

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุ และวัตถุ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สารระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.2 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.3 ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้

1.4 คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนสะเต็มศึกษา

2.3 การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา

2.4 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

3.1 ความหมายและคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์

3.2 หลักพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์

3.3 องค์ประกอบสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

3.4 ประเภทของความคิดสร้างสรรค์

3.5 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

3.6 แนวทางในการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

3.7 การวัดและประเมินผลระดับความคิดสร้างสรรค์

#### 4. ประสิทธิภาพ

- 4.1 ความหมายของประสิทธิภาพ
- 4.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ
- 4.3 การกำหนดประสิทธิภาพ
- 4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ
- 4.5 การยอมรับประสิทธิภาพ

#### 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยในประเทศ
- 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

#### 1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 2)

ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 1.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

## 2. คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 1-6) โดยสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

2.1 เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.2 เข้าใจลักษณะที่ปรากฏ สมบัติบางประการของวัสดุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว

2.3 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ และแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า และแหล่งผลิต พลังงานไฟฟ้า

2.4 เข้าใจลักษณะที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาว องค์ประกอบ และสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ลักษณะภูมิประเทศ แบบต่าง ๆ ในท้องถิ่น และการเกิดลม

2.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ การเคลื่อนที่ของวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย รวบรวมข้อมูล บันทึก และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการเขียน หรือวาดภาพ และสื่อสารสิ่งที่เรารู้ด้วยการเล่าเรื่อง หรือด้วยการแสดงท่าทาง เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ

2.6 แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา มีทักษะในการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเบื้องต้น รักษาข้อมูลส่วนตัว

2.7 แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.8 แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จงงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

2.9 ตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

### 3. ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขึ้น เพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีดังนี้

## สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตาราง 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 2.1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.3	1. อธิบายว่าวัตถุประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้และประกอบกันเป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- วัตถุอาจทำมาจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งแต่ละชิ้น มีลักษณะเหมือนกันมาประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อแยกชิ้นส่วนย่อย ๆ แต่ละชิ้นของวัตถุออกจากกัน สามารถนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบเป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้ เช่น กำแพงบ้านมีก้อนอิฐหลาย ๆ ก้อนประกอบเข้าด้วยกัน และสามารถนำก้อนอิฐจากกำแพงบ้านมาประกอบเป็นพื้นทางเดิน
	2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- เมื่อให้ความร้อนหรือทำให้วัสดุร้อนขึ้น และเมื่อลดความร้อนหรือทำให้วัสดุเย็นลง วัสดุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น สีเปลี่ยน รูปร่างเปลี่ยน

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรง  
 ที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์  
 ตาราง 2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 2.2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.3	1. ระบุผลของแรงที่มีต่อ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ของวัตถุจากหลักฐาน เชิงประจักษ์	- การดึงหรือการผลักเป็นการออกแรง กระทำต่อวัตถุ แรงมีผลต่อ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงอาจทำให้ วัตถุเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งจากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่ง - การเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ วัตถุอยู่นิ่ง เปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่ วัตถุที่กำลัง เคลื่อนที่เปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่เร็วขึ้น หรือช้าลงหรือหยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนทิศ ทางการเคลื่อนที่
	2. เปรียบเทียบและยกตัวอย่าง แรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสที่มีผล ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์	- การดึงหรือการผลักเป็นการออกแรง ที่เกิดจากวัตถุหนึ่งกระทำกับอีกวัตถุหนึ่ง โดยวัตถุทั้งสองอาจสัมผัส หรือไม่ต้อ งสัมผัสกัน เช่น การออกแรงโดยใช้มือดึง หรือการผลักโต๊ะให้เคลื่อนที่เป็น การออกแรงที่วัตถุต้องสัมผัสกัน แรงนี้จึงเป็นแรงสัมผัส ส่วนการที่ แม่เหล็กดึงดูดหรือผลักระหว่าง แม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นโดยแม่เหล็ก ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกัน แรงแม่เหล็กนี้ จึงเป็นแรงไม่สัมผัส
	3. จำแนกวัตถุโดยใช้การดึงดูด กับแม่เหล็กเป็นเกณฑ์จาก หลักฐานเชิงประจักษ์	- แม่เหล็กสามารถดึงดูดสารแม่เหล็กได้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. ระบุข้อแมเหล็กและพยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นระหว่างข้อแมเหล็กเมื่อนำมาเข้าใกล้กันจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- แรงแม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างแม่เหล็กกับสารแม่เหล็ก หรือแม่เหล็กกับแม่เหล็ก แม่เหล็ก มี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน ต่างชนิดกันจะดึงดูดกัน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการที่เกี่ยวกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 2.3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.3	1. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- พลังงานเป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานมีหลายแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานความร้อน โดยพลังงานสามารถเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ เช่น การถูมือจนรู้สึกร้อนเป็น การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน แผงเซลล์สุริยะเปลี่ยน พลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. บรรยายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบุแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้	- ไฟฟ้าผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติหลายแหล่ง เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแก๊สธรรมชาติ
	3. ตระหนักในประโยชน์และโทษของไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	- พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การใช้ไฟฟ้านอกจากต้องใช้อย่างถูกวิธี ประหยัดและคุ้มค่าแล้วยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัย

#### สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 4.2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ป.3	1. แสดงอัลกอริทึมในการทำงานหรือการแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ภาพสัญลักษณ์หรือข้อความ	- อัลกอริทึมเป็นขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา - การแสดงอัลกอริทึม ทำได้โดยการเขียน บอกเล่า วาดภาพหรือใช้สัญลักษณ์



ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ป.3		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวอย่างปัญหา เช่น เกมเศรษฐี เกมบันไดงู เกม Tetris เกม OX การเดินไปโรงอาหาร การทำความสะอาดห้องเรียน</li> </ul>
	2. เขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเขียนโปรแกรมเป็นการสร้างลำดับคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน</li> <li>- ตัวอย่างโปรแกรม เช่น เขียนโปรแกรมที่สั่งให้ตัวละครทำงานซ้ำไม่สิ้นสุด</li> <li>- การตรวจหาข้อผิดพลาด ทำได้โดยตรวจสอบคำสั่งที่แจ้งข้อผิดพลาดหรือหากผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ให้ตรวจสอบการทำงานที่ละคำสั่ง</li> <li>- ซอฟต์แวร์หรือสื่อที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น ใช้บัตรคำสั่งแสดงการเขียนโปรแกรม, Code.org</li> </ul>
	3. ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารทำได้สะดวก รวดเร็ว และเป็นแหล่งข้อมูลความรู้ที่ช่วยในการเรียน</li> <li>- เว็บเบราว์เซอร์เป็นโปรแกรมสำหรับอ่านเอกสารบนเว็บไซต์</li> <li>- การสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตทำได้โดยใช้เว็บไซต์สำหรับสืบค้น และต้องกำหนดคำค้นที่เหมาะสม จึงจะได้ข้อมูลตามต้องการ</li> <li>ดำเนินชีวิต</li> </ul>

