

## การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ในแนวทางของครุวิทยาศาสตร์ :

### Unplugged Learning in Computational Thinking

นายศักดิ์สิทธิ์ โอบัณณา

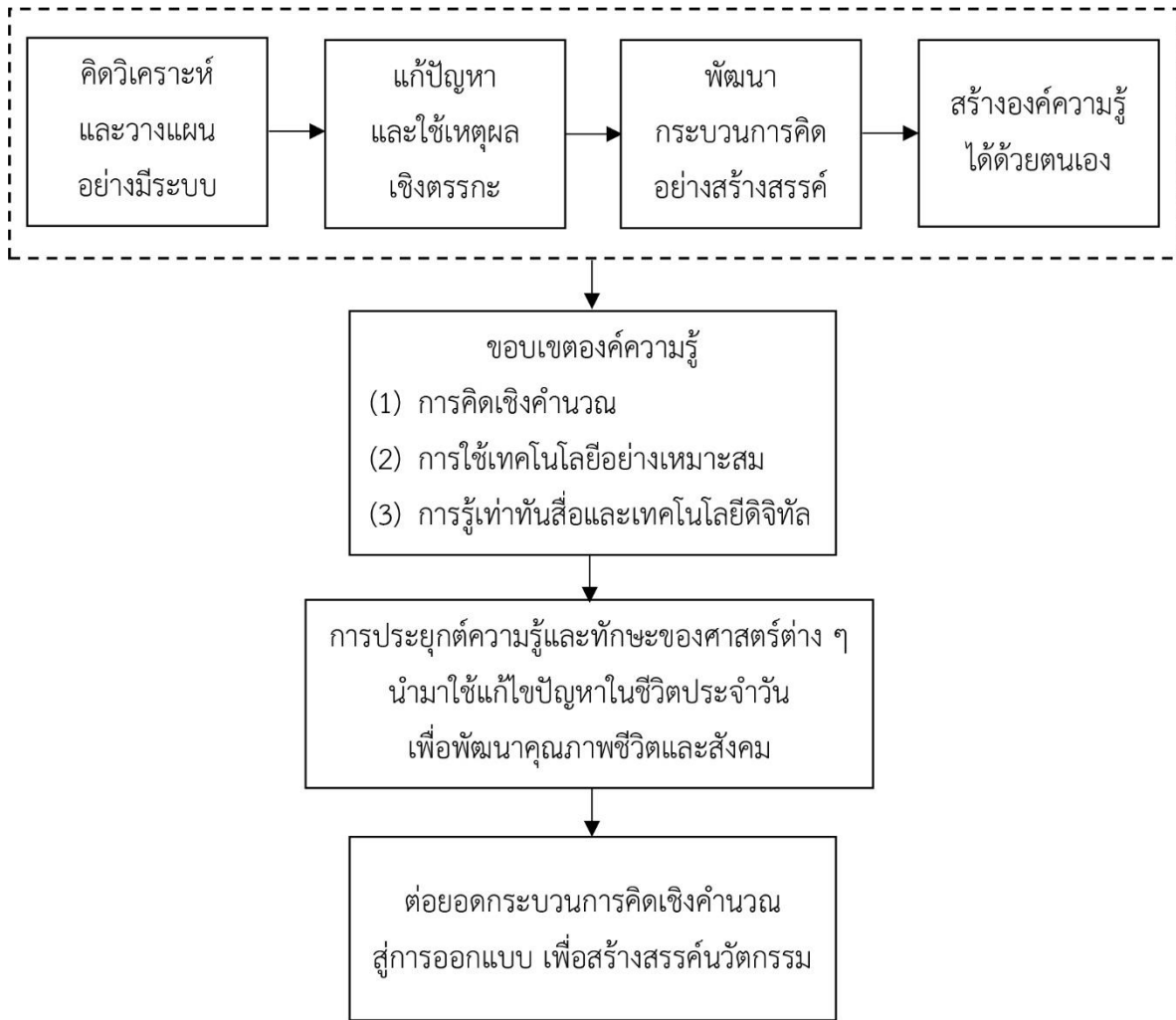
การเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้ปรับปรุงมาตรฐานและตัวชี้วัดขึ้นมาใหม่และเพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบไปด้วยการออกแบบและเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้เป้าหมายของการปรับเปลี่ยนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดดังกล่าว คือ มุ่งหวังให้สถานศึกษาได้จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงนโยบายในการพัฒนาประเทศของรัฐบาล โดยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดใหม่นี้ มีเป้าหมายและจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียนที่แตกต่างจากตัวชี้วัดที่เคยระบุในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี อย่างไรก็ตามเมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใหม่นี้แล้ว จะมีความรู้และทักษะที่ได้รับไว้ในหลักสูตรแกนกลางทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระเทคโนโลยี จะประกอบด้วยสาระย่อย 2 สาระ ซึ่งมีกรอบการเรียนรู้ ดังนี้

