

การออกแบบไมโครเลิร์นนิงยุคดิจิทัล MICRO-LEARNING DESIGN OF THE DIGITAL AGE

Received : February 1, 2021

Revised : February 17, 2021

Accepted : March 24, 2021



ศยามน อินสะอาด
Sayamon Insaard

บทคัดย่อ

ไมโครเลิร์นนิง (Micro-learning) สื่อดิจิทัลที่มีแนวคิดในการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในข้อมูลขนาดเล็ก โดยนำส่งความรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ “ไมโคร” หรือการเรียนรู้ทีละเล็กทีละน้อยในสภาพแวดล้อมของสื่อดิจิทัล โดยเสริมไปกับกิจวัตรประจำวันของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อาศัยเทคโนโลยีแบบ “Push” และการใช้อุปกรณ์มือถือของผู้เรียน การออกแบบการสอนจะเป็นรูปแบบ “Less is More” เน้นเนื้อหาสั้นแต่เรียนรู้ได้มาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ไมโครเลิร์นนิงมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง เพื่อสนับสนุนเป้าหมายระยะยาวของการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบใหม่ ภายใต้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ ในบทความนี้จะสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับไมโครเลิร์นนิงในเรื่องของความรู้พื้นฐาน ทฤษฎีการเรียนรู้ การออกแบบไมโครเลิร์นนิง และแนวโน้มแห่งอนาคตของไมโครเลิร์นนิง รวมไปถึงผลการวิจัยไมโครเลิร์นนิงที่สะท้อนแนวคิดใหม่ในการนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงสำหรับการจัดการเรียนการสอนในยุคดิจิทัลต่อไป

คำสำคัญ: ไมโครเลิร์นนิง การออกแบบไมโครเลิร์นนิง ยุคดิจิทัล

Abstract

Micro-learning, a digital media that deliver the learning content to learners through the learning activity in term of “Micro” or gradually learning in learning environment. Micro-learning can be used with daily activities of learners using “push” technology and mobile equipment of learners. The instructional design is under the concept “Less is More”; adequate content but more learning which help learners to self-directed learning. The learning objectives of micro-learning is specific to promote long term learning of modern instructional management under the efficient tiny learning environment. This article is to construct the knowledge and understanding of micro-learning on fundamental, theory, design, and trend of micro-learning, including the research findings that reflex the new concept to apply the real situation of learning management in digital age.

Keywords: Micro-learning, Micro-learning Design, Digital age

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการวิจัยของสถาบัน Statistic Brain แสดงให้เห็นว่าในปี 2000 ช่วงความสนใจของมนุษย์คือ 12 วินาที ส่วนในปี 2015 มีช่วงความสนใจเพียง 8.25 วินาที TED-ED จึงได้นำเสนอแนวคิด ตัวอย่างบทเรียนขนาดเล็ก บทเรียนวิดีโอสั้น ๆ ที่มีความยาวไม่เกิน 5 นาทีบนเว็บไซต์ ซึ่งเรียกว่า ไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro-learning) โดยถูกนำมาใช้ด้วยความหวังในการสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นทักษะซึ่งให้ข้อมูลเป็นเรื่องย่อยเล็ก ๆ เป็นวิธีการค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาเฉพาะด้านอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีหลายอย่างที่ใช้ในห้องเรียนในปัจจุบันเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เนื่องจากผู้เรียนจำนวนมากสามารถเข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่และใช้เทคโนโลยีเพื่อเข้าถึงเนื้อหาวิชาของหลักสูตร ด้วยเหตุนี้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดิจิทัลจึงควรเป็นมิตรกับอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ Hug (2010) ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือมือถือ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมไมโครเลิร์นนิ่ง ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น เนื้อหาที่แสดงบนอุปกรณ์พกพานั้นควรจะเป็นเนื้อหาแบบไมโคร ขนาดหน้าจอของอุปกรณ์เคลื่อนที่มีขนาดเล็กกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ พกพาหรือเปิดสื่อการเรียนรู้ได้สะดวก อีกทั้งผู้เรียนมีช่วงความสนใจค่อนข้างสั้นเมื่อนำเสนอสื่อบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ควรใช้เนื้อหาที่กระชับ สั้น ๆ เข้าใจได้ง่าย อุปกรณ์เคลื่อนที่สามารถออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้ที่ละขั้นในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ อุปกรณ์เคลื่อนที่เป็นไมโครแพลตฟอร์มที่สามารถให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ทางกายภาพและสังคม

แนวคิดเกี่ยวกับไมโครเลิร์นนิ่ง

ไมโครเลิร์นนิ่ง คือ สื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งซึ่งแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ตามหัวข้อการเรียนรู้ แบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ความจำมากเกินไปสำหรับผู้เรียน โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้เป็นการเรียนรู้แบบทันเวลา (just-in-time) ไมโครเลิร์นนิ่ง เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ออกแบบโดยใช้ ชุดเนื้อหาการเรียนรู้เป็นหน่วยประกอบด้วยกิจกรรมขนาดเล็กเป็นหลักสูตรระยะสั้นที่มีการวางแผน เป็นอย่างดี ออกแบบมาเพื่อให้เหมาะกับขีดจำกัดของสมองมนุษย์ในด้านของช่วงความสนใจและหลีกเลี่ยง การรับรู้มากเกินไป แม้ว่าแนวคิดของการเรียนการสอนแบบจุลภาคจะมีมานานแล้ว แต่คำว่า “ไมโครเลิร์นนิ่ง” ยังไม่ถูกนำมาใช้จนกระทั่งครึ่งทศวรรษที่ผ่านมา

ไมโครเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย ชุดบทเรียนสั้นๆ (Bit size lessons) หรือบทเรียนขนาดเล็กที่มี วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงเพื่อสนับสนุนเป้าหมายระยะยาว เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed) เป็นการศึกษาตามอัธยาศัย (Informal learning) และเป็นเครื่องมือสนับสนุนเสริมสร้าง การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณลักษณะที่สำคัญของไมโครเลิร์นนิ่ง มี 7 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหามีระยะเวลา 3-5 นาทีต่อเรื่อง
2. เป้าหมายต้องระบุถึงสิ่งที่จะกระทำ และนำไปสู่การกำหนดกิจกรรมที่รองรับได้ชัดเจน
3. ง่ายต่อการเก็บรักษารวบรวมความจำสำหรับผู้เรียน
4. พร้อมใช้งานได้ตามความต้องการของผู้เรียน
5. เข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายเหมาะกับอุปกรณ์เคลื่อนที่
6. ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในสภาพแวดล้อมการทำงาน
7. อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเรียนรู้ซ้ำได้

ศยามน อินสะอาด (2561) ได้อธิบายว่า ไมโครเลิร์นนิ่ง เป็นการนำส่งความรู้ขนาดเล็กเน้นกิจกรรม การเรียนรู้แบบ “ไมโคร” หรือการเรียนรู้ทีละเล็กทีละน้อยในสภาพแวดล้อมของสื่อดิจิทัล สามารถเสริม ไปกับกิจวัตรประจำวันของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีโดยใช้เทคโนโลยีแบบ “push” ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการส่ง ข้อมูลไปยังโทรศัพท์มือถือแบบอัตโนมัติ เช่น การรับเมลได้ทันทีที่มีเมลเข้ามาแบบฉับไวและทันเหตุการณ์ (Real Time) และการใช้อุปกรณ์มือถือของผู้เรียนซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายไมโครเลิร์นนิ่งต่างกับ ระบบอีเลิร์นนิ่งแบบดั้งเดิมที่ต้องมีหลักสูตรและมีระบบการเรียนที่ชัดเจน ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นแนวคิด ในการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในข้อมูลขนาดเล็กซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้ เชื่อว่าวิธีที่ดีที่สุดในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ คือการใช้ข้อมูลเพียงเล็กน้อยในแต่ละครั้ง แม้ว่าการศึกษา แบบดั้งเดิมจะเน้นไปที่การเรียนในชั้นเรียน 2-3 ชั่วโมง แต่ผู้เรียนสามารถให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนรู้ ได้ไม่เกิน 20 นาที จากนั้นความสนใจจะเริ่มจางหายไป ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นทางเลือกใหม่ที่ให้เรียน

ผ่านบทเรียนเล็ก ๆ น้อย ๆ ขนาดใดก็ได้ตั้งแต่ 60 วินาที-20 นาที เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกมีแรงจูงใจ มีแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ที่สามารถประสบความสำเร็จได้

ประเภทของไมโครเลิร์นนิ่ง

Shannon (2020) กล่าวถึง ประเด็นเรื่องของระยะเวลาที่เหมาะสมของการนำเสนอไมโครเลิร์นนิ่ง นั้นควรจะมีคามยาวของเนื้อหา 5 นาที หรือ 7 นาที ทั้งนี้ควรขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์เนื้อหา ความจำเป็น และสั้นที่สุด โดยแต่ละโมดูลจะให้คำตอบที่เน้นสำหรับปัญหาหรือคำถามเดียวเหมาะสมสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เนื้อหาเข้าถึงได้ตามต้องการของผู้เรียนผ่านสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ส่วนประเภทของเนื้อหา ไมโครเลิร์นนิ่ง จะมีความหลากหลาย ประกอบด้วย วิดีโอการสอน (Video Tutorial) พอดแคสต์เสียง (Audio podcast) การนำเสนอ (Presentation) การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เกม (Game) สถานการณ์ (Scenario) การประเมิน (Assessment) เครื่องมือให้ความช่วยเหลือแบบข้อความ (Text-based job aid) และบทเรียนออนไลน์แบบสั้น ๆ (Short online lesson) เป็นต้น

ไมโครเลิร์นนิ่ง ส่วนใหญ่จะเป็นวิดีโอขนาดเล็ก สั้นๆ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ไมโครเลิร์นนิ่ง เป็นได้มากกว่าวิดีโอ สามารถนำกลยุทธ์และเทคนิคการเรียนรู้ที่หลากหลายมาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ร่วมกัน ไว้ในไมโครเลิร์นนิ่งขนาดเล็กได้ ตัวอย่างเช่น อินโฟกราฟิก (Infographic) เกมขนาดเล็ก (Small game) วิดีโอแบบเคลื่อนไหว (Animated video) วิดีโอจริง (Real video) เอกสารแบบโต้ตอบ (Interactive PDF) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) โบรชัวร์อิเล็กทรอนิกส์ (E-brochure) เว็บแคสต์ (Webcast) พอดแคสต์ (Podcast) สถานการณ์ (Scenario) และสถานการณ์จำลอง (Simulation) และแชทบอท (Chatbot)

ประโยชน์ของไมโครเลิร์นนิ่ง

ประโยชน์ที่สำคัญของไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับผู้เรียน มี 6 ประการ ดังนี้

1. การเก็บรักษาและการเรียกคืนความจำ (Retention and recall) นักวิจัยชาวเยอรมัน รายงานในปี 2015 ว่า ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยเพิ่มอัตราการรักษาความทรงจำได้ร้อยละ 20 ทำให้ผู้เรียน ใช้เวลาในการตอบคำถามน้อยลงร้อยละ 28 ซึ่งช่วยให้สามารถจำหัวข้อการเรียนรู้ได้ดีขึ้น สมองของมนุษย์ ดูดซับและเก็บรักษาข้อมูลจากการเรียนผ่านเนื้อหาสั้น ๆ ได้ดีกว่าเนื้อหาการเรียนรู้ที่มีความยาว

2. กระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Arouses the learning motivation) ไมโครเลิร์นนิ่งรวบรวม ข้อมูลจำนวนมากลงในเนื้อหาขนาดเล็ก ช่วยให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลที่ย่อยได้และตรงประเด็น สามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

3. การเรียนรู้แบบทันเวลา (Just-in-time learning) ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นเครื่องมือฝึกอบรม แบบ "ทันเวลา" ที่เหมาะสมสำหรับทุกองค์กร การเรียนรู้สามารถใช้ได้ตามต้องการและในช่วงเวลาที่ต้องการ

ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้ตามจังหวะของตนเองเมื่อพวกเขาพร้อม เช่น ในการฝึกอบรมผลิตภัณฑ์ ไมโครเลิร์นนิ่งสามารถช่วยให้พนักงานขายเปิดชมโมดูลการฝึกอบรมผลิตภัณฑ์ได้ตามความสะดวก แม้ว่าพนักงานขายจะอยู่นอกสถานที่ แต่สามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้และอ้างถึงได้ตลอดเวลา ยิ่งไปกว่านั้นการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตรงเป้าหมายทันเวลาผู้เรียนจะได้รับสิ่งที่ต้องการอย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถจัดการกับปัญหาหรือความท้าทายในทันทีได้อย่างรวดเร็ว

4. แนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centric approach) ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถใช้เส้นทางการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น หมายความว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่ต้องการได้ตามจังหวะของผู้เรียนเองบนอุปกรณ์ที่ผู้เรียนเลือก สิ่งนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ได้มากขึ้น

5. สามารถเข้าถึงได้ (Accessible) ปัจจุบันผู้เรียนสามารถเข้าถึงอุปกรณ์พกพา เช่น แท็บเล็ตและสมาร์ตโฟนได้มากขึ้น องค์กรต่าง ๆ กำลังส่งเสริมนโยบาย BYOD (Bring Your Own Device) การนำอุปกรณ์ของตนเองมาใช้ในสถานที่ทำงาน โดยอาศัยการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายขององค์กรมากขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือไอแพด เพื่อเรียนรู้ผ่านกระบวนการ สิ่งนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

ประโยชน์ที่สำคัญของไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับผู้พัฒนาและองค์กร มี 4 ประการ ดังนี้

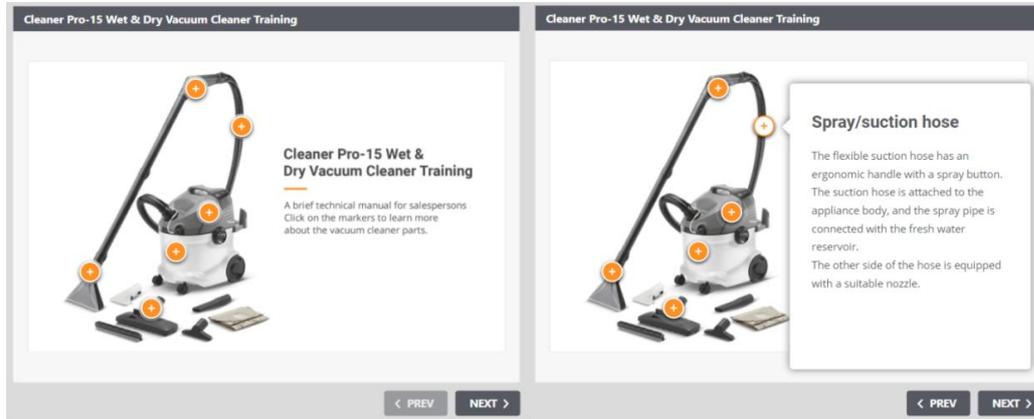
1. ใช้ต้นทุนต่ำในการพัฒนา (Low cost of development) องค์กรไม่จำเป็นต้องใช้เงินจำนวนมากเพื่อพัฒนาโมดูลไมโครเลิร์นนิ่ง หรือ ในการนำไมโครเลิร์นนิ่งมาใช้เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้สำหรับองค์กร ช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาสื่อลงคิดเป็นร้อยละ 50 (Ray Jimenez, 2006)

2. วงจรการพัฒนาสั้นกว่า (Shorter development cycle) เนื่องจากไมโครเลิร์นนิ่งนั้นมีขนาดเล็ก ระยะเวลาสั้น จึงใช้เวลาในการพัฒนาน้อยลง วงจรการพัฒนาที่สั้นลงนี้ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายน้อยลงและในขณะเดียวกันก็มีเวลาตอบสนองที่รวดเร็วสำหรับองค์กร

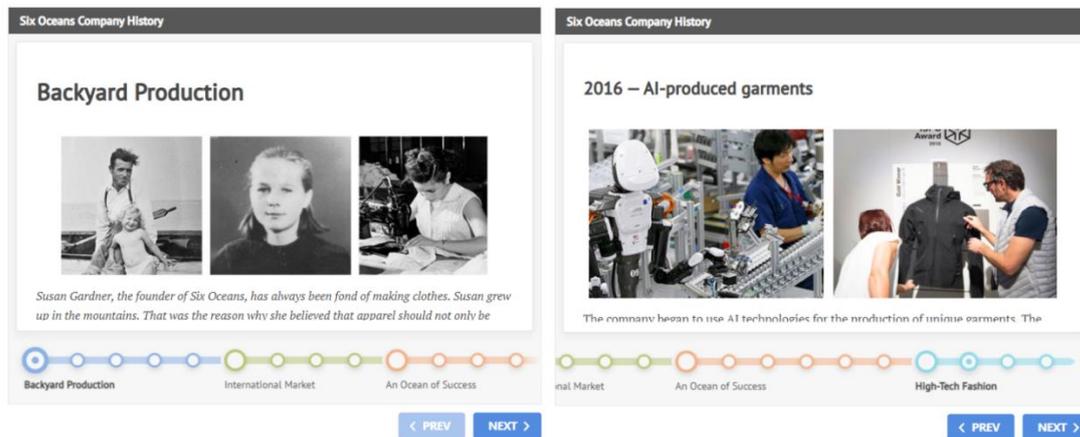
3. ปรับปรุงได้ง่าย (Easy to update) หากมีการเพิ่มหรือปรับปรุงเนื้อหาใด ๆ ที่จะรวมไว้ในโมดูลไมโครเลิร์นนิ่ง วงจรการพัฒนาที่สั้นลงจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อองค์กร เนื่องจากสามารถเพิ่มเนื้อหาที่ต้องการได้อย่างง่ายดายและปรับโมดูลไมโครเลิร์นนิ่งให้อัปเดตภายในเวลาอันสั้น

