



แนวทางการพัฒนาพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace)

เพื่อพัฒนาทักษะนวัตกรรมของผู้เรียน

ศัทธิตยา วิเลปะนะ

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

บทนำ

รัฐบาลได้จัดทำโมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน (Thailand 4.0) เพื่อพัฒนาให้ประเทศไทยก้าวไปสู่ประเทศในโลกที่หนึ่งซึ่งเข้าสู่ยุคของเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเต็มรูปแบบ โดยปัจจัยหลักที่เป็นแรงผลักดันให้การขับเคลื่อนโมเดลนี้ดำเนินไปในทิศทางที่กำหนด คือ ทรัพยากรมนุษย์ หรือ ประชากรในประเทศไทยทุกคน ดังนั้นประชากรจะต้องสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อยอมรับวัฒนธรรมการเรียนรู้ชุดใหม่ที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ (1) Unlearn คือ ไม่ยึดติดกับสิ่งที่เรารู้มา (2) Relearn คือ นำสิ่งที่เรารู้มาปรับเปลี่ยนให้เกิดมุมมองใหม่ ๆ และ (3) Learn เรียนรู้ให้สามารถรังสรรค์นวัตกรรมได้ซึ่งการพัฒนาประชากรให้มีพฤติกรรมตามองค์ประกอบข้างต้นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมอย่างเหมาะสม ดังเช่น การจัดการเรียนรู้เพื่อบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการรังสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ (Generative Learning) หรือการจัดการเรียนรู้จากข้อเท็จจริง (Fact-Based) เป็นการเรียนที่เริ่มจากการใช้ความคิด (Idea-Based) เป็นต้น (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพ, 2560; กิตติศักดิ์ อังคะนาวิณ, 2560; วรณดี สุทธินิรากร, 2560)

เมื่อพิจารณาแผนพัฒนาระยะกลางที่กล่าวถึงการจัดทำหลักสูตรเพื่อปลูกฝังการเรียนรู้และความเข้าใจเรื่องการออกแบบสร้างสรรค์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม พบว่า ได้ให้ความสำคัญต่อการนำแผนพัฒนานี้ไปใช้ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับมัธยมศึกษา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจำเป็นต้องจัดสภาพแวดล้อมให้ตอบรับนโยบายตามแผนพัฒนานี้ เพื่อพัฒนาและยกระดับคุณภาพชีวิตให้พร้อมต่อการขับเคลื่อนประเทศไทย (Thailand 4.0) (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพ, 2560)

จากนโยบายข้างต้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้ และทักษะทางนวัตกรรมเป็นหนึ่งในประเด็นหลักที่ต้องเร่งพัฒนา ซึ่งการพัฒนาทักษะนวัตกรรมที่มีจุดเน้นอยู่บนพื้นฐานแห่งการสร้างสรรค์การคิดแบบมีวิจารณญาณ การสื่อสาร และการมีส่วนร่วมในการทำงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว (อนุชา โสมาบุตร, 2013)

การจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace) จึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สามารถส่งเสริมให้บุคคลได้พัฒนาทักษะนวัตกรรมได้ เนื่องจากเป็นการจัดสภาพแวดล้อมให้มีความพร้อม และเพียงพอต่อการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ และถือเป็นพื้นที่ที่ทำให้ผู้ที่เข้ามาใช้งานได้สร้างสรรค์ผลงานอย่างเปิดกว้าง อีกทั้งพื้นที่แห่งนี้ถือเป็นอีกหนึ่งสังคม



แห่งการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสาร และการมีส่วนร่วมในการทำงาน ซึ่งถือเป็นทักษะย่อย ๆ ในทักษะนวัตกรรมอีกด้วย (Becker et al., 2016; Han et al., 2016)

ดังนั้นการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace) เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมในผู้เรียน จึงเป็นประเด็นที่ผู้เขียนสนใจ เนื่องจากทรัพยากรมนุษย์ที่อยู่ในช่วงวัยที่สามารถพัฒนากระบวนการคิด และทักษะต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว นั้น คือ เด็กอายุ 11 ปีขึ้นไป (Pritchard, 2014) ซึ่งเด็กในวัยนี้ถือว่าเป็นผู้เรียนที่กำลังได้รับการศึกษาในโรงเรียน การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะนวัตกรรมจึงถือเป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาลที่ได้กล่าวข้างต้น อีกทั้งเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนก้าวไปสู่พลเมืองที่มีคุณภาพในการขับเคลื่อนประเทศต่อไป

