอน รวมทั้งวิธีสอน เทคนิค

การสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงได้ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสตรีมศึกษา (STREAM Education) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ต่อยอดจากแนวคิดสะเต็ม และแนวคิดสเต็ม เป็นการบูรณาการในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) ศิลปะ (art) และ คณิตศาสตร์ (mathematics) เข้าด้วยกัน (Tyler, 2016: online) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตรีมศึกษา (STREAM Education) เพิ่มการอ่าน R (reading) ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ การที่ผู้เรียนมีทักษะการอ่านที่ดี ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิชาอื่น ๆ ได้ดีด้วย นอกจากนี้ได้ประยุกต์ใช้ คลาวด์เลิร์นนิ่งมาสนับสนุนการเรียนรู้แบบสตรีม เป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ภายใต้เทคโนโลยี คลาวด์เลิร์นนิ่ง ที่สนับสนุนการเรียนรู้มารวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์สมมติ ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ สร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ ตามขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย วิเคราะห์ปัญหา (Analysis) รวบรวมและค้นหาข้อมูล (Search) ออกแบบ (Design) พัฒนา (Develop) ทดสอบและประเมิน (Evaluate) และนำเสนอ (Present) การใช้เทคโนโลยีคลาวด์เลิร์นนิ่งมาช่วยสนับสนุนการทำงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถแบ่งปัน และเข้าถึงทรัพยากรร่วมกันได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามที่ต้องการ

ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดในลักษณะอนอกนัยนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ที่มีลักษณะการคิดที่ยืดหยุ่น มีความคิดริเริ่ม และมีความคิดที่กว้าง และหลายแง่หลายมุม

ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ เป็นปัจจัยที่นำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม ที่จะช่วยคิดค้นสิ่งที่เป็นประโยชน์ สิ่งใหม่ ที่มีความแตกต่าง รู้จักแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของตนเอง และผู้อื่น อีกทั้งช่วยดึงศักยภาพในตัวเอง ในการทำงานทุกอย่างให้บรรลุผลสำเร็จได้ด้วยดี ดังนั้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จึงมีความจำเป็น เพราะในโลกปัจจุบันต้องเผชิญปัญหาเพิ่มมากขึ้น และต้องใช้พรสวรรค์ทางความคิดสร้างสรรค์ ด้านการศึกษาจึงมีบทบาทในการสนับสนุนพัฒนาบุคคลให้มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างสรรค์ตนเอง และสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมพึงพอใจ และมีชีวิตที่เป็นสุขได้ จากแรงดลใจ จินตนาการที่ควบคู่กับความอดทนบากบั่นอย่างเต็มที่ กำลังความสามารถที่ช่วยให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้ (พิมพ์ประภา พาลพ่าย, 2561)

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford (1967) เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดอนอกนัย ประกอบด้วย 1) ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) เป็นความสามารถทางสมองในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่กำหนด รวดเร็วและได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายอย่างโดยอิสระไม่จำกัดความคิด เลือกวิธีการแก้ปัญหา

ให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดี 3) ความคิดริเริ่ม (originality) เป็นความสามารถทางสมอง คิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่กำหนดให้แปลกใหม่ แตกต่างไม่ซ้ำกับความคิดเดิม และ 4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration) เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดรายละเอียดเป็นขั้นตอน ทำให้ผลงาน สมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรม และนำไปใช้ประโยชน์ได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนา เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ เป็นรากฐานของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ เกิดผลผลิตใหม่ ๆ Johnson (2019: online) ได้เสนอ 4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1) ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตามความสนใจ เป็นกิจกรรมที่ได้ใช้ความคิด สร้างสรรค์ 2) เสริมแรงและให้กำลังใจผู้เรียนที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง 3) พัฒนาทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ เนื่องจาก ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดขั้นสูงที่ต้องใช้ทักษะการคิดด้านอื่น ๆ มาประกอบด้วย เช่น การคิด วิเคราะห์ การคิดประเมินค่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ยังรวมถึงทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 4) จัดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ด้วยการเปิดพื้นที่ให้กับผู้เรียน ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ผู้สอนอำนวยความสะดวก และเป็นโค้ชให้ผู้เรียน

