



โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

คู่มือการใช้ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 วิชาวิทยาการคำนวณ



จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.)



โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

คู่มือการใช้ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาการคำนวณ

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(สสวท.)

คำชี้แจง

ตามที่สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้จัดทำชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กที่ขาดครู มีครูไม่ครบชั้นหรืออยู่ในพื้นที่ห่างไกล ทุรกันดาร ซึ่งประกอบด้วยชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) หลังจากที่มีการนำไปใช้ พบว่าสื่อดังกล่าวช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงเห็นควรให้มีการนำสื่อดังกล่าวมาใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป เพื่อช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาให้ดียิ่งขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้ปรับปรุงชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ จึงจัดแยกเป็นรายชั้น (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การโปรแกรม การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และความฉลาดรู้ดิจิทัล

ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	หน้า
คำแนะนำสำหรับครูผู้สอน	1
แนวคิดหลักและเป้าหมาย	1
ลักษณะและองค์ประกอบของชุดสื่อ	1
แนวทางการจัดการเรียนรู้	2
แนวทางการวัดผลและประเมินผล	3
โครงสร้างหลักสูตร	6
คำอธิบายรายวิชา	7
โครงสร้างชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	8
กำหนดเวลาการสอน	9
โครงสร้างรายวิชา	10
ภาคผนวก	20
หลักสูตรเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)	20
บรรณานุกรม	35

คำแนะนำสำหรับครูผู้สอน

แนวคิดหลักและเป้าหมาย

การจัดการเรียนการสอนสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเขียน ทักษะการอ่าน นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมยังมุ่งเน้นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ปรัชญาหรือ อภิปราย แก้ปัญหา แสดงความคิดเห็น สะท้อนความคิด และได้นำเสนอผลการทำกิจกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งความรู้ ทักษะ วิชาวิทยาการคำนวณและทักษะอื่น ๆ รวมทั้งคุณธรรม จริยธรรมอีกด้วย การจัดกลุ่มอาจจัดเป็นกลุ่ม 4-5 คน หรืออาจจัดกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ๆ

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ผู้สอนอาจทบทวนหรือตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนโดยใช้คำถามหรือกลวิธีต่าง ๆ ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ชั้นการสอนเนื้อหาใหม่ ผู้สอนอาจกำหนดสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับเรื่องราวในชั้นทบทวนความรู้หรือมีคำถาม และมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) ในการค้นหาคำตอบที่สงสัยด้วยตนเอง ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน คอยสังเกต ตรวจสอบความเข้าใจและคอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างใกล้ชิด

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิด เพราะผู้เรียนมีโอกาสแสดงแนวคิดเพิ่มเติมร่วมกัน ซักถาม อภิปรายข้อขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาสเสริมความรู้ ขยายความรู้หรือสรุปประเด็นสำคัญของสาระที่นำเสนอ นั้น ทำให้การเรียนรู้ขยายวงกว้างและลึกมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภาคภูมิใจในผลงาน เกิดความรูสึกอยากทำ กล้าแสดงออก และจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน รวมทั้งฝึกการเป็นผู้นำผู้ตาม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ลักษณะและองค์ประกอบของชุดสื่อ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit) โดยผ่านการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำหนดให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้หลายแผน โดยมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้คือ ขอบเขต

เนื้อหาสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ ด้านคุณลักษณะ และสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ และการประเมิน สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนจะมีแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่หน้าแผนทุกแผน ซึ่งเป็นการสรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงนั้น ๆ ในทุกขั้นตอน การสอนตั้งแต่ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และการประเมินผล พร้อมทั้งมีเฉลยคำตอบในใบกิจกรรม โดยมี 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแก้ปัญหา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การโปรแกรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ความฉลาดรู้ดิจิทัล

ทั้งนี้ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ ซึ่งประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับครูใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน
2. สื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ตัวอย่างบัตรคำ บัตรสถานการณ์
3. ใบกิจกรรม สำหรับนักเรียนใช้ฝึกทักษะปฏิบัติ หรือสร้างความคิดรวบยอดในบทเรียน โดยใบกิจกรรม ให้นักเรียนได้บันทึกคำตอบ การตอบคำถามหลังจากทำกิจกรรม เพื่อทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม และมีแบบฝึกหัดเพื่อประเมินการเรียนรู้หลังจากเรียนจบในแต่ละกิจกรรม
4. โปรแกรมนำเสนอ (สไลด์) และไฟล์ประกอบการจัดการเรียนรู้ สามารถดาวน์โหลดได้ที่ <http://oho.ipst.ac.th/cs65pm2>

แนวทางการจัดการเรียนรู้

การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ครูควรเตรียมตัวล่วงหน้า ดังนี้

1. ศึกษาโครงสร้างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่าตลอดทั้งปีการศึกษา นักเรียนต้องเรียนรู้ทั้งหมดกี่หน่วย แต่ละหน่วยมีหน่วยย่อยอะไรบ้าง ใช้เวลาสอนกี่ชั่วโมง และมีแผนจัดการเรียนรู้จำนวนเท่าไร
2. ศึกษาโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ ว่าแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีเนื้อหาอะไรบ้าง เนื้อหาละกี่ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยให้ครูผู้สอนมองเห็นภาพรวมของการสอนในหน่วยดังกล่าวได้อย่างชัดเจน
3. ศึกษาแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในแผนแต่ละแผน เป็นการสรุปแนวการจัดการกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการสอน ทำให้ครูมองเห็นภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงนั้น ๆ
4. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ ตามหัวข้อต่อไปนี้
 - 4.1 ขอบเขตเนื้อหา เป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนรู้ในแผนที่กำลังศึกษา

- 4.2 สาระสำคัญ เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการที่นักเรียนควรจะได้หลังจากได้เรียนรู้ตามแผนที่กำหนด
- 4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ แบ่งเป็นด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ และสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน
- 4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น ชี้นำ ชี้สอน และชี้สรุป ซึ่งแต่ละขั้นครูผู้สอนควรศึกษาทำความเข้าใจอย่างละเอียด นอกจากนี้ครูควรพิจารณาด้วยว่า ในแต่ละขั้นตอนการสอน ครูจะต้องศึกษาว่ามีสื่อ/อุปกรณ์อะไรบ้าง
- 4.5 สื่อ/แหล่งเรียนรู้ เป็นการบอกรายการสื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงนั้น
- 4.6 การวัดและการประเมินผล เป็นการบอกทั้งวิธีการ เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมิน สำหรับเครื่องมือการประเมินในชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นี้ ได้จัดเตรียมไว้ให้ครูผู้สอนเรียบร้อยแล้ว

