



สะเต็มศึกษา นอกห้องเรียน

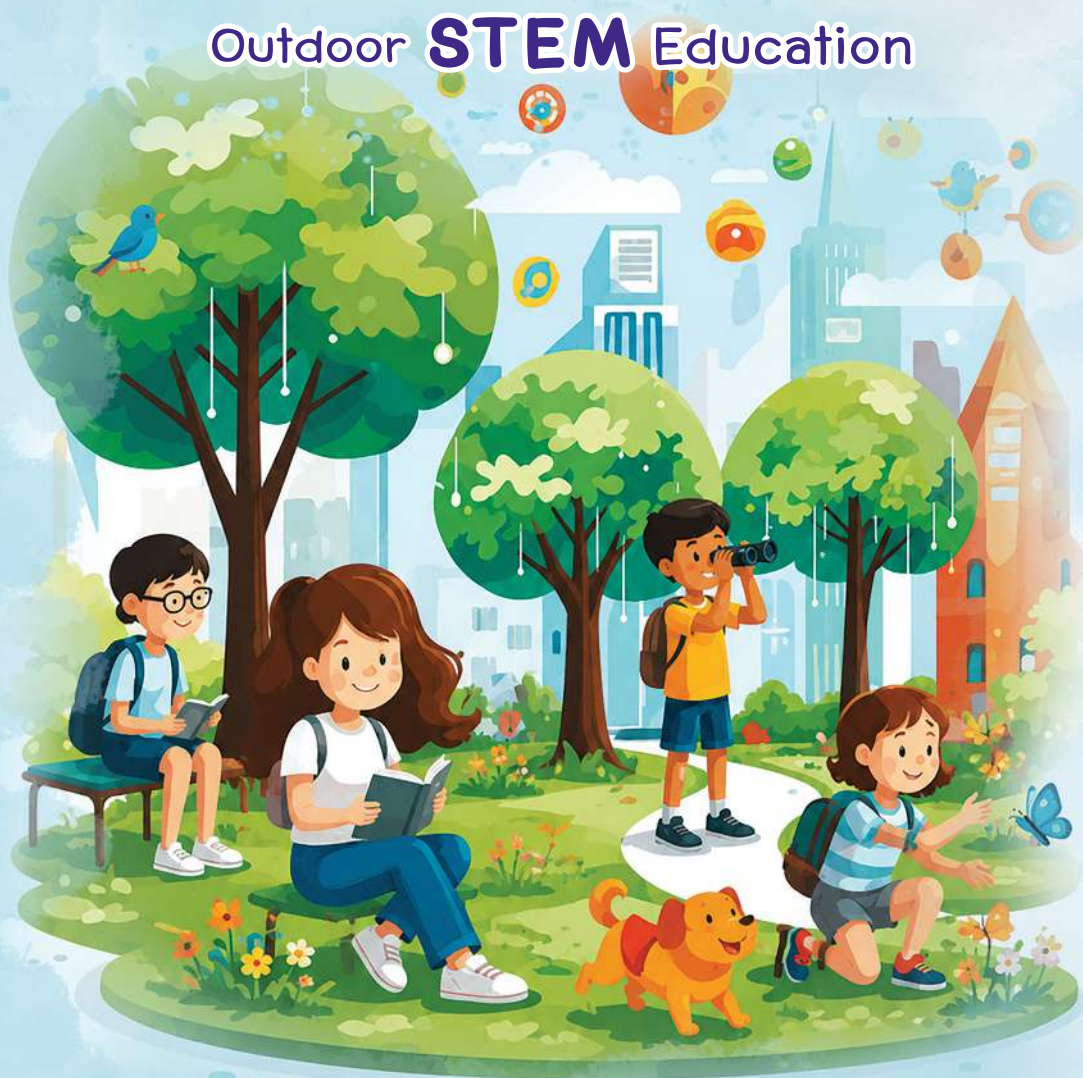
Outdoor STEM Education



หนังสือเล่มนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตหนังสือ ตำรา และนวัตกรรมทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะเต็มศึกษา นอกห้องเรียน

Outdoor **STEM** Education



ศศิเทพ ปิติพรเทพิน

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน

Outdoor STEM Education



ผู้เขียน :	ศศิเทพ ปิติพรเทพิน
บรรณาธิการบริหาร :	จากรุวรรณ เวชตระกูล
บรรณาธิการ :	พรเพ็ญ รัตนโพธิ์แสงศรี
กองบรรณาธิการ :	ทีมงานคุณภาพสำนักพิมพ์วิซ
พิสูจน์อักษร :	ทีมงานคุณภาพสำนักพิมพ์วิซ
ออกแบบปกและรูปเล่ม :	ชญาบุญ บุญสิริวรรณ
ISBN (ebook) :	978-616-8325-92-6
พิมพ์ครั้งที่ 1 :	กรกฎาคม 2569
จำนวน :	500 เล่ม
ราคา :	299 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน.

สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน = Outdoor STEM Education. -- กรุงเทพฯ : วิซ กรุ๊ป (ไทยแลนด์), 2569.

258 หน้า.

1. วิทยาศาสตร์ -- การศึกษาและการสอน. 2. วิศวกรรมศาสตร์ -- การศึกษาและการสอน. 3. คณิตศาสตร์ -- การศึกษาและการสอน. 4. เทคโนโลยี -- การศึกษาและการสอน. I. ชื่อเรื่อง.