ลักษณะที่สำคัญของการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียน

พื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace) เป็นสถานที่ที่เปิดโอกาสให้บุคคลที่มีความสนใจเหมือนกันมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างสร้างสรรค์ แล้วร่วมกันผลิตเชิงสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในด้านศิลปะ ด้านวิทยาศาสตร์และด้านวิศวกรรม โดยเลือกใช้ทรัพยากรในพื้นที่จัดการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกไว้ ซึ่งเครื่องมือ นั้น ๆ ต้องมีความทันสมัยและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ผลิต เช่น เครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer), เครื่องตัดเลเซอร์ เป็นต้น (Anderson, 2012; Kim&Shin, 2016; Han et al., 2016; Sheridan et al., 2014)

ทักษะนวัตกรรมประกอบด้วย 3 ด้านย่อย คือ (1) ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creatively and Innovation) (2) ความคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) และ (3) การสื่อสารและการมีส่วนร่วม (Communication and Collaboration) ซึ่งพื้นที่ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะเหล่านี้ได้จะต้องมีลักษณะ คือ เป็นสภาพแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด มีพื้นที่แสดงความคิดเห็น มีพื้นที่ที่สามารถพัฒนาหรือสร้างสรรค์ผลงานจากความคิดให้ออกมาเป็นผลงานในรูปแบบ และต้องเป็นพื้นที่ที่เอื้อต่อการแบ่งปันความรู้ซึ่งกันและกันของผู้เรียน เช่น การจัดบรรยากาศภายในพื้นที่ให้มีความเป็นกันเอง ทุกคนมีสิทธิในการแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้จากการสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง หรืออาจจะกล่าวได้ว่า “พื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ต้องสามารถเป็นทุกอย่างให้ทุก ๆ คน ” เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะนวัตกรรมอย่างครบถ้วน (Coutts, 2016; Provenzano, 2016; Oliver, 2016; Sheridan et al., 2014)

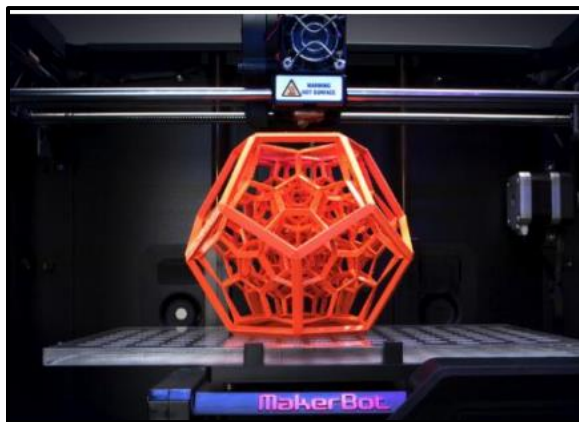
องค์ประกอบหลักของการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียน

เมื่อนำลักษณะที่สำคัญของพื้นที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียนมาพิจารณาแล้วสามารถจำแนกองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้มี 3 องค์ประกอบ คือ (1) การสนับสนุนทางด้านเทคนิค (2) การสนับสนุนทางด้านงบประมาณ และ (3) การสนับสนุนทางสังคม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



1. การสนับสนุนทางด้านเทคนิค

การจัดสรรเครื่องมืออำนวยความสะดวกที่เอื้อต่อการสร้างผลงานที่สร้างสรรค์ โดยเครื่องมือจะต้องมีความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ นั้น ๆ โดยทั่วไปสามารถแบ่งเครื่องมือเป็น 2 แบบ คือ (1) เครื่องมือพื้นฐาน เช่น กรรไกร ค้อน กระดาษ กาว ไขควง สว่าน คีม แวนตานิรภัย กล้องดิจิทัล เป็นต้น และ (2) เครื่องมือเฉพาะทาง ที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) โปรแกรมเฉพาะ (Programming) หุ่นยนต์ (Robot) เครื่องทอ (Textiles) เครื่องปริ้นท์ 3 มิติ เป็นต้น (Oliver, 2016; Maker media, 2013; Maker Education, 2012) ตัวอย่างเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่แสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 : เครื่องมือพื้นฐาน (Davee et al., 2015)

