

Applying Learning Engineering and Learning Analytics to Design Prototype Online Courses on a Lifelong Learning Platform: The LEAF-5 Framework

Chutrapee Popitikul^{1,*}

¹Computer Education Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand; Email: chutrapee.p@nrru.ac.th

**Corresponding author:* Chutrapee Popitikul (chutrapee.p@nrru.ac.th)

Received: 19 June 2026; **Revised:** 9 August 2026; **Accepted:** 11 August 2026; **Published:** 18 August 2026

Abstract

Thai universities have invested heavily in learning management systems, yet most online courses are still designed one at a time, with no shared template instructors can reuse. This article proposes LEAF-5, a component-based learning-engineering framework for prototype online courses on an institutional Lifelong Learning Platform. LEAF-5 integrates ADDIE with learning analytics. It organises five components (learning units, instructional media, learning activities, automated formative assessment, and learning analytics) into three layers: content, interaction, and data. The components are grounded in theories central to computing education: computational thinking, constructionism, cognitive load, constructive alignment, and self-regulated learning. A central design decision is that the framework runs only on standard tools the institution already owns, so adoption needs no special infrastructure; assessment is tied to objectives through constructive alignment, and analytics are treated as design feedback rather than causal proof of learning. The framework was empirically validated on the NRRU3L platform. This article abstracts the reusable design logic for other institutions.

Keywords: Learning Engineering, Learning Analytics, Prototype Online Course, Lifelong Learning Platform, ADDIE Model



Copyright © 2026 Academic Innovation Journal. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC-ND).

Citation:

Popitikul, C. (2026). Applying Learning Engineering and Learning Analytics to Design Prototype Online Courses on a Lifelong Learning Platform: The LEAF-5 Framework. *Academic Innovation Journal*, 2(2), e3809. <https://doi.org/10.66854/aij.2026.e3809>

การประยุกต์วิศวกรรมการเรียนรู้และการวิเคราะห์การเรียนรู้เพื่อออกแบบรายวิชาออนไลน์ต้นแบบบนแพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิต: กรอบ LEAF-5

ฉัฐระพี โพธิ์ปิตกุล^{1,*}

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000 ประเทศไทย; Email: chutrapee.p@nrru.ac.th

*ผู้ประพันธ์บทความ: ฉัฐระพี โพธิ์ปิตกุล (chutrapee.p@nrru.ac.th)

วันรับ: 19 มิถุนายน 2569; วันแก้ไข: 9 สิงหาคม 2569; วันตอบรับ: 11 สิงหาคม 2569; วันเผยแพร่: 18 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยไทยลงทุนระบบจัดการเรียนรู้ไปมาก แต่รายวิชาออนไลน์ส่วนใหญ่ยังออกแบบที่ละวิชาแบบต่างคนต่างทำ ขาดแม่แบบกลางให้ผู้สอนนำไปใช้ซ้ำ บทความนี้เสนอกรอบ LEAF-5 ซึ่งเป็นกรอบวิศวกรรมการเรียนรู้เชิงองค์ประกอบสำหรับออกแบบรายวิชาต้นแบบบนแพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิตของสถาบัน (เช่น แพลตฟอร์ม NRRU3L ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา) กรอบนี้ผสาน ADDIE เข้ากับการวิเคราะห์การเรียนรู้ แล้วจัดองค์ประกอบห้าส่วน (หน่วยการเรียนรู้ สื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินอัตโนมัติ และ Learning Analytics) เป็นสามชั้น: เนื้อหา ปฏิสัมพันธ์ และข้อมูล โดยวางบนฐานทฤษฎีแกนของคอมพิวเตอร์ศึกษา ทั้งการคิดเชิงคำนวณ คณิตศาสตร์ชั้นนิสซิม ภาระทางปัญญา การจัดวางที่สอดคล้อง และการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง จุดเด่นคือกรอบทำงานบนเครื่องมือมาตรฐานที่สถาบันมีอยู่แล้ว นำไปใช้ได้โดยไม่ต้องลงทุนระบบพิเศษ การประเมินผูกกับวัตถุประสงค์ตามหลัก Constructive Alignment ส่วน Learning Analytics ใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับการออกแบบ ไม่ใช่ข้อสรุปเชิงสาเหตุ กรอบนี้ผ่านการพิสูจน์เชิงประจักษ์มาแล้วบน NRRU3L บทความนี้ถอดตรรกะการออกแบบที่นำไปใช้ได้ให้สถาบันอื่น

คำสำคัญ: วิศวกรรมการเรียนรู้, การวิเคราะห์การเรียนรู้, รายวิชาต้นแบบ, แพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิต, โมเดล ADDIE



Copyright © 2026 Academic Innovation Journal. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC-ND).

Citation:

ฉัฐระพี โพธิ์ปิตกุล. (2569). การประยุกต์วิศวกรรมการเรียนรู้และการวิเคราะห์การเรียนรู้เพื่อออกแบบรายวิชาออนไลน์ต้นแบบบนแพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิต: กรอบ LEAF-5. *วารสารนวัตกรรมวิชาการ*, 2(2), e3809.
<https://doi.org/10.66854/aij.2026.e3809>

1. บทนำ (Introduction)

นโยบายการเรียนรู้ตลอดชีวิตผลักดันให้มหาวิทยาลัยไทยเปิดรายวิชาออนไลน์มากขึ้นเรื่อย ๆ แต่การมีแพลตฟอร์มกับการมีรายวิชาที่ออกแบบดีเป็นคนละเรื่องกัน หลายสถาบันลงทุนระบบ LMS แล้ว ทว่ารายวิชาที่อยู่บนระบบกลับถูกออกแบบแบบต่างคนต่างทำ ผู้สอนแต่ละคนวางหน่วยการเรียนรู้ เลือกสื่อ และตั้งข้อสอบตามสไตล์ตัวเอง ผลคือคุณภาพไม่สม่ำเสมอ และไม่มีแม่แบบให้ผู้สอนรายใหม่หยิบไปใช้ต่อ ทิศทางนี้สอดคล้องกับข้อเสนอระดับสากลหลังวิกฤตโควิด-19 ที่เรียกร้องให้ขยายโอกาสการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเข้าถึงได้สำหรับคนทุกช่วงวัย (UNESCO, 2020)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิต (NRRU Lifelong Learning Platform: NRRU3L) เพื่อรองรับทั้งรายวิชาหมวดศึกษาทั่วไปและการอบรมระยะสั้น คำถามที่ตามมาคือ รายวิชาบนแพลตฟอร์มนี้ควรมีหน้าตาแบบไหนจึงจะนำไปทำซ้ำได้จริง บทความนี้ตอบด้วยการเสนอกรอบ LEAF-5 (Component-Based Learning-Engineering Framework) ที่มองการออกแบบรายวิชาเป็นงานวิศวกรรมการเรียนรู้ คือใช้ ADDIE เป็นโครงร่างกับการวิเคราะห์การเรียนรู้เพื่อปรับปรุงด้วยข้อมูลอย่างเป็นระบบ เลือกเครื่องมือจากของที่สถาบันมีอยู่แล้ว และวางฐานบนทฤษฎีการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่รวมเครื่องมือเข้าด้วยกัน ประเด็นนี้ตรงกับขอบเขตของวารสารด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา การออกแบบการเรียนรู้ และการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยตรง

ก่อนอื่นควรนิยามแนวคิดแกนของบทความให้ชัด วิศวกรรมการเรียนรู้ (Learning Engineering) หมายถึง กระบวนการและแนวปฏิบัติที่นำองค์ความรู้จากศาสตร์การเรียนรู้มาใช้ร่วมกับระเบียบวิธีการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง และการตัดสินใจด้วยข้อมูลอย่างวนซ้ำ เพื่อสนับสนุนผู้เรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียน (Goodell & Kolodner, 2022) คำนี้ Herbert A. Simon เสนอไว้ตั้งแต่ปลายทศวรรษ 1960 และถูกรื้อฟื้นเป็นสาขาเชิงระบบอีกครั้งในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เมื่อข้อมูลพฤติกรรมผู้เรียนจากแพลตฟอร์มออนไลน์เข้าถึงได้กว้างขวางขึ้น (Dede et al., 2018) จุดที่ทำให้วิศวกรรมการเรียนรู้ต่างจากการออกแบบการสอนแบบเดิม คือการถือว่าข้อมูลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของวงจรออกแบบ ไม่ใช่ผลพลอยได้ที่ดูย้อนหลังหลังจบภาคเรียน บทความนี้ใช้นิยามดังกล่าวเป็นฐานในการวางกรอบ LEAF-5 ตลอดทั้งบทความ

