

Research Article

A SYSTEMATIC REVIEW OF INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY FOR DEVELOPING  
SPATIAL ABILITY OF SECONDARY EDUCATION

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน  
ที่ส่งเสริมความสามารถทางมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา

Received: November 2, 2024

Revised: December 13, 2024

Accepted: December 18, 2024

Suphaluk Seekhao<sup>1\*</sup> and Praweenya Suwannathachote<sup>2</sup>  
สุภลักษณ์ สีขาว<sup>1\*</sup> และปราวีณยา สุวรรณัฐโชติ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Faculty of Education, Chulalongkorn University

<sup>1,2</sup>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\* Corresponding Author, E-mail: 6580166027@student.chula.ac.th

**Abstract**

This study is a systematic literature review. The objectives are 1) to systematically review Instructional technology that promote spatial abilities of secondary school students, and 2) to study the trends in the application of Instructional technologies and patterns of technology use to promote spatial abilities or other skills. In this systematic literature review, the sample group is foreign research studies on Instructional technologies and patterns of technology use to promote spatial abilities of secondary school students. The selection of research published in English for the past 5 years, from 2019 to 2023, totaling 18 studies. The data collection tool is a synthetic form created from the literature review. In conclusion, trends of Instructional technology during from 2019-2023 are 6 types of technologies that have been used to improve and develop spatial abilities almost focuses on developing technologies that can help learners change the perspective from 2D and 3D because if learners can remember the rotation image and repeated practice will result in learners becoming more proficient and agile.

**Keywords:** Spatial Abilities, Secondary School Students, Educational Technology

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อทบทวนและศึกษาการใช้อย่างเป็นระบบเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 2) เพื่อศึกษาแนวโน้มของการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนรวบรวมและจัดหมวดหมู่ให้กับเทคโนโลยีการศึกษาที่นำมาใช้ในการศึกษาปรับปรุงหรือส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบนี้ กลุ่มตัวอย่าง คือ งานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีและรูปแบบการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยคัดเลือกงานวิจัยที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษระยะเวลาอย่างน้อย 5 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023) จำนวน 18 เรื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสังเคราะห์ที่สร้างสรรค์ขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม ผลการสังเคราะห์งานวิจัย พบว่า แนวโน้มของการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ช่วงปี 2019-2023 มี 6 ประเภทเทคโนโลยีที่นำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยเน้นไปที่การพัฒนาเทคโนโลยีที่จะช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนมุมมองจาก 2 มิติเป็น 3 มิติได้ เพราะหากผู้เรียนจำภาพการหมุนได้และฝึกฝนซ้ำๆ กันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถและคล่องตัวมากขึ้น

**คำสำคัญ:** ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นักเรียนมัธยมศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา

## บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นทักษะหนึ่งในทักษะแห่งอนาคตที่จำเป็นของประชากรไทย คือการมีความสามารถที่สำคัญของพลเมืองไทยทุกช่วงวัยที่จำเป็นต้องมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อบุคคลได้เติบโตขึ้นจนถึงวัยที่จะต้องเลือกอาชีพและ ความถนัดของตนเองโดยเฉพาะในผู้เรียนระดับปริญญาบัณฑิต ที่จำเป็นต้องมีเชี่ยวชาญเฉพาะ ด้านในสาขาวิชาชีพที่ตนเองเลือกโดยเฉพาะอาชีพที่มีความจำเป็นต้องใช้ปัญญาเฉพาะด้านอย่างเช่น แพทย์ ทันตแพทย์ วิศวกร สถาปนิก หรือนักออกแบบ เป็นต้น ซึ่งผู้ที่ประกอบอาชีพเหล่านี้ได้จำเป็นต้องมี สติปัญญาด้านการมองเห็นหรือมิติสัมพันธ์ สอดคล้องกับ Phornphanom and Sukulphon (2017) กล่าวถึง Hill et al. (2010) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่ใช่สิ่งที่มีมาตั้งแต่กำเนิดแต่สามารถพัฒนาได้เช่นเดียวกับความสามารถอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ทำให้นักวิจัยหลายๆท่านจึงมีความสนใจและให้ความสำคัญ ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยเฉพาะในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งอยู่ในช่วงของการเลือกสาขาการเรียนเพื่อไปประกอบวิชาชีพดังกล่าว

Gardner (as cited in Phanaporn, 2012) กล่าวถึงความฉลาดทางปัญญาว่าเป็นความฉลาดที่วัดด้วยแบบทดสอบเกี่ยวกับไหวพริบและความสามารถในการแก้ไขปัญหาด้านตรรกะ ตัวเลข ความจำ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ Gardner พบว่าความฉลาดหลากหลายด้านของมนุษย์รวมเรียกว่า พหุปัญญา (Multiple Intelligence) และหนึ่งในทักษะดังกล่าวคือทักษะด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) ถือเป็นทักษะสำคัญในการสร้างภาพให้เกิดขึ้นในสมองและจินตนาการออก มาได้อย่างมีความคิดสร้างสรรค์

การเสริมสร้างทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นต้องพัฒนาทั้งระบบ เพื่อให้ นักเรียนทุกระดับชั้นได้ปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเตรียมพร้อมที่จะท้าทายจากกระแสโลก ปัจจัยที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและความท้าทายคือคุณภาพของคนในปัจจุบันมีปัจจัยภายในและภายนอกหลายประการที่ทำให้การประกันคุณภาพการศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องเร่งดำเนินการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะสะท้อนถึงคุณภาพและ ประสิทธิภาพของโรงเรียนและสถาบันการศึกษาต่างๆต้องมีการปรับตัวและการปรับเปลี่ยนวิธีการพัฒนาให้เหมาะสมกับยุคสมัยและสภาพการณ์ที่เปลี่ยนไป เพื่อพัฒนาและยกระดับคุณภาพการศึกษา การพัฒนานักเรียนนักศึกษาหรือการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ใน

