



## Guidelines for Integrating iNaturalist Technology with Place-Based Learning to Promote Students' Sense of Place and Environmental Responsibility

Pramote Srikongka<sup>1</sup>, Phatcharida Inthama<sup>1,2\*</sup> and Ekgapoom Jantarakantee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Division of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University*

<sup>2</sup>*Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Srinakharinwirot University*

*\*Email: phatcharida.inthama@gmail.com*

Received <8 Nov. 2025>; Revised <26 Dec. 2025>; Accepted <28 Dec. 2025>

### Abstract

Biology education in Thai schools continues to face significant challenges stemming from an emphasis on knowledge transmission and memorization rather than developing analytical thinking and scientific inquiry skills. This results in students not seeing connections between what they learn and real life, lacking attachment to their place, and lacking environmental responsibility. This article presents an approach integrating iNaturalist technology, a citizen science platform that uses artificial intelligence to identify species, with Place-Based Learning that emphasizes student interaction with local environments in multiple dimensions. The approach is grounded in theories of Sense of Place, environmental responsibility, and identity development in school-age students. Place-Based Learning helps create emotional attachment to place and leads to environmentally friendly behaviors. From synthesizing the conceptual framework, the NATURE teaching method was developed, consisting of 6 steps: Nurture the Context, Align with Tools, Traverse the Place, Understand through Verification, Reflect and Reconstruct, and Engage for Action. This teaching method helps reduce the knowledge-action gap, promotes students as citizen scientists who participate in creating new knowledge, and develops sustainable environmental citizenship. This integration also supports multiple Sustainable Development Goals (SDGs), particularly quality education, climate change mitigation, and biodiversity conservation. However, successful implementation of this approach depends on teacher readiness, school support, and local community participation.

**Keywords:** Place-based learning; Education for sustainable development; Sense of place

## แนวทางการบูรณาการใช้เทคโนโลยี iNaturalist ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ เพื่อส่งเสริมความผูกพันกับถิ่นที่อยู่และความรับผิดชอบต่อ ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

ปราโมทย์ ศรีคงคา<sup>1</sup> พัทธิดา อินทมา<sup>1,2\*</sup> และ เอกภูมิ จันทระขันตี<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup>ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

\*Email: phatcharida.inthama@gmail.com

### บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในโรงเรียนไทยยังคงเผชิญความท้าทายสำคัญจากการเน้นการถ่ายทอดความรู้และการท่องจำมากกว่าการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนไม่เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง ขาดความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ และขาดความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม บทความนี้นำเสนอแนวทางการบูรณาการใช้เทคโนโลยี iNaturalist ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มวิทยาศาสตร์พลเมืองที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการระบุชนิดสิ่งมีชีวิต ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ที่เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมท้องถิ่นในหลากหลายมิติ โดยมีฐานคิดจากความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาอัตลักษณ์ในวัยเรียน การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ช่วยสร้างความผูกพันทางอารมณ์กับพื้นที่และนำไปสู่พฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดได้พัฒนาวิธีการสอนแบบ NATURE ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ บ่มเพาะบริบท เตรียมความพร้อมและเครื่องมือ ลงพื้นที่สำรวจ ทำความเข้าใจผ่านการตรวจสอบ สะท้อนคิดและสังเคราะห์ และลงมือเพื่อการเปลี่ยนแปลง วิธีการสอนนี้ช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้กับการปฏิบัติ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์พลเมืองที่มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ใหม่ และพัฒนาจิตสำนึกพลเมืองสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน การบูรณาการนี้ยังสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะด้านการศึกษาที่มีคุณภาพ การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของการนำแนวทางนี้ไปใช้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของครู การสนับสนุนจากโรงเรียน และการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่; การศึกษาเพื่อความยั่งยืน; ความผูกพันกับถิ่นที่อยู่

## บทนำ

การจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในโรงเรียนไทยยังคงเผชิญความท้าทายสำคัญ เนื่องจากเนื้อหาวิชามีความกว้างและลึก ครอบคลุมตั้งแต่ระดับโมเลกุลไปจนถึงระบบนิเวศ ครูจำนวนมากจึงต้องสอนโดยเน้นการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาและการท่องจำเพื่อการสอบวัดผล มากกว่าการจัดการกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์หรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Rauf et al., 2013; Handal et al., 2013; Pimsarn & Tuntiwongwanich, 2015) ส่งผลให้นักเรียนรู้สึกชีววิทยาคือวิชาที่ซับซ้อน ห่างไกลจากชีวิตจริง และไม่สามารถเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน (Kiran & Sungur, 2012; Kang & Keinonen, 2017) นักเรียนขาดการแนวคิดวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาจริงในสังคม วิทยาศาสตร์จึงเป็นเพียงการท่องจำข้อเท็จจริงแทนที่จะเป็นวิถีในการทำ ความเข้าใจและใช้แก้ปัญหาในโลกจริง (Osborne & Dillon, 2008)

สวนทางกับแนวโน้มในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้ ซึ่งมุ่งเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้กับโลกจริง เช่น การคิด เชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และการเรียนรู้จากประสบการณ์ (experiential learning) กระทรวงศึกษาธิการและ นักวิชาการไทยจำนวนมากได้พยายามผลักดันให้มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม ลงมือ ปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การนำการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมาประยุกต์ใช้ในวิชาชีววิทยา ยังขาดกลไกที่เชื่อมโยงกับบริบทจริงของนักเรียน ทำให้เกิดปัญหาสำคัญสองประการ คือ 1) นักเรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชุมชนและสิ่งแวดล้อมรอบตัว ทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) (Semken & Freeman, 2008) 2) นักเรียนขาดการพัฒนาความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ (Sense of Place) และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (Kudryavtsev et al., 2012; Chawla & Cushing, 2007)

การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ (Place-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมี ปฏิสัมพันธ์กับสถานที่ในหลากหลายมิติทั้งในเชิงกายภาพ สิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรม และการเมืองของพื้นที่นั้น ๆ (Gruenewald, 2003) โดยมีจุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้กับชุมชนท้องถิ่น โดยใช้ทรัพยากรและบริบทของท้องถิ่นเป็น จุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของถิ่นที่อยู่ของตน พัฒนาความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมรอบตัว

iNaturalist เป็นแพลตฟอร์มเพื่อเสริมสร้างความเป็นวิทยาศาสตร์พลเมือง (Citizen Science) ที่ได้รับความนิยมอย่าง สูงในระดับสากล โดยเป็นแอปพลิเคชันและเว็บไซต์ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถบันทึก แบ่งปัน และระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบใน ธรรมชาติผ่านการถ่ายภาพและการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิต การนำ iNaturalist มาใช้ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่จึงเป็นการบูรณาการที่น่าสนใจระหว่างเทคโนโลยี การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ การสร้างความ ผูกพันกับท้องถิ่นและการสร้างความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การบูรณาการนี้ช่วยแก้ปัญหาการขาดกลไกที่ เชื่อมโยงกับบริบทจริงของนักเรียนที่เกิดอยู่ในปัจจุบัน โดย iNaturalist จะช่วยให้นักเรียนเห็นว่าข้อมูลที่พวกเขาเก็บรวบรวม จากถิ่นที่อยู่ของตนเองสามารถเป็นสิ่งที่มีความหมายและนำไปใช้ในงานวิจัยได้จริง ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ของตนเองสามารถ เชื่อมโยงกับวงการวิทยาศาสตร์ในระดับสากล (Kendall Niemiller et al., 2021; Ballard et al., 2017) และยังคงตอบสนองต่อ การแก้ไขปัญหาที่นักเรียน และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Unger et al., 2021; Garner & Rosenberg, 2023) เพราะ กระบวนการสำรวจพื้นที่เดิมซ้ำ ๆ ผ่าน iNaturalist จะช่วยสร้างประสบการณ์ที่ลึกซึ้งและมีความหมายกับสถานที่ เนื่องจาก นักเรียนได้ค้นพบรายละเอียดที่อาจมองข้ามไปในชีวิตประจำวัน นำไปสู่การพัฒนาความผูกพันกับถิ่นที่อยู่และเพิ่มแรงจูงใจใน การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม และข้อมูลที่ได้จาก iNaturalist สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลาย ทางชีวภาพ ปัจจัยทางนิเวศวิทยา และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมความรับผิดชอบต่อ สิ่งแวดล้อม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนไปสู่การลงมือแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบตัวอย่างเป็นรูปธรรม (Unger et al., 2021; Garner & Rosenberg, 2023)

## การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ (Place-Based Learning)

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่มีรากฐานมาจากปรัชญาการศึกษาของ John Dewey ที่เน้นการมี ประสบการณ์ตรง โดย Gruenewald (2003) ได้นำเสนอแนวคิด Critical Pedagogy of Place ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมี ปฏิสัมพันธ์กับสถานที่ทั้งในเชิงกายภาพ สิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรม และการเมือง ต่อมา Sobel (2004) ได้เสนอแนวทาง ปฏิบัติที่เน้นการออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียนและชุมชน โดยให้ความสำคัญกับ การใช้สถานที่และชุมชนท้องถิ่นเป็นห้องเรียน มุ่งเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจทางอารมณ์และประสบการณ์เชิงบวกกับสถานที่ก่อน โดยเชื่อว่าความรักและความผูกพันจะนำไปสู่การดูแลรักษาตามมา ในขณะที่ Smith และ Sobel (2010) ได้ระบุองค์ประกอบ หลักของการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ว่าควรประกอบไปด้วย การเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ท้องถิ่น การศึกษา

ปรากฏการณ์ธรรมชาติในท้องถิ่น การมีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ปัญหาในชุมชน และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชน

Johnson (2010) ได้ให้คำจำกัดความคำว่า "สถานที่" ไม่ใช่เพียงพื้นที่ว่าง แต่เป็นพื้นที่ที่รวบรวมเรื่องราว ประวัติศาสตร์ และองค์ความรู้ การเรียนรู้แบบอิงสถานที่จึงเป็นแนวทางที่ตอบโจทย์การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้พื้นที่และชุมชนของนักเรียนเป็นฐาน เพื่อสร้างความหมายและคุณค่าของความรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง แนวคิดนี้สอดคล้องกับการศึกษาเพื่อความยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ เช่น Next Generation Science Standards (NGSS) ที่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลจริงและการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ (Vander Ark et al., 2020)

### กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์พลเมือง: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ

วิทยาศาสตร์พลเมือง (Citizen Science) เป็นแนวทางการวิจัยที่เปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมาย ไปจนถึงการเผยแพร่ผลการวิจัย Bonney et al. (2009) ชี้ให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์พลเมืองมีบทบาทสองมิติที่สำคัญ คือ 1) การเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่นักวิทยาศาสตร์เพียงกลุ่มเดียวไม่สามารถดำเนินการได้ 2) การเป็นกลไกสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่ประชาชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (participatory learning) ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ร่วมกับชุมชนนักวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลและอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ขยายขอบเขตและประสิทธิภาพของวิทยาศาสตร์พลเมืองอย่างมีนัยสำคัญ Zimmerman และ Land (2014) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ในสภาพแวดล้อมนอกห้องเรียน โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อม เชื่อมโยงกับแนวคิดทางนิเวศวิทยา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิต และพบว่าเทคโนโลยีไม่เพียงแต่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล แต่ยังเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ในพื้นที่จริงให้มีความลึกซึ้งยิ่งขึ้นผ่านการใช้ระบบระบุตำแหน่งภูมิศาสตร์ (GPS) การถ่ายภาพดิจิทัล และการเข้าถึงข้อมูลออนไลน์แบบทันที ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตในพื้นที่จริงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีและการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมจริงจึงเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างห้องเรียนกับพื้นที่จริง เพื่อส่งเสริมความเป็นนักวิทยาศาสตร์พลเมืองของนักเรียนผ่านการมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ใหม่

iNaturalist ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2008 ภายใต้การดำเนินงานของ California Academy of Sciences และ National Geographic Society ในปัจจุบันมีฐานผู้ใช้งานหลายล้านคนทั่วโลกและมีข้อมูลการสังเกตสิ่งมีชีวิตมากกว่า 100 ล้านรายการ (iNaturalist, n.d.) กลไกการทำงานของ iNaturalist ประกอบด้วยสามองค์ประกอบหลักที่ทำงานประสานกัน ได้แก่ (1) การบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้งานผ่านการถ่ายภาพหรือบันทึกเสียงของสิ่งมีชีวิต พร้อมระบุตำแหน่งภูมิศาสตร์และเวลาที่พบ (2) ระบบปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยแนะนำการระบุชนิดพันธุ์เบื้องต้น โดยอาศัยการเรียนรู้จากฐานข้อมูลภาพและเสียงขนาดใหญ่ และ (3) กระบวนการตรวจสอบและยืนยันโดยชุมชนผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ เมื่อมีผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อยสองคนเห็นพ้องต้องกันในการระบุชนิด ข้อมูลการสังเกตนั้นจะได้รับสถานะ "Research Grade" และถูกส่งต่อไปยังฐานข้อมูลชีววิทยาระดับโลกอย่าง Global Biodiversity Information Facility (GBIF) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญสำหรับการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์

ความสำคัญของ iNaturalist จึงไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการเป็นเครื่องมือระบุชนิดพันธุ์ แต่รวมถึงการเป็นสะพานเชื่อมระหว่างประชาชนทั่วไปกับชุมชนนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ข้อมูลที่ประชาชนเก็บรวบรวมมีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยและการกำหนดนโยบายการอนุรักษ์ได้จริง Unger et al. (2021) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ iNaturalist ในการระบุสิ่งมีชีวิตในกิจกรรมกลางแจ้ง และพบว่าแพลตฟอร์มนี้เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงในการระบุชนิดพันธุ์ โดยเฉพาะเมื่อตัวอย่างภาพมีคุณภาพดีและมีลักษณะเฉพาะที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดในกรณีที่ภาพไม่ชัดเจนหรือสิ่งมีชีวิตมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ซึ่งต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญในการยืนยัน

### การประยุกต์ใช้ iNaturalist ในบริบทการศึกษา

การวิจัยทางการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในหลายมิติของการประยุกต์ใช้ iNaturalist มาใช้ในการจัดการศึกษาที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน Unger et al. (2021) ได้ศึกษาผลของการใช้ iNaturalist ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชันในการสำรวจและบันทึกสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ต่าง ๆ รอบโรงเรียน และพบว่าแพลตฟอร์มนี้ช่วยเพิ่มความรู้ด้านชีววิทยา พัฒนาทักษะการสังเกต และกระตุ้นความสนใจในธรรมชาติของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ การเรียนรู้ผ่าน iNaturalist ไม่ได้เป็นเพียงการท่องจำข้อเท็จจริง แต่เป็นกระบวนการสืบเสาะ (inquiry-based

learning) ที่นักเรียนต้องสังเกต ตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบ และแลกเปลี่ยนความรู้กับชุมชน Herodotou et al. (2020) ขยายความเข้าใจนี้ผ่านการศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาในสหราชอาณาจักร โดยให้นักเรียนใช้ iNaturalist ในการศึกษาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและการจำแนกประเภทสิ่งมีชีวิต ผ่านกิจกรรมการสำรวจพืชและสัตว์ในบริเวณสวนของโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ใช้ iNaturalist ในการสำรวจธรรมชาติในบริเวณโรงเรียนไม่เพียงแต่มีความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น และมีทักษะการระบุชนิดพันธุ์ที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่นักเรียนยังเริ่มมองเห็นคุณค่าของพื้นที่ที่เคยผ่านไปมาทุกวันในมุมมองใหม่ การเปลี่ยนแปลงนี้สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาของความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (environmental literacy) หรือความรอบรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นมากกว่าความรู้ แต่ยังรวมถึงทัศนคติ ค่านิยม และพฤติกรรมที่เอื้อต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

มิติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ Kendall Niemiller et al. (2021) นำ iNaturalist มาใช้ในโครงการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning) เพื่อแก้ปัญหาการขาดความตระหนักรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity blindness) โดยทำการศึกษาแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยที่ทำโครงการสำรวจความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ต่างๆ มีการบันทึกข้อมูลผ่าน iNaturalist และนำเสนอผลการค้นพบ ผลการวิจัยพบว่า การที่นักเรียนเห็นข้อมูลของตนเองได้รับการตรวจสอบ ยืนยัน และยกระดับเป็นข้อมูล "research grade" ที่มีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดแรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation) ที่แข็งแกร่ง นักเรียนรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ และมีส่วนสนับสนุนการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการสำรวจเพิ่มเติม นอกเวลาเรียน มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนและชุมชนออนไลน์ และเริ่มมีความใส่ใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ปรากฏการณ์นี้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (social learning theory) ที่เน้นความสำคัญของการมีส่วนร่วมในชุมชนแห่งการปฏิบัติ (community of practice) ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความรับผิดชอบ และจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ตลอดจนสร้างประโยชน์ต่อสังคมผ่านการมีส่วนร่วมในการสะสมฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่า

### iNaturalist กับการเรียนรู้เชิงข้อมูลและการเชื่อมโยงความรู้กับโลกจริง

Garner และ Rosenberg (2023) วิเคราะห์ว่าการนำเทคโนโลยีดิจิทัลอย่าง iNaturalist มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาอย่างมีความหมาย (meaningful learning) มากขึ้นในสองลักษณะสำคัญ คือ 1) นักเรียนได้เรียนรู้จากข้อมูลจริงในพื้นที่ของตนเอง (authentic data) ทำให้เห็นว่าความรู้ชีววิทยาไม่ได้จำกัดอยู่ในตำราหรือห้องเรียน แต่เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2) กระบวนการใช้ iNaturalist เอื้อต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านข้อมูล (data literacy) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ผ่านการให้นักเรียนฝึกการเก็บข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตีความข้อมูล และการใช้ข้อมูลในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

นอกจากนี้ iNaturalist ยังสนับสนุนการเชื่อมโยงความรู้ข้ามสาขา เนื่องจากนักเรียนไม่เพียงแต่เรียนรู้เกี่ยวกับการจำแนกชนิดพันธุ์ แต่ยังได้เข้าใจถึงแนวคิดทางนิเวศวิทยา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม รูปแบบการกระจายของสิ่งมีชีวิต และผลกระทบของฤดูกาลและภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ การเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ เข้าด้วยกันนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง (constructivism) ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจของตนเอง โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์เดิม

### ความผูกพันกับถิ่นที่อยู่และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม: ปัจจัยเกื้อหนุนต่อการจัดการการศึกษาเพื่อความยั่งยืน

ความผูกพันกับถิ่นที่อยู่เป็นแนวคิดสหวิทยาการที่นำมาใช้อธิบายความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างมนุษย์กับสถานที่ โดยไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการรับรู้ทางกายภาพ แต่รวมถึงมิติทางอารมณ์ จิตวิทยา สังคม และวัฒนธรรม Tuan (1977) นักภูมิศาสตร์มนุษย์ผู้วางรากฐานแนวคิดนี้ โดยอธิบายว่า ความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ เกิดจากการสะสมประสบการณ์และความทรงจำของบุคคลต่อสถานที่หนึ่ง ๆ ซึ่งเปลี่ยนพื้นที่ที่ไม่มีความหมาย (space) ให้กลายเป็นสถานที่ที่มีความหมายเฉพาะตัว (place) กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสถานที่อย่างต่อเนื่อง การสร้างความทรงจำที่เชื่อมโยงกับสถานที่ และการผูกโยงความหมายส่วนบุคคลและสังคมเข้ากับลักษณะทางกายภาพของสถานที่

Stedman (2002) ขยายความเข้าใจนี้โดยเสนอว่า ความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ ประกอบด้วยสามองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอย่างไม่อาจแยกขาด ได้แก่ (1) ความหมายของสถานที่ (Place Meaning) ซึ่งเป็นการให้คุณค่าและตีความเชิงสัญลักษณ์แก่สถานที่ ซึ่งสะท้อนความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมของบุคคลและกลุ่ม เช่น สนามหญ้าหน้าโรงเรียนอาจมีความหมายต่างกันไปสำหรับแต่ละคน สำหรับนักเรียนที่เคยฝึกซ้อมกีฬา สนามหญ้าแห่งนี้อาจหมายถึงสถานที่แห่งความทุ่มเทและความภาคภูมิใจ แต่สำหรับนักเรียนที่เคยมานั่งคุยกับเพื่อนในช่วงพักกลางวัน สนามหญ้าอาจหมายถึงสถานที่แห่งมิตรภาพและความผ่อนคลาย (2) การยึดติดกับสถานที่ (Place Attachment) ซึ่งเป็นความผูกพันทางอารมณ์และจิตใจที่บุคคลมีต่อสถานที่เฉพาะ เช่น นักเรียนที่เคยใช้เวลาสำรวจธรรมชาติในสวนหลังโรงเรียนอาจรู้สึกผูกพันกับสวนแห่งนี้อย่างลึกซึ้ง อาจรู้สึก

คิดถึงเมื่อจากไป มีความสุขเมื่อได้กลับมา และรู้สึกเสียใจหากสถานที่นั้นถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงไป และ (3) อัตลักษณ์ของสถานที่ (Place Identity) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์บุคคลที่เกิดจากการที่สถานที่นั้นมีส่วนกำหนดความเป็นตัวตน เช่น นักเรียนที่เติบโตมาในชุมชนริมทะเลและใช้เวลามากมายกับการสำรวจชายหาดและทะเล อาจมองตนเองว่าเป็น "คนทะเล" หรือ "คนชายฝั่ง" ซึ่งมีความเข้าใจและความผูกพันพิเศษกับระบบนิเวศทางทะเล ในทำนองเดียวกัน นักเรียนที่เติบโตในชุมชนเกษตรกรรมอาจมองตนเองว่าเป็น "คนชนบท" ที่เชื่อมโยงกับพื้นที่เกษตรและธรรมชาติ การแยกองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสถานที่อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น และชี้ให้เห็นว่าความผูกพันกับถิ่นที่อยู่เป็นปรากฏการณ์ที่มีหลายมิติและมีความซับซ้อนทั้งในระดับปัจเจกและสังคม

Scannell และ Gifford (2010) ได้พัฒนารอบแนวคิดที่ครอบคลุมยิ่งขึ้นด้วยแบบจำลองสามมิติของ Place Attachment (Three-Dimensional Framework) ที่อธิบายความผูกพันกับสถานที่อย่างเป็นระบบ มิติแรก คือมิติของบุคคล (Person) ซึ่งพิจารณาว่าความผูกพันเกิดขึ้นในระดับบุคคล (individual attachment) หรือระดับกลุ่ม (collective attachment) มิติที่สอง คือมิติของสถานที่ (Place) ที่วิเคราะห์ว่าความผูกพันเกิดจากลักษณะทางกายภาพของสถานที่ (physical attributes) หรือจากมิติทางสังคมและจิตวิทยา (social meanings) และมิติที่สาม คือมิติของกระบวนการทางจิตวิทยา (Psychological Process) ซึ่งประกอบด้วยสามองค์ประกอบย่อย ได้แก่ ด้านความรู้สึก (Affect) เป็นความผูกพันทางอารมณ์และความรักที่มีต่อสถานที่ ด้านความคิด (Cognition) เป็นความเชื่อ ความรู้ ความทรงจำ และความหมายที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ และด้านพฤติกรรม (Behavior) เป็นการแสดงออกผ่านการกระทำเพื่อรักษาหรือปรับปรุงสถานที่

### การพัฒนาความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ในเด็กและวัยรุ่น

การพัฒนาความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ในเด็กและเยาวชนเป็นกระบวนการสำคัญที่มีผลต่อทัศนคติและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว Chawla (1999) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมในวัยเด็กอย่างเป็นระบบ และพบว่าประสบการณ์โดยตรงในธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งใกล้บ้านหรือโรงเรียน เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการสร้างความผูกพันกับธรรมชาติและห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม เพราะเด็กสามารถเข้าถึงและสร้างความคุ้นเคยได้อย่างสม่ำเสมอ มีอิสระในการสำรวจและค้นพบด้วยตนเอง และนำไปสู่การสร้างความทรงจำส่วนตัวที่เชื่อมโยงกับสถานที่ งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าประสบการณ์ในวัยเด็กมีบทบาทสำคัญในการสร้างรากฐานของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติที่จะคงอยู่ไปตลอดชีวิต