กรอบนี้ไม่ได้เกิดบนกระดาษ ผู้เขียนพัฒนารายวิชาต้นแบบ “เทคโนโลยีดิจิทัลและทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21” (รหัส 414103) แล้วนำไปใช้จริงกับนักศึกษา 10 หมู่เรียน และผลเชิงประจักษ์ยืนยันว่ารายวิชาต้นแบบช่วยยกผลสัมฤทธิ์ได้จริง (Popitikul, 2024) ในเชิงระเบียบวิธี กรอบนี้คือสิ่งประดิษฐ์เชิงออกแบบ (Design Artifact) ที่พัฒนาและประเมินตามแนวทางวิจัยอิงการออกแบบ (Design-Based Research) ซึ่งเน้นการสร้างและทดสอบนวัตกรรมการเรียนรู้ในสภาพจริงแบบวนซ้ำ (Anderson & Shattuck, 2012) ผลเชิงประจักษ์ทั้งหมด ทั้งความเหมาะสม ความพึงพอใจ ผลสัมฤทธิ์ และการวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ ได้รายงานไว้ในบทความดังกล่าวแล้ว บทความนี้จึงไม่รายงานผลสถิติซ้ำ แต่ตอบคำถามนำเชิงออกแบบสามข้อ: องค์ประกอบทั้งห้าคืออะไรและผูกกับ ADDIE อย่างไร แต่ละองค์ประกอบมีฐานทฤษฎีรองรับด้วยเหตุผลใด และจุดไหนที่สถาบันอื่นต้องระวังเมื่อนำไปปรับใช้

อนึ่ง บทความนี้จัดเป็นบทความวิชาการ (Academic Article) ไม่ใช่บทความวิจัย (Research Article) จึงไม่มีการเก็บข้อมูลชุดใหม่หรือรายงานผลทางสถิติซ้ำ ระเบียบวิธีที่ใช้คือการสังเคราะห์เชิงแนวคิด (Conceptual Synthesis) สามขั้น ได้แก่ (1) ทบทวนวรรณกรรมเชิงทฤษฎีสามสาย คือ การออกแบบการสอน วิศวกรรมการเรียนรู้ และการวิเคราะห์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกเฉพาะงานที่เสนอตัวแบบหรือหลักการที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ (2) ถอดแบบจากกรณีศึกษารายวิชาต้นแบบที่ผ่านการพัฒนาและประเมินตามแนว Design-Based Research มาแล้ว (Popitikul, 2024) โดยแยกการตัดสินใจเชิงออกแบบออกจากรายละเอียดเฉพาะบริบท และ (3) สังเคราะห์ผลจากสองขั้นแรกเข้าด้วยกัน

เป็นองค์ประกอบและหลักการ พร้อมตรวจสอบย้อนกลับว่าองค์ประกอบแต่ละส่วนมีทฤษฎีและหลักฐานรองรับข้อใด ข้อสรุปของบทความจึงเป็นข้อเสนอเชิงกรอบแนวคิด ไม่ใช่ข้อสรุปเชิงสาเหตุจากการทดลอง

คุณูปการของบทความนี้มีสามด้านที่ทำให้ต่างจากงานออกแบบการสอนที่มีอยู่ ด้านแรกคือเสนอโครงข่ายวิชา ที่ระบุงค์ประกอบชุดคำสั่งส่วนพร้อมความสัมพันธ์ระหว่างกัน ไม่ใช่กระบวนการกว้าง ๆ อย่าง ADDIE หรือชุดหลักการ อย่าง First Principles ที่ไม่บอกว่ารายวิชาต้องประกอบด้วยอะไร ด้านที่สองคือผูกข้อจำกัดเชิงปฏิบัติเข้าไปในกรอบ ตั้งแต่ต้น โดยบังคับให้ใช้เครื่องมือมาตรฐานที่สถาบันมีอยู่แล้ว กรอบจึงทำซ้ำได้จริงโดยไม่ต้องลงทุนระบบใหม่ ด้านที่สามคือวางวงจรข้อมูลย้อนกลับด้วย Learning Analytics ให้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ ไม่ใช่กิจกรรมที่ทำแยกหลัง จบภาคเรียน ทั้งสามด้านรวมกันทำให้ LEAF-5 เป็นแม่แบบที่ผู้ออกแบบรายวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาหยิบไปใช้ได้ทันที และเป็นฐานให้งานวิจัยต่อยอดนำไปทดสอบข้ามบริบทได้

2. แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

ผู้เรียนในบริบทการเรียนรู้ตลอดชีวิตต่างจากนักเรียนในห้องเรียนปกติ ตรงที่ต้องกำกับการเรียนของตัวเอง มากกว่า แนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Directed Learning) ของ Knowles (1975) อธิบายว่าผู้เรียนกลุ่มนี้ ต้องการเป้าหมายชัด สื่อที่เข้าถึงได้เอง และข้อมูลย้อนกลับที่ทันเวลา เจอนไซสามอย่างนี้กลายเป็นโจทย์การออกแบบ โดยตรง รายวิชาออนไลน์ที่ทั้งผู้เรียนให้อ่านสไลด์ไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีจังหวะให้ตรวจสอบตัวเอง จึงมักล้มเหลวกับผู้เรียนกลุ่มนี้

ในบริบทคอมพิวเตอร์ศึกษา ฐานทฤษฎีมีจารีตเฉพาะของตน เป้าหมายของรายวิชากลุ่มนี้คือทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่ Wing (2006) นิยามว่าเป็นทักษะพื้นฐานของพลเมืองยุคดิจิทัล ไม่ใช่ของนักเรียน โปรแกรมเท่านั้น ส่วนวิธีให้ได้ทักษะนั้นมาจากแนวคอนสตรัคชันนิสซึมของ Papert (1980) ที่ยืนยันว่าผู้เรียนเข้าใจ แนวคิดเชิงคำนวณได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือสร้างชิ้นงานดิจิทัลด้วยตนเอง ฐานคิดสองอย่างนี้ทำให้การออกแบบรายวิชา คอมพิวเตอร์ศึกษาต่างจากการยกเนื้อหาไปวางบนจอ เพราะต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้สร้าง ไม่ใช่แค่รับบทความนี้ยัง วางตัวอยู่ในสนามเทคโนโลยีการศึกษา (Educational Technology) ซึ่งศึกษา

ทั้งการออกแบบระบบการเรียนรู้และการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ งานสาย e-learning ชีวความสำเร็จของ ระบบขึ้นกับคุณภาพระบบ คุณภาพข้อมูล และคุณภาพบริการพร้อมกัน (Al-Fraihat et al., 2020) ขณะที่การ วิเคราะห์การเรียนรู้ (Learning Analytics) เดิมโตเป็นสาขาเฉพาะที่ใช้ข้อมูลผู้เรียนเพื่อปรับปรุงการสอน (Long & Siemens, 2011) ส่วนเนื้อหาวิชาเป้าหมายเป็นสมรรถนะดิจิทัลที่มีกรอบมาตรฐานสากลรองรับ (Vuorikari et al., 2022) กรอบที่เสนอจึงไม่ได้พูดถึงแค่การสอน แต่พูดถึงการออกแบบระบบการเรียนรู้ที่ผู้ใช้ยอมรับและปรับปรุงได้ ด้วยข้อมูล

สนามวิศวกรรมการเรียนรู้เองมีพัฒนาการเป็นของตัวเองที่ควรกล่าวถึงแยกจากสายการออกแบบการสอน หมายความว่าสำคัญคือโครงการ Open Learning Initiative (OLI) ของ Carnegie Mellon University ที่ใช้วงจรออกแบบ– นำไปใช้–เก็บข้อมูลผู้เรียน–ปรับปรุงอย่างเป็นระบบ จนได้ผลลัพธ์การเรียนรู้เทียบเท่าหรือดีกว่าการเรียนแบบเดิมใน เวลาที่สั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ (Lovett et al., 2008) ต่อมา IEEE Industry Consortium on Learning Engineering (ICICLE) ได้ทำให้งานนี้เป็นทางการในรูปกระบวนการวิศวกรรมการเรียนรู้ (Learning Engineering Process) ห้าขั้น คือ ตั้งต้นจากโจทย์ สร้างทางออก นำไปใช้จริง วิเคราะห์ด้วยข้อมูล และวนซ้ำเพื่อปรับปรุง ซึ่งทำหน้าที่เป็นภาษากลางให้ ผู้ออกแบบ ผู้สอน และนักวิเคราะห์ข้อมูลทำงานร่วมกันได้ (Goodell & Kolodner, 2022) ขณะที่งานรวมเล่มของ Dede et al. (2018) แสดงการประยุกต์แนวคิดนี้กับการศึกษาออนไลน์ในหลายบริบท เมื่อเทียบกันแล้ว งานกลุ่มนี้ให้