ศตวรรษที่ 21 โดยใช้กระบวนการแบบเดิมที่ เน้นเฉพาะวิชาความรู้ไม่ได้ เพราะนอกจากการมีความรู้ในวิชาหลักแล้ว (Core Subjects) ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ทักษะ การสร้างนวัตกรรมใหม่ (Learning and Innovation Skills) หมั่นฝึกฝน พัฒนาตัวเองเรียน ให้เกิดทักษะ เรียนโดยการปฏิบัติ (Learning By Doing) การคิดวิเคราะห์เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา มีความ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะ ในการสื่อสาร และทักษะแห่งความร่วมมือ หรือเรียกง่ายๆ ว่า 4 C คือ Communication, Collaboration, Creativity และ Critical Thinking และที่ขาดไม่ได้คือ ทักษะด้าน สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งการนำมาซึ่งทักษะเหล่านี้ ได้มีการบรรจุข้อสอบตามฐานสมรรถนะในการศึกษานี้มุ่งเน้น สมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical & Logical Thinking) จากสมรรถนะดังกล่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาระดับอุดมศึกษา แต่การพัฒนาและปรับปรุง ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรมีการพัฒนาที่ต้องมีการเรียนรู้ทุกระดับ ดังนั้นเทคโนโลยีทางการศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญและ จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะมิติสัมพันธ์ผู้เรียน ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมให้เกิดบรรยากาศของการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะมีอิสระ มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีเป้าหมายในการเรียนและความตั้งใจที่ชัดเจน การที่ผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ด้วย ตนเองตามหลักของการศึกษาไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนเป็นอิสระจากทุกสิ่งทุกอย่าง แต่หมายถึงผู้เรียนได้รับคำแนะนำ การชี้แนะ กระตุ้นให้รับรู้ถึงความสำคัญ คุณค่า และความหมายของสิ่งที่จะเรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น จากข้อมูล ทางการศึกษาการใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนสามารถปรับปรุงความสนใจของนักเรียนและการมีส่วนร่วมกับเนื้อหาที่พวกเขา กำลัง เรียนรู้ได้ (Guntur et al., 2020)

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุง พัฒนาและออกแบบ สื่อเทคโนโลยีทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และจะเป็น ประโยชน์ ในการนำมาออกแบบเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนอย่างมากที่สุด ตลอดจนศึกษาแนวโน้ม ของสื่อเทคโนโลยี ที่จะนำมาประยุกต์ปรับใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป (Phanaporn, 2012; Rafael, 2018)

### วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อทบทวนและศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่นำมาปรับปรุงหรือส่งเสริม ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาแนวโน้มของการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน รวบรวมและจัดหมวดหมู่ให้กับเทคโนโลยี การศึกษาที่นำมาใช้ในการศึกษาปรับปรุงหรือส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

### คำถามวิจัย (Research Questions)

1. จากการทบทวนวรรณกรรมมีการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนใดบ้างมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถ ด้านมิติสัมพันธ์
2. ศึกษาผลของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นอย่างไร
3. แนวโน้มของการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนมาประยุกต์ใช้และส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาในอนาคต

## วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยีการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยคัดเลือกงานวิจัยตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษ ระยะเวลาย้อนหลัง 5 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023) มีขั้นตอนการคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบนี้กลุ่มตัวอย่าง คือ งานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี การศึกษาที่ส่งเสริมต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ดังนี้

1.1 ประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวนผลงานที่นำมาใช้ในการศึกษา จำนวน 18 ผลงาน

1.2 ตัวแปรต้น คือ วรรณกรรมเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1.3 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1.4 รายงานที่ตีพิมพ์เป็นฉบับภาษาอังกฤษและเป็นการวิจัยในระหว่าง ปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023)

1.5 มีการนำมาอ้างอิงในงานอื่นๆ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล แบบสังเคราะห์เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยสภาพทั่วไปของข้อมูลการวิจัย ได้แก่ ชื่อผู้แต่ง วารสาร ปีที่ตีพิมพ์ กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ วิธีการวิจัย ตลอดจนเครื่องมือในการวิจัย ด้วยวิธีการสืบค้นดังนี้

2.1 กำหนดคำสำคัญ (Keywords) เช่น Spatial Abilities, Secondary School Students, Mathematics, Educational Technology

2.2 สืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Searching) จากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์หรือฐานข้อมูลสืบค้นออนไลน์สากล

2.3 คัดเลือกงานวิจัยตามเกณฑ์ที่กำหนดใน (ข้อ 2.1) จากชื่อเรื่องบทคัดย่อ ผลการวิจัยและนำเสนอแก่อาจารย์ที่ปรึกษา

2.4 ประเมินคุณภาพงานวิจัย โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจทาน