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อมูลความรู้ เช่น วิธีทำอาหาร</li> <li>วิธีพับกระดาษเป็นรูปต่าง ๆ ข้อมูล</li> <li>ประวัติศาสตร์ชาติไทย (อาจเป็นความรู้</li> <li>ในวิชาอื่น ๆ หรือเรื่องที่เป็นประเด็นที่</li> <li>สนใจในช่วงเวลานั้น)</li> <li>- การใช้อินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัย</li> <li>ควรอยู่ในการดูแลของครู</li> <li>หรือผู้ปกครอง</li> </ul>
	<p>4. รวบรวม ประมวลผล และ นำเสนอข้อมูล โดยใช้ ซอฟต์แวร์ตามวัตถุประสงค์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยกำหนด</li> <li>หัวข้อที่ต้องการ เตรียมอุปกรณ์ใน</li> <li>การจดบันทึก</li> <li>- การประมวลผลอย่างง่าย เช่น</li> <li>เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ</li> <li>- การนำเสนอข้อมูลทำได้</li> <li>หลายลักษณะตามความเหมาะสม</li> <li>เช่น การบอกเล่า การทำเอกสาร</li> <li>รายงาน การจัดทำป้ายประกาศ</li> <li>- การใช้ซอฟต์แวร์ทำงานตาม</li> <li>วัตถุประสงค์ เช่น ใช้ซอฟต์แวร์นำเสนอ</li> <li>ใช้ซอฟต์แวร์ประมวลคำ ทำป้าย</li> <li>ประกาศหรือเอกสารรายงาน</li> <li>ประมวลผลข้อมูล</li> </ul>
	<p>5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตาม ข้อตกลงในการใช้อินเทอร์เน็ต</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่าง</li> <li>ปลอดภัย เช่น ปกป้องข้อมูลส่วนตัว</li> <li>- ขอความช่วยเหลือจากครู</li> <li>หรือผู้ปกครอง เมื่อเกิดปัญหาจาก</li> <li>การใช้งาน เมื่อพบข้อมูล หรือบุคคล</li> <li>ที่ทำให้ไม่สบายใจ</li> </ul>

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- การปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้อินเทอร์เน็ตจะทำให้ไม่เกิดความเสียหายต่อตนเองและผู้อื่น เช่น ไม่ใช้คำหยาบ ล้อเลียน ด่าทอ ทำให้ผู้อื่นเสียหายหรือเสียใจ</li> <li>- ข้อดีและข้อเสียในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร</li> </ul>

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, หน้า 96-105) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ 2560, หน้า 54-69) และได้เปรียบเทียบ สาระ มาตรฐาน และตัวชี้วัด ดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบสาระ มาตรฐาน และตัวชี้วัด ระหว่างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชั้น	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560		
	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
ป.3	สาระที่ 3 สาร และสมบัติ ของสาร	- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่าง สมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึด เหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	1. จำแนกชนิด และสมบัติของวัสดุ ที่เป็นส่วนประกอบของ ของเล่น ของใช้ 2. อธิบายการใช้ ประโยชน์ของวัสดุ แต่ละชนิด	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่าง สมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึด เหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของ การเปลี่ยนแปลงสถานะ ของสาร การเกิด สารละลาย และ การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. อธิบายว่าวัตถุประกอบ ขึ้นจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งสามารถแยกออก จากกันได้ และประกอบกัน เป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้ โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. อธิบายการ เปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อ ทำให้อุ่นขึ้นหรือทำให้ เย็นลง โดยใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์

ตาราง 5 (ต่อ)

ชั้น	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560		
	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
ป.3		- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการ และธรรมชาติของ การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยามี กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	1. ทดลองและอธิบาย ผลของการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นกับวัสดุ เมื่อถูก แรงกระทำ หรือทำให้ ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง 2. อภิปรายประโยชน์ และอันตรายที่อาจ เกิดขึ้น เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลง ของวัสดุ			

ตาราง 5 (ต่อ)

ชั้น	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560		
	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
ป.3	สาระที่ 4 แรง และ การเคลื่อนที่	- มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของ แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ สื่อสารสิ่งที่ ได้เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์อย่าง ถูกต้องและมีคุณธรรม	1. ทดลองและอธิบาย ผลของการออกแรง ที่กระทำต่อวัตถุ 2. ทดลองการตก ของวัตถุสู่พื้นโลก และอธิบายแรงที่โลก ดึงดูดวัตถุ	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	- มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ การหมุน และสมดุล ของวัตถุ ธรรมชาติของ แรงพื้นฐาน	1. ระบุผลของแรงที่มีต่อ การเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างแรงสัมผัส และแรงไม่สัมผัสที่มีผล ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ 3. จำแนกวัตถุโดยใช้ การดึงดูดกับแม่เหล็กเป็น เกณฑ์จากหลักฐานเชิง ประจักษ์

ตาราง 5 (ต่อ)

ชั้น	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560		
	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
						4. ระบุชื่อแม่เหล็ก และพยากรณ์ผลที่เกิดขึ้น ระหว่างขั้วแม่เหล็ก เมื่อนำมาเข้าใกล้กัน จากหลักฐานเชิงประจักษ์
ป.3	สาระที่ 5 พลังงาน	- มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างพลังงานกับ การดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงาน ต่อสิ่งมีชีวิต	1. บอกแหล่งพลังงาน ธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้า 2. อธิบายความสำคัญ ของพลังงานไฟฟ้า และเสนอวิธีการใช้ ไฟฟ้าอย่างประหยัด และปลอดภัย	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	- มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของ พลังงาน การถ่ายโอน พลังงาน พลังงานใน ชีวิตประจำวัน ปรากฏการณ์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เสียงในชีวิตประจำวัน แสง และทัศนูปกรณ์	1. ยกตัวอย่างการเปลี่ยน พลังงานหนึ่งไปเป็นอีก พลังงานหนึ่งจากหลักฐาน เชิงประจักษ์ 2. บรรยายการทำงานของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบุแหล่งพลังงาน ในการผลิตไฟฟ้าจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้

ตาราง 5 (ต่อ)

ชั้น	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551			หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560		
	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
		<p>และสิ่งแวดล้อม</p> <p>มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>				<p>3. ตระหนักในประโยชน์และโทษของไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย</p>



#### 4. คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4.1 คำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

##### คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3  
รหัสวิชา ว 13101

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์  
ปีการศึกษา 2561  
เวลา 80 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาทำความเข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ ประโยชน์ของอาหาร น้ำ และอากาศ วัฏจักรชีวิตของสัตว์ การอนุรักษ์สัตว์ ชนิดและสมบัติของวัสดุ การใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ แรงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงสัมผัส และแรงไม่สัมผัสที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ การจำแนกวัตถุโดยใช้การตั้งคู่กับแม่เหล็กเป็นเกณฑ์ ขั้วแม่เหล็ก ผลที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วแม่เหล็ก การเปลี่ยนพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่ง การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้า ประโยชน์และโทษของไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวัน กลางคืน การกำหนดทิศ ความสำคัญของดวงอาทิตย์ ส่วนประกอบของอากาศ ความสำคัญของอากาศ ผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อสิ่งมีชีวิต การลดมลพิษทางอากาศ การเกิดลม ประโยชน์และโทษของลม

โดยการตั้งคำถาม สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยการเขียน หรือวาดภาพ แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเบื้องต้น มีความกระตือรือร้น มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

## ตัวชี้วัด

จ 1.2 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4

จ 2.1 ป.3/1, ป.3/2

จ 2.2 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4

จ 2.3 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3

จ 3.1 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3

จ 3.2 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4

จ 4.2 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4, ป.3/5

รวม 15 ตัวชี้วัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

## 4.2 หน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดทำหน่วยการเรียนรู้จากคำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังตาราง 6

ตาราง 6 หน่วยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้			
รายวิชา วิทยาศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	ปีการศึกษา 2561		
รหัสวิชา ว 13101	เวลา 80 ชั่วโมง/ปี		
หน่วยการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	คะแนน
1	หน่วยที่ 1 เรื่อง ชีวิตสัมพันธ์ 1) ประเมินความรู้ก่อนเรียน 2) ลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต 3) ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ 4) วัฏจักรชีวิตของสัตว์ 5) การอนุรักษ์สัตว์ 6) การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน	14	20
2	หน่วยที่ 2 เรื่อง วัสดุและวัตถุ 1) การทบทวนก่อนเรียน 2) การจำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุ 3) การใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด 4) การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ 5) วัตถุกับแรงกระทำ 6) วัตถุกับแรงแม่เหล็ก 7) การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน	20	20
3	หน่วยที่ 3 เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน 1) การทบทวนก่อนเรียน 2) พลังงานในชีวิตประจำวัน 3) การเปลี่ยนรูปของพลังงาน 4) การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 5) แหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้า	20	20

