

STEM EDUCATION

ระดับ
ประถมศึกษา

Primary level



STEM EDUCATION

สอนอย่างไรให้เป็น

**ACTIVE
LEARNING**

ตามมาตรฐานสากล



สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด

701 ถนนนครไชยศรี แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

โทร. 0-2243-8000 (อัตโนมัติ 15 สาย), 0-2243-1805 แฟกซ์ : ทุกหมายเลข,

แฟกซ์อัตโนมัติ : 0-2241-4131, 0-2243-7666

ISBN : 978-616-05-3610-8



website :
www.iadth.com

สงวนลิขสิทธิ์ หนังสือเล่มนี้ได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย



สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

STEM EDUCATION

Primary level

ระดับ
ประถมศึกษา

สงวนลิขสิทธิ์

สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด

พ.ศ. 2559

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

701 ถนนนครไชยศรี แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

โทร. 0-2243-8000 (อัตโนมัติ 15 สาย), 0-2243-1805

แฟกซ์ : ทุกหมายเลข, แฟกซ์อัตโนมัติ : 0-2241-4131, 0-2243-7666

Website:

www.iadth.com

คำนำ

เอกสาร “โครงการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา STEM Education” ฉบับนี้ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการอบรมครูและบุคลากรทางการศึกษาให้เพิ่มพูนศักยภาพในการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างบุคลากรของประเทศให้มีคุณภาพทันการเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคต ตามนโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ รวมถึงข้อเสนอแนะของคณะกรรมการขับเคลื่อนการปฏิรูประบบการจัดการศึกษา สมาชขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) ในฐานะองค์กรเอกชนที่ได้ร่วมมือกับหน่วยงานทุกระดับของกระทรวงศึกษาธิการ พัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่องยาวนาน ได้ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นที่จะต้องร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในการยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีศักยภาพตามแนวทาง STEM Education ให้ได้มาตรฐานสากล จึงได้จัดโครงการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้สามารถจัดการเรียนรู้ตามวิสัยทัศน์การพัฒนานคนในศตวรรษที่ 21 และแนวคิด STEM Education ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นหลักการสำคัญ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ในมิติคิดวิเคราะห์ มิติคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และมิติทักษะกระบวนการ ในระดับความคิดรวบยอดและหลักการ และนำความรู้ไปผลิตผลงานที่สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกในรายวิชา การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) และที่สำคัญ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งเอกสารฉบับนี้ได้เสนอตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่กล่าวถึงไว้แล้ว เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมหรือการฝึกปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเอง

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารฉบับนี้จะช่วยให้ครูผู้เข้ารับการอบรมและผู้สนใจนำไปศึกษาด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงในแนวทาง STEM Education สามารถนำความรู้หลักการไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ พัฒนาผู้เรียนสู่คุณภาพชีวิต การทำงานที่ดี สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ อีกทั้งสามารถบูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและค่านิยมหลัก 12 ประการ ให้ตกผลึกเป็นบุคลิกภาพของผู้เรียนที่เก่ง ดี มีงานทำ ส่งผลให้คุณภาพผู้เรียนและคุณภาพการศึกษาไทยในอนาคตสูงขึ้นอยู่ในอันดับต้น ๆ ของอาเซียนและโลกได้

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	5
<ul style="list-style-type: none">● ความเป็นมาของ STEM Education● การนำ STEM Education มาใช้ในประเทศไทย● สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) กับการส่งเสริมสนับสนุนการนำ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning	5 6 7
ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้ STEM Education แบบสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในคาบเรียน	11
<ul style="list-style-type: none">● ตัวอย่างที่ 1 การประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้จากวัสดุเหลือใช้● ตัวอย่างที่ 2 โทรศัพท์ถ่วงกระดาษ● ตัวอย่างที่ 3 เครื่องชั่งสองแขน	11 19 23
ตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)	27
<ul style="list-style-type: none">● แนวคิดพื้นฐาน● แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)● ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เรื่อง “บ่อเก็บน้ำกำจัดภัยแล้ง”	27 27 34
ตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)	42
<ul style="list-style-type: none">● แนวคิดพื้นฐาน● แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)● เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ GPAS 5 Steps● ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เรื่อง “ของเล่น ของใช้จากแม่เหล็ก”	42 42 44 50
ภาคผนวก	56
<ul style="list-style-type: none">● PowerPoint นำเสนอความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ STEM Education● แผนภาพการจัดการเรียนรู้ Active Learning	57 62

Science

Technology

**STEM
EDUCATION**

Engineering

Mathematics

● ความเป็นมาของ STEM Education

ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเคยได้รับการยอมรับจากนานาชาติว่าเป็นผู้นำในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนในทุกระดับ แต่เมื่อปลายศตวรรษที่ 20 ต่อเนื่องมาถึงศตวรรษที่ 21 พบว่าขีดความสามารถของสหรัฐอเมริกาไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้าน อย่างที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลายประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก เห็นได้จากผลการทดสอบนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) และการสอบด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของนักเรียนชาวอเมริกันนั้นต่ำกว่าหลายประเทศ มีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาใน ค.ศ. 2006 เมื่อเปรียบเทียบกับ ค.ศ. 2003 รวมทั้งยังพบว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนี้ นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มีจำนวนลดลง ประชากรวัยทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ผลการศึกษายังระบุว่าประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานส่วนใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงว่าสหรัฐอเมริกากำลังขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้น นโยบายการศึกษาแบบ STEM Education จึงจะเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาให้กับสหรัฐอเมริกาได้

สหรัฐอเมริกาได้ตระหนักในความสำคัญและความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงคุณภาพการศึกษาในด้านนี้ ในปลาย ค.ศ. 2009 จึงได้ประกาศความริเริ่มทางการศึกษาขึ้นใหม่เรียกว่า “Educate to Innovate” เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st Century skills)

ประกาศดังกล่าวเน้นไปที่การกระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ใน 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จากคุณภาพที่อยู่ระดับกลางไปสู่คุณภาพระดับสูง โดยการเชื่อมโยงหลักสูตรสาระความรู้ของศาสตร์ทั้ง 4 วิชามาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ประโยชน์ในโลกของความเป็นจริงในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ ร่วมกัน รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้ง 4 วิชา มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ครั้งแรกที่สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation : NSF) ใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้อย่างจริงจัง

คณะกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีมติเห็นชอบให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการส่งเสริมศึกษาโดยให้จัดตั้งคณะกรรมการชุดหนึ่ง และจัดตั้งศูนย์ส่งเสริมศึกษา (STEM Academy) เพื่อเริ่มทำโครงการนำร่องส่งเสริมศึกษาใน 12 จังหวัด จังหวัดละ 3 โรงเรียน ใน พ.ศ. 2556 ศูนย์ส่งเสริมศึกษาเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการดำเนินโครงการนำร่อง และจัดระบบการประชาสัมพันธ์ สร้างเครือข่ายกับหน่วยงานต่าง ๆ ประสานการปรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และพัฒนาครูและการสอน ใน พ.ศ. 2557 ศูนย์ส่งเสริมศึกษาจัดให้มีการประเมินผลโครงการนำร่อง เพื่อพัฒนาเป็นแผนแม่บท (Master Plan) และแผนที่นำทาง (Roadmap) เพื่อนำไปสู่การยกวางนโยบายแห่งชาติด้วยส่งเสริมศึกษาเสนอต่อรัฐบาล และเตรียมการขยายการดำเนินการขั้นต่อไป ซึ่งจะมุ่งการมีศูนย์ส่งเสริมศึกษาและทูตส่งเสริมทุกจังหวัด เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามกรอบส่งเสริมศึกษาในโรงเรียนทั่วประเทศ ในการดำเนินงานส่งเสริมศึกษาประเทศไทย สสวท. จำเป็นต้องติดต่อกับหน่วยงานในต่างประเทศ สมาคมวิชาการและวิชาชีพ ตลอดจนมูลนิธิเพื่อการศึกษาด้วย ดังนั้น สสวท. จึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับหลายหน่วยงาน นับตั้งแต่โรงเรียน สถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษา ส่วนราชการในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนต่าง ๆ ส่งเสริมศึกษาประเทศไทยจึงไม่ใช่งานของ สสวท. แฝงเดียว แต่ต้องเป็นความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

(นิตยสาร สสวท. ปีที่ 42 ฉบับที่ 185 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2556)

กระทรวงศึกษาธิการตระหนักถึงความสำคัญของส่งเสริมศึกษา (STEM Education) โดยกำหนดให้เป็นโครงการสำคัญด้านหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ตามจุดเน้น 6 ยุทธศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้เป็นนวัตกรรมจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับสร้างคนไทยรุ่นใหม่ และรองรับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศอย่างเหมาะสม

ความท้าทายการดำเนินงานที่สำคัญ มีดังนี้

การกำหนดนิยาม “ส่งเสริมศึกษา” (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม ในการเชื่อมโยงหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21

การกำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมส่งเสริม 4 ประการ คือ

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้เชื่อมโยงหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่
3. เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม ตลอดจนการรู้เท่าทันสื่อ
4. เพื่อหล่อหลอมคุณลักษณะที่ดีให้แก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นความรับผิดชอบ ความมีวินัย ความซื่อสัตย์ ความอดทน เป็นต้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะจัดกิจกรรมในแต่ละชั้นปีให้สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ใน 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบ หรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือนำไปสู่การพัฒนาวัตตกรรมนั้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนาวัตตกรรม

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรมที่พัฒนาได้

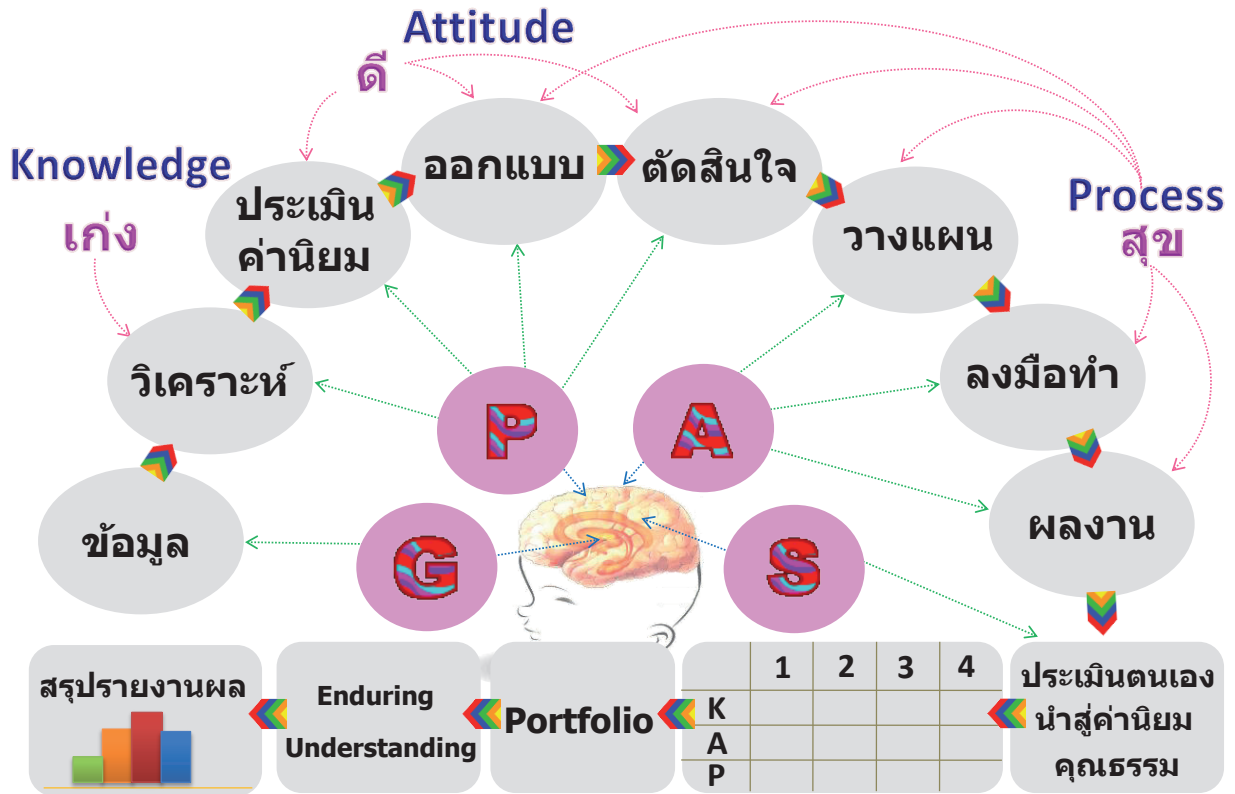
แนวทางการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) กระทรวงศึกษาธิการเสนอแนะว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปบรรจุไว้ในกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ได้ โดยขอให้ระบุในคู่มือว่าแต่ละชั้นตอนมีระยะเวลาในการจัดการช่วงละเท่าไร และขอให้ชี้แจงรายละเอียดอย่างชัดเจน เพื่อให้ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาสามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง จนกระทั่งสามารถออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้เองในอนาคต พร้อมทั้งขอให้ทุกฝ่ายช่วยกันดำเนินการไม่ให้เกิดกิจกรรมสะเต็มศึกษากลายเป็นรูปแบบการทำโครงการแบบในอดีต ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติที่เน้นการคิดวิเคราะห์ ค้นคว้า เชื่อมโยง และบูรณาการองค์ความรู้ทุกศาสตร์ เพื่ออธิบายเหตุการณ์หรือตอบใจห้ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงนวัตกรรมเพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ตลอดจนจัดกิจกรรมสร้างความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรม STEM Education ภาคเรียนละ 1 กิจกรรม

● **สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)**กับการส่งเสริมสนับสนุนการนำ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

จากการศึกษาความเป็นมา แนวคิด วัตถุประสงค์ เป้าหมายและกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) ที่กล่าวมาข้างต้น สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) ได้ข้อคิดและข้อเสนอแนะที่สำคัญ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาของชาติทั้งระบบ เพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้สูงขึ้นเทียบมาตรฐานสากลและผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ของประเทศด้วยนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เพิ่มศักยภาพทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก และตามแนวคิดการสร้างเครือข่ายด้วยการสานพลังประชารัฐของกระทรวงศึกษาธิการ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จึงนำมาสานต่อและร่วมเป็นเครือข่ายในการพัฒนาการเรียนการสอนและการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เพื่อเสริมพลังการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย ด้วยแนวคิดและวิธีดำเนินการ 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การจัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในคาบเรียน จากการกำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมสะเต็ม 4 ประการและกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) สอดคล้องกับแนวดำเนินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) เผยแพร่ในเรื่องการสอนคิดด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ GPAS และ GPAS 5 Steps ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหา รวบรวมข้อมูล นำมาคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ สร้างความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลิตผลงานในบทเรียน ตามแนวทางการเรียนรู้แบบ Backward Design ใช้ผลงานและพฤติกรรมแสดงออกเป็นหลักฐานในการประเมิน ดังแผนภูมิการจัดกระบวนการเรียนรู้

กระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ



Dr.Saksin Rojsaranrom

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

แนวทางที่ 2 การเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาหรือเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหา มีการสืบค้นรวบรวมข้อมูล นำมาใช้คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ในการแก้ปัญหา ทั้งรายบุคคล และด้วยกระบวนการกลุ่ม มีการอภิปราย บันทึกข้อสรุปแนวทางที่ได้ ปรับปรุงแก้ไขจนได้ผลดีตามเป้าหมาย ผสมผสานความร่วมมือระหว่างการปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียน เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ใช้กระบวนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. รับรู้และทำความเข้าใจปัญหา 2. คิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา 3. ตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ 4. ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดและประเมินระหว่างปฏิบัติ 5. สรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ

แนวทางที่ 3 การเรียนรู้ด้วยการใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตด้วยการลงมือปฏิบัติในขณะที่เรียน เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการออกแบบ ทักษะการใช้เครื่องมือในการทำงาน สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้บูรณาการ

