

คู่มือครู

กิจกรรมบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา



โดย

ดร.อติชาติ เกตตะพันธ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภายใต้

โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา

สนับสนุนโดย

แผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสช.)

ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)



คู่มือครู

กิจกรรมบูรณาการคณิตศาสตร์

และวิทยาศาสตร์ล้านนา

คำนำ

คู่มือครูเล่มนี้เป็นผลงานภายใต้โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้านนา โดยการสนับสนุนของแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสช.) ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) โดยมีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านนา ผ่านองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือครูเพื่อให้ครูและผู้สนใจทั่วไปสามารถดาวน์โหลดเอกสารไปใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนหรือจัดทำค่ายวิชาการได้ด้วยตนเอง ในทุกกิจกรรมของที่สร้างขึ้นมานักเรียนจะรู้สึกสนุกและตื่นเต้นกับการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง รวมทั้งยังได้ฝึกคิดวิเคราะห์ในประเด็นที่น่าสนใจอันหลากหลาย

ในคู่มือนี้ได้มีการให้ข้อมูลการจัดกิจกรรมอย่างละเอียด เพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ทันที โดยกิจกรรมแทบทั้งหมดใช้เวลาเพียง 50 นาที นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดค่ายคณิตศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ และค่ายโบราณคดี รวมทั้งนำไปต่อยอดสำหรับการทำโครงการคณิตศาสตร์และโครงการวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

ผู้เขียนมุ่งหวังว่าโครงการนี้จะเป็นโครงการนำร่องให้ครูและองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่นหันมาสนใจการศึกษาในท้องถิ่นมากขึ้น ซึ่งสามารถทำให้เป็นเรื่องที่สนุก ตื่นเต้น ได้ปฏิบัติจริง และได้ความรู้ไปพร้อมกัน พร้อมทั้งคาดหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นแรงบันดาลใจรวมทั้งเป็นตัวอย่างสำหรับครูและนักวิชาการในการสานต่อการพัฒนาสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ในท้องถิ่นต่างๆเพิ่มมากขึ้นต่อไป

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ศ.ดร.มิ่งสรรพ ขาวสะอาด ผู้อำนวยการแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี ที่ให้การสนับสนุนโครงการนี้ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนงานสำเร็จเสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ดร.ศิริวรรณ เกตตะพันธุ์ และ อาจารย์สุรัชย์ จงจิตงาม ในฐานะผู้ร่วมออกแบบกิจกรรม

อติชาติ เกตตะพันธุ์

มิถุนายน 2556

สารบัญ

	หน้า
ข้อเสนอแนะการใช้คู่มือครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1
กิจกรรม ความลึกกลับของพระธาตุห้วยกลับ	7
กิจกรรม คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่	19
กิจกรรม ศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน	29
กิจกรรม นักปักษีวิทยาน้อยใจปริศนากินอุโมงค์	37
กิจกรรม แกะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ	49
ความประทับใจจากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม	57
ประวัติผู้เขียน	59

ข้อเสนอแนะในการใช้คู่มือครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่มาและจุดเด่นของกิจกรรมการเรียนรู้

ทีมวิจัยทั้งหมดในโครงการนี้เป็นอาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ประกอบด้วย ดร.อดิชาติ เกตตะพันธ์ หัวหน้าโครงการฯ จากภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ดร.ศิริวรรณ เกตตะพันธ์ จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์สุรัชย์ จงจิตงาม จากภาควิชาศิลปะไทย คณะวิจิตรศิลป์ โดยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้เรื่องราวในท้องถิ่นแต่ละชุมชน ซึ่งจะช่วยให้ชุมชนเข้มแข็ง ทั้งด้านองค์ความรู้ ความภูมิใจในภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ และการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องใกล้ตัวที่น่าสนใจผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงได้มีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

กิจกรรมทั้งหมดถือว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาเพราะเป็นกิจกรรมคิดค้นขึ้นมาใหม่สำหรับโครงการนี้โดยเฉพาะ โดยทุกกิจกรรมจะเน้นเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นล้านนา พร้อมทั้งบูรณาการการเรียนรู้ผ่านองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างลงตัว นอกจากกิจกรรมจะทำให้ให้นักเรียนเห็นคุณค่าเกี่ยวกับเรื่องราวในท้องถิ่นแล้ว ยังทำให้นักเรียนประทับใจและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นเพราะเห็นว่าสามารถนำมาอธิบายเรื่องใกล้ตัวได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด สังเกต ตั้งสมมุติฐาน และทำการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกันด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้ในคู่มือครูนี้มีจำนวน 5 เรื่อง ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดได้ผ่านการนำกิจกรรมไปทดสอบใช้จริงแล้วกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ใน “ค่ายบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา” นอกจากนี้ยังได้มีการนำกิจกรรมบางส่วนไปใช้ในการจัด “ค่ายคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แสนสุข” สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนอนุบาลพิบูลย์โลก และการอบรมครูเรื่อง “การจัดค่ายคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แบบมีอาชีพ” สำหรับครูโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง อีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

ในการทำวิจัยจำเป็นต้องกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกต่อการทำวิจัย ซึ่งในโครงการนี้ได้เน้นการออกแบบกิจกรรมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นหลัก แต่หากได้ศึกษากิจกรรมอย่างละเอียดแล้วครูผู้สอนจะเห็นว่าสามารถนำกิจกรรมไปใช้กับนักเรียนนักศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาถึงระดับมหาวิทยาลัยได้อีกด้วย โดยบางกิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้ทันที และในบางกิจกรรมอาจจะปรับให้เหมาะสมกับผู้ร่วมกิจกรรมอีกเพียงเล็กน้อย

ในเอกสารแต่ละกิจกรรมของกลุ่มมือเล่มนี้ได้มีการให้ข้อมูลการจัดทำกิจกรรมอย่างละเอียดเพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ทันที โดยมี 1)จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรม 2)วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ (เน้นที่หาได้ง่ายสำหรับครูในทุกพื้นที่) 3)ขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4)กิจกรรมต่อยอด 5)ใบความรู้ 6)ใบงาน และ 7)เฉลยใบงาน นอกจากนี้คู่มือครูแล้วยังมี 1)ไฟล์นำเสนอ(Power Point) 2)วีดิทัศน์แนะนำการทำกิจกรรม และ 3)วีดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ โดยครูสามารถดาวน์โหลดคู่มือครูและเอกสารอื่นที่กล่าวมาทั้งหมดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

ข้อเสนอแนะก่อนนำกิจกรรมไปใช้

- หากมีเวลา ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมมาจัดในลักษณะค่ายวิชาการ ซึ่งทำให้นักเรียนสนุกและไม่เคร่งเครียดเกินไปด้วย
- หากเป็นไปได้ครูสามารถนำนักเรียนไปเรียนรู้ ณ แหล่งเรียนรู้จริงก็จะทำให้การเรียนน่าสนใจขึ้น อาทิ วัดอุมงค์(สวนพุทธธรรม) จังหวัดเชียงใหม่ และวัดพระธาตุลำปางหลวง จังหวัดลำปาง เป็นต้น
- ในการเริ่มสอนครูผู้จัดกิจกรรมไม่ควรเริ่มทำกิจกรรมทันที แต่ควรกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ก่อนว่ากิจกรรมที่จะทำน่าสนใจและน่าตื่นเต้นอย่างไร นักเรียนจะได้เรียนรู้อะไรในกิจกรรมเหล่านี้ และการเรียนรู้เหล่านี้จะมีประโยชน์กับนักเรียนเองอย่างไร
- ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และพัฒนากระบวนการคิดให้เป็นระบบ เมื่อมีคนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นที่น่าสนใจ ควรเสริมแรงบวกเพิ่ม เช่น คำชม การให้เพื่อนปรบมือให้ การให้คะแนนพิเศษ และการแจกของรางวัล เป็นต้น
- ครูผู้สอนไม่ควรจริงจังกับความถูกต้องทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์มากเกินไป เช่น การวัดไม้จำเป็นต้องถูกต้องแม่นยำมาก แต่ควรเน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การคิดวิเคราะห์ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การวางแผนทำงาน และการทำงานเป็นทีมมากกว่า

- หากท่านมีข้อแนะนำในการจัดทำกิจกรรมหรือการพัฒนาปรับปรุงคู่มือครูเล่มนี้ โปรดติดต่อ ดร. อติชาติ เกตตะพันธุ์ ตามที่อยู่ด้านล่าง

ดร.อติชาติ เกตตะพันธุ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 053-943-327 ต่อ 127

แฟกซ์: 053-892-280

อีเมล: kettapun@gmail.com

เว็บไซต์: www.atichart.com

แนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ในคู่มือครู

ชื่อกิจกรรม	รายละเอียด
 <p style="text-align: center;">ความลึกกลับของ พระธาตุห้วยกลับ</p>	<p>กิจกรรมนี้จะได้นักเรียนไปรู้จักกับปรากฏการณ์พระธาตุห้วยกลับ ซึ่งพบในวัดที่มีพระธาตุในหลายอำเภอของจังหวัดลำปาง โดยเราสามารถมองเห็นเงาพระธาตุกลับหัวในห้องที่มีมืดหรือมีแสงน้อย ทั้งนี้มีคนจำนวนหนึ่งเชื่อว่าปรากฏการณ์นี้เกิดมาจากปฏิกิริยาของพระธาตุนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้ว่าวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้อย่างไร เราสามารถสร้างปรากฏการณ์ภาพห้วยกลับได้เองหรือไม่ และภาพที่เราเห็นสามารถช่วยคำนวณหาความสูงของเจดีย์ได้หรือไม่ และยังหลงเหลือปริศนาท้าทายที่ยังรอคอยการพิสูจน์บ้างไหม (ระยะเวลาจัดกิจกรรม 50 นาที)</p>
 <p style="text-align: center;">คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่</p>	<p>กิจกรรมนี้ได้สร้างขึ้นเพื่อเปิดเผยความมหัศจรรย์ในการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ที่เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดใหญ่ยาวด้านละประมาณ 1,600 เมตรได้อย่างไร โดยไม่ต้องใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัสดังเช่นการสร้างอาคารขนาดใหญ่ของประเทศตะวันตกในยุคเดียวกัน นักเรียนจะได้ชมวีดิทัศน์เคลื่อนไหวยามสามมิติเพื่อจำลองการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ และได้ลงมือทดลองสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ขนาดเล็กด้วยตนเองในห้องเรียน กิจกรรมนี้ทำให้เราเห็นความสามารถอันน่ามหัศจรรย์ของบรรพบุรุษของเราว่า 700 ปีที่แล้ว (ระยะเวลาจัดกิจกรรม 50 นาที)</p>
 <p style="text-align: center;">ศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน</p>	<p>กิจกรรมนี้สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจว่าทำไมเราถึงนิยมสร้างวัดและศาสนสถานอื่นให้หันหน้าไปทางทิศตะวันออก วัดและศาสนสถานอื่นในล้านนารวมถึงในสุวรรณภูมิสัมพันธ์กับการสร้างปฏิทินโบราณอย่างไร นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติหาค่ามุมของแนวกำแพงวัดและแนววิหารของวัดจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจทฤษฎีใหม่ที่อธิบายถึงความสำคัญวัดได้อย่างน่าทึ่ง (ระยะเวลาจัดกิจกรรม 70 นาที)</p>