สำหรับวัยรุ่น Erikson (1968) ได้อธิบายในมุมมองของทฤษฎีพัฒนาการทางจิตสังคมว่าวัยรุ่นเป็นช่วงของการค้นหาอัตลักษณ์ (identity formation) ซึ่งรวมถึงการสร้างการเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับสถานที่และสิ่งแวดล้อม การให้ประสบการณ์เชิงบวกกับธรรมชาติและชุมชนท้องถิ่นในวัยนี้จึงไม่เพียงแต่เป็นการสร้างความรู้และทักษะ แต่ยังเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างอัตลักษณ์ที่เชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถเป็นรากฐานสำหรับความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในอนาคต การบูรณาการแนวคิดการพัฒนาอัตลักษณ์ในวัยรุ่นกับการศึกษาสิ่งแวดล้อมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

### ความเชื่อมโยงระหว่างความผูกพันกับถิ่นที่อยู่กับพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความผูกพันกับสถานที่กับพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Kudryavtsev et al. (2012) ได้ทำการศึกษาเยาวชนในเขตเมืองและพบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความผูกพันกับสถานที่กับพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยอธิบายว่าความรู้สึกผูกพันกับสถานที่ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ (psychological ownership) และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (environmental stewardship) ต่อสถานที่นั้น เมื่อบุคคลรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของตนเอง พวกเขาจะมีแนวโน้มสูงที่จะแสดงพฤติกรรมดูแลและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสถานที่นั้น ผลการวิจัยนี้มีความสำคัญต่อการออกแบบโปรแกรมการศึกษาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในเขตเมืองที่เยาวชนอาจมีโอกาสนสัมผัสธรรมชาติน้อยกว่าในชนบท การสร้างโอกาสให้เยาวชนในเขตเมืองได้สร้างความผูกพันกับพื้นที่สีเขียวในชุมชนจึงเป็นกลยุทธ์สำคัญในการส่งเสริมพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมให้เกิดขึ้น

### ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Responsibility) หมายถึง ความรู้สึกรับผิดชอบต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่จะดำเนินการเพื่อแก้ไขหรือป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม โดย Hines et al. (1987) ได้เสนอแบบจำลองพฤติกรรมที่แสดงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Model of Responsible Environmental Behavior) ซึ่งอธิบายว่าพฤติกรรมที่แสดงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดจากปัจจัยหลายประการที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ได้แก่ (1) ความรู้เกี่ยวกับประเด็นสิ่งแวดล้อม (knowledge of issues) (2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การดำเนินการ (knowledge of action strategies) (3) ทักษะในการดำเนินการ (action skills) (4) ทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อม (attitudes) (5) ค่านิยมส่วนบุคคล (personal values) (6) ความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (locus of control) และ (7) ปัจจัยทางสถานการณ์ (situational factors) แบบจำลองนี้เน้นว่าความรู้เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการสร้างพฤติกรรม แต่ต้องมีการพัฒนาทักษะและสร้างแรงจูงใจควบคู่กันไปด้วย

Stern (2000) พัฒนาทฤษฎีค่านิยม-ความเชื่อ-บรรทัดฐาน (Value-Belief-Norm Theory: VBN Theory) ที่เชื่อมโยงค่านิยมส่วนบุคคลกับพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผ่านลำดับของความเชื่อและบรรทัดฐาน ทฤษฎีนี้อธิบายว่าพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมเริ่มต้นจากค่านิยมพื้นฐาน (biospheric, altruistic, และ egoistic values) ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเชื่อด้านสิ่งแวดล้อม 3 ประเภท ได้แก่ (1) ความเชื่อเกี่ยวกับมุมมองเชิงนิเวศ (ecological worldview) (2) ความตระหนักถึงผลที่ตามมา (awareness of consequences) และ (3) การระบุความรับผิดชอบส่วนบุคคล (ascription of responsibility) ความเชื่อเหล่านี้จะนำไปสู่บรรทัดฐานส่วนบุคคล (personal norms) ซึ่งเป็นความรู้สึกผูกพันทางศีลธรรมในการดำเนินการ และสุดท้ายจะแสดงออกเป็นพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทฤษฎี VBN มีความสำคัญในการอธิบายว่าเหตุใดบางคนจึงมีแรงจูงใจในการดำเนินการเพื่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนอื่น

Kollmuss และ Agyeman (2002) ชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่เรียกว่า "ช่องว่างระหว่างความรู้กับการปฏิบัติ" (Knowledge-Action Gap หรือ Value-Action Gap) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่บุคคลมีความรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่ไม่แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับความรู้นั้น ซึ่งอธิบายได้ว่าช่องว่างนี้เกิดจากปัจจัยหลายประการ รวมถึงอุปสรรคทางโครงสร้าง (structural barriers) เช่น ข้อจำกัดทางเศรษฐกิจและสังคม ปัจจัยทางจิตวิทยา เช่น ความรู้สึกว่าเป็นปัญหาใหญ่เกินกว่าที่ตนเองจะแก้ไขได้ และการขาดทักษะหรือโอกาสในการดำเนินการ การตระหนักถึงช่องว่างนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบโปรแกรมการศึกษาสิ่งแวดล้อม โดยไม่ควรเน้นเพียงการถ่ายทอดความรู้ แต่ต้องสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเห็นผลของการกระทำของตนเอง

### บทบาทของวิทยาศาสตร์พลเมืองในการสร้างความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

Ballard et al. (2017) ได้ทำการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับผลของการมีส่วนร่วมในโครงการวิทยาศาสตร์พลเมืองต่อการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เข้าร่วม พบว่าผู้เข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์พลเมืองมักจะพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสืบเสาะและวิเคราะห์ข้อมูล และทัศนคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่สำคัญคือการทบทวนนี้ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ด้านการเรียนรู้และพฤติกรรมมักจะชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อโครงการมีองค์ประกอบของการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา (action-oriented components) นั่นคือ เมื่อผู้เข้าร่วมไม่เพียงแต่เก็บข้อมูลแต่ยังได้นำข้อมูลที่เกิดขึ้นไปใช้ในการตัดสินใจหรือดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของตนเอง ข้อค้นพบนี้สนับสนุนแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต้องเชื่อมโยงกับการปฏิบัติจริงและการเห็นผลกระทบของการกระทำของตนเอง

#### การบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่

การนำ iNaturalist มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่สร้างโอกาสในการยกระดับประสิทธิภาพของทั้งสองแนวทาง โดยเทคโนโลยีของ iNaturalist จะช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ในพื้นที่จริง และส่วนการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ช่วยให้การใช้เทคโนโลยีมีความหมายต่อท้องถิ่นและสร้างบริบททางสังคมวัฒนธรรม การใช้เทคโนโลยีจึงไม่ใช่เพียงเครื่องมือทางเทคนิค แต่เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างความเข้าใจและความผูกพันกับสถานที่ที่การบูรณาการนี้สามารถแบ่งออกเป็นสามมิติหลัก ดังนี้

#### มิติของกระบวนการเรียนรู้

การใช้ iNaturalist ในบริบทของการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่เริ่มต้นจากการกำหนดพื้นที่ศึกษาที่มีความหมายต่อนักเรียน อาจเป็นบริเวณโรงเรียน สวนสาธารณะใกล้บ้าน ชุมชน หรือแหล่งธรรมชาติในท้องถิ่น โดยให้นักเรียนออกสำรวจและบันทึกสิ่งมีชีวิตที่พบผ่าน iNaturalist เป็นการส่งเสริมทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม และความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว กระบวนการระบุชนิดบน iNaturalist ที่มีการมีส่วนร่วมของชุมชนนักธรรมชาติวิทยาทั่วโลกช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญและเห็นคุณค่าของความรู้ท้องถิ่นที่สามารถมีส่วนร่วมในวงการวิทยาศาสตร์สากล