แนวทางการวัดผลประเมินผล

การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินแสดงถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตัดสินผลการเรียนได้ด้วย การประเมินผู้เรียนควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร คุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสม มีคุณภาพ ดำเนินการด้วยวิธีที่ถูกต้องและหลากหลาย รวมทั้งพิจารณาถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ ซึ่งรูปแบบของการประเมินมีดังนี้

1. การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (formative assessment) คือการติดตามตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปพัฒนาผู้เรียนและปรับปรุงวิธีการสอนต่อไป การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1) การประเมินตนเอง (self-assessment) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองและประเมินผลเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนด ในลักษณะของการสะท้อนตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การเขียนผังความคิด การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนรายงาน การเขียนบล็อก การสร้างวิดีโอทัศน์ การทำแบบประเมินตนเอง

การเขียนบล็อก เป็นการให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ทำ สิ่งที่ได้เรียนรู้ และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำงานแต่ละครั้ง ความก้าวหน้าในการเรียนเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นวิคิดพัฒนาการ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างเรียน

การใช้แบบประเมินตนเอง เพื่อประเมินความรู้และทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ทักษะการเขียนโปรแกรม โดยมีการกำหนดหัวข้อการประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งผู้เรียนจะใช้

ตรวจสอบประเมินทักษะของตนเอง ทำให้รู้จุดเด่นและจุดที่ต้องปรับปรุง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการพัฒนาตนเองได้

การเขียนผังมโนทัศน์ เป็นการเขียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละบทเรียนด้วยตนเอง โดยนำผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียนเขียนขึ้นมาเทียบกับผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนสร้างไว้

2) การประเมินโดยเพื่อน (peer-assessment) เป็นการร่วมกันอภิปราย การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลงานตนเองจากความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยในการร่วมกันประเมิน เช่น ชุมชนออนไลน์ เว็บบล็อก

ตัวอย่างของการประเมินโดยเพื่อน เช่น ให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรม Scratch แล้วแบ่งปันผลงานในชุมชนออนไลน์ เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ทำให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

3) การใช้คำถาม การพัฒนาทักษะและความเข้าใจในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ควรจัดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ เช่น การใช้คำถาม “เพราะเหตุใด” หรือ “อย่างไร” เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างอิสระ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนอย่างไร” “เพราะเหตุใดจึงคิดที่จะสร้างชิ้นงานนี้ และจะสร้างชิ้นงานนี้ได้อย่างไร” “มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหาหรือไม่ และทำอย่างไร”

4) การใช้กลวิธี KWL (know, want to know, learned) เป็นกลวิธีที่ให้ผู้เรียนสรุปตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามว่า ผู้เรียนรู้อะไร อยากรู้อะไร และได้เรียนรู้อะไรไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเอง และผู้สอนนำข้อสรุปไปเตรียมและปรับปรุงการสอนในบทเรียนต่อไป

2. การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) คือ การประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ ภายใต้กรอบการประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอาจใช้เสนอแนะแนวทางการศึกษาต่อ ในการตัดสินผลการเรียนอาจใช้คะแนนสอบร่วมกับผลการประเมินจากเครื่องมืออื่น ๆ เช่น แฟ้มสะสมผลงาน ชิ้นงาน โครงการงาน

1. การประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน (learning portfolio) แฟ้มสะสมผลงานเป็นเอกสารที่รวบรวมผลงาน รายงาน ชิ้นงาน ที่เป็นผลผลิตซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปประกอบการประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ได้

2. การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบ เป็นการวัดผลผู้เรียนด้วยแบบทดสอบ ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิดหรือปลายปิด หรือทั้ง 2 แบบ โดยผู้สอนจัดทำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งรวบรวมคะแนน จากนั้นประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน

3. การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จากโครงการ หรือนวัตกรรม เป็นการวัดผลที่ให้ผู้เรียนพัฒนาชิ้นงานรายบุคคล หรือรายกลุ่ม เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามความสนใจของตนเอง ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางและ

เกณฑ์การวัดและประเมินผลโครงการที่ครอบคลุมทุกด้าน รวมทั้ง การประเมินพฤติกรรมการทำงาน ซึ่งอาจให้ประเมินด้วยตนเอง เพื่อน หรือผู้สอน

4. การประเมินผลจากการปฏิบัติ เป็นการประเมินผลโดยกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยผู้สอนกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและมีการวัดอย่างต่อเนื่อง เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้เรียน แล้วตัดสินผลจากพัฒนาการในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน

โครงสร้างหลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	
หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
หน่วยที่ 1 การแก้ปัญหา	4
หน่วยที่ 2 การโปรแกรม	8
หน่วยที่ 3 การจัดการข้อมูล	6
หน่วยที่ 4 ความฉลาดรู้ดิจิทัล	2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	
หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
หน่วยที่ 1 การแก้ปัญหาและการโปรแกรม	6
หน่วยที่ 2 การโปรแกรม	8
หน่วยที่ 3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล	4
หน่วยที่ 4 ความฉลาดรู้ดิจิทัล	2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
หน่วยที่ 1 การแก้ปัญหาและการโปรแกรม	7
หน่วยที่ 2 การจัดการข้อมูล	8
หน่วยที่ 3 ความฉลาดรู้ดิจิทัล	5

คำอธิบายรายวิชา

สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศึกษาแนวคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ การเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะและฟังก์ชัน องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสื่อสาร แนวทางการปฏิบัติเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ วิธีการสร้างและกำหนดสิทธิความเป็นเจ้าของผลงาน

นำแนวคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมหรือการแก้ปัญหาในชีวิตจริง สร้างและกำหนดสิทธิการใช้ข้อมูล ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล

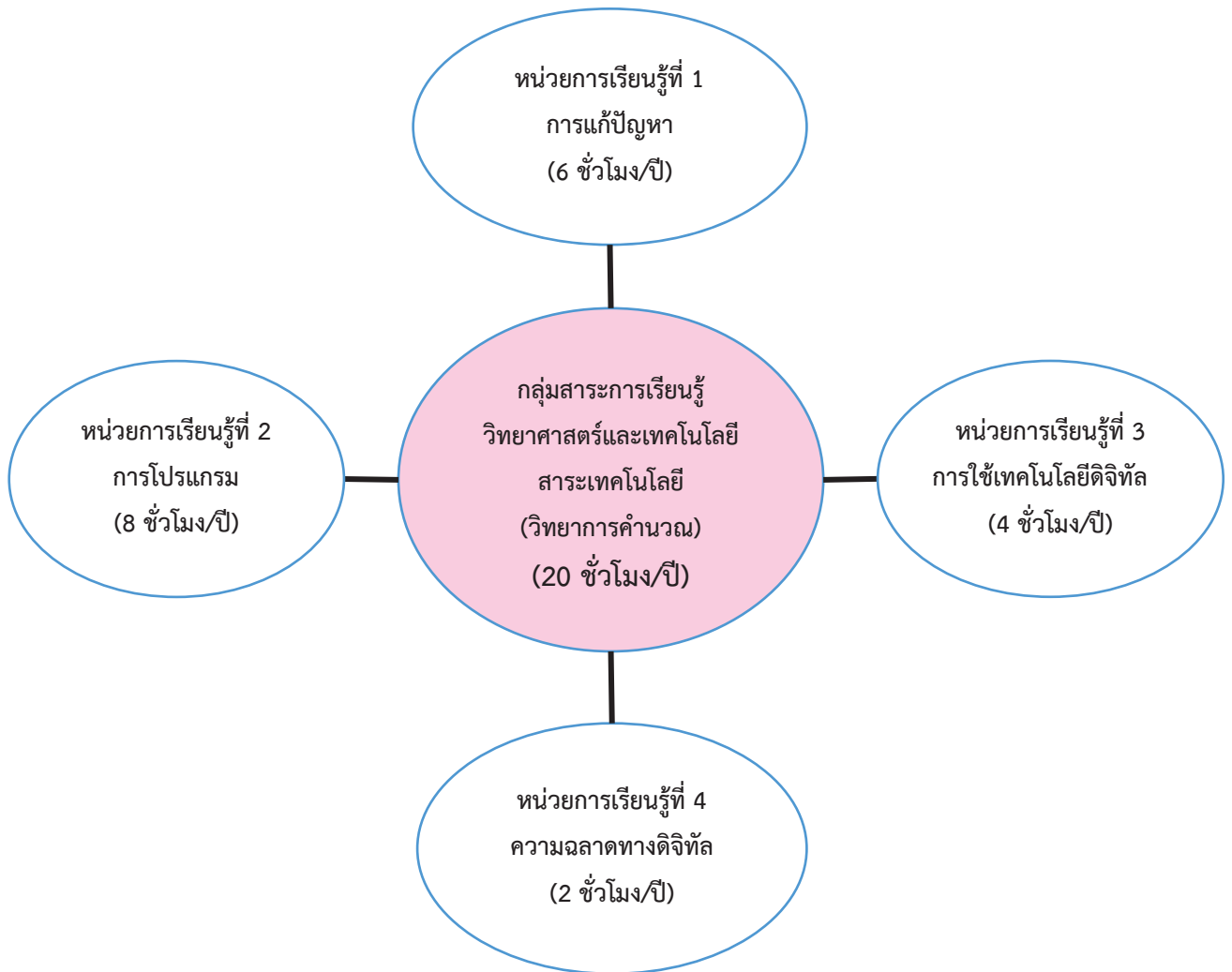
ตัวชี้วัด

ว 4.2 เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา หรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
3. อภิปรายองค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิในการเผยแพร่ผลงาน

รวมทั้งหมด 4 ตัวชี้วัด

โครงสร้างของชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



กำหนดเวลาการสอน
สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
หน่วยที่ 1 การแก้ปัญหา	แนวคิดเชิงคำนวณ	6
หน่วยที่ 2 การโปรแกรม	การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีฟังก์ชัน	2
	การออกแบบโปรแกรมที่มีการรับค่าและส่งค่าฟังก์ชัน	2
	ตัวดำเนินการบูลีน	2
	การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะและฟังก์ชัน	2
หน่วยที่ 3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล	องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์	2
	การสื่อสาร	1
	เทคโนโลยีการสื่อสาร	1
หน่วยที่ 4 ความฉลาดรู้ดิจิทัล	การใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ	2
เวลารวม		20

โครงสร้างรายวิชา
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1.	การแก้ปัญหา	ว 4.2 ม.2/1	สมรรถนะวิชา วิทยาการคำนวณ <ul style="list-style-type: none"> การแก้ปัญหา สมรรถนะพื้นฐาน <ul style="list-style-type: none"> การสื่อสาร การรวมพลัง ทำงานเป็นทีม การคิดขั้นสูง 	<ul style="list-style-type: none"> แนวคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ 	แนวคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางการทำคำตอบอย่างเป็นขั้นตอนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์ อย่างถูกต้องและแม่นยำซึ่งเรียกว่า อัลกอริทึม ทักษะการใช้แนวคิดเชิงคำนวณจึงสำคัญต่อการแก้ปัญหา ช่วยให้สามารถสื่อสารแนวคิดกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ	6	30

					รวมถึงช่วยพัฒนาพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยแนวคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (decomposition) การพิจารณารูปแบบ (pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (algorithm)		
2.	การโปรแกรม	ว 4.2 ม.2/2	<p>สมรรถนะวิชา</p> <ul style="list-style-type: none"> วิทยาการคำนวณ การโปรแกรม <p>สมรรถนะพื้นฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> การสื่อสาร การคิดขั้นสูง 	<ul style="list-style-type: none"> การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ฟังก์ชัน การออกแบบโปรแกรมที่มีการรับค่าและส่งค่าฟังก์ชัน การเขียนโปรแกรมที่มี 	ฟังก์ชัน (function) หรือโปรแกรมย่อย (subroutine) เป็นกลุ่มของคำสั่งที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ผู้ใช้จะนิยามฟังก์ชัน โดยกำหนดชื่อฟังก์ชัน	8	40

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเทคโนโลยี (วิชาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

				<p>การรับค่าและส่งค่า ฟังก์ชัน</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ตัวดำเนินการบูลีน ● การออกแบบอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหา อาจใช้ แนวคิดเชิง คำนวณใน การออกแบบเพื่อให้การ แก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ● การออกแบบและเขียน โปรแกรมที่มีการใช้ ตรรกะและฟังก์ชัน 	<p>และคำสั่งที่ต้องการภายใน ฟังก์ชันนั้น</p> <p>การตั้งชื่อฟังก์ชันควรตั้งให้ เหมาะสมกับการทำงาน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ</p> <p>ผู้เขียนโปรแกรมสามารถ เรียกใช้ฟังก์ชันได้โดยไม่ต้อง เขียนชุดคำสั่งซ้ำ ๆ กันอีก และสามารถนำไปใช้กับ โปรแกรมอื่นที่มีลักษณะ คล้ายกันได้</p> <p>การสร้างฟังก์ชันสามารถ กำหนดให้มีการรับ ค่าพารามิเตอร์ (parameter) เพื่อนำไปใช้ในฟังก์ชันได้</p> <p>โดยสามารถกำหนดให้รับได้ หลายค่า และเมื่อเรียกใช้งานฟังก์ชันจะต้องส่งค่า</p>		
--	--	--	--	---	---	--	--