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียน โดยครูผู้สอนคอยสนับสนุนส่งเสริมกระตุ้นผู้เรียนให้อิสระ ในการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ให้กำลังใจ กล่าวชมเชย เพื่อให้ผู้เรียนมั่นใจในตนเอง สร้างสภาพแวดล้อมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้น ให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อีกทั้งส่งเสริมผู้เรียน ให้ใช้จินตนาการ สร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ เป็นการสร้างผลงานโดยการผสมผสานความคิดต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืนกัน แสดงออกถึงความคิดริเริ่มแปลกใหม่ มีคุณค่าและมีประโยชน์

คลาวด์เลิร์นนิง (Cloud Learning)

คลาวด์เลิร์นนิง เป็นเทคโนโลยีที่มีลักษณะของการทำงานของผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ให้บริการใดบริการหนึ่งกับผู้ใช้ โดยผู้ให้บริการจะแบ่งปันทรัพยากรให้กับผู้ต้องการ ใช้นั้น สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลาตามความต้องการของผู้ใช้ เพียงแค่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต (ศิริพล แสนบุญส่ง, 2560) นอกจากนี้เมื่อนำไปใช้ในด้านการศึกษาผู้เรียนและผู้สอนสามารถ ร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้จากอุปกรณ์ที่หลากหลาย โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่

ประเภทของคลาวด์เลิร์นนิง

ชนิตาภา บุญประสม (2562) ได้แบ่งประเภทของคลาวด์เลิร์นนิงเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) Public Cloud หรือคลาวด์สาธารณะ เป็นลักษณะการประมวลผลผ่านบริการทางเว็บ สามารถเข้าถึง

ได้ตามสิทธิที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้น สามารถตั้งค่าด้วยตนเอง หากมีความประสงค์ที่จะใช้งานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่ม 2) Private Cloud หรือคลาวด์ส่วนบุคคล เป็นการเปิดให้ใช้บริการเฉพาะผู้ให้บริการเป็นราย ๆ ไปบนหลักการของเทคโนโลยีเสมือนขั้นสูง ผู้ให้บริการสามารถควบคุมและจัดการระบบได้ด้วยตนเอง 3) Hybrid Cloud หรือคลาวด์ผสม เป็นการประมวลผลที่ประกอบไปด้วยผู้ให้บริการทั้ง Public Cloud และ Private Cloud ทั้งภาครัฐและเอกชน สามารถควบคุมข้อมูลส่วนตัวที่ปลอดภัยมากขึ้น และ 4) Community Cloud หรือคลาวด์ชุมชน เป็นคลาวด์ที่มีโครงสร้างในการแบ่งปันทรัพยากรร่วมกันระหว่างองค์กรหรือหน่วยงาน สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

รูปแบบการให้บริการบนระบบคลาวด์

ผู้ให้บริการคลาวด์สามารถเลือกให้บริการได้ตามความต้องการ สาธิตา ฎนาพลอย (2563) จำแนกการให้บริการคลาวด์เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service: IaaS) เป็นบริการสำหรับโครงสร้างพื้นฐานด้านไอที เพื่อการประมวลผล ผู้ให้บริการจัดหาซอฟต์แวร์ หน่วยความจำ ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์เครือข่าย มีหน้าที่รับผิดชอบการทำงาน การบำรุงรักษา ส่วนผู้ใช้มีหน้าที่ควบคุมดูแลระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงาน รวมทั้งระบบฐานข้อมูล 2) การให้บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service: PaaS) เป็นบริการที่ผู้ให้บริการนำเสนอแพลตฟอร์มสำหรับการดำเนินงานในระบบต่าง ๆ สำหรับกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาซอฟต์แวร์ สามารถเข้าถึง สร้างซอฟต์แวร์และอัปโหลดงานไว้บนคลาวด์ ผู้ให้บริการสามารถปรับขนาดทรัพยากรให้สอดคล้องตามการเจริญเติบโตของการใช้ซอฟต์แวร์ได้อัตโนมัติ เช่น ขนาดของหน่วยจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น และ 3) การให้บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service: SaaS) เป็นการให้บริการซอฟต์แวร์ประยุกต์ ที่ผู้ให้บริการจัดหาให้บริการแบบคลาวด์ ผู้ใช้จะทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ด้วยอุปกรณ์ใดก็ได้ สามารถทำงานร่วมกัน และแบ่งปันข้อมูลได้