### ขั้นตอนและกระบวนการสืบค้น (Method)

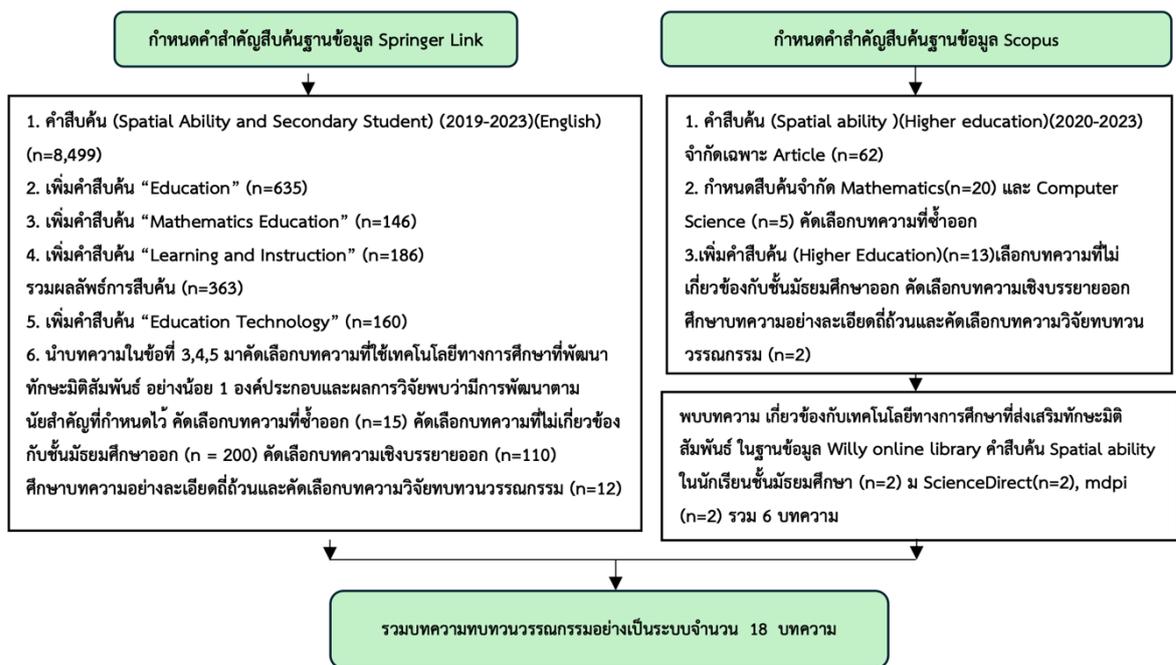
การสืบค้นงานวิจัยจากฐานข้อมูลของมหาวิทยาลัยต่างๆ ทั้งต่างประเทศและฐานข้อมูลสากลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี การศึกษาที่ส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระยะเวลาย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023) ที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษมีจำนวนจาก ฐานข้อมูล Springer Link ใช้คำสืบค้น (Spatial Ability and Secondary Student) (2019-2023) (English) (n = 8,499) เพิ่มคำสืบค้น “Education” (n = 635) เพิ่มคำสืบค้น “Mathematics Education” (n = 146) เพิ่มคำสืบค้น “Learning and Instruction” (n = 186) เพิ่มคำสืบค้น “Education Technology” (n = 160) รวมผลลัพธ์การสืบค้น (n = 363) นำบทความมาคัดเลือกบทความที่ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่พัฒนาทักษะมิติสัมพันธ์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบและผลการวิจัยพบว่ามีการพัฒนาตามนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คัดเลือกบทความ ที่ซ้ำออก (n = 15) คัดเลือกบทความที่ไม่เกี่ยวข้องกับชั้นมัธยมศึกษาออก (n = 200) คัดเลือกบทความเชิงบรรยายออก (n = 110) ศึกษาบทความอย่างละเอียดถี่ถ้วนและคัดเลือกบทความวิจัยทบทวนวรรณกรรม (n = 12) ฐานข้อมูล Scopus ใช้คำสืบค้น (Spatial Ability) (2019-2023) (n = 133) นำบทความมาคัดเลือกบทความที่ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่พัฒนาทักษะ มิติสัมพันธ์ คัดเลือกบทความที่ซ้ำออก คัดเลือกบทความที่ไม่เกี่ยวข้องกับชั้นมัธยมศึกษาออก ศึกษาบทความอย่างละเอียดถี่ถ้วน และคัดเลือกบทความวิจัยทบทวนวรรณกรรม (n = 2) เพิ่มเติมบทความในฐานข้อมูล Wiley Online library (n = 2),

ScienceDirect (n = 2), mdpi (n = 2) คำสืบค้นเกี่ยวข้องกับเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่ส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (n=6) ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ใช้ในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบจำนวน 18 ผลงาน

Figure 1

Demonstrate a systematic literature review process related to educational technologies that promote spatial skills in high school students.

แสดงกระบวนการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



## ผลการวิจัย (Results)

ตารางทบทวนวรรณกรรมเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน เพื่อส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ในนักเรียนมัธยมศึกษาพบว่าเทคโนโลยีการสอนต่างๆที่ได้มีการนำมาพัฒนาความสามารถทางมิติสัมพันธ์ มีดังนี้

Table 1

Literary synthesis table

ตารางสังเคราะห์วรรณกรรม

ผู้วิจัย/ปี (ค.ศ.)	องค์ประกอบ ทักษะมิติสัมพันธ์	เทคโนโลยีที่ใช้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
Kinnari Atit, 2020	MR SV SO	3D modeling Robotics engineering	เพื่อศึกษาว่าความสามารถเชิงพื้นที่ที่มีความเกี่ยวข้องกับ การเสริมสร้างแรงจูงใจทางคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยศึกษาใน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1,056 คน โดยแบบทดสอบ DAT:SR และแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ 2 ชนิด ได้แก่ MMQ และ M-STEP ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถเชิงพื้นที่และแรงจูงใจมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมี นัยสำคัญ
YingQian Li et al., 2020	SA	Unity 3D, SketchUp	เพื่อศึกษาว่าความสามารถเชิงพื้นที่ด้วยเทคโนโลยี 3D มาพัฒนาสภาพแวดล้อมการสืบค้น 3 มิติ ที่สามารถมีการ เคลื่อนไหวแบบก้าวกระโดด ทำให้ผู้เรียนทำการโต้ตอบได้ ด้วยท่าทาง มีผู้เข้าร่วมจำนวน 32 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น และมีคะแนน อยู่ในระดับสูง
Colleen M.Epler- Ruths,et al, 2020	Spatial skills	Computer visualization	งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถเชิง พื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนรู้โดยใช้ เทคโนโลยีการสร้างภาพ 3D จากคอมพิวเตอร์ ทำให้มีความ หลากหลายและมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถเชิงพื้นที่สูงได้รับการพัฒนา ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แตกต่างจากผู้เรียนที่ มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์ต่ำไม่ได้รับประโยชน์จาก โปรแกรมมากนักควรมีการเพิ่มการศึกษาในบางส่วนมากขึ้น
Nurjanah et al., 2020	SV SP SR	Cabri 3D Program	การศึกษาเพื่อปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 71 คน โดยการใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโปรแกรม Cabri 3D ในกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบเดิมในกลุ่มควบคุม ผลการศึกษา พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถเชิงพื้นที่ของ นักเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุม และนักเรียน มีความสำเร็จใน การควบคุมตนเองในห้องเรียนเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญ

ผู้วิจัย/ปี (ค.ศ.)	องค์ประกอบ ทักษะมิติสัมพันธ์	เทคโนโลยีที่ใช้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
Ashley M. Williams, 2020	MR SP SV	CAD programs 1. Tinker CAD 2. Sketch Up	เพื่อศึกษาว่าการใช้โปรแกรม CAD สามารถเพิ่มความสามารถเชิงพื้นที่ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน โดยการใช้ Vanderburg และ Kuse MRT รูปแบบของ Perter et al. (1995) พบว่า โปรแกรม CAD สามารถช่วยพัฒนาและปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ
C. Carbonell-Carrera, 2021	Spatial skills	Videogame training 3D modeling, SketchUp, Tetris, Block 3D apps and Augmented Reality	การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงทักษะเชิงพื้นที่ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 31 คน เป็นกลุ่มทดลองเข้าร่วมการอบรมและนักเรียนจำนวน 17 คน เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เข้ารับการอบรม โดยจัดกิจกรรมแบบเกม แบ่งเป็น Minecraft, Tetris , Block 3D Apps และ AR ผลการศึกษาพบว่า Minecraft สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ได้ดีชนิดหนึ่ง ซึ่งคล้ายๆ กับการจัดกิจกรรม โดยโปรแกรม Tetris , Block 3D Apps และ AR
Francisco del Cerro Velázquez, 2021	SV cognitive-visual process	GeoGebra AR	เพื่อศึกษาผลการใช้ GeoGebra AR ในการปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีมุมมองเชิงบวกเกี่ยวกับการใช้ แอปพลิเคชันและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงพื้นที่ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
Frederik Dilling, 2021	SV VR MR SR SO	CAD and 3D Printing	งานวิจัยพัฒนาความสามารถเชิงพื้นที่ ผ่านซอฟต์แวร์การออกแบบ CAD เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงพื้นที่ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ภาพ 3D เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 คน ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
Samuel Fowler, et al, 2021	SV	AR, SPATIAL-AR toolkit (book)	เพื่อทำการศึกษาริบทของการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ โดยใช้สื่อกลางดิจิทัลเชื่อมโยงกับบริบทของการจัดการเรียนการสอน ในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 107 คน ทำกิจกรรม 5 กิจกรรม ใน 1 สัปดาห์ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเพียงเล็กน้อย
Anton Jaelani, 2021	SV SR SO Closure speed Perceptual speed	SketchUp-aided generative learning. (SAGL)	เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบนักเรียนที่เรียนผ่าน โปรแกรม SketchUp-aided generative learning (SAGL) และนักเรียนที่แบบ direct learning (DL) เพื่อทดสอบความสามารถเชิงพื้นที่ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

ผู้วิจัย/ปี (ค.ศ.)	องค์ประกอบ ทักษะมิติสัมพันธ์	เทคโนโลยีที่ใช้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
			1 จำนวน 219 คน ผลการศึกษานักเรียนกลุ่มที่ได้รับโปรแกรม SAGL มีการพัฒนาความสามารถเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบ DL เพียงเล็กน้อย
Michael Montag, et al., 2021	MR about rotation way, number of drags, and net rotation time	Multimedia on Mobile Learning	การศึกษาศักยภาพทางมิติสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการกำหนดเวลาที่แน่นอน และกลุ่มที่ไม่มีการกำหนดเวลา ของกลุ่มตัวอย่างอาสา จำนวน 21 คน กลุ่มที่คัดเลือก จำนวน 66 คน ใช้ Multimedia บน mobile learning ผลการศึกษพบว่า คะแนนทดสอบ MRT ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้ง 2 กลุ่ม และพบว่ากลุ่มที่ไม่มีการกำหนดเวลาจะทำคะแนนได้สูงกว่า
Róbert Tóth, 2021	MCT	AR, blender software, Mobile application.	การศึกษาออกแบบให้แบบฝึกเสริมมีรูปแบบของกลยุทธ์ เกมมิฟิเคชันเป็นแรงจูงใจในการทำภารกิจให้สำเร็จ และมีรางวัล คะแนน ตลอดจนระดับต่างๆหากทำภารกิจสำเร็จ และสามารถเปลี่ยนภาพ 2D เป็น 3D โดย AR เป็นผู้ช่วยหมุนและปรับขนาดเพื่อกำหนดคำตอบ
Jason Richard Power, 2021	SP	Legos™ or 3D computer games	งานวิจัยศึกษาผลของครูผู้สอนทักษะมิติสัมพันธ์จำนวน 13 คนหลังจากผ่านการเข้าอบรมโปรแกรมการใช้เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEM เพื่อมาพัฒนาการเรียนการสอนในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษพบว่าครูมีแนวทางในการปฏิบัติเพื่อเพิ่มความสามารถเชิงพื้นที่เป็นอย่างดี แต่การพัฒนาเป็นไปได้อย่างช้าๆ เนื่องจากส่วนหนึ่งขาดแคลนทรัพยากรและโอกาสในการพัฒนาดังกล่าว
Tibor Guzsvinecz, 2022	MR	Desktop display Gear VR	การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการวัดความสามารถเชิงพื้นที่ของ นักเรียนจำนวน 240 คน โดยใช้เครื่องมือการแสดงผลบน Desktop display และนักเรียนจำนวน 61 คน โดยใช้เครื่องมือแสดงผลบน Gear VR เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ผลกระทบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อทดสอบความสามารถในการหมุนของนักเรียนว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ผลการศึกษพบว่า การวิเคราะห์รายบุคคลเพศชายสามารถตอบปัญหาและโต้ตอบได้ดีกว่าเพศหญิง และพบว่า การโต้ตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการทดสอบบน Desktop display สามารถโต้ตอบได้รวดเร็วและถูกต้อง ใช้เวลาน้อยกว่าการโต้ตอบบนเครื่องมือ Gear VR