ทักษะและคุณลักษณะที่เกิดจากการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) อันได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาแนวทางแก้ปัญหา และการพัฒนาความคิดใหม่ ๆ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับเหตุและผลความสัมพันธ์ และการใช้ข้อมูลความจริงในการอภิปรายให้ข้อเสนอแนะ ทักษะทางคณิตศาสตร์ เพื่อการคิดคำนวณ และการชั่ง ตวง วัด ทักษะด้านเทคนิค การแก้ปัญหา ซ่อมแซม การประยุกต์ใช้ Software และเครื่องมือใหม่ ๆ ทักษะการสื่อสารและทักษะความร่วมมือ ทักษะการรับฟัง และการสานสัมพันธ์กับผู้ร่วมโครงการ ฯลฯ ทักษะทั้งหลายเหล่านั้นในกระบวนการเรียนรู้แบบ GPAS และ GPAS 5 Steps ได้บูรณาการกระบวนการทำงานกลุ่ม กระบวนการกระจายอำนาจ การสร้างค่านิยมหลัก 12 ประการ ไว้ในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การแสวงหาข้อมูล การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ การอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ การออกแบบสร้างชิ้นงาน และการประเมินตนเอง

กระบวนการเรียนรู้ GPAS และ GPAS 5 Steps ดังแผนภูมิที่สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) ได้เผยแพร่มาอย่างต่อเนื่องเป็นเครื่องยืนยันความสอดคล้องในเรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การสร้างความรู้ ใช้ความรู้ ผลิตผลงาน ซึ่งกระบวนการนี้ไม่เพียงสอดคล้องใน 4 วิชาหลักของ STEM หรือในบางหน่วยการเรียนรู้เท่านั้น แต่ได้ส่งเสริมให้ครูผู้สอนได้ใช้เป็นประจำในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ทุกระดับชั้น ที่จะช่วยให้เกิดนิสัยการคิด การสร้างความรู้ และผลิตผลงานใหม่ ๆ ส่งเสริมวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ ตามแนวทางของ “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) ได้เป็นอย่างดี ดังเอกสารคู่มือครูการออกแบบการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่เสนอในตอนต่อไป

กระบวนการ GPAS 5 Steps

พัฒนาสมรรถนะสำคัญและพหุปัญญาครบทุกด้าน

STEM Education	Problem Based Learning	Project Based Learning	GPAS 5 Steps
<ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นระบุปัญหา 2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology) 4. ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) 5. ชั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Engineering) 6. ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นรับรู้และทำความเข้าใจปัญหา 2. ชั้นคิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา 3. ชั้นตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ 4. ชั้นลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดและประเมินระหว่างปฏิบัติ 5. ชั้นสรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นเลือกหัวข้อทำโครงงาน 2. ชั้นศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3. ชั้นวางแผนการปฏิบัติ 4. ชั้นลงมือปฏิบัติปรับปรุงระหว่างปฏิบัติ 5. ชั้นประเมินผลและนำเสนอ 6. ชั้นขยายผลสู่ชีวิตจริงในสังคม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering) <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ตั้งคำถาม ระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน กำหนดเป้าหมาย 1.2 สังเกตและรวบรวมข้อมูล 2. ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) <ol style="list-style-type: none"> 2.1 จัดกระทำข้อมูลโดยใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ (จำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ โยงสัมพันธ์) และการสรุปความรู้ 2.2 คิดประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าตามหลักคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมหลัก 12 ประการ หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2.3 คิดออกแบบแนวทางเพื่อสร้างทางเลือกที่หลากหลายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด 2.4 คิดวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงาน 3. ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) <ol style="list-style-type: none"> 3.1 ลงมือปฏิบัติตามแผนงาน สร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ตามที่ออกแบบไว้ 3.2 ประเมินการทำงานเชิงระบบเพื่อปรับปรุงและแก้ปัญหา 3.3 สร้างองค์ความรู้หรือหลักการ 4. ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill) <p>นำเสนอผลงานหรือความสำเร็จ เพื่อขยายความรู้</p> 5. ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) <p>ประเมินค่านิยม นิสัยแห่งการคิด การกระทำ เชื่อมโยงความรู้ไปสู่การทำประโยชน์เพื่อส่วนรวม</p>

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้ STEM Education แบบสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในคาบเรียน

ตัวอย่างที่ 1 การประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้จากวัสดุเหลือใช้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ผังมโนทัศน์



สาระการเรียนรู้

เรื่อง การจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)



๒. การจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ

สิ่งของเครื่องใช้หลายชนิดสามารถนำมาใช้งานได้มากกว่าหนึ่งครั้ง เพราะทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน ซึ่งการใช้งานสิ่งของเครื่องใช้หนึ่งชิ้นได้หลายครั้งนี้ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมได้

๒.๑ ความหมายของการจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ

การจัดการ หมายถึง กระบวนการ กิจกรรม หรือการศึกษาเกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เชื่อมั่นว่าจะดำเนินไปในแนวทางแห่งความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

การใช้ซ้ำ หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว มาดัดแปลงใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ดังนั้น การจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ จึงหมายถึง กระบวนการ กิจกรรม หรือการศึกษาเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว มาดัดแปลงใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

๒.๒ ตัวอย่างการนำสิ่งของเครื่องใช้กลับมาใช้ซ้ำ

การนำสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ มาใช้ซ้ำมีแนวทาง ดังนี้

๑) ถูพลาสติกมีหูหิ้วที่ใช้แล้ว

นำมาใช้ซ้ำได้โดยใช้ใส่ขยะ และใช้ใส่ของได้อีกหลายครั้งจนกว่าจะขาด ถ้าเป็น ถูพลาสติกที่มีสี นำมาประดิษฐ์เป็น ดอกไม้สำหรับประดับตกแต่งบ้านได้



ถูพลาสติกมีหูหิ้ว
ใช้รองถังขยะ



ดอกไม้ประดิษฐ์
จากถูพลาสติก



๒) ขวดแก้วที่ใช้แล้ว ล้างขวดแก้วให้สะอาดแล้วนำมาใส่น้ำดื่มได้อีก หรือนำมาปะติดด้วยเศษกระดาษใช้เป็นแจกันดอกไม้



ขวดใส่น้ำดื่ม แจกันใส่ดอกไม้

๓) กล่องใส่รองเท้าที่ใช้แล้ว นำมาใช้ได้อีกหลายครั้งจนกว่าจะฉีกขาด เช่น วางแผ่นซีดีและแผ่นดีวีดี ปะติดด้วยเศษกระดาษและใส่หูหิ้ว ใช้ใส่สิ่งของ

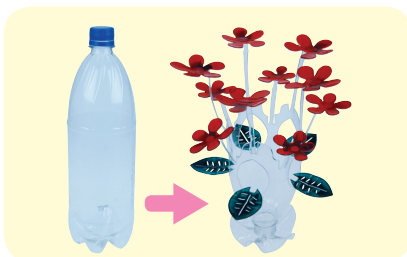


กล่องใส่รองเท้าใส่แผ่นซีดีและดีวีดี



กล่องใส่รองเท้าปะติดด้วยเศษกระดาษและใส่หูหิ้ว ใช้ใส่สิ่งของ

๔) ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่ที่ใช้แล้ว ประดิษฐ์เป็นแจกันดอกไม้ประดับตกแต่งห้อง หรือประดิษฐ์เป็นโคมไฟ



ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่ ประดิษฐ์เป็นแจกันดอกไม้



ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่ ประดิษฐ์เป็นโคมไฟ

สาระสำคัญ

การจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ เป็นกระบวนการ กิจกรรม หรือการศึกษาเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาดัดแปลงใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ง 2.1 ป.3/3 มีการจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป.3/1 จำแนกชนิดและสมบัติของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของของเล่น ของใช้
ว 3.1 ป.3/2 อธิบายการใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ละชนิด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ป.3/1 ทดลองและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับวัสดุ เมื่อถูกแรงกระทำ หรือทำให้ร้อนขึ้นหรือทำให้เย็นลง

ว 3.2 ป.3/2 อภิปรายประโยชน์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.3/1 บอกความยาวเป็นเมตร เซนติเมตร และมิลลิเมตร เลือกเครื่องวัดที่เหมาะสม และเปรียบเทียบความยาว

ค 2.1 ป.3/5 บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวและน้ำหนัก

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



ขั้นรวบรวมข้อมูล (Gathering)

- ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูใช้คำถาม ดังนี้
 - การใช้ซ้ำมีความสำคัญอย่างไร (ตัวอย่างคำตอบ ทำให้ใช้สิ่งของนั้นได้คุ้มค่า และช่วยในการลดปริมาณขยะ)
 - นักเรียนนำถุงพลาสติกมีหูหิ้วที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำอย่างไร (ตัวอย่างคำตอบ นำมาใช้ใส่ของ)
 - นักเรียนนำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำอย่างไร (ตัวอย่างคำตอบ นำมาตกแต่งทำเป็นแจกัน)
 - กล่องใส่รองเท้าสามารถนำมาใช้ทำอะไรได้บ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ทำเป็นกล่องใส่ของ)
 - ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่สามารถนำมาใช้ทำอะไรได้บ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ประดิษฐ์เป็นโคมไฟ)
 - ยางของรถยนต์สามารถนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง (ตัวอย่างคำตอบ ประดิษฐ์เป็นถังขยะ)
- ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต สื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ คนในชุมชน



ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing)

- ให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำ โดยครูเขียนเป็นแผนภาพความคิดบนกระดาน ดังตัวอย่าง



- ให้นักเรียนคิดประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าการนำสิ่งของเครื่องใช้มาใช้ซ้ำว่า ถ้านักเรียนสามารถนำสิ่งของเครื่องใช้ที่ใช้แล้วนำมาใช้ซ้ำ หรือประดิษฐ์เป็นของใช้ใหม่จะให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานประดิษฐ์ ประหยัดค่าใช้จ่าย และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้จากการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge)

5. ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ในบ้านของตนเองที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึก ดังตัวอย่าง

แบบบันทึก	
สิ่งของเครื่องใช้	การจัดการด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ
1. (ขวดน้ำพลาสติก)	(ทำเป็นกระถางต้นไม้)
2. (ถุงพลาสติกมีหูหิ้ว)	(ใช้รองถังขยะ)
3. (กล่องโลหะใส่ขนม)	(เก็บเครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ อุปกรณ์เย็บผ้า)

6. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปประโยชน์ของการนำสิ่งของเครื่องใช้กลับมาใช้ซ้ำ โดยครูเขียนเป็นแผนภาพความคิด ดังตัวอย่าง



7. ให้นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ ดังนี้

การจัดการสิ่งของเครื่องใช้ด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ เป็นกระบวนการ กิจกรรม หรือการศึกษาเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาดัดแปลงใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด



ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill)

8. ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลการสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ในบ้านที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ และร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อขยายความรู้ ครูแนะนำเพิ่มเติม



ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating)

- 9. ให้นักเรียนช่วยกันรวบรวมข้อมูลและสิ่งประดิษฐ์จากสิ่งของเครื่องใช้ที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ นำมาติดที่ป้ายนิเทศของโรงเรียนเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้แก่สมาชิกในโรงเรียน และช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ที่มา : คู่มือครูหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน การงานอาชีพและเทคโนโลยี
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้การจัดการกิจกรรมโครงการ STEM Education

นักวิทยาศาสตร์น้อย



ให้นักเรียนลองประดิษฐ์ของเล่น ของใช้จากวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า ก่อให้เกิดประโยชน์ ลดขยะ และช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน ดังตัวอย่าง



กระถางต้นไม้สุดแจ๋ว



กระเป๋าใส่ของสุดสวย



โมบายล์กระป๋องน้ำอัดลม



ตุ๊กตาไล่ฝนจากผ้า



คู่มือครูหนังสือเรียน

วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่

5

BBL 5 STEPS

มาตรฐานสากล
ศตวรรษที่

21



ใช้กระบวนการ 5 STEPS
เป็นการทำงานของสมอง
BBL & PBL



จัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
Backward Design



เพิ่มพละสัมฤทธิ์ด้วย
NT/O-NET/PISA



โครงการบูรณาการ
ทักษะศตวรรษที่ 21
สู่อาเซียนและโลก



เฉลยคำตอบ
ละเอียดทุกข้อ

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)



เนื่องจากเสียงสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ ได้ จึงมีการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่รับส่งเสียงที่เรียกว่า โทรศัพท์ โทรศัพท์ทำงานอย่างไร เราลองมาประดิษฐ์โทรศัพท์อย่างง่ายกัน

โทรศัพท์อย่างง่ายทำงานอย่างไร



กิจกรรมที่ ๖.๕ โทรศัพท์ด้วยกระดาษ

วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|-----------------------|---------|
| ๑. ถ้วยกระดาษขนาดใหญ่ | ๒. ไม้ |
| ๒. ดินสอปลายแหลม | ๑. แท่ง |
| ๓. เชือกยาวประมาณ | ๒ เมตร |
| ๔. ไม้จิ้มฟัน | ๒ อัน |



โทรศัพท์ด้วยกระดาษ

วิธีทำ

- ใช้ปลายแหลมของดินสอเจาะก้นถ้วยกระดาษตรงกลาง ๑ รู ทั้ง ๒ ใบ
- ใช้ปลายเชือกข้างหนึ่งร้อยเข้าไปในรูถ้วยจากด้านนอกไปผูกกับไม้จิ้มฟันเพื่อยึดเชือกไว้
- ใช้ปลายเชือกอีกข้างหนึ่งทำเช่นเดียวกันกับถ้วยอีกใบหนึ่ง
- ทดลองพูดผ่านถ้วยกระดาษข้างหนึ่งและให้เพื่อนจับถ้วยกระดาษอีกข้างหนึ่งแนบหูเพื่อฟัง
- ให้สังเกตว่าอย่างไรจึงจะได้ยินเสียงโทรศัพท์ด้วยกระดาษได้ชัดเจน เช่น เชือกตึงเชือกหย่อน บันทึกผล
 - ❓ ส่วนประกอบสำคัญของโทรศัพท์ด้วยกระดาษมีอะไรบ้าง
 - ❓ ทำอย่างไรจึงจะได้ยินเสียงโทรศัพท์ด้วยกระดาษได้ชัดเจน
 - ❓ เสียงมีการเคลื่อนที่อย่างไรในโทรศัพท์ด้วยกระดาษ
 - ❓ โทรศัพท์ด้วยกระดาษทำงานอย่างไร
 - ❓ ถ้าต้องการทราบว่าโทรศัพท์ด้วยกระดาษนี้จะทำงานได้ในระยะทางไกลเท่าใด ควรทำอย่างไร

เสียงและการได้ยิน ๑๖๕

เฉลยกิจกรรมการทดลอง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

เมื่อทดลองพูดผ่านถ้วยกระดาษข้างหนึ่ง เมื่อเพื่อนจับถ้วยกระดาษอีกข้างหนึ่งแนบหู จะได้ยินเสียง เมื่อเชือกตึงจะได้ยินเสียงชัดเจนกว่าเชือกหย่อน

สรุปผลการทำกิจกรรม

โทรศัพท์ด้วยกระดาษใช้หลักการสั่นของอากาศ เสียงพูดภายในถ้วยทำให้เกิดการสั่นไปตามเส้นเชือกไปสู่ถ้วยอีกใบหนึ่ง ทำให้อากาศภายในถ้วยนั้นรับเสียงสั่นสะท้อน จึงได้ยินเป็นเสียงพูด

แนวคำตอบ

๑. **ตอบ** ถ้วยกระดาษ ๒ ใบ เชือกที่ต่อระหว่างถ้วยกระดาษ ๒ ใบ
๒. **ตอบ** ผู้พูดออกเสียงในถ้วยกระดาษข้างหนึ่งและผู้ฟังแนบหูกับถ้วยกระดาษอีกข้างหนึ่งโดยให้เชือกตึง
๓. **ตอบ** เมื่อผู้พูดออกเสียงจะทำให้อากาศในถ้วยกระดาษสั่นสะท้อนเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง คือ เชือกไปยังหูของเรา
๔. **ตอบ** เมื่อเราออกเสียง เสียงจะเคลื่อนที่ออกจากปากเราในรูปของคลื่นผ่านตัวกลาง คือ อากาศในถ้วยกระดาษ และเชือกไปยังหูของอีกคน
๕. **ตอบ** ทดลองโดยเปลี่ยนความยาวของเชือกเพิ่มขึ้นและทดลองฟังเสียงเปรียบเทียบกับเสียงที่ได้ยินเมื่อใช้ความยาวของเชือกต่างกัน บันทึกความยาวเชือกที่ยาวที่สุดที่ยังสามารถได้ยินเสียงได้ดีตามที่กำหนด