4. แอปพลิเคชันที่กว้างขึ้น (Wider application) ไมโครเลิร์นนิ่ง สามารถใช้สำหรับการฝึกอบรมทั้งแบบเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ องค์กรสามารถใช้ไมโครเลิร์นนิ่ง เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ เช่น การฝึกอบรมในท้องถิ่นหรือแนวทางการเรียนรู้แบบผสมผสานออนไลน์ เป็นต้น

ตัวอย่างไมโครเลิร์นนิ่ง



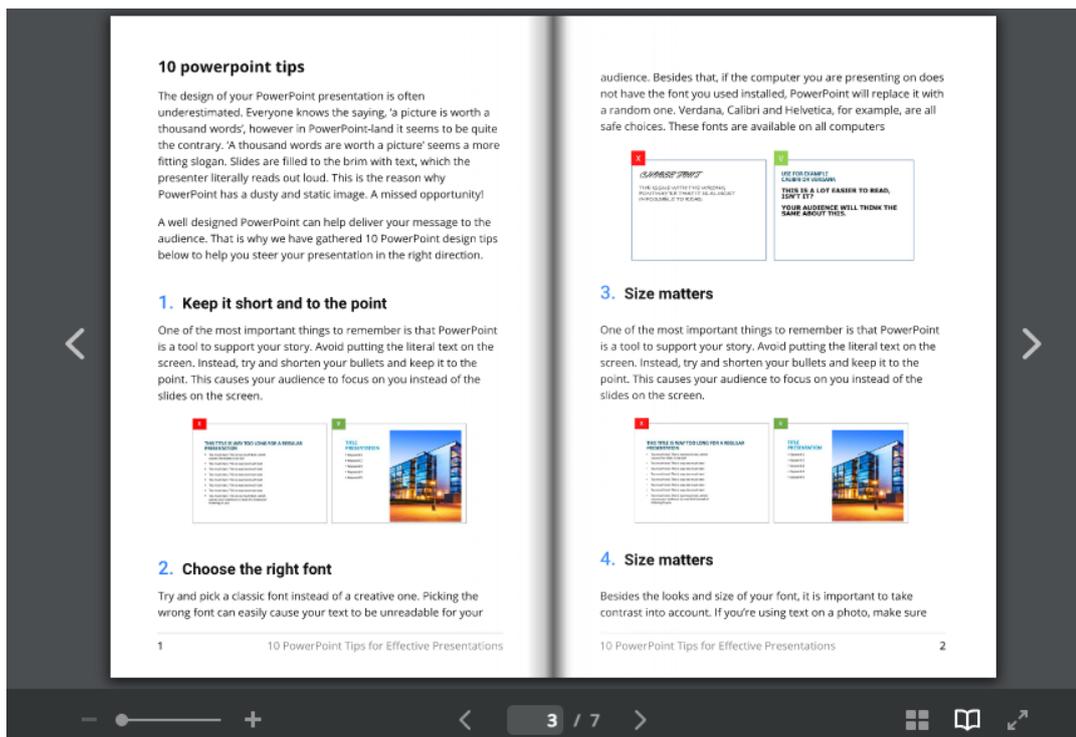
ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างไมโครเลิร์นนิ่งเพื่อการฝึกอบรมความรู้ด้านการขายผลิตภัณฑ์
ที่มา: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-suite/demos>



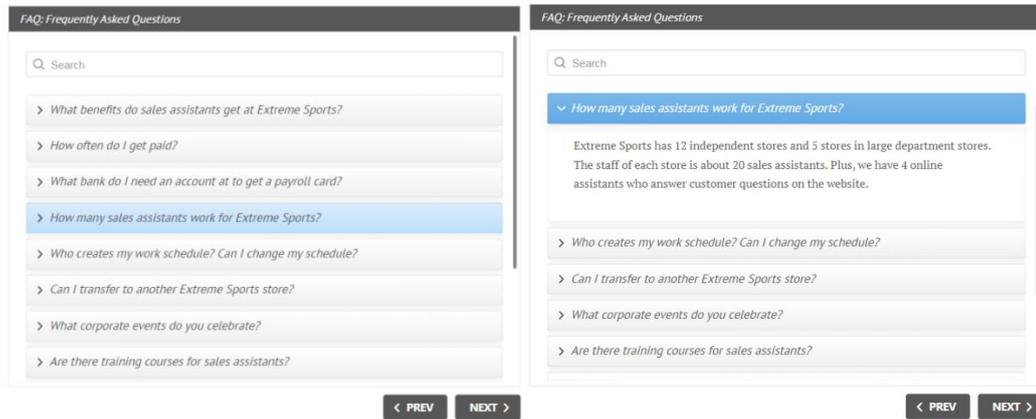
ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างไมโครเลิร์นนิ่งแบบอินโฟกราฟิก
ที่มา: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-suite/demos>