3.	การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล	ว 4.2 ม.2/3	<p>สมรรถนะวิชา วิทยาการคำนวณ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล <p>สมรรถนะพื้นฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การสื่อสาร ● การคิดขั้นสูง ● การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง 	<ul style="list-style-type: none"> ● องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ● เทคโนโลยีการสื่อสาร 	<p>ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำและจัดเก็บ หน่วยรับเข้า และหน่วยส่งออก ซอฟต์แวร์ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ระบบ และซอฟต์แวร์ประยุกต์ ซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ซอฟต์แวร์ระบบ ซึ่งทำหน้าที่จัดการ รวมถึงอำนวยความสะดวก ในการประมวลผล</p> <p>ซอฟต์แวร์ประยุกต์ผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (user interface) โดยจัดสรรฮาร์ดแวร์ตามความต้องการของซอฟต์แวร์ประยุกต์อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึง</p>	4	20
----	------------------------	-------------	--	--	---	---	----

4.	ความฉลาดทางดิจิทัล	ว 4.2 ม.2/4	<p>สมรรถนะวิชา</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิทยาการคำนวณ ● ความฉลาดทางดิจิทัล <p>สมรรถนะพื้นฐานทั้ง</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การสื่อสาร ● การรวมพลังทำงานเป็นทีม ● การคิดขั้นสูง ● การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง 	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย โดยเลือกแนวทาง ปฏิบัติเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม เช่น แจ้งรายงานผู้เกี่ยวข้อง ป้องกันการเข้ามาของข้อมูลที่ไม่เหมาะสม ไม่ตอบโต้ไม่เผยแพร่ ● การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล ● การสร้างและแสดงสิทธิ 	<p>การใช้งานร่วมกัน</p> <p>การใช้งานคอมพิวเตอร์พีซีตั้งทำให้ประหยัดงบประมาณใช้งานได้ทั่วโลกโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่</p>	2	10
----	--------------------	-------------	---	--	--	---	----

				<p>ความเป็นเจ้าของผลงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การกำหนดสิทธิ์การใช้ข้อมูล 	<p>ตั้งนั้งจึงจำเป็นต้องเรียนรู้วิธีการใช้งานอย่างมีความรับผิดชอบ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และไม่สร้างความเสียหายต่อตนเองและคนอื่น</p> <p>ข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น เอกสาร รูปภาพ หรือวีดิทัศน์ นับว่าเป็นทรัพย์สินประเภทหนึ่ง</p> <p>ที่เจ้าของสามารถระบุความเป็นเจ้าของและเงื่อนไขการนำข้อมูลไปใช้งาน ซึ่งการกำหนดสิทธิ์สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การใส่ชื่อการระบุผู้ลิขสิทธิ์ การใส่ลายน้ำ หรือข้อความระบุเงื่อนไขการนำไปใช้</p>		
รวมตลอดภาคเรียน					100		

ภาคผนวก

หลักสูตรเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1. เป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนดังนี้

- 1) เพื่อใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ
- 2) เพื่อให้มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา
- 3) เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม
- 4) เพื่อใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม

2. สาระการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดสาระสำคัญดังนี้

- **วิทยาการคอมพิวเตอร์** การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การบูรณาการกับวิชาอื่น การเขียนโปรแกรม การคาดการณ์ผลลัพธ์ การตรวจหาข้อผิดพลาด การพัฒนาแอปพลิเคชันหรือพัฒนาโครงการอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- **เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร** การรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การประเมินผล การนำเสนอข้อมูลหรือสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง การค้นหาข้อมูลและแสวงหาความรู้บนอินเทอร์เน็ต การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การเลือกใช้อุปกรณ์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ข้อตกลงและข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร
- **การรู้ดิจิทัล** การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย การจัดการอัตลักษณ์ การรู้เท่าทันสื่อ กฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม นวัตกรรมและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

3. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

4. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

5. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1) ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none">● แนวคิดเชิงนามธรรม เป็นการประเมินความสำคัญของรายละเอียดของปัญหา แยกแยะส่วนที่เป็นสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่ใช่สาระสำคัญ● ตัวอย่างปัญหา เช่น ต้องการปูหญ้าในสนามตามพื้นที่ที่กำหนด โดยหญ้าหนึ่งผืนขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร จะใช้หญ้าทั้งหมดกี่ผืน
	2) ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none">● การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตัวแปร เงื่อนไข วนซ้ำ● การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์อย่างง่าย อาจใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการออกแบบ เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ● การแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหามีประสิทธิภาพ● ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, python, java, c● ตัวอย่างโปรแกรม เช่น โปรแกรมสมการการเคลื่อนที่โปรแกรมคำนวณหาพื้นที่ โปรแกรมคำนวณดัชนีมวลกาย