 <p>นักปักษีวิทยาน้อยใจปริศนา นกในอุโมงค์</p>	<p>กิจกรรมนี้น้องนักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าเราสามารถนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยศึกษาทางโบราณคดี ณ วัดอุโมงค์(สวนพุทธธรรม) จังหวัดเชียงใหม่ได้อย่างไร ซึ่งเราจะได้เห็นภาพที่มีสีสันสวยงามและสมจริงของภาพในอุโมงค์เมื่อเริ่มวาดกว่า 500 ปีที่แล้ว รวมถึงการชมวีดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหวสามมิติที่ทำให้เราเห็นว่าถ้าเราไปเดินในอุโมงค์สมัยก่อนจะรู้สึกอย่างไร จากนั้นน้องๆ จะได้ฝึกฝนให้เป็นนักปักษีวิทยาน้อย โดยเรียนรู้วิธีการดูนกผ่านการใช้คู่มือดูนก แล้วนำเอาวิธีดูนกมาช่วยใจปริศนาว่าภาพวาดนกหลายชนิดที่พบในจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์เป็นนกชนิดใดเพศใดกันแน่ (ระยะเวลาจัดกิจกรรม 50 นาที)</p>
 <p>แกะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ</p>	<p>กิจกรรมนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับสีที่นำมาใช้ในการวาดภาพจิตรกรรมฝาผนัง รวมถึงวิธีการขูดหินปูนออกจากภาพจิตรกรรมฝาผนัง จากนั้นนักเรียนจะได้ทำสิ่งที่นักเรียนรู้สึกประทับใจมาก นั่นคือการนำมิดผ้าตัดมาช่วยในการขูดหินปูน(จำลอง)ออกจากภาพจิตรกรรม(จำลอง) ซึ่งต้องอาศัยทั้งความตั้งใจและฝีมือการขูดที่ประณีต (ระยะเวลาจัดกิจกรรม 50 นาที)</p>

กิจกรรม ความลึกถึบของพระธาตุหัวกลับ

โดย ดร.อดิชาติ เกตตะพันธุ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์สุรัชย์ จงจิตงาม ภาควิชาศิลปะไทย คณะวิจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้านนา
สนับสนุนโดยแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสธ.)
ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการการเกิดภาพหัวกลับของเจดีย์ต่างๆ ในจังหวัดลำปาง
2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้แบบบูรณาการผ่านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านี้เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำมาอธิบายเรื่องราวในท้องถิ่นได้
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของบรรพบุรุษ และเกิดความรักและหวงแหนสิ่งที่อยู่ในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น
4. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

วัสดุอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-10 คน (ถ้ามีอุปกรณ์พอ ควรให้กลุ่มมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง)

1. ไฟล์นำเสนอ (Power Point) เรื่อง “ความลึกถึบของพระธาตุหัวกลับ”
2. กล้องรูเข็มที่ทำเสร็จแล้ว กลุ่มละ 1-2 อัน (ครูสามารถประดิษฐ์กล้องรูเข็มได้ตามใบความรู้ที่ 1)



รูปที่ 1: กล้องรูเข็มที่จัดทำตามใบความรู้ที่ 1

3. ใบงานแจกคนละ 1 ใบ (เพื่อให้ทุกคนได้คิดและเขียนทุกคน) และแจกเพิ่มกลุ่มละ 1 ใบ (สำหรับสรุปของกลุ่มตนเองเพื่อส่งให้ครูตรวจให้คะแนน)

การจัดกิจกรรม

ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมประมาณ 50 นาที ทั้งนี้ครูสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. อภิปรายก่อนเริ่มเรียนว่าเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้มีความน่าสนใจอย่างไร และอธิบายภาพเจดีย์หัวกลับที่วัดต่างๆ ผ่านไฟล์นำเสนอ (Power Point) หน้า 1-12 โดยดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com แต่หากนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ไม่ได้ ผู้สอนสามารถนำไฟล์นำเสนอไปพิมพ์ลงกระดาษสีเพื่ออธิบายให้นักเรียนฟังแทน (10 นาที)



รูปที่ 2: นักเรียนกำลังฟังข้อมูลเกี่ยวกับภาพเจดีย์หัวกลับในจังหวัดลำปาง

2. ทำกิจกรรมที่ 1 โดยแจกกล้องรูเข็มให้กลุ่มละ 1-2 อัน และให้นักเรียนส่องกล้องดูเจดีย์(ถ้ามีเจดีย์ใกล้ที่จัดกิจกรรม) ต้นไม้ ตึก หรือสิ่งก่อสร้างอื่น เพื่อชมภาพกลับหัว (10 นาที)



รูปที่ 3: นักเรียนกำลังใช้กล้องรูเข็มดูปรากฏการณ์ภาพหัวกลับ

3. ใช้ใบความรู้ที่ 2 อธิบายเรื่องกล้องรูเข็มว่าทำให้เกิดภาพหัวกลับได้อย่างไร ด้วยหลักการทางฟิสิกส์ของแสง รวมถึงการคำนวณความสูงของเทียนที่มองจากกล้องรูเข็ม ใช้ไฟล์นำเสนอ หน้า 14-15 อธิบายประกอบด้วย ในการอธิบายควรเน้นให้นักเรียนคิดก่อนที่จะตอบคำถามแต่ละขั้นตอน (10 นาที)



รูปที่ 5: นักเรียนกำลังฟังหลักการสำคัญของการเกิดภาพหัวกลับผ่านกล้องรูเข็ม

4. ทำกิจกรรมที่ 2 โดยแจกใบงานคนละ 1 ใบ และให้ใบงานเพิ่มกลุ่มละ 1 ใบเพื่อนำส่งให้ครู จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายหาคำตอบของคำถามแต่ละข้อในใบงาน เมื่อทำเสร็จแล้วให้ส่งครูกลุ่มละ 1 แผ่น (10 นาที)



รูปที่ 5: นักเรียนกำลังอภิปรายถึงคำตอบที่เป็นไปได้ของแต่ละคำถามในใบงาน

5. ครูเฉลยคำตอบในแต่ละข้อพร้อมกันในห้อง โดยดูจากใบงานที่นักเรียนส่งประกอบด้วย โดยอาจจะให้มีการยกมือตอบคำถามด้วยก็ได้ พร้อมอธิบาย Power Point หน้าที่ 17 (10 นาที) ในกรณีที่มีเวลามาก ควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มขึ้นมานำเสนอตามใบงานที่ส่ง

6. หากมีเวลาสามารถให้นักเรียนชมวีดิทัศน์ของ David Hockney (สามารถดูลิงค์ได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com) ซึ่งจะช่วยให้เห็นว่ามีผลกระทบหลักการของกล้องรูเข็มในผลงานศิลปะระดับโลกมานานแล้ว

กิจกรรมต่อยอด

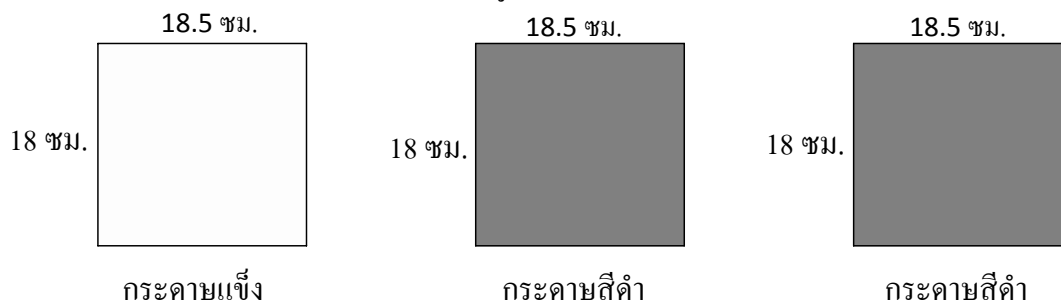
1. ให้นักเรียนลองสร้างกล้องรูเข็มของตนเอง โดยครูสามารถให้ใบงานนักเรียนไปทำตาม หรืออาจอธิบายหลักการสร้างอย่างย่อและให้นักเรียนลองสร้างกล้องเอง
2. ให้นักเรียนทดลองจุดเทียนไขและใช้รูปภาพหัวกลับจากกล้องรูเข็ม และทดสอบว่าสามารถใช้หลักการที่เรียนมาหาความสูงของเทียนไขได้จริงหรือไม่
3. ให้นักเรียนสร้างห้องมืดพร้อมรูขนาดเล็กที่โรงเรียน บ้าน หรือที่อื่นๆ เพื่อทดสอบการสร้างปรากฏการณ์ภาพหัวกลับเช่นเดียวกับที่พบในวัดในจังหวัดลำปาง
4. ให้นักเรียนหาวิธีที่จะทำให้ภาพหัวกลับในข้อ 2 หรือกล้องรูเข็ม มีความคมชัดมากยิ่งขึ้น
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยอภิปรายถึงวิธีการนำกล้องรูเข็มและหลักการทางเรขาคณิตมาช่วยคำนวณหาความสูงของเจดีย์ให้ได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด
6. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาความสูงของเจดีย์ด้วยวิธีการในข้อ 4 และหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นว่าเกิดขึ้นจากอะไรบ้าง และจะปรับปรุงข้อผิดพลาดนั้นได้หรือไม่อย่างไร
7. เนื้อหานี้สามารถใช้สอนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้นักเรียนอธิบายการวัดความสูงของเจดีย์โดยใช้กล้องรูเข็ม ผ่านความรู้ตรีโกณมิติ (ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะเน้นการใช้สามเหลี่ยมคล้ายเป็นหลัก)

ใบความรู้ที่ 1: การสร้างกล่องรูปเข็ม

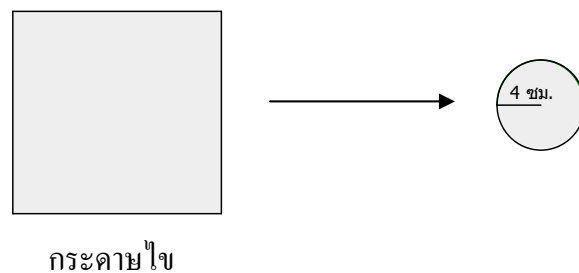
การสร้างกล่องรูปเข็มเราจะทำ 2 ส่วน คือ กระบอกใน และกระบอกนอก ซึ่งกระบอกในจะมีลักษณะที่ ยากกว่ากระบอกนอก มีขั้นตอนการทำ ดังนี้