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	คะแนน
	6) ประโยชน์และโทษของไฟฟ้า 7) การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย 8) การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน		
4	หน่วยที่ 4 เรื่อง ปรัชญาการณบนโลก 1) การทบทวนก่อนเรียน 2) การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ 3) การเกิดกลางวัน กลางคืน 4) การกำหนดทิศ 5) ความสำคัญของดวงอาทิตย์ 6) การประเมินผลประจำหน่วย	12	20
5	หน่วยที่ 5 เรื่อง อากาศบนโลก 1) การทบทวนก่อนเรียน 2) ส่วนประกอบของอากาศ 3) ความสำคัญของอากาศ 4) ผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อสิ่งมีชีวิต 5) การลดมลพิษทางอากาศ 6) การเกิดลม 7) ประโยชน์และโทษของลม 8) การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน	14	20
รวมทั้งหมด		80	100

หมายเหตุ ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัสดุและวัตถุ มาใช้ในการวิจัย  
ในครั้งนี้

## แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย มีเป้าหมายสำคัญเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การคิดแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนในห้องเรียนกับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง (สนธิ พลชัยยา, 2557, หน้า 7)

### 1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้ พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, หน้า 50) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำหลักการตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริง หรือในชีวิตประจำวันนั้น ต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” เป็นแนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, หน้า 15) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” เป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยผ่านการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ดังนั้น จากความหมายของสะเต็มศึกษาในข้างต้น สรุปได้ว่า “สะเต็มศึกษา” คือ รูปแบบวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งทีบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยเน้นการนำความรู้ทุกแขนง

มาใช้ในการศึกษา ค้นคว้า เพื่อการแก้ปัญหา และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงไปใช้ใน ชีวิตจริง มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ควบคู่ไปกับการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

## 2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนสะเต็มศึกษา

### 2.1 แนวคิดและลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, หน้า 15 – 18) กล่าวว่า วิศวกรรมศาสตร์ ในสะเต็มศึกษา หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน และเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะ ดังนี้ (Dejarnette, 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระกูล, 2555; รัชพล ธนาณรงค์, 2556; อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา คือ เป็นการบูรณาการ ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

1.1 วิชาวิทยาศาสตร์ เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) และการสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ นักเรียนมีความสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทาย และเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

1.2 วิชาเทคโนโลยี เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ

1.3 วิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนักเรียนโดยใช้การเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการคิดค้น พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ

1.4 วิชาคณิตศาสตร์ เน้นเกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ เน้นการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็ก หรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ ชั้นอนุบาล ถึง มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนด เป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลการศึกษา พบว่าครูผู้สอน ใช้วิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใด จะยิ่ง เพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศ สหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่าง ครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะ การคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.2 ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาได้มีการบูรณาการศาสตร์อื่น ประกอบ เพื่อให้การจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษานั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียน ได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ที่มีการบูรณาการศิลปะ (Art: A) ทำให้นักเรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิด

สำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์ และมีจินตนาการยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้น ๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555)

## 2.2 การวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2. วางแผนการจัดกิจกรรม โดยมีการบูรณาการ ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ สามารถใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ และกิจกรรมแบบแก้ปัญหา

2.2 เทคโนโลยี เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี

2.3 วิศวกรรม เป็นวิชาที่วัดด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ

2.4 คณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ อาทิ การจำแนก จัดกลุ่ม จัดแบบรูป บอกรูปร่าง และคุณสมบัติ

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคย เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัวที่มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ฝึกการคิดเชิงระบบ และการคิดวิเคราะห์ มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริง ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผล และกระบวนการในการเรียนรู้

## 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, หน้า 16 - 17) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับ



การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยให้ผู้เรียนได้นำความรู้มาใช้ในการออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

(ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557, หน้า 17)

**ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา** ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างจากสภาพจริงในชีวิตประจำวันที่มีปัญหาแฝงอยู่ ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและระดมความคิด ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ตัวอย่างที่ครูกำหนด จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อม หรือบริบทของปัญหา โดยแยกแยะว่า ปัญหานั้นมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

**ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** โดยให้นักเรียนค้นคว้า ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน มีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้างหรือไม่ ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ใด ด้วยวิธีใด

**ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** โดยให้นักเรียนระดมสมองคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนสนใจจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของปัญหา จากนั้นนำมาเขียนเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีโดยเน้นแนวคิดที่สร้างสรรค์แล้วประเมินว่าควรที่จะเลือกวิธีแก้ปัญหาใดที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

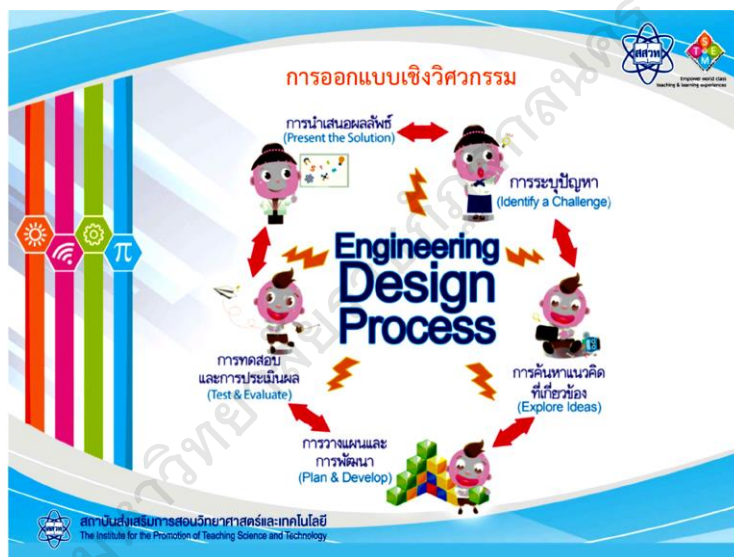
**ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** โดยให้นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสม โดยจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน เงื่อนไขเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามแผน โดยบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรคและวิธีแก้ไข และรายงานความก้าวหน้าให้ครูทราบเป็นระยะ ๆ

**ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข**  
**วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** โดยให้นักเรียนทดสอบผลงานและประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

**ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน**  
 โดยให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัดของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรารู้อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ และให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่าวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2559) กล่าวว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และได้ นำความรู้มาออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การออกแบบเชิงวิศวกรรม

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 4)

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

**3. การวางแผนและการพัฒนา (Plan and Develop)** ผู้แก้ปัญหา ต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินงานให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

**4. การทดสอบและการประเมินผล (Test and Evaluate)** เป็นขั้นตอนทดสอบ และประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

**5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)** หลังการพัฒนาปรับปรุงทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาได้

### 3. การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 17 – 24) ได้เสนอแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง และระหว่างที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองสามารถใช้อ้างอิงจากการวัดและประเมินผล เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผลดังนี้

### 3.1 การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

การประเมินจากสภาพจริง คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำ หรือผลงาน เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหา หรือแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนา และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน

#### 3.1.1 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง ดังนี้

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอน และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย และครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน และศักยภาพของผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการ
3. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของครู ว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ซึ่งครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้

7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่า ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

### 3.1.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน และรายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน
9. การทดสอบ ฯลฯ

### 3.2 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นความจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน และกระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงรวมทั้งผลงานที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลากหลายแนวทาง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำ โดยงานที่มอบหมายนั้นต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงาน เพื่อที่จะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง
2. การกำหนดชิ้นงาน อุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ กระบวนการทำงาน และเสนอแนวทาง เพื่อพัฒนาชิ้นงานเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น
3. การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงาน และผลผลิตของงาน โดยจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน
4. การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุม ปรึกษาหารือ และทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู
5. การกำหนดตัวอย่างงานให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้หรือปรับปรุงให้ดีกว่าเดิม
6. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา
7. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบ เนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ความรู้ และความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

#### 4. ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยวกับคุณธรรม และจริยธรรม ที่เป็นองค์ประกอบส่วนสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี

ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้
2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
3. มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (Active Learning) ของผู้เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือการประกอบอาชีพในอนาคต

#### แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

โลกในยุคปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เกิดจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่ได้คิดค้นและประดิษฐ์นวัตกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้วิถีการดำรงชีวิตและสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์อันเกิดจากสติปัญญาของมนุษย์นั้นเป็นพลังที่สำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยเสริมสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่โลกและมนุษยชาติ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสามารถต่อสู้กับภัยธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมได้จนดำรงเผ่าพันธุ์ และสร้างสรรค์อารยธรรมมาได้จนจนกระทั่งทุกวันนี้

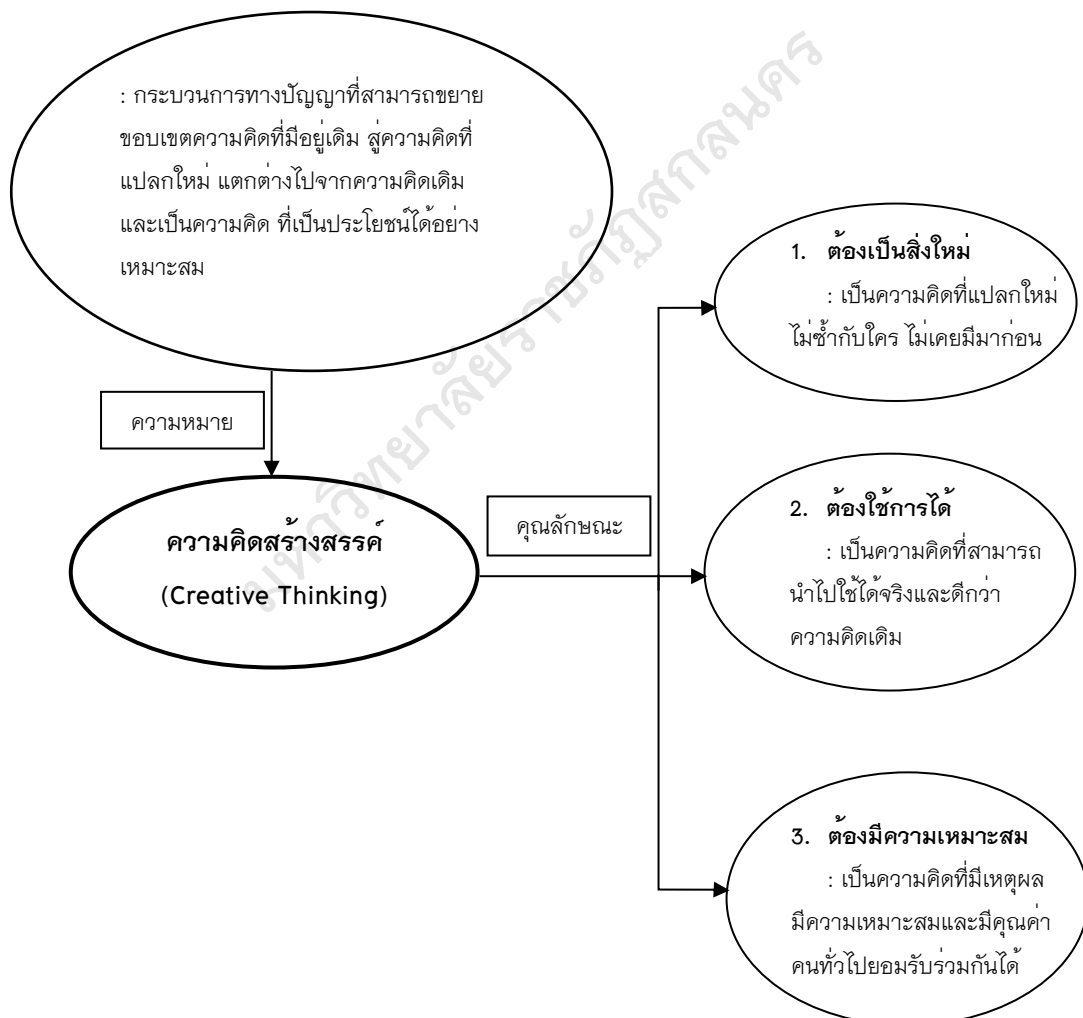
##### 1. ความหมายและคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2554, หน้า 193) ได้ให้ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดในทางที่ทำให้ดีขึ้น หรือการคิดสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ (New) แตกต่างไปจากเดิมและเป็นความคิดต้นแบบ (Original) ที่ใช้การได้จริงได้ผลดีกว่าของเดิม และมีความสมเหตุสมผล ที่คนทั่วไปยอมรับได้



สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญต่อเด็ก ทำให้เด็กสามารถสร้างความคิด สร้างจินตนาการ ไม่จนตอสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์หรือพลังความคิดที่เด็กทุกคนมีมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้น และพัฒนาด้วยพลังแห่งการคิดสร้างสรรค์จะทำให้เด็กเป็นคนมีอิสระทางความคิด มีความคิดที่ฉีกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ ดังนั้นการสอนความคิดสร้างสรรค์ และการฝึกฝนให้เด็กคิดอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นคุณภาพในตัวของเด็กให้มั่นใจในตนเอง และเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ความหมายและคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์  
(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, หน้า 9)

บุญรัตน์ จันทร (2558, หน้า 11) ได้ศึกษาและสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) หมายถึง ลักษณะของการแสดงออกทางความคิดที่เป็นรูปแบบของการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ โดยไม่จำกัดกรอบของความคิดและเป็นลักษณะของบุคคลที่สามารถคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วยบุคคลที่มีความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง และความคิดละเอียดลออ เพื่อที่จะได้ผลผลิตจากความคิดเหล่านั้นมีความแปลกใหม่หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

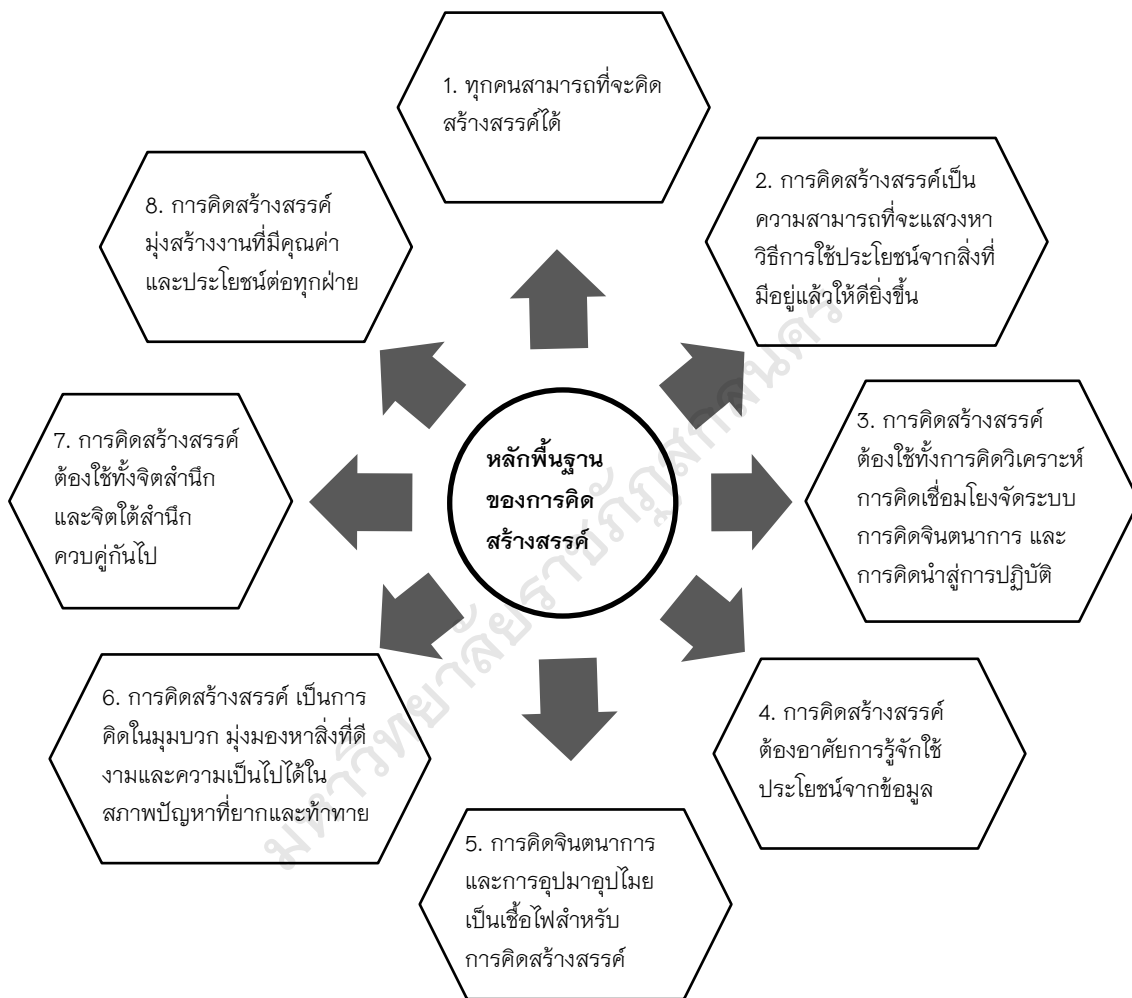
จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) หมายถึง กระบวนการคิดเชื่อมโยงระหว่างการค้นพบและการแก้ปัญหา สามารถคิดได้แปลกใหม่ คิดหลากหลายทิศทาง และว่องไวต่อปัญหาสามารถคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เกิดเป็นผลผลิตจากความคิดเหล่านั้นมีความแปลกใหม่ หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น และมีความสมเหตุ สมผลที่คนทั่วไปยอมรับได้