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	3) รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย	<ul style="list-style-type: none"> ● การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ● การประมวลผลเป็นการกระทำกับข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งาน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น คำนวณอัตราส่วน คำนวณค่าเฉลี่ย ● การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล นำเสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ ● ตัวอย่างปัญหา เน้นการบูรณาการกับวิชาอื่น เช่น ต้มไข่ให้ตรงกับพฤติกรรมการบิน ค่าดัชนีมวลกายของคนในท้องถิ่น การสร้างกราฟผลการทดลองและวิเคราะห์แนวโน้ม
	4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ใช้สื่อและแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เช่น การปกป้องความเป็นส่วนตัวและอัตลักษณ์ ● การจัดการอัตลักษณ์ เช่น การตั้งรหัสผ่าน การปกป้องข้อมูลส่วนตัว ● การพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา เช่น ละเมิดความเป็นส่วนตัวผู้อื่น อนาคตผู้อื่นอย่างหยาบคาย ● ข้อตกลง ข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น Creative Commons
ม.2	1) ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา หรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> ● แนวคิดเชิงคำนวณ ● การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ● ตัวอย่างปัญหา เช่น การเข้าแถวตามลำดับความสูงให้เร็วที่สุด จัดเรียงเสื้อผ้าให้หาได้ง่ายที่สุด
	2) ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชันในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวดำเนินการบูลีน ● ฟังก์ชัน ● การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะและฟังก์ชัน ● การออกแบบอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาอาจใช้แนวคิดเชิงคำนวณ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		<p>ในการออกแบบเพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การแก้ปัญหายังเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ● ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, python, java, c ● ตัวอย่างโปรแกรม เช่น โปรแกรมตัดเกรด หาคำตอบทั้งหมดของอสมการหลายตัวแปร
	3) อภิปรายองค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น	<ul style="list-style-type: none"> ● องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ● เทคโนโลยีการสื่อสาร ● การประยุกต์ใช้งานและการแก้ปัญหาเบื้องต้น
	4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิ์ในการเผยแพร่ผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย โดยเลือกแนวทางปฏิบัติเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม เช่น แจ้งรายงานผู้เกี่ยวข้อง ป้องกันการเข้ามาของข้อมูลที่ไม่เหมาะสม ไม่ตอบโต้ ไม่เผยแพร่ ● การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล ● การสร้างและแสดงสิทธิความเป็นเจ้าของผลงาน ● การกำหนดสิทธิ์การใช้ข้อมูล
ม.3	1) พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> ● ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน ● Internet of Things (IoT) ● ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น Scratch, python, java, c, AppInventor ● ตัวอย่างแอปพลิเคชัน เช่น โปรแกรมแปลงสกุลเงิน โปรแกรมผันเสียงวรรณยุกต์ โปรแกรมจำลองการแบ่งเซลล์ ระบบรดน้ำอัตโนมัติ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	<p>2) รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ● การประมวลผลเป็นการกระทำกับข้อมูลเพื่อให้ผลลัพธ์ที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้งาน ● การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล นำเสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ ● ตัวอย่างปัญหา เช่น การเลือกโปรโมชั่นโทรศัพท์ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน สินค้าเกษตรที่ต้องการและสามารถปลูกได้ในสภาพดินของท้องถิ่น
	<p>3) ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล วิเคราะห์สื่อและผลกระทบจากการให้ข่าวสารที่ผิด เพื่อการใช้งานอย่างรู้เท่าทัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น ตรวจสอบและยืนยันข้อมูลโดยเทียบเคียงจากข้อมูลหลายแหล่ง แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น หรือใช้ PROMPT ● การสืบค้น หาแหล่งต้นตอของข้อมูล ● เหตุผลวิบัติ (logical fallacy) ● ผลกระทบจากข่าวสารที่ผิดพลาด ● การรู้เท่าทันสื่อ เช่น การวิเคราะห์ถึงจุดประสงค์ของข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล ตีความ แยกแยะเนื้อหาสาระของสื่อ เลือกแนวปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมเมื่อพบข้อมูลต่าง ๆ
	<p>4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและมีความรับผิดชอบต่อสังคม ปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เช่น การทำธุรกรรมออนไลน์ การซื้อสินค้า ซื่อซอฟต์แวร์ ค่าบริการสมาชิก ซื่อไอเท็ม ● การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ไม่สร้างข่าวลวง ไม่แชร์ข้อมูลโดยไม่ตรวจสอบข้อเท็จจริง ● กฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ● การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม (fair use)

6. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้มีความสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย ทักษะการคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหางานย่อย (decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหา/งาน/ส่วนประกอบ ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น
- การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) การพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกัน ว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ
- การออกแบบอัลกอริทึม (algorithms) ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

7. สมรรถนะประจำวิชาวิทยาการคำนวณ

- 1) สมรรถนะการแก้ปัญหา (Problem Solving) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงคำนวณการคิดเชิงวิจรณ์ญาณ ทักษะการสื่อสาร และดำเนินการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และมีจริยธรรม
- 2) สมรรถนะการโปรแกรม (Coding) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบและเขียนโปรแกรม โดยใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดเชิงตรรกะและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่บูรณาการร่วมกับวิชาอื่นเพื่อแก้ปัญหา การเลือกใช้เครื่องมือ ซอฟต์แวร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ การตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีจริยธรรม
- 3) สมรรถนะการจัดการข้อมูล (Data Management) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเป้าหมายในการค้นหาข้อมูล รวบรวม ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล สร้างทางเลือก ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศเพื่อสื่อสารได้ตรงตามวัตถุประสงค์ อย่างมีประสิทธิภาพและมีจริยธรรมโดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

- 4) **สมรรถนะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล** (Information and Communication Technology Literacy) หมายถึง ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการสร้าง จัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้งาน ร่วมกัน ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นำเสนอ และ แบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีผลต่อ การดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม
- 5) **สมรรถนะความฉลาดรู้ดิจิทัล** (Digital Literacy) หมายถึง ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ได้ตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง ปลอดภัย มีมารยาท และรู้เท่าทันป้องกันข้อมูลส่วนตัว สิทธิ หน้าที่ จากอันตรายที่เกิดจากการใช้งานและอาชญากรรมทางคอมพิวเตอร์ ปฏิบัติตามกฎหมาย คอมพิวเตอร์สื่อสารในโลกดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างสรรค์ เห็นอกเห็นใจผู้อื่น และมีความ รับผิดชอบต่อสังคม สร้างและแสดงสิทธิ์ในการเผยแพร่ผลงานรวมทั้งเคารพและใช้งานลิขสิทธิ์ของ ผู้อื่นโดยชอบธรรม

8. การวางแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เน้นพัฒนากระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา และนำความรู้ ด้านวิทยาการคำนวณ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้แก้ปัญหา มากกว่าเรียนรู้เพื่อเป็น ผู้ใช้งาน สำหรับตัวชี้วัด/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำ โดย สามารถเพิ่มเติมรายละเอียดอื่นที่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา สภาพแวดล้อมของผู้เรียนและ คุณลักษณะของผู้เรียน

การนำสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มาจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ มีสิ่งที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

8.1 ความต่อเนื่องในการเรียนรู้ (progression)

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ต้องพิจารณาถึงการจัดหลักสูตรในภาพรวม ตลอดระยะเวลาที่ผู้เรียน อยู่ในหลักสูตรของแต่ละสถานศึกษา รวมถึงรอยต่อระหว่าง การเปลี่ยนระดับการศึกษา ซึ่งแต่ละสถานศึกษา อาจกำหนดสาระการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนมีพื้นฐานที่ต่างกัน สถานศึกษาจึงควรจัดกิจกรรมปรับ พื้นฐานให้แก่ผู้เรียน

ในแต่ละชั้นปี การเลือกเนื้อหาหรือกิจกรรมควรกำหนดให้สอดคล้องกับปัญหา โจทย์ กิจกรรมในวิชา อื่นที่ผู้เรียนกำลังศึกษา หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพ จะช่วยทำให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของความรู้ ชัดเจนขึ้น

8.2 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ (Scheme of Work)

แนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น

การออกแบบจากบนลงล่าง (Top down) เป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จากนั้นจึงออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

การออกแบบจากล่างขึ้นบน (Bottom up) เป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากหน่วยการเรียนรู้หรือโครงการ โดยกำหนดธีมสำหรับแต่ละระดับชั้นจากนั้นพิจารณาถึงตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนจะต้องนำมาใช้ในการทำโครงการ