372.07

ISBN (ebook) 978-616-8325-92-6

จัดทำโดย

สำนักพิมพ์วิซ (ในเครือบริษัท วิซ กรุ๊ป (ไทยแลนด์) จำกัด)

421/48 แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ 06 3362 8955, 0 2418 2885

website: www.wishbookmaker.com, Facebook: Wish Publishing

คำนิยม

หนังสือเรื่อง “สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (Outdoor STEM Education)” เป็นผลงานทางวิชาการที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการขับเคลื่อนการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ของการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในบริบทที่ระบบการศึกษากำลังมุ่งสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะรอบด้าน สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง หนังสือเล่มนี้ได้สะท้อนแนวคิดสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่สอดคล้องกับทิศทางการปฏิรูปการศึกษาไทยได้อย่างชัดเจน

ผู้เขียน รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ได้เรียบเรียงองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ควบคู่กับแนวคิดการเรียนรู้นอกห้องเรียนไว้อย่างเป็นระบบ ทั้งในมิติของหลักการทางวิชาการ ฐานคิดทางทฤษฎี และแนวทางการนำไปสู่การปฏิบัติจริงในสถานศึกษา ผู้อ่านจะเห็นภาพการออกแบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้ากับบริบทแวดล้อมของผู้เรียนอย่างมีความหมาย ในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตร หนังสือเล่มนี้มีความโดดเด่นในการชี้ให้เห็นแนวทางการขยายพื้นที่การเรียนรู้จาก “ห้องเรียน” สู่ “แหล่งเรียนรู้จริง” ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง การลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะค้นคว้า และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ล้วนเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้เรียน ทั้งด้านการคิดขั้นสูง การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

อีกทั้งเนื้อหาในหนังสือยังสะท้อนกระบวนการทัศน์การจัดการเรียนรู้สมัยใหม่ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เชื่อมโยงความรู้สู่การใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบัน ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกอนาคต

ข้าพเจ้าเห็นว่า หนังสือ “สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน” เล่มนี้ มิได้เป็นเพียงหนังสือทางวิชาการ หากแต่เป็นเสมือน “แนวทางการออกแบบการเรียนรู้” ที่ครูและสถานศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ตลอดจนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนให้มีความเชื่อมโยงกับบริบทจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม อันจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนในระยะยาว

ในโอกาสนี้ ขอชื่นชมรองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ที่ได้ทุ่มเทสั่งสมองค์ความรู้ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญ สร้างสรรค์ผลงานทางวิชาการที่ทรงคุณค่าเล่มนี้ขึ้นมา และเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู นักวิชาการศึกษา ผู้พัฒนาหลักสูตร และผู้บริหารสถานศึกษา ในการร่วมกันขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมต่อผู้เรียนไทยต่อไป

ดร.โชติมา หนูพริก

ผู้อำนวยการสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนิยม

หนังสือที่ท่านกำลังถืออยู่นี้ ไม่ใช่หนังสือสะสมความรู้ทั่วไป ไม่ได้เกิดจากแนวคิดในห้องทำงาน หรือจากการเรียบเรียงทฤษฎีการศึกษาเพียงอย่างเดียว แต่มาจากการประสบการณ์จริงของรองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ที่มีความฝันและความมุ่งมั่นในการสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะสมศึกษา ให้เด็ก ๆ ที่ได้ลงมือนอกห้องเรียนอย่างต่อเนื่องมานับสิบปี

เมื่อเริ่มอ่าน ผู้อ่านจะค่อย ๆ เข้าใจว่า “สะสมศึกษานอกห้องเรียน” ไม่ใช่แค่การพาเด็ก ออกไปข้างนอก แต่คือการพาเขาออกไปพบโจทย์จริงของชีวิต แล้วใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาคิด วิเคราะห์ ออกแบบ และแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย หนังสือ ไม่ได้รับพาเราไปทำกิจกรรมทันที แต่ชวนให้เราตั้งคำถามก่อนว่า ทำไมต้องออกจากห้องเรียน และการออกไปนั้นเปลี่ยนคุณภาพของการเรียนรู้อย่างไร

หัวใจของหนังสือเล่มนี้อยู่ที่การถอดความรู้และประสบการณ์ที่มีแนวคิดด้านการศึกษา มาปรับใช้ในโรงเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ได้อย่างดีเยี่ยม ผู้เขียนได้สร้าง “บ้านสวนอาจารย์พิท” พื้นที่ ที่องกามด้วยแนวคิดและความตั้งใจ เป็นพื้นที่บ่มเพาะและสนาามวิจัยสะสมศึกษานอกห้องเรียน ที่เติบโต จากบริษัทไทยอย่างแท้จริง ที่นี้ไม่ได้มีห้องปฏิบัติการทันสมัยราคาแพง แต่มีห้องปฏิบัติการมีชีวิต และเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตจริง บ้านสวนอาจารย์พิทเป็นสนาามวิจัยภาคสนาามที่พิสูจน์แล้วว่า แนวคิดสะสมศึกษานอกห้องเรียนสามารถเกิดขึ้นได้จริง เห็นผลจริง และพัฒนาผู้เรียนได้รอบด้าน ทั้งความรู้ ทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

แหล่งน้ำไม่ใช่เพียงบ่อหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ หากคือห้องเรียนระบบนิเวศ แปลงเกษตรไม่ใช่เพียง พื้นที่เพาะปลูก หากคือสนาามทดลองวิศวกรรมและการออกแบบ แสงแดดไม่ใช่เพียงความร้อน หากคือเครื่องมือทดสอบพลังงาน ดินไม่ใช่เพียงพื้นดิน หากคือข้อมูลให้สำรวจ สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ไม่ใช่ เพียงตัวอย่าง แต่คือบทเรียนเรื่องความเชื่อมโยงของธรรมชาติและระบบนิเวศ เด็ก ๆ ไม่ได้เรียน จากโจทย์จำลอง แต่เรียนจากโลกจริง ต้องสังเกต วัด คำนวณ ออกแบบ ทดลอง ปรับปรุง และเรียนรู้ จากความผิดพลาดจริง หนังสือเล่มนี้มีคุณค่าและน่าสนใจมาก เพราะไม่ได้บอกเพียงว่า “ควรทำอะไร” แต่แสดงให้เห็นว่า “มันทำได้จริง” และทำมาแล้วอย่างต่อเนื่อง จึงขอชื่นชมและชวนให้นักการศึกษา คุณครู และผู้สนใจได้อ่านหนังสือเล่มนี้และได้นำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของตนเอง

ฤทัย จงสฤษดิ์

ผู้อำนวยการฝ่ายอาวุโส ฝ่ายบริการทางวิชาการและการประเมินหลักสูตรด้านพัฒนากำลังคน
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

คำนิยม

หนังสือเล่มนี้เกิดจากการสังสมประสบการณ์ที่มีคุณค่ายิ่ง ผมรู้จัก รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน หรือที่เรียกกันติดปากว่า “อาจารย์พีท” มาช้านาน ได้ติดตามการทำงาน และความมุ่งมั่นของเขาในการสร้างพื้นที่เรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่แตกต่างจากที่อื่น ๆ สิ่งที่น่าประทับใจคือ อาจารย์ลงมือทำจริง สร้างจริง และพิสูจน์ให้เห็นจริงมาตลอดหลายปีที่ผ่านมา

สิ่งที่อาจารย์จะได้พบในหนังสือเล่มนี้ไม่ใช่ทฤษฎีที่ถ่ายทอดมาจากตำราหรือแนวคิด แต่ทำยาก หากแต่เป็นการกลั่นกรองและสกัดแนวคิดจากการปฏิบัติจริง จากพื้นที่จริงที่อาจารย์พีท ได้สร้างขึ้นและดูแลอย่างต่อเนื่อง “บ้านสวนอาจารย์พีท” ไม่ใช่เพียงสถานที่ท่องเที่ยว แต่เป็น ห้องทดลองขนาดใหญ่ที่มีชีวิต เป็นพื้นที่ที่เด็ก ๆ ครู และนักการศึกษาได้มาเรียนรู้และสัมผัสว่า สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนเป็นอย่างไร เมื่อมันถูกออกแบบอย่างมีหลักการและมีเป้าหมายที่ชัดเจน

จุดเด่นของหนังสือเล่มนี้คือ ความเป็นเชิงประจักษ์ แนวคิด หลักการที่นำเสนอ ล้วนผ่านการทดลอง การปรับปรุง และการพัฒนามาแล้ว ไม่ใช่ความคิดในอุดมคติ แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้จริง ในสังคมไทย ในทรัพยากรที่มีจำกัด และในบริบทที่หลากหลาย ผู้เขียนได้ถอดรหัสประสบการณ์ เหล่านั้นออกมาเป็นหลักการที่เข้าใจง่าย ชวนให้คิดตาม และที่สำคัญคือ สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง

การอ่านหนังสือเล่มนี้ ท่านจะได้เห็นมุมมองใหม่ต่อสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา ว่าทุกสิ่งสามารถ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ทรงพลังได้ เมื่อเราออกแบบการเรียนรู้อย่างมีเจตนา มีคำถามที่ดี และเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักศึกษา ครูผู้สอน และผู้ที่สนใจพัฒนาการเรียนรู้ด้านสะเต็ม หนังสือเล่มนี้คือแรงบันดาลใจ เพราะพิสูจน์แล้วว่า เรา สามารถสร้างการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความหมาย และยั่งยืนได้ แม้จะเริ่มตันจากสิ่งเล็ก ๆ รอบตัว

ผมขอแนะนำหนังสือเล่มนี้อย่างยิ่ง และหวังว่าจะเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนการศึกษาไทย ให้ก้าวไปข้างหน้าอย่างมีพลัง

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและสร้างสรรค์ คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนำ

ในยุคที่การศึกษาต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก สะเต็มศึกษา (STEM education) ได้กลายเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยเตรียมนักเรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกและความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในชีวิตจริง สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนจึงถือเป็นอีกหนึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้สำคัญที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรงผ่านการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อแนะนำแนวคิด หลักการ และวิธีการนำสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนไปปรับใช้ในบริบทการศึกษาไทย โดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติ ชุมชน และแหล่งเรียนรู้รอบตัว เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงการพัฒนาครูในด้านวิชาชีพและส่วนบุคคล เพื่อส่งเสริมให้ครูสามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้อ้างอิงจากประสบการณ์จริงของผู้เขียนในการวิจัยและการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ พ.ศ. 2563 จนถึงปัจจุบัน ตลอดจนการสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ในมุมมองของผู้เขียน รวมถึงแนวทางปฏิบัติที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงจากครูในหลากหลายพื้นที่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลและแรงบันดาลใจสำหรับครูนักการศึกษา และผู้ที่สนใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน ในการสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และมีความหมายต่อผู้เรียน

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนและพัฒนาหนังสือสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนเล่มนี้ ไม่ว่าจะเป็นครู ผู้ปกครอง และทีมวิจัยสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ บุตรกตัญญู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนันท์ ชนารัตตะภูมิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรียา โชติธรรม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ ลลิตพसान จาก Beijing Normal University สาธารณรัฐประชาชนจีน นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ

ทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนหนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนโครงการ
ส่งเสริมการผลิตหนังสือ ตำรา และนวัตกรรมทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการผลิตหนังสือเล่มนี้

หากมีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับคำติชมเพื่อนำไปปรับปรุง
แก้ไขในโอกาสต่อไป

รองศาสตราจารย์ศศิเทพ ปิติพรเทพิน
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สารบัญ

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน

1

1. สะเต็มศึกษาและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้	6
2. การเรียนรู้นอห้องเรียนกับสะเต็มศึกษา	11
3. นิยามของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	13
4. ความสำคัญของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	18
สรุป	20

บทที่ 2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน

21

1. ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์	22
1.1 ชั้นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม	22
1.2 ชั้นสังเกตเพื่อสะท้อนคิด	23
1.3 ชั้นสร้างแนวคิดเชิงนามธรรม	23
1.4 ชั้นทดลองใช้	23
2. ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง	25
3. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	27
3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม	27
3.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม	28
4. ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	32
5. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	34
6. ทฤษฎีการเชื่อมโยงความรู้	37
สรุป	39