ภาพที่ 2 : เครื่องมือเฉพาะทาง (Krassenstein, 2015)

2. การสนับสนุนทางด้านงบประมาณ

การจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้จำเป็นต้องมีงบประมาณในการจัดหาเครื่องมือที่นำมาอำนวยความสะดวกในการพัฒนาความรู้และทักษะ โดยงบประมาณนี้อาจจะมาจากการระดมทุนของผู้ที่สนใจ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ในที่นี้บุคคลที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนคือ โรงเรียน ผู้ปกครอง และหน่วยงานทางการศึกษา ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดพื้นที่การเรียนรู้ในโรงเรียนจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือกันของคนในชุมชนใกล้เคียง ระดมเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว หรืออาจจะนำสิ่งที่ไม่ใช้กลับมาใช้ซ้ำใหม่ ถือเป็นการพัฒนาทักษะนวัตกรรมด้านการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนหรือเปิดรับบริจาคเครื่องมือจากหน่วยงานเอกชนต่าง ๆ แล้วนำมาจัดการให้เหมาะสมกับพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามเป้าหมาย (Han et al., 2016; Oliver, 2016, Fontichiaro, 2016; Maker Education Initiative, 2015)

3. การสนับสนุนทางสังคม

การเรียนรู้ในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้จะต้องจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างนักนวัตกรรมเพื่อให้บุคคลเหล่านี้สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประชุมงาน ติดต่องาน



หรือจัดแสดงผลงานกันได้อย่างสะดวก ซึ่งนอกจากจะต้องจัดสถานที่ และสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเองในบริเวณพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้แล้ว ยังต้องคำนึงถึงการติดต่อสื่อสารทางไกล ทั้งแบบประสานเวลาและแบบไม่ประสานเวลา ดังนั้นช่องทางที่นำมาตอบสนองความต้องการนี้คือ สื่อสังคมออนไลน์ เช่น Twitter Youtube เป็นต้น เป็นช่องทางที่จะสนับสนุนให้เกิดทักษะนวัตกรรมด้านการสื่อสารและการมีส่วนร่วม (Peterson, 2013; Han et al., 2016)

จากองค์ประกอบในการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ข้างต้น พบว่า เป็นองค์ประกอบที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะนวัตกรรมในทุก ๆ ด้าน

ขั้นตอนการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียน

เนื่องจากการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เขียนจึงเลือกนำแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอน ASSURE Model เป็นฐานในการอธิบายขั้นตอนการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ แบบจำลองนี้ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

- 1) Analyze Learner (A) คือการวิเคราะห์ผู้เรียน
- 2) State objectives (S) คือ การกำหนดวัตถุประสงค์
- 3) Select instructional methods, media, and materials (S) คือ การเลือก ดัดแปลงหรือออกแบบสื่อใหม่
- 4) Utilize media and materials (U) คือ การใช้สื่อ
- 5) Require learner participation (R) คือ การกำหนดการตอบสนองของผู้เรียน
- 6) Evaluate and revise (E) คือ การประเมินการใช้สื่อ

โดยเมื่อนำแบบจำลองเป็นฐานเพื่ออธิบายขั้นตอนการพัฒนาพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยจะขอเสนอขั้นตอนการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ASSURE	ขั้นตอน
A	วิเคราะห์ความสนใจของกลุ่มเป้าหมายหรือผู้เรียน เพื่อให้ทราบถึงความสนใจ ความต้องการ หรือความสามารถของผู้เรียน โดยต้องวิเคราะห์ในเชิงลึก
S	กำหนดเป้าหมายหรือจุดประสงค์เพื่อตอบสนองต่อความสนใจของผู้เรียน และจุดประสงค์นี้จะต้องสามารถสร้างความท้าทายจนก่อให้เกิดทักษะใหม่ ๆ และส่งเสริมทักษะนวัตกรรมให้กับผู้เรียน