กระบอกใน (ขาว)

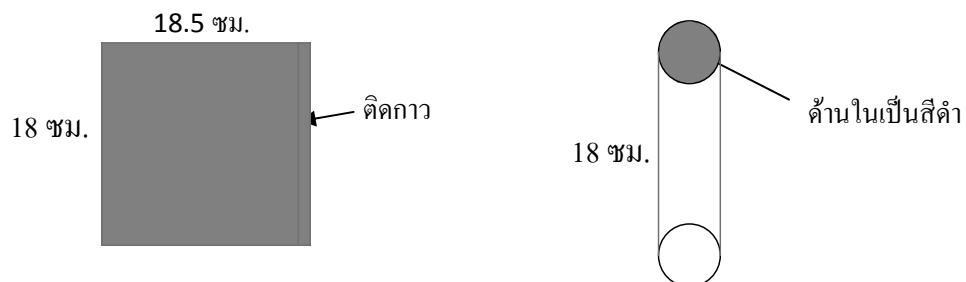
1. เตรียมกระดาษแข็งและกระดาษสีดำ(เลือกแบบคำทั้งสองข้างและไม่แข็งมาก) โดยตัดกระดาษแข็งให้มีขนาด 18.5 เซนติเมตร x 18 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น และตัดกระดาษสีดำที่เตรียมไว้ให้มีขนาดเท่ากับกระดาษแข็ง จำนวน 2 แผ่น ดังรูป



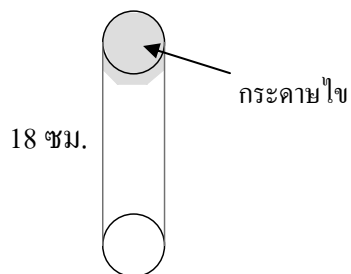
2. เตรียมกระดาษไขจำนวน 1 แผ่น ตัดเป็นวงกลมที่มีรัศมี 4 เซนติเมตร ดังรูป



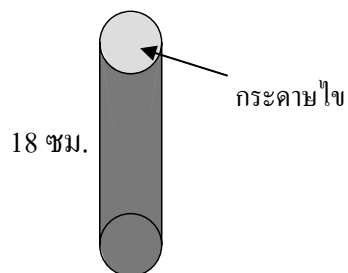
3. นำกระดาษสีดำแผ่นหนึ่งมาติดไว้ด้านหนึ่งของกระดาษแข็ง แล้วม้วนกระดาษแข็งดังกล่าวให้เป็นรูปทรงกระบอก โดยให้ด้านสีดำอยู่ข้างใน(วัดระยะจากขอบเข้ามา 1 ซม. เพื่อติดกาว) ดังรูป



4. นำกระดาษไขที่ตัดแล้ว มาติดที่หน้าตัด(ด้านใดด้านหนึ่ง)ของทรงกระบอก ดังรูป

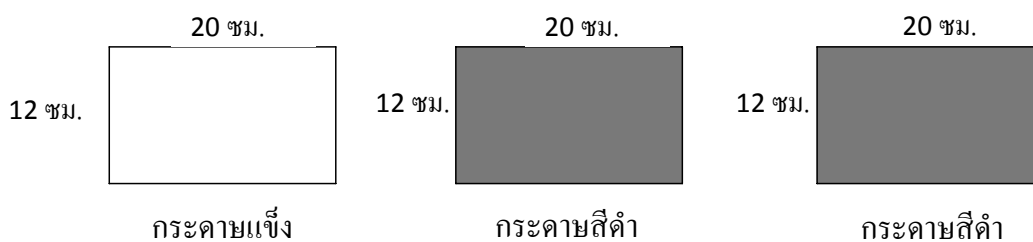


5. นำกระดาษสีดำอีกแผ่นที่ตัดไว้มาติดด้านนอกของทรงกระบอก เราก็จะได้กระบอกในของกล่อง ดังรูป



กระบอกนอก (สั้น)

1. ทำคล้ายกับกระบอกใน แต่เปลี่ยนกระดาษแข็งให้มีขนาด 20 เซนติเมตร x 12 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น และตัดกระดาษสีดำให้มีขนาดเท่ากับกระดาษแข็ง จำนวน 2 แผ่น ดังรูป



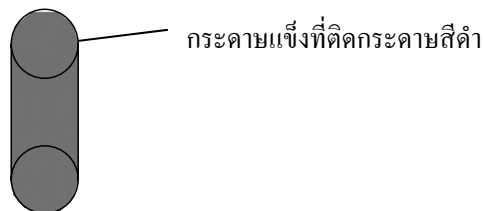
2. จากนั้นตัดกระดาษแข็งและตัดกระดาษสีดำเป็นรูปวงกลม ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร อย่างละ 1 แผ่น ดังรูป



3. นำกระดาษสีดำแผ่นหนึ่งมาตัดไว้ด้านหนึ่งของกระดาษแข็ง แล้วม้วนกระดาษแข็งดังกล่าวให้เป็นรูปทรงกระบอก โดยให้ด้านสีดำอยู่ข้างใน (วัดระยะจากขอบเข้ามา 1 ซม. เพื่อติดกาว) ดัง

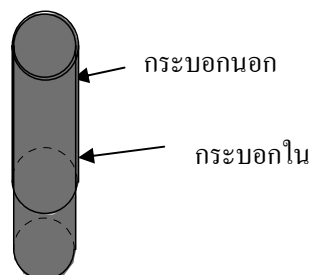


4. นำกระดาษสีดำที่ตัดเป็นวงกลมในข้อ 2 มาติดกับกระดาษแข็งที่ตัดเป็นรูปวงกลมในข้อ 2 จากนั้นนำกระดาษที่ได้มาติดด้านปลายด้านหนึ่งของทรงกระบอก โดยให้กระดาษสีดำอยู่ด้านนอก แล้วนำกระดาษสีดำที่ตัดไว้มาติดด้านข้างของทรงกระบอก เราก็จะได้กระบอกนอกของกล่อง ดังรูป

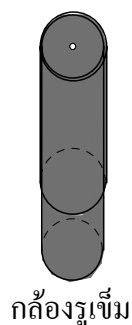


การเอากระบอกนอกและกระบอกในมาประกอบกัน

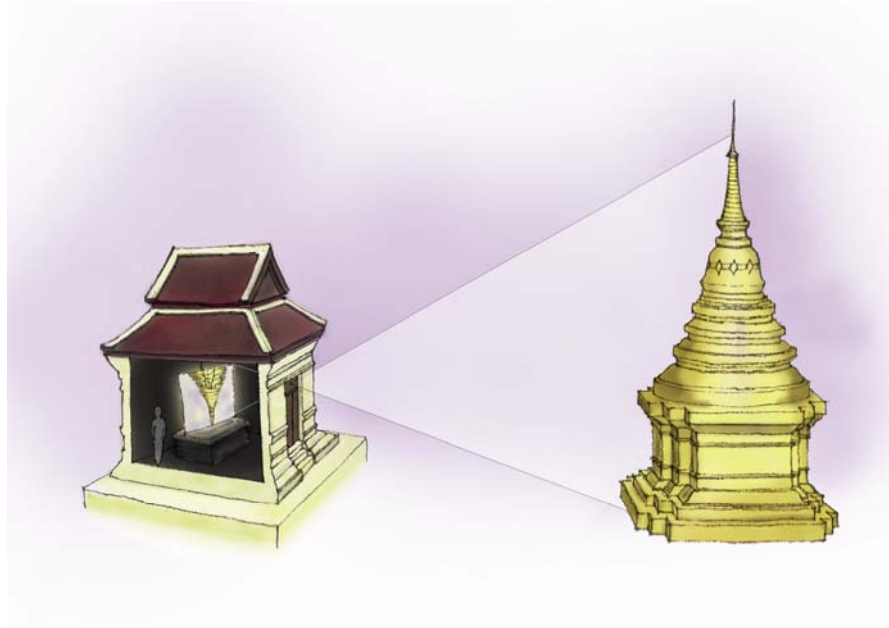
1. นำกระบอกทั้งสองมาซ้อนกัน โดยให้กระบอกในอยู่ข้างใน กระบอกนอกอยู่ข้างนอก ดังรูป



2. เจาะรูตรงกลางให้มีขนาดเล็กมาก (แนะนำให้อ่านของที่แหลมในการเจาะรู เช่น เข็มหมุด) เราก็จะได้กล่องรูเข็ม ดังรูป



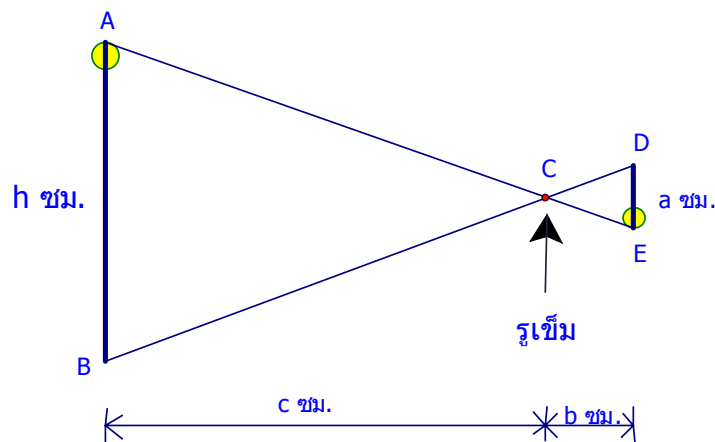
ใบความรู้ที่ 2: หลักการเกิดภาพหัวกลับ และการหาความสูงของเสาไฟฟ้าผ่านภาพหัวกลับ



รูปที่ 6: ภาพจำลองการเกิดภาพหัวกลับ ในมณฑปพระพุทธบาท วัดพระธาตุลำปางหลวง

หลักการสำคัญในการทำให้เกิดกล้องรูเข็มก็คือ การที่แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ในรูปที่ 6 เราจะเห็นว่า แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรงจากปลายยอดเจดีย์ผ่านไปยังรูเข็ม แล้วเงาของปลายยอดเจดีย์ที่ได้จะปรากฏอยู่ด้านล่างของฉากในห้องมืด และในทางตรงกันข้าม แสงจากฐานของเจดีย์ปรากฏเป็นเงาอยู่ด้านบนของฉากในห้องมืด

ทั้งนี้ครูสามารถอธิบายหลักการทางเรขาคณิตเรื่องสามเหลี่ยมคล้าย เพื่อช่วยในการอธิบายการหาความสูงของภาพหัวกลับได้อย่างไร