1. **การออกแบบและเทคโนโลยี (Design and Technology)** จะเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

2. **วิทยาการคำนวณ (Computing science)** จะเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและเป็นระบบ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เป็นสาระที่พัฒนาขึ้นเพื่อเปลี่ยนองค์ความรู้และเป้าหมายเดิมจากสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มาเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เน้นการนำทักษะกระบวนการคิดมาสร้างองค์ความรู้ และนำไปสู่การสร้างสร้งสรรค์นวัตกรรม โดยประยุกต์วิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร นำมาใช้อย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาในชีวิต ดังนั้นการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ให้แก่ผู้เรียนจึงควรส่งเสริมและพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน ซึ่งการที่สาระนี้อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อความชัดเจนและอยู่ในกลุ่มที่มีศาสตร์ใกล้เคียงกัน และเอื้อต่อการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) การประยุกต์ใช้ในการทำโครงการหรือสร้งนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาส่งเสริมประสบการณ์ให้มีความรู้และทักษะที่มีความกว้างขวางอย่างถูกต้องลึกซึ้ง ตามศักยภาพของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด อันเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อหรือพัฒนาวิชาชีพในอนาคต



รูปที่ 1 กระบวนการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ

**การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)** เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไป ประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะการคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาหรือปัญหาย่อย (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรือส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern recognition) การพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหาหรือข้อมูล โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกันว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

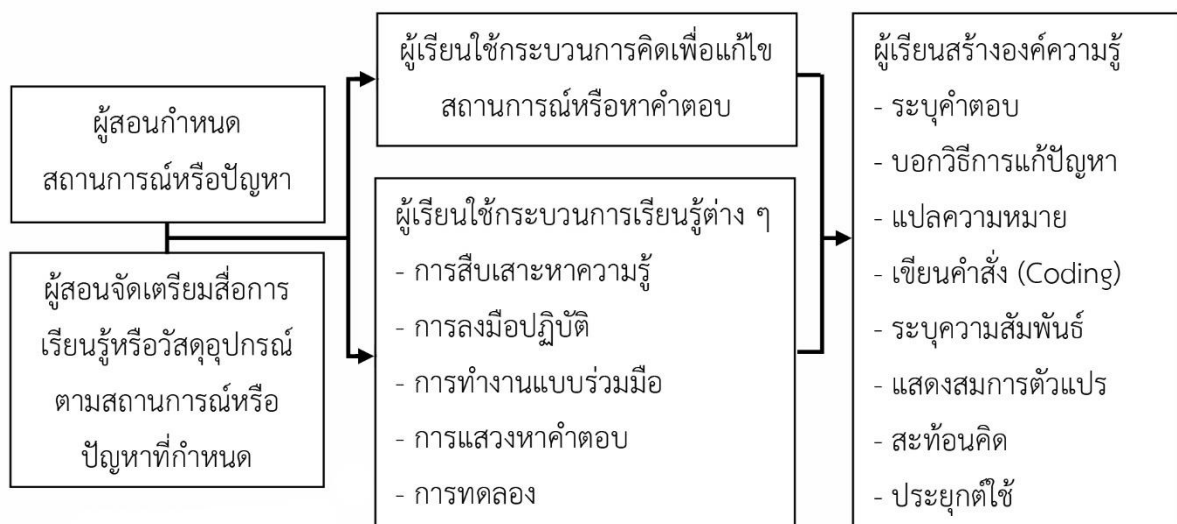
3. การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เป็นสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการและวิธีการคิดแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถเข้าใจปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิดได้ โดยวิธีคิดแบบวิทยาการคำนวณนี้ ไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่าคือการสอนให้ผู้เรียนคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่างๆ เป็น จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบนั่นเอง ทั้งนี้การเรียนการสอนวิชาการคำนวณ จะไม่จำกัดอยู่เพียงแค่การคิดให้เหมือนคอมพิวเตอร์เท่านั้น และไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคิดในศาสตร์ของนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ แต่จะเป็นกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาของมนุษย์ รวมทั้งนำไปประยุกต์ในการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานและช่วยแก้ไขปัญหามาที่เราต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามแนวทางของผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และ/หรือผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการรูปแบบ 2 วิธี คือ การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือการเขียนคำสั่ง

**การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Unplugged Learning in Computational Thinking)** เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือข้อมูลที่เป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่ไม่ใช่การเขียนคำสั่งหรือการใช้ระบบคอมพิวเตอร์หรือหุ่นยนต์ในการทำงานหรือแก้ไขปัญหา/สถานการณ์นั้น ๆ โดนผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมที่สามารถทำให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุผลเชิงตรรกะ ทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ โดยสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยสังเขปได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

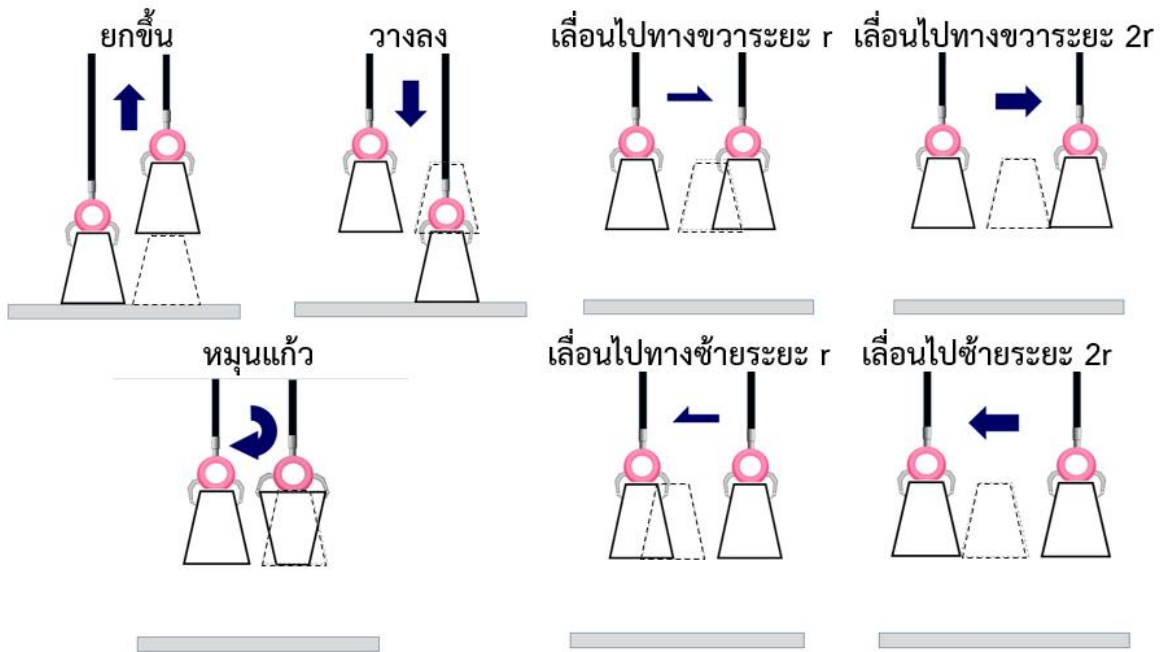
ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 : มือกลเรียงแก้ว

รูปแบบกิจกรรม: กิจกรรมกลุ่ม 2 คน

อุปกรณ์: 1) แก้วพลาสติกหรือแก้วกระดาษ 2) ไบบันทึกข้อมูล

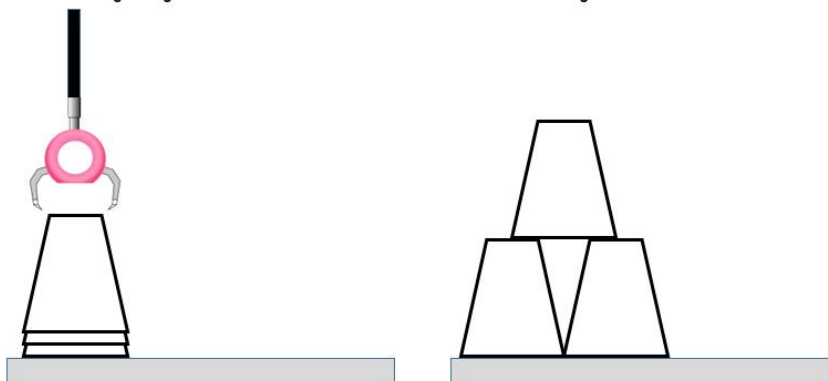
สถานการณ์: ให้แสดงคำสั่งในการเคลื่อนย้ายแก้วให้ได้ลักษณะตามที่กำหนดให้ (รูปมือกลคือมือของผู้เรียนที่ดำเนินการหยิบ-ปล่อยแก้วและเลื่อนไปในทิศต่าง ๆ)