ประโยชน์ของการประมวลผลบนระบบคลาวด์

ระบบคลาวด์มีการให้บริการทรัพยากรด้านไอทีที่หลากหลาย ประโยชน์ของระบบคลาวด์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความคล่องตัว ระบบคลาวด์ช่วยให้เข้าถึงความหลากหลายของเทคโนโลยี ช่วยให้สร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างงานตามจินนาการ สามารถใช้ทรัพยากรจากบริการโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การประมวลผล พื้นที่จัดเก็บ และฐานข้อมูล
2. ความยืดหยุ่น ระบบคลาวด์สามารถขยายทรัพยากรสำหรับการใช้งานให้มากขึ้นหรือน้อยลงตามขนาดที่เติบโต หรือตามความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป
3. ประหยัดค่าใช้จ่าย ระบบคลาวด์ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ และการบริหารจัดการ และการบำรุงรักษา ที่มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง

4. ใช้งานได้ทั่วโลก ระบบคลาวด์สามารถปรับการใช้งานไปหลายภูมิภาคทั่วโลก ผู้ใช้สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์ได้ง่าย

การประยุกต์ใช้คลาวด์เลิร์นนิ่งด้านการศึกษา

การใช้เทคโนโลยีคลาวด์ในการเรียนการสอนได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างกว้างขวาง รูปแบบของคลาวด์ที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนมากที่สุด ในลักษณะการให้บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service: SaaS) เป็นการใช้บริการจากเครื่องมือบนคลาวด์สาธารณะมาช่วยสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน โดยชนิดาภา บุญประสม (2562) ได้เสนอ 6 แนวทางในการประยุกต์ใช้คลาวด์เลิร์นนิ่งในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 1) เครื่องมือสำหรับการจัดการเนื้อหาการเรียนรู้ (cloud learning content) เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ สำหรับการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงกิจกรรมต่าง ๆ เช่น Moodle, Google Classroom เป็นต้น 2) เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน (cloud collaboration) เป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างเอกสารแก้ไขข้อมูล หรือรวบรวมไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการทำงานร่วมกัน เช่น Google Drive, Google Docs เป็นต้น 3) เครื่องมือในการสื่อสาร (cloud communication) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารให้คำแนะนำ ระหว่างผู้สอน ผู้เรียน ได้ทุกที่ ทุกเวลาที่ต้องการ 4) เครื่องมือในการสร้างผลงาน (cloud creation) เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ผู้เรียนออกแบบสร้างงานผ่านหน้าเว็บ ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันจากการใช้เครื่องมือ เช่น www.draw.io เป็นต้น 5) เครื่องมือในการนำเสนอ (cloud presentation) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างสื่อนำเสนอผลงานกลุ่มในรูปแบบของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และข้อความประกอบเสียงดนตรี และเสียงบรรยายได้ เช่น Google Slide, YouTube เป็นต้น และ 6) เครื่องมือในการประเมินผล (cloud evaluating) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการประเมินการเรียนการสอน ประเมินผลงาน เครื่องมือในการประเมินผล เช่น Google Form, Google Sheet เป็นต้น

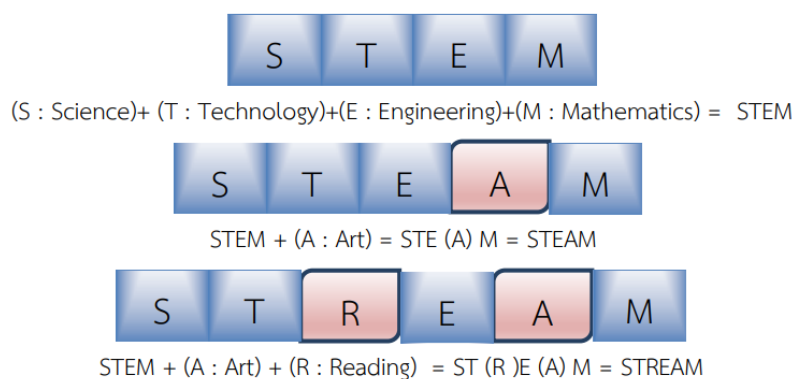
การนำเทคโนโลยีคลาวด์เลิร์นนิ่ง มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนอาชีวศึกษามีการนำเครื่องมือสำหรับการจัดการเนื้อหาการเรียนรู้ (cloud learning content) ด้วย Google Classroom ในการบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ สำหรับการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงใช้เครื่องมือประเภท Resource Creation สร้างเนื้อหาแบบปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย EdPuzzle และ Anyflip ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำโครงงานกลุ่ม (group project) ครูผู้สอนมีบทบาทวางโครงสร้างของงานและคอยให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนระหว่างการค้นคว้า ระดมสมองผ่านเครื่องมือประเภท Collaborative Mindmapping ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน และนำแนวความคิดที่ได้ไปออกแบบสร้างสรรค์ผลงาน ตลอดจนนำเสนอผลงานผ่านเครื่องมือ Collaboration Tools ด้วย Padlet ร่วมกันอภิปราย สะท้อนคิด (reflection) และประเมินผลร่วมกัน