บทที่ 3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน

41

1. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นอห้องเรียนที่พบจริงนอห้องเรียน	42
1.1 การบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ของสะเต็มและศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่พบจริงนอห้องเรียน	42
1.2 การใช้กระบวนการออกแบบในการแก้ปัญหาที่พบจริงนอห้องเรียน	43
1.3 การมีส่วนร่วมร่วมกันในการแก้ปัญหาที่พบจริงนอห้องเรียน	45

1.4	การมีการสำรวจสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติและบริบทนอกห้องเรียน โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	46
1.5	การมีการวิเคราะห์และสะท้อนคิดเพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจนอกห้องเรียนเข้ากับสะเต็ม	48
2.	ความเหมือนและความแตกต่างของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางอื่นๆ	49
	สรุป	51

บทที่ 4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน 53

1.	กรอบแนวคิดการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	54
1.1	หลักสูตร	56
1.2	เป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้	57
1.3	เนื้อหา	58
1.3.1	ขอบข่ายการเรียนรู้ (scope)	58
1.3.2	ลำดับของการเรียนรู้ (sequence)	59
1.3.3	ความต่อเนื่องของเนื้อหา (continuity)	59
1.3.4	ความเชื่อมโยงของเนื้อหา (articulation)	59
1.3.5	การบูรณาการ (integration)	60
1.3.6	ความสมดุลของเนื้อหา (balance)	63
1.4	นักเรียน	63
1.5	ครู	63
1.6	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้	65
1.7	กิจกรรมการเรียนรู้	66
1.8	สื่อและวัสดุ/อุปกรณ์	73
1.9	แหล่งเรียนรู้	75
1.10	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	80
2.	รูปแบบของการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	83
2.1	การออกแบบการจัดการเรียนรู้แนวทางเชิงระบบ	83
2.2	การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	84
3.	การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยแนวคิดของการออกแบบสื่อการเรียนรู้	85

4. การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบอิงผลลัพธ์	87
4.1 การกำหนดผลการเรียนรู้ที่ต้องการ (identifying desired result)	87
4.2 การกำหนดหลักฐานที่ยอมรับได้ (determining acceptable evidence of learning)	88
4.3 การออกแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ (planing learning experiences and instruction)	88
สรุป	89

บทที่ 5 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน 91

1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	92
2. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้	95
3. ประเภทของแผนการจัดการเรียนรู้	98
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ระดับวิชาหรือแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว	98
3.1.1 การเขียนในลักษณะโครงสร้างการเรียนรู้	99
3.1.2 การเขียนในลักษณะที่แสดงองค์ประกอบของแผน	101
3.2 แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย	109
3.3 แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ	125
สรุป	132

บทที่ 6 ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในบริบทต่าง ๆ 133

1. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในสวนเกษตร	134
2. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในบ่อน้ำพุร้อน	139
3. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนบริเวณทะเล	141
4. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในป่าไม้	143
5. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนบริเวณทุ่งนา	145
6. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนบริเวณแม่น้ำลำคลอง	146
7. สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนบริเวณนอกอาคาร	148
สรุป	150

1. ความรู้ทฤษฎีการสอนสะเต็มศึกษาในห้องเรียน	152
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาวิชาชีพครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในห้องเรียน	155
2.1 การใช้หลากหลายวิธีและยุทธวิธีในการพัฒนาวิชาชีพครู	155
2.2 การมีการร่วมมือกัน	157
2.3 การมีความต่อเนื่อง	157
2.4 การเน้นการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่คาดหวังให้ครูไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียน	158
2.5 การมีการสะท้อนคิด	159
2.6 การนำเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็นรูปธรรม	159
2.7 การเน้นที่การสร้างแรงบันดาลใจ	160
3. วิธีการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในห้องเรียน	161
3.1 ค่ายสะเต็มในแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น	161
3.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการ	161
3.3 การสอนร่วม	172
3.4 ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ	174
3.5 การศึกษาบทเรียน	175
3.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	177
4. ความท้าทายของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในห้องเรียน	179
4.1 กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง	179
4.1.1 ครู	180
4.1.2 นักเรียน	181
4.1.3 เพื่อนร่วมงาน	182
4.1.4 ผู้ปกครอง	182
4.1.5 ผู้บริหารโรงเรียน	183
4.1.6 คนในชุมชน	184
4.2 กลุ่มทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	185
4.2.1 สื่อและอุปกรณ์	185
4.2.2 สถานที่	186
4.2.3 สภาพอากาศ/ฤดูกาล	187

4.3	กลุ่มระบบและการบริหารจัดการ	188
4.3.1	หลักสูตร	188
4.3.2	เวลาไม่เพียงพอ	189
4.3.3	งบประมาณ	190
4.3.4	ความปลอดภัยนอกห้องเรียน	190
4.3.5	สถานการณ์โควิด 19	194
	สรุป	195

บทที่ 8 บทสรุป องค์ความรู้ใหม่ และความท้าทายของสะเต็มศึกษา นอกห้องเรียน 197

1.	บทสรุปของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	198
2.	องค์ความรู้ใหม่	200
3.	ความท้าทาย	202
3.1	การยกระดับจากสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (outdoor STEM education) ไปสู่สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (outdoor STEAM education)	202
3.2	ครูและนักเรียนจะกลายเป็นผู้ร่วมวิจัย (co-investigators) เพื่อต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต	203
3.3	สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ผสมผสานธรรมชาติและเทคโนโลยีดิจิทัล	204
3.4	การเรียนรู้เพื่อฟื้นฟู (regenerative learning) ผ่านสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	204