การออกแบบจากแผนสำเร็จรูป (Off the shelf) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับบริบทในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียน

นอกจากนี้อาจใช้การออกแบบโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student-centered) การออกแบบโดยใช้คำถาม (Enquiry-based) โดยให้ผู้เรียนทำโครงการจากหัวข้อที่สนใจ หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามการออกแบบนี้ต้องส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ตามที่กำหนด

8.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)

สถานศึกษาจะต้องกำหนดการวัดและประเมินผล โดยมีเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้และมีความชัดเจน

8.4 เวลาเรียน (Timings)

การกำหนดโครงสร้างเวลาในการจัดการเรียนรู้สำหรับแต่ละชั้นปี ให้คำนึงถึงกรอบเวลาที่ระบุไว้ สาระนี้ต้องการเวลาในการฝึกทักษะจึงควรกำหนดเวลาในการฝึกปฏิบัติให้เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะความรู้ และประสบการณ์ ถ้าสถานศึกษาใดต้องการมุ่งเน้นพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนอย่างเข้มข้น สามารถเพิ่มเวลาเรียนได้

9. สื่อและแหล่งเรียนรู้

แหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และความรู้ดิจิทัลมีอยู่มากมาย การพิจารณานำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน แนะนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ รวมถึงแนวทางในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้

9.1 โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)

การเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) นั้นจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ผู้เรียนควรจะเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ในตลอดช่วงเวลาเรียน และหากสามารถเข้าถึงได้เพิ่มเติมจากช่วงเวลาดังกล่าวด้วยก็จะส่งผลดีต่อการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ควรจัดเตรียมอินเทอร์เน็ตและระบบรักษาความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์ เช่น ไฟร์วอลล์ โปรแกรมป้องกันไวรัส หรือระบบป้องกันการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ผิดวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตามจะต้องไม่จำกัดการใช้งานของผู้เรียนจนไม่สามารถเรียนรู้ได้

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จะถูกใช้งานร่วมกันหลายวิชา ซึ่งแต่ละวิชาจะมีข้อกำหนดแตกต่างกันทั้งระบบปฏิบัติการ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ จึงจำเป็นต้องสามารถปรับเปลี่ยนระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจทำได้โดยการติดตั้งระบบปฏิบัติการมากกว่าหนึ่งระบบ หรือการออกแบบระบบที่กำหนดสิทธิ์ในการใช้งานของแต่ละบุคคล

9.2 ฮาร์ดแวร์

การเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ได้เน้นพัฒนากระบวนการคิด และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เทคโนโลยีอื่น ๆ เป็นเครื่องมือ ดังนั้นสถานศึกษาควรจะต้องจัดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน และมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อค้นคว้าข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน

นอกจากนี้ควรฝึกให้ผู้เรียนสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ภายใต้ฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่อย่างจำกัดและมีคุณลักษณะที่ต่างกัน

9.3 ซอฟต์แวร์

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ได้ผลตามที่หลักสูตรฯ ได้กำหนดไว้ ผู้เรียนจะต้องใช้งานซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย ซึ่งซอฟต์แวร์เหล่านี้อาจมีค่าใช้จ่าย สถานศึกษาจึงควรฝึกให้ผู้เรียนใช้งานซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สเพื่อเป็นทางเลือก เช่น Linux, OpenOffice นอกจากนี้อาจเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน

10. การจัดการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ผู้สอนอาจใช้วิธีการต่อไปนี้

- ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเพื่อนสอนเพื่อน

เมื่อผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จก่อนผู้อื่น อาจให้ผู้เรียนช่วยอธิบายแลกเปลี่ยนวิธีการหรือนำเสนองานของตนเองให้เพื่อนฟัง

- ส่งเสริมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน

ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น งานนำเสนอ เว็บไซต์ วิดีทัศน์ โครงการงาน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ ไม่ตีกรอบปิดกั้นแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน

- ส่งเสริมให้ผู้เรียนเผยแพร่สิ่งที่เรียนรู้

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผยแพร่สิ่งที่ได้เรียนรู้ให้กับผู้อื่น ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน การเขียนบันทึก การเขียนบล็อก จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาการรู้คิดจิตที่ลได้ดียิ่งขึ้น และยังส่งเสริมการสร้างจิตสำนึกในการแบ่งปันความรู้ให้แก่ผู้อื่น

- ให้ผู้เรียนทำงานเดี่ยวและงานกลุ่ม

การกำหนดภาระงานให้แก่ผู้เรียน ควรมีทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่ม การทำงานเดี่ยว เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนพัฒนาทักษะ สร้างความเข้าใจ และสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง ส่วนการทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

- ให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

กำหนดให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตามสภาพแวดล้อมของผู้เรียน สิ่งที่ผู้เรียนสนใจ และอาจต้องใช้ความรู้จากวิชาอื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา เช่น การทำบัญชีครัวเรือน การเขียนโปรแกรมเกมทายคำศัพท์ภาษาอังกฤษ การหาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทางจากบ้านถึงโรงเรียน

ในการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีแนวทางและสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) การสอนวิทยาการคำนวณโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์

จากเป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เน้นการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนาทักษะเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนก็ได้ ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอน เช่น การสอนอัลกอริทึมโดยใช้กิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้น การให้ผู้เรียนแสดงบทบาทสมมติตามเรื่องราวที่เขียนอย่างสร้างสรรค์ การเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาลงในกระดาษ นอกจากนี้ยังสามารถใช้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ CS Unplugged (www.csunplugged.org) เว็บไซต์ CS4FN (www.cs4fn.org)

- 2) การสอนการเขียนโปรแกรม

สำหรับผู้เรียนที่เริ่มต้นเขียนโปรแกรมอาจไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหาหรือการเขียนโปรแกรมที่ต้องใช้เวลาในการค้นหาหรือแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำงานของโปรแกรมซ้ำหลายครั้ง ผู้สอนจึงต้องสร้างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เกิดการเรียนรู้ ที่มีเป้าหมายร่วมกัน เคารพซึ่งกันและกัน และยอมรับได้ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้จากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมโดยทำความเข้าใจกับข้อความที่แสดงความผิดพลาดของโปรแกรม แนะนำเทคนิคในการตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข เมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือในการดีบั๊กโปรแกรมควรให้ผู้เรียนได้หาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้เพื่อนช่วยแนะนำ หรือให้ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาจากหนังสือหรืออินเทอร์เน็ต

นอกจากนี้ผู้สอนสามารถพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้สูงขึ้นโดยให้ผู้เรียนศึกษาการเขียนโปรแกรมจากแหล่งเรียนรู้บนเว็บไซต์ด้วยตนเอง แสดงความเข้าใจโดยการอธิบายการทำงานของโปรแกรมที่ละบรรทัด เพิ่มเงื่อนไขหรือความยากของโจทย์ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือทำการโปรแกรมตามขั้นตอนที่ผู้สอนกำหนด