#### มิติของความรู้ที่ผูกพันกับถิ่นที่อยู่

การใช้ iNaturalist เป็นเครื่องมือในการสำรวจและบันทึกความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นช่วยให้นักเรียนค้นพบความงามและความหลากหลายของธรรมชาติที่อาจมองข้ามไปในชีวิตประจำวัน การกลับมาสำรวจพื้นที่เดิมซ้ำ ๆ ในเวลาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล วงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ ประสบการณ์เหล่านี้สร้างความผูกพันทางอารมณ์กับสถานที่ นำไปสู่ทัศนคติและพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การสร้างโครงการหรือคอลเล็กชันบน iNaturalist สำหรับพื้นที่เฉพาะ เช่น "ความหลากหลายทางชีวภาพของโรงเรียนเรา" หรือ "สิ่งมีชีวิตในชุมชน" ช่วยสร้างความรู้ที่เป็นเจ้าของและภาคภูมิใจในท้องถิ่น

#### มิติของความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นของตนผ่าน iNaturalist และ Place-Based Learning พวกเขาจะเริ่มตระหนักถึงภัยคุกคามและปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เช่น การสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย มลพิษ

หรือสายพันธุ์รุกราน ความตระหนักนี้สามารถนำไปสู่การริเริ่มโครงการอนุรักษ์หรือการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ ช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้กับการปฏิบัติผ่านการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเห็นผลกระทบจากการกระทำของตนเอง

## กรอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ร่วมกับ iNaturalist

จากการสังเคราะห์งานวิจัยของ Gruenewald (2003), Johnson (2010), Zimmerman และ Land (2014), Unger et al. (2021), Kendall Niemiller et al. (2021) และ Garner และ Rosenberg (2023) สามารถสรุปกรอบการจัดการเรียนรู้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. การกำหนดบริบทและโจทย์การเรียนรู้ (Contextualizing & Problem Posing)

การเรียนรู้เชิงสถานที่ต้องเริ่มจากการตระหนักถึงความหมายของ "สถานที่" ในเชิงวัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม (Gruenewald, 2003; Johnson, 2010) ครูจึงควรสร้างโจทย์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับปัญหาหรือประเด็นในท้องถิ่น เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพรอบโรงเรียน หรือผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม การกำหนดบริบทที่ชัดเจนช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับชีวิตจริง

### 2. การเตรียมความพร้อมและฝึกใช้เครื่องมือ (Preparation & Tool Orientation)

ก่อนการลงพื้นที่ นักเรียนควรได้รับการแนะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ควบคู่กับการฝึกใช้ iNaturalist เช่น วิธีถ่ายภาพสิ่งมีชีวิต การอัปโหลดข้อมูล และการใช้ระบบยืนยันชนิด Unger et al. (2021) พบว่าการให้ผู้เรียนทดลองใช้แอปพลิเคชันก่อนการสำรวจจริงช่วยเพิ่มความมั่นใจและลดอุปสรรคทางเทคนิค ขณะเดียวกัน Garner และ Rosenberg (2023) แนะนำให้ครูออกแบบโครงการขนาดเล็ก ๆ บริเวณโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจทั้งการใช้แอปและเป้าหมายของการเก็บข้อมูล

### 3. การลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูล (Field Exploration & Data Collection)

ขั้นตอนนี้เป็นหัวใจของการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนออกไปสำรวจสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ที่เลือก เช่น บริเวณโรงเรียน ชุมชน หรือสวนสาธารณะ Zimmerman และ Land (2014) เน้นว่าการใช้เทคโนโลยีเคลื่อนที่ที่มีระบบระบุตำแหน่ง (location awareness) ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและสอดคล้องกับบริบทจริง ขณะเดียวกัน Unger et al. (2021) แสดงให้เห็นว่า iNaturalist มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยนักเรียนจำแนกสิ่งมีชีวิตได้อย่างถูกต้องเมื่อตัวอย่างภาพมีคุณภาพดี

### 4. การตรวจสอบ ยืนยัน และแลกเปลี่ยนความรู้ (Verification & Knowledge Exchange)

ข้อมูลที่นักเรียนบันทึกจะถูกตรวจสอบด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์และการมีส่วนร่วมของชุมชนผู้ใช้ ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (collaborative learning) Niemiller et al. (2021) ชี้ว่าการที่นักเรียนเห็นข้อมูลของตนเองได้รับการยืนยันและเข้าสู่ฐานข้อมูล "research grade" ช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและลดปัญหาความไม่ตระหนักด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

### 5. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล (Analysis & Synthesis)

หลังการเก็บข้อมูล นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ เช่น การคำนวณความถี่ของชนิดสิ่งมีชีวิต การเปรียบเทียบพื้นที่ต่าง ๆ ในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพ การระบุชนิดสิ่งมีชีวิตที่พบบ่อย หรือสิ่งมีชีวิตที่หายาก หรือการสร้างกราฟและแผนที่ความหลากหลาย การจัดกระทำข้อมูลเหล่านี้สัมพันธ์กับ Garner และ Rosenberg (2023) ที่ชี้ว่า iNaturalist เอื้อต่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงข้อมูล (data literacy) ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตีความและเชื่อมโยงกับแนวคิดทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพรวมและรูปแบบของความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นของตน

### 6. การสะท้อนคิดและการลงมือเพื่อสังคม (Reflection & Action for Place)

การสะท้อนคิด (reflection) คือขั้นตอนสุดท้ายที่เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และความหมายต่อพื้นที่ของตนเอง Gruenewald (2003) เสนอว่าการเรียนรู้เชิงสถานที่ต้องเชื่อมโยงไปสู่การ กลับไปอาศัยอยู่ในพื้นที่อย่างเข้าใจและรับผิดชอบ (reinhabitation) ขณะที่ Johnson (2010) มองว่าการเรียนรู้ควรเป็นการ อ่านโลก เพื่อตีความปัญหาเชิงโครงสร้าง ซึ่งครูอาจให้นักเรียนจัดนิทรรศการ ผลิตสื่อ หรือเสนอโครงการอนุรักษ์ต่อชุมชน เป็นการเปลี่ยนการเรียนรู้ให้เกิดผลเชิงสังคม



## รูปแบบการสอนแบบ NATURE (Navigating and Analyzing Through Understanding, Reflection & Engagement)

จากการสังเคราะห์กรอบการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้เขียนได้ร่วมกันพัฒนาโมเดล NATURE สำหรับใช้เป็นกรอบการสอนที่บูรณาการงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ และการใช้ iNaturalist โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน สำรวจ-เรียนรู้-สะท้อนคิด-ลงมือเปลี่ยนแปลง โดยมีการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

### N – Nurture the Context (บ่มเพาะบริบท)

ครูกำหนดโจทย์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับปัญหาหรือประเด็นในท้องถิ่น เช่น ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ความหมายของ "สถานที่" ทั้งมิติสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และสังคม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gruenewald (2003) และ Johnson (2010) ที่เน้นการสร้างการเข้าใจเกี่ยวกับบริบทของสถานที่ก่อนการเรียนรู้ เช่น หากต้องการสอนหัวข้อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ครูอาจเริ่มด้วยการพานักเรียนเดินสำรวจเบื้องต้นรอบบริเวณโรงเรียน แบ่งกลุ่มสังเกตพื้นที่ต่าง ๆ เช่น บริเวณที่มีแสงแดดส่องผ่านตลอดวัน บริเวณร่มรื่น บริเวณชื้นแฉะ และบริเวณแห้งแล้ง จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่าพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้างในแต่ละพื้นที่ มีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ทำไม่ถึงเป็นเช่นนั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ครูอาจเชิญปราชญ์ชาวบ้านหรือผู้ดูแลสวนของโรงเรียนมาเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในอดีตถึงปัจจุบัน เช่น เคยมีต้นไม้อะไรมากมายไป หรือมีสัตว์ชนิดใดที่เพิ่มขึ้น เพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประวัติศาสตร์ของท้องถิ่นกับสภาพปัจจุบัน