รูปที่ 7: การคำนวณหาความสูงของภาพหัวกลับผ่านกล้องรูเข็ม

ในรูปที่ 7 สมมติว่าเรามีเสาไฟฟ้าที่มีขนาดสูง h เซนติเมตร (ขนาดของ \overline{AB}) เสาไฟฟ้าที่ปรากฏในฉากมีความสูง a เซนติเมตร (ขนาดของ \overline{DE}) ความยาวจากกรูเข็มถึงเสาไฟฟ้าเป็น c เซนติเมตร และความยาวจากกรูเข็มถึงเงาของเสาไฟฟ้านฉากเป็น b เซนติเมตร

เนื่องจาก $\triangle ABC$ มีความคล้ายกันกับ $\triangle EDC$ จึงได้ว่า

$$\frac{h}{c} = \frac{a}{b}$$

หรือ

$$h = \frac{a \times c}{b}$$

โดยปกติค่า a , c และ b สามารถหาได้ไม่ยาก ดังนั้นเราจึงคำนวณหาความสูงของเสาไฟฟ้าได้จากสมการด้านบน

ใบงาน “กิจกรรมความลึกถึบของพระธาตุหวัถลั้บ”

1. นักรเรียนคึดว่าอะไรค็องค็ประกอบสำคัถึบในการเกศเจศึยหวัถลั้บในแต่ละวัด
2. นักรเรียนคึดว่าสามารถสร้างเจศึยหวัถลั้บที่วัดโกลั้บ้านของต่นเองเช่นแต่ยวกับวัดในจ้งหวัดลำปางได้หรือไม่ อะไรค็องค็เหตุผลสำคัถึบที่สนับสนุนความคึดนั้น
3. นักรเรียนคึดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้พบเจศึยหวัถลั้บในจ้งหวัดลำปางมากกว่าในจ้งหวัดอื่่น
4. ด้วยหลักการทางคณิศาสตร์เกยวกับกล็องรูเจ้ม นักรเรียนคึดว่าสามารถนำเงาพระธาตุมาช่วยคานวณหาความสูงของพระธาตุจ้งได้ย่องไร
5. อะไรค็องค็ปัญหาในการคานวณความสูงของพระธาตุในข้อ 4 ให้ถูคต็องแม่นย้า
6. นักรเรียนได้แ่งคึดหรือมูมมอองอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบย่องน้อย 1 ข้อ)

เฉลยใบงาน “กิจกรรมความลึกกลับของพระธาตุหัวกลับ”

ข้อแนะนำสำหรับครู คำตอบต่อไปนี้ไม่ได้เป็นคำตอบสำเร็จรูป แต่มีไว้เพื่อช่วยให้ครูสามารถนำไปใช้ในการเฉลยใบงาน ทั้งนี้ นักเรียนบางคนอาจมีความคิดสร้างสรรค์และให้คำตอบที่ต่างออกไป โดยต้องดูแนวคิด เหตุผลสนับสนุน และความเป็นไปได้ ประกอบด้วย

1. นักเรียนคิดว่าอะไรคือองค์ประกอบสำคัญในการเกิดเจดีย์หัวกลับในแต่ละวัด

องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) แสง(ที่สว่างเพียงพอ) 2) รู(บริเวณผนังที่มีขนาดเหมาะสมไม่เล็กไม่ใหญ่เกินไป) 3) ฉากรับ(ในห้องมืดหรือมีแสงน้อย) และ 4) เจดีย์ ถ้าหากขาดองค์ประกอบเหล่านี้ก็จะเกิดภาพเจดีย์หัวกลับไม่ได้

2. นักเรียนคิดว่าสามารถสร้างเจดีย์หัวกลับที่วัดใกล้บ้านของตนเองเช่นเดียวกับวัดในจังหวัดลำปางได้หรือไม่ อะไรคือเหตุผลสำคัญที่สนับสนุนความคิดนั้น

หากเราสามารถหาลูกประกอบสำคัญในการเกิดเจดีย์ในข้อ 1 ได้ครบ เราก็สามารถสร้างภาพหัวกลับได้เช่นกัน (ในทางปฏิบัติเราคงไม่ทำจริง แต่ถ้าอยากทำจริง ปัญหาที่สำคัญในการทำก็คือ ทางวัดจะอนุญาตให้ใช้พื้นที่วัดหรือไม่)

3. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้พบเจดีย์หัวกลับในจังหวัดลำปางมากกว่าในจังหวัดอื่น

ยังไม่มีใครทราบคำตอบที่แน่ชัดในเรื่องนี้ แต่ทฤษฎีหนึ่งที่เป็นไปได้ มีคำอธิบายดังนี้ จังหวัดลำปางเป็นจังหวัดที่มีไม้มากและมักนำไม้มาสร้าง โบสถ์และวิหาร เมื่อไม้เหล่านี้ใช้ไปนานๆ ก็จะสึกกร่อนทำให้เกิดรู (บางคนอธิบายเสริมว่าอาจจะเกี่ยวกับฝนกรดอันเนื่องจากปัญหามลพิษทางอากาศที่พบในจังหวัดลำปาง) ทั้งนี้จังหวัดลำปางเป็นจังหวัดที่มีอากาศร้อน ทำให้พระหรือชมราวาสที่อยู่ในวัด ช่วงตอนกลางวันหลบร้อนไปอยู่ในโบสถ์และวิหาร หากมีรูปประติมากรรมหน้าต่างไม้ของโบสถ์หรือวิหารที่อยู่ฝั่งเดียวกันกับเจดีย์ เมื่อเดินเข้ามาในโบสถ์หรือวิหารที่เป็นห้องมืดก็จะเห็นพระธาตุหัวกลับบนผนังหรือพื้นห้อง

นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าการพบพระธาตุหัวกลับเกิดในวัดต่างๆ ในจังหวัดลำปาง จะเกิดในช่วงระยะเวลาที่ต่างกันไม่กี่ปี ซึ่งทำให้บางคนคิดว่ามีความเป็นไปได้ว่าหลังจากที่มีการพบพระธาตุหัวกลับในบางวัดแล้ว พระหรือชมราวาสในบางวัดอาจมีความตั้งใจสังเกตหาพระธาตุหัวกลับในวัดของตนเองบ้าง หากต้องการคำตอบที่แน่ชัดขึ้นเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดพระธาตุหัวกลับ ก็สามารถทำการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้อย่างจริงจังและไปสัมภาษณ์ว่าแต่ละแห่งมีการพบพระธาตุหัวกลับอย่างไร

4. ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกล่องรูเข็ม นักเรียนคิดว่าสามารถนำเงาพระธาตุมาช่วยคำนวณหาความสูงของพระธาตุจริงได้อย่างไร

จากหลักการหาความสูงของเสาไฟฟ้าที่ครูได้อธิบายให้ฟัง เราน่าจะสามารถคำนวณหาความสูงของพระธาตุได้ แต่จะมีปัญหาในการคำนวณ

5. อะไรคือปัญหาในการคำนวณความสูงของพระธาตุในข้อ 4 ให้ถูกต้องแม่นยำ

ในการหาความสูงของเสาไฟฟ้าและของอื่นที่มีลักษณะเรียวยาว (เช่น เทียนไข และต้นไม้บางประเภท เป็นต้น) ก็สามารถใช้หลักการหาความสูงที่ครูอธิบายได้ (ตามใบความรู้ที่ 2) หาความสูงได้ แต่การหาค่าความสูงของเจดีย์จากกล่องรูเข็มนั้นเราไม่สามารถใช้หลักการในใบความรู้ที่ 2 ได้โดยตรง เพราะฐานของเจดีย์มีลักษณะกว้าง(ไม่ได้เรียวยาว) สามเหลี่ยมสองรูปที่ได้จะไม่ใช่สามเหลี่ยมคล้าย (ดังใบงานที่ 2) ปัญหาอีกประการหนึ่งการวัดระยะจากรูเข็มถึงกึ่งกลางเจดีย์ก็จะยากขึ้นด้วย

อย่างไรก็ตามหากมีความรู้ทางเรขาคณิตเป็นอย่างดีก็สามารถหาความสูงของเจดีย์ได้เช่นกัน (ถ้ามีความรู้ทางตรีโกณมิติจะทำให้หาความสูงได้ง่ายขึ้นด้วย แต่วิธีการค่อนข้างซับซ้อน จะเหมาะกับครูและนักเรียนที่สนใจทางคณิตศาสตร์มากกว่า ในการนำเสนอนี้ครูเพียงแต่เฉลยและแนะนำนักเรียนว่าหากสนใจก็สามารถทำได้ก็พอ)

6. นักเรียนได้แ่งคิดหรือมุมมองอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 1 ข้อ)

ข้อนี้เน้นเปิดกว้างทางความคิดให้นักเรียน ถ้าเราเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในเรื่องที่น่าสนใจบ่อยๆ เรามักจะพบว่านักเรียนหลายคนก็มีความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและน่าสนใจไม่น้อย ทั้งนี้เมื่อนักเรียนบางคนมีแ่งคิดหรือมุมมองที่น่าสนใจ เราก็ต้องเสริมแรงบวก เช่น ให้คำชม ให้นักเรียนทั้งห้องปรบมือให้ ให้คะแนนเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนี้ หรือให้ของรางวัล จะทำให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

กิจกรรม คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่

โดย ดร.อดิชาติ เกตตะพันธุ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา

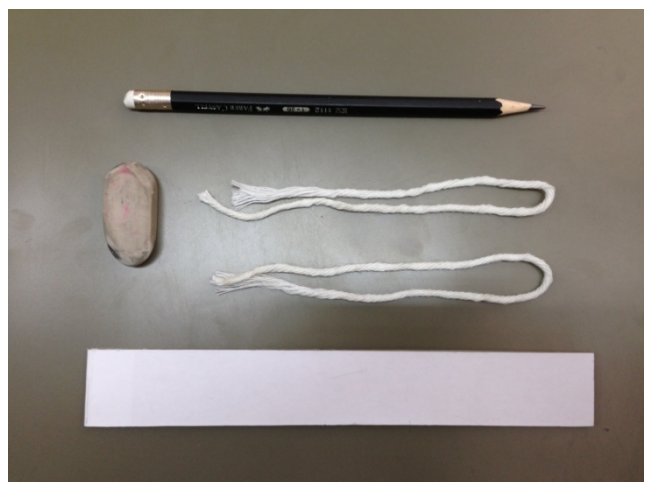
สนับสนุนโดยแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสธ.)

ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจภูมิปัญญาของชาวล้านนาในการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่
2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้แบบบูรณาการผ่านองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านี้เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำมาใช้อธิบายภูมิปัญญาของคนโบราณได้
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของบรรพบุรุษของชาวล้านนา และเกิดความรักและหวงแหนสิ่งที่อยู่ในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น
4. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

วัสดุอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-10 คน (ถ้ามีอุปกรณ์พอ ควรให้กลุ่มมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อให้ นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง)



รูปที่ 1 (ซ้าย): แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดพร้อมติดแผ่นแนวเงา

รูปที่ 2 (ขวา): วัสดุอุปกรณ์ข้อ 2-4 ที่แจกให้แต่ละกลุ่ม

1. แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาดอย่างน้อย 40 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตรขึ้นไป โดยตรงกลางของแผ่นให้ติด “แผ่นแนวเงาสำหรั้บติดฟิวเจอร์บอร์ด” กลุ่มละ 1 ชุด
2. ด้ายหรือเชือกขนาดเล็ก ยาว 30 เซนติเมตร กลุ่มละ 2 เส้น (พยายามเลือกเชือกที่ดึงแล้วไม่ยืดออก)
3. กระดาษแข็งขนาด 20 เซนติเมตร x 3 เซนติเมตร กลุ่ม 1 ชิ้น (ใช้สำหรับลากเส้น สามารถเลือกใช้ อุปกรณ์อื่นแทนได้ แต่ไม่ควรใช้ไม้บรรทัดรวมถึงสิ่งที่สามารถระบุระยะได้ชัดเจน)
4. ดินสอและยางลบ กลุ่มละ 1 ชุด
5. ไฟฉาย 1 อัน
6. ซอล์คสีหรือปากกาเคมี ที่มีสีแตกต่างกัน จำนวน 3 แท่ง (สำหรับเขียนอธิบายบนกระดาน)
7. วัตถุประสงค์ที่ 1 “คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่”
8. วัตถุประสงค์ที่ 2 “การอธิบายสคการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่”
9. วัตถุประสงค์ที่ 3 “การแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม”
10. ไฟล์นำเสนอ (Power Point) เรื่อง “คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่”
11. บทความ “เสาหลักเมืองแทนทฤษฎีพิกทอรัสได้อย่างไร” โดย รศ.สมัย ยอดอินทร์
12. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเปิดวัตถุประสงค์ 1 เครื่อง
13. ไม้บรรทัดยาว 2 ฟุต 1 อัน (สำหรับตรวจให้คะแนนหน้าชั้น)
14. ไม้โปรแทรกเตอร์ 1 อัน (สำหรับตรวจให้คะแนนหน้าชั้น)
15. แผ่นเฉลยกิจกรรมที่ทำเสร็จแล้วบนฟิวเจอร์บอร์ด 1 แผ่น

วัตถุประสงค์และไฟล์นำเสนอในข้อ 7-11 สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com

การจัดกิจกรรม

ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมประมาณ 70 นาที ทั้งนี้ครูสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

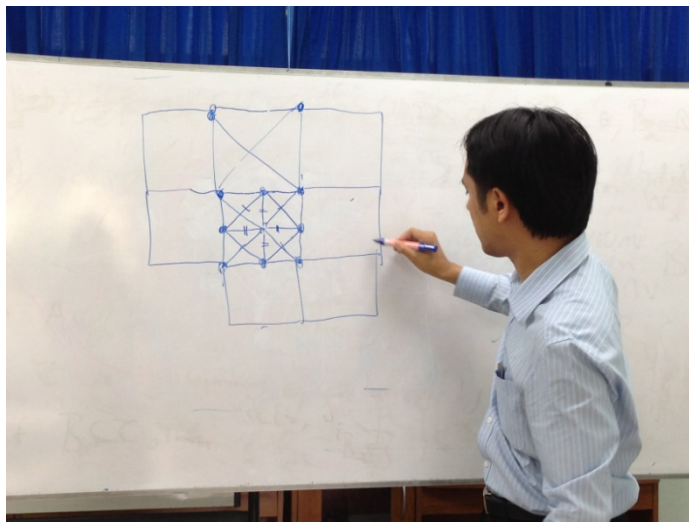
1. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละเท่าๆ กัน กลุ่มละ 5-10 คน
2. อภิปรายก่อนเริ่มเรียนว่าเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้มีความน่าสนใจอย่างไร โดยใช้ไฟล์นำเสนอหน้า 2-3 และอธิบายเรื่องราวเกี่ยวกับกำแพงเมืองเชียงใหม่ให้นักเรียนฟังพอสังเขป (ครูศึกษาได้จากใบความรู้ที่ 1 และวัตถุประสงค์ที่ 1 และบทความ “เสาหลักเมืองแทนทฤษฎีพิกทอรัสได้อย่างไร”) พร้อมทบทวนนักเรียนเรื่องสี่เหลี่ยม (ครูศึกษาได้จากใบความรู้ที่ 2) (ประมาณ 10 นาที)
3. เปิดวัตถุประสงค์ที่ 1 ให้นักเรียนชม และแจ้งว่าหลังชมจะมีคำถามทดสอบความเข้าใจ โดยแข่งขันเป็นกลุ่ม (10 นาที)

4. ถามคำถามนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจจากการชมวิดีโอ โดยใช้ไฟล์นำเสนอ (หากไม่ใช่ไฟล์นำเสนอ ก็สามารถนำคำถามในไฟล์นำเสนอมาถามนักเรียนที่ละข้อได้) ในการตอบคำถามควรเน้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันตอบคำถาม คนโดยมือตอบก่อนและตอบถูกก็จะให้คะแนนกับกลุ่มนั้น (10 นาที)



รูปที่ 3: นักเรียนกำลังแข่งขันแย่งกันตอบคำถาม

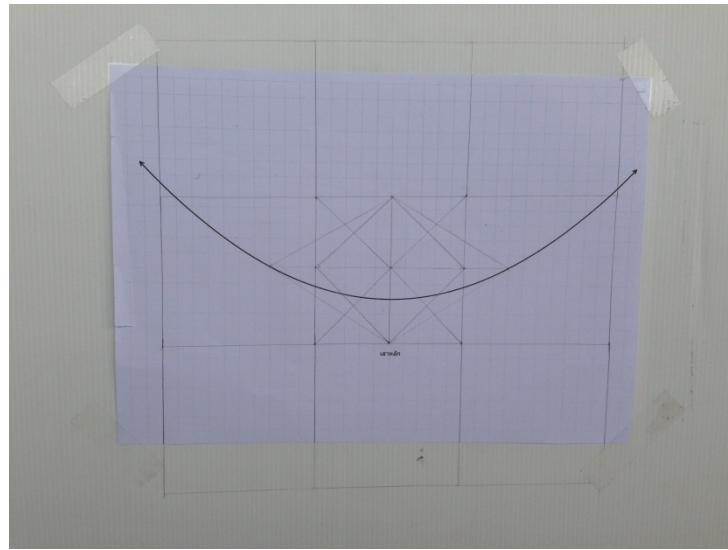
5. อธิบายวิธีการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ที่ละชั้นตอนบนกระดาน โดยใช้ชอล์กหรือปากกาไวท์บอร์ดหลายสีในการนำเสนอ ทั้งนี้ครูดูการอธิบายจากวิดีโอที่ 2 (หากไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตนเองก็อาจเปิดวิดีโอที่ 2 ให้ชมได้ แต่โดยปกติแล้วการที่ครูสอนเองจะทำให้เด็กสนใจได้ง่ายกว่า) จากนั้นให้ดูเฉลยที่ทำเสร็จแล้วเป็นตัวอย่าง ซึ่งจะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวน 9 รูป (15 นาที)



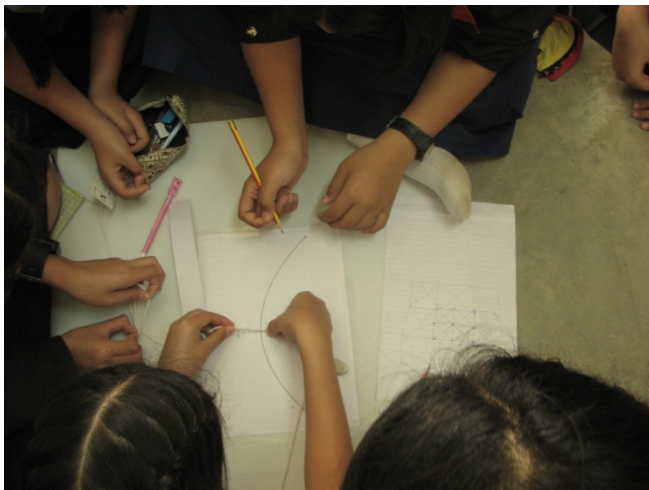
รูปที่ 4: การอธิบายวิธีการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ที่ละชั้นตอนบนกระดาน

6. อธิบายการทำกิจกรรมกลุ่มตามวิดีโอที่ 3 (หากไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตนเอง อาจเปิดวิดีโอที่ 3 ให้ชมได้) เมื่ออธิบายเสร็จจึงแจกอุปกรณ์ข้อ 1-4 ให้แต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่บนฟิวเจอร์บอร์ด โดยแนะนำนักเรียนว่าห้ามใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะ ให้ใช้เชือก

สำหรับวัฏระยะได้อย่างเดียว ส่วนกระดาษแข็งที่ใช้สำหรับในการลากเส้นตรงเท่านั้น ทั้งนี้ตอนเริ่มต้นให้เวลานักเรียนทำ 10 นาที จากนั้นค่อยๆ เพิ่มเวลาให้เรื่อยๆ จนครบ 15 นาที ครูต้องช่วยเหลือกลุ่มที่ช้า อย่างน้อยเมื่อหมดเวลาแต่ละกลุ่มควรสามารถสร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้อย่างน้อย 2 รูป (15 นาที)



รูปที่ 4: ตัวอย่างเฉลยกิจกรรมที่ทำเสร็จแล้วสำหรับแสดงให้นักเรียนดูก่อนจะลงมือทำจริง