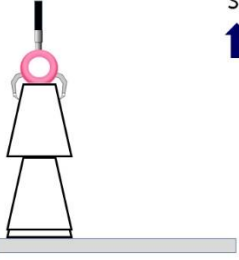
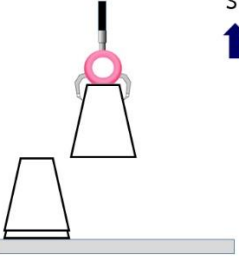
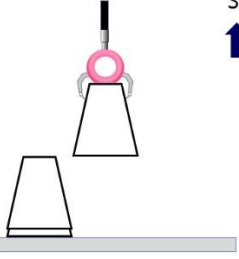
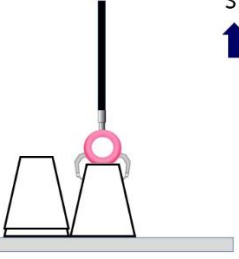
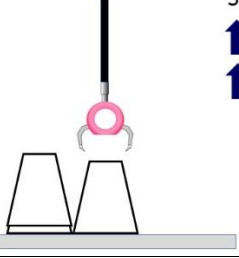
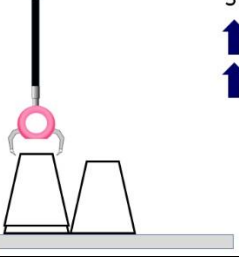
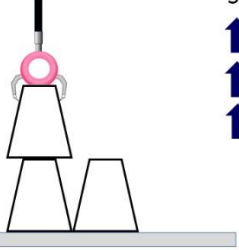
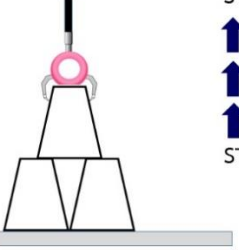
คำสั่ง: สัญลักษณ์ลูกศร



โจทย์

สถานการณ์: กำหนดแก้ว 3 ใบ ให้เขียนชุดคำสั่งให้มือเคลื่อนย้ายแก้วที่ซ้อนกันอยู่ดังรูปซ้ายมือให้จัดเรียงมีลักษณะดังรูปขวามือ



ผลการดำเนินการ			
(1)		คำสั่ง: START ↑	ผลที่ได้ : ยกแก้วใบแรกขึ้น
(2)		คำสั่ง: START ↑ →	ผลที่ได้ : เลื่อนไปทางขวา ระยะ $2r$
(3)		คำสั่ง: START ↑ →	ผลที่ได้ : เลื่อนไปทางขวา ระยะ $2r$
(4)		คำสั่ง: START ↑ → ↓	ผลที่ได้ : วางแก้วลง
(5)		คำสั่ง: START ↑ → ↓ ↑	ผลที่ได้ : ยกขึ้น
(6)		คำสั่ง: START ↑ → ↓ ↑ ←	ผลที่ได้ : เลื่อนกลับไปจุดเริ่มต้น
(7)		คำสั่ง: START ↑ → ↓ ↑ ← ↑	ผลที่ได้ : ยกแก้วใบที่ 2 ขึ้น
(8)		คำสั่ง: START ↑ → ↓ ↑ ← ↑ STOP	ผลที่ได้ : เลื่อนแก้วไปทางขวา $r$

จากการจัดกิจกรรมข้างต้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การทำงานร่วมกัน การเขียนคำสั่งที่เลียนแบบการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดรูปแบบในการเขียนที่ละบรรทัด เพื่อให้สามารถแก้ไขการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนได้ง่าย (เสมือนกับการเขียนคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ทีละส่วน) รวมทั้งในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลด้วยการสาธิตหรือแสดงผลการดำเนินการ เพื่อตรวจคำตอบและเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้สามารถกำหนดโจทย์ให้มีความซับซ้อนในการเขียนคำสั่งได้ เช่น เพิ่มจำนวนแก้ว กำหนดรูปแบบการจัดเรียงที่ยากขึ้น เป็นต้น ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณได้เป็นอย่างดี ตลอดจนใช้กระบวนการคิดและทักษะอื่น ๆ ในศาสตร์ต่าง ๆ ร่วมด้วย