ตัวชี้วัด

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ว ๕.๑ ป.๕/๑ | ว ๕.๑ ป.๕/๑ | ว ๕.๑ ป.๕/๒ |
| ว ๕.๑ ป.๕/๓ | ว ๕.๑ ป.๕/๔ | ว ๕.๑ ป.๕/๕ |
| ว ๕.๑ ป.๕/๖ | ว ๕.๑ ป.๕/๗ | ว ๕.๑ ป.๕/๘ |

ภาระงาน/ชิ้นงาน

สิ่งประดิษฐ์ โทรศัพท์ด้วยกระดาษ



ขั้นตั้งคำถาม



๑. ครูแสดงภาพโทรศัพท์ด้วยกระดาษ ให้นักเรียนศึกษาและสังเกต แล้วครูระบุคำถามสำคัญ ดังนี้
 - ๑.๑ โทรศัพท์อย่างง่ายทำงานอย่างไร (โทรศัพท์อย่างง่ายใช้หลักการสั่นของอากาศภายในถ้วยทำให้เกิดการสั่นไปตามเส้นเชือกไปสู่ถ้วยอีกใบหนึ่ง ทำให้อากาศภายในถ้วยนั้นรับเสียงสั่นสะท้อนจึงได้ยินเป็นเสียงพูด)

แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม (๔ คน/กลุ่ม) ให้เหตุผลแบบคาดคะเนคำตอบในข้อ ๑



ขั้นสืบค้นความรู้ และสร้างเสนาะ



๒. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา อ่านวิธีทำ ร่วมกันอภิปรายก่อนทำกิจกรรม ทำกิจกรรม และบันทึกผล



ขั้นสร้างองค์ความรู้



๓. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผล ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามหลังทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรม



ขั้นสื่อสารและนำเสนอ



๔. ให้นักเรียนนำเสนอความรู้ปรากฏการณ์เองเป็นคู่



ชั้นบริการสังคม
และจิตสาธารณะ



๕. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและประดิษฐ์โทรศัพท์ด้วยกระดาษจากวัสดุเหลือใช้ โดยให้แต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง เพื่อตอบคำถามว่า “เชือกที่ทำด้วยวัสดุต่างชนิดกันใช้เป็นสายโทรศัพท์ด้วยกระดาษได้ดีต่างกันหรือไม่ อย่างไร”
๖. ให้นักเรียนนำเสนอผลการศึกษา พร้อมสะท้อนความคิดร่วมกัน

ตัวชี้วัด

ว ๕.๑ ป.๕/๑	ว ๕.๑ ป.๕/๑	ว ๕.๑ ป.๕/๒
ว ๕.๑ ป.๕/๓	ว ๕.๑ ป.๕/๔	ว ๕.๑ ป.๕/๕
ว ๕.๑ ป.๕/๖	ว ๕.๑ ป.๕/๗	ว ๕.๑ ป.๕/๘

แนวคำตอบ

๑. **ตอบ** แหล่งกำเนิดเสียงสั้นสะท้อนตัวกลางที่เสียงผ่าน และหู
๒. **ตอบ** ตาและหู
๓. **ตอบ** เสียงเป็นพลังงาน

การทำโทรศัพท์ด้วยกระดาษไม่สามารถส่งเสียงไปได้ในระยะทางไกล เนื่องจากการสั่นของเชือกอ่อนลงเรื่อย ๆ ทำให้ผู้ฟังอีกด้านหนึ่งไม่ได้ยินเสียงพูด และการพูดโทรศัพท์ด้วยกระดาษสามารถส่งเสียงไปยังผู้ฟังได้ทางเส้นเชือกเส้นเดียวเท่านั้น ในการติดต่อคนหลายคนจึงต้องมีการพัฒนาระบบที่ดีขึ้น ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์ซึ่งเป็นต้นแบบของโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันเป็นคนแรก คือ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบลล์ โทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง



โทรศัพท์อย่างง่ายใช้หลักการสั่นของอากาศ เสียงพูดภายในตัวทำให้เกิดการสั่นไปตามเส้นเชือกไปสู่หูอีกใบหนึ่ง ทำให้อากาศภายในถ้วยนั้นรับเสียงสั้นสะท้อน จึงได้ยินเป็นเสียงพูด

กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลาง

จงตอบคำถามต่อไปนี้

๑. สิ่งสำคัญที่ทำให้เราได้ยินเสียง ๓ ประการ มีอะไรบ้าง
๒. นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสใดบ้างในการสังเกตผลการทดลองเพื่อหาคำตอบว่าเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร
๓. พลังงานสามารถทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เสียงทำให้กระจกแตกได้ ดังนั้น ข้อสรุปเกี่ยวกับเสียงคืออะไร

๑๖๖ วิทยาศาสตร์ ป.๕




คู่มือครูหนังสือเรียน

คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่

1

BBL

5

STEPS

มาตรฐานสากล
ศตวรรษที่

21



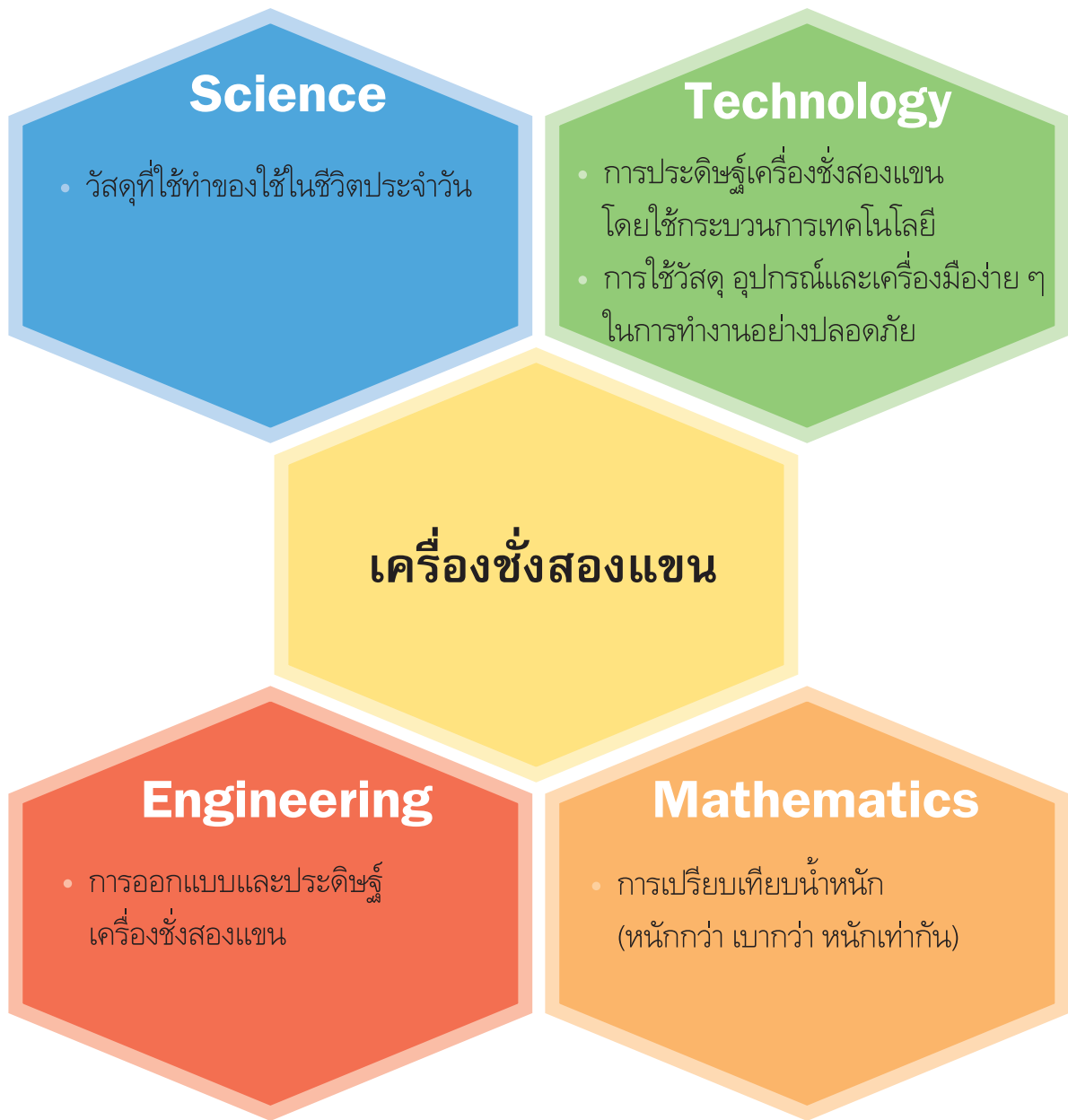


ผู้เขียน: ศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ชูชีพ
ผู้เรียบเรียง: ศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ชูชีพ

- ✓ ใช้กระบวนการ GPAS เน้นการทำงานของสมอง BBL & PBL
- ✓ จัดการเรียนรู้ตามแนวทาง Backward Design
- ✓ เพิ่มพละสัมฤทธิ์ด้วย NT/O-NET/PISA
- ✓ โครงงานบูรณาการ ทักษะศตวรรษที่ 21 สู่อาเซียนและโลก
- ✓ เฉลยคำตอบละเอียดทุกข้อ

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)



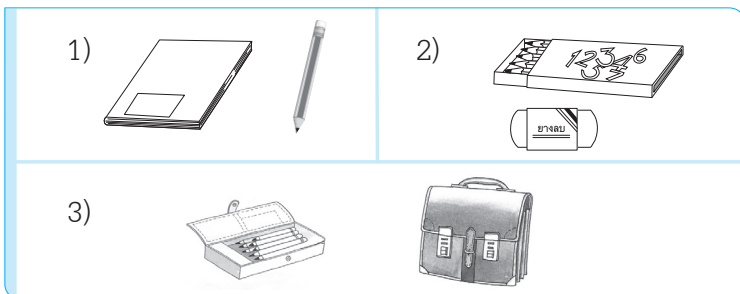


2. การชั่ง

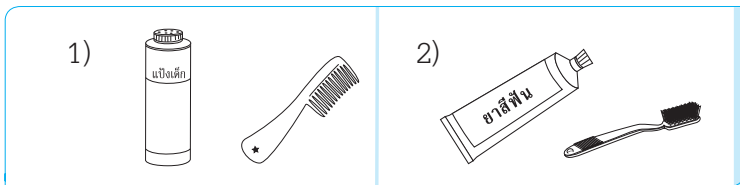
2.1 การเปรียบเทียบน้ำหนัก

- 1) การเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของด้วยการยกด้วยมือ
เมื่อนำสิ่งของตั้งแต่สองสิ่งที่มีน้ำหนักต่างกันมาก
มาเปรียบเทียบน้ำหนักด้วยการยกด้วยมือ อาจจะสามารถ
บอกได้ว่าสิ่งของใดหนักกว่า หรือเบากว่า

1. เปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของตามกำหนด โดยการยกด้วยมือ
และตอบว่าสิ่งใดหนักกว่า



2. เปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของตามกำหนด โดยการยกด้วยมือ
แล้วตอบว่าสิ่งใดเบากว่า



การวัดความยาว การชั่ง และการตวง



147

4. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า นอกจากการ
เปรียบเทียบน้ำหนักโดยการยกด้วยมือแล้ว ยังมีวิธีการ
เปรียบเทียบน้ำหนักวิธีอื่นอีกหรือไม่ (ตัวอย่างคำตอบ
การชั่ง)



ทัวชีวิต

ค.2.1 ป.1/1 ค.6.1 ป.1/1
ค.6.1 ป.1/2 ค.6.1 ป.1/3
ค.6.1 ป.1/4 ค.6.1 ป.1/5

ภาระงาน/ชิ้นงาน

เครื่องชั่งสองแขนจากของเหลือใช้



ขั้นรวบรวมข้อมูล



1. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น
โดยครูถามคำถาม ดังนี้
- นักเรียนเคยเปรียบเทียบน้ำหนัก
สิ่งใดมาแล้วบ้าง และมีวิธีการ
เปรียบเทียบอย่างไร (นักเรียนสามารถ
ตอบได้อย่างหลากหลาย)
2. ให้นักเรียนศึกษา การเปรียบเทียบ
น้ำหนัก



ขั้นคิดวิเคราะห์ และสรุปความรู้



3. ครูเตรียมกล่องดินสอ 2 กล่อง กล่องแรก
มีดินสอครึ่งกล่อง กล่องที่สองมีดินสอ
เต็มกล่อง ให้นักเรียนร่วมกันแสดง
ความคิดเห็น โดยครูถามคำถาม ดังนี้
- กล่องดินสอ 2 กล่อง มีน้ำหนัก
เท่ากันหรือไม่ (เท่า/ไม่เท่า)
 - นักเรียนมีวิธีเปรียบเทียบน้ำหนัก
วิธีที่ง่ายและรวดเร็ว (การยกด้วยมือ)
ให้ผู้แทนนักเรียนออกมาเปรียบเทียบ
น้ำหนักดินสอ 2 กล่อง ด้วยการยก
ด้วยมือ แล้วบอกว่ากล่องใดหนักกว่า
จากนั้นร่วมกันสรุปวิธีการเปรียบเทียบ
น้ำหนักด้วยการยกด้วยมือ



ขั้นทิดวิเคราะห์ และสรุปความรู้



- ครูนำเครื่องชั่งสองแขนมาทดลองการชั่ง โดยวางดินสอกับยางลบไว้ที่แขนของเครื่องชั่งอย่างละข้าง จากนั้นครูถามคำถาม ดังนี้
 - ดินสอกับยางลบสิ่งใดเบากว่ากัน
 - นักเรียนมีวิธีการบอกน้ำหนักอย่างไร
 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของโดยใช้เครื่องชั่งสองแขน
- ให้นักเรียนประดิษฐ์เครื่องชั่งจากของเหลือใช้
- ให้นักเรียนออกแบบเครื่องชั่งและวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงาน

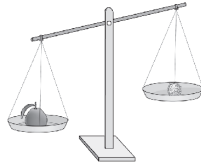


ขั้นปฏิบัติ และสรุปความรู้ หลังการปฏิบัติ

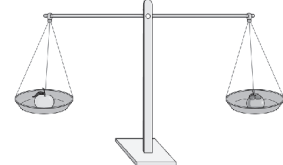


- ให้นักเรียนประดิษฐ์เครื่องชั่งตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ จากนั้นนำผลงานมาทดลองใช้จริงและร่วมกันประเมินผลงาน
- ให้นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการ ดังนี้
 - การเปรียบเทียบน้ำหนักอย่างง่ายอาจทำได้โดยการยกด้วยมือ ใช้คานหรือเครื่องชั่งสองแขน เพื่อบอกว่าสิ่งของใดหนักกว่า เบากว่า หรือเท่ากัน เราสามารถนำความรู้นี้ไปใช้เปรียบเทียบน้ำหนักสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2) การเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของด้วยการชั่ง
การเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของด้วยเครื่องชั่ง สามารถบอกได้ว่าสิ่งของสิ่งใดมีน้ำหนักมากกว่า เบากว่า หรือหนักเท่ากัน



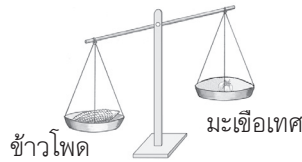
ฝรั่ง **หนักกว่า** เงาะ
หรือ เงาะ **เบากว่า** ฝรั่ง