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างโมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
ที่มา: https://www.thinglink.com/scene/1405930495086166017?fbclid=IwAR0_awD2KiYaP8XJK2sqMOSQxsTn3fWHGPEPP73BD0yiYht_6HVKXyWLwrA



ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างโมโครเลิร์นนิ่งแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
ที่มา: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-suite/demos>



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างไมโครเลิร์นนิ่งแบบเครื่องมือให้ความช่วยเหลือแบบข้อความ
ที่มา: <https://www.ispringsolutions.com/ispring-suite/demos>



ภาพที่ 6 แสดงการออกแบบไมโครเลิร์นนิ่งแบบแชทบอท

ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=CF_Wv9TVKdM&feature=emb_logo

ทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับไมโครเลิร์นนิ่ง

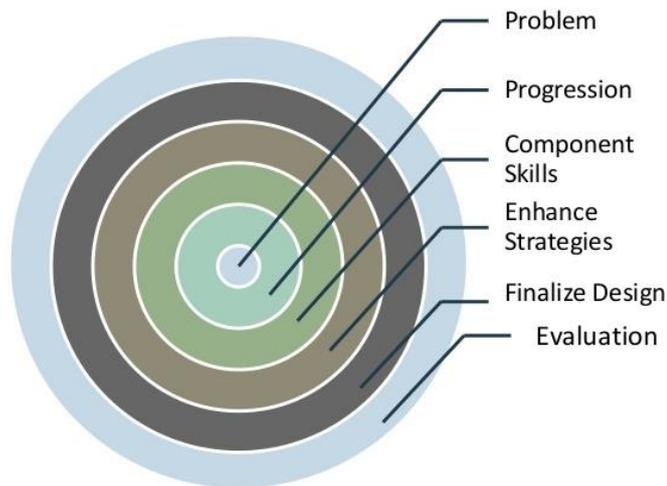
Baumgartner (2013) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนไมโครเลิร์นนิ่งว่า สามารถใช้ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และทฤษฎีเชื่อมต่อ (Connectivism) เป็นฐานในการออกแบบไมโครเลิร์นนิ่ง ซึ่งจะให้ผลลัพธ์การออกแบบไมโครเลิร์นนิ่งที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ศยามน อินสะอาด (2561) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อพัฒนาทักษะ

การคิดขั้นสูง ได้อธิบายว่า ทฤษฎีการเรียนรู้นำมาซึ่งวิธีการสอนและการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และไม่มีใครเลิร์นนิ่งที่ต่างออกไป ดังนั้นการออกแบบจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งว่า ต้องการผลลัพธ์ใด หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ให้ออกแบบตามหลักของทฤษฎี พฤติกรรมนิยมที่เน้นสิ่งเร้าและการตอบสนอง หากวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีความต้องการให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด เกิดทักษะการคิดขั้นสูง ผู้ออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งก็ต้อง นำกลยุทธ์การสอนหรือการใช้แผนผังความคิด การเน้นตัวอักษรด้วยสี มาใช้ในการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ได้เร็วประยุกต์ร่วมกับการออกแบบบทเรียน และหากวัตถุประสงค์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ด้วยตนเองก็ควรเน้นด้วยคำถามหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมบทเรียน ให้สนับสนุนการเสาะแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นในการออกแบบบทเรียนหากต้องการให้ผู้เรียน เรียนอย่างลุ่มลึกจนเกิดทักษะการคิดหรือการสร้างความรู้ ในการออกแบบบทเรียนก็ต้องลุ่มลึกและมีขั้นตอนกระบวนการเรียนมีความยากในการออกแบบเพิ่มขึ้นด้วย เพราะมีใช้การนำเสนอเนื้อหาแต่เพียง อย่างเดียวอีกต่อไป ในทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีความเชื่อที่ว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ทุกคนนั้น ทุกคนอาจไม่ได้มีระบบการสร้างความรู้ได้เท่าเทียมกันเพราะทุกคนมีประสบการณ์เดิมที่ต่างกันออกไป ดังนั้นในการเรียนผ่านบทเรียนในศตวรรษที่ 21 จะต้องเรียนเป็นกลุ่มเพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยน ความรู้ความเข้าใจ แลกเปลี่ยนความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละคน จากนั้นสรุปองค์ความรู้ ร่วมกันก็จะสามารถมีความเข้าใจได้อย่างเท่าเทียมกันในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งเราสามารถนำหลักการทฤษฎี ดังกล่าวมาเชื่อมโยงในการออกแบบไมโครเลิร์นนิ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบไมโครเลิร์นนิ่ง

สำหรับการออกแบบไมโครเลิร์นนิ่ง ในทัศนะของผู้เขียนเห็นว่าควรเป็นบทเรียนที่มีขนาดเล็ก เป็นเรื่องย่อยและจบในตัวเอง ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ สามารถนำมาใช้ร่วมกันในทุกระดับจากหลักสูตร รายวิชา บทเรียน หัวข้อ กิจกรรมและนำไปแบ่งปันร่วมกับหลักสูตรอื่นได้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่า และขอเสนอการออกแบบไมโครเลิร์นนิ่ง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนโดยใช้การออกแบบระบบการเรียนการสอนของ Merrill (2002) ที่เรียกว่า “Pebble-in-the Pond” มุ่งเน้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งแตกต่างจากการศึกษา ในหลักสูตรทั่วไปที่เน้นการสอนเนื้อหา