“กระบวนการ” ที่ชัดเจนและให้หลักฐานว่าวงจรข้อมูลย้อนกลับได้ผลจริง แต่ยังไม่ระบุ “โครงรายวิชา” ว่ารายวิชาหนึ่งควรประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง และตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า สถาบันมีแพลตฟอร์มและทีมวิเคราะห์ข้อมูลของตนเอง ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยไทยส่วนใหญ่ยังไม่มี LEAF-5 จึงวางตัวเป็นขั้นถัดลงมาจากงานกลุ่มนี้ คือแปลงวงจรวิศวกรรมการเรียนรู้ให้กลายเป็นองค์ประกอบรูปธรรมทำส่วน พร้อมข้อจำกัดให้ใช้เฉพาะเครื่องมือมาตรฐานที่สถาบันมีอยู่แล้ว เพื่อให้สถาบันที่ยังไม่มีทีมวิศวกรรมการเรียนรู้ได้มีรูปแบบเริ่มต้นได้

งานในรอบห้าปีชี้ตรงกันว่าความสำเร็จของการเรียนออนไลน์ไม่ได้อยู่ที่ตัวระบบ แต่อยู่ที่คุณภาพการออกแบบและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Al-Fraihat et al., 2020; Bond et al., 2019) ช่วงโควิด-19 เร่งให้สถาบันย้ายการสอนขึ้นออนไลน์อย่างฉุกเฉิน ซึ่งหลายกรณีเป็นเพียงการยกห้องเรียนเดิมไปไว้บนจอ ไม่ใช่การออกแบบใหม่ให้เหมาะสม (Dhawan, 2020) ในบริบทไทย งานส่วนใหญ่รายงานความพึงพอใจของผู้เรียนต่อ LMS (Darawong, 2020) หรือชี้บทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Luerueang et al., 2025) ระดับนโยบายเสนอแบบจำลองการจัดการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (Office of the Education Council, 2022) และงานไทยร่วมสมัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบเพื่อทักษะศตวรรษที่ 21 (Chanpoung, 2024) รวมถึงการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลแบบมีส่วนร่วม (Wongchinda et al., 2025) แต่ยังไม่มียานที่นำเสนอ “โครงรายวิชา” ที่ระบุชัดว่าต้องมีอะไรบ้างและประกอบกันอย่างไร เมื่อพิจารณาสิกลงไป งานไทยสองชิ้นที่ยกมานี้ตอบคนละคำถามกับที่บทความนี้ตั้งไว้ งานของ Darawong (2020) ได้วัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อระบบ LMS ซึ่งเป็นตัวชี้วัดระดับการยอมรับเครื่องมือ แต่ไม่ได้ระบุว่ารายวิชาบนระบบนั้นควรประกอบด้วยองค์ประกอบใดและผูกกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างไร มีความจำเป็นที่จะต้องถอดออกมาเป็นแม่แบบที่ผู้สอนรายอื่นหยิบไปทำซ้ำได้ และงานวิจัยที่ผ่านมาไม่ได้วางวงจรข้อมูลย้อนกลับด้วยการวิเคราะห์การเรียนรู้ไว้ในกระบวนการออกแบบตั้งแต่ต้น ช่องว่างที่บทความนี้เติมจึงไม่ใช่ช่องว่างของวรรณกรรมต่างประเทศเท่านั้น แต่เป็นช่องว่างของงานไทยด้วย คือการขยับจาก “การวัดความพึงพอใจ” และ “การพัฒนาบทเรียนรายชิ้น” ไปสู่ “โครงรายวิชาที่ทำซ้ำได้พร้อมวงจรปรับปรุงด้วยข้อมูล”

ADDIE เป็นกรอบการออกแบบการสอนที่ใช้แพร่หลายที่สุด ด้วยห้าขั้น คือ Analyze, Design, Develop, Implement และ Evaluate (Branch & Kopcha, 2014) แม้ ADDIE จะถูกวิจารณ์ว่าเป็นเส้นตรงเกินไป กรอบนี้ใช้แบบวนซ้ำโดยให้ Learning Analytics บ้อนกลับเข้าขั้น Design จึงเลี่ยงข้อจำกัดของการทำที่ละขั้นแบบ Waterfall จุดแข็งคือบังคับให้เริ่มจากการวิเคราะห์ผู้เรียนและวัตถุประสงค์ก่อนลงมือทำสื่อ สอดคล้องกับหลักการจัดวางที่สอดคล้อง (Constructive Alignment) ที่ยืนยันว่ากิจกรรมและการประเมินต้องเล็งไปที่ผลลัพธ์การเรียนรู้เดียวกัน (Biggs, 1996) และเชื่อมกับกรอบ TPACK ที่เตือนว่าการเลือกเทคโนโลยีต้องไปด้วยกันกับเนื้อหาและวิธีสอน ไม่ใช่เลือกเพราะเครื่องมือดูทันสมัย (Mishra & Koehler, 2006) ช่องว่างที่งานก่อนหน้ายังไม่ตอบ คือจะแปลงหลักการเหล่านี้ให้กลายเป็นรายวิชาต้นแบบที่จับต้องได้และทำซ้ำบนแพลตฟอร์มสถาบันอย่างไร บทความนี้เติมช่องว่างนั้น

3. กรอบการออกแบบรายวิชาต้นแบบ 5 องค์ประกอบ

กรอบนี้สังเคราะห์ขึ้นจากสองทาง: การทบทวนทฤษฎีการออกแบบการเรียนรู้ในหัวข้อ 2 และการถอดแบบจากกรณีที่ผ่านการพัฒนาและประเมินตามแนว Design-Based Research จนได้รับการยืนยันเชิงประจักษ์และการตรวจความตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC = 0.93) ในงานก่อนหน้า (Popitikul, 2024) ในเชิงสถาปัตยกรรม LEAF-5 จัดองค์ประกอบทั้งห้าเป็นสามชั้น: ชั้นเนื้อหา (หน่วยการเรียนรู้และสื่อ) ชั้นปฏิสัมพันธ์ (กิจกรรมและการประเมินอัตโนมัติ) และชั้นข้อมูล (Learning Analytics) มุมมองแบบชั้นนี้มาจากวิศวกรรมการเรียนรู้ที่นำหลักวิศวกรรมและข้อมูลมาออกแบบการสอนอย่างเป็นระบบ (Goodell & Kolodner, 2022) กรอบที่เสนอมองรายวิชาต้นแบบเป็นชุด

องค์ประกอบห้าส่วนที่ทำงานร่วมกัน ไม่ใช่กล่องสี่บนหน้าเว็บ แต่ละองค์ประกอบผูกกับขั้นตอนของ ADDIE มีทฤษฎีรองรับ และเลือกเครื่องมือจากของมาตรฐานที่สถาบันมีสิทธิ์ใช้อยู่แล้ว ความสัมพันธ์ภาพรวมแสดงใน Figure 1.