ตลอดจนใช้เครื่องมือประเมินผล (cloud evaluating) ด้วย Google Form สำหรับประเมินการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสตรึมศึกษา (STREAM Education)

STREAM หรือ สตรึม มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การอ่าน วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ (Tyler, 2016: online)

STREAM เกิดขึ้นหลังจากมีการใช้สะเต็ม (STEM) และสเต็ม (STEAM) อย่างแพร่หลาย โดยพื้นฐานมาจากสะเต็ม (STEM) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน หลังจากนั้นมีการพัฒนาแนวความคิดสเต็ม (STEAM) ที่เพิ่มรายวิชาศิลปะ (Arts) เข้ามาเพื่อจุดมุ่งหมายในการนำความรู้ด้านศิลปะมาช่วยในการออกแบบและพัฒนางานเพิ่มขึ้น และต่อมามีการพัฒนาแนวความคิดสตรึม (STREAM) ที่เพิ่มการอ่าน (Reading) เข้ามาเพราะเชื่อว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ การที่ผู้เรียนมีทักษะการอ่านที่ดี ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิชาอื่น ๆ ได้ดีด้วย อีกทั้งยังส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง STEM, STEAM และ STREAM

ที่มา (สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์, 2560)

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้สตรึม (STREAM) เป็นบทบาทสำคัญในฐานะผู้ออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ต่าง ๆ ภายใต้หลักเหตุผล (logic) การคิดและจินตนาการผ่านกระบวนการที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) การแก้ปัญหา (problem solving) การทำกิจกรรมร่วมกับบุคคลอื่น (collaborative skill) ผ่านการส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ร่วมกัน ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ดี หากมีโอกาสเรียนรู้ผ่านการออกแบบ (learning by design) โดยการนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์ผลงาน โดยอาศัยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ที่เหมาะสม

กระบวนการในการสร้างสรรค์ผลงานจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกเผชิญสถานการณ์ และแก้ปัญหา บูรณาความรู้หลากหลายด้าน เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำความรู้ที่ได้มาออกแบบ สร้างชิ้นงานหรือสร้างเทคโนโลยี (สมรัก อินทวิมลศรี, 2560) นอกจากนี้ผู้สอนมีบทบาทในฐานะเป็นผู้ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านกระบวนการกับตนเอง (self-regulation) โดยผู้สอนกำหนดประเด็นในการเรียนรู้ มีการสืบเสาะ และค้นหาความรู้ (inquiry and exploration) เพื่อค้นหาคำตอบหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามประเด็นหรือสถานการณ์สมมติที่กำหนด

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสตรีม (STREAM) สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) โครงการเป็นฐาน (project-based learning) การสืบเสาะความรู้ (inquiry-based learning) วิจัยเป็นฐาน (research-based learning) และ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process-based learning) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของบริบทของครูผู้สอนและผู้เรียน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กำหนดขั้นตอน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (problem identification) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นจากผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวัน และต้องหาวิธีหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อมาแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยระบุปัญหา พิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search) รวบรวมข้อมูล สืบค้นหาวิธีแก้ปัญหา และค้นหาแนวคิดที่สามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ โดยพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า คำนวณ ข้อดี ข้ออ่อน และเหมาะสมกับขอบเขตปัญหา แล้วเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design) นำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (planning and development) พัฒนาด้านแบบ (prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ โดยกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้นำมาใช้การปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (presentation) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ที่มา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