ตัวอย่างกิจกรรมที่ 2 : ก้อนหิน กรรไกร กระดาษ

รูปแบบกิจกรรม: กิจกรรมกลุ่ม 2 คน

อุปกรณ์: 1) บัตรภาพ 2) ใบบันทึกข้อมูล

สถานการณ์: ให้วิเคราะห์และแสดงรูปแบบการจัดเรียงบัตรภาพตามลักษณะการเล่นเกมเป่ายิ้งฉุบ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (ในการบันทึกข้อมูลสามารถใช้อักษรแทนภาพได้ เช่น ใช้ ห หรือ R แทนก้อนหิน, ใช้ ก หรือ S แทนกรรไกร และใช้ ด หรือ P แทนกระดาษ รวมทั้งสามารถใช้ภาพค้อนแทนก้อนหินได้)

เงื่อนไข: การเล่นเกมเป่ายิ้งฉุบ - กำหนดคะแนน ชนะได้ 2 แต้ม เสมอ ได้ 1 แต้ม และ แพ้ ได้ 0 แต้ม



โจทย์

สถานการณ์: กำหนดให้ผู้เล่น 2 คน มีบัตรภาพคนละ 3 ใบที่แตกต่างกัน โดยให้กำหนดให้หยายบัตรภาพตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วให้ผู้เล่นทั้ง 2 เขียนข้อมูลและผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ในแต่ละกรณี

**Player 1**

**Player 2**



ผลการดำเนินการ (วิเคราะห์รูปแบบ)

<p><b>แบบที่ 1</b></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 คือ P S R</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 คือ S P R</p> <p><u>แต้มที่ได้</u></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 = 0 + 2 + 1 = 3</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 = 2 + 0 + 1 = 3</p> <p>ผลคือ ผู้เล่นทั้ง 2 เสมอกัน</p>	<p><b>แบบที่ 2</b></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 คือ P S R</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 คือ S R P</p> <p><u>แต้มที่ได้</u></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 = 0 + 0 + 0 = 0</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 = 2 + 2 + 2 = 3</p> <p>ผลคือ ผู้เล่นคนที่ 1 แพ้ คนที่ 2</p>	<p><b>แบบที่ 3</b></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 คือ P R S</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 คือ S R P</p> <p>ผลเหมือนแบบที่ 1</p> <p><b>แบบที่ 4</b></p> <p>ผู้เล่นคนที่ 1 คือ P R S</p> <p>ผู้เล่นคนที่ 2 คือ S P R</p> <p>ผลเหมือนแบบที่ 2</p>
--	---	---

โจทย์ (เพิ่มจำนวนบัตรภาพ)

**Player 1**



**Player 2**



	<b>1st</b>	<b>2nd</b>	<b>3rd</b>	<b>4th</b>	<b>5th</b>	<b>6th</b>
<b>Player 1</b>				A1	B1	C1
<b>Player 2</b>				A2		C2

จากการจัดกิจกรรมข้างต้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตลอดจนบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้มีรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกม ส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการวางแผนและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดในหลาย ๆ ด้านอีกด้วย

### ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3 : แฮมเบอร์เกอร์

**รูปแบบกิจกรรม:** กิจกรรมกลุ่ม (กลุ่มละ 2 คน)

**อุปกรณ์:** 1) บัตรภาพ 2) โปสเตอร์ข้อมูล

**สถานการณ์:** ให้วิเคราะห์และออกแบบแฮมเบอร์เกอร์จากส่วนประกอบต่าง ๆ (บัตรภาพ) พร้อมใช้ทักษะการคิดคำนวณประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ตามเงื่อนไขที่กำหนด

**เงื่อนไข:** กำหนดส่วนประกอบของแฮมเบอร์เกอร์ โดยแสดงรูปตามบัตรภาพ (แต่กลุ่มจะมีจำนวนแตกต่างกัน)



#### โจทย์

1. ให้แต่ละกลุ่มนำส่วนประกอบต่าง ๆ มารวมกันเพื่อทำแฮมเบอร์เกอร์ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. ให้แสดงสมการส่วนประกอบของแฮมเบอร์เกอร์ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
3. ให้วิเคราะห์และคำนวณราคาต้นทุน ราคาจำหน่าย และกำไรที่ได้ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด



ผลการดำเนินการ		
<b>ตอนที่ 1</b> ผลิตสินค้าภายใต้ข้อกำหนดของผู้เรียนเอง <b>แบบที่ 1</b> ขนมปัง (บน) + มะเขือเทศ + ซีสแผ่น + เนื้อ + ขนมปัง (ล่าง) <b>สมการ</b> $2B + V + C + M = 1$		(ตัวอย่าง) จำนวนชิ้น 20
<b>แบบที่ 2</b> ขนมปัง (บน) + มะเขือเทศ + มัสตาร์ด + เนื้อ + ผักกาด + ขนมปัง (ล่าง) <b>สมการ</b> $2B + 2V + S + M = 1$		15
<b>แบบที่ 3</b> ขนมปัง (บน+ล่าง) + หัวหอมใหญ่ + มะเขือเทศ + มัสตาร์ด + เนื้อ + ซีสแผ่น + ผักกาด <b>สมการ</b> $2B + 3V + S + M + C = 1$		13
<b>หมายเหตุ</b> B แทน ขนมปัง / V แทน ผัก / S แทน มัสตาร์ด (ซอส) / M แทน เนื้อ / C แทน ซีสแผ่น		
<b>คำนวณราคา (ต้นทุน) :</b> ขนมปังแผ่น คู่ละ 5 บาท / เนื้อ ชิ้นละ 15 บาท / ซีสแผ่น แผ่นละ 7 บาท มะเขือเทศ ลูกละ 5 บาท (หั่นแบ่งได้ 5 ชิ้น) / หัวหอมใหญ่ลูกละ 4 บาท (หั่นแบ่งได้ 8 ส่วน) มัสตาร์ด ขวดละ 30 บาท (แบ่งได้ 15 ชิ้น) / ผักกาดโลละ 20 บาท (แบ่งได้ 20 ชิ้น)		
<b>แบบที่ 1</b> ราคาต้นทุน 28 บาท ราคาขาย/ชิ้น = 30 บาท รายได้ 600 บาท กำไร = รายได้ - ต้นทุน = 40 *ยังไม่คิดต้นทุนผันแปร	<b>แบบที่ 2</b> ราคาต้นทุน 24 บาท ราคาขาย/ชิ้น = 30 บาท รายได้ 450 บาท กำไร = รายได้ - ต้นทุน = 90 *ยังไม่คิดต้นทุนผันแปร	<b>แบบที่ 3</b> ราคาต้นทุน 31.50 บาท ราคาขาย/ชิ้น = 35 บาท รายได้ 455 บาท กำไร = รายได้ - ต้นทุน = 45.50 *ยังไม่คิดต้นทุนผันแปร
<b>ตอนที่ 2</b> ผลิตสินค้าภายใต้ข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (ผู้สอนเป็นผู้กำหนด) - วิเคราะห์และจัดทำแบบที่ 4 ตามเงื่อนไขที่กำหนด - ระบุสมการ แบบที่ 4 - คำนวน จำนวนชิ้น ราคา ต้นทุน และกำไร		

จากการจัดกิจกรรมข้างต้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตลอดจนบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การออกแบบและวางแผนการจำหน่ายสินค้า การบริหารจัดการเชิงธุรกิจ นำเสนอผลงาน รวมทั้งได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน นับเป็นการใช้ทักษะกระบวนการคิดร่วมกับทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็น เรียนรู้การแก้ปัญหาตลอดจนเชื่อมโยงเนื้อหาในชีวิตประจำวันได้

### ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



### ครูผู้สอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### รูปที่ 3 การบูรณาการการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่มีประสิทธิภาพที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ กระบวนการคิดแก้ปัญหาและทักษะอื่น ๆ ได้ดีนั้น สามารถทำได้เมื่อผู้สอนมีความเชี่ยวชาญและความเข้าใจในแนวคิดหลัก (Main Concept) และหลักการ (Principle) ของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) อย่างไรก็ตามผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ ควรร่วมมือกันในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ บริหารจัดการสาระการเรียนรู้ตามความถนัดและความจำเป็นโดยมองที่ประโยชน์สูงสุดที่จะเกิดกับผู้เรียนและให้ผู้เรียนสามารถบรรลุตัวชี้วัดได้ตามเป้าหมายของหลักสูตร เนื่องจากตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ได้ขยายความรู้และทักษะการประยุกต์ความรู้ของศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดังที่กล่าวมาข้างต้น รวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่ที่มีการแข่งขันสูงอย่างมีความสุขและเป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพ

## บรรณานุกรม

- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2561), *เอกสารร่างหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน*. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)*. กรุงเทพฯ: ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2561). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ พัฒนาบุคลากรหลักเพื่อสร้างความเข้าใจ เรื่อง การนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภูมิศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไปสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.