Pebble-in-the Pond ประกอบด้วยชุดกิจกรรม มีศูนย์กลางวงกลมที่เป็นหัวใจของปัญหา และแผ่วงแหวนออกไปด้านนอกเป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหานั้นที่สุด ปัญหาในไมโครเลิร์นนิ่ง ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิต สำหรับปัญหาหนึ่งหรือสองปัญหาแรกที่จะนำเสนอให้ผู้เรียน และเมื่อดำเนินไปตามลำดับของการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมกับปัญหามากขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ และการสอนจะฝังอยู่ในบริบทของปัญหาที่ต้องแก้ไขร่วมกัน



ภาพที่ 7 แสดงระบบการเรียนการสอน Pebble-in-the Pond

ที่มา: <https://www.slideshare.net/apetroski/micro-instructional-design-for-problembased-and-gamebased-learning-46855237>

ระบบการเรียนการสอนของ Pebble-in-the Pond ประกอบด้วย

1. ปัญหา (Problem) การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยการระบุตัวอย่างของปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา แทนที่จะใช้คำอธิบายเชิงนามธรรมของปัญหา และวิธีแก้ปัญหาให้ออกแบบโดยนำภาพจริงของปัญหาและการสาธิตวิธีแก้ปัญหานั้นมาใช้ในไมโครเลิร์นนิ่ง ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือ ได้ต้นแบบการทำงานที่มีสถานการณ์ในการเรียนการสอน การสาธิต ซึ่งแสดงให้เห็นผลลัพธ์ เจาะลึกและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับตัวอย่างของปัญหา

2. ความก้าวหน้า (Process) ออกแบบความก้าวหน้าของปัญหาเป็นขั้นตอนที่สองของการออกแบบชุดของปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะเพิ่มความซับซ้อนของความยากหรือจำนวนทักษะส่วนที่จำเป็นในการแก้ปัญหาขึ้นเป็นลำดับ

3. ส่วนประกอบของทักษะ (Component skill) ออกแบบคำแนะนำสำหรับส่วนประกอบของทักษะ โดยระบุทักษะและความรู้ที่จำเป็นในการพัฒนาโดยเฉพาะในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนว่าผู้เรียนจะได้รับความรู้และทักษะที่ตั้งไว้ทั้งหมด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนการสอน

4. การปรับปรุงกลยุทธ์ (Enhance strategies) หมายถึง พิจารณากลยุทธ์การเรียนการสอนที่จะใช้ในไมโครเลิร์นนิ่ง เช่น การสอนแบบสะเต็มศึกษา การสืบเสาะหาความรู้ การใช้ปัญหาเป็นฐานกรณีศึกษา เป็นต้น และเปิดโอกาสสำหรับการทำงานร่วมกันระหว่างเพื่อนเรียนโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้รับทักษะและบูรณาการความรู้ใหม่โดยการไตร่ตรอง สร้างความรู้ เกิดทักษะใหม่ของตนเอง

5. สรุปการออกแบบ (Finalize design) ทำการสรุปการออกแบบการเรียนการสอนว่าการออกแบบอินเทอร์เฟซ การนำทาง และทรัพยากรสนับสนุนที่เหมาะสมสำหรับต้นแบบที่จะใช้ในบริบทการเรียนการสอนไมโครเลิร์นนิ่ง พร้อมสำหรับการประเมิน การผลิต และการนำไปใช้งาน

6. การประเมินผล (Evaluation) จะรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอนเพื่อวัดความก้าวหน้าและช่วยพัฒนาการเรียนรู้ นำผลลัพธ์ที่ได้ไปปรับปรุงต้นแบบ

งานวิจัยเกี่ยวกับไมโครเลิร์นนิ่ง

สรลักษณ์ ลีลา ศศิธร ชูแก้ว และปรัชญนันท์ นิลสุข (2562) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประจักษ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประจักษ์ ได้แก่ 1) หนังสือมีชีวิต ประกอบด้วย AR book โมบายเลิร์นนิ่ง และการเรียนรู้แบบจุลภาค 2) ผลการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประจักษ์ ประกอบด้วย หนังสือมีชีวิต การเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการคิดเชิงประจักษ์ 3) ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิต ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการจัดการเรียนรู้ ผลผลิต และข้อมูลป้อนกลับ 4) ผลการประเมินความเหมาะสมในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งด้วยหนังสือมีชีวิตภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.64

ลัดดาวัลย์ คงสมบูรณ์ (2562) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน รวมถึงสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนผ่านไมโครเลิร์นนิ่ง โดยมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 266 คน ผลการวิจัยพบว่า ไมโครเลิร์นนิ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยไมโครเลิร์นนิ่งว่า ด้านการเรียนรู้ไมโคร เลิร์นนิ่งช่วยสนับสนุนให้นักศึกษารู้จักการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้านประโยชน์ไมโครเลิร์นนิ่งมีความทันสมัยสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ด้านการเข้าถึงข้อมูลสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่

ธารีย์ณิชา ลีพิรวิทิต กว๋าน สีตะธนี และวิเชียร ชุตินาสกุล (2560) ทำการศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซดผ่านการเรียนรู้แบบไมโคร โดยนำการเรียนรู้แบบไมโครมาใช้ในการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซดเพื่อเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้โดยกลุ่มที่หนึ่งเป็นการเรียนรู้แบบไมโครกลุ่มที่สองเป็นการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาแบบไมโครมีประสิทธิผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาแบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผลความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบไมโครอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบและปัจจัยในการเรียนรู้แบบไมโครสามารถตอบสนองและตรงต่อความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนในเจนเนอเรชันแซด

Supaporn and Supattra (2020) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบแอปพลิเคชันการเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนด้วยตนเองตามแนวทางการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่ง โดยพัฒนาแอปพลิเคชันที่รวมข้อดีของการเรียนรู้บนมือถือ และประโยชน์ของไมโครเลิร์นนิ่งสู่สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนเสมือนจริง ประกอบด้วย เนื้อหาแบบไมโคร (Micro-content) กิจกรรมแบบไมโคร (Micro-activity) และอุปกรณ์แบบไมโคร (Micro-device) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง อุปกรณ์ที่ใช้เป็นมือถือ สื่อที่ใช้เป็นวิดีโอ มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ เกม อินโฟกราฟิก และแบบทดสอบ โดยนำเสนอกรณีศึกษาในป่าชายเลนของประเทศไทย สนับสนุนให้เยาวชนเข้าใจคุณค่าของป่าชายเลนและช่วยกันอนุรักษ์ โดยรองรับพฤติกรรมของผู้เรียนให้เรียนรู้แบบไมโครด้วยเนื้อหาที่จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้เวลาไม่เกิน 15 นาที กิจกรรมจะเป็นวงจรการเรียนรู้เป็นแบบไดนามิกและมีความยืดหยุ่น เมื่อเรียนจบแอปพลิเคชันจะช่วยให้การเรียนรู้ถูกรวมเข้ากับกิจกรรมประจำวันของผู้เรียน และนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิตผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมที่จำลองป่าชายเลนเสมือนจริง แนวทางนี้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนในปัจจุบันมากกว่าแนวทางดั้งเดิมของการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา

Wang (2017) ได้ทำการศึกษา ผลของการนำเสนอเนื้อหาการทดลองทางกลศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ด้วยไมโครเลิร์นนิ่งแบบวิดีโอที่เรียงลำดับสั้น ๆ พบว่า เกรดการทดลองทางกลศาสตร์วิศวกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประสิทธิภาพของการให้บริการอุปกรณ์เครื่องจักรกลและระดับความคุ้นเคยดีขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับนักศึกษา และนักศึกษากับผู้สอน รวมถึงมีการโต้ตอบกับเนื้อหาดิจิทัลสูงที่สุด

Aitchanov, et. (2013) ทำการศึกษาการใช้ไมโครเลิร์นนิ่งด้วยทวิตเตอร์ (Twitter) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีโซเชียลมีเดียกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนหลักสูตร Advanced Programming ภาษา C++ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ชอบที่จะเรียนรู้เนื้อหาของหลักสูตรเมื่อจัดส่งเป็นบทเรียนเล็ก ๆ โดยใช้ทวิตเตอร์มีข้อเสนอแนะว่าควรเพิ่มจำนวนทวิตและใช้เทคนิคนี้เพื่อเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ

Kovachev, et. (2011) ได้สำรวจการเรียนรู้คำศัพท์สองภาษาแบบไมโครเลิร์นนิ่ง และพบว่า มีแนวโน้มในการเพิ่มความยืดหยุ่นในการสร้างเนื้อหา และการเรียนรู้ส่วนบุคคลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเติมเต็มความรู้ได้เป็นอย่างดี

แนวโน้มในอนาคตของไมโครเลิร์นนิ่ง

แนวโน้มในอนาคตของไมโครเลิร์นนิ่งนั้น จะเป็นตัวกำหนดแนวโน้มในอนาคตของอีเลิร์นนิ่ง (e-learning) อย่างแน่นอน องค์กรต่าง ๆ เริ่มหันมาใช้ไมโครเลิร์นนิ่งอย่างจริงจังจากข้อดีต่าง ๆ ทั้งในด้านของผู้เรียนและองค์กร เนื่องจากเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ไมโครเลิร์นนิ่งจึงสามารถผสมผสานกับนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เช่น เกมมิฟิเคชัน (Gamification) การเรียนรู้ทางสังคม (Social learning) ตลอดจนความเป็นจริงเสมือน (Augmented and virtual reality) เป็นต้น

ไมโครเลิร์นนิ่งที่ผสมผสานการเรียนรู้ทางสังคม จะช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้โดยการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ยกย่องให้เป็นประสบการณ์ที่สนุกสนานและมีส่วนร่วม นอกจากนี้เราสามารถนำไมโครเลิร์นนิ่งผสมผสานเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่แบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ความจริงเสมือน (VR) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) เข้าสู่การเรียนรู้ระดับไมโครที่เป็นวิธีการที่ดีมีประสิทธิภาพในการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในโลกแห่งความเป็นจริงโดยปราศจากข้อจำกัด เกิดความท้าทายเช่นเดียวกับการเล่นเกมและการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองซึ่งใช้ประโยชน์จากการโต้ตอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่เพิ่มขึ้น สามารถให้รางวัลจากการมีส่วนร่วมกับผู้เรียนพร้อมแสดงผลลัพธ์ทันที และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์กรด้วยการฝึกอบรมผ่านไมโครเลิร์นนิ่ง สอดคล้องกับความเห็นของ มณฑารวรรณ ชัยรัชนีบุลย์ (2020) ที่ได้นำเสนอบทความ เรื่อง เทรนด์การศึกษาสมัยใหม่ที่ทุกคนควรติดตาม เพื่อเตรียมความพร้อมพัฒนาศักยภาพของนักเรียน นักศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยได้กล่าวถึง การเรียนรู้แบบเฉพาะด้าน (Customized learning experiences) ที่พบว่า งานวิจัยจากไมโครซอฟท์ ได้รายงานว่าผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นั้น มีช่วงความสนใจที่สั้นลงจาก 12 วินาที เหลือเพียง 8 วินาที ดังนั้นการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลจึงต้องปรับเปลี่ยนให้เข้ากับพฤติกรรมของผู้เรียนรุ่นใหม่มากขึ้น โดยการเรียนรู้แต่ละวิชาหรือทักษะ ควรจะต้องปรับเปลี่ยนให้เป็นการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) และเรียนรู้แบบ Hands-On ที่มุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในสาระสำคัญและทำให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนไมโครเลิร์นนิ่งจึงเป็นสิ่งที่เข้ามาเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่เพื่อตอบโจทย์วิธีการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น บริษัท วอนเดอร์ จำกัด ที่พัฒนาเครื่องมือสร้างบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่ง ผ่านเว็บไซต์ <http://vonder.co.th>