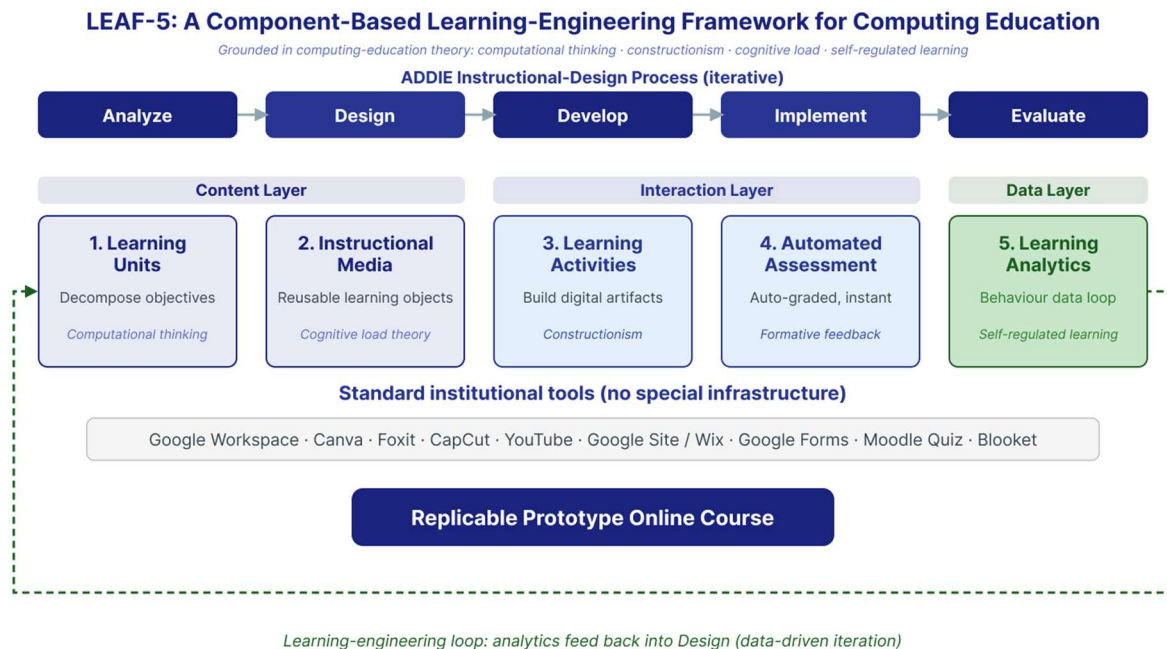


Figure 1. The LEAF-5 Component-Based Learning-Engineering Framework for Computing Education

Source: Author (2026)

จาก Figure 1. จากบนลงล่างจะเห็นโฟลว์การทำงานของกรอบทั้งระบบ แถวบนสุดคือกระบวนการ ADDIE ห้าขั้นที่เดินแบบวนซ้ำ ทำหน้าที่เป็นแกนเวลาบอกว่าแต่ละองค์ประกอบเกิดขึ้นช่วงไหนของการพัฒนารายวิชา ถัดลงมาคือองค์ประกอบทั้งห้าที่จัดเป็นสามชั้นตามบทบาทของข้อมูล ชั้นเนื้อหา (กล่อง 1 และ 2) ทำหน้าที่ผลิตสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้ ชั้นปฏิสัมพันธ์ (กล่อง 3 และ 4) เปลี่ยนเนื้อหาให้กลายเป็นการลงมือทำและการวัดผล และชั้นข้อมูล (กล่อง 5) เก็บร่องรอยการเรียนรู้กลับมาเป็นสารสนเทศ ทุกกล่องวางอยู่บนแถบเครื่องมือมาตรฐานเดียวกัน เป็นการย้ำว่ากรอบนี้ไม่ผูกกับระบบเฉพาะ ผลลัพธ์ที่ไหลออกมาคือรายวิชาต้นแบบที่ทำซ้ำได้ ส่วนลูกศรประสีเขียวคือวงจรวิศวกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลวิเคราะห์จากกล่อง 5 ย้อนกลับเข้าขั้น Design เพื่อปรับการออกแบบในรอบถัดไป โฟลว์ของข้อมูลจึงเดินเป็นวง: วัตถุประสงค์ ไปสู่เนื้อหา ไปสู่กิจกรรมและการวัดผล ไปสู่ข้อมูลพฤติกรรม แล้ววนกลับมาที่การออกแบบ มุมมองเชิงคอมพิวเตอร์ศึกษา คือการมองรายวิชาเป็นระบบที่ถอดเป็นองค์ประกอบย่อย (decomposition) ทำงานประสานกันเป็นชั้น และปรับปรุงด้วยข้อมูลอย่างเป็นระบบ ไม่ใช่กล่องสี่บนหน้าเว็บ หัวข้อ 3.1 ถึง 3.5 ต่อจากนี้อธิบายการทำงานและเหตุผลการออกแบบของแต่ละกล่องที่ประกอบ

3.1 หน่วยการเรียนรู้ (Learning Units)

กล่องนี้ทำงานในขั้น Analyze และ Design เป็นโครงกระดูกของรายวิชา การทำงาน คือ ผู้ออกแบบเริ่มจากวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แล้วแตกออกเป็นหน่วยย่อยที่มีขอบเขตชัด ในเชิงคอมพิวเตอร์ศึกษานี้คือการใช้การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) มาออกแบบรายวิชาโดยตรง คือการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) ก่อนความรู้

ใหญ่ให้กลายเป็นหน่วยที่จัดการได้ทีละชิ้น และมองหารูปแบบร่วมเพื่อจัดลำดับหน่วยอย่างมีตรรกะ (Wing, 2006) เหตุผลการออกแบบที่ให้หน่วยมาก่อนสื่อและกิจกรรม มาจากหลักการจัดวางที่สอดคล้อง (Constructive Alignment) ที่ยืนยันว่าวัตถุประสงค์ต้องเป็นตัวกำหนดทั้งกิจกรรมและการประเมินที่ตามมา ไม่ใช่ทำกลับทาง (Biggs, 1996) รายวิชา 414103 จึงแบ่งเป็นห้าหน่วย แต่ละหน่วยระบุหัวข้อสาระสำคัญ และผลลัพธ์ที่ผู้เรียนต้องทำได้ก่อนคิดเรื่องสื่อหรือกิจกรรม เพราะถ้าเริ่มจากเรื่องมือก่อน รายวิชาจะกลายเป็นการใช้ลูกเล่นมากกว่าการสอน

3.2 สื่อการสอน (Instructional Media)

องค์ประกอบนี้อยู่ในขั้น Develop หลักเลือกสื่อตรงไปตรงมา: ใช้เครื่องมือที่สถาบันมีอยู่แล้ว ไม่ต้องซื้อระบบใหม่ เอกสารใช้ Google Docs ภาพและอินโฟกราฟิกใช้ Canva ไฟล์ PDF ใช้ Foxit วิดีโอตัดด้วย CapCut และเผยแพร่ผ่าน YouTube หน้ารวมรายวิชาทำด้วย Google Site หรือ Wix การออกแบบสื่อยึดทฤษฎีภาระทางปัญญาของ Sweller (1988) และหลักการเรียนรู้จากสื่อประสมเชิงปัญญาของ Mayer (2009) ที่เตือนว่าสื่อแน่นเกินไปจะเพิ่มภาระทางปัญญาจนผู้เรียนรับไม่ไหว วิดีโอจึงตัดให้สั้น เน้นจุดเดียวต่อคลิป ไม่ใส่ทุกอย่างในไฟล์เดียว ในเชิงเทคนิค สื่อถูกแตกเป็นวัตถุการเรียนรู้ขนาดเล็ก (Microlearning Objects) ที่ออกแบบตามหลักวัตถุการเรียนรู้ (Learning Objects)ให้นำกลับมาใช้ซ้ำและทำงานข้ามระบบได้ (Wiley, 2000) ทำให้ปรับปรุงทีละชิ้นโดยไม่ต้องรื้อทั้งรายวิชา การเลือกแบบนี้ลดต้นทุนและลดเวลาเรียนรู้ของผู้สอนรายใหม่ เพราะเป็นเครื่องมือที่คนส่วนใหญ่ใช้เป็นอยู่แล้ว

3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

กิจกรรมคือส่วนที่เปลี่ยนผู้เรียนจากผู้ดูเป็นผู้ทำ ตามฐานคอนสตรัคติวิสต์ที่มองผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านการลงมือ (Vygotsky, 1978) และแนวคอนสตรัคชันนิสซึมของ Papert (1980) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานดิจิทัล อันเป็นจารีตเฉพาะของคอมพิวเตอร์ศึกษา กรอบนี้กำหนดให้ทุกหน่วยมีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องทำ ไม่ใช่อ่านสไลด์แล้วจบ และกิจกรรมต้องเชื่อมกลับไปยังวัตถุประสงค์ของหน่วยโดยตรง บนแพลตฟอร์มออนไลน์ การออกแบบกิจกรรมยังต้องคิดถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและเพื่อน ตามแนว Community of Inquiry (Garrison et al., 2019) เพราะลำพังเนื้อหาที่ดีไม่พอจะรักษาผู้เรียนให้อยู่จนจบ หลักฐานจากช่วงที่การเรียนย้ายขึ้นออนไลน์เต็มรูปแบบยังชี้ว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการรับรู้การมีตัวตนทางสังคมสัมพันธ์โดยตรงกับความพึงพอใจและการคงอยู่ของผู้เรียน (Wut & Xu, 2021) การออกแบบกิจกรรมจึงต้องจงใจสร้างจังหวะปฏิสัมพันธ์ ไม่ปล่อยให้เกิดขึ้นเอง