แนวทางการนำรูปแบบไปใช้

ในบทความนี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เน้นให้ผู้เรียน เรียนผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นตอน และได้ปรับรูปแบบขั้นตอนให้สอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนอาชีวศึกษา เป็น ASDDEP Model โดยครูผู้สอนนำสถานการณ์สมมติให้ผู้เรียนวิเคราะห์ รวบรวม ค้นหาข้อมูล นำไปสู่การออกแบบ พัฒนา ทดสอบประเมินผล และนำเสนอ กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นรูปแบบที่ครอบคลุมต่อการตอบสนองการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ มีการบูรณาการความรู้ สืบเสาะหาความรู้ การออกแบบสร้างสรรค์ สำนวตตรวจสอบ และนำข้อมูลขยายความรู้เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน และมีความเชื่อว่าการสร้างสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยใช้ความรู้เพียงศาสตร์เดียว ต้องใช้ความรู้หลาย ๆ ศาสตร์เข้ามาช่วยการทำงาน จึงเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้บนคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีม (STREAM) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา (analysis) เป็นระยะแรกของการเรียนรู้ เป็นขั้นของการใช้กิจกรรมวิธีการ ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ วิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการที่จะแก้ไขหรือพัฒนาชิ้นงาน

โดยนำสถานการณ์สมมติให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ผู้เรียนต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวางแผนและการเตรียมการก่อนสร้างชิ้นงาน มีการคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล (Science: S)

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมและค้นหาข้อมูล (search) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล สืบค้นและพิจารณาความรู้หรือแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มผู้เรียน เพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีมช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมาย ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูล รวมไปถึงการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการติดต่อสื่อสาร รวมทั้งการใช้เครื่องมือบนคลาวด์เลิร์นนิ่งในการทำงานร่วมกัน (Technology: T) ในส่วนของการค้นคว้าข้อมูล ผู้เรียนต้องอาศัยทักษะการอ่านอย่างมีวิจารณญาณวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการอ่านเอกสาร ตำรา บทความวิชาการต่าง ๆ เพื่อนำความรู้เชื่อมโยงสู่การออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Reading: R)

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบ (design) เป็นขั้นการออกแบบที่ต้องอาศัยข้อมูลที่ค้นคว้า รวบรวม รวมถึงออกแบบให้สอดคล้องกับสถานการณ์สมมติที่กำหนด โดยมีการคิดสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงาน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับการออกแบบชิ้นงาน (Engineering: E) อีกทั้งต้องคำนึงถึงสัดส่วนของชิ้นงานในการออกแบบอย่างเหมาะสม (Mathematics: M) และใช้เทคโนโลยีช่วยในการออกแบบชิ้นงานในเชิงสร้างสรรค์ (Technology: T)

ขั้นตอนที่ 4 สร้างและพัฒนาชิ้นงาน (development) การสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยผู้เรียนใช้จินตนาการ และสะท้อนคิดในรูปของศิลปะในการออกแบบ (Art: A) จากนั้นพัฒนาชิ้นงาน ตรวจสอบการทำงานของชิ้นงาน เพื่อหาจุดบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขพร้อมบันทึกข้อมูลการตรวจ ทดสอบการทำงานของชิ้นงาน (Engineering: E)

ขั้นตอนที่ 5 ประเมิน (evaluate) เป็นขั้นประเมินการทดสอบการทำงานของชิ้นงานตนเอง ตรวจสอบว่าตรงตามหลักการที่ได้ออกแบบและเป็นไปตามเงื่อนไขของสถานการณ์สมมติที่กำหนดหรือไม่ (Mathematic: M & Engineer: E) โดยผู้สอนให้คำแนะนำหากต้องย้อนกลับไปปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอผลงาน (present) เป็นขั้นที่ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ เช่น การใช้สื่อในการนำเสนอผลงาน ทั้งนี้ยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน (Art: A)

ตารางที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนคลาวด์เรียนรู้แบบสตรีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนอาชีวศึกษา

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นเตรียมการ	ผู้สอนใช้เครื่องมือ Learning Platform (Google Classroom) สร้างแหล่งเรียนรู้ให้กับผู้เรียนศึกษา ประกอบด้วย ใบความรู้ e-book (any flip) วิดีโอ (ed puzzle) และสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ครูผู้สอนเชื่อมโยงสู่บทเรียนด้วยเครื่องมือ Live engagement tool (word wall)
ขั้นจัดกิจกรรม 1) Analysis วิเคราะห์ปัญหา STREAM Elements: S	- ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากวิดีโอหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่อยู่ใน Google Classroom - ผู้เรียนสรุปแผนผังความคิดที่ได้ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือ mind mapping (coggle) - ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียน กลุ่มละ 3-4 คน จากนั้นครูนำสถานการณ์สมมติให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ดังกล่าว (science) เพื่อนำข้อมูลไปช่วยเรื่องการออกแบบหน้าเว็บไซต์
2) Search รวบรวมและค้นหาข้อมูล STREAM Elements: T, R	- ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน หรือนำแผนผังความคิด (mind map) ที่แต่ละคนศึกษามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มของตนเอง (technology & reading) - ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล ให้สอดคล้องกับสถานการณ์สมมติที่ครูผู้สอนกำหนดให้ (technology & reading) สำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบหน้าเว็บไซต์
3) Design ออกแบบ STREAM Elements: E, T, M	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้และร่วมกันระดมความคิดเรื่องการออกแบบหน้าเว็บไซต์ตามสถานการณ์สมมติ (engineer, mathematic) - ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนอภิปรายร่วมกัน เพื่อเลือกใช้โปรแกรมสำหรับออกแบบเว็บไซต์ (technology)
4) Develop พัฒนา STREAM Elements: E,A	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติออกแบบหน้าเว็บไซต์ตามสถานการณ์สมมติ (engineer & arts) และตรวจสอบการปฏิบัติงานร่วมกัน
5) Evaluate การประเมิน STREAM Elements: M,E	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานของตนเองว่าออกแบบตรงตามหลักในการออกแบบเว็บไซต์ และตามสถานการณ์สมมติที่กำหนด (mathematic & engineer)
6) Present การนำเสนอ STREAM Elements: A	- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานผ่านเครื่องมือ padlet และร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ครูผู้สอนให้คำแนะนำ และให้การย้อนกลับไปปรับปรุงแก้ไขในบางจุดที่ยังบกพร่อง (art)
ขั้นสรุป	- ให้ตัวแทนผู้เรียนแต่ละกลุ่มบอกถึงอุปสรรคในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม และสรุปความรู้ที่ได้ร่วมกัน - ทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือ online forms (google form)

สรุป

การจัดการเรียนรู้บนคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ข้างต้น เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ผ่านกิจกรรม (Activity-based instruction) โดยการจัดการเนื้อหาการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหากิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยใช้เครื่องมือ Google Classroom การทำงานร่วมกัน พร้อมนำเสนอผลงานสำหรับการสร้างผังความคิด mind map ด้วยเครื่องมือ Coggle และ Padlet รวมถึงการประเมินผล การเรียนด้วยเครื่องมือ Google Form เป็นต้น ผสมผสานกับแนวคิดสตรีม สำหรับการจัดกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ปัญหา (analysis) 2) รวบรวมและค้นหาข้อมูล (search) 3) ออกแบบ (design) 4) สร้างและพัฒนาชิ้นงาน (develop) 5) ประเมิน (evaluate) และ 6) นำเสนอผลงาน (present) เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ โดยมีความรู้ความเข้าใจ สร้างผลงานสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการออกแบบ เป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) การอ่าน (reading) วิศวกรรม (engineering) คณิตศาสตร์ (mathematics) และ ศิลปะ (Art) เป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์ผลงาน ออกมาเป็นรูปธรรม และสร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียนที่สร้างสรรค์ผลงานของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

ชนิดาภา บุญประสม. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บนคลาวด์เลิร์นนิ่ง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.

ดุชนิพนธ์ปรัชญาดุชนิพนธ์จิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิมพ์ประภา พาลพ่าย. (2561). ระบบการออกแบบหนังสือนิทานอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้การเล่าเรื่องแบบ

ดิจิทัล ในสภาพแวดล้อมเกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความในการเรียน.

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุชนิพนธ์จิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริพล แสนบุญส่ง. (2560). การพัฒนานารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานผ่าน

สิ่งแวดล้อม ทางการเรียนรู้บนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ และทักษะ

การทำงานร่วมกัน เป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. ดุชนิพนธ์ปรัชญาดุชนิพนธ์จิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). หลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ:

กระทรวงศึกษาธิการ.

- สมรัก อินทิมลศรี. (2560). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาธิตา ภูนาพลอย. (2563). การออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบคลาวด์เลิร์นนิ่ง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์. (2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในยุคประเทศไทย 4.0 ตามแนวคิด STEM, STEAM และ STREAM. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 13 (1), 19-30
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Johnson, B. (2019). **4 Ways to develop creativity in students**. Retrieved October 2, 2021, from <https://www.edutopia.org/article/4-ways-develop-creativity-students>.
- Tyler, R. (2016). **Education's alphabet soup problem**. Retrieved October 9, 2021, from <http://www.learnwithtyler.com/learning-design-blog/2016/6/28/educations-alphabet-soupproblem>.