## 2. หลักพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 12) ได้อธิบายว่า หลักพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 8 หลักพื้นฐาน ดังแสดงในภาพประกอบ 5 ได้แก่

1. ทุกคนสามารถที่จะคิดสร้างสรรค์ได้
2. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่จะแสวงหาวิธีการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น
3. การคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้ทั้งการคิดวิเคราะห์ การคิดเชื่อมโยง จัดระบบ การคิดจินตนาการ และการคิดนำสู่การปฏิบัติ
4. การคิดสร้างสรรค์ ต้องอาศัยการรู้จักใช้ประโยชน์จากข้อมูล
5. การคิดจินตนาการและการอุปมาอุปไมย เป็นปัจจัยสำหรับการคิดสร้างสรรค์

- 6. การคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดในมุมมอง มุ่งมองหาสิ่งที่ดีงาม และความเป็นไปได้ในสภาพปัญหาที่ยากและท้าทาย
- 7. การคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้ทั้งจิตสำนึก และจิตใต้สำนึก ควบคู่กันไป
- 8. การคิดสร้างสรรค์ มุ่งสร้างงานที่มีคุณค่าและประโยชน์ต่อทุกฝ่าย



ภาพประกอบ 5 หลักพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์  
(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, หน้า 12)

### 3. องค์ประกอบสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจ และมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้ที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ ด้วย มิใช่เพียงแต่ความคิดริเริ่มอย่างเดียว อย่างไรก็ตามความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์ก็จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่น ๆ ประกอบด้วย

สฤวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 19-20) ได้อธิบายว่า จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดอเนกมัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 ได้แก่

**1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)** หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกันกล่าวอย่างง่าย คือ มองในแง่ปริมาณของผลงาน เช่น ถ้าถามว่า อะไรเอ๋ยที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า “แม่” เด็กคนหนึ่งอาจตอบได้ 9 คำอีกคนหนึ่งอาจตอบได้ 20 คำในเวลาจำกัด เด็กที่พูดได้ 20 คำ ถือว่า มีความคล่องตัวกว่า คนที่ได้ 9 คำ พ่อแม่ควรกระตุ้นโดยการใช้น้ำคำถามที่ใช้เวลาจำกัดให้ตอบเร็ว ๆ โดยเน้นปริมาณให้มากที่สุด เร็วที่สุดไปพร้อม ๆ กัน

**2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่ว เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่ว ให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น เช่น ถามคำถามที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า แม่มีอะไรบ้าง เด็กที่ตอบ 9 คำ แต่มีความคิดหลายทิศทางหลายทางอาจตอบว่า แม่น้ำ แม่แรง แม่กก แม่เลี้ยง แม่ผด แม่พิมพ์ แม่ยก แม่เหล็ก และแม่สาย ส่วนเด็กที่ได้ 20 คำ อาจมีความยืดหยุ่นไม่ตีเท่า เช่น เด็กอาจตอบว่า แม่กก แม่กบ แม่กน แม่เกย แม่หมา แม่แมว แม่หมู แม่ช้าง แม่ม้า แม่ลิง แม่เสือ แม่กระต่าย แม่ไก่ แม่ชะนี แม่ชะมด แม่หนู จะเห็นได้ว่ากลุ่มคำว่า “แม่” มีอยู่ 2 พวกเท่านั้นคือ แม่ที่ตามด้วยกลุ่มตัวสะกด และแม่ที่ตามด้วยประเภทของสัตว์ ซึ่งต่างจากคนที่คิดได้เพียง 9 คำ แต่ทุกคำไม่มีทิศทางของความคิด ไม่ซ้ำกันเลย ถือว่าเด็กประเภทนี้มีความยืดหยุ่นดีกว่าพวกที่มาก แต่ปริมาณ

### 3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิด

แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำเอาความรู้เดิม มาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น วาดรูปก็ดูความกล้าที่ลายเส้น การให้สี ความแปลกของความคิด พวกนี้สามารถคิดทะลุโลกและมีมิติของเวลา ทะลุกรอบที่วางไว้

### 4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง

ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย ตัวอย่างเช่น คุณสามารถนำเอากระดิกน้ำกับขาเก้าอี้มาผสมผสานกันคิดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใหม่ได้หรือไม่ คุณสามารถนำเอาวิชาศิลปะกับวิชาคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กันได้หรือไม่ ส่วนความสามารถที่มองเห็นในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น เช่น เด็กคนหนึ่ง ยืนมองเครื่องถ่ายเอกสารแล้วครุ่นคิดว่าทำอย่างไรหนอ จึงมีเครื่องถ่ายเอกสารที่ใส่หนังสือเข้าไปแล้ว สั่งให้ถ่ายตามเลขหน้าได้เลย นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ และคนเก่ง ๆ ของโลกที่สร้างสรรค์งานใหม่ ๆ มักมีความสามารถมองเห็น “ช่องโหว่ที่คนอื่นมองไม่เห็น”

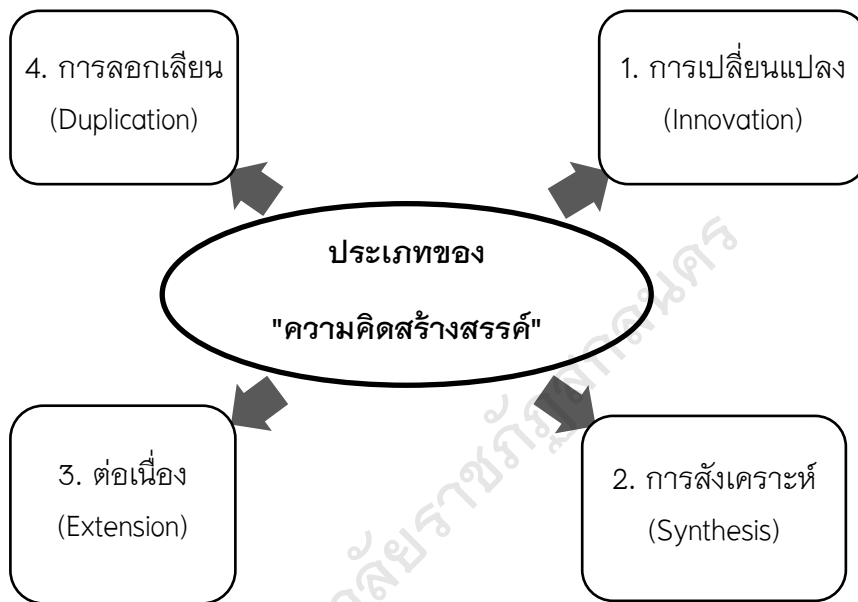


ภาพประกอบ 6 องค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์

(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, หน้า 19)