3.4 การประเมินอัตโนมัติ (Automated Formative Assessment)

การประเมินนี้อยู่ในขั้น Develop และ Evaluate ใช้ Google Forms, Moodle Quiz และ Blooket ทำแบบทดสอบที่ให้ผลทันที จุดที่ทำให้องค์ประกอบนี้ไม่ใช่แค่ “ข้อสอบออนไลน์” คือการผูกข้อสอบกับวัตถุประสงค์ตามหลัก Constructive Alignment (Biggs, 1996) ทุกข้อต้องวัดผลลัพธ์ที่ประกาศไว้ในหน่วย ไม่ใช่ถามสิ่งที่ไม่ได้สอน การให้ผลทันทียังทำหน้าที่เป็นข้อมูลย้อนกลับเชิงพัฒนา ซึ่ง Hattie และ Timperley (2007) ชี้ว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้สูงที่สุดตัวหนึ่ง เมื่อบอกผู้เรียนได้ว่าตอนนี้อยู่ตรงไหนและต้องไปทางใด ผู้เรียนจะแก้จุดอ่อนระหว่างทาง ไม่ต้องรอปลายภาค ในเชิงเทคนิค Moodle Quiz ทำหน้าที่เป็นเครื่องตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ (Automated E-Assessment) ที่คืนผลทันทีและเก็บสถิติรายข้อให้ผู้สอนนำไปวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบได้

3.5 Learning Analytics

องค์ประกอบที่นำข้อมูลพฤติกรรมจากแพลตฟอร์ม เช่น อัตราการเรียนรู้จบและการมีส่วนร่วมในกิจกรรม มาเป็นข้อมูลย้อนกลับสำหรับปรับปรุงรายวิชา และเชื่อมกลับเข้าขั้น Design เป็นวงจรปรับปรุงต่อเนื่องดังลูกศรประใน Figure 1. ในเชิงเทคนิค องค์ประกอบนี้คือสายข้อมูลการเรียนรู้ (Learning Analytics Pipeline) ที่เก็บ Event Log จากแพลตฟอร์ม (เช่น ในรูปแบบมาตรฐาน xAPI) แล้วแปลงเป็นตัวชี้วัด เช่น อัตราการเรียนรู้จบ เวลาที่ใช้ (Time-on-Task)

และการมีส่วนร่วม เพื่อแสดงบนแดชบอร์ดให้ผู้สอนใช้ตัดสินใจปรับการออกแบบ (Long & Siemens, 2011) ทั้งนี้การใช้ข้อมูลพฤติกรรมผู้เรียนต้องอยู่ภายใต้การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและการรับรองจริยธรรมการวิจัยเสมอ ข้อควรระวังที่ต้องย้ำ: Learning Analytics บอกความสัมพันธ์ ไม่ได้บอกสาเหตุ (Gašević et al., 2015) ตัวเลขการมีส่วนร่วมที่สูงไม่ได้แปลว่าการออกแบบดีโดยอัตโนมัติ มันเป็นสัญญาณให้กลับไปดูว่าหน่วยไหนผู้เรียนหลุด แล้วแก้ที่การออกแบบ ไม่ใช่เอาตัวเลขมาเคลมความสำเร็จลอย ๆ ในอีกด้าน ข้อมูลย้อนกลับชุดเดียวกันนี้ช่วยให้ผู้เรียนกำกับการเรียนรู้ของตนเองตามแนว Self-Regulated Learning (Zimmerman, 2002) ซึ่งจำเป็นมากในรายวิชาออนไลน์ที่ผู้สอนไม่ได้อยู่กำกับตลอดเวลา มุมมองนี้สอดคล้องกับแนวคิด Connectivism ที่มองการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลเป็นเครือข่ายที่ต้องปรับตัวตามข้อมูล (Siemens, 2004)

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้งห้ากับขั้นตอน ADDIE ฐานทฤษฎี และเครื่องมือที่เลือก สรุปไว้ใน Table 1.

Table 1. The LEAF–5 Components Mapped to ADDIE Phases, Theoretical Bases, and Standard Tools

Component	ADDIE phase	Theoretical basis	Standard tools
Learning units	Analyze, Design	Computational thinking (Wing, 2006); constructive alignment (Biggs, 1996)	Course objective mapping
Instructional media	Develop	Cognitive load & multimedia learning (Sweller, 1988; Mayer, 2009)	Google Docs, Canva, Foxit, CapCut, YouTube, Google Site / Wix
Learning activities	Design, Develop	Constructionism (Papert, 1980); Col (Garrison et al., 2019)	Interactive tasks linked to objectives
Automated assessment	Develop, Evaluate	Feedback (Hattie & Timperley, 2007)	Google Forms, Moodle Quiz, Blooket
Learning analytics	Implement, Evaluate	Self-regulated learning (Zimmerman, 2002); analytics caution (Gašević et al., 2015)	Platform completion / participation data

Source: Author (2026)

จุดที่กรอบนี้พบจากการใช้จริง และแนะนำการใช้งานสำหรับสถาบันอื่น คือ ผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนให้คะแนนด้านเนื้อหาสูงสุด แต่ให้ด้านการนำทางบนแพลตฟอร์มต่ำสุดตรงกัน รูปแบบที่ตรงกันนี้ชี้ว่าเป็นปัญหา UX ของแพลตฟอร์ม ไม่ใช่จุดอ่อนของการออกแบบการสอน การแยกสองเรื่องนี้ออกจากกันสำคัญ เพราะถ้าวินิจฉัยผิด สถาบันจะไปแก้เนื้อหาทั้งที่ปัญหาจริงอยู่ที่หน้าจอนำทาง

3.6 ตำแหน่งของกรอบเทียบกับงานออกแบบที่มีอยู่

กรอบนี้ไม่ได้แทนที่โมเดลการออกแบบที่มีอยู่ แต่ต่อยอดให้ครอบคลุมที่งานเดิมแยกกันพูด ADDIE ให้กระบวนการแต่ไม่บอกว่ารายวิชาต้องมียอดประกอบใด (Branch & Kopcha, 2014) First Principles ของ Merrill (2002) ให้หลักการ

สอนที่ดีแต่ไม่ผูกกับเครื่องมือหรือข้อมูลย้อนกลับ Community of Inquiry เน้นการมีตัวตนในชั้นเรียนออนไลน์ (Garrison et al., 2019) ส่วนโมเดลห้าขั้นของ Salmon (2011) เน้นบทบาทผู้สอนออนไลน์ จุดที่กรอบนี้เพิ่มเข้ามาคือสามอย่างพร้อมกัน: ข้อจำกัดให้ใช้เครื่องมือมาตรฐานของสถาบัน วงจรปรับปรุงด้วย Analytics และการแมปองค์ประกอบกับทฤษฎีอย่างชัดเจน ดังเปรียบเทียบใน Table 2.

Table 2. Positioning of the proposed framework against established instructional–design approaches

Approach	Primary focus	Standard–tool constraint	Analytics feedback	Explicit theory mapping
Generic ADDIE (Branch & Kopcha, 2014)	Process model	—	—	Partial
First Principles (Merrill, 2002)	Instructional principles	—	—	✓
Community of Inquiry (Garrison et al., 2019)	Online presence	—	—	✓
Five–stage model (Salmon, 2011)	E–moderating stages	—	—	Partial
Learning engineering / OLI (Lovett et al., 2008)	Data–informed iterative course improvement	—	✓	Partial
Proposed LEAF–5 framework	Reusable course template	✓	✓	✓

Source: Author, 2026

จาก Table 2. เกณฑ์การให้สัญลักษณ์ในตารางนี้อ่านจากเอกสารต้นทางของแต่ละตัวแบบโดยตรง “✓” หมายถึงตัวแบบระบุประเด็นดังกล่าวไว้อย่างชัดเจนในเอกสารต้นทาง “Partial” หมายถึงระบุไว้บางส่วนหรือโดยนัย และ “—” หมายถึงไม่ได้ระบุไว้ในขอบเขตของตัวแบบตามเอกสารต้นทาง ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าผู้นำตัวแบบนั้นไปใช้ จะทำสิ่งดังกล่าวไม่ได้ แต่หมายความว่าตัวแบบไม่ได้กำหนดไว้เป็นองค์ประกอบบังคับ แหล่งที่ใช้ตัดสินใจได้แก่ Branch & Kopcha (2014) สำหรับ ADDIE โดยที่ Merrill (2002) สำหรับ First Principles และ Garrison et al. (2019) สำหรับ Community of Inquiry ในขณะที่ Salmon (2011) สำหรับโมเดลห้าขั้น และ Lovett et al. (2008) ร่วมกับ Goodell & Kolodner (2022) สำหรับแนววิศวกรรมการเรียนรู้/OLI