ผู้วิจัย/ปี (ค.ศ.)	องค์ประกอบ ทักษะมิติสัมพันธ์	เทคโนโลยีที่ใช้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
Yoon Jeon Kim, 2022	spatial reasoning skills	digital puzzle game “Shadowspect”	งานวิจัยเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เกมเพื่อการเรียนรู้โดยเป็นการศึกษาคุณสมบัติของเกมที่เรียกว่า “Shadowspect” เพื่อศึกษาประเมินความสามารถและทักษะเชิงพื้นที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีผู้เข้าร่วม 61 คนในช่วงแรก และสามารถทำแบบทดสอบได้ครบ เพียง 44 คน จากผู้เข้าร่วมทั้งหมด ในด้านความถูกต้องและแม่นยำในการวางวัตถุ ผลการศึกษาพบว่า เกมสามารถนำเข้ามาประกอบการจัดการเรียนการสอนได้ แต่ไม่อาจสรุปได้ว่า ทุกคนจะมีส่วนร่วมและสนุกไปกับการเล่นเกม จึงมีกลุ่มตัวอย่างบางกลุ่มที่ออกจากการศึกษาก่อนเวลา ส่งผลให้สามารถนำไปปรับใช้ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการออกแบบเพื่อลดตัวแปรแฝงต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการศึกษได้
Bilal Özçakır, et al., 2022	MR, SR Mathematics term counting as whole	- AR, tablet, smart -phone or head- mounted display (HMD) - SPATIAL-AR toolkit	เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องมือ AR เป็นสื่อการเรียนรู้ใหม่สำหรับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงพื้นที่และการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนสามารถเข้าใจและมีทักษะในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติ ผลการศึกษามีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือ AR toolkit และนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 26 คน พบว่า มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงความสามารถเชิงพื้นที่ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีนัยสำคัญ
Andrej Šafhalter, 2022	MR SV SP	3D modelling with SketchUp computer program	เพื่อศึกษาว่าการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยโปรแกรม SketchUp ส่งผลต่อการพัฒนาการคิดเชิงพื้นที่และการสร้างภาพของนักเรียนอย่างไร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ 11-14 ปี จำนวน 166 คน โดยมีเครื่องมือในการทดสอบ ประกอบด้วย การทดสอบการหมุนรูปภาพ, การทดสอบเจาะรู, การทดสอบความถนัดที่แตกต่างกัน, ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่, การทดสอบการหมุน การศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการทางความคิดเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัย/ปี (ค.ศ.)	องค์ประกอบ ทักษะมิติสัมพันธ์	เทคโนโลยีที่ใช้	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
Abebayehu Yohannes, 2023	- SA - 2D 3D	Interactive e-book	การศึกษาเพื่อการพัฒนา e-book แบบโต้ตอบได้ เปรียบเทียบกับ e-book แบบเดิม เนื่องจากพบว่านักเรียน จำนวนมากประสบปัญหาในการทำความเข้าใจในปัญหา ความสามารถเชิงพื้นที่ด้านการสร้างภาพภายในใจ กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน ได้แบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับ e-book แบบ โต้ตอบได้ และกลุ่มควบคุม ได้รับ e-book แบบเดิม ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถเชิงพื้นที่ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและพบว่าความสมบูรณ์ของ เนื้อหาพร้อมองค์ประกอบภาพและการโต้ตอบที่มีใน e- book แบบโต้ตอบได้ช่วยเพิ่มความพึงพอใจในการเรียนต่อ สื่อการสอน

#### ความหมายของอักษรย่อ

1. Spatial Perception (SP) = การรับรู้มิติสัมพันธ์
2. Spatial Visualization (SV) = มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ
3. Spatial Orientation (SO) = มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง
4. Mental Rotation (MR) = ความจำในการหมุนของวัตถุในอากาศ
5. Spatial intelligence (SI) = ปัญญาเชิงพื้นที่
6. Spatial Relation (SR) = มิติสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันไป
7. Spatial concept = มโนทัศน์เชิงมิติสัมพันธ์
8. Spatial Reasoning = กระบวนการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
9. Spatial Skills = ทักษะเชิงพื้นที่
10. Spatial Ability (SA) = ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
11. Mental Cutting Test (MCT) = แบบทดสอบมิติสัมพันธ์จากการมองภาพตัด

จากการทบทวนวรรณกรรมมีการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนใดบ้างมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ พบว่าเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้น แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) เครื่องมือสร้างแบบจำลอง 3 มิติและ CAD 2) มัลติมีเดียและการเรียนรู้ผ่าน mobile device 3) หุ่นยนต์และวิศวกรรม 4) เกมการศึกษา และ 5) เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Figure 1) โดยในแต่ละกลุ่มของเครื่องมือและเทคโนโลยีทางการสอนนั้น จะมีการนำมาปรับใช้ให้เหมาะกับผู้เรียนเป็นแบบผสมผสานกัน เช่น การปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านประสบการณ์เชิงโต้ตอบและภาพ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนประโยชน์ และให้ข้อเสนอแนะแบบเรียลไทม์ ได้มีการนำเทคโนโลยี AR และ VR เข้ามาอำนวยความสะดวกในเรื่องของการมองภาพบนพื้นที่ 3 มิติ และผสมผสานกับ e-book AR toolkit ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการมองภาพทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยได้สรุปเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนไว้ตาม Figure 3

Figure 3

Summary of educational tools and technologies in the literature review can help promote and improve students' spatial abilities from the study of 18 research articles.