และสร้างไมโครเลิร์นนิ่งให้กับองค์กร และกำลังพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งแพลตฟอร์ม (Micro-learning platform) เป็นระบบปฏิบัติการ โปรแกรมสำหรับผู้เรียนเพื่อใช้ในห้องเรียนด้วย ทั้งยังช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบเกมมิฟิเคชัน และเทรนด์ที่น่าสนใจอย่างการเรียนการสอนที่เน้นความสนุกสนาน (Edutainment) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนได้มากขึ้น

บทสรุป

การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในระยะเวลานั้น จากนั้นจะลดลงตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพการทำงานของสมองมนุษย์ การที่ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยทำให้นื่องามีขนาดเล็กและเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละครั้ง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรนำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่ง การออกแบบระบบการสอนแบบ Pebble-in-the Pond ที่ประกอบด้วย ปัญหา ความก้าวหน้า ส่วนประกอบของทักษะ การปรับปรุงกลยุทธ์ การออกแบบ การประเมินผล รวมถึงการเลือกวิธีการสอน (Pedagogy) เนื้อหา (Content) และเทคโนโลยี (Technology) ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ และนำไปจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนเพื่อช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงผ่านการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลที่ทุกคนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามความต้องการทุกที่ทุกเวลาผ่านอุปกรณ์พกพา มือถือ แท็บเล็ต ทำให้สามารถถ่ายทอดเนื้อหาต่าง ๆ ไปสู่ผู้เรียนได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- ศยามน อินสะอาด. (2561). การออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- ลัดดาวัลย์ คงสมบูรณ์. (2559). การพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี**. 8(2)(กรกฎาคม-ธันวาคม 2562), 51-62.
- สรลักษณ์ ลีลา ศศิธร ชูแก้ว และปรัชญนันท์ นิลสุข. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล. **การประชุมวิชาการระดับชาติ สารสนเทศศาสตร์วิชาการ 2019**, 25-26 มิถุนายน 2562.
- ธารีย์ณิชา ลีพิรวิฑิต กว้าน สีตะธณี และวิเชียร ชูติมาสกุล. (2560). การเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซตผ่านการเรียนรู้แบบไมโคร. เข้าถึงใน <https://webapp1.sit.kmutt.ac.th/risp/acstract/2017/2017012.xml> สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2564.

มณฑารธรณ ชัยรัชชินบูลย์. (2020). **เทรนด์การศึกษาสมัยใหม่ que ทุกคนควรติดตามเพื่อเตรียมความพร้อมพัฒนาศักยภาพของนักเรียนนักศึกษาในศตวรรษที่ 21**. เข้าถึงใน

<https://www.disruptignite.com/blog/school-of-the-future> สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2564.

Aitchanov, B., Satabaldiyev, A., & Latuta, K. (2013). **Application of Micro-learning technique and Twitter for educational purposes**. [Online]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/423/1/012044/pdf> Retrieved December 28, 2020.

Arjun, S. (2018). **Why Adopt Micro-learning? The Ultimate Guide**. [Online]. Available from: <https://playxlpro.com/why-adopt-Micro-learning-answering-the-frequently-asked-questions/> Retrieved December 11, 2020.

Baumgartner, P. (2013). **Educational dimensions of Micro-learning-towards a taxonomy for Micro-learning**. In: **Designing Micro-learning Experiences- Building up Knowledge in Organisations and Companies**. Innsbruck University Press, Innsbruck.

Emtina, A. (2020). **Micro-learning: A Pedagogical Approach for Technology Integration**. [Online]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319715909_Micro-learning_A_Pedagogical_Approach_For_Technology_Integration Retrieved December 9, 2020.

Hug, T. (2010). **Mobile Learning as 'Micro-learning'**. [Online]. Available from: https://pdfs.semanticscholar.org/d0b4/43a89edb918272b90bf27a0cc8594fbf3529.pdf?_ga=2.168889249.1043721493.1612098016-1072340330.1611922854 Retrieved December 16, 2020.

Merrill, M. D. (2002). **A Pebble-in-the-Pond Model for Instructional Design**. [Online]. Available from: <http://www.clarktraining.com/content/articles/PebbleInThePond.pdf> Retrieved December 22, 2020.

Ray, J. (2006). **3-Minute e-Learning Rapid Learning and Applications, Amazingly Lower Cost and Faster Speed of Development**. [Online]. Available from: http://www.storypikes.com/workshops/PDFs/3_Minuet_eLearning_master%20reference.pdf Retrieved December 22, 2020.

- Shannon, T. (2020). **Micro-learning 101: Using a Little Learning to Grow Big Skills**. [Online]. Available from: <https://www.ispringsolutions.com/blog/what-is-Micro-learning> Retrieved May 29, 2020.
- Supaporn, C. & Supattra, P. (2020). Designing Mangrove Ecology Self-Learning Application Based on a Micro-Learning Approach. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**. 15(11)(July 2020), 29-41.
- Thomas, H. (2019). **Pebble-in-the-pond Instructional Design model in Merrill's First Principles of Instruction**. [Online]. Available from: <https://www.mybrainisopen.net/pebble-instructional-design-model> Retrieved December 29, 2020.
- Wang, Z., Luo, Y., & Qu, Y. (2017). **Application of Micro-lecture For Engineering Mechanics Experimental Teaching**. [Online]. Available from: https://www.ijires.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJIRES_852_FINAL.pdf Retrieved December 16, 2020.