### A – Align with Tools (เตรียมความพร้อมและเครื่องมือ)

ครูฝึกนักเรียนใช้ iNaturalist และอธิบายขั้นตอนการเก็บข้อมูล โดยครูอาจออกแบบโครงการเล็ก ๆ เพื่อฝึกการใช้เครื่องมือ เช่น สำรวจต้นไม้รอบโรงเรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือ สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Unger et al. (2021) และ Garner และ Rosenberg (2023) ที่เน้นความสำคัญของการทดลองใช้เครื่องมือก่อนการสำรวจจริง เพื่อ (1) ช่วยลดข้อผิดพลาดในการเก็บข้อมูล เช่น การถ่ายภาพที่ไม่ชัดเจน การระบุตำแหน่งที่คลาดเคลื่อน หรือการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน (2) เสริมสร้างความมั่นใจให้นักเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี ทำให้สามารถมีสมาธิกับการสังเกตสิ่งมีชีวิตจริง ๆ มากกว่าการกังวลเกี่ยวกับการใช้แอปพลิเคชันในขณะสำรวจพื้นที่ (3) ฝึกทักษะการสังเกตอย่างเป็นระบบ โดยการถ่ายภาพสิ่งมีชีวิตจากหลายมุม การจดบันทึกรายละเอียดลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต และ (4) เพิ่มการทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ เช่น อินเทอร์เน็ต GPS แบตเตอรี่ เพื่อแก้ไขปัญหาล่วงหน้าก่อนลงพื้นที่จริง เช่น ครูจัดกิจกรรม “วันนักสำรวจ” โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกพื้นที่เล็ก ๆ ในโรงเรียน เช่น แปลงดอกไม้ขนาด 2x2 เมตร และฝึกให้นักเรียนเข้าใจหลักการระบุชนิดเบื้องต้น เช่น สังเกตจากลักษณะใบ ดอก ผล และเรียนรู้ว่าข้อมูลใดสำคัญต่อการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยใช้เวลา 15 นาที ฝึกถ่ายภาพและอัปโหลดสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่พบ จากนั้นนำผลงานมาเปรียบเทียบกัน ในแง่มุมต่างๆ เช่น คุณภาพของภาพที่ถ่ายได้ ความสมบูรณ์ของข้อมูล และปัญหาที่พบในระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงและเรียนรู้จากข้อผิดพลาด

### T – Traverse the Place (ลงพื้นที่สำรวจ)

นักเรียนออกไปสำรวจสิ่งมีชีวิตในสถานที่จริง ใช้ iNaturalist บันทึกภาพ ระบุตำแหน่ง และอัปโหลดข้อมูล เสริมด้วยการบันทึกเชิงสังเกต เช่น บันทึกสภาพอากาศ สภาพพื้นที่ เพื่อสะท้อนแนวคิดของ Zimmerman และ Land (2014) เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเคลื่อนที่ที่มีระบบระบุตำแหน่งเพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล เช่น ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน มอบหมายพื้นที่สำรวจที่แตกต่างกันตามลักษณะสิ่งแวดล้อม เช่น กลุ่ม 1 สำรวจบริเวณสนามหญ้าโล่งแจ้ง (แสงแดดจัด ร้อน แห้ง) กลุ่ม 2 สำรวจใต้ร่มไม้ใหญ่ (ร่มเงา เย็น ชื้น) กลุ่ม 3 สำรวจบริเวณสระน้ำหรือแหล่งน้ำ (ชื้นมาก) และกลุ่ม 4 สำรวจบริเวณอาคารหรือกำแพง (แห้งมาก) ให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลในใบงานควบคู่ไปกับการใช้ iNaturalist โดยจดบันทึก (1) ปัจจัยแวดล้อม เช่น อุณหภูมิโดยประมาณ ระดับแสง ความชื้น (2) รายชื่อสิ่งมีชีวิตที่พบ พร้อมจำนวนโดยประมาณ (3) พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สังเกตได้ เช่น มดกำลังขนอาหาร ผีเสื้อมาหากินที่ดอกไม้ชนิดใด (4) ข้อสังเกตพิเศษเพิ่มเติม เช่น พบรอยกัดที่ใบไม้ รังนก ขี้สัตว์ เป็นต้น การจัดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้เห็นความแตกต่างของความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่ และเริ่มเชื่อมโยงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

### U – Understand through Verification (ทำความเข้าใจผ่านการตรวจสอบ)

นักเรียนตรวจสอบและยืนยันชนิดสิ่งมีชีวิตร่วมกับเครือข่ายผู้ใช้ iNaturalist ใช้การอภิปรายกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนข้อสังเกตและความถูกต้องของข้อมูล กระบวนการนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kendall Niemiller et al. (2021) ที่แสดงให้เห็นว่าการได้รับการยืนยันจากชุมชนช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและความเข้าใจในความหลากหลายทางชีวภาพ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น ครูจัดเวลาให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูลที่อัปโหลดไปเป็นเวลาต่อเนื่องกัน 2-3 วัน หลังจากนั้นจัดกิจกรรม แบ่งปันสิ่งที่ค้นพบ โดยให้แต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจ พร้อมอภิปรายเกี่ยวกับ (1) การได้รับการยืนยันชนิดจากชุมชนหรือไม่ พร้อม

อธิบายสาเหตุทั้งกลุ่มที่ได้รับการยืนยันและกลุ่มที่ไม่ได้รับการยืนยัน (2) ชื่อทางวิทยาศาสตร์และชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิตคืออะไร มีความหมายอย่างไร (3) สิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งที่พบบ่อยหรือหายาก พร้อมระบุพื้นที่พบ เพื่อเชื่อมโยงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น พบเฉพาะบริเวณใกล้แหล่งน้ำ หรือพบแมลงบางชนิดเฉพาะในพื้นที่แสงแดดจัด นอกจากนี้ ครูควรเน้นย้ำการเรียนรู้จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในชุมชน iNaturalist เช่น การปรับปรุงเทคนิคการถ่ายภาพ หรือการสังเกตจุดเด่นของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการสังเกตให้ละเอียดยิ่งขึ้น และสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการร่วมมือกันของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก

#### R – Reflect and Reconstruct (สะท้อนคิดและสังเคราะห์)

นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล เช่น สถิติความถี่ ความหลากหลาย การเปรียบเทียบพื้นที่ สร้างแผนภาพ แผนที่ หรือกราฟ เพื่อสังเคราะห์ความรู้ ครูส่งเสริมการสะท้อนคิดว่า "ข้อมูลที่ได้บอกอะไรเกี่ยวกับพื้นที่ของเรา" ขั้นตอนนี้อาจสอดคล้องกับแนวคิดของ Garner และ Rosenberg (2023) เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงข้อมูล เช่น นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดย (1) สร้างตารางเปรียบเทียบจำนวนชนิดและจำนวนตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่ เช่น พบพืช 15 ชนิด สัตว์ 8 ชนิด ในพื้นที่ร่มเงา เทียบกับพืช 5 ชนิด สัตว์ 12 ชนิด ในพื้นที่โล่งแจ้ง (2) สร้างกราฟแสดงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่ (3) วาดแผนที่โรงเรียนและใช้สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งที่พบสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจ จากนั้นให้นักเรียนอภิปราย ทำไมพื้นที่แต่ละแห่งจึงมีความหลากหลายต่างกัน ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เช่น แมลงหลายชนิดต้องการแสงแดดและดอกไม้ กบและหอยทากต้องการความชื้น เป็นต้น สิ่งที่น่าสนใจและที่น่าสับสนคือหากนักเรียนค้นพบพืชหรือสัตว์ที่หายาก ที่ไม่เคยพบในพื้นที่นั้นมาก่อน จะถือว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่ให้กับแวดวงวิทยาศาสตร์ได้จริง เสริมสร้างการเห็นคุณค่าของการเป็นนักวิทยาศาสตร์พลเมือง ตัวอย่าง ตัวอย่าง นักเรียนอาจพบนกอพยพชนิดหายากที่แวะพักผ่านโรงเรียนเพียงช่วงสั้น ๆ ในฤดูกาล หรือพบแมลงชนิดที่ไม่เคยมีการบันทึกในจังหวัดนั้นมาก่อน หรือแม้แต่การพบพืชพื้นเมืองที่หายากในเขตเมือง การค้นพบเหล่านี้จะถูกบันทึกลง iNaturalist และกลายเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิจัยทั่วโลกสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งสร้างความภาคภูมิใจและแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมาก เมื่อนักเรียนตระหนักว่าตนเองมีส่วนร่วมในการผลิตความรู้ทางวิทยาศาสตร์จริง ๆ ไม่ใช่แค่ผู้บริโภคความรู้เท่านั้น