#### 4. ประเภทของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาของ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 21-22) ที่ได้ศึกษาประเภทของความคิดสร้างสรรค์หลาย ๆ ทักษะแล้วสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์อาจจะแบ่งแยกได้ 4 ประเภท ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ประเภทของความคิดสร้างสรรค์  
(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, หน้า 21)

##### 4.1 ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการเปลี่ยนแปลง (Innovation)

คือ แนวคิดที่เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น เช่น ทฤษฎีใหม่ การประดิษฐ์ใหม่ เป็นต้น เป็นการคิด โดยภาพรวมมากกว่าแยกเป็นส่วนย่อย บางครั้งเรียกว่า “นวัตกรรม” ที่เป็นการนำเอาสิ่งประดิษฐ์ใหม่มาใช้ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น การใช้ E-Learning นานาเทคโนโลยี เป็นต้น

##### 4.2 ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis)

คือ การผสมผสานแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่อันมีคุณค่า เช่น การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาการจราจร การใช้หลักจินตคณิต และหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานเป็นคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

#### 4.3 ความคิดสร้างสรรค์ประเภทต่อเนื่อง (Extension) คือ

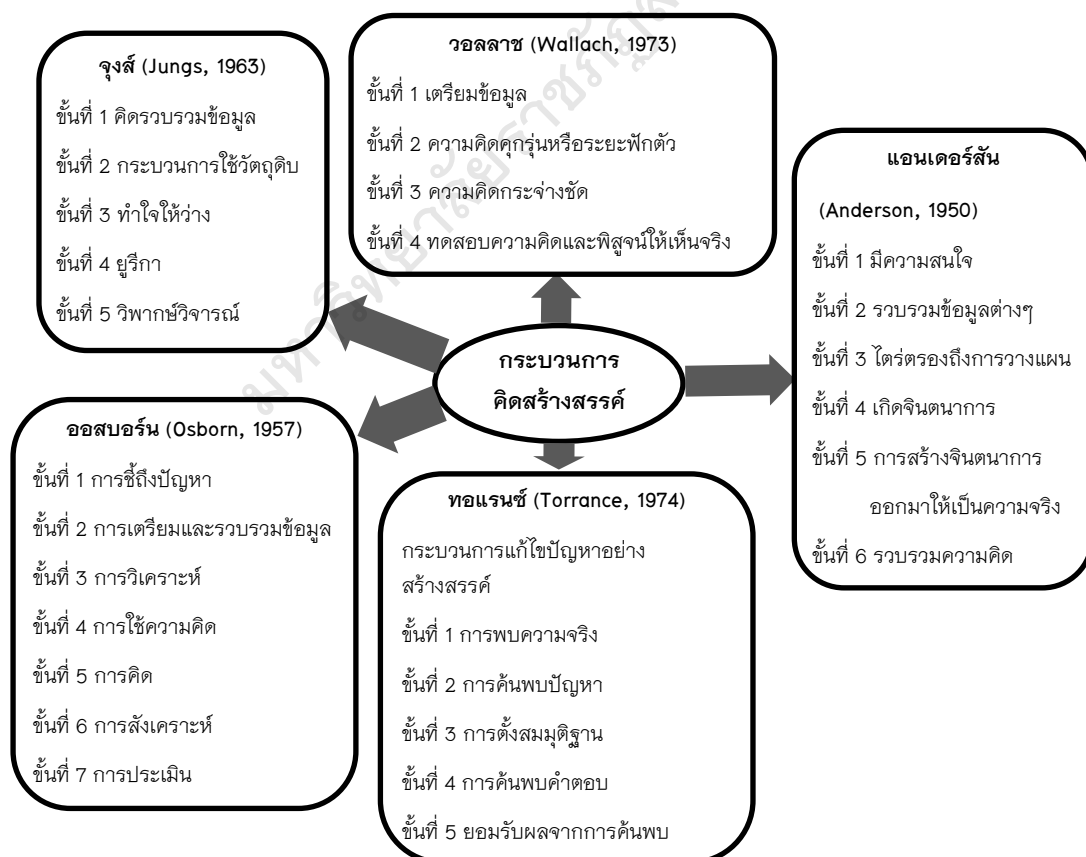
การผสมผสานกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ประเภทเปลี่ยนแปลงกับความคิดสร้างสรรค์ประเภทสังเคราะห์ ซึ่งเป็นโครงสร้างหรือกรอบที่ได้กำหนดไว้กว้าง ๆ แต่ความต่อเนื่องเป็นรายละเอียดที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น เช่น การสร้างรถยนต์ หุ่นยนต์ คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ซึ่งจะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจากต้นฉบับเดิม

#### 4.4 ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการลอกเลียน (Duplication)

คือ ลักษณะการจำลองหรือลอกเลียนแบบจากความสำเร็จอื่น ๆ โดยอาจจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แปลกไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ยังคงแบบเดิมอยู่ เช่น เครื่องแต่งกาย บทเพลง ภาพยนตร์ การ์ตูน และเครื่องประดับ เป็นต้น

### 5. กระบวนการคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้เขียนขอนำเสนอเปรียบเทียบเป็นแผนภูมิ ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 กระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยนักการศึกษา

(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, หน้า 23)

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ซึ่งสอดคล้องกับ  
 สุนทรีย มุลคำ และอรทัย มุลคำ (2547, หน้า 23-25) ที่ได้เสนอกระบวนการคิดสร้างสรรค์  
 6 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน  
 (สุนทรีย มุลคำ และอรทัย มุลคำ, 2547, หน้า 24)

**ขั้นที่ 1 ค้นพบปัญหา** เป็นขั้นเริ่มต้นตั้งแต่รู้สึกกังวลใจ มีความสับสน  
 เกิดขึ้นในใจ พิจารณาอย่างรอบคอบ ค้นหาสาเหตุดังกล่าวเกิดจากปัญหาอะไร เช่น สนใจ  
 นโยบายของรัฐบาล ที่จะทำให้ครัวไทยกลายเป็นครัวโลก อาหารที่ต่างชาตินิยมรับประทาน  
 คือ ต้มยำ ปัญหาอยู่ที่ว่าจะส่งต้มยำไปขายทั่วโลกได้อย่างไร เพราะต้มยำต้องปรุงสด  
 และต้องรับประทานร้อน ๆ จึงจะอร่อย

**ขั้นที่ 2 เตรียมการและรวบรวมข้อมูล** เป็นขั้นเตรียมการของผู้คิด  
 ที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นข้อเท็จจริงของเรื่องที่ค้นพบปัญหา  
 เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา เช่น ปัญหาจะส่งต้มยำไปขายได้ทั่วโลกอย่างไร จึงศึกษา  
 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ การผลิต การจำหน่าย การขนส่ง และการบรรจุหีบห่อ ฯลฯ

**ขั้นที่ 3 วิเคราะห์** เมื่อได้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 2 จะเป็นขั้นคิดพิจารณา  
 ข้อมูลอย่างละเอียด หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เช่น การผลิตต้มยำผลิตได้ด้วยวิธีบ้าง  
 การจำหน่าย การขนส่ง การบรรจุหีบห่อ แยกรายละเอียด และวิเคราะห์ใช้เหตุผลใน  
 การพิจารณา



**ขั้นที่ 4 พุ่มพักความคิด** เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาทั้งเก่าและใหม่ ปรากฏจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ยังจัดกระจาย ไม่สามารถขมวดความคิดได้ จึงจำเป็นต้องมีสมาธิ ทำจิตให้ว่าง และรอโอกาสที่จะคิดได้ เช่น วิเคราะห์ข้อมูล เรื่องการทำตั๋มยาอย่างละเอียดทุกแง่มุม เมื่อยังคิดแก้ปัญหาการส่งตั๋มยาไปขายทั่วโลกไม่ได้ ก็ทำจิตให้ปล่อยวางระยะหนึ่ง เพื่อพักจิตและรอโอกาสที่จะคิดได้