รูปที่ 5-6: นักเรียนกำลังทำกิจกรรม

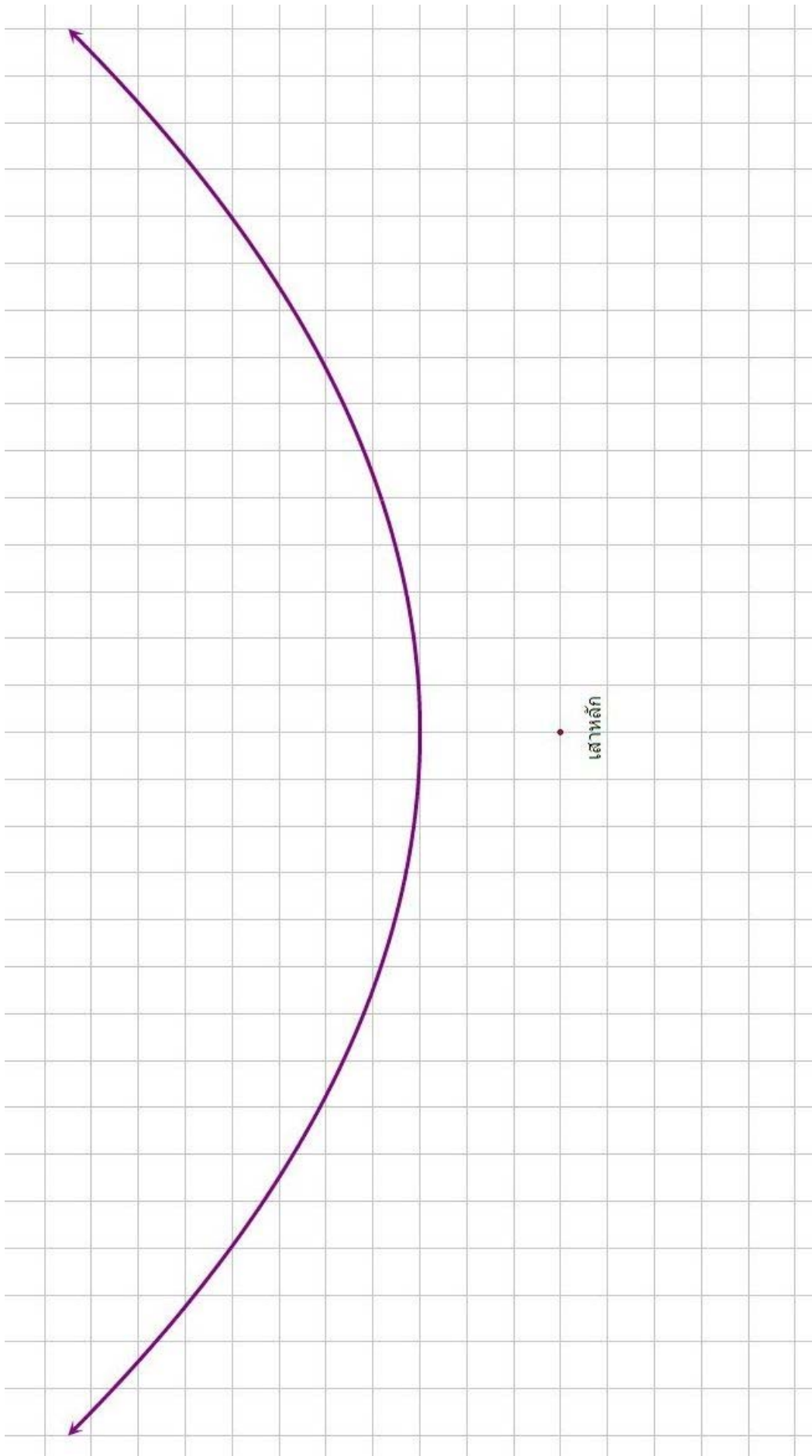
- นักเรียนส่งงานให้ครู และครูสามารถตรวจให้คะแนนหน้าชั้นเรียน โดยนับจำนวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ได้ ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดแต่ละมุมว่าเป็นมุมฉากหรือไม่ และใช้ไม้บรรทัดยาววัดว่าเส้นที่ต่อกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละรูปอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหรือไม่ (10 นาที) แต่หากไม่มีเวลาตรวจหน้าชั้นเรียน ครูสามารถนำผลงานที่นักเรียนทำไปตรวจให้คะแนน ในคาบต่อไปถ้าครูมีเวลาอาจให้นักเรียน

นำเสนอผลการวัดรวมถึงการอภิปรายว่าทำไมการวัดบางกลุ่มจึงผิดพลาดมากน้อยต่างกัน และการพูดถึงความประทับใจที่ได้รับจากการจัดกิจกรรม

กิจกรรมต่อยอด

1. ครูสามารถให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่จำลองกว้างยาวด้านละ 3 เมตรบนลานกว้าง (เช่น สนามฟุตบอล) ด้วยการใส่แสงอาทิตย์จริงในลักษณะเดียวกับวิดีโอที่ 1 ซึ่งนักเรียนต้องพิจารณาถึงอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และช่วงระยะเวลาที่ควรทำการทดลองด้วย
2. ครูสามารถให้นักเรียนวิธีการที่ออกแบบการสร้างในข้อ 1 มาทำการทดลองสร้างจริงบนลานกว้าง

แผ่นแนวเงาสำหรับติดบนฟิวเจอร์บอร์ด



ใบความรู้ที่ 1: ข้อมูลเกี่ยวกับกำแพงเมืองเชียงใหม่

กำแพงเมืองเชียงใหม่

อาจารย์สุรชัย จงจิตงาม

ภาควิชาศิลปะไทย คณะวิจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พญามังราย (พ.ศ.1804-1854) ได้ทรงสร้างเมืองเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 1839 บนที่ราบลุ่มแม่น้ำอยู่ระหว่างดอยสุเทพ และแม่น้ำปิง เมืองเชียงใหม่มีแผนผังเป็นรูปสี่เหลี่ยมเกือบเป็นจัตุรัส มีคูน้ำล้อมรอบ โดยมีพระขางเมืองกษัตริย์พะเยา และพ่อขุนรามคำแหงกษัตริย์สุโขทัยพระสหายเป็นที่ปรึกษาในการสร้างเมือง ในระยะแรกคงเป็นกำแพงที่ก่อด้วยดิน ต่อมาได้มีการปรับปรุงเป็นกำแพงก่ออิฐในสมัยพญาแก้ว (พ.ศ. 2038-2068)

นอกจากนั้นแล้วยังมีกำแพงเมืองชั้นนอกที่สร้างโอบล้อมเมืองจากคูเมืองทิศตะวันตกเฉียงใต้ลงไปจรดคูเมืองด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปัจจุบันยังคงเหลือเป็นแนวของกำแพงดินให้เห็นได้ในบางส่วน

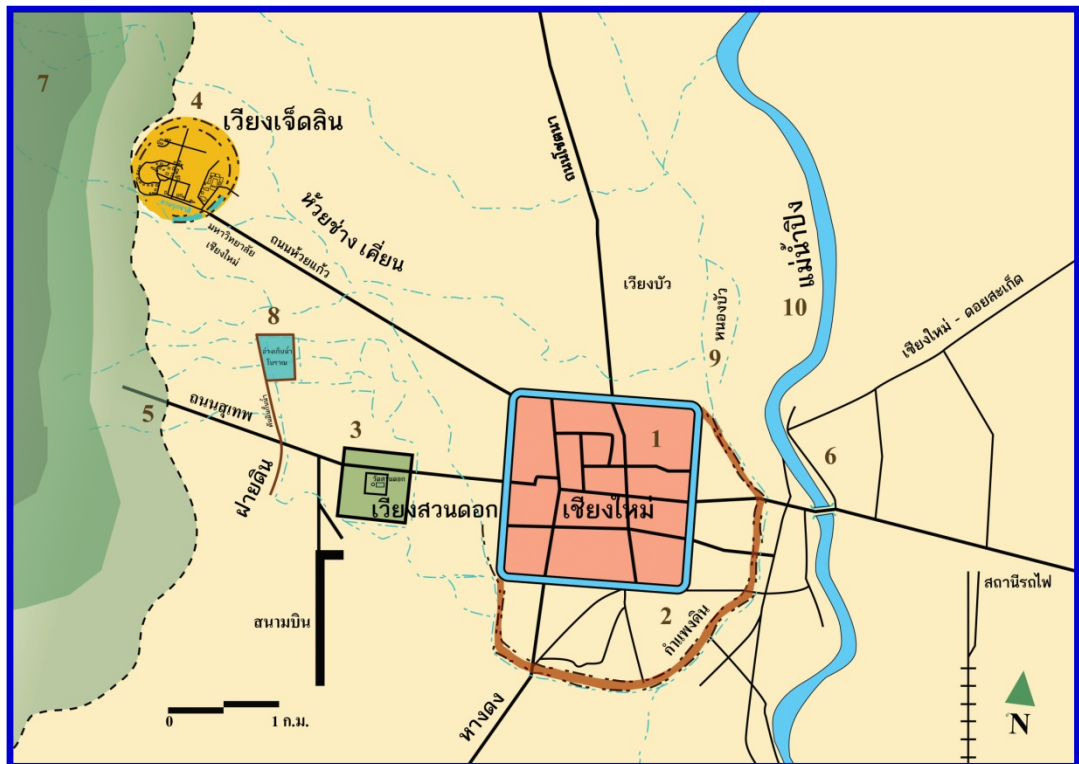
การสร้างเมืองเชียงใหม่แสดงถึงภูมิปัญญาในการวางผังเมืองที่เข้ากับสภาพแวดล้อม พญามังรายเลือกที่จะตั้งเมืองอยู่ใกล้ดอยสุเทพอันเป็นต้นป่าอันอุดมสมบูรณ์ โดยมีลำห้วยหลายสายจากบนดอยไหลลงสู่คูเมือง ก็ล้วนเป็นแหล่งน้ำหล่อเลี้ยงตัวเมืองได้เป็นอย่างดี การตั้งห่างจากแม่น้ำปิงออกมา ก็เพื่อหลีกเลี่ยงน้ำท่วม ดังที่เคยเกิดกับเวียงกุมกามที่ทรงสร้างประชิดแม่น้ำปิง อีกทั้งยังใช้แม่น้ำปิงเป็นเส้นทางคมนาคมกับบ้านเมืองทางตอนใต้ได้โดยสะดวกอีกด้วย

เมืองเชียงใหม่เป็นศูนย์กลางที่สำคัญของล้านนามาโดยตลอด โดยการใช้พื้นที่ของเมืองตั้งแต่สมัยโบราณมาจนกระทั่งเมื่อราวร้อยกว่าปีมานี้มีการแบ่งพื้นที่ใช้สอยของเมืองดังนี้

ในเขตคูเมืองสี่เหลี่ยมเป็นที่อยู่ของกษัตริย์และชนชั้นปกครอง รอบๆ นอกเมืองออกไปเป็นที่อยู่ของไพร่ โดยไพร่ชั้นดี อันได้แก่ช่างฝีมือจะตั้งบ้านเรือนอยู่ใกล้เมือง ส่วนชาวต่างชาติ เช่น ชาวจีน และตะวันตกจะตั้งบ้านเรือนอยู่นอกเมืองอีกฟากของแม่น้ำปิง



ภาพถ่ายเมืองเชียงใหม่ทางอากาศ เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2486 ยังเห็นได้ว่ารอบตัวเมือง
ยังคงเต็มไปด้วยทุ่งนา (ภาพ: หอจดหมายเหตุแห่งชาติ)



ภาพแผนผังเมืองเชียงใหม่

ผังเมืองเชียงใหม่ แสดงถึงภูมิปัญญาในการวางผังเมืองที่เข้ากับสภาพแวดล้อม และแสดงถึงกลุ่มคนต่างๆ ในการใช้พื้นที่ของเมือง (ภาพ: คัดแปลงจาก สรัสวดี อ๋องสกุล, ชุมชนโบราณในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน)