3.7 ข้อโต้แย้งและข้อจำกัดเชิงวิพากษ์ต่อกรอบ LEAF–5

บทความวิชาการที่เสนอกรอบใหม่ควรวิพากษ์กรอบของตนเองด้วย ข้อโต้แย้งที่หนักที่สุดต่อ LEAF–5 คือ ข้อจำกัดที่ใช้ “เครื่องมือมาตรฐานที่สถาบันมีอยู่แล้ว” ซึ่งเป็นจุดแข็งด้านการนำไปใช้ แต่เป็นจุดอ่อนเชิงธรรมาภิบาล

ข้อมูลพร้อมกัน เครื่องมือที่ครอบนี้อ้างถึงส่วนใหญ่เป็นบริการเชิงพาณิชย์ของผู้ให้บริการรายเดียว การประเมินผลกระทบด้านการคุ้มครองข้อมูลของภาคอุดมศึกษาเนเธอร์แลนด์พบว่า Google Workspace for Education มีความเสี่ยงสูงหลายรายการ ทั้งเรื่องความไม่ชัดเจนของบทบาทผู้ควบคุมข้อมูล การเก็บข้อมูลเชิงวินิจฉัย และการถ่ายโอนข้อมูลข้ามพรมแดน จนต้องเจรจามาตรการแก้ไขกับผู้ให้บริการก่อนใช้งานต่อได้ (Nas & Terra, 2021) ในระดับโครงสร้าง งานด้านการกลายเป็นแพลตฟอร์มของการศึกษาชี้ว่า เมื่อสถาบันผู้กระบวนการสอนไว้กับระบบนิเวศของผู้ให้บริการรายใดรายหนึ่ง อำนาจในการกำหนดมาตรฐานและเงื่อนไขการใช้ข้อมูลจะค่อย ๆ เคลื่อนออกจากสถาบันไปสู่ผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นภาวะพึ่งพิงผู้ขาย (Vendor Dependency) ที่ถอนตัวได้ยากในภายหลัง (Kerssens & Dijck, 2021)

ผู้เขียนไม่ปฏิเสธข้อโต้แย้งนี้ แต่เสนอให้อ่านกรอบ LEAF-5 ในลักษณะที่แยกระหว่าง “หน้าที่ขององค์ประกอบ” กับ “เครื่องมือที่ใช้ทำหน้าที่นั้น” องค์ประกอบทั้งห้าถูกนิยามด้วยหน้าที่ ไม่ใช่ด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ สถาบันที่มีข้อกังวลด้านอธิปไตยข้อมูลสามารถแทนที่เครื่องมือแต่ละตัวด้วยทางเลือกแบบโอเพนซอร์สหรือที่โฮสต์เองได้โดยโครงสร้างของกรอบไม่เปลี่ยน มาตรการที่ควรทำควบคู่กันมีสามอย่าง คือ หนึ่ง เก็บร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบมาตรฐานเปิดอย่าง xAPI เพื่อให้ย้ายระบบได้ สอง จำกัดข้อมูลที่เก็บให้เท่าที่จำเป็นต่อการปรับปรุงการออกแบบ และสาม ดำเนินการภายใต้พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและการรับรองจริยธรรมการวิจัยของสถาบัน กล่าวอีกอย่างคือ ข้อจำกัดด้านเครื่องมือใน LEAF-5 ควรถือเป็น “ค่าตั้งต้นเพื่อให้เริ่มได้เร็ว” ไม่ใช่ข้อผูกมัดถาวรข้อโต้แย้งที่สองคือ เพดานเชิงการสอน การบังคับให้ใช้เครื่องมือทั่วไปทำให้กรอบนี้ไม่รองรับสมรรถนะที่ต้องอาศัยระบบเฉพาะทาง เช่น การตรวจโค้ดอัตโนมัติ ห้องปฏิบัติการเสมือน หรือระบบสอนเสริมแบบปรับตัวรายบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่งานสาขาวิศวกรรมการเรียนรู้อย่าง OLI ทำได้บนแพลตฟอร์มของตนเอง (Lovett et al., 2008) LEAF-5 จึงแลกเพดานของการออกแบบกับความสามารถในการนำป้อนซ้ำในวงกว้าง ข้อโต้แย้งที่สามคือความเสี่ยงที่การใช้ข้อมูลเป็นตัวนำจะทำให้การออกแบบเอนไปหาสิ่งที่ระบบวัดได้ง่าย เช่น อัตราการคลิกหรือเวลาที่ใช้ มากกว่าผลลัพธ์ที่วัดยากอย่างความคิดสร้างสรรค์และการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นเหตุผลที่กรอบนี้ยืนยันว่า Learning Analytics เป็นสัญญาณให้กลับไปตรวจการออกแบบ ไม่ใช่เกณฑ์ตัดสินคุณภาพการเรียนรู้โดยตัวมันเอง (Gašević et al., 2015)

4. หลักการออกแบบที่ถ่ายโยงได้ (Transferable Design Principles)

เพื่อให้กรอบนี้นำไปใช้ได้จริง ผู้เขียนสรุปการตัดสินใจเชิงออกแบบเป็นหลักการ 5 ข้อ แต่ละข้อมาจากองค์ประกอบและฐานทฤษฎีในหัวข้อ 3 และเขียนให้สถาบันอื่นหยิบไปตรวจรายวิชาของตนเองได้ทันที

หลักที่ 1 เริ่มจากวัตถุประสงค์ ไม่ใช่เครื่องมือ: กำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อน โดยเขียนเป็น CLO ที่วัดได้ตามอนุกรมวิธานของ Bloom ฉบับปรับปรุง (Anderson & Krathwohl, 2001) แล้วจึงเลือกสื่อ กิจกรรม และการประเมินให้ตามมา (Wing, 2006; Biggs, 1996)

หลักที่ 2 ใช้เครื่องมือมาตรฐานของสถาบัน: ออกแบบบนของที่สถาบันมีสิทธิ์ใช้อยู่แล้ว เพื่อให้ผู้สอนรายใหม่ทำซ้ำได้โดยไม่ต้องลงทุนระบบพิเศษและไม่ต้องเรียนเครื่องมือใหม่

หลักที่ 3 ผู้การประเมินกับวัตถุประสงค์ทุกข้อ: ข้อสอบและกิจกรรมทุกชิ้นต้องเล็งไปที่ผลลัพธ์เดียวกันตามหลักการจัดวางที่สอดคล้อง ไม่วัดสิ่งที่ไม่ได้สอน (Biggs, 1996)

หลักที่ 4 ออกแบบสื่อให้สั้นและโฟกัส: แดกเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและจำกัดหนึ่งแนวคิดต่อหนึ่งคลิป เพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียน (Sweller, 1988; Mayer, 2009)

หลักการที่ 5 ใช้ analytics เป็นข้อมูลย้อนกลับ: ดีความข้อมูลพฤติกรรมเป็นสัญญาณให้กลับไปปรับการออกแบบ ไม่ใช่ข้อสรุปเชิงสาเหตุของการเรียนรู้ (Gašević et al., 2015)

หลักการทั้งห้าข้อนี้ไม่ใช่กฎสากล แต่ละข้อมีเงื่อนไขที่อาจไม่เป็นจริงและต้องปรับ หลักที่ 1 อาจต้องผ่อนคลายเป็นรายวิชาเชิงสำรวจหรือการอบรมตามความต้องการเฉพาะหน้าของสถานประกอบการ ซึ่งผลลัพธ์บางส่วนเกิดระหว่างทางมากกว่าที่กำหนดล่วงหน้า การลือกวัดอุปสงค์แน่นเกินไปจะปิดโอกาสการเรียนรู้ที่ไม่ได้คาดหมาย หลักที่ 2 ใช้ไม่ได้เมื่อสถาบันไม่มีสิทธิ์ใช้ชุดเครื่องมือดังกล่าว หรือเมื่อวัตถุประสงค์ต้องการสมรรถนะที่เครื่องมือทั่วไปทำไม่ได้ ดังที่อภิปรายไว้ในหัวข้อ 3.7 หลักที่ 3 หากยึดอย่างเคร่งครัดเกินไปจะลดทอนผลลัพธ์ที่วัดยากให้เหลือเฉพาะสิ่งที่ระบบตรวจอัตโนมัติได้ จึงควรใช้คู่กับการประเมินโดยผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นในบางหน่วย หลักที่ 4 มีเงื่อนไขเรื่องความรู้เดิมของผู้เรียน เพราะการแบ่งเนื้อหาเป็นชั้นย่อยที่ช่วยผู้เรียนใหม่ อาจกลายเป็นภาระซ้ำซ้อนสำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานสูง ตามปรากฏการณ์ผลย้อนกลับของความเชี่ยวชาญ (Expertise Reversal Effect) (Kalyuga et al., 2003) และหลักการที่ 5 ใช้ได้จำกัดเมื่อจำนวนผู้เรียนน้อยจนตัวชี้วัดไม่เสถียร หรือเมื่อกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่เกิดนอกแพลตฟอร์มจน Event Log ไม่สะท้อนพฤติกรรมจริง ผู้นำกรอบไปใช้จึงควรตรวจเงื่อนไขเหล่านี้ก่อน แล้วจึงเลือกว่าจะยึดหลักการข้อใดอย่างเคร่งครัดและข้อใดต้องปรับ