การสรุปเครื่องมือและเทคโนโลยีการศึกษาในการทบทวนวรรณกรรมสามารถช่วยส่งเสริมและปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนจากการศึกษาผลงานจำนวน 18 ผลงาน



นอกจากนั้น ยังพบว่า แต่ละเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน มีความสามารถในการส่งเสริมมิติสัมพันธ์ตามองค์ประกอบที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 องค์ประกอบตาม แนวคิดทฤษฎีของ Sorby, (1999) และ Maresch and Sorby (2021) คือ 1) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทางการมองเห็น (Spatial visualization) 2) ความจำในการหมุนของวัตถุในอากาศ (Mental Rotation) 3) มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial Orientation) 4) มิติสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไป (Spatial Relation) 5) ความสามารถด้านการรับรู้มิติสัมพันธ์ (Spatial Perception) และผู้วิจัยได้สังเคราะห์ว่าเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนแต่ละประเภะนั้นเหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมพัฒนามิติสัมพันธ์ตามองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบนั้นอย่างไร โดยจำแนกเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนจากจำนวนที่ถูกนำมาใช้ในผลงานเรียงลำดับจากมากไปน้อย ของ 18 ผลงาน ที่ศึกษาตาม Table 2

Table 2

Table showing Instructional technology used to improve spatial abilities classified by components according to Sorby's theoretical concepts.

ตารางแสดงเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ใช้เพื่อปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จำแนกตามส่วนประกอบตามแนวคิดทางทฤษฎีของ Sorby

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่แต่ละผลงานนำมาใช้	จำนวนผลงาน (จาก 18 ผลงาน)	ร้อยละของ ผลงาน (%)
1. มิติสัมพันธ์การมองภาพ (Spatial visualization)	3D Model, AR, VR, Sketchup, Mobile learning	13	72.22
2. ความจำในการหมุนของวัตถุในอากาศ (Mental Rotation)	3D Model, AR, VR, Sketchup, Mobile learning	13	72.22
3. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial Orientation)	3D Model, AR, Sketchup, Mobile learning	9	50
4. มิติสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจาก ตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไป (Spatial Relation)	3D Model, AR, VR, Sketchup, Mobile learning	9	50
5. การรับรู้มิติสัมพันธ์ (Spatial Perception)	Computer visualization, AR	7	38.88

จากตารางแสดงเทคโนโลยีการสอนที่นักศึกษานำมาปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนนั้น พบว่า หากครูผู้สอนหรือนักพัฒนาสนใจจะปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ในองค์ประกอบด้าน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทางการมองภาพ (Spatial visualization), ความจำในการหมุนของวัตถุในอากาศ (Mental Rotation) มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial Orientation) และมิติสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไป (Spatial Relation) เครื่องมือและเทคโนโลยีการสอน ที่ได้รับความนิยมในการนำมาปรับใช้ได้แก่ 3D Model, AR, VR, Sketchup และ Mobile learning แต่สำหรับในส่วนของการรับรู้มิติสัมพันธ์ (Spatial Perception) นั้นจากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัย พบว่า มีการใช้ เทคโนโลยีการสอนเป็น Computer visualization และ AR และในบางผลงานจะมีการนำเกมมาประกอบการจัดการเรียนการสอนได้ แต่ไม่อาจสรุปได้ว่า ทุกคนจะมีส่วนร่วมและสนุกไปกับการเล่นเกม จึงมีกลุ่มตัวอย่างบางกลุ่มที่ออกจากการศึกษา ก่อนเวลา กล่าวโดยรวมแล้วจากการทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ นักการศึกษาที่จะประยุกต์เครื่องมือและเทคโนโลยีการศึกษาไปปรับใช้ในการศึกษารั้งต่อไปนั้นควรมีการออกแบบเพื่อลดตัวแปรแฝงต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการศึกษได้

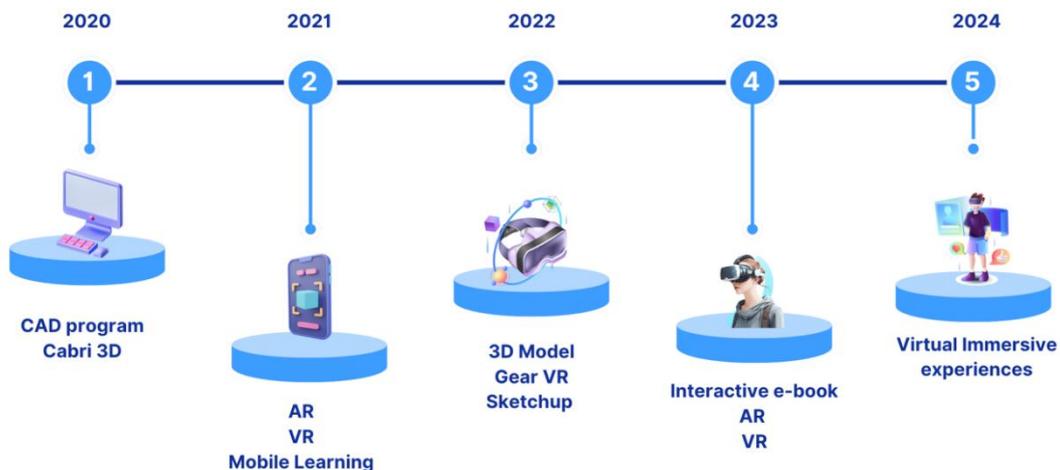
กล่าวโดยสรุปว่า แนวโน้มของการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีการสอนมาประยุกต์ใช้ และส่งเสริมทักษะมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาในอนาคต จากปี ค.ศ 2019-2023 ช่วงปี ค.ศ 2020 ใช้การเรียนรู้โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAD) ช่วงปี 2021-2022 พบว่า ในแต่ละผลงานนำเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) , Virtual Reality (VR) และ Mobile Learning มาใช้ในการปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หลังจากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตภาพสามมิติ การพิมพ์ภาพสามมิติเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนมีนักพัฒนาเกี่ยวกับโปรแกรมและเกมในรูปแบบสามมิติเช่น Spatial.io จักรวาลนิรมิต หรือ Metaverse เป็นต้น เป็นผลดีต่อผู้สอนและนักเทคโนโลยีการศึกษามีทางเลือกในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น