#### E – Engage for Action (ลงมือเพื่อการเปลี่ยนแปลง)

นักเรียนเผยแพร่ผลการเรียนรู้ เช่น จัดนิทรรศการ เขียนรายงานวิจัยย่อ หรือรณรงค์ให้ชุมชน สร้างโครงการต่อยอด เช่น bioblitz หรือกิจกรรมอนุรักษ์ในท้องถิ่น สะท้อนถึงบทบาทตนเองในฐานะพลเมืองสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gruenewald (2003) และ Johnson (2010) เกี่ยวกับการเปลี่ยนการเรียนรู้ให้เกิดผลเชิงสังคมและการดำเนินการเพื่อสถานที่ เช่น จากผลการวิจัยที่พบว่าพื้นที่บางส่วนของโรงเรียนมีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ นักเรียนอาจออกแบบโครงการ "มูมชีวิต" เพื่อปรับปรุงพื้นที่ เช่น ปลูกริมพื้นที่หรือพืชดึงดูดแมลง สร้างแหล่งน้ำขนาดเล็ก หรือวางกระถางต้นไม้ในบริเวณที่แห้งแล้ง พร้อมติดตามผลว่าหลังจาก 1-2 เดือน พบสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นหรือไม่ หรืออาจให้นักเรียนจัดนิทรรศการความหลากหลายทางชีวภาพในโรงเรียน โดยนำแผนที่ กราฟ และภาพถ่ายมาจัดแสดง พร้อมเขียนป้ายแนะนำสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจในแต่ละจุดของโรงเรียน หรือสร้าง QR code ให้ผู้สนใจสแกนเพื่อดูข้อมูลใน iNaturalist ได้ทันที นอกจากนี้ นักเรียนอาจขยายผลไปสู่ชุมชนโดยจัดกิจกรรมการอนุรักษ์ร่วมกับองค์กรท้องถิ่น ในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยการประชาสัมพันธ์เชิญชวนประชาชนในชุมชนให้ร่วมกันสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน หรือจัดทำแผ่นพับคู่มือพืช-สัตว์ใกล้บ้าน แจกให้ชุมชนเพื่อสร้างการรับรู้และความห่วงใยในทรัพยากรท้องถิ่น หากพบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดใดลดจำนวนลง นักเรียนอาจเสนอมาตรการอนุรักษ์ เช่น การลดการใช้ยาฆ่าแมลง หรือการปล่อยไข่หอยทากสูงชันในบางพื้นที่เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของแมลง

โมเดล NATURE ที่ผู้เขียนพัฒนาขึ้นนี้บูรณาการหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ที่เน้นการเชื่อมโยงท้องถิ่นสู่โลก (local to global context) ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry learning) การคิดเชิงออกแบบ (design thinking) การใช้ชุมชนเป็นห้องเรียน (community as classroom) และการบูรณาการสหวิทยาการ (interdisciplinary approach) ตามกรอบแนวคิดของ Vander Ark et al. (2020) ทั้ง 6 ขั้นตอนของโมเดล NATURE ในกรอบกระบวนการเรียนรู้ C-P-F-V-A-R มีเจตนาเพื่อสะท้อนธรรมชาติของการเรียนรู้และการสร้างองค์ความรู้ในทุกชั้นอย่างเป็นระบบ โดยในขั้น Contextualizing (C) NATURE เชื่อมโยงกับบริบทและปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของชีวิตผู้เรียน ขั้น Problem-posing (P) สะท้อนการตั้งปัญหาที่งอกงามจากบริบทดังกล่าว มีปัญหาที่กำหนดขึ้นอย่างแยกส่วน ในขั้น Formulating ideas (F) NATURE สอดคล้องกับธรรมชาติขององค์ความรู้ซึ่งผู้เรียนต้องสร้างและจัดระบบผ่านการคิดและการให้เหตุผล ขั้น Verifying (V) สะท้อนธรรมชาติของการตรวจสอบความรู้ด้วยหลักฐานและเหตุผลเชิงวิพากษ์ ขณะที่ขั้น Applying (A) เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์จริง และขั้น Reflecting (R) เชื่อมโยงกับธรรมชาติของการเรียนรู้เชิงสะท้อนคิดซึ่งผู้เรียนทบทวนกระบวนการและความเข้าใจของตนเอง ดังนั้น NATURE จึงทำหน้าที่เป็นแนวคิดแกนที่เชื่อมโยงทุกขั้นของ C-P-F-V-A-R ให้สอดคล้องกับ

ธรรมชาติของโลกจริง องค์ความรู้ และการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยโมเดล NATURE เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความผูกพันกับถิ่นที่อยู่และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการสร้างความรู้ความผูกพันเชิงอารมณ์กับพื้นที่ เริ่มตั้งแต่ขั้น N – Nurture the Context A – Align with Tools และ T-**Traverse the Place** ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ สัมผัส สังเกตสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ของตนเองอย่างใกล้ชิด การได้พบเห็นความงาม ความหลากหลาย และความน่าอัศจรรย์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ใกล้ตัว จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึก "เห็นคุณค่า" และ "หวงแหน" สถานที่นั้น ๆ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการอนุรักษ์ที่ยั่งยืน การสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านขั้น U – Understand through Verification และ R – Reflect and Reconstruct ที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องพึ่งพาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างไร มีความสัมพันธ์ซับซ้อนกันอย่างไร และทำไมความหลากหลายทางชีวภาพจึงมีความสำคัญ ความเข้าใจเชิงระบบนี้ ช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าการกระทำของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศอย่างไร เป็นการพัฒนาจิตสำนึกพลเมืองสิ่งแวดล้อม และในขั้น E – **Engage for Action** เป็นขั้นที่นักเรียนเปลี่ยนจากผู้สังเกตการณ์เป็นผู้เปลี่ยนแปลง เมื่อนักเรียนได้ลงมือทำโครงการปรับปรุงพื้นที่ อนุรักษ์สร้างความรู้ หรือเสนอแนวทางการอนุรักษ์ พวกเขาจะตระหนักว่าตนเองมีอำนาจ และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ไม่ใช่เพียงผู้รับผลกระทบเท่านั้น การเชื่อมโยงท้องถิ่นสู่โลก การใช้ iNaturalist ทำให้นักเรียนเห็นว่าข้อมูลของตนเองก็มีคุณค่าต่อชุมชนนักวิทยาศาสตร์ระดับโลก และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอพยพของสัตว์ หรือการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทรูกราน การตระหนักนี้สร้างความภาคภูมิใจในตัวตนและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนโลก ที่ร่วมกันดูแลโลกใบนี้ การเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และได้ใช้ความรู้แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม ความรู้ที่ได้จะฝังลึกและติดตัวไปนาน ไม่ใช่แค่ท่องจำเพื่อสอบแล้วลืม นักเรียนจะนำทัศนคติและทักษะเหล่านี้ไปใช้ต่อในชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการเลือกซื้อสินค้า การออกเสียงในประเด็นสิ่งแวดล้อม หรือการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ชุมชน

ดังนั้น โมเดล NATURE จึงไม่ใช่เพียงกรอบการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เป็นกระบวนการหล่อหลอมพลเมืองที่มีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม มีความรัก ความผูกพัน และความรับผิดชอบต่อถิ่นที่อยู่ของตนเอง และพร้อมที่จะลงมือปกป้องและพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

## บทสรุป

การบูรณาการ iNaturalist ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่เป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาความผูกพันกับถิ่นที่อยู่และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยผสานจุดแข็งของเทคโนโลยีดิจิทัลและวิทยาศาสตร์พลเมืองเข้ากับการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชุมชนท้องถิ่นและประสบการณ์จริงในธรรมชาติ

จากการสังเคราะห์กรอบทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่เน้นการมีประสบการณ์ตรงและการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และค่านิยมกับบริบทท้องถิ่น ในหลากหลายมิติ (Gruenewald, 2003; Johnson, 2010; Smith & Sobel, 2010) ขณะที่เทคโนโลยีอย่าง iNaturalist ช่วยเสริมประสิทธิภาพของการเรียนรู้ผ่านการเก็บข้อมูลจริง การตรวจสอบความถูกต้อง และการเชื่อมโยงกับเครือข่ายวิทยาศาสตร์สากล (Unger et al., 2021; Garner & Rosenberg, 2023) ส่งเสริมให้เกิดความผูกพันกับถิ่นที่อยู่ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ตรงในธรรมชาติท้องถิ่น (Chawla, 1999; Scannell & Gifford, 2010) ทำให้เกิดความสัมพันธ์เชิงบวกและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Kudryavtsev et al., 2012) การบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้กับการปฏิบัติ (Kollmuss & Agyeman, 2002) ผ่านการให้โอกาสนักเรียนในลงมือปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและเห็นผลกระทบของการกระทำของตนเอง (Ballard et al., 2017)