5. แนวทางการนำกรอบไปใช้

เงื่อนไขขั้นต่ำที่ทำให้กรอบนี้ใช้ได้มีสามอย่าง: สถาบันต้องมี LMS หรือแพลตฟอร์มกลางของตัวเอง ต้องเข้าถึงชุดเครื่องมือมาตรฐานอย่าง Google Workspace และ Moodle และผู้สอนต้องพอมีทักษะดิจิทัลพื้นฐาน ตามกรอบ TPACK ที่ต้องผสมความรู้ด้านเทคโนโลยี วิธีสอน และเนื้อหาเข้าด้วยกัน (Mishra & Koehler, 2006) ทั้งสามอย่างนี้สถาบันอุดมศึกษาไทยส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว กรอบจึงย้ายไปใช้ที่อื่นได้โดยไม่ต้องลงทุนเพิ่มมาก เงื่อนไขที่มักถูกมองข้ามคือการยอมรับเทคโนโลยีของผู้สอนและผู้เรียน ตามแบบจำลอง TAM การรับรู้ความง่ายในการใช้งานส่งผลต่อการยอมรับโดยตรง (Davis, 1989) ซึ่งอธิบายได้ว่าทำไมปัญหา

ด้านการนำทางบนแพลตฟอร์มจึงเป็นความเสี่ยงต่อการนำไปใช้จริง ไม่ใช่แค่เรื่องความสวยงามสำหรับการขยายสู่การฝึกอบรมบุคลากรภาคอุตสาหกรรมผ่าน Non-Credit Track ผู้เขียนขอระบุตรง ๆ ว่ายังเป็นเพียงข้อเสนอเชิงการถกเถียง หลักฐานที่มีมาจากกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรีในรายวิชาหน่วยกิต ผู้เรียนกลุ่มอุตสาหกรรมมีแรงจูงใจ เวลาว่าง และพื้นฐานต่างออกไป ตามแนวการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Knowles, 1975) ผู้เรียนวัยทำงานต้องการความยืดหยุ่นและความเชื่อมโยงกับงานจริงมากกว่านักศึกษา การยกกรอบไปใช้ตรง ๆ โดยไม่ปรับจึงเสี่ยงล้มเหลว สิ่งที่ต้องทำก่อนคือทดลองกับกลุ่มอบรมจริงแล้ววัดผลซ้ำ

ข้อเสนอเชิงปฏิบัติสำหรับสถาบันที่จะนำไปใช้ มีดังนี้ เริ่มจากรายวิชาเดียวเป็นต้นแบบก่อน อย่าทำทั้งหลักสูตรพร้อมกัน วางการประเมินให้ตรงวัตถุประสงค์ตั้งแต่ต้น ออกแบบสื่อให้สั้นและโปกส์เพื่อลดภาระทางปัญญา และจัดให้มีผู้ดูแลด้าน UX ของแพลตฟอร์มแยกจากผู้ออกแบบเนื้อหา เพราะปัญหาการนำทางแก่ที่ระบบ ไม่ใช่ที่บทเรียน

6. ข้อจำกัดและข้อเสนอเพื่อการวิจัยต่อไป (Limitations and Future Research)

ข้อจำกัดที่ต้องระบุตรง ๆ มีสามชั้น หนึ่ง หลักฐานเชิงประจักษ์ที่หนุนกรอบนี้มาจากรายวิชาหน่วยกิตหมวดศึกษาทั่วไปเพียงรายวิชาเดียว ผู้สอนคนเดียว และแพลตฟอร์มเดียว (NRRU3L) จึงยังสรุปข้ามบริบทไม่ได้ สอง

บทความนี้เป็นการสังเคราะห์เชิงออกแบบจากกรณีศึกษาที่พิสูจน์แล้ว ไม่ใช้การทดสอบตัวกรองเองเชิงทดลอง สาม การวัดด้วย Learning Analytics บอกความสัมพันธ์ ไม่ใช่สาเหตุ (Gašević et al., 2015)

งานต่อไปควรทำสี่อย่าง: ทดสอบรอบกับกลุ่มผู้เรียนแบบ Non-Credit และบุคลากรภาคอุตสาหกรรมจริง แล้ววัดผลซ้ำ เปรียบเทียบการใช้กรอบข้ามสถาบันและข้ามแพลตฟอร์ม ศึกษาว่าการแก้ปัญหา UX ด้านการนำทางช่วยเพิ่มการคงอยู่ของผู้เรียน (Retention) ได้จริงหรือไม่ และพัฒนาเกณฑ์ประเมินคุณภาพของรายวิชาต้นแบบให้เป็นมาตรฐานร่วมระหว่างสถาบัน

7. บทสรุป (Conclusion)

บทความนี้ให้สามอย่าง: กรอบ LEAF-5 ที่มองการออกแบบรายวิชาเป็นงานวิศวกรรมการเรียนรู้ ผูกกับ ADDIE และการวิเคราะห์การเรียนรู้ บนฐานทฤษฎีของคอมพิวเตอร์ศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษา ชุดหลักการออกแบบ 5 ข้อที่ถ่ายโยงไปใช้ที่อื่นได้ และข้อควรระวังจากการใช้จริงว่าปัญหาการนำทางบนแพลตฟอร์มเป็นคนละเรื่องกับคุณภาพการออกแบบการสอน กรอบนี้ผ่านการพิสูจน์เชิงประจักษ์มาแล้วบน NRRU3L (Popitikul, 2024) ส่วนข้อจำกัดและทิศทางการต่อไปกล่าวไว้ในหัวข้อ 6 พุดตรง ๆ คือ กรอบนี้พร้อมใช้กับรายวิชาในระบบหน่วยกิตแล้ว แต่การขยายสู่การอบรมบุคลากรภาคอุตสาหกรรมยังต้องพิสูจน์

ในเชิงวิชาการ งานนี้เชื่อมทฤษฎีการออกแบบการสอนเข้ากับการปฏิบัติจริงบนแพลตฟอร์ม โดยแปลงหลักการที่เคยกระจัดกระจายให้เป็นโครงองค์ประกอบที่ตรวจสอบและสอนต่อได้ ในเชิงปฏิบัติ สถาบันอื่นหยิบหลักการห้าข้อในหัวข้อ 4 ไปใช้เป็นรายการตรวจรายวิชาของตนเองได้ทันที โดยเฉพาะสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษาที่ต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้สร้างชิ้นงานดิจิทัล ไม่ใช่แค่รับเนื้อหา ผลที่คาดหวังคือรายวิชาออนไลน์ในระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิตมีคุณภาพสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นโจทย์ร่วมของมหาวิทยาลัยไทยหลายแห่ง

เพื่อความสะดวกของผู้อ่าน หลักการออกแบบที่ถ่ายโยงได้ห้าข้อในหัวข้อ 4 สรุปซ้ำได้ดังนี้ (1) เริ่มจากวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ไม่ใช่จากเครื่องมือ (2) ออกแบบบนเครื่องมือมาตรฐานที่สถาบันมีสิทธิ์ใช้อยู่แล้ว (3) ผูกการประเมินทุกชิ้นกับวัตถุประสงค์ตามหลักการจัดวางที่สอดคล้อง (4) ออกแบบสื่อให้สั้นและโฟกัสหนึ่งแนวคิดต่อหนึ่งชิ้น เพื่อลดภาระทางปัญญา และ (5) ใช้ Learning Analytics เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับการออกแบบ ไม่ใช่ข้อสรุปเชิงสาเหตุของการเรียนรู้ โดยมีเงื่อนไขการใช้ของแต่ละข้อกำกับไว้ในหัวข้อ 4