1. พื้นที่สี่เหลี่ยมภายในคูเมือง เป็นที่อยู่ของชนชั้นปกครอง
2. เป็นแนวกำแพงชั้นนอกที่โอบล้อมตัวเมืองเชียงใหม่บริเวณรอบคูเมืองเป็นที่อยู่ของช่างฝีมือ
3. เวียงสวนดอก สร้างโดยพญากือนา มีวัดสวนดอกเป็นศูนย์กลาง
4. เวียงเจ็ดลิน เป็นเมืองที่มีผังอยู่ในรูปทรงกลมมีคูน้ำล้อมรอบ
5. ทิศตะวันตกของเมืองคาคาว่า เป็นพื้นที่ของวัดในเขตธัญวาสี (วัดป่า)
6. พื้นที่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำปิงเป็นที่อยู่ของคนต่างชาติ เช่น คนจีน และตะวันตก
7. คอยสุเทพ พื้นที่ของป่าต้นน้ำ และแหล่งทรัพยากรของเมือง
8. อ่างเก็บน้ำและคันกั้นน้ำป้องกันน้ำหลากท่วมเมือง
9. หอนงบัว คือ พื้นที่รับน้ำเมื่อยามมีน้ำมากป้องกันน้ำท่วมเมือง
10. แม่น้ำปิง แหล่งทรัพยากรของเมือง และเส้นทางคมนาคม

ใบความรู้ที่ 2: นิยามและสมบัติของสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ

สี่เหลี่ยมมุมฉาก

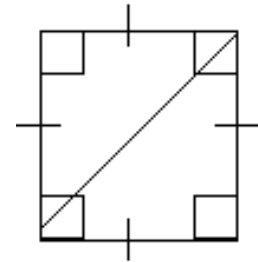
สี่เหลี่ยมมุมฉาก คือสี่เหลี่ยมชนิดหนึ่งที่มีมุมทั้งสี่เป็นมุมฉาก

สี่เหลี่ยมจัตุรัส

สี่เหลี่ยมจัตุรัส คือสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน

สมบัติ

1. มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน
2. มีมุมทุกมุมกาง 90 องศา
3. เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน
4. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกันและตัดกันเป็นมุมฉาก

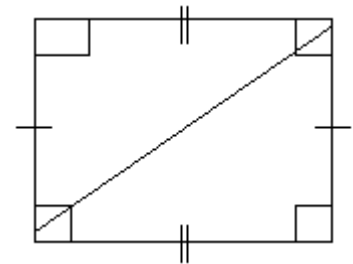


สี่เหลี่ยมผืนผ้า

สี่เหลี่ยมผืนผ้า คือสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ด้านที่ยาวกว่าจะถูกเรียกว่า ด้านยาว ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า และด้านที่สั้นกว่าจะถูกเรียกว่า ด้านกว้าง

สมบัติ

1. มีมุมทุกมุมกาง 90 องศา
2. มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน
3. เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน แต่ไม่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน
4. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

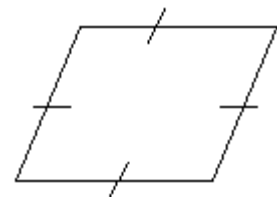


สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน และมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก

สมบัติ

1. มีด้านยาวเท่ากันหมดทุกด้านและด้านตรงข้ามขนาน
2. มุมตรงข้ามเท่ากัน
3. เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แต่แบ่งครึ่งซึ่งกันและกันและตัดกันเป็นมุมฉาก



กิจกรรม ศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน

โดย ดร.อดิชาติ เกตตะพันธุ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา
สนับสนุนโดยแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสธ.)
ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจภูมิปัญญาของบรรพบุรุษในการนำศาสนสถานมาใช้สร้างปฏิทิน
2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้แบบบูรณาการผ่านองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านี้เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำมาใช้อธิบายภูมิปัญญาของคนโบราณได้
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของบรรพบุรุษ และเกิดความรักและหวงแหนสิ่งที่อยู่ในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น
4. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

วัสดุอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-10 คน (ถ้ามีอุปกรณ์พอ ควรให้กลุ่มมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง)

1. ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือเครื่องวงกลมวัดมุม กลุ่มละ 2 อัน
2. ใบกิจกรรม กลุ่มละ 2 ใบ
3. ใบงานกลุ่มละ 2 ใบ
4. ไฟล์นำเสนอ (Power Point) เรื่อง “ศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน”
5. วีดิทัศน์ “คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่” (หากนักเรียนยังไม่เคยชมมาก่อน)

ไฟล์หมายเลข 4-5 สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com

การจัดกิจกรรม

ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมประมาณ 50 นาที ทั้งนี้ครูสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. อภิปรายก่อนเริ่มเรียนว่าเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้มีความน่าสนใจอย่างไร และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเรื่อง การสร้างปฏิทินโดยใช้ศาสนสถาน โดยใช้ไฟล์นำเสนอ หรือพิมพ์ข้อมูลแล้วนำเสนอสดหน้าห้องเรียน ก็ได้เช่นกัน (20 นาที) ในกรณีที่นักเรียนไม่เลขชมวีดิทัศน์ “คณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมือง เชียงใหม่” มาก่อน ครูสามารถเปิดวีดิทัศน์ความยาว 10 นาทีให้ชมเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจการขึ้นของพระอาทิตย์ในทิศตะวันตกได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 1: นักเรียนกำลังฟังคำอธิบายเรื่องการสร้างปฏิทินโดยใช้ศาสนสถาน

2. ทำกิจกรรมปฏิบัติการ โดยแจกใบกิจกรรมกลุ่มละ 2 ใบ ใบงานกลุ่มละ 2 ใบ ไม้โปรแทรกเตอร์กลุ่มละ 2 อัน และให้นักเรียนตอบคำถามในใบงาน ซึ่งนักเรียนต้องวัดมุมที่ทำกับทิศวันออกตามที่กำหนดใน ใบงาน หากนักเรียนไม่ทราบวิธีการวัดมุมด้วยไม้โปรแทรกเตอร์หรือทราบแต่จำไม่ได้ ควรสอนหรือ ทบทวนการใช้เป็นก่อนทำกิจกรรม (15 นาที)



รูปที่ 2-3: นักเรียนกำลังทำกิจกรรมปฏิบัติการ ทั้งการวัดมุม และอภิปรายคำตอบที่จะเขียนลงใบงาน

3. ให้นักเรียนส่งใบงานกลุ่มละ 1 ใบ พร้อมเฉลยเพื่อให้คะแนนนักเรียน (15 นาที)

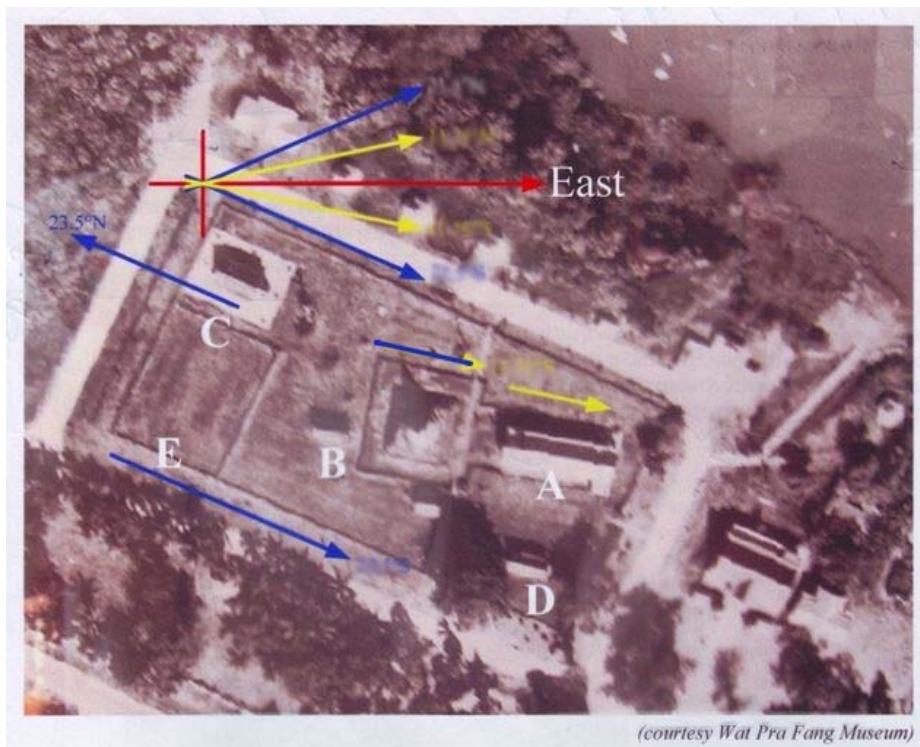
กิจกรรมต่อยอด

1. ให้นักเรียนใช้เข็มทิศวัดแนววิหาร อุโบสถ(โบสถ์) แนวกำแพงวัด ว่าทำมุมกับทิศตะวันออกกี่องศา
2. ให้นักเรียนเข้าไปวัดสังเกตว่าในวิหารหรือโบสถ์ของวัดที่นักเรียนรู้จักสามารถหามุมที่ทำกับทิศตะวันออก (23.5°N , 17.625°N , 11.75°N , 5.875°N , 0° , 5.875°S , 11.75°S , 17.625°S , 23.5°S) เช่นเดียวกับวัดพระยืนและวัดเชียงทอง ได้หรือไม่
3. ให้นักเรียนอภิปรายว่านักเรียนสามารถสร้างอาคารที่สามารถใช้ตรวจสอบฤดูกาลที่มีมุมตามที่กล่าวไว้ได้หรือไม่ ถ้าทำได้จะทำได้อย่างไร

ใบกิจกรรม “ศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน”

ในภาพเป็นถ่ายทางอากาศของวัดพระฝาง จังหวัดอุดรดิตถ์ เราจะเห็นว่า แนวกำแพงของวัด ไม่ขนานกับ แนวยาวของวิหาร(A)และแนวข้างของเจดีย์อย่างชัดเจน จงใช้ไม้โปรแทรกเตอร์หาว่า

- ก) แนวกำแพงวัดพระฝางทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก
- ข) แนวยาวของวิหาร(A)และแนวข้างของเจดีย์ทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก



ที่มา: ภาพจากหนังสือ ข้อมูลและภาพจากหนังสือ “งานวิจัยจากข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับข้อขัดแย้ง เรื่องการเป็นหรือไม่เป็นปौरภิกมาศของปฏิทินจันทรคติไทย ปี พ.ศ.2555” โดย รศ.สมัย ยอดอินทร์ และคณะ

ใบงาน “กิจกรรมศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน”

1. กำแพงวัดพระฝางทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก _____
2. แนวยาวของวิหาร และแนวข้างของเจดีย์ วัดพระฝาง ทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก _____
3. นักเรียนคิดว่ามุมของแนวกำแพงและแนวเจดีย์(หรือวิหาร)ที่วัดพระฝางมีค่าแตกต่างกันมากเป็นความบังเอิญหรือไม่ ทำไมจึงคิดเช่นนั้น