3) ภาษาโปรแกรม (Programming Language)

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ภาษาโปรแกรมมีอยู่มากมาย ซึ่งแต่ละภาษามีความเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นที่แตกต่างกัน

ภาษาโปรแกรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษาควรใช้งานง่าย มีกราฟิกที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เน้นให้เข้าใจพื้นฐานของการสั่งงานคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานตามลำดับขั้นตอน ตัวอย่างภาษาโปรแกรมและแหล่งเรียนรู้

โปรแกรม Scratch พัฒนาโดย MIT (Massachusetts Institute of Technology) เป็นโปรแกรมภาษาแบบภาพ (Visual Programming Language) เหมาะสำหรับใช้สร้างภาพเคลื่อนไหวหรือเกมอย่างง่าย ข้อดีของโปรแกรม Scratch คือผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้ง่าย และเห็นผลลัพธ์การทำงานของโปรแกรมเป็นภาพที่เป็นรูปธรรม จึงช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

เว็บไซต์ Code.org เป็นเว็บไซต์ที่มีเป้าหมายเพื่อฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาแบบภาพที่มีโครงสร้างคล้ายโปรแกรม Scratch ในเว็บไซต์ Code.org มีทรัพยากรการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสำหรับครู ผู้เรียน และผู้สนใจ ให้เข้าไปศึกษาเรียนรู้ได้อย่างอิสระ

สำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษา สามารถเลือกใช้ภาษาโปรแกรมและแหล่งเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับระดับประถมศึกษา แต่ควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา และอีกแนวทางหนึ่งคือ การเลือกใช้โปรแกรมภาษาแบบข้อความ (text based programming language) ซึ่งจะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมในเขียนโปรแกรมเพื่อการใช้งานจริง ตัวอย่างของภาษาโปรแกรมสำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษา

ภาษาโปรแกรม Logo เป็นภาษาที่นิยมนำมาใช้ในการเริ่มต้นเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการลากเส้นให้เป็นรูปต่าง ๆ

ภาษาโปรแกรมอื่น ๆ เช่น Python, C#, C/C++, R, App Inventor ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาที่มีความสามารถสูง ผู้เรียนสามารถนำไปพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์หรือบูรณาการกับวิชาอื่นได้

การเลือกใช้ภาษาโปรแกรมนั้นควรคำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

- ความเชี่ยวชาญของผู้สอนในภาษานั้น ๆ

- คุณภาพของแหล่งเรียนรู้ และชุมชนของนักเขียนโปรแกรม ซึ่งถ้าผู้สอนมีปัญหาในการใช้ภาษา

ดังกล่าวสามารถขอคำปรึกษาหรือขอความช่วยเหลือได้ง่าย

- ความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ หรือการใช้งานทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนของผู้เรียน

4) ความเสมอภาคทางการศึกษา

ผู้สอนสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้สนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น เว็บไซต์ กระดาน ปฏิสัมพันธ์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือน การประชุมผ่านวิดีโอ บล็อก วิกี วิดีโอ เทคโนโลยีเหล่านี้ได้เพิ่มโอกาสในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนดังนี้

- **ความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงอุปกรณ์ดิจิทัล**

ผู้เรียนอาจมีพื้นฐานความรู้และฐานะที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่มีบทบาทในชีวิตประจำวันได้อย่างเท่าเทียม สถานศึกษาควรจัดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ทั้งในและนอกเวลาเรียน ซึ่งทำได้โดยจัดกิจกรรมชุมนุมคอมพิวเตอร์ จัดคอมพิวเตอร์ไว้ในห้องสมุด เลือกใช้โปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องหรือใช้โปรแกรม Open source ที่ผู้เรียนสามารถใช้ได้ที่บ้าน เพื่อให้เข้าถึงได้อย่างเท่าเทียมกัน

- **ความแตกต่างทางเพศ**

คนทั่วไปมักมองว่างานด้านคอมพิวเตอร์เป็นของผู้ชาย แต่ในปัจจุบันมีผู้หญิงที่ทำงานในด้านนี้มากขึ้น ผู้สอนควรสนับสนุนทั้งผู้เรียนหญิงและผู้เรียนชายให้เรียนด้านวิทยาการคำนวณโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการกำหนดโจทย์ปัญหา โครงการที่เหมาะสม และกระตุ้นความสนใจสำหรับทุกเพศ

- **ความต้องการใช้เทคโนโลยีอำนวยความสะดวก**

สำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางร่างกาย ผู้เรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ สถานศึกษาควรจัดหาเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกทั้งอุปกรณ์และโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) และสาระอื่นได้ ตัวอย่างเช่น คีย์บอร์ดที่มีตัวอักษรเบลล์ หรือโปรแกรมช่วยอ่านหนังสือ

- **ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ**

ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษหรือความสนใจพิเศษ สามารถฝึกฝนหรือเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณด้วยตนเองจนมีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และทักษะสูงกว่าตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด ผู้สอนจึงควรสนับสนุนผู้เรียนตามความสนใจพิเศษ และกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ แสดงความสามารถที่มีอยู่ โดยการให้แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น และจัดหาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาให้คำแนะนำในการจัดทำโครงการ ซึ่งผู้สอนสามารถแนะนำให้ผู้เรียนฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมจากเว็บไซต์ เช่น programming.in.th หรือเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ที่สนใจ จากเว็บไซต์ <http://oho.ipst.ac.th>, www.khanacademy.org

ในการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้น ไม่ควรเร่งรัดหรือจำกัดเวลาในการเรียนรู้ แต่ควรเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้และพัฒนาเชิงลึกในหัวข้อเฉพาะที่ผู้เรียนมีความสนใจ ซึ่งอาจรวมถึงการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ หรือหาวิธีที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหา

- **การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่ไม่ใช่สายวิทยาศาสตร์**

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นคุณลักษณะทั่วไปที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในระดับชั้นต่าง ๆ ผู้สอนควรปรับกระบวนการและชิ้นงานให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เช่น ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ในชั้น ม. 4 กำหนดไว้ว่า “ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง” สำหรับผู้เรียนสายอื่นที่ไม่ใช่สายวิทยาศาสตร์ผู้สอนควรกำหนดโจทย์สถานการณ์ ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน เป็นโครงการที่ไม่เน้นการเขียนโปรแกรม แต่เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณและใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