ส้มและมังคุด
หนักเท่ากัน

1. ดูรูปแล้วตอบคำถามด้วยวาจา

1) สิ่งใดหนักกว่า



ข้าวโพด มะเขือเทศ

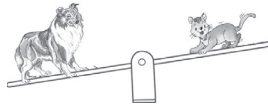
2) สิ่งใดเบากว่า



มะระ ฟักทอง

2. ดูรูปแล้วตอบคำถามด้วยวาจา

1) สัตว์อะไรหนักกว่า



2) เด็กคนใดเบากว่า



148 คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1



ขั้นสื่อสารและนำเสนอ



- ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง



ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่า บริการสังคม และจิตสาธารณะ



- ให้นักเรียนนำเครื่องชั่งที่ประดิษฐ์ไปช่วยผู้ปกครองเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของเครื่องใช้

ตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)

แนวคิดพื้นฐาน

การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child-centered) มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาหรือวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนต้องสืบค้นและรวบรวมข้อมูลนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยนักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล (Individual) และกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม (Group Process) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกัน (Cooperatives Learning) มีการอภิปรายบันทึกข้อสรุปแนวทางที่ได้ผล รวมทั้งความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของตนหรือกลุ่ม การจัดกิจกรรมเป็นการผสมผสานการปฏิบัติระหว่างครูและผู้เรียนที่ร่วมมือกันอย่างสร้างสรรค์ (Top-Down & Bottom-Up) เพื่อให้การแก้ปัญหาเกิดประสิทธิผล โดยครูร่วมเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)

การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) ก่อนอื่นครูต้องทำความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาใน 4 วิชาของ STEM ให้เข้าใจขั้นตอนของการจัดกิจกรรมอย่างชัดเจน และรับรู้บทบาทของครูและผู้เรียนที่ต้องดำเนินการในแต่ละขั้นตอนว่าต้องดำเนินการอย่างไร และปฏิบัติตามแนวทางในแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้องสม่ำเสมอ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจึงจะสามารถนำสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ และที่สำคัญ คือ **ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้หรือศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ STEM หรือในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่สัมพันธ์กันกับสถานการณ์ปัญหานั้น**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาไว้หลากหลาย ขั้นตอนการดำเนินการส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 รับรู้และทำความเข้าใจปัญหา
- ขั้นที่ 2 คิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ
- ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดและประเมินระหว่างปฏิบัติ
- ขั้นที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ

ในขั้นแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่หรือเป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยมีแนวทางดำเนินการให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้และเข้าใจปัญหา ดังนี้

1.1 ตระหนักในความสำคัญของสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นมา ว่ามีผลกระทบหรือผลเสียต่อสิ่งใดบ้าง ด้วยการระดมความคิดเห็นของแต่ละคนที่ได้รับรู้หรือเผชิญอยู่เพื่ออธิบายความสำคัญของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในมุมมองของตนเองและผู้อื่น เป็นการสร้างการยอมรับว่าสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นนี้เป็นปัญหาจริงหรือไม่ อยู่ในความสนใจเพียงใด ถ้าไม่อยู่ในความสนใจอาจเสนอสถานการณ์ปัญหาใหม่อีกเพื่อให้สอดคล้องกับผู้เรียน ผู้เรียนอาจเป็นผู้เสนอปัญหาเอง

1.2 ศึกษาสาเหตุของปัญหา โดยการร่วมมือกันสำรวจข้อมูลรายละเอียดของปัญหาหรือสถานการณ์หรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้สถานการณ์มีความชัดเจน ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะและสาเหตุของสถานการณ์ที่เป็นปัญหารวมถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาอื่น โดยใช้การสำรวจข้อมูล ประเมินและเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

1.3 ระบุความชัดเจนของประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไข เป็นการตัดสินใจว่าสถานการณ์ที่ศึกษาหรือปัญหาที่ต้องนำมาแก้ไขนั้นคืออะไร และวางเป้าหมายในการแก้ปัญหาด้วยว่า เมื่อได้รับการแก้ไขแล้วจะมีสถานการณ์ใหม่อย่างไร มีการตั้งคำถามสร้างความท้าทายต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น

เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 รับรู้และทำความเข้าใจปัญหา

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<ul style="list-style-type: none"> - ริเริ่มเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการแก้ไข - กระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลกระทบ ความรุนแรง ความเร่งด่วนของปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์สาเหตุ ปัจจัย ความเกี่ยวข้องของปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุป ความชัดเจนของปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย อธิบายสภาพสถานการณ์ใหม่ หลังการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลง 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมเสนอปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่ต้องการแก้ไข - ค้นหาและนำเสนอข้อมูล ผลของปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ - วิเคราะห์ผลกระทบ ความรุนแรง ความเร่งด่วนของปัญหาหรือสถานการณ์ - วิเคราะห์ค้นหาและนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ ปัจจัย ความเกี่ยวข้องของปัญหาหรือสถานการณ์ - สร้างข้อสรุป ความชัดเจนของปัญหาหรือสถานการณ์ - เสนอความต้องการ กำหนดเป้าหมาย อธิบายสภาพสถานการณ์ใหม่หลังการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลง - สร้างแผนภาพความคิดเชิงระบบ 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต รับรู้ - ทักษะการเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล - ทักษะการจำแนก เปรียบเทียบ โยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดเชิงระบบ การสร้างข้อสรุป - ทักษะการคิดอนาคต <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ - การสร้างความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 2 คิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา (P : Processing)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นตอนนี้สามารถนำเทคนิคการระดมสมองแบบต่าง ๆ มาใช้ในการจัดกิจกรรม โดยนำสถานการณ์ปัญหาและเป้าหมายที่ต้องการในขั้นที่ 1 มาค้นหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยการใช้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา STEM หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วจากบทเรียนหรือจากตัวอย่างประสบการณ์ที่พบเห็นมาดำเนินการ ให้ผู้เรียนนำเสนอแนวทางวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

2.1 ผู้เรียนเสนอแนวทางแก้ปัญหาจากประสบการณ์ของตน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ประสบมาและคิดว่าเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และเป้าหมายที่ต้องการแก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าแนวทางนั้นผิดหรือถูก ใช่หรือไม่ใช่ เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม

2.2 จับคู่ หรือจัดกลุ่มย่อย 2-3 คน ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้ที่เกี่ยวข้องในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี รวมทั้งศาสตร์ในสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย โดยครูใช้คำถามให้คิดเชื่อมโยงในแง่มุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ STEM อาจนำแนวทางแก้ปัญหาจากประสบการณ์ที่เสนอไว้ในขั้นย่อยที่ 2.1 มาวิเคราะห์ด้วยก็ได้ ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงการวิเคราะห์เหตุปัจจัย การดำเนินงานและผล ผลกระทบต่อเนื่องในการแก้ปัญหาให้เป็นการวิเคราะห์งานเชิงระบบแบบเหตุผลสัมพันธ์ เสนอเป็นแนวทางแก้ปัญหากลุ่มย่อยหรือรายบุคคล

2.3 รวบรวมข้อเสนอแนวทางแก้ปัญหากลุ่มย่อยมานำเสนอเป็นทางเลือกในวิธีการแก้ปัญหาให้หลากหลาย เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<ul style="list-style-type: none"> - เสนอตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาจากประสบการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเสนอประสบการณ์ของตน - รวบรวมข้อเสนอประสบการณ์ของผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอวิธีการแก้ปัญหาจากประสบการณ์ในเรื่องที่กำหนดเป็นสถานการณ์ปัญหา - นำเสนอข้อมูลจากประสบการณ์ของตนให้กลุ่มพิจารณา 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต รับรู้ - ทักษะการเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการคิดเชิงระบบ
<ul style="list-style-type: none"> - เสนอตัวอย่างวิธีคิดการแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์เชิงเหตุผลสัมพันธ์ที่ใช้ความรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ข้อเสนอวิธีแก้ปัญหาเชิงเหตุผล - เสนอวิธีการแก้ปัญหาคด้วยความรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	<p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร
<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลความรู้ความเข้าใจเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูล ความรู้ความเข้าใจเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - เชื่อมโยงข้อมูลให้เป็นระบบตามแนวคิดเชิงเหตุผลสัมพันธ์ เสนอเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา 	<p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความคิดรวบยอดในรายวิชา STEM - ความสามารถในการคิดประยุกต์ใช้ความรู้

ตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ (A : Applying)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นตอนนี้เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) โดยมีการดำเนินกิจกรรมที่สำคัญ 2 กิจกรรม คือ การคิดตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสังเคราะห์หรือออกแบบวางแผนปฏิบัติการแก้ปัญหาขึ้นใหม่ โดยการบูรณาการวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นจุดเด่นหรือปัจจัยสู่ความสำเร็จ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การตัดสินใจเลือกทางเลือก (Decision Making) ด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังแผนภูมิ

การตัดสินใจ (Decision Making)

การเลือกจากทางเลือกที่หลากหลาย (Choosing From Alternatives)

วิธีการ (Strategies)

1. กำหนดเป้าหมาย (Define Goal) อะไรคือเป้าหมายหลักและเป้าหมายรอง
2. หาทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหา (Identify Options) ทางเลือก A B C D E.....
3. ประเมินทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหา (Evaluate) หาจุดเด่น (ผลเชิงบวก) จุดด้อย (ผลเชิงลบ) แต่ละทางเลือก
4. จัดลำดับ (Rank) 1 2 3 4 5 B D A C E
5. ประเมินทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่ลำดับแรกอีกครั้ง (Re-evaluate Top 2 or 3)
6. เลือกทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (Select Appropriate Choice)

ผังกราฟิก (Graphic Organizer : GO)

ทางเลือก	จุดเด่น + + + + +	จุดด้อย - - - - -	จัดลำดับ
A.			
B.			
C.			
D.			
E.			

3.2 การสังเคราะห์หรือออกแบบวางแผนปฏิบัติการแก้ปัญหา ในขั้นนี้อาจได้จากการสังเคราะห์จุดเด่นจากทางเลือกที่เหมาะสมหลาย ๆ ทาง และเมื่อได้ตัดสินใจคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ต่อไปจะต้องวางแผนแก้ปัญหาโดยการพิจารณาว่า ในแนวทางแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกนั้น แต่ละกิจกรรมย่อย ๆ จะใช้ทรัพยากรอะไรในการดำเนินกิจกรรมบ้าง (คน เงิน วัสดุ อุปกรณ์ ผู้รับผิดชอบหรือผู้มีส่วนร่วม ฯลฯ) และคาดว่าในระหว่างการพัฒนาจะเกิดอะไรขึ้น ทั้งสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการแก้ปัญหา และสิ่งที่สนับสนุนการแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วง จะช่วยให้การแก้ปัญหาไปอย่างถูกต้อง และช่วยลดความเสี่ยงในการแก้ปัญหา ส่งผลให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแผนภูมิ

ที่	กิจกรรมปฏิบัติ	วิธีปฏิบัติ	สื่อ/เครื่องมือ	ผู้ปฏิบัติและผู้มีส่วนร่วม	ข้อควรระวัง
1.					
2.					
3.					
ฯลฯ					

เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การตัดสินใจเลือกจากทางเลือกที่หลากหลาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์เป้าหมายอะไรคือเป้าหมายหลักและเป้าหมายรอง - เสนอแนะวิธีวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาแต่ละทาง - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยแต่ละทางเลือก - แนะนำวิธีการกำหนดเกณฑ์การประเมินทางเลือกเพื่อตัดสินใจ - ตั้งคำถามให้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม 	<p>การตัดสินใจเลือกจากทางเลือกที่หลากหลาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร่วมกันวิเคราะห์เป้าหมายว่าอะไรคือเป้าหมายหลักและเป้าหมายรอง - หาข้อมูลและวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาแต่ละทาง - ให้ข้อมูลการวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยแต่ละทางเลือก - ร่วมประเมินทางเลือกเพื่อตัดสินใจตามเกณฑ์ที่ตกลง - ให้ข้อคิดเห็นอภิปรายแลกเปลี่ยนในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต รับรู้ - ทักษะการเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ
<p>การออกแบบวางแผนการปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ออกแบบกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - ตั้งคำถามให้บอกรายละเอียดการปฏิบัติ ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้ทรัพยากรอะไร - ตั้งคำถามให้อธิบายขั้นตอนปฏิบัติที่สำคัญ - ตั้งคำถามให้คิดหาวิธีการที่แตกต่าง และได้ผลดีกว่าเดิม - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์ผลที่จะเกิด และข้อควรระวังถ้ามีสิ่งที่ไม่ประสงค์เกิดขึ้น - เสนอแนะให้ใช้ผังกราฟิกในการออกแบบการทำงาน 	<p>การออกแบบวางแผนการปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - แสดงรายละเอียดการปฏิบัติ ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้ทรัพยากรอะไร - ริเริ่มสร้างสรรค์ขั้นตอนปฏิบัติที่สำคัญ - คิดหา สังเคราะห์วิธีการที่แตกต่าง และได้ผลดีกว่าเดิม - วิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการปฏิบัติ และไม่ปฏิบัติ และข้อควรระวังถ้ามีสิ่งที่ไม่ประสงค์เกิดขึ้น - ใช้ผังกราฟิกในการวางแผนการทำงาน 	<p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในงานที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ความสามารถในการคิดประยุกต์ใช้ความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นตอนนี้เน้นการนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง มีการกำกับตนเองในการดำเนินการปฏิบัติหรือแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้ในขั้นที่ 3 มีการประเมินผลเปรียบเทียบผลการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่กำหนดไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของการแก้ปัญหา เมื่อการแก้ปัญหาเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรงแก่ตนเอง แต่หากไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็อาจมีการปรับปรุงแผนหรือปรับปรุงการปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

4.1 ลงมือปฏิบัติตามแผน ซึ่งผู้ปฏิบัติต้องเตรียมความพร้อมตนเอง โดยการศึกษาวิธีปฏิบัติให้เข้าใจชัดเจน เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์การปฏิบัติงานให้พร้อม อาจมีการทำงานเป็นกลุ่มหรือแบ่งงานกันทำ ซึ่งต้องซักซ้อมความเข้าใจร่วมกันอย่างดี

4.2 ประเมินตนเองระหว่างปฏิบัติ ทั้งในด้านความเข้าใจ ทักษะ และความรู้สึกที่มีต่องานนั้น ด้วยการสังเกตและสะท้อนผลระหว่างปฏิบัติการแก้ปัญหาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ บันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนนำไปแลกเปลี่ยนกับทีมงานหรือรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนร่วม

4.3 ปรับปรุงการปฏิบัติของตนเองหรือกลุ่มในเรื่องที่ยังบกพร่อง ทั้งในด้านความเข้าใจ ทักษะ และความรู้สึกที่มีต่องาน กระบวนการแก้ปัญหาให้เหมาะสมมากขึ้น มีการควบคุมตนเองและเสริมแรงให้กำลังใจตนเองขณะลงมือแก้ปัญหา

เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดและประเมินระหว่างปฏิบัติ

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ทบทวนเป้าหมายของงานและวิธีทำงาน - ตั้งคำถามให้ทบทวนรายละเอียดการปฏิบัติ ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้ทรัพยากรอะไร - ตั้งคำถามให้ทบทวนกิจกรรมขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - สังเกตวิธีการปฏิบัติ เสริมแรงให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างและได้ผลดีกว่าเดิม - กระตุ้นให้วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับเป้าหมาย - เสนอแนะให้บันทึกผลการปฏิบัติและแนวคิดการปรับปรุงการปฏิบัติในระหว่างการทำงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมกับกลุ่มทบทวนเป้าหมายของงานและวิธีทำงาน - อธิบายรายละเอียดการปฏิบัติใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้ทรัพยากรอะไร - ซักซ้อม ทบทวนกิจกรรมขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - ประเมินการปฏิบัติของตน เสริมแรงให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างและได้ผลดีกว่าเดิม - ร่วมกับกลุ่มวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับเป้าหมาย - บันทึกผลการปฏิบัติและแนวคิดการปรับปรุงการปฏิบัติในระหว่างการทำงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ร่วมงาน 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - การระลึบทบทวนความเข้าใจ - ทักษะการโยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะชีวิต - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่มการทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในงานที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ความสามารถในการคิดประยุกต์ใช้ความรู้

สรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ (S : Self-Regulating)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นตอนนี้เน้นการสรุปผลการแก้ปัญหาเปรียบเทียบกับเป้าหมายของงานที่กำหนดไว้ รวมทั้งองค์ความรู้ด้านเนื้อหาจากการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับรายวิชา STEM สรุปการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ และความรู้สึกที่มีต่อการทำงานแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือปัจจัยที่ทำให้สำเร็จ ปัญหาอุปสรรคจุดบกพร่องของกระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรับรู้ นำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอความรู้ ทักษะ ความรู้สึกในวิธีการแก้ปัญหา จากการปฏิบัติ - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์ความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ผ่านมาว่ามีผลดีผลเสียอย่างไร - ตั้งคำถามให้หาวิธีปรับปรุงถ้าจะปฏิบัติงานต่อไปในลักษณะเดียวกัน จะทำอย่างไร พร้อมกับบอกแนวทางนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย - ฝึกนักเรียนทำ Knowledge Management หรือถอดบทเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำเสนอความรู้ ทักษะ ความรู้สึกในวิธีการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติ - วิเคราะห์ความรู้และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ผ่านมาว่ามีผลดีผลเสียอย่างไร - เสนอข้อคิด วิธีปรับปรุงงานต่อไปในลักษณะเดียวกัน - อธิบายแนวคิดในการนำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวัน - ร่วมกันทำ Knowledge Management หรือถอดบทเรียน 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการโยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดวิเคราะห์ การสรุปความรู้ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะชีวิต - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในงานที่เกี่ยวข้องกับ STEM

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)

เรื่อง “บ่อเก็บน้ำกำจัดภัยแล้ง” ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผังมโนทัศน์



สาระการเรียนรู้

เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)



๓.๒ ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน เพราะต่างพึ่งพาอาศัยกัน สามารถทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตอยู่รวมกันได้อย่างราบรื่น เรียกว่าระบบนิเวศอยู่ในภาวะสมดุล การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในโลกต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น สิ่งมีชีวิตอาศัยน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค เป็นแหล่งที่อยู่ สิ่งมีชีวิตอาศัยดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งเกษตรกรรม นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตยังอาศัยป่าเป็นแหล่งที่อยู่สำหรับสร้างที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งต้นน้ำและลำธาร ตลอดจนเป็นแหล่งอาหาร



ภาพที่ ๓.๑๘ ความสำคัญของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช



ภาพที่ ๓.๑๙ สิ่งมีชีวิตอาศัยป่าเป็นแหล่งที่อยู่



ภาพที่ ๓.๒๐ สิ่งมีชีวิตอาศัยน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

ทรัพยากรธรรมชาติมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช ทรัพยากรที่สำคัญ เช่น ทรัพยากรน้ำ ดิน และป่าไม้ ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ เราต้องช่วยกันอนุรักษ์และพัฒนา เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าวข้างต้นคงอยู่แบบยั่งยืนตลอดไป

ทรัพยากรธรรมชาติ คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้



ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม





การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรน้ำสามารถดูแลรักษาได้



โดยการปฏิบัติดังนี้

1. ไม่ทิ้งขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูลลงแหล่งน้ำ
2. ควรจัดระบบบำบัดน้ำเสียในชุมชน โดยนำน้ำทิ้งจากสถานที่ต่าง ๆ มาทำการปรับสภาพน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ
3. สร้างจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า โดยใช้น้ำอย่างประหยัด เพื่อจะได้มีน้ำใช้ต่อไป
4. ร่วมกันอนุรักษ์ป่าไม้ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร



ภาพที่ ๓.๒๓/ กังหันน้ำชัยพัฒนา ช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ

๓.๒.๓ ทรัพยากรป่าไม้และการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งของประเทศ ป่าไม้มีต้นไม้และสิ่งมีชีวิตหลายร้อยชนิดอาศัยอยู่ ป่าเป็นแหล่งอำนวยการประโชชน์ต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมวลมนุษย์ เช่น มนุษย์นำผลผลิตจากป่ามาใช้โดยตรงและใช้ในการแปรรูปเป็นสินค้าต่างๆ รวมทั้งยังมีผลผลิตอื่นที่ได้จากป่า เช่น สมุนไพร อาหาร พืชผักต่างๆ



ภาพที่ ๓.๒๔ ป่าเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่านานาชนิด



ภาพที่ ๓.๒๕ ป่าเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

ป่าไม้ยังช่วยควบคุมสภาพสิ่งแวดล้อมต่างๆ ให้อยู่ในสภาวะสมดุล เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ช่วยให้ความชุ่มชื้นแก่พื้นที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำในลำห้วยลำธารให้คงที่ตลอดปี ลดความแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศ ป้องกันไม่ให้เกิดอุทกภัยในบริเวณที่ราบลุ่ม ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่านานาชนิด



กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <http://mnre.go.th>



ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระสำคัญ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค รวมถึงในการประกอบอาชีพทั้งการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม


การจัดการทรัพยากรน้ำจึงมีความสำคัญมาก มนุษย์มีวิธีการจัดการน้ำหลายวิธีเพื่อจะได้เก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง การสร้างบ่อเก็บน้ำเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มนุษย์เลือกใช้ แต่ปัญหาที่พบ คือ บ่อน้ำที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพในการเก็บน้ำ พบว่ามีน้ำซึมออกจากบ่อ พอถึงฤดูแล้งก็ไม่เหลือน้ำเพียงพอต่อการดำรงชีวิต ดังนั้น จึงต้องมีการออกแบบสร้างบ่อเก็บน้ำที่มีประสิทธิภาพ เพื่อจะได้มีน้ำใช้อย่างเพียงพอ

ความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามหลักสูตร

ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์ S	การออกแบบและเทคโนโลยี T + E	คณิตศาสตร์ M
<ul style="list-style-type: none"> สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต (ว 2.2 ป.6/1) วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ (ว 2.2 ป.6/2) อภิปรายแนวทางในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ว 2.2 ป.6/4) มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น (ว 2.2 ป.6/5) 	<ul style="list-style-type: none"> สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูลเลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้างและประเมินผล (ง 2.1 ป.6/2) นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ (ง 2.1 ป.6/3) บอกหลักการเบื้องต้นของการแก้ปัญหา (ง 3.1 ป.6/1) ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล (ง 3.1 ป.6/2) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม โดยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (ง 3.1 ป.6/4) 	<ul style="list-style-type: none"> หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม (ค 2.1 ป.6/2) หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม (ค 2.1 ป.6/3) แก้ปัญหเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม (ค 2.2 ป.6/1)

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

วิทยาศาสตร์ S	การออกแบบและเทคโนโลยี T + E	คณิตศาสตร์ M
<ul style="list-style-type: none"> • ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ในแต่ละท้องถิ่นมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต • การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกใช้มากขึ้น เป็นผลทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดน้อยลง และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป • การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์เผ่าระวังทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนการปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้น เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม • ร่วมจัดทำโครงการเผ่าระวังรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน 	<ul style="list-style-type: none"> • การสร้างสิ่งของเครื่องใช้อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิดก่อนลงมือสร้าง และประเมินผล ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ • ภาพร่าง 3 มิติ ประกอบด้วย ด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือจินตนาการ • แผนที่ความคิด เป็นการลำดับความคิดให้เห็นเป็นขั้นตอน และเป็นการถ่ายทอดความคิดหรือจินตนาการรูปแบบหนึ่ง • ความรู้ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ • ทักษะการสร้างชิ้นงานอื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มอีก เช่น ทักษะการตัด การประกอบ ชิ้นงานแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน การเจาะ • หลักการเบื้องต้นของการแก้ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาปัญหา - วางแผนแก้ปัญหา - แก้ปัญหา - ตรวจสอบและปรับปรุง • การใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล เช่น ค้นหาข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ ค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ค้นหาข้อมูลจากซีดีรอม • การจัดทำข้อมูลเพื่อการนำเสนอ ต้องพิจารณารูปแบบของข้อมูลให้เหมาะสมกับการสื่อความหมายที่เข้าใจง่ายและชัดเจน เช่น กราฟ ตาราง แผนภาพ รูปภาพ • การใช้ซอฟต์แวร์นำเสนอ เช่น การสร้างสไลด์ การตกแต่งสไลด์ การกำหนดเทคนิคพิเศษในการนำเสนอ • การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ให้เหมาะสมกับรูปแบบการนำเสนอ เช่น นำเสนอรายงานเอกสารโดยใช้ซอฟต์แวร์ประมวลคำ นำเสนอแบบบรรยายโดยใช้ซอฟต์แวร์นำเสนอ 	<ul style="list-style-type: none"> • รูปสี่เหลี่ยมเป็นรูปปิดที่ประกอบด้วยด้าน 4 ด้าน และมุม 4 มุม มีหลายชนิด สัญลักษณ์ที่ใช้แทนรูปสี่เหลี่ยมคือ  • เส้นทแยงมุม คือ ส่วนของเส้นตรงซึ่งเชื่อมระหว่างจุดยอดมุม 2 จุดของรูปสี่เหลี่ยมนั้น ๆ เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมมีลักษณะที่แตกต่างไปตามชนิดของรูปสี่เหลี่ยม • การสร้างรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ จะต้องทราบลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมนั้น ๆ • พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ คือ บริเวณที่อยู่ภายในของรูปสี่เหลี่ยมนั้น ๆ • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยเรียงลำดับตามขั้นตอนจะทำให้แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น • วงกลม คือ ทางเดินของจุดในระนาบเดียวกัน ซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะทางเท่า ๆ กัน • ความยาวของเส้นรอบวง เป็นความยาวรอบรูปวงกลม • พื้นที่ของรูปวงกลม คือ บริเวณทั้งหมดที่อยู่ภายในรูปวงกลม • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และความยาวรอบรูปของรูปวงกลม โดยเรียงลำดับตามขั้นตอนจะทำให้แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง รวดเร็ว

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มตามความเหมาะสม แล้วดำเนินการตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) ดังนี้



Gathering

ขั้นที่ 1 รับรู้และทำความเข้าใจปัญหา

1. ครูนำภาพสภาพปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศหรือนำเสนอวิดีโอที่เกี่ยวกับปัญหาภัยแล้ง จากนั้นให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้เรื่องภัยแล้ง จากหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับภัยแล้ง ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายปัญหาภัยแล้ง รวมทั้งแนวทางการแก้ปัญหาภัยแล้งตามแนวพระราชดำริหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตามหลักการเกษตรทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่พระราชทานแก่พสกนิกรชาวไทย โดยการจัดสรรพื้นที่ของตนเอง ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมดเพื่อขุดบ่อเก็บน้ำ เป็นวิธีที่สามารถใช้แก้ปัญหาภัยแล้งได้เป็นอย่างดี แต่การขุดเพื่อสร้างบ่อเก็บน้ำบางพื้นที่ไม่สามารถเก็บน้ำได้

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ อภิปราย เกี่ยวกับปัญหาภัยแล้ง และปัญหาการสร้างบ่อเก็บน้ำในประเด็นต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ภัยแล้ง หมายความว่าอย่างไร

กลุ่มที่ 2 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภัยแล้ง คืออะไรบ้าง

กลุ่มที่ 3 ภัยแล้งส่งผลอย่างไรบ้างทั้งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ

กลุ่มที่ 4 เหตุใดบ่อเก็บน้ำเพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งจึงไม่สามารถเก็บน้ำได้

กลุ่มที่ 5 เมื่อบ่อเก็บน้ำไม่สามารถเก็บน้ำได้ จะส่งผลอย่างไรบ้าง

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นผังกราฟิก (Graphic Organizer : GO) และออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาค้นคว้าหาสาเหตุและแนวทางแก้ปัญหาการสร้างบ่อเก็บน้ำที่เมื่อสร้างแล้ว แต่ไม่สามารถเก็บน้ำได้ โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติหรือลักษณะของดินที่มีผลทำให้น้ำซึมผ่านได้จากสื่อต่าง ๆ ดังนี้

- ใบความรู้ที่ครูจัดทำขึ้น
- สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต
- หนังสือประกอบการเรียนรู้เพิ่มเติม



Processing

ขั้นที่ 2 คิดค้นแสวงหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาการสร้างบ่อเก็บน้ำให้เก็บน้ำได้หลาย ๆ แนวทาง โดยตอบคำถามต่อไปนี้
 - ดินชนิดใดที่น้ำซึมผ่านง่าย
 - อะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การสร้างบ่อเก็บน้ำไม่สามารถเก็บน้ำได้ ชนิดของดินมีผลหรือไม่ อย่างไร
 - วิธีการใดที่ทำให้บ่อเก็บน้ำได้ ใช้วัสดุอะไร แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียอย่างไร
 - วิธีการที่ทำให้บ่อเก็บน้ำได้ วิธีใดทำง่าย และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน
- ให้นักเรียนพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่ทำให้บ่อเก็บน้ำได้ 1 แนวทาง โดยพิจารณาว่าวิธีใดทำได้เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และประหยัดที่สุด



Applying

and Constructing the Knowledge

ขั้นที่ 3 ตัดสินใจเลือกและออกแบบวางแผนการปฏิบัติ

- ให้นักเรียนนำแนวทางและวิธีการที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบบ่อเก็บน้ำหลาย ๆ แบบ พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดในการสร้าง เช่น รูปทรง พื้นที่ ปริมาตร วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ตำแหน่งหรือการจัดวางวัสดุ
- ให้นักเรียนประเมินการออกแบบบ่อเก็บน้ำแบบต่าง ๆ โดยวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยแต่ละแบบ แล้วจัดลำดับเพื่อเลือกแบบที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดและประเมินระหว่างปฏิบัติ

- ให้นักเรียนร่างแบบบ่อเก็บน้ำที่เลือกเป็นภาพ 3 มิติ เขียนแสดงรายละเอียดและวัสดุที่ใช้ให้ชัดเจน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถนำวิธีการที่ดีต่าง ๆ จากข้อ 5 มาผสมผสานในการร่างแบบได้ (อาจให้นักเรียนสร้างแบบจำลองบ่อเก็บน้ำโดยใช้สัดส่วนตามบ่อจริงที่ออกแบบไว้)
- ให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบผลงาน และสรุปความเข้าใจ



Applying the Communication Skill

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบการสร้างบ่อเก็บน้ำ โดยนำเสนอในประเด็นต่อไปนี้
 - บ่อเก็บน้ำของนักเรียนมีลักษณะอย่างไร มีจุดเด่นหรือข้อดีอะไรบ้าง
 - นักเรียนมีวิธีการทำงานอย่างไร
 - นักเรียนพึงพอใจผลงาน และวิธีการทำงานของกลุ่มตนเองมากน้อยเพียงใด จะปรับปรุงส่วนใด อย่างไร



Self-Regulating

ขั้นที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนข้อคิดความรู้ความเข้าใจ

13. ให้นักเรียนประเมินผลการดำเนินงานระหว่างกลุ่ม ดังนี้
 - บ่อเก็บน้ำของกลุ่มอื่นมีจุดเด่นอย่างไร
 - พอใจ ซึ่งชมผลงานของกลุ่มใดมากที่สุด เพราะเหตุใด
 - เปรียบเทียบผลงานของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นแล้ว ผลงานของใครมีจุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุงอย่างไร
14. ให้นักเรียนสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมนี้ว่า นำความรู้ความเข้าใจและทักษะใดมาใช้บ้าง จากนั้นให้จำแนกเป็น 4 สาระ ดังนี้
 - ความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ (S : Science)
 - ความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางเทคโนโลยี (T : Technology)
 - ความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ (E : Engineering)
 - ความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ (M : Mathematics)อาจจัดทำเป็นผังกราฟิก (Graphic Organizer : GO)
15. ให้นักเรียนเสนอแนวทางการนำผลงานที่ได้จากการออกแบบบ่อเก็บน้ำไปเผยแพร่และใช้ประโยชน์ต่อไป
 - ประโยชน์ต่อตนเอง
 - ประโยชน์ต่อชุมชน สังคม ประเทศชาติ และสังคมโลก

ตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

แนวคิดพื้นฐาน

การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child-centered) มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตขณะที่เรียน ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน ทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Skills) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Skills) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skills) ทักษะการแสดงออก ใช้มือ เครื่องมือและเทคโนโลยีในการทำงาน (Performances Task Skills) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้บูรณาการ การเรียนรู้ในรูปแบบ STEM Education ที่ต้องการให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะในรายวิชาทั้ง 4 รายวิชา หรือมากกว่า มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ เศรษฐกิจ สังคม ด้วยการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผลิต และพัฒนานวัตกรรมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รูปแบบกิจกรรม STEM ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนริเริ่มโครงงานซึ่งตนเองสนใจที่จะเรียนรู้ ที่เห็นว่ามีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ เศรษฐกิจ สังคม และรู้สึกชอบ พอใจที่จะทำ ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกจะทำโครงงานอะไร ต้องการผลผลิตจากโครงงานที่มีรูปร่างลักษณะอย่างไร จะใช้ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องใดบ้างมาเป็นแนวทางในการทำโครงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นชิ้นงาน (Bottom-Up) ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนแหล่งข้อมูล อุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน สนับสนุนการแก้ปัญหา สร้างแรงจูงใจและเสริมแรงให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

การจัดการเรียนรู้ STEM ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ครูต้องทำความเข้าใจนิยาม และกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาใน 4 รายวิชา ของ STEM ก่อนว่าครอบคลุมเรื่องใดและต้องดำเนินการอย่างไร เพื่อจะได้ปฏิบัติตามแนวทางในแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้อง สม่าเสมอ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจึงจะสามารถนำสู่การทำโครงงานให้สำเร็จตามที่กำหนดได้ ซึ่งมีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

สาระสำคัญที่เป็นนิยามของ STEM Education เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม ที่สำคัญคือผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแสดงออก ใช้มือ เครื่องมือและเทคโนโลยีในการทำงาน ผลิตผลงานนวัตกรรมโดยใช้ความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้หรือศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ STEM หรือในรายวิชาอื่นที่สัมพันธ์กันกับการทำโครงงานนั้น

จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ STEM โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สอดคล้องกับ กระบวนการเรียนรู้ GPAS และ GPAS 5 Steps ที่เน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ สร้างความรู้ ใช้ความรู้ผลิตผลงาน ซึ่งสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) ได้พัฒนาและเผยแพร่มาตั้งแต่การใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ด้วยโครงงาน กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมและกระบวนการเทคโนโลยี สามารถนำมาเปรียบเทียบเป็นขั้นตอนสำคัญของการดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยโครงงานได้ ดังแผนภูมิ

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	กระบวนการเทคโนโลยี	STEM Education	กระบวนการเรียนรู้ GPAS 5 Steps
1. การระบุปัญหา	1. การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ	1. การระบุปัญหา	1. Gathering ลังเกต กำหนดปัญหา ตั้งเป้าหมาย ค้นหา รวบรวมข้อมูล คัดเลือกข้อมูลและบันทึกข้อมูล
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	2. การรวบรวมข้อมูล	2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	2. Processing วิเคราะห์ข้อมูล จำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ โยงสัมพันธ์
3. การวางแผนและการพัฒนา	3. การเลือกวิธีการ	3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	สรุปความรู้ คิดออกแบบ สร้างทางเลือก ตัดสินใจ คิดวางแผน
4. การทดสอบและการประเมินผล	4. การออกแบบและปฏิบัติการ	4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	3. Applying and Constructing the Knowledge การปฏิบัติ ประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง ปรับปรุงและแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้
5. การนำเสนอผลลัพธ์	5. การทดสอบ	5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง	4. Applying the Communication Skill การสื่อสารและนำเสนอ ผลการปฏิบัติหรือชิ้นงาน
	6. การปรับปรุงแก้ไข	6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม	5. Self-Regulating การประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่า สร้างนิสัยการคิดการกระทำ เพื่อส่วนรวม
	7. การประเมินผล		

ขั้นที่ 1 **Gathering** (ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล)

กำหนดปัญหา ตั้งเป้าหมายการแก้ปัญหา ค้นหา คัดเลือกและบันทึกข้อมูล

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การกำหนดปัญหา ตั้งเป้าหมาย</p> <p>การแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ริเริ่มเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการแก้ไข - กระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลกระทบ ความรุนแรง ความเร่งด่วนของปัญหา หรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์สาเหตุ ปัจจัย ความเกี่ยวข้องของปัญหา หรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุป ความชัดเจนของปัญหาหรือสถานการณ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย อธิบายสภาพสถานการณ์ใหม่ หลังการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลง - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนกำหนดนวัตกรรม หรือสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 	<p>การกำหนดปัญหา ตั้งเป้าหมาย</p> <p>การแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร่วมเสนอปัญหาหรืออธิบาย สถานการณ์ที่ต้องการแก้ไข - ค้นหาและนำเสนอข้อมูลผลของปัญหา หรือสถานการณ์ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ - วิเคราะห์ผลกระทบ ความรุนแรง ความเร่งด่วนของปัญหาหรือ สถานการณ์ - วิเคราะห์สาเหตุ ปัจจัย ความเกี่ยวข้องของปัญหาหรือสถานการณ์ - สร้างข้อสรุป ความชัดเจนของปัญหา หรือสถานการณ์ - เสนอความต้องการ กำหนดเป้าหมาย อธิบายสภาพสถานการณ์ใหม่ หลังการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลง - สร้างแผนภาพความคิดเชิงระบบ - กำหนดนวัตกรรม หรือสิ่งประดิษฐ์ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต รับรู้ - ทักษะการเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล - ทักษะการจำแนก เปรียบเทียบ โยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดเชิงระบบ การสร้างข้อสรุป - ทักษะการคิดอนาคต <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอด

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>ค้นหา คัดเลือกและบันทึกข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> - เสนอตัวอย่างวิธีการทำโครงการจากประสบการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเสนอประสบการณ์ของตนเอง - รวบรวมข้อเสนอจากประสบการณ์ผู้เรียน - เสนอตัวอย่างวิธีคิดการทำโครงการด้วยการวิเคราะห์เชิงเหตุผลสัมพันธ์ที่ใช้ความรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	<p>ค้นหา คัดเลือกและบันทึกข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> - เสนอวิธีทำโครงการจากประสบการณ์ในเรื่องที่กำหนดเป็นสถานการณ์ปัญหา - นำเสนอข้อมูลจากประสบการณ์ของตนเองให้กลุ่มพิจารณา จำแนก เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับงานที่ทำเพื่อแก้ปัญหา - เสนอด้วยความรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	

ขั้นที่ 2 Processing (ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้)

จำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ โยงสัมพันธ์ สรุปความรู้ คิดออกแบบ สร้างทางเลือก ตัดสินใจ คิดวางแผน

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การฝึกผู้เรียนคิดวิเคราะห์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ โยงสัมพันธ์ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเชิงเหตุและผล ผลกระทบของสิ่งที่คิดจะทำ - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนประเมินผลดีผลเสียของงานและผลต่อส่วนที่เกี่ยวข้อง <p>การสรุปความรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนสรุปความรู้ความเข้าใจเพื่อนำความรู้มาใช้ในการทำโครงการในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM 	<p>การฝึกผู้เรียนคิดวิเคราะห์</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงการในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - เชื่อมโยงเชิงเหตุและผล ผลกระทบของสิ่งที่คิดจะทำ - ประเมินผลดีผลเสียของงานและผลต่อส่วนที่เกี่ยวข้อง <p>การสรุปความรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เชื่อมโยงข้อมูลให้เป็นระบบตามแนวคิดเชิงวิศวกรรม เสนอเป็นความรู้ในการทำโครงการที่ต้องการตามเป้าหมาย 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต รับรู้ - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล - ทักษะการคิดวิเคราะห์ จำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม เรียงลำดับ โยงสัมพันธ์ - ทักษะการสร้างข้อสรุป <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การคิดออกแบบ สร้างทางเลือก ตัดสินใจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์เป้าหมาย อะไรคือเป้าหมายหลัก เป้าหมายรอง - เสนอแนะวิธีวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย ของทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหา แต่ละทาง - ตั้งคำถามให้วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย แต่ละทางเลือก - แนะนำวิธีการกำหนดเกณฑ์ การประเมินทางเลือกเพื่อตัดสินใจ - ตั้งคำถามให้อภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม <p>การคิดวางแผนการปฏิบัติงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามถามหากิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ให้บรรลุเป้าหมาย - ถามหารายละเอียดการปฏิบัติ ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้วัสดุอุปกรณ์อะไร - ถามหาขั้นตอนปฏิบัติที่สำคัญ - ถามหาลักษณะเครื่องมือ วิธีการ ที่แตกต่างและได้ผลดีกว่าเดิม - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผล ที่จะเกิดและข้อควรระวัง ถ้ามีสิ่งที่ไม่ประสงค์เกิดขึ้น 	<p>การคิดออกแบบ สร้างทางเลือกตัดสินใจ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร่วมกันวิเคราะห์เป้าหมาย อะไรคือเป้าหมายหลัก เป้าหมายรอง - หาข้อมูลและวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย ของทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหา แต่ละทาง - ให้ข้อมูลการวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย แต่ละทางเลือก - ร่วมประเมินทางเลือกเพื่อตัดสินใจ ตามเกณฑ์ที่ตกลง - ให้ข้อคิดเห็นอภิปรายแลกเปลี่ยน ในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม <p>การคิดวางแผนการปฏิบัติงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุ เป้าหมาย - แสดงรายละเอียดการปฏิบัติ ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้วัสดุอุปกรณ์อะไร - คิดริเริ่มสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือ สิ่งประดิษฐ์และขั้นตอนปฏิบัติที่สำคัญ - คิดหา สิ่งเคราะห์วิธีการที่แตกต่าง และได้ผลดีกว่าเดิม - วิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการปฏิบัติ และไม่ปฏิบัติและข้อควรระวัง ถ้ามีสิ่งที่ไม่ประสงค์เกิดขึ้น - ใช้ผังกราฟิกในการออกแบบนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์และการวางแผนการทำงาน 	<p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอด - ความสามารถในการคิดประยุกต์ใช้ ความรู้

Applying and Constructing the Knowledge

(ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ)

- ลงมือปฏิบัติตามแผนงานสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ตามที่ออกแบบไว้
- ประเมินการทำงานเชิงระบบเพื่อปรับปรุงและแก้ปัญหา
- สร้างองค์ความรู้หรือหลักการ

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนทบทวนเป้าหมายของงานและวิธีทำงาน รวมทั้งสื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม - ถามให้ทบทวนรายละเอียดการปฏิบัติใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้วัสดุอุปกรณ์อะไร - ถามให้ทบทวนกิจกรรม สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม ขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - สังเกตวิธีการปฏิบัติ เสริมแรงให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่าง และได้ผลดีกว่าเดิม - กระตุ้นให้วิเคราะห์ผลการใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับเป้าหมาย - เสนอแนะให้บันทึกผลการปฏิบัติ การใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม และแนวคิดการปรับปรุงการปฏิบัติ ในระหว่างการทำงาน - กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความเข้าใจที่เกิดจากการปฏิบัติมาสร้างองค์ความรู้ หรือสรุปเป็นหลักการ 	<p>การลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร่วมกับกลุ่มทบทวนเป้าหมายของงาน และวิธีทำงาน สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม - อธิบายรายละเอียดการปฏิบัติใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ใช้วัสดุอุปกรณ์อะไร - ชักซ้อม ทบทวนกิจกรรม สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม ขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย - ปฏิบัติ ประเมินการปฏิบัติของตน เสริมแรง ให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่าง และได้ผลดีกว่าเดิม - ร่วมกับกลุ่มวิเคราะห์ผลการใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับเป้าหมาย - บันทึกผลการปฏิบัติ การใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม และแนวคิดการปรับปรุงการปฏิบัติในระหว่างการทำงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ร่วมงาน - ร่วมกับกลุ่มสรุปความเข้าใจ หลังการปฏิบัติสร้างเป็นหลักการ 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - การระลึกทบทวนความเข้าใจ - ทักษะการโยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะชีวิต - การแสดงความคิดเห็น - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจและหลักการที่เกี่ยวข้องทั้ง STEM และสาขาอื่น - ความสามารถในการคิดประยุกต์ใช้ความรู้

นำเสนอผลการปฏิบัติ ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การนำเสนอผลการปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลและการปฏิบัติ การใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรมที่ผ่านมาว่าประสบผลสำเร็จอย่างไรบ้าง - ถามหาจุดเด่น จุดด้อยของการปฏิบัติ ตามแผนงานโครงการ - ถามหาวิธีปรับปรุงถ้าจะปฏิบัติงานต่อไปในลักษณะเดียวกันจะอย่างไร พร้อมกับบอกแนวทางนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย 	<p>การนำเสนอผลการปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำเสนอความสำเร็จของงานที่ปฏิบัติ ว่าบรรลุเป้าหมาย ความต้องการเรื่องใดบ้าง เพียงใด - เสนอจุดเด่น จุดด้อย วิธีการปฏิบัติ การใช้สื่อ เครื่องมือ นวัตกรรม ในการทำโครงการ - เสนอข้อคิด วิธีปรับปรุงงานต่อไป ในลักษณะเดียวกัน 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการโยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดวิเคราะห์ สรุปความรู้ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะชีวิต - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ - ความคิดรวบยอด

- ประเมินตนเองด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ ค่านิยม
- เชื่อมโยงความรู้สู่การทำประโยชน์เพื่อส่วนรวม

บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>การประเมินตนเองเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคม</p> <ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินความรู้ ทักษะ เจตคติ ค่านิยมที่ดีของตนเอง ซึ่งเกิดขึ้นจากการทำโครงการนั้น - ฝึกผู้เรียนทำ Knowledge Management หรือถอดบทเรียน - กระตุ้นให้นักเรียนบอกแนวทางการนำความรู้ วิธีการทำงาน กระบวนการแก้ปัญหา นวัตกรรม และค่านิยมที่ดีไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม 	<p>การประเมินตนเองเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคม</p> <ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์และประเมินตนเองว่าได้รับความรู้ใด เกิดทักษะ เกิดเจตคติ และค่านิยมใดเพิ่มพูนขึ้นจากการทำโครงการนั้น - ร่วมกันทำ Knowledge Management หรือถอดบทเรียนจากการทำโครงการ - อธิบายแนวคิดการนำความรู้ วิธีการทำงาน กระบวนการแก้ปัญหา นวัตกรรม และค่านิยมที่ดีไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม 	<p>ทักษะการคิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะพื้นฐานในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM - ทักษะการโยงสัมพันธ์ข้อมูล - ทักษะการคิดวิเคราะห์ การประเมินและสรุปความรู้ <p>สมรรถนะสำคัญ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะชีวิต - กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม - ทักษะการสื่อสาร <p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัยในตนเอง - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - รับผิดชอบทั้งต่อตนเองและส่วนรวม - มีจิตสาธารณะ <p>ระดับความรู้จากการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในโครงการที่เรียนรู้ตามแนวคิด STEM และแนวคิดอื่นที่เกี่ยวข้อง

จากเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 Steps ที่กล่าวถึงข้างต้น สามารถนำไปจัดการเรียนรู้แบบโครงการได้ทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลาเรียนตามแนวทางการ “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ของกระทรวงศึกษาธิการ ช่วยให้ผู้เรียนผลิตผลงานสร้างนวัตกรรมแก้ปัญหาได้ตามแบบ STEM Education

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ STEM Education ด้วยการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

เรื่อง “ของเล่น ของใช้จากแม่เหล็ก” ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