-
- S คัดเลือกเครื่องมือทั้งเครื่องมือพื้นฐาน และเครื่องมือเฉพาะให้เพียงพอต่อการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนที่เลือกทำงานอย่างเป็นอิสระ พร้อมทั้งจัดหาช่องทางในการติดต่อสื่อสารทางสังคมให้มีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลา เช่น อุปกรณ์แท็บเล็ต อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- U นำเครื่องมือมาจัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่เหมาะสม คือ จัดพื้นที่ในลักษณะกลุ่มมีพื้นที่ในการเดินแลกเปลี่ยนความรู้และนำเสนอผลงาน จัดวางสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเป็นระเบียบและปลอดภัยต่อการใช้งาน
- R จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเข้ามาเรียนรู้ในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยการศึกษาของผู้เรียนจะดำเนินไปอย่างอิสระ ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก และเป็นผู้กระตุ้นให้กับผู้เรียนเท่านั้น(Trust et al., 2017)
- E การประเมินผลงานที่ได้จากการเรียนรู้ในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยประเมินผู้เรียนใน 2 ด้าน คือ ทักษะในการใช้เครื่องมือสร้างสรรค์ผลงาน และทักษะทางความคิดในการสร้างสรรค์ผลงาน เช่น การประยุกต์ใช้หลักการออกแบบในการสร้างสรรค์ผลงาน กระบวนการออกแบบ ความเข้าใจในผลงานที่สร้างสรรค์ขึ้น (Chang, 2015; Yokana, 2015)
-

จากขั้นตอนการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ข้างต้นจะพบว่า พื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace) เป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะนวัตกรรมเท่านั้น ทั้งนี้ทักษะนวัตกรรมจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจและหมั่นพัฒนาทักษะนี้อย่างต่อเนื่อง จึงจะทำให้ผู้เรียนก้าวไปเป็นนักนวัตกรรมในอนาคตได้

การนำการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียนไปใช้ในห้องเรียน

ผู้เขียนขอเสนอตัวอย่างการนำการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการจัดพื้นที่การเรียนรู้ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ทางมหาวิทยาลัยได้เลือกใช้ห้องสมุดในการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยติดตั้งเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จำนวน 50 เครื่อง ในบริเวณห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัล สื่อดิจิทัล นอกจากนี้ยังติดตั้งอุปกรณ์เกี่ยวกับการสร้างผลงานที่เป็นสื่อทุกรูปแบบไว้ภายใน โดยก่อนที่ผู้เรียนจะเข้ามาใช้พื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้นี้ได้ ต้องทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบก่อน และหลังจากนั้นผู้เรียนจะเข้ามาสร้างสรรค์ผลงานทั้งแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม เช่น แบบจำลอง 3 มิติ, วิดีโอ, พอดคาสต์โดยผู้สอนจะประเมินผลงานเป็นระยะ ๆ ซึ่งผลจากการที่ผู้เรียนเข้าไปสร้างสรรค์ผลงานในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เครื่องมือทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถใช้เครื่องมือเหล่านั้นสร้างสรรค์ผลงาน



อย่างผู้เชี่ยวชาญ เช่น แบบจำลอง 3 มิติของอาคาร, เกมพัฒนาสมอง, แบบจำลองทางเดินอาหารของนก, อินโฟกราฟิกเกี่ยวกับโรคจิตเภท, ความรุนแรงของปืน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผลงานที่ได้จากผู้เรียนมีความหลากหลายตามความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีผู้เรียนคนหนึ่งแสดงความคิดเห็นว่าเป็นการเรียนรู้ผ่านศิลปะ (Trust et al., 2017)

จากตัวอย่างข้างต้นพบว่า การนำพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาทักษะนวัตกรรมให้กับนักเรียนได้ทั้ง 3 ด้าน (ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม , ความคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา , การสื่อสารและการมีส่วนร่วม) อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนอีกด้วย