5) การเรียนรู้ตามอัธยาศัย

ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิทยาการคำนวณได้ตามความสนใจทั้งในชั้นเรียนและแบบออนไลน์ มีโปรแกรมและเอกสารให้ศึกษาจำนวนมาก ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นผู้สร้างงานดิจิทัลบนเว็บไซต์ต่าง ๆ โปรแกรมเชิงพานิชย์บางโปรแกรมจะอนุญาตให้ใช้เพื่อการศึกษาโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ชุมชนออนไลน์หลายแห่งจะมีผู้เรียนหรือนักพัฒนาซอฟต์แวร์มาแบ่งปันแนวคิด การเรียนรู้ การสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางดิจิทัล ตัวอย่างเช่น เว็บไซต์ Scratch (<http://scratch.mit.edu>) เว็บไซต์ programming.in.th

นอกจากนี้ผู้สอนควรแนะนำผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะเพิ่มเติม ส่งเสริมให้เข้าร่วมแข่งขันในโครงการต่าง ๆ เช่น การประกวดโครงงานสะเต็ม การแข่งขันคอมพิวเตอร์โอลิมปิก งานศิลปหัตถกรรมผู้เรียน การแข่งขัน RoboCup Thailand

11. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินแสดงถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตัดสินผลการเรียนได้ด้วย การประเมินผู้เรียนควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร คุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสม มีคุณภาพ ดำเนินการด้วยวิธีที่ถูกต้องและหลากหลาย รวมทั้งพิจารณาถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ

11.1 การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (formative assessment) คือการติดตามตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปพัฒนาผู้เรียนและปรับปรุงวิธีการสอนต่อไป การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1) **การประเมินตนเอง (self-assessment)** เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองและประเมินผลเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนด ในลักษณะของการสะท้อนตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การเขียนผังความคิด การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนรายงาน การเขียนบล็อก การสร้างวีดิทัศน์ การทำแบบประเมินตนเอง

การเขียนบล็อก เป็นการให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ทำ สิ่งที่ได้เรียนรู้ และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำงานแต่ละครั้ง ความก้าวหน้าในการเรียนเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นวิธิตัด พัฒนา การ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างเรียน

การใช้แบบประเมินตนเอง เพื่อประเมินความรู้และทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ทักษะการเขียนโปรแกรม โดยมีการกำหนดหัวข้อการประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งผู้เรียนจะใช้ตรวจสอบประเมินทักษะของตนเอง ทำให้รู้จุดเด่นและจุดที่ต้องปรับปรุง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการพัฒนาตนเองได้

การเขียนผังมโนทัศน์ เป็นการเขียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน ตรวจสอบความเข้าใจ ในเนื้อหาของแต่ละบทเรียนด้วยตนเอง โดยนำผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียนเขียนขึ้นมาเทียบกับผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนสร้างไว้

2) การประเมินโดยเพื่อน (peer-assessment) เป็นการร่วมกันอภิปราย การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลงานตนเองจากความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยในการร่วมกันประเมิน เช่น ชุมชนออนไลน์ เว็บบล็อก

ตัวอย่างของการประเมินโดยเพื่อน เช่น ให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรม Scratch แล้วแบ่งปันผลงานในชุมชนออนไลน์ เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ทำให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

3) การใช้คำถาม การพัฒนาทักษะและความเข้าใจในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ควรจัดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ เช่น การใช้คำถาม “เพราะเหตุใด” หรือ “อย่างไร” เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างอิสระ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนอย่างไร” “เพราะเหตุใดจึงคิดที่จะสร้างชิ้นงานนี้ และจะสร้างชิ้นงานนี้ได้อย่างไร” “มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ และทำอย่างไร”

4) การใช้กลวิธี KWL (know, want to know, learned) เป็นกลวิธีที่ให้ผู้เรียนสรุปตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามว่า ผู้เรียนรู้อะไร อยากรู้อะไร และได้เรียนรู้อะไรไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเอง และผู้สอนนำข้อสรุปไปเตรียมและปรับปรุงการสอนในบทเรียนต่อไป

11.2 การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) คือ การประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ ภายใต้กรอบการประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอาจใช้เสนอแนะแนวทางการศึกษาต่อ ในการตัดสินผลการเรียนอาจใช้คะแนนสอบร่วมกับผลการประเมินจากเครื่องมืออื่น ๆ เช่น แฟ้มสะสมผลงาน ชิ้นงาน โครงการงาน

5. การประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน (learning portfolio) แฟ้มสะสมผลงานเป็นเอกสารที่รวบรวมผลงาน รายงาน ชิ้นงาน ที่เป็นผลผลิตซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปประกอบการประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ได้

6. การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบ เป็นการวัดผลผู้เรียนด้วยแบบทดสอบ ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิดหรือปลายปิด หรือทั้ง 2 แบบ โดยผู้สอนจัดทำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งรวบรวมคะแนน จากนั้นประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน
7. การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จากโครงการ หรือนวัตกรรม เป็นการวัดผลที่ให้ผู้เรียนพัฒนาชิ้นงานรายบุคคล หรือรายกลุ่ม เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามความสนใจของตนเอง ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางและเกณฑ์การวัดและประเมินผลโครงการที่ครอบคลุมทุกด้าน รวมทั้งการประเมินพฤติกรรมการทำงาน ซึ่งอาจให้ประเมินด้วยตนเอง เพื่อน หรือผู้สอน
8. การประเมินผลจากการปฏิบัติ เป็นการประเมินผลโดยกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยผู้สอนกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและมีการวัดอย่างต่อเนื่อง เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้เรียน แล้วตัดสินผลจากพัฒนาการในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน

บรรณานุกรม

- Computational Thinking for Educators. Retrieved September 5, 2016, from <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit>
- CSTA. (2013,October). A Model Curriculum for K-12 Computer Science : Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee. Retrieved January 5, 2016, from https://www.acm.org/education/curric_vols/k12final1022.pdf
- Department for Education. (2013,11 September). National Curriculum in England : Computing Programmes of Study. Retrieved May 2, 2016, from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- Partnership for 21st Century. Framework for 21st Century Learning. Retrieved January 15, 2016, from <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Wings, Jeannette M. (2010, 17 November.) Computational Thinking: What and why?. Retrieved October 5, 2016, from <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- ปรเมธี วิมลศิริ. (26 สิงหาคม 2559). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี อนาคตประเทศไทย เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2559, จาก <http://plan.vru.ac.th/wp-content/uploads/2016/11/แผนชาติ-20-ปี-1.pdf>
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ (2559, 30 พฤศจิกายน). ยุทธศาสตร์การพัฒนากอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579). สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก http://www.industry.go.th/psd/index.php?option=com_k2&view=item&id=10820



โครงการจัดทำสื่อ ๒๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