แนวโน้มในปี 2023 และในอนาคตอาจมีการนำเทคโนโลยีสามมิติดังกล่าวข้างต้น มาปรับใช้ในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนโดยจะสามารถมุ่งเน้นในทักษะเกี่ยวกับการมองภาพ 2 และ 3 มิติ เพราะเครื่องมือเหล่านี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนมุมมองในการมองภาพได้อย่างสมจริงและมีความราบรื่นเพิ่มขึ้นเนื่องด้วยเทคโนโลยีที่มีความเสมือนจริงมากขึ้น ประกอบกับการพัฒนาเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารด้านโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือแท็บเล็ตทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา แนวโน้มการปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อาจมีการออกแบบมาในรูปของศึกษาผ่านประสบการณ์เสมือนจริง (Virtual Immersive experiences) (Serrano & Marell, 2024) ดัง Figure 4 ซึ่งเทคโนโลยีการสอนดังกล่าวจะมุ่งเน้น ให้ผู้เรียนจดจำภาพการหมุน การเปลี่ยนตำแหน่ง และหากผู้เรียนได้รับการฝึกฝนซ้ำๆ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญและคล่องแคล่วมากยิ่งขึ้น

**Figure 4**

Diagram showing trends in teaching technology to promote spatial competence from 2020-2024

แผนภาพแสดงแนวโน้มของเทคโนโลยีการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากปี ค.ศ.2020-2024



## บทสรุป

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จัดเป็นความสามารถองค์ประกอบพื้นฐานที่ควรมีการมุ่งเน้นให้มีการเสริมสร้างในผู้เรียนทุกระดับชั้นเรียน เนื่องด้วยเนื้อหาในบทเรียนหลายวิชาจะมีความจำเป็นในการมองภาพ 2 มิติและ 3 มิติ เช่นรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพีระมิดและทรงกระบอก และหรือรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายรายวิชาเคมี ม. 4 เรื่องโครงสร้างอะตอม เป็นต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2560 ด้วยประการนี้ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อผู้เรียนจะสามารถนำไป ต่อยอดและพัฒนาความสามารถทางมิติสัมพันธ์ในระดับที่สูงขึ้นไป เช่น ในการประกอบอาชีพบางอาชีพที่ต้องใช้ทักษะมิติสัมพันธ์ขั้นสูงดังกล่าวสอดคล้องกับ (Phornphanom & Sukulphon, 2017) ได้กล่าวถึงผลการศึกษาของ Pribyl and Bodner (1987) ซึ่งพบว่าสำนักงานบริหารด้านการจัดหางานในสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า ยังมีอาชีพที่ต้องการบุคลากรที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงถึง 84 อาชีพ ทั้งที่เป็นผู้ใช้แรงงาน (Blue collar) และ ผู้ที่ทำงานบริษัท (White collar) และเทคโนโลยีการศึกษาโดยแนวโน้มจากปี ค.ศ. 2019 - 2023 มีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงในรูปแบบต่างๆ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมในช่วงปี ค.ศ. 2019 - 2023 พบว่าเทคโนโลยีการศึกษาที่ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้น ได้แก่ เครื่องมือสร้างแบบจำลอง 3 มิติ

หุ่นยนต์และวิศวกรรม Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Mix Reality (MR) มัลติมีเดียและการเรียนรู้ผ่านมือถือ (Multimedia and Mobile Learning) หรือ เกมการศึกษา (Digital Gaming) เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปแล้วการผสมรวมเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น เข้ากับสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการเรียนรู้แบบเชิงรับ (Passive Learning) ให้เป็นการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ผู้สอนหรือนักเทคโนโลยีการศึกษา มีบทบาทสำคัญในการคัดเลือกเครื่องมือ และกลยุทธ์การสอนที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และมีการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ หลักการสำคัญคือเลือกใช้เครื่องมือที่มีการโต้ตอบและผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมได้มากขึ้น เครื่องมือแต่ละอย่างมีข้อดีเฉพาะตัวขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้ศึกษามุ่งเน้นเพื่อส่งเสริม หรือพัฒนา ดังนั้น การนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาผสมผสานกันสามารถรองรับรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายและส่งเสริมความเข้าใจที่ครอบคลุมมากขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดหรือมุมมองที่ซับซ้อน ล้วนส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ข้อควรระวังและข้อแนะนำที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม คือ เครื่องมือประเภท VR (Virtual Reality) อาจส่งผลต่อระบบประสาท และการรับรู้ของผู้เรียนหากมีการใช้เครื่องมือเป็นเวลานานในผู้เรียนที่มีอายุน้อยหรือมีอาการเจ็บป่วย ดังนั้นผู้สอนควรคำนึงถึงอายุและวัยตลอดจนสุขภาพ ของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนการสอน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยเป็นการรวบรวมการศึกษา ที่มีการนำเทคโนโลยีการศึกษามาประยุกต์ ใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ในองค์ประกอบต่างๆกันไป ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเลือกเครื่องมือและเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเพศและวัย ของผู้เรียน

1.2 จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ามีการประยุกต์ใช้กลยุทธ์ทางการศึกษาร่วมกับเทคโนโลยี แล้วส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยคาดหวังว่าผู้อ่านจะได้แนวทางในการประยุกต์ใช้กลยุทธ์ควบคู่กับเทคโนโลยี ที่มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนต่อไป

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะด้านอื่นๆ เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาการใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ในระดับอื่นๆ เช่น อนุบาล มัธยมศึกษาตอนต้น หรืออุดมศึกษา เป็นต้น