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการนำไปใช้ แบ่งได้เป็นสองระดับ ดังนี้

1) ระดับผู้สอนและผู้ออกแบบรายวิชา ให้นำหลักการห้าข้อข้างต้นไปใช้เป็นรายการตรวจสอบ (Checklist) ก่อนเปิดรายวิชา โดยตรวจทีละข้อว่าหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยมีวัตถุประสงค์ที่วัดได้ สื่อทุกชิ้นผูกกับหน่วย กิจกรรมทุกกิจกรรมมีผลงานที่ผู้เรียนต้องส่ง ข้อสอบทุกข้อเล็งไปที่วัตถุประสงค์ที่ประกาศไว้ และมีตัวชี้วัดพฤติกรรมอย่างน้อยหนึ่งตัวที่จะชี้บทวนการออกแบบเมื่อจบภาคเรียน แนะนำให้เริ่มจากรายวิชาเดียวเป็นต้นแบบก่อน แล้วค่อยขยาย

2) ระดับสถาบันและผู้บริหาร ควรจัดเตรียมชุดเครื่องมือกลางและแม่แบบรายวิชาให้ผู้สอนใช้ร่วมกัน แยกทีมดูแลประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) ของแพลตฟอร์มออกจากทีมพัฒนาเนื้อหา เพราะปัญหาการนำทางต้องแก้ที่ระบบไม่ใช่ที่บทเรียน กำหนดธรรมาภิบาลข้อมูลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล และเลือกใช้มาตรฐานเปิดเพื่อลดการพึ่งพิงผู้ขาย และวางกลไกจูงใจให้ผู้สอนที่พัฒนารายวิชาต้นแบบได้รับการนับภาระงานอย่างเป็นธรรม

ในเชิงนโยบายเชิงนโยบาย ข้อเสนอแนะมีน้ำหนักเป็นพิเศษสำหรับกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งมีพันธกิจตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ให้เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดิน และให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชน (Rajabhat University Act B.E. 2547, 2004) เครือข่ายราชภัฏกระจายอยู่ทั่วประเทศและอยู่ใกล้กลุ่มผู้เรียนวัยทำงานและผู้เรียนนอกระบบมากที่สุด จึงเป็นกลไกที่เหมาะสมที่สุดในการทำให้การเรียนรู้ตลอดชีวิตระดับชุมชนเกิดขึ้นจริงตามทิศทางการจัดการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เสนอไว้ในระดับชาติ (Office of the Education Council, 2022) และข้อเสนอระดับสากลหลังโควิด-19 (UNESCO, 2020) ข้อจำกัดของสถาบันกลุ่มนี้คืองบประมาณและกำลังคนด้านเทคโนโลยีการศึกษาที่จำกัด กรอบที่ทำซ้ำได้บนเครื่องมือที่มีอยู่แล้วอย่าง LEAF-5 จึงเป็นทางเลือกเชิงนโยบายที่ขยายผลได้จริงโดยไม่ต้องลงทุนระบบใหม่ และเปิดทางให้เกิดแม่แบบรายวิชาร่วมระหว่างสถาบันในเครือข่ายเดียวกัน

8. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยต้นทางที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ประจำปีงบประมาณ 2567 เรื่อง การพัฒนารายวิชาต้นแบบการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ ด้วยแพลตฟอร์มมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เลขรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ HE-162-2567 ผู้เขียนขอขอบคุณสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

9. การเปิดเผยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Declaration of Generative AI)

ผู้เขียนใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ช่วยเรียบเรียงและขัดเกลาภาษาของต้นฉบับเท่านั้น แนวคิดการออกแบบกรอบ การวิเคราะห์ และข้อสรุปทั้งหมดเป็นของผู้เขียน ซึ่งได้ตรวจสอบและรับผิดชอบความถูกต้องของเนื้อหาทุกส่วน การเปิดเผยนี้เป็นไปตามนโยบายการใช้ปัญญาประดิษฐ์ของวารสาร ทั้งนี้ ผู้เขียนได้ตรวจสอบรายการอ้างอิงทุกรายการกับต้นฉบับจริงและยืนยันความถูกต้องของข้อมูลบรรณานุกรมด้วยตนเอง โดยไม่ได้ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ในการสร้าง คัดเลือก หรือสรุปเนื้อหาของรายการอ้างอิงใด ๆ

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Al-Fraihat, D., Joy, M., Masa'deh, R., & Sinclair, J. (2020). Evaluating E-learning Systems Success: An Empirical Study. *Computers in Human Behavior*, 102, 67–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32(3), 347–364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- Bond, M., Zawacki-Richter, O., & Nichols, M. (2019). Revisiting Five Decades of Educational Technology Research: A Content and Authorship Analysis of the British Journal of Educational Technology. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 12–63. <https://doi.org/10.1111/bjet.12730>

- Branch, R. M., & Kopcha, T. J. (2014). Instructional Design Models. In Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J. (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (77–87). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_7
- Chanpoung, M. (2024). Development of Learning Management Model Using Design Thinking Process in Conjunction with Community-Based Learning to Promote 21st Century Skills. *The Journal of Research and Academics*, 7(6), 81–96. <https://doi.org/10.14456/jra.2024.139> (In Thai)
- Darawong, C. (2020). Factors of Technology Acceptance Affecting Student Satisfaction and Learning Outcomes on Online Courses in Higher Education Institutions. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 14(3), 158–166. (In Thai)
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dede, C., Richards, J., & Saxberg, B. (2018). *Learning Engineering for Online Education: Theoretical Contexts and Design-Based Examples*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351186193>
- Dhawan, S. (2020). Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5–22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2–3), 87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's Not Forget: Learning Analytics are About Learning. *TechTrends*, 59(1), 64–71. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x>
- Goodell, J., & Kolodner, J. (2022). Learning Engineering Toolkit: Evidence-Based Practices from the Learning Sciences, Instructional Design, and Beyond. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003276579>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4
- Kerssens, N., & Dijck, J. V. (2021). The Platformization of Primary Education in the Netherlands. *Learning, Media and Technology*, 46(3), 250–263. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1876725>
- Knowles, M. S. (1975). *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. Association Press.
- Long, P., & Siemens, G. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30–40.
- Lovett, M., Meyer, O., & Thille, C. (2008). The Open Learning Initiative: Measuring the Effectiveness of the OLI Statistics Course in Accelerating Student Learning. *Journal of Interactive Media in Education*, 2008(1), 13. <https://doi.org/10.5334/2008-14>
- Luerueang, N., Unjai, P., & Memana, P. (2025). Using Digital Technology to Encourage Lifelong Learning. *Journal of Setthawit Review*, 5(1), 1–10. (In Thai)
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Merrill, M. D. (2002). First Principles of Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nas, S., & Terra, F. (2021). *Update DPIA report Google Workspace for Education*. Privacy Company.
- Office of the Education Council. (2022). *Learning Management Model through Digital Platforms with Private Sector Participation*. Ministry of Education. <https://www.onec.go.th/th.php/book/BookView/1939> (In Thai)
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Popitikul, C. (2024). Enhancing Online Course with Nakhon Ratchasima Rajabhat University Learning Platform Learning Management System (NRRU Learning Platform). *Research Report*. Nakhon Ratchasima Rajabhat University. (In Thai)
- Rajabhat University Act B.E. 2547. (2004, June 14). *Royal Thai Government Gazette*. Book No. 121 Special Chapter 23 Kor, 1–24. (In Thai)
- Salmon, G. (2011). *E-Moderating: The Key to Online Teaching and Learning* (3rd ed.). Routledge.
- Siemens, G. (2004). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. https://m.edtechpolicy.org/AAASGW/Session2/siemens_article.pdf
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- UNESCO. (2020). *Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens*. Publications Office. <https://doi.org/10.2760/115376>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Wiley, D. A. (2000). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In Wiley, D. A. (Ed), *The Instructional Use of Learning Objects* (1–35). Agency for Instructional Technology. https://mari.usc.edu/wesrac/wired/bldg-7_file/wiley.pdf
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wongchinda, T., Tanchai, S., & Romsri, S. (2025). The Application of Digital Technology in Participatory Learning Management. *Modern Academic Development and Promotion Journal*, 3(1), 268–277. (In Thai)
- Wut, T. –M., & Xu, J. (2021). Person-to-Person Interactions in Online Classroom Settings Under the Impact of COVID-19: A Social Presence Theory Perspective. *Asia Pacific Education Review*, 22(3), 371–383. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09673-1>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2