โมเดล NATURE ที่ผู้เขียนพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นกรอบการสอนที่ครอบคลุมทั้ง 6 ขั้นตอน ตั้งแต่การบ่มเพาะบริบท การเตรียมความพร้อม การลงพื้นที่สำรวจ การตรวจสอบและแลกเปลี่ยนความรู้ การสะท้อนคิดและสังเคราะห์ ไปจนถึงการลงมือเพื่อการเปลี่ยนแปลง จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถนำแนวทางการบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

สำหรับนักเรียนซึ่งอยู่ในช่วงวัยที่สำคัญของการพัฒนาอัตลักษณ์และระบบค่านิยม (Erikson, 1968) การมีประสบการณ์เชิงบวกกับธรรมชาติและชุมชนท้องถิ่นสามารถสร้างรากฐานความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนตลอดชีวิต การพัฒนาอัตลักษณ์ทางนิเวศในวัยนี้ไม่เพียงแต่มีประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเองในแง่ของการพัฒนาทักษะและความรู้ แต่ยังเป็นการลงทุนในอนาคตของสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในบริบทของวิกฤตสิ่งแวดล้อมที่โลกกำลังเผชิญอยู่ การบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals - SDGs) ขององค์การสหประชาชาติหลายเป้าหมายที่โลกกำลังให้ความสำคัญ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 4 การศึกษาที่มีคุณภาพ ผ่านการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการรู้เท่าทันข้อมูล รวมถึงการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและวิถีชีวิตที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผ่านการสร้างความรู้ความตระหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น การเก็บ

ข้อมูลการอพยพของสัตว์ การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลของพืช ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการติดตามผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายที่ 15 ชีวิตบนบก ผ่านการส่งเสริมการอนุรักษ์ พันธุ์ และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจากระบบนิเวศบนบก การจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน การต่อต้านการทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้ iNaturalist ช่วยสร้างฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนอนุรักษ์ เป้าหมายที่ 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities) ผ่านการส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนและพัฒนาพื้นที่สีเขียวในชุมชน การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในเขตเมืองช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาพื้นที่สีเขียวและการออกแบบเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป้าหมายที่ 17 ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Partnerships for the Goals) ผ่านการสร้างความร่วมมือระหว่างโรงเรียน ชุมชน และเครือข่ายนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก การแบ่งปันข้อมูลและความรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป้าหมายร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การเชื่อมโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกับรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนระดับโลกนี้ ช่วยให้นักเรียนเห็นว่าการกระทำของตนในท้องถิ่นมีความหมายและมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในระดับโลก สร้างความภาคภูมิใจและแรงจูงใจในการเป็นพลเมืองโลกที่มีความรับผิดชอบ

การศึกษาเพื่อความยั่งยืนต้องการมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ จำเป็นต้องสร้างความเชื่อมโยง สร้างความผูกพัน และเสริมสร้างความรู้สึกว่าตนเองมีบทบาทและความรับผิดชอบต่อโลกรอบตัว การบูรณาการ iNaturalist กับการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่เป็นหนึ่งในแนวทางที่มีศักยภาพในการบรรลุเป้าหมายเหล่านี้ โดยเฉพาะในระดับท้องถิ่นซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืน

## References

- Ardoin, N. M. (2006). Toward an interdisciplinary understanding of place: Lessons for environmental education. *Canadian Journal of Environmental Education*, 11(1), 112–126.
- Aristeidou, M., & Herodotou, C. (2020). Online citizen science: A systematic review of effects on learning and scientific literacy. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1), Article 11, 1–12. <https://doi.org/10.5334/cstp.224>
- Ballard, H. L., Dixon, C. G., & Harris, E. M. (2017). Youth-focused citizen science: Examining the role of environmental science learning and agency for conservation. *Biological Conservation*, 208, 65–75.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W. H. Freeman.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984.
- Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *Journal of Environmental Education*, 31(1), 15–26.
- Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452.
- Dean, A. J., Church, E. K., Loder, J., Fielding, K. S., & Wilson, K. A. (2018). How do marine and coastal citizen science experiences foster environmental engagement? *Journal of Environmental Management*, 213, 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.080>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Erikson, E. H. (1968). Identity: Youth and crisis. Norton.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Garner, A. V., & Rosenberg, J. (2023). Utilizing iNaturalist to support place-based learning and data analysis. *Science Scope*, 46(7), 54–60.

- Gruenewald, D. A. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational Researcher*, 32(4), 3–12.
- Handal, B., Campbell, C., & Cavanagh, M. (2013). Pre-service teachers' beliefs about teaching with technology: Resolving the transformative paradox. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2), 168–185.
- Handelson, L., & Malone, B. (2017). The active learning movement: A systematic literature review. *Handbook of research on active learning* (pp. 78–95). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0842-9.ch005>
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Miller, G., Ballard, H., & Robinson, L. (2020). What do we know about young people's participation in citizen science? A systematic review. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1), Article 2, 1–13. <https://doi.org/10.5334/cstp.283>
- Hines, J. M., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N. (1987). Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00958964.1987.9943482>
- Johnson, J. T. (2010). Place-based learning and knowing: Critical pedagogies grounded in indigeneity. *GeoJournal*, 77(6), 829–836.
- Kang, J., & Keinonen, H. (2017). The effect of student-centered approaches on students' interest levels in science learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5147–5168. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00828a>
- Kiran, D., & Sungur, S. (2012). Middle school students' science self-efficacy and its sources: Implications for science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 21(5), 619–625. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9363-y>
- Kendall, D., Davis, M. A., & Niemiller, M. L. (2021). Addressing biodiversity naivety through project-based learning using iNaturalist. *Journal for Nature Conservation*, 64, 126070. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126070>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Kudryavtsev, A., Stedman, R. C., & Krasny, M. E. (2012). Sense of place in environmental education. *Environmental Education Research*, 18(2), 229–250. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.609615>
- Manzo, L. C., & Devine-Wright, P. (2014). *Place attachment: Advances in theory, methods and applications*. Routledge.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. King's College London.
- Otto, S., & Pensini, P. (2017). Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.009>
- Partnership for 21st Century Learning. (2018). *Framework for 21st century learning*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources/>
- Pimsarn, P., & Tuntiwongwanich, S. (2015). Barriers to implementing active learning in biology teaching: Teachers' perspectives in Thailand. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(1), 1–21.
- Powers, A. L. (2004). An evaluation of four place-based education programs. *Journal of Environmental Education*, 35(4), 17–32. <https://doi.org/10.3200/JOEE.35.4.17-32>

- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mansor, A. N., Zaini, A. Z., & Deniz, H. (2013). Problem-based learning in technology education. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 102, 406–416.
- Scannell, L., & Gifford, R. (2010). Defining place attachment: A tripartite organizing framework. **Journal of Environmental Psychology**, 30(1), 1–10.
- Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human–nature relations. In P. Schmuck & W. P. Schultz (Eds.), **Psychology of sustainable development** (pp. 61–78). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0_4)
- Semken, S., & Freeman, C. B. (2008). Sense of place in the practice and assessment of place-based science teaching. **Science Education**, 92(6), 1042–1057.
- Smith, G. A., & Sobel, D. (2010). Place and community-based education in schools. Routledge.
- Sobel, D. (2004). Place-based education: Connecting classrooms & communities. Orion Society.
- Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. (2000). A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. **Human Ecology Review**, 6(2), 81–97.
- Unger, S., Pörn, M., & Hoffmann, A. (2021). Performance and limitations of AI-based image recognition software for smartphone-supported species identification: The case study of iNaturalist. **Frontiers in Artificial Intelligence**, 4, 621283.
- Unger, S., Rollins, M., Tietz, A., & Dumais, H. (2021). iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. **Journal of Biological Education**, 55(5), 537–547.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>
- Zimmerman, H. T., & Land, S. M. (2014). Facilitating place-based learning in outdoor informal environments with mobile computers. **TechTrends**, 58(1), 77–83. <https://doi.org/10.1007/s11528-013-0724-3>