## References

- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., Msall, C., Fiorella, L., & Carr, M. (2020). Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 38. DOI: 10.1186/s40594-020-00234-3
- Bilal Ozcakir, E. C. (2021). An Augmented Reality Learning Toolkit for Fostering Spatial Ability in Mathematics Lesson: Design and Development. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 145-167.
- Carbonell-Carrera, C., Jaeger, A. J., Saorín, J. L., Melián, D., & de la Torre-Cantero, J. (2021). Minecraft as a block building approach for developing spatial skills. *Entertainment Computing*, 38, 100427. DOI: 10.1016/j.entcom.2021.100427
- Chamthap, P., & Phawaphan, P. (2018). *Development of a virtual reality-based learning model using cognitive training from prototypes to enhance spatial ability in packaging design for graduate students* (Doctoral dissertation). Bangkok: Chulalongkorn University.
- Del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary Education Students. *Mathematics*, 9(4), 1-19.
- Dilling, F., & Vogler, A. (2021). Fostering Spatial Ability Through Computer-Aided Design: a Case Study. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 7(2), 323-336. DOI: 10.1007/s40751-021-00084-w
- Epler-Ruths, C. M., McDonald, S., Pallant, A., & Lee, H. S. (2020). Focus on the notice: evidence of spatial skills' effect on middle school learning from a computer simulation. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1), 61. DOI: 10.1186/s41235-020-00263-0
- Fowler, S., Cutting, C., Kennedy, J., Leonard, S. N., Gabriel, F., & Jaeschke, W. (2022). Technology enhanced learning environments and the potential for enhancing spatial reasoning: a mixed methods study. *Mathematics Education Research Journal*, 34(4), 887-910. DOI: 10.1007/s13394-021-00368-9
- Guntur, M. I. S., Setyaningrum, W., & Retnawati, H. (2020, July). Can augmented reality improve problem-solving and spatial skill? In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1581, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Guzsvinecz, T., Orbán-Mihálykó, É., Sik-Lányi, C., & Perge, E. (2022). Investigation of spatial ability test completion times in virtual reality using a desktop display and the Gear VR. *Virtual Reality*, 26(2), 601-614. DOI: 10.1007/s10055-021-00509-2
- Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women Washington, DC: 1111Sixteenth.
- Jaelani, A. (2021). SketchUp-aided generative learning in solid geometry: Does it affected students' spatial abilities? *Journal of Physics: Conference Series*, 1778(1), 012039. DOI: 10.1088/1742-6596/1778/1/012039

- Kim, Y. J., Knowles, M. A., Scianna, J., Lin, G., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2023). Learning analytics application to examine validity and generalizability of game-based assessment for spatial reasoning. *British Journal of Educational Technology*, 54(1), 355-372. DOI: 10.1111/bjet.13286
- Kochapan, Y. (2020). The effects of application game formats on art learning and spatial dimensions of preschool children. *Journal of Innovative Social Communication*, 1, 89-104.
- Li, Y., Yang, Y., Yao, Z., & Xu, G. (2020). Virtual 3D environment for exploring the spatial ability of students. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 2(6), 556-568. DOI: 10.1016/j.vrih.2020.08.001
- Maresch, G., & Sorby, S. (2021). Perspectives on Spatial Thinking. *Journal for Geometry and Graphics*, 25(2), 271–293.
- Montag, M., Bertel, S., de Koning, B. B., & Zander, S. (2021). Exploration vs. limitation – An investigation of instructional design techniques for spatial ability training on mobile devices. *Computers in Human Behavior*, 118, 106678. DOI: 10.1016/j.chb.2020.106678
- Nurjanah, Latif, B., Yulardi, R., & Tamur, M. (2020). Computer-assisted learning using the Cabri 3D for improving spatial ability and self-regulated learning. *Heliyon*, 6(11), e05536. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e05536
- Özçakır, B., & Çakıroğlu, E. (2022). Fostering spatial abilities of middle school students through augmented reality: Spatial strategies. *Education and Information Technologies*, 27(3), 2977-3010. DOI: 10.1007/s10639-021-10729-3
- Phanaporn, J. (2012). *The effects of image prompts in game-based multimedia lessons on the spatial ability of first-year secondary school students with low spatial ability*. Bangkok: Chulalongkorn University, Phornphanom, S., & Sukulphon, S. (2017). *A comparison of the effectiveness of learners in solving spatial problems with different training methods based on spatial strategies*. Retrieved from <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/1939>
- Power, J. R., & Sorby, S. A. (2021). Spatial development program for middle school: teacher perceptions of effectiveness. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(5), 901-918. DOI: 10.1007/s10798-020-09587-w
- Rafael Molina Carmona, M. L. P. F., Antonio Jimeno Morenilla, Higinio Mora Mora. (2018). Virtual Reality Learning Activities for Multimedia Students to Enhance Spatial Ability. *sustainability*, 10, 1-13.
- Sakulporn, P. (2017). *A comparison of learner effectiveness in solving spatial problems based on different training formats according to spatial strategies*.
- Šafhalter, A., Glodež, S., Šorgo, A., & Ploj Vrtič, M. (2022). Development of spatial thinking abilities in engineering 3D modeling course aimed at lower secondary students. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 167-184. DOI: 10.1007/s10798-020-09597-8
- Serrano-Ausejo, E., Mårell-Olsson, E. (2024). Opportunities and challenges of using immersive technologies to support students' spatial ability and 21st-century skills in K-12 education. *Educ Inf Technol*, 29, 5571–5597. DOI: 10.1007/s10639-023-11981-5

Tóth, R., Zichar, M., & Hoffmann, M. (2021, 2021//). Improving and Measuring Spatial Skills with Augmented Reality and Gamification. *ICGG 2020 - Proceedings of the 19th International Conference on Geometry and Graphics*. Cham.

Yohannes, A., Chen, H. L., & Chang, C. C. (2023). Effect of an interactive e-book on middle school students' mathematics reading and spatial ability. *Educational technology research and development, 71(4)*, 1869-1886. DOI: 10.1007/s11423-023-10225-0

Williams, A. M. (2020). Enhancing spatial abilities through exposure to computer-aid design programs. *Mathematics Education Across Cultures, 42*, 720-725. DOI: 10.51272/pmena.42.2020-105