เอกสารอ้างอิง 207

ดัชนีคำค้น 231

ภาษาไทย	231
ภาษาอังกฤษ	236

ประวัติผู้เขียน 241

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	ต้นมะม่วงจำลองที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียน	9
ภาพที่ 1.2	ข้อจำกัดของสะเต็มศึกษาในห้องเรียน	10
ภาพที่ 1.3	ลักษณะการใช้แหล่งเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	15
ภาพที่ 2.1	วงจรการเรียนรู้จากประสบการณ์ของคอล์บ	24
ภาพที่ 2.2	กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน	28
ภาพที่ 2.3	บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา	29
ภาพที่ 2.4	การสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	35
ภาพที่ 2.5	การสร้างความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้	38
ภาพที่ 4.1	แนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษา	61
ภาพที่ 7.1	ภาพประชาสัมพันธ์การอบรมเชิงปฏิบัติการสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน สู่การสร้างนวัตกรรม	162
ภาพที่ 7.2	ภาพประชาสัมพันธ์การอบรมเชิงปฏิบัติการโมเดลการพัฒนาวิชาชีพครู สู่ความฉลาดรู้สะเต็มด้วยแหล่งเรียนรู้สะเต็มนอกห้องเรียนที่ยั่งยืน	163
ภาพที่ 7.3	รูปแบบการส่งเสริมความฉลาดรู้สะเต็มสำหรับครูโดยใช้ แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน	164
ภาพที่ 7.4	วงจรการวิจัยปฏิบัติการ	177



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	16
ตารางที่ 4.1	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่สามารถ ประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน	67
ตารางที่ 4.2	ประเภทของแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่จัดตามเกณฑ์ต่าง ๆ	77
ตารางที่ 4.3	แหล่งเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในลักษณะการเรียนรู้ตามอัธยาศัย	79
ตารางที่ 4.4	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินการเรียนรู้ที่เรียนด้วย สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนในด้านต่าง ๆ	81
ตารางที่ 4.5	ขั้นตอนและรายละเอียดการออกแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบของ ADDIE	85
ตารางที่ 5.1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	93
ตารางที่ 5.2	ความแตกต่างของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป และแผนการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบแบบย้อนกลับ	97
ตารางที่ 6.1	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในสวน	135
ตารางที่ 6.2	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณบ่อน้ำพุร้อน	140
ตารางที่ 6.3	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณชายทะเล	141
ตารางที่ 6.4	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณป่าไม้	143
ตารางที่ 6.5	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณทุ่งนา	145
ตารางที่ 6.6	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณแม่น้ำลำคลอง	146
ตารางที่ 6.7	ตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มในบริเวณนอกอาคาร	148
ตารางที่ 7.1	องค์ประกอบและลักษณะเฉพาะของความรู้ผนวกวิธีสอนสำหรับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (outdoor STEM PCK)	154
ตารางที่ 7.2	ลักษณะการแก้ไขปัญหาโดยสะเต็มของกิจกรรมในแต่ละฐานการเรียนรู้	166
ตารางที่ 7.3	การวิเคราะห์ลักษณะการกิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยสะเต็ม ในแหล่งเรียนรู้ทั้ง 5 ฐานกิจกรรม กับเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ ต่าง ๆ ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้	167
ตารางที่ 7.4	บทบาทของครูผู้สอนร่วมและสถานการณ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัด การเรียนรู้	172
ตารางที่ 7.5	ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงก่อนลงพื้นที่	191



“

เด็กทุกคนควรหมั่นศึกษาหาความรู้
และประพฤติตนเป็นคนดี มีระเบียบวินัย
เพราะว่า สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้
จะช่วยให้แต่ละคน
ประสบความสำเร็จในชีวิตได้
ในวันข้างหน้า

”

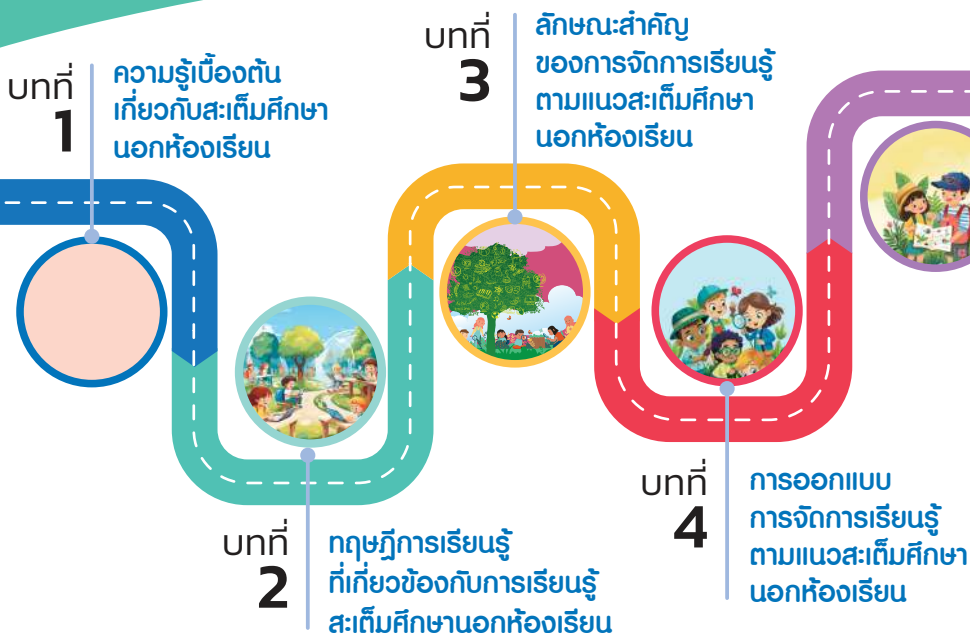
พระบรมราโชวาท
เนื่องในวันเด็กแห่งชาติ ประจำปี 2562
พระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 10

บทนำ

การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาอย่างบูรณาการและการปรับตัวในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สะเต็มศึกษา (STEM education) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการตอบสนองต่อเป้าหมายดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้สะเต็มที่จำกัดอยู่ภายในกรอบของห้องเรียนมักเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ ทั้งความไม่สมจริงของสถานการณ์ปัญหา การขาดแคลนทรัพยากร และสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ในบริบทจริง