**ขั้นที่ 5 ความคิดกระจ่างชัด** เป็นขั้นตอนของความคิดสับสน กระจัดกระจาย วุ่นวาย ได้ผ่านการเรียบเรียงเชื่อมโยงความสัมพันธ์เข้าด้วยกัน มีความกระจ่างชัด และมองเห็นภาพเกิดขึ้นในใจ เช่น คิดได้ว่า มาฆ่า ยาฆ่า บะหมี่ยังบรรจุถุงไปขายได้ทั่วโลก ถ้าเราผลิตตั๋มยากระป๋องส่งไปขายทั่วโลกก็น่าจะทำได้ และมีความเป็นไปได้สูง แต่อย่างไรก็ตามขั้นนี้ยังไม่เกิดความเชื่อมั่นของสิ่งที่เราคิด

**ขั้นที่ 6 ทดสอบความคิด** เป็นขั้นที่นำความคิดที่ได้ของขั้นที่ 5 ที่ยังไม่มั่นใจ ไปพิสูจน์ให้เห็นจริงและถูกต้อง เช่น ทดสอบผลิตตั๋มยากระป๋องทำได้หรือไม่ ทำอย่างไรเป็นไปตามที่เราคิดหรือไม่ หากเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เช่น ผลิตตั๋มยากระป๋องแห้งแค่เติมน้ำร้อน ก็ทานได้โดยคงรสชาติและคุณภาพไว้เหมือนเดิม สะดวกในการขนส่ง น้ำหนักเบา ส่งไปขายได้ทั่วโลก

## 6. แนวทางในการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537, หน้า 89-92) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ครูผู้สอน ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กระบวนการคิด เป็นการสอนที่เพิ่มทักษะความคิดด้านต่าง ๆ เช่น ความคิดจินตนาการ ความคิดเอกลัษณ์ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดวิเคราะห์ ความคิดสังเคราะห์ ความคิดแปลกใหม่ ความคิดหลากหลาย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดเห็นที่แตกต่างจากการประเมินผล
2. ผลิตผล เป็นสิ่งที่ชี้ให้เราเห็นหลายสิ่งหลายอย่างของการคิด เช่น วิธีคิด ประสิทธิภาพทางความคิด การนำความรู้ไปสู่การนำไปใช้ จุดสำคัญของการสอนว่า จะพิจารณาเกณฑ์ของผลผลิตนั้นอย่างไร ควรจะกำหนดให้เด็กรู้จักระบุจุดประสงค์ของการทำงาน รู้จักประเมินการทำงานของตนเองอย่างใช้เหตุผล มีความพยายาม และสามารถนำไปปรับใช้ได้ในชีวิตจริง

3. องค์ความรู้พื้นฐาน เป็นการให้โอกาสเด็กได้รับความรู้ผ่านสื่อ และทักษะหลายด้าน โดยใช้ประสาทสัมผัสหรือความรู้ที่มาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และมีแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันทั้งจากหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญ การทดสอบด้วยตนเอง และสิ่งที่สำคัญคือให้เด็กได้สร้างความรู้จากตัวของเขาเอง

4. สิ่งที่ทำทนาย การหางานที่สร้างสรรค์ และมีมาตรฐานให้เด็กได้ทำ

5. บรรยากาศในชั้นเรียน การให้อิสระเสรี ความยุติธรรม ความเคารพ ในความคิดเห็นของเด็ก ให้เด็กได้มั่นใจว่าจะไม่ถูกลงโทษหากมีความคิดที่แตกต่างจากครู หรือคิดว่าครูไม่ถูกต้อง ยอมให้เด็กล้มเหลวหรือผิดพลาด (โดยไม่เกิดอันตราย) แต่ต้องฝึกให้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่ผ่านมา

6. ตัวเด็ก การสนับสนุนให้เด็กมีความเชื่อมั่นในตนเอง ความเคารพตนเอง และความกระหายใคร่รู้

7. การใช้คำถาม สนับสนุนให้เด็กถามคำถามของเขา หรือครูผู้สอนใช้คำถามนำกระตุ้นให้เด็กคิด

8. การประเมินผล หรือเลี่ยงการประเมินที่ซ้ำซาก หรือเป็นทางการ อยู่ตลอดเวลา สนับสนุนให้เด็กประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง และประเมินร่วมกับครู

9. การสอนและการจัดหลักสูตร การผสมผสานกับวิชาการต่าง ๆ เพราะสามารถใช้ได้กับทุกวิชา ลองให้เด็กได้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่มีความค้ำตอบที่ดีที่สุด หรือคำตอบที่ตายแล้ว คำตอบที่คลุมเครือหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ๆ ครูเป็นผู้ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือเด็ก ไม่ใช่เป็นผู้สั่งการ

10. การจัดระบบในชั้นเรียน ให้เด็กได้ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้นปรับระบบตารางเรียนให้ยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองความต้องการ และความสามารถที่หลากหลาย จัดกลุ่มการสอนหลาย ๆ แบบ เช่น จับคู่ กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ และสอนแบบเดี่ยว นอกจากนี้ควรจัดห้องเรียนให้แตกต่างกันไปในแต่ละเวลา สถานที่ เช่น บางห้อง บางเวลา ไม่มีที่นั่ง นั่งไกลกัน นั่งใกล้กัน นั่งข้างนอก และเรียนที่สนาม เป็นต้น

## 7. การวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์

### 7.1 กรอบแนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์

แบบวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ แบบทดสอบของทอแรนซ์ (Torrance, 1965 อ้างถึงใน ประสาท อิศรปริดา, 2544, หน้า 147-149) ซึ่งกำหนดกรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน

1. ด้านความคล่องในการคิด หมายถึง จำนวนความคิดที่ตอบปัญหา ผู้ที่สามารถ คิดแนวทางแก้ไขปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคล่องในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคล่องในการคิดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ตอบ
2. ด้านจำนวนทิศทางการคิด หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่คิด ผู้ที่สามารถคิดได้หลายทางแสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือคิดหาคำตอบได้หลายแง่มุม
3. ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ ซึ่งทอแรนซ์ ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 1% แรก	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 2%	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 3-5%	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน 6-12%	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน มากกว่า 12%	ให้ 0 คะแนน

4. ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดเริ่มแรก ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพบางกิจกรรมเท่านั้น

### 7.2 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Word) มี 7 กิจกรรม คือ

1. เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้น
2. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

3. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
4. เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กเล่นอย่าง

สนุกสนาน

5. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
6. เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
7. เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์

เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง

ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ

เป็นสื่อ (Thinking Creativity with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

1. การสร้างรูปภาพ (Picture Construction)
2. การต่อเติมรูปภาพ (Picture Completion)
3. เส้น (Lines)

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความยืดหยุ่น

ความคิดริเริ่ม และความละเอียดประณีต

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ

(Thinking Creativity with Sound and Words) มี 2 กิจกรรมโดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่องบันทึกเสียง แล้วเขียนความสัมพันธ์ในแต่ละครั้ง ทั้ง 2 กิจกรรมนี้ วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

## ประสิทธิภาพ (Efficiency)

### 1. ความหมายของประสิทธิภาพ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

ชัชยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7-9) ได้อธิบายว่า ประสิทธิภาพ

หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายาม และการใช้จ่ายอย่างคุ้มค่าที่สุด ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ ซึ่งเน้นการดำเนินการที่ถูกต้อง หรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” ที่เป็นการทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่ต่อไป

## 2. ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

**2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน** โดยการทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงิน

**2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน** โดยสื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดีในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณภาพทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน** โดยการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลา และงบประมาณในการเตรียมต้นแบบ

### 3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2551, หน้า 42-45) ได้อธิบายว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตนวัตกรรมพอใจว่า ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็มีคุณค่านำไปใช้ได้ และมีคุณค่าแก่การลงทุนผลิตออกมา

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรม ของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประสิทธิภาพ ต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงาน เป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลยคะแนน การทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการประเมิน หลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$

การกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของ กระบวนการ และ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่กำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  มีค่า เท่าใดนั้น ผู้ที่สอนเป็นผู้พิจารณาโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ซึ่งเมื่อผลิตนวัตกรรมเสร็จแล้วจะต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไป

1. แบบ 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง โดยทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุง แล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง และเด็กเก่งในลำดับต่อไป

2. แบบ 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือค่า  $E_1/E_2$  ประมาณ 70/70

3. แบบ 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับผู้เรียน 40-100 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพ และปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้อผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับค่า  $E_1/E_2$  ตามที่กำหนดไว้เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้ว ให้เทียบกับค่า เพื่อดูว่ายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่

การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับ

1. ระดับ “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 ขึ้นไป

2. ระดับ “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5

3. ระดับ “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 ซึ่งถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

#### 4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

##### 4.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X_1$	แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดในระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน
	$N$	แทน จำนวนผู้เรียน
	$A$	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

#### 4.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N} \times 100$$

เมื่อ	E <sub>2</sub>	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X_2$	แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของ ผู้เรียนทุกคน
	N	แทน จำนวนผู้เรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาคำคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุและวัตถุ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

##### 1. งานวิจัยในประเทศ

นักการศึกษาในประเทศหลายท่านได้นำเสนอผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคำคิดสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

เบญจกาญจน์ ไส้ละม้าย และชลาริปี สมานิติโต (2558, หน้า 104-110) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัย จำนวน 25 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาล 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทศบาล 2 (บ้านหาดใหญ่) สังกัดเทศบาลนครหาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) เด็กปฐมวัย ที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลจากการประเมินแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น



ภัสสร ติตมา และคณะ (2558, หน้า 11-16) ได้ศึกษาแนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 48 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัยที่ได้จากการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่า t-test และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้น

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ ไคจร (2559, หน้า 463-474) ได้ศึกษาพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนจำนวน 43 คน ที่ศึกษาในโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเก็บข้อมูล 3 ช่วง ได้แก่ ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้น หลังเรียนด้วยกิจกรรมข้างต้น ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้น 2) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และวงรอบปฏิบัติการที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรียนต์ คุณารักษ์ (2560, หน้า 97-100) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน โรงเรียนบ้านเตาไหสร้างแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าที่ t-test ชนิด Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.58/78.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

อาทิตยา ภูมิคอนสาร, กมล พลคำ และนุญกุล กุดแกลง (2560, หน้า 857-863) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จำนวน 45 คน ได้มาจากการเลือกกลุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย t-test Dependent Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 77.98/76.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเสียงกับการได้ยิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเสียงกับการได้ยิน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

นักการศึกษาในต่างประเทศหลายท่านได้นำเสนอผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

Asghar, et al. (2012, pp. 85–126) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้หลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน เพื่อศึกษาแนวคิดหลักและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ศึกษาความเข้าใจและการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานของครูเพื่อใช้ในการบูรณาการรายวิชาสะเต็ม และประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานของครู โดยผ่านการสังเกตพฤติกรรมของครู และการสัมภาษณ์ครูเมื่อสิ้นสุดการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 12 คน เป็นเวลา 15–20 นาที และให้ครูสะท้อนผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้หลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน สามารถส่งเสริมความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษาของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียนได้ นอกจากนี้ควรพัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในอนาคต

Ceylan & Ozdilek (2015, pp. 223–228) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวอย่างแผนการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา สำหรับระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ ของประเทศตุรกี โดยการกำหนดเครื่องมือการเรียนรู้จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น มีการใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจัดขึ้นด้วยขั้นตอนการสอนแบบ 5E และได้มีการประเมินความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test สำหรับตัวอย่างที่ได้ทดสอบแบบเป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบ Kappa Test ของโคเฮนด้วยโปรแกรม SPSS 20.00 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นแผนการสอนด้วยบทเรียนตัวอย่างนี้มีผลอย่างมากต่อระดับผลการเรียนของนักเรียน

Mayasari, Kadarohman, Rusdiana, & Kaniawati (2016, pp. 080005-1-080005-5) ได้ศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่สร้างสรรค์ในด้านพลังงานทดแทน (พลังงานแสงอาทิตย์) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประยุกต์ จำนวน 29 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ (วิธีการแบบผสม) และใช้ Four Dimensions of Creativity (4P) เพื่อประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM เป็นกิจกรรมที่ช่วยสนับสนุน ให้สามารถสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ได้ และนอกจากนี้ความรู้ ทักษะ และความสามารถ ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบ STEM สามารถสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

Barrya, Kanematsu, Lawson, Nakahira, & Ogawa (2017, pp. 946-955) ได้ศึกษาผลการดำเนินการโครงการเกี่ยวกับพลังงานทดแทนในสภาพแวดล้อมจำลอง (Second Life: SL) สร้างอาคารจำลองที่มีห้องเรียนจำลองสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยระบบ E-Learning โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ นักเรียนหญิงชาวญี่ปุ่น จำนวน 3 คน จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งชาติ วิทยาลัยชูชูกะ ประเทศญี่ปุ่น เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับแหล่งพลังงาน และความสำคัญของการใช้รูปแบบพลังงานทดแทน ผ่านกิจกรรม STEM และออกแบบสร้างเครื่องบินพลังงานลม โดยใช้วัตถุอุปกรณ์จำลอง ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมจำลอง ด้วยระบบ E-Learning ผ่านกิจกรรม STEM ช่วยให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงาน ความสำคัญของการใช้รูปแบบพลังงานทดแทน และสามารถสร้างเครื่องบินพลังงานลมได้สำเร็จ และนอกจากนี้การเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมจำลอง มีข้อดีหลายประการ โดยสภาพแวดล้อมจำลองไม่มีขอบเขตสำหรับพื้นที่และเวลา ซึ่งสามารถนำเสนอผลงานได้ทุกที่ ทุกเวลา ผู้สอนสามารถอยู่กับนักเรียนตลอดทั้งกระบวนการ เพื่อให้การสนับสนุนและตอบคำถาม สามารถบันทึกภาพขั้นตอนต่าง ๆ ได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุก่อสร้าง และมีความปลอดภัยจากความเสียหายหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตจริง

Park & Bates (2018, pp. 275-294) ได้ศึกษาความเข้าใจ และการประยุกต์แนวคิด เรื่อง 'ปริมาตร' ของนักเรียน ด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม ในกิจกรรม STEM โดยการศึกษาค้นคว้าได้สร้างกิจกรรม STEM แบบการเล่นเป็นฐาน

ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และประยุกต์ใช้แนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรในการสร้างเรือ ดินน้ำมัน ด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม โดยนักเรียนที่เข้าร่วมในกรณีศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนอาสาสมัคร จำนวน 3 คน อายุ 6-7 ขวบ จากโรงเรียนรัฐบาลในเมือง ขนาดกลาง แถบมิดเวสต์เทิร์น สหรัฐอเมริกา งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ การถ่ายภาพผลงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน และการบันทึกผลการสังเกต ซึ่งจะได้รับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เป็นรายกรณี ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบทางวิศวกรรมในกิจกรรม STEM แบบการเล่นเป็นฐาน มีรูปแบบทั่วไป ที่ใช้ปฏิบัติได้ง่าย เมื่อกำหนดปัญหาทางวิศวกรรมโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน นักเรียน สามารถเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยผ่านการออกแบบทางด้านวิศวกรรม ในกิจกรรม STEM และนักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยสัมพันธ์ กับระดับช่วงวัย และประสบการณ์เดิมของพวกเขา นอกจากนี้การแก้ปัญหาของนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาด้านวิศวกรรมยังสัมพันธ์กับความคิดจากประสบการณ์เดิมของพวกเขา ที่เคยพบเจอในชีวิตจริงด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา ที่ใช้หลักในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน และแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหา และการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ ที่สามารถกระตุ้น ส่งเสริม และพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ดังนั้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายตาม มาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนด รวมทั้งนักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ ตลอดจนให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ความคิด และจินตนาการ ขยายขอบเขต ความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่ และเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่าง เหมาะสมสำหรับนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพต่อไป