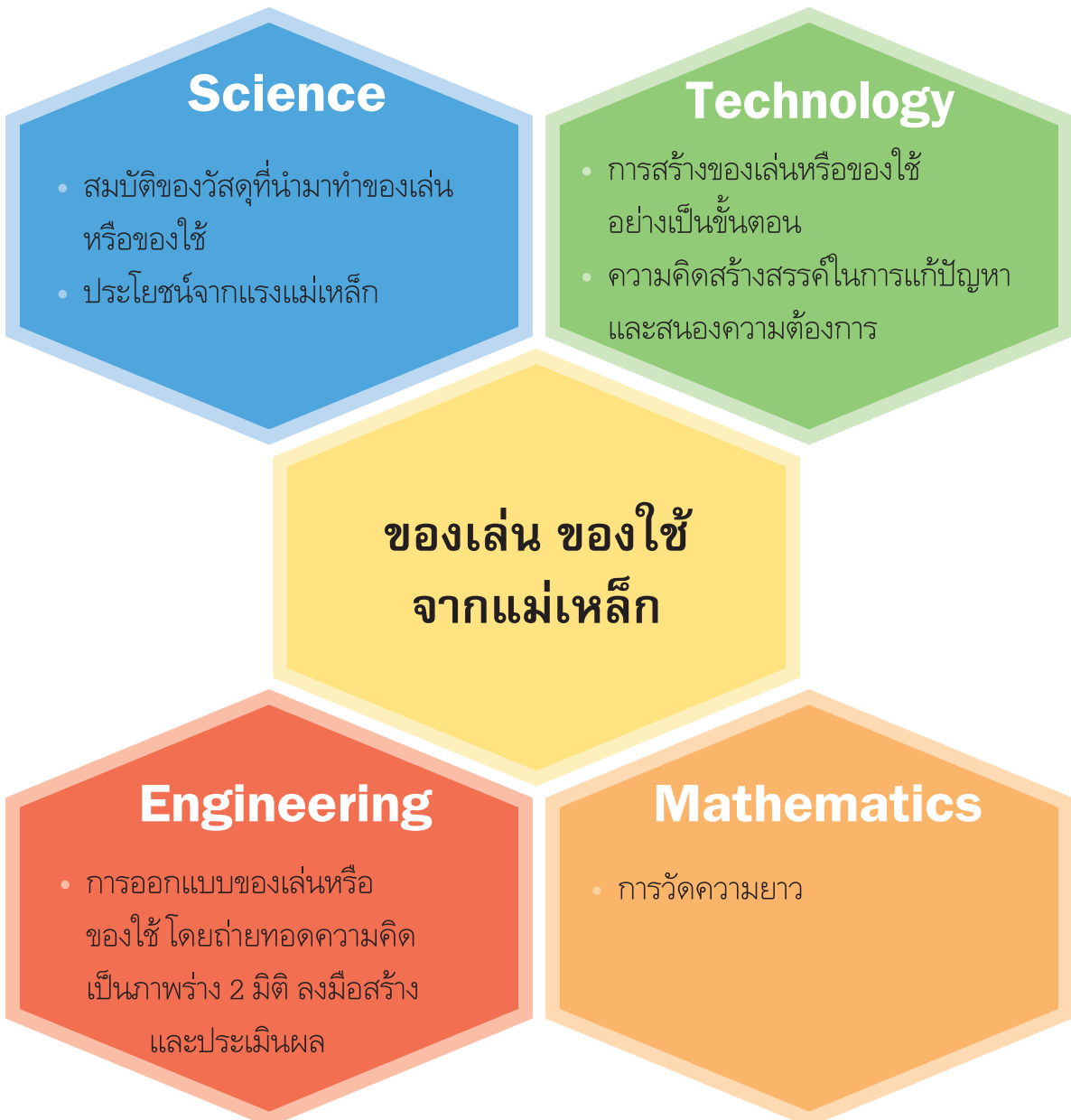


บูรณาการทักษะศตวรรษที่ 21



ให้นักเรียนออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นหรือของใช้ที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ แล้วนำเสนอในรูปแบบโครงงาน-
สิ่งประดิษฐ์ เป็นการสร้างลักษณะนิสัยของการเป็นนักวิทยาศาสตร์น้อย

ผังมโนทัศน์



ความสามารถในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM

วิทยาศาสตร์ S	การออกแบบและเทคโนโลยี T + E	คณิตศาสตร์ M
<ul style="list-style-type: none"> ระบุชนิดและเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุที่นำมาทำของเล่น ของใช้ในชีวิตประจำวัน (ว 3.1 ป.2/1) เลือกใช้วัสดุและสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย (ว 3.1 ป.2/2) ทดลองและอธิบายแรงที่เกิดจากแม่เหล็ก (ว 4.1 ป.2/1) อธิบายการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ป.2/2) 	<ul style="list-style-type: none"> สร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 2 มิติ ลงมือสร้าง และประเมินผล (ง 2.1 ป.2/2) นำความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่ถูกวิธีไปประยุกต์ใช้ในการสร้างของเล่น ของใช้อย่างง่าย (ง 2.1 ป.2/3) มีความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 1 ลักษณะ ในการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ (ง 2.1 ป.2/4) 	<ul style="list-style-type: none"> บอกความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร และเปรียบเทียบความยาวในหน่วยเดียวกัน (ค 2.1 ป.2/1) แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง และเงิน (ค 2.2 ป.2/1) เขียนรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้แบบของรูปเรขาคณิต (ค 3.2 ป.2/1)

ความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการทำโครงการนี้

1. แรงแม่เหล็ก

- แม่เหล็กมีแรงดึงดูดหรือผลักระหว่างแท่งแม่เหล็ก รอบแท่งแม่เหล็กมีสนามแม่เหล็กและสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก
- แม่เหล็กมีประโยชน์ในการทำของเล่น ของใช้ และนำไปแยกสารแม่เหล็กออกจากวัตถุอื่นได้

2. สมบัติของวัสดุ

- ของเล่น ของใช้อาจทำจากวัสดุต่าง ๆ กัน ซึ่งวัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติแตกต่างกัน
- การเลือกวัสดุและสิ่งของต่าง ๆ มาใช้งานในชีวิตประจำวัน เพื่อความเหมาะสมและปลอดภัยต้องพิจารณาจากสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสิ่งของนั้น

3. กระบวนการทำงาน

การสร้างของเล่นหรือของใช้อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 2 มิติ ก่อนลงมือสร้างและประเมินผล ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ



Gathering

STEM ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา

- ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - ของเล่น ของใช้ที่นักเรียนรู้จักทำจากวัสดุอะไรบ้าง
 - ถ้าเราจะใช้วัสดุอื่นมาทดแทนได้หรือไม่ เพราะอะไร อย่างไร
 - แม่เหล็กใช้ทำอะไรของเล่น ของใช้อะไรได้บ้าง
 - ถ้าเราจะช่วยกันออกแบบ/สร้างของเล่น ของใช้ที่ทำจากแม่เหล็ก นักเรียนจะออกแบบอะไร อย่างไร
- ครูอาจจะนำของเล่น ของใช้ที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบมาให้นักเรียนดูเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นความสนใจ

STEM ชั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันเพื่อแสวงหาความรู้ ดังนี้
 - แม่เหล็กคืออะไร
 - แม่เหล็กมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง
 - ถ้านำแม่เหล็กขั้วเดียวกันมาวางใกล้กันจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
 - ถ้านำแม่เหล็กต่างขั้วกันมาวางใกล้กันจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
 - ให้นักเรียนสำรวจของเล่น ของใช้ที่ทำจากแม่เหล็ก หรือมีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ



Processing

- ให้นักเรียนร่วมกันสนทนาจากการสำรวจ นักเรียนสนใจของเล่น ของใช้ที่ทำจากแม่เหล็กประเภทใดบ้าง เพราะอะไร ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นผังกราฟิก (Graphic Organizer : GO) ออกมานำเสนอและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สืบค้นได้หน้าชั้นเรียน แต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกจะทำของเล่น ของใช้อะไร โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - นักเรียนคิดว่าของเล่น ของใช้ที่สำรวจมาแบบไหนน่าสนใจที่สุด เพราะอะไร (เกณฑ์การเลือกของเด็ก)
 - ของเล่น ของใช้ที่ทำจากแม่เหล็ก ที่นักเรียนเลือกมีลักษณะอย่างไร
 - ถ้าเราต้องทำของเล่น ของใช้แบบนี้บ้าง เราจะทำออกมาในรูปแบบใด และใช้วัสดุอะไรให้เหมาะสมกับสิ่งที่มีอยู่ (เกณฑ์การพิจารณาของเด็ก)
 - ให้แต่ละกลุ่มใช้ข้อมูลมาตัดสินใจ สร้างทางเลือกว่าจะทำของเล่น ของใช้อะไร

STEM ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดออกแบบของเล่นหรือของใช้ที่มีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบตามความสนใจ โดยวาดแบบเป็นภาพ 2 มิติลงในกระดาษ พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ให้ชัดเจน เช่น
 - ขนาดกว้างเท่าใด ความยาวเท่าใด
 - รูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร
 - ใช้วัสดุชนิดใดบ้าง
 - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประดิษฐ์มีอะไรบ้าง

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดวางแผนขั้นตอนการลงมือสร้างของเล่นหรือของใช้ที่ออกแบบไว้



Applying and Constructing the Knowledge

7. ให้นักเรียนลงมือสร้างของเล่นหรือของใช้ตามที่ออกแบบและวางแผนไว้ ครูคอยดูแลและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเป็นระยะ

STEM ชั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

8. เมื่อจัดทำงานประดิษฐ์ของเล่น ของใช้ตามที่ออกแบบเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทดลองใช้ เพื่อทดสอบว่าผลงานจากการประดิษฐ์ครั้งแรกนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ความต้องการ ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ด้วยคำถามต่อไปนี้
- นักเรียนพอใจในผลงานที่จัดทำหรือไม่ เพราะอะไร
 - ผลงานของเล่น ของใช้ที่นักเรียนช่วยกันประดิษฐ์ออกมา เป็นไปตามที่ตั้งใจไว้หรือไม่ เพราะอะไร
 - นักเรียนจะทดสอบอย่างไร จึงจะทำให้รู้ว่าผลงานที่ประดิษฐ์เป็นไปตามที่ต้องการ
 - เมื่อทดสอบจะบันทึกข้อมูลอะไรไว้บ้าง จะนำไปเปรียบเทียบกันหรือไม่
 - ให้นักเรียนบันทึกผลการทดสอบไว้
9. ให้นักเรียนนำข้อมูลจากการทดสอบใช้ของเล่น ของใช้มาร่วมกันพิจารณา เปรียบเทียบกับความต้องการที่ตั้งไว้ในขั้นตอนการวางแผน และสรุปผลการทดสอบ
10. ในกรณีที่ผลงานจากการปฏิบัติการสร้างของเล่น ของใช้จากแม่เหล็ก กลุ่มใดมีปัญหาในการใช้งาน/เล่น ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ โดยใช้คำถาม ดังนี้
- ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร
 - ปัญหาดังกล่าวเกิดจากสาเหตุใด หรือขั้นตอนใดของการวางแผน หรือการลงมือปฏิบัติ อย่างไร หรือเกิดจากวัสดุ หรือ...
- ให้นักเรียนนำข้อมูลมาระดมความคิด เพื่อแก้ไขปรับปรุงงานให้ดียิ่งขึ้น
11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้ โดยใช้คำถาม ดังนี้
- นักเรียนได้ใช้ความรู้อะไรบ้างในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์นี้
 - เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมนี้ได้ นำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องใดมาใช้บ้าง
 - เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมนี้ได้ นำความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้บ้าง
 - ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง (นำไปสู่ข้อสรุปว่า นักเรียนมีการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติ)
 - ครูสรุปขั้นตอนการทำงานของนักเรียนในรูปแบบของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
- ให้สรุปเป็นผังกราฟิก (Graphic Organizer : GO) เก็บไว้นำเสนอ



Applying the Communication Skill

STEM ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานการออกแบบ การทดสอบและการทดลองใช้ และแนวทางการปรับปรุงของเล่น ของใช้ที่ทำจากแม่เหล็ก โดยใช้ข้อมูลที่สรุปไว้
13. หลังจากที่นำเสนอแล้ว ครูให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะหรือวิพากษ์สิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเองและของกลุ่มอื่น ๆ ดังนี้
 - นักเรียนรู้สึกพึงพอใจสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มของตนเองทำขึ้นหรือไม่ อย่างไร
 - จุดเด่นของสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มของตนเองออกแบบคืออะไร
 - ข้อที่ควรปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มของตนเองทำขึ้นคืออะไร
 - นักเรียนชอบของเล่น ของใช้ของกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไร

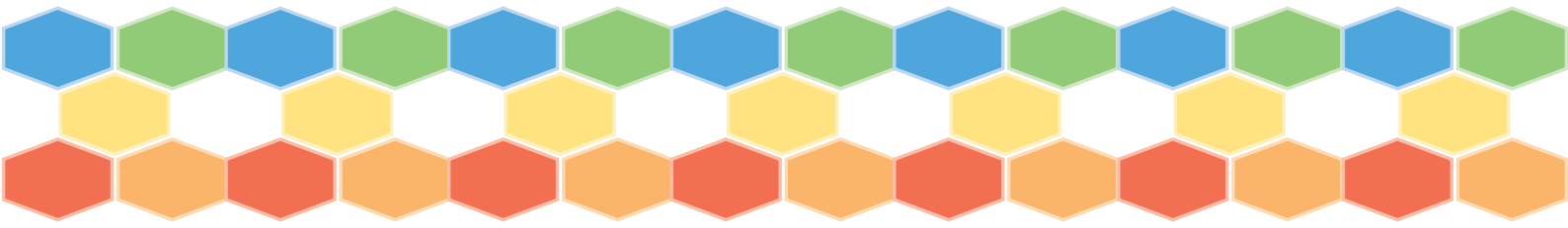


Self-Regulating (ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ)

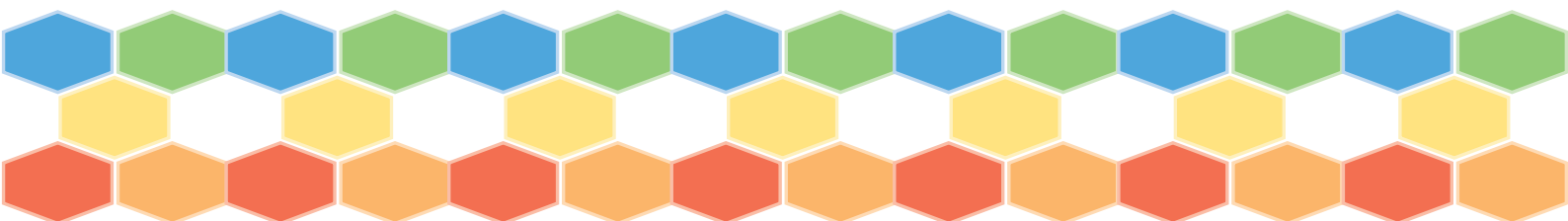
14. ให้นักเรียนนำของเล่น ของใช้ที่ประดิษฐ์ได้ไปแบ่งปันให้ผู้อื่นเล่นหรือนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ตัวอย่างการประเมินตามสภาพจริงแบบมิตินคุณภาพ (Rubrics)