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเสมือนเพื่อนคู่คืคิณำทางเพื่อพาผู้อ่านออกจากขอบเขตของห้องเรียน โดยนำศาสตร์ต่าง ๆ ของสะเต็ม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ออกไปบูรณาการกับโลกแห่งความเป็นจริงผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (outdoor STEM education) โดยมุ่งหวังให้ธรรมชาติและบริบทของชุมชนทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายให้กับนักเรียน ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือมาจากการสังเคราะห์เอกสาร ประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ และการทำวิจัยของผู้เขียน โดยเริ่มจากการปูพื้นฐานแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน เชื่อมโยงสู่ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การออกแบบการจัดการเรียนรู้ การนำไปปฏิบัติจริง และการพัฒนาวิชาชีพครู ดังนี้



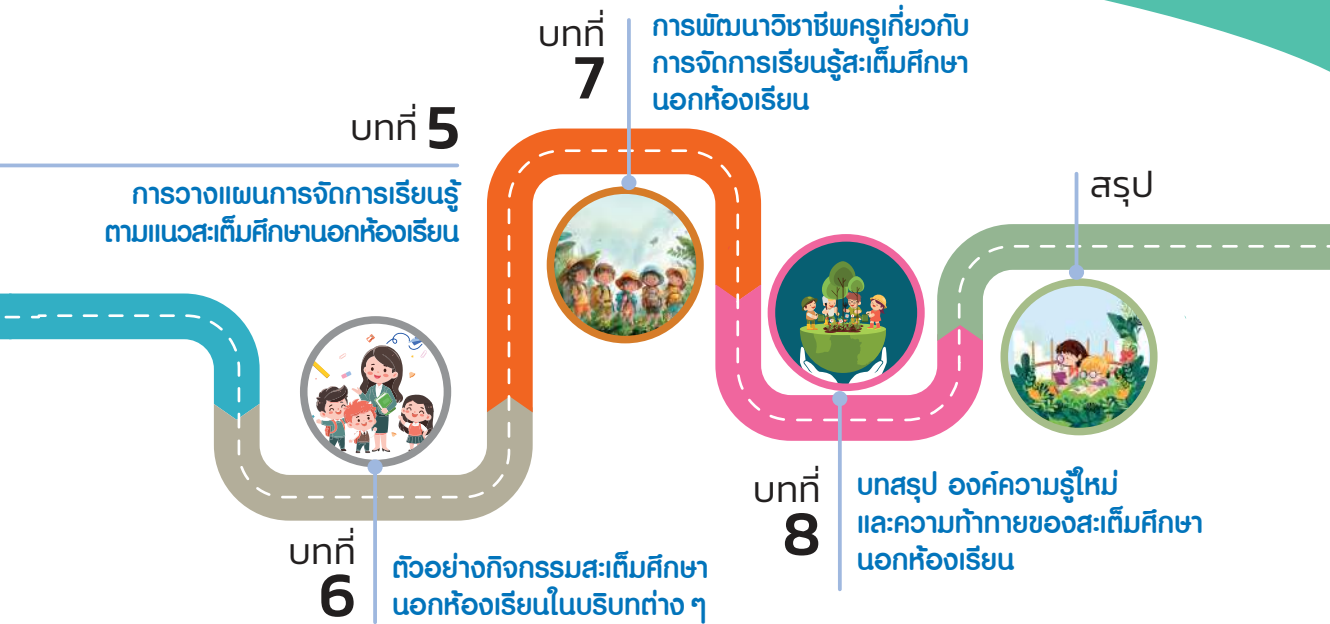


Unit 1 เริ่มต้นด้วยการปูพื้นฐานให้ผู้อ่านเข้าใจถึงที่มาและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบดั้งเดิม นำไปสู่การทำความเข้าใจกับแนวคิดสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน นิยามความหมาย และความสำคัญที่เชื่อมโยงสะเต็มเข้ากับโลกแห่งความเป็นจริง บทนี้จะชี้ให้เห็นว่าการใช้ธรรมชาติและชุมชนเป็นห้องปฏิบัติการสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้สะเต็ม (STEM literacy) และความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

Unit 2 บทนี้มุ่งอธิบายการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น ทฤษฎีวงจรการเรียนรู้จากประสบการณ์ตามสภาพจริงของคอลบ (Kolb) ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (transformative learning) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและเชิงสังคม (constructionism) ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (situated learning) ทฤษฎีการสร้างสรรคขึ้นงาน และทฤษฎีการเชื่อมโยงความรู้ (connectivism) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไรท่ามกลางบริบทที่ซับซ้อน เพื่อยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนมิใช่เพียงกิจกรรมเพื่อความเพลิดเพลิน แต่เป็นแนวทางที่มีรากฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความเข้มแข็งและได้รับการยอมรับในวงวิชาการ

Unit 3 บทนี้เน้นการนำเสนอลักษณะเฉพาะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียน โดยชี้ให้เห็นลักษณะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ การบูรณาการข้ามศาสตร์การใช้กระบวนการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน การสำรวจสิ่งแวดล้อมและการสะท้อนคิด พร้อมทั้งเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนกับแนวทางอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น สะเต็มตามอัธยาศัย สะเต็มโดยใช้สถานที่เป็นฐาน แนวคิดสะเต็มสีเขียว

Unit 4 บทนี้อธิบายถึงองค์ประกอบของการออกแบบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดเป้าหมาย การจัดระเบียบเนื้อหาแบบบูรณาการ (integration) การวิเคราะห์ผู้เรียน การจัดสภาพแวดล้อม การเลือกใช้รูปแบบกิจกรรม (เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การใช้ปัญหาเป็นฐาน การใช้โครงงานเป็นฐาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ (เช่น แอปพลิเคชัน, AI, Coding) รวมถึงการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง



บทที่ 5 บทนี้นำเสนอขั้นตอนต่อเนื่องจากบทที่ 4 ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ครอบคลุมทั้งแผนระยะยาว แผนรายหน่วย และแผนรายคาบ เพื่อให้ครูมีความพร้อม สามารถจัดการเวลาและกระบวนการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพก่อนนำผู้เรียนลงสู่พื้นที่จริง

บทที่ 6 บทนี้ได้รวบรวมตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนที่หลากหลายซึ่งประยุกต์ใช้กับบริบทที่แตกต่างกันทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย (เช่น ฟาร์มเกษตรน้ำพุร้อน สวนผลไม้ ป่าชายเลน หรือแม้แต่ธรรมชาติในเมือง) ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การสร้างงานใบไม้รักษัลโลก ระบบน้ำหยดอัจฉริยะ นวัตกรรมตรวจคุณภาพน้ำด้วยดอกอัญชันร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อเป็นแนวคิดและแรงบันดาลใจให้ครูนำไปปรับใช้ในบริบทโรงเรียนของตน

บทที่ 7 บทนี้เสนอแนวทางการพัฒนาศักยภาพครูอย่างยั่งยืน ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) การศึกษาบทเรียน และการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน รวมทั้งนำเสนอโมเดลการพัฒนาวิชาชีพครูสู่ความฉลาดรู้สะเต็มด้วยแหล่งเรียนรู้สะเต็มนอกห้องเรียนที่ผู้เขียนพัฒนาขึ้น เป็นต้น บทนี้ยังครอบคลุมถึงกลยุทธ์การบริหารจัดการความเสี่ยงแผนเผชิญเหตุฉุกเฉินนอกห้องเรียน ตลอดจนการรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดเพื่อเสริมสร้างความมั่นใจให้แก่ครู

บทที่ 8 ในส่วนท้ายจะเป็นการประมวลองค์ความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการบูรณาการเชิงบริบท (contextual integration) นำเสนอองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัยของผู้เขียนเกี่ยวกับกรอบความรู้ผนวกวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มนอกห้องเรียน (outdoor STEM PCK) สำหรับครู ตลอดจนสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายต่าง ๆ ทั้งด้านทรัพยากรความปลอดภัย และทิศทางการจัดการศึกษาในอนาคต เพื่อเป็นข้อคิดสำหรับการพัฒนาการศึกษาต่อไป

สรุป โดยสรุปแล้ว หนังสือเล่มนี้พร้อมเป็นเพื่อนคู่คิดในการสนับสนุนให้ครูนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา นอกห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในบริบทของตน ผู้เขียนเชื่อว่าทุกความทุ่มเทของครูในการสร้างสรรค์ประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนที่มีความหมาย คือรากฐานในการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่พร้อมเผชิญโลกกว้างและรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคตได้ต่อไป



“

ก้าวออกจากห้องเรียนเพียรค้นหา
เปี่ยมคุณค่าวิทยาศาสตร์ส่องแสง
คณิตศาสตร์วัดค่ามาชี้แจง
นำมาแต่งโครงสร้างเป็นชิ้นงาน

เทคโนโลยีล้ำนำยุคใหม่
ประยุกต์ใช้วิศวกรรมประสาน
สะเต็มนอกห้องเรียนก้าวทะยาน
มุ่งบันดาลสร้างสรรค์นวัตกรรม

”

- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน -

บทที่

1

ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในห้องเรียน

“สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน (outdoor STEM education)” เป็นแนวคิดที่อาจทำให้หลายคนตั้งคำถามว่า เหตุใดจึงต้องจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกห้องเรียน การเรียนรู้สะเต็มศึกษาในห้องเรียนเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอหรือ ในทางกลับกัน มีข้อสงสัยในอีกมุมหนึ่งว่า การพานักเรียนออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียนเพียงอย่างเดียวไม่ได้หรือ เหตุใดจึงต้องนำสะเต็มศึกษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เนื้อหาในบทนี้จะไขความกระจ่างให้กับผู้อ่านทุกท่านถึงที่มาของการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้หลัก 2 แนวคิดมาผนวกเข้าด้วยกัน ตลอดจนนิยามและความสำคัญของสะเต็มศึกษานอกห้องเรียนก่อนไปศึกษาในบทต่าง ๆ ต่อไป

1. สะเต็มศึกษาและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษานอกห้องเรียนมีที่มาจากสะเต็มศึกษา (STEM education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) และคณิตศาสตร์ (mathematics) มาใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยคำว่า STEM เป็นการรวมอักษรตัวแรกของทั้ง 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน แนวคิดนี้มีจุดเริ่มต้นในสหรัฐอเมริกาในช่วงปลายทศวรรษ 1990 ซึ่งเป็นผลมาจากความวิตกกังวลเกี่ยวกับความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งรายงานจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) ได้ระบุว่า นักเรียนในประเทศขาดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ส่งผลต่ออันดับคะแนนการสอบของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เทียบกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) และผลสอบของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment: PISA) กว่าหลายประเทศ อีกทั้งจำนวนแรงงานในสาขาวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ลดลงอย่างน่ากังวล (National Science Board, 2007)

ด้วยเหตุนี้จึงมีการเรียกร้องให้มีการเตรียมกำลังคนให้มีความรู้และสมรรถนะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อการดำรงชีวิตและการแข่งขันในตลาดแรงงาน รัฐบาลของประเทศสหรัฐอเมริกาจึงมีนโยบายในการพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้อยู่ในระดับแนวหน้าของโลกด้วยสะเต็มศึกษา (Blackley & Howell, 2015; Deming & Naray, 2018; Drew, 2011; National Science Board, 2007) แนวคิดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจน

จากคำปราศรัยของประธานาธิบดีบารัค โอบามา (Barack Obama) เมื่อ ค.ศ. 2012 ซึ่งได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการศึกษาในด้านสะเต็ม (Obama, 2012) ดังนี้