สรุป

การจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Makerspace) เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของผู้เรียนนั้น จำเป็นจะต้องคำนึงถึงทักษะนวัตกรรมที่จะต้องเกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน คือ (1) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creatively and Innovation) (2) ความคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) และ (3) การสื่อสารและการมีส่วนร่วม (Communication and Collaboration) โดยการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้นั้นมีลักษณะที่สำคัญคือ การให้อิสระในการเรียนรู้ในพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยการจัดพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) การสนับสนุนทางด้านเทคนิค (2) การสนับสนุนทางด้านงบประมาณ และ (3) การสนับสนุนทางสังคม ซึ่งขั้นตอนการพัฒนาพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เขียนได้นำเสนอผ่านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ASSURE Model เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งถ้าสามารถพัฒนาพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนที่ได้เรียนรู้จากพื้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้จะมีทักษะนวัตกรรมครบทุกด้าน ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจ ไทยแลนด์ 4.0 ที่ต้องการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นนักนวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อนประเทศชาติต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพ. (2560). Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. สืบค้นจาก: [www.libarts.up.ac.th /v2/img/Thailand-4.0.pdf](http://www.libarts.up.ac.th/v2/img/Thailand-4.0.pdf).
- กิตติศักดิ์ อังคะนาวิน. (2560). การศึกษาไทย 4.0 ในบริบทการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. วารสารบริหารการศึกษา มศว. 14 (มกราคม-มิถุนายน).
- วรรณดี สุทธิธรรมากร. (2560). อนาคตการศึกษา ไทยในบริบทไทน์แลนด์ 4.0 ตามมุมมองของ อภิสัทธี เวชชาชีวะ. วารสารศึกษาศาสตร์ ปรีทัศน์. 32(1).
- อนุชา โสมาบุตร. (2013). ทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรม ส าหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21. สืบค้นจาก: [https://teacherweekly .wordpress.com /2013/09/25/learning- and-innovation-skills/](https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/learning-and-innovation-skills/).
- Anderson, C., (2012). Makers: The New Industrial Revolution. Crown Business, New York.
- Becker A., S., Freeman, A., Giesinger Hall, C., Cummins, M., Yuhnke, B. (2016). NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition. The New Media Consortium, Austin, Texas. Retrieved from <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-cosn-horizon-report-k12-EN.pdf>.
- Coutts, N. (2016). Process vs. product in maker-centered learning. Retrieved from <http://thelearnersway.net/ideas/2016/11/6/process-vs-product-in-maker-centered-learning>
- Chang, S. (2015). Open portfolios: Bay Area Video Coalition’s media portfolios. MakerEd. Retrieved from: <http://makered.org/openportfolios-bay-area-video-coalitions-media-portfolios/>.
- Fontichiaro, K., (2016). Sustaining a makerspace. Teach. Librar. 43, 39–41.
- Han S. Y., Yoo J., Zo H., & Andrew P. C. (2016). Understanding makerspace continuance: A self-determination perspective. Telematics and Information. 34(2017), 184-195.
- Kim, T., Shin, D.H., (2016). Social platform innovation of open source hardware in South Korea. Telematics Inform. 33, 217–226.
- Krassenstein, B. (2015). What is 3D Printing & HowDo 3D Printers Work? -- A Guide. Retrieved from <https://3dprint.com/82272/what-3d-printing-works/>.
- Maker Education Initiative. (2015). Youth Makerspace Playbook. Retrieved from http://makered.org/wp-content/uploads/2015/09/Youth-Makerspace-Playbook_FINAL.pdf
- Maker Media. (2013). The Makerspace Playbook: School Edition. Retrieved from: <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>.
- Maker Education Initiative. (2012). High school makerspace tools and materials. Retrieved from: <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-High-School-Makerspace->



Tools- AndMaterials-April-2012.pdf.

Oliver, K. M. (2016). Professional development considerations for makerspace leaders, part one: Addressing “what?” and “why?”. *TechTrends*, 60(3), 211–217.

Pritchard, A. (2014). *Ways of Learning: Learning theories and learning styles in the classroom*. New York: Routledge. Provenzano, N. (2016). *Your starter guide to makerspaces*. Create Space Independent Publishing.

Sheridan, K.M., Halverson, E.R., Litts, B.K., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., Owens, T., (2014). Learning in the making: a comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educ. Rev.* 84, 505–531.

Trust, T., Maloy, R. W., & Edwards S. (2017). Learning through Making: Emerging and Expanding Design for College Classes. *TechTrends*. Retrieved from: DOI 10.1007/s11528-017-0214-0

Yokana, L. (2015). Creating an authentic maker education rubric. *Edutopia*. Retrieved from: <http://www.edutopia.org/blog/creating-authentic-maker-education-rubric-lisa-yokana>.