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. กระบวนการทำงานกลุ่ม	มีการกำหนดบทบาทสมาชิกชัดเจน และมีการชี้แจงเป้าหมายการทำงาน มีการปฏิบัติงานร่วมกันอย่างร่วมมือร่วมใจ พร้อมกับมีการประเมินเป็นระยะ ๆ	มีการกำหนดบทบาทสมาชิกชัดเจน มีการชี้แจงเป้าหมายอย่างชัดเจน และปฏิบัติงานร่วมกัน แต่ไม่มีการประเมินเป็นระยะ ๆ	มีการกำหนดบทบาทเฉพาะหัวหน้า ไม่มีการชี้แจงเป้าหมายอย่างชัดเจน ปฏิบัติงานร่วมกัน ไม่ครบทุกคน	ไม่มีการกำหนดบทบาทสมาชิก และไม่มีการชี้แจงเป้าหมาย สมาชิกต่างคนต่างทำงาน
2. การวางแผนในการออกแบบ	วางแผนในการออกแบบอย่างคิดสร้างสรรค์ เหมาะสม มีความละเอียด และมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการทั้งหมด	วางแผนที่จะออกแบบอย่างคิดริเริ่ม และเหมาะสม มีความละเอียด แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และไม่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการ	วางแผนที่จะออกแบบอย่างเหมาะสม แต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีความละเอียด และไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	วางแผนที่จะออกแบบตามแบบอย่าง โดยไม่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือออกแบบตามที่ครูแนะนำ
3. การเลือกใช้วัสดุในท้องถิ่น	เลือกวัสดุในท้องถิ่นได้อย่างสร้างสรรค์ ด้วยตนเอง ราคาถูก และสามารถใช้งานได้อย่างทนทาน	เลือกวัสดุในท้องถิ่นได้อย่างคิดริเริ่ม ราคาถูก และสามารถใช้งานได้	เลือกวัสดุในท้องถิ่นได้ ราคาถูก และสามารถใช้งานได้	ไม่ใช้วัสดุในท้องถิ่น แต่ใช้วัสดุที่มีราคาแพง
4. การประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงบ้าง	ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน แต่มีการแก้ไขปรับปรุงเป็นระยะบ้าง	ประดิษฐ์ข้ามขั้นตอน และไม่มีการปรับปรุง
5. การนำเสนอสิ่งประดิษฐ์	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์โดยนำไปใช้ได้จริง ถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ได้ แต่ไม่ชัดเจน ต้องมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้เข้าใจง่าย	นำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ไม่สื่อความหมาย ไม่ชัดเจน
6. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ	ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือในการออกแบบ และประดิษฐ์อย่างถูกต้องตามหลักการ และแนะนำให้ผู้อื่นดูแล และเก็บรักษาได้ถูกต้อง	ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือในการออกแบบ และประดิษฐ์อย่างถูกต้อง แต่เก็บไม่ถูกต้อง	ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือในการออกแบบ และประดิษฐ์ แต่ไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์ และไม่สนใจทำความสะอาด และเก็บไม่ถูกต้อง



ภาคผนวก



STEM

คือการบูรณาการ
ผ่านกระบวนการโดยใช้
แต่ละกลุ่มสาระเป็นแกน
(ไม่บูรณาการเนื้อหา)



S-T-E-M → STEM

S-T-E-M
01

แบบย่อ ขั้นพื้นฐาน ระดับความรู้ความเข้าใจ
สอนตรง ระดับเนื้อหา ตามครู เน้นโครงสร้าง
การคิดขั้นพื้นฐาน เรียนความรู้

STEM
02

แบบผสมผสาน เน้นการประยุกต์ใช้ ระดับ-
แก้ปัญหา ชี้นำ ให้รูปแบบ ผสมผสานระหว่าง
ครูกับผู้เรียน มีโครงสร้างอยู่บ้าง ผสมผสาน
การคิดหลายระดับ เพิ่มพูนสมรรถนะ

STEM
03

แบบบูรณาการ เน้นการสังเคราะห์ ระดับ-
โครงการ เรียนรู้เพื่อการค้นพบ ตามความต้องการ
ของผู้เรียน เปิดกว้าง ไม่ยึดติดโครงสร้าง
การคิดขั้นสูง เชี่ยวชาญ คล่องแคล่ว



S-T-E-M

S - T - E - M

01

แบบย่อ

1.1

ขั้นพื้นฐาน

1.2

ระดับความรู้ ความเข้าใจ

1.3

สอนตรง ระดับเนื้อหา ตามครู

1.4

เน้นโครงสร้าง การคิดขั้นพื้นฐาน

1.5

เรียนความรู้ ระดับจำเนื้อหา



STEM

02


แบบผสมผสาน

- 2.1** เน้นการประยุกต์ใช้
- 2.2** ระดับแก้ปัญหา ชี้นำ ให้รูปแบบ
- 2.3** ผสมผสานระหว่างครูกับผู้เรียน
- 2.4** มีโครงสร้างอยู่บ้าง
- 2.5** ผสมผสานการคิดหลายระดับ
- 2.6** เพิ่มพูนสมรรถนะ



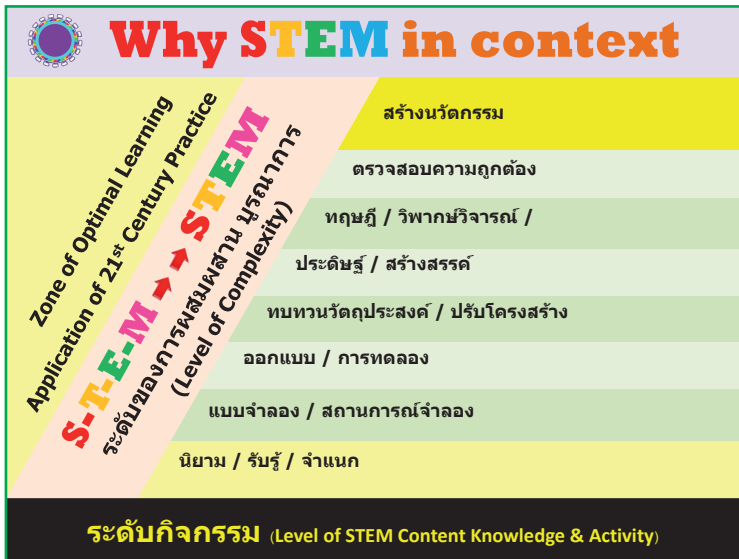
STEM

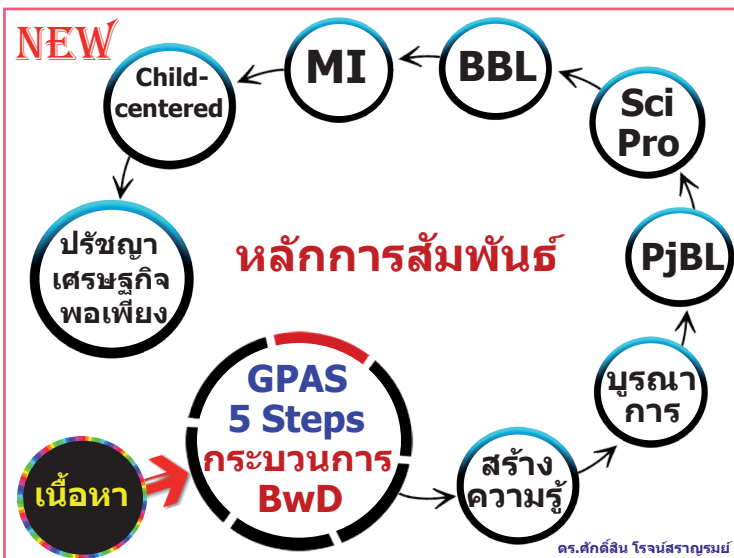
03


แบบบูรณาการ

- 3.1** เน้นการสังเคราะห์ ระดับโครงการ
- 3.2** เรียนรู้เพื่อการค้นพบ
- 3.3** ตามความต้องการของผู้เรียน
- 3.4** เปิดกว้าง ไม่ยึดติดโครงสร้าง
- 3.5** การคิดขั้นสูง
- 3.6** เชี่ยวชาญ คล่องแคล่ว

STEM 2.0, 3.0 and 4.0		
STEM Disciplines 2.0	STEM Disciplines 3.0	STEM Disciplines 4.0
Science and Technology	Science, Technology and Engineering	Integrated Science, Technology, Engineering And Math Programs
Science and Engineering	Science, Engineering and Math	
Science and Math	Technology, Engineering and Math	
Technology and Engineering	Math, Technology and Science	
Technology and Math		
Engineering and Math		







ACTIVE LEARNING



**ANALYZING
EVALUATING
CREATING**

I do, and I understand. **UNDERSTANDING**

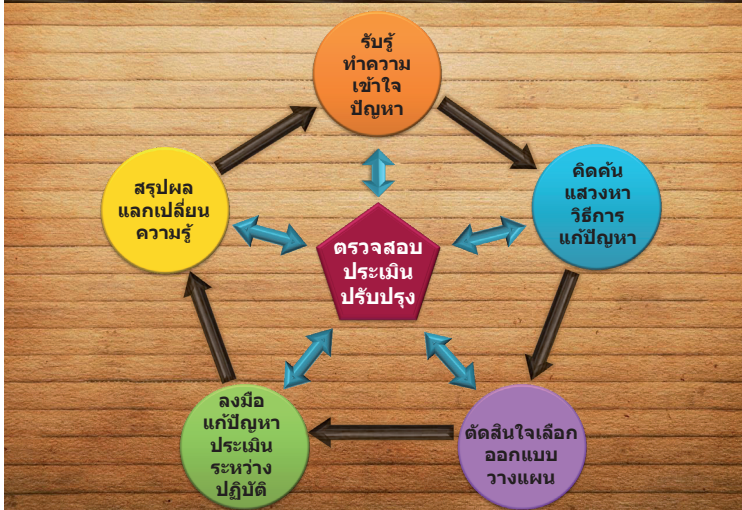
19th, 20th Century

I see, and I remember **REMEMBERING**

I hear, and I forget **FORGETTING**

ดร.ศักดิ์สิน โรจนสราญรัมย์

กระบวนการแก้ปัญหาในศตวรรษที่ 21



FIVE CORE COMPETENCIES

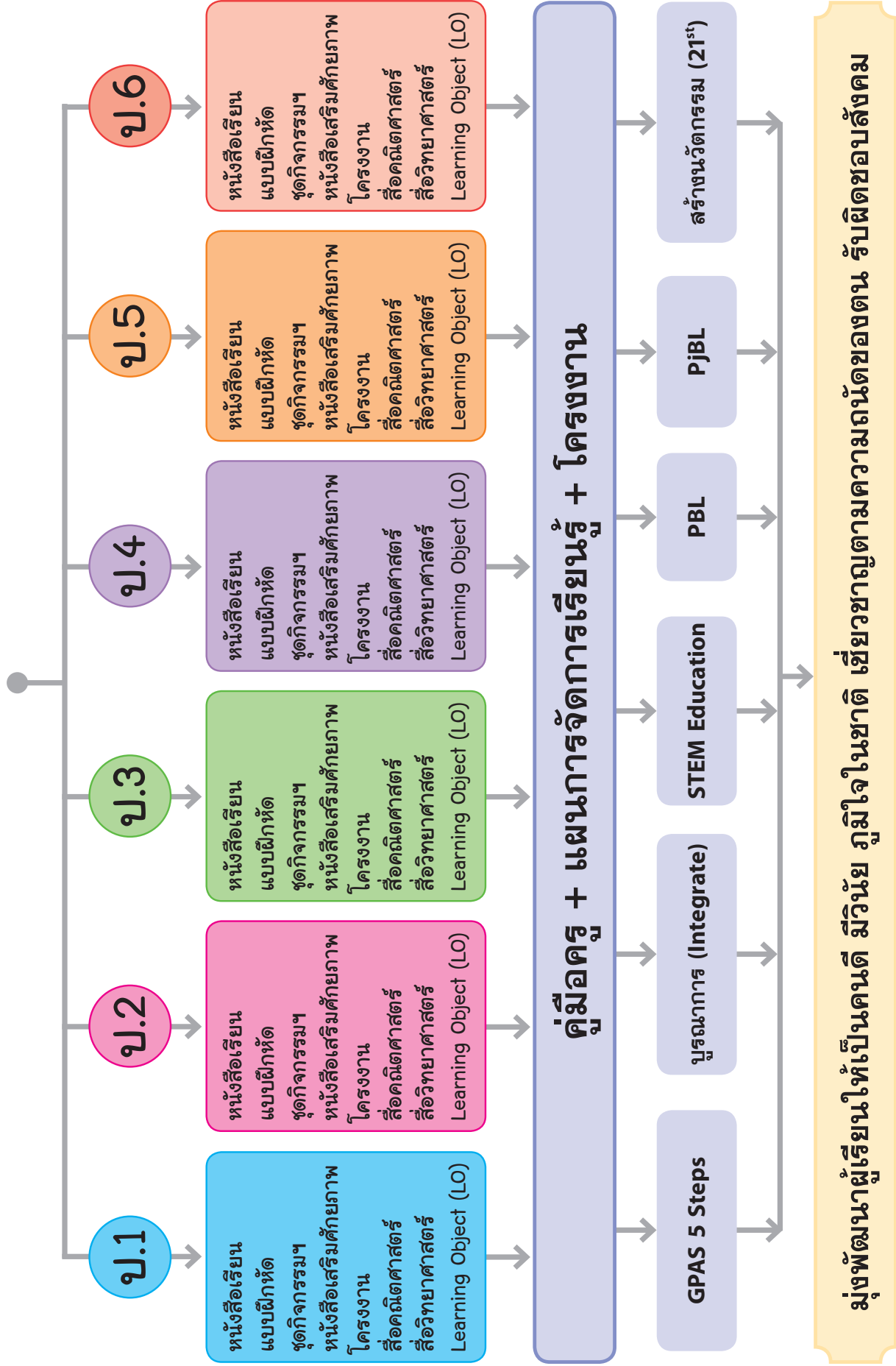
ความสามารถของคนในศตวรรษที่ 21

GPAS 5 Steps

Backward Design

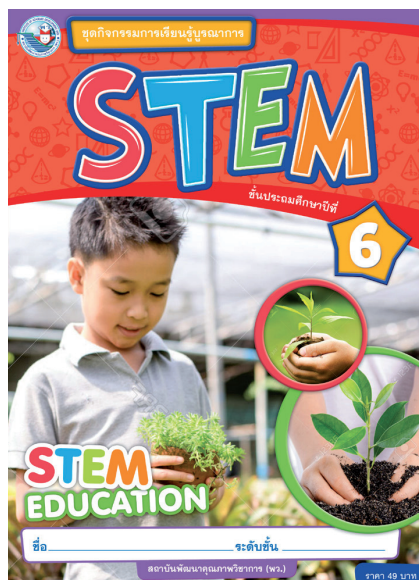
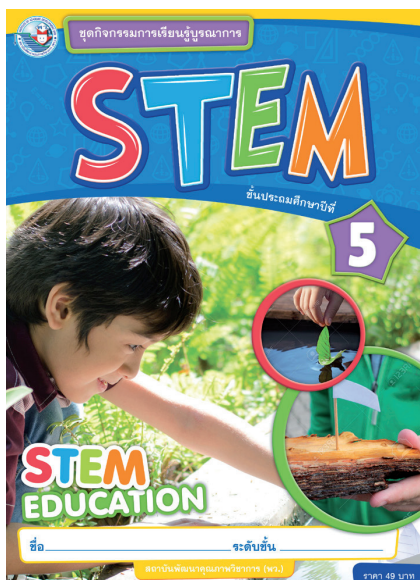
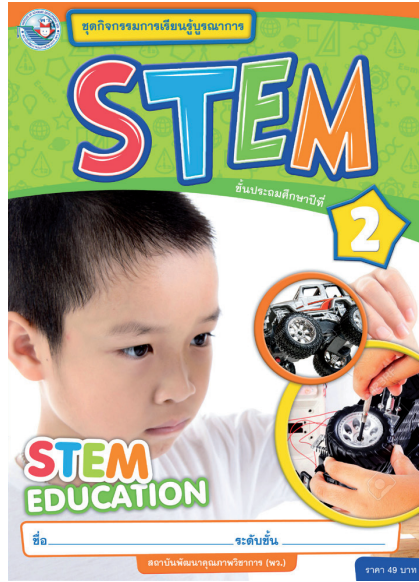
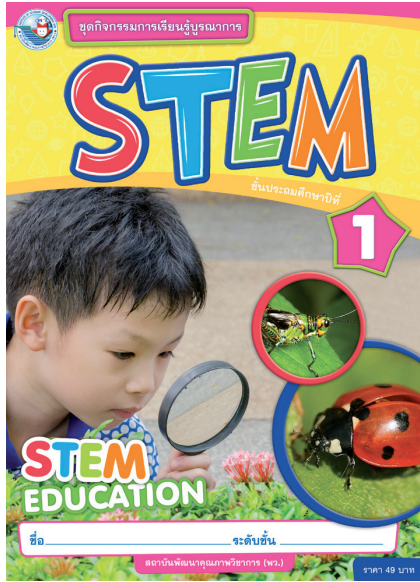


การจัดการเรียนรู้ Active Learning



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEM EDUCATION

ระดับประถมศึกษา



S

T

E

M

S

หนังสือเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพ วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา



T

หนังสือเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพ คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา



M