“

ลองจินตนาการถึงอนาคตของสหรัฐอเมริกาที่เรา
เฝ้าถึงได้ ประเทศที่เป็นผู้นำของโลกด้านการศึกษา มีระบบ
การศึกษาที่มีคุณภาพ และสามารถดึงดูดอุตสาหกรรมผลิต
เทคโนโลยีขั้นสูงรุ่นใหม่ พร้อมทั้งสร้างงานที่มีรายได้ดีให้กับ
ประชาชน

”

สะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่ครูจัดการเรียนรู้ในลักษณะแยกรายวิชา แต่มีการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ โดยมีวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง รวมถึงการประกอบอาชีพและดำรงชีวิตของนักเรียนในอนาคต อันมีเป้าหมายหลักคือส่งเสริมความฉลาดรู้สะเต็มให้เกิดขึ้นกับนักเรียน (Bybee, 2010; Chamrat et al., 2021; Pitipornatapin et al., 2023) โดยผู้ฉลาดรู้สะเต็มมีลักษณะที่สำคัญดังนี้ (Bybee, 2010)

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยสามารถบูรณาการและประยุกต์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้
- 2) เชื่อมโยงสะเต็มศึกษากับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรมกับศาสตร์อื่น ๆ ที่ได้เรียนรู้
- 3) ตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่ชัดเจน โดยสามารถแสดงแนวคิด หลักการ กระบวนการของสะเต็มและการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีในการออกแบบแนวทางหรือผลงานทั้งในการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่
- 4) มีส่วนร่วมในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับสังคมและวัฒนธรรม ตลอดจนการเป็นพลเมือง
- 5) ตระหนักต่อบทบาทของสะเต็มต่อชีวิตประจำวันในการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์นวัตกรรม และการมุ่งสู่อาชีพ

จากลักษณะดังกล่าวข้างต้น สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับบุคคลเฉพาะกลุ่ม (STEM for elite) ในขณะเดียวกันก็เป็นการส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไปเข้าใจในสะเต็มและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (STEM for all) (Blackley & Howell, 2015; Freeman et al., 2015) อีกทั้งสะเต็มศึกษาไม่ได้เป็นการจัดการเรียนรู้เพียงเพื่อให้ให้นักเรียนเรียนเพื่อรู้ (learn to know) เรียนเพื่อที่จะได้ทำได้ (learn to do) เท่านั้น แต่ยังเป็นการเรียนเพื่อที่จะอยู่ร่วมกัน (learn to live together) และเรียนรู้เพื่อที่จะเป็น (learn to be) (Zollman, 2012)

ทั้งนี้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงอุดมศึกษา โดยหัวใจของสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการนำสะเต็มไปใช้ในชีวิตจริง (Vasquez, 2015) Haas et al. (2021) ระบุว่า ทักษะด้านสะเต็มสามารถพัฒนาได้ผ่านการลงมือทำและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง อย่างไรก็ตาม ครูที่ยังไม่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามักจะจัดการเรียนรู้แยกตามสาขาวิชา และไม่ได้มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง แม้จะเป็นที่ยอมรับกันอย่างชัดเจนแล้วว่า สถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงไม่ได้เกี่ยวข้องกับความรู้เพียงแค่วิชาใดวิชาหนึ่งเท่านั้น แต่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ของสะเต็มเข้าด้วยกัน ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ครูจำนวนมากมักจำลองสถานการณ์ปัญหาเข้าสู่ห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกแก้ปัญหา แต่สถานการณ์ที่ครูจำลองขึ้นมาบางกรณีอาจไม่ได้มีลักษณะเหมือนกับสถานการณ์จริงทั้งหมด (Moomaw, 2013) ผู้เขียนขอยกตัวอย่างกิจกรรมการออกแบบอุปกรณ์สอยมะม่วง หากครูจำลองต้นมะม่วงและลูกมะม่วงที่ห้อยอยู่บนต้นในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนทดลองใช้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นในการสอย สถานการณ์ดังกล่าวอาจจะไม่เหมือนกับการสอยมะม่วงกับต้นมะม่วงจริงในสภาพแวดล้อมภายนอกห้องเรียน เช่น ลักษณะการห้อยของผลมะม่วง ตำแหน่งของกิ่งและใบ ดังแสดงในภาพที่ 1.1





ภาพที่ 1.1 ต้นมะม่วงจำลองที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียน
หมายเหตุ. ถ่ายโดย ผู้เขียน (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน). 30 พฤษภาคม 2566.

จากสถานการณ์ต้นมะม่วงจำลองข้างต้น ผู้อ่านจะพบว่า อุปกรณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมามีความเฉพาะกับบริบทนั้น ๆ อาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนอกห้องเรียนได้ อีกทั้งการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน ครูอาจมีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องเชิญบุคคลในชุมชนที่มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญเข้ามาในชั้นเรียนเพื่อให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม (Pitipornatapin et al., 2023) เช่น การเชิญเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการสอยมะม่วงในที่สูงเข้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียนในการออกแบบอุปกรณ์สอยมะม่วง ทั้งนี้บุคคลในชุมชนที่มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญอาจมีเวลาว่างไม่ตรงกับช่วงเวลาที่จัดกิจกรรมในชั้นเรียน อีกทั้งวัสดุอุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลบางอย่างไม่สามารถเคลื่อนย้ายเข้ามาในห้องเรียนได้ การขนย้ายวัสดุ อุปกรณ์หรือสารสนเทศบางอย่างเพื่อใช้ประกอบการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียนเป็นไปด้วยความยากลำบากกว่าการนำนักเรียนไปศึกษา ณ แหล่งเรียนรู้จริง เช่น การนำตัวอย่างไม้สอยมะม่วงสำหรับสอยผลในที่สูงซึ่งมีความยาวมาก อาจไม่สะดวกต่อการขนย้ายเพื่อนำมาใช้ในห้องเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ นอกจากนี้ในบางสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้นักเรียนศึกษาอาจไม่เหมาะสม