4. ในปฏิทินจันทรคติเราจะมีเดือน 8 สองหนในบางปี หากเราไม่เดือน 8 เลยจะเกิดอะไรขึ้น

5. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นเหตุผลที่ทำให้วัดต่างๆ จึงมีการเล็งมุมกับทิศตะวันออกหลายมุม (มากกว่าแค่มุม ทิศตะวันออก มุม 23.5 N และ มุม 23.5 S)

6. นักเรียนได้แก่งคิดหรือมุมมองอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 1 ข้อ)

เฉลยใบงาน “กิจกรรมศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน”

1. กำแพงวัดพระฝางทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก

คำตอบที่วัดได้คือ 22.5° S แม้จะต่างจากที่ รศ.สมัยวัดได้ 23.5° S แต่ก็ถือว่ายังอยู่ในช่วงที่รับได้ หากนักเรียนได้ค่าต่างออกไปจาก 22.5° S บ้างก็ไม่ต้องกังวล เพราะเรานั้นที่ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นหลัก และให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างปฏิทินโบราณ

2. แนวยาวของวิหาร และแนวข้างของเจดีย์ วัดพระฝาง ทำมุมกี่องศากับทิศตะวันออก

คำตอบที่ได้คือ 12° S (แนวยาวของวิหาร และแนวข้างของเจดีย์ขนานกัน จึงวัดแค่เส้นหนึ่งก็พอ) ซึ่งต่างจากที่ รศ.สมัย และคณะวัดได้ 11.75° S ไม่มากนัก (เครื่องมือที่เรากับนักเรียนไม่สามารถใช้วัดมุมละเอียดขนาดทศนิยม 2 ตำแหน่ง) สำหรับวิธีการวัดมุมนั้นทำได้โดยการต่อเส้นในทิศตะวันออก และเส้นในแนวยาวของวิหารออกไปจนตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง จากนั้นจึงวัดมุมที่ต้องการได้ 12°)

3. นักเรียนคิดว่า การที่มุมของแนวกำแพงและแนวเจดีย์ (หรือวิหาร) ที่วัดพระฝางมีค่าแตกต่างกันมากเป็นความบังเอิญหรือไม่ ทำไมจึงคิดเช่นนั้น

บางคนคิดว่าคนสร้างสร้างไม่ดีจึงทำให้มุมที่ได้ไม่เท่ากับ (นั่นคือไม่ขนาดกันนั่นเอง) แต่จากการสังเกตเราจะเห็นว่ามุมที่ได้ต่างกันมากจนคนที่สร้างต้องสังเกตเห็นแน่ชัด ดังนั้นผู้สร้างจึงน่าจะตั้งใจสร้าง และยิ่งมานำมาเทียบกับการวัดมุมที่เกิดขึ้นว่าตรงกับมุมที่พบในวัดต่างๆ ในเขตสุวรรณภูมิ เช่น วัดเชียงทอง หลวงพระบาง และวัดพระยืน จ.ลำพูน เป็นต้น ยิ่งทำให้เรามั่นใจมากขึ้นไปอีกว่ามีความตั้งใจในการสร้างวัดให้ได้มุมเหล่านี้

4. ในปฏิทินจันทรคติเราจะมีการเต็มเดือน 8 สองหนในบางปี หากเราไม่เต็มเดือน 8 เลยจะเกิดอะไรขึ้น

ถ้าไม่เต็มเดือน 8 เลย ปฏิทินจันทรคติในสุวรรณภูมิจะช้ากว่าฤดูกาลไปปีละ 11 วัน ถ้าสะสมความผิดพลาดเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ฤดูกาลกับปฏิทินก็ไม่สอดคล้องกัน ทำให้ไม่สามารถวางแผนการเพาะปลูกได้ ซึ่งทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหายได้

5. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นเหตุผลที่ทำให้วัดต่างๆ จึงมีการเล็งมุมกับทิศตะวันออกหลายมุม (มากกว่าแค่มุมทิศตะวันออก มุม 23.5° N และ มุม 23.5° S)

การที่เรามีการเช็กหลายมุม ทำให้รู้ได้ว่าล่วงหน้าขึ้นว่าปีใดต้องเพิ่มเดือนหรือเต็มเดือน 8 สองหน ทำให้มีการวางแผนในการปรับปฏิทินหรือการนัดหมายได้ดียิ่งขึ้นด้วย

6. นักเรียนได้แ่ก่คิดหรือมมมมมมอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 1 ข้อ)

ข้อนี้เน้นเปิดกว้างทางความคิดให้นักเรียน ถ้าเราเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในเรื่องที่น่าสนใจบ่อยๆ เรามักจะพบว่านักเรียนหลายคนก็มีความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและน่าสนใจไม่น้อย ทั้งนี้เมื่อนักเรียนบางคนมีแ่ก่คิดหรือมมมมมมที่น่าสนใจ เราก็ต้องเสริมแรงบวก เช่น ให้คำชม ให้นักเรียนทั้งห้องปรบมือให้ ให้คะแนนเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนี้ หรือให้ของรางวัล จะทำให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

กิจกรรม นักปักยี่วิทยาน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์

โดย ดร.อติชาต เกตตะพันธุ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้านนา

สนับสนุนโดยแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสธ.)

ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการคูณเบื้องต้น และสามารถสืบค้นหาชื่อนกที่พบในอุโมงค์ ณ วัดอุโมงค์ (สวนพุทธธรรม) จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้แบบบูรณาการผ่านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำมาอธิบายเรื่องราวในท้องถิ่นได้
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของบรรพบุรุษ และเกิดความรักและหวงแหนสิ่งที่อยู่ในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น
4. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

วัสดุอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-10 คน (ถ้ามีอุปกรณ์พอ ควรให้กลุ่มมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อให้ นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง)

1. ใบงานกลุ่มละ 1 ใบ
2. หนังสือ “คู่มือมือคูณ หอมบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย” จำนวนกลุ่มละ 1 เล่ม (หากไม่มีงบประมาณ อาจจัดหาหนังสือมา 1 เล่มและให้ถ่ายเอกสารสีเฉพาะบางหน้าที่นำมาใช้ทำกิจกรรมให้กลุ่มละ 1-2 ชุด)
3. วีดิทัศน์ “จิตรกรรมวัดอุโมงค์อันล้ำค่าแห่งล้านนา”
4. ไฟล์นำเสนอ (Power Point) เรื่อง “นักปักยี่วิทยาน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์”

ไฟล์ในข้อ 3-4 สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com

การจัดกิจกรรม

ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมประมาณ 50 นาที ทั้งนี้ครูสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. อภิปรายก่อนเริ่มเรียนว่าเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้มีความน่าสนใจอย่างไร และ อธิบายความสำคัญและความน่าสนใจเกี่ยวกับวัตถุโมงค์ และการนำวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นมาช่วยในการศึกษาวิจัย โดยใช้ไฟล์นำเสนอ (Power Point) หน้า 1-16 ทั้งนี้ครูสามารถอ่านประวัติเกี่ยวกับวัตถุโมงค์ได้จากใบความรู้ที่ 1 (15 นาที)



รูปที่ 1: นักเรียนกำลังฟังคำอธิบายเรื่องการนำวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นมาช่วยในการศึกษาวิจัยที่วัตถุโมงค์

2. เปิดวิดีโอทัศน์ “จิตรกรรมวัตถุโมงค์อันล้ำค่าแห่งล้านนา” (5 นาที)
3. เริ่มทำกิจกรรมปฏิบัติการ โดยแจกคู่มือคุณเล่มจริง(หรือที่ถ่ายเอกสารสีก็ได้) กลุ่มละ 1-2 ชุด พร้อมสอนวิธีการใช้คู่มือคุณ และทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้ลองหาคำตัวอย่าง 2 ชนิดด้วยตนเอง นำเสนอโดยใช้ไฟล์นำเสนอ หน้า 19-20 (8 นาที)
4. แจกใบงานและให้นักเรียนใช้คู่มือคุณช่วยหาชื่อนกแต่ละตัวที่วัตถุโมงค์ แล้วเขียนลงในใบงาน รวมถึงตอบคำถามในใบงานให้หมด ในช่วงนี้ครูสามารถนำเสนอโดยใช้ไฟล์นำเสนอ หน้า 21-24 (15 นาที)
5. ให้นักเรียนส่งใบงานให้ครูกลุ่มละ 1 ใบ และครูเฉลยเพื่อให้คะแนนนักเรียน ครูสามารถนำเสนอเฉลยเรื่องชื่อนกโดยใช้ไฟล์นำเสนอ หน้า 25-28 (7 นาที)



รูปที่ 2-3: นักเรียนกำลังทำกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อหาชื่อนกในอุโมงค์และตอบคำถามในใบงาน

กิจกรรมต่อยอด

1. ให้นักเรียนอภิปรายเป็นกลุ่มว่าทำไมนกยูงในอุโมงค์จึงเป็นสัตว์ต่างจากเครื่องถ้วยเงินซึ่งมีนกเพศผู้สลับกับเพศเมียเสมอ
2. ครูสามารถหาภาพนกจากเว็บไซต์ต่างๆ ซึ่งครูรู้ชื่อนกเหล่านั้นชัดเจน จากนั้นก็นำเฉพาะภาพนกมาแสดงให้นักเรียนดู และให้นักเรียนแข่งขันกันหาชื่อนกโดยใช้คู่มือดูนก
- 3.พานักเรียนไปชมนกจริงในธรรมชาติ และให้ใช้คู่มือดูนกเพื่อหาชื่อนกที่พบ (การจัดกิจกรรมนี้ควรมีกล้องส่องทางไกล หรือกล้องดูนกด้วย)

ใบความรู้ที่ 1: ประวัติวัดอโงมค์(พุทธธรรม)

ประวัติวัดอโงมค์

วัดอโงมค์เถรจันทร์ หรือวัดอโงมค์(สวนพุทธธรรม) เป็นวัดที่ตั้งอยู่บริเวณเชิงดอยสุเทพ ทางทิศใต้ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ตั้งอยู่ในซอยหลังมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นวัดที่ปัจจุบันตั้งอยู่ในชุมชนที่มีประชาชนอาศัยอย่างหนาแน่น และมีหอพักนักศึกษาอยู่บริเวณใกล้เคียง



วัดจำนวนมาก บางท่านอาจรู้จักในนามวัดอโงมค์สวนพุทธธรรม ชื่อนี้เป็นการนำชื่อสองชื่อมารวมกันชื่อแรก คือ “วัดอโงมค์” หรือ “วัดอโงมค์เถรจันทร์” เป็นชื่อเรียกวัดเก่าแก่ที่พระเจ้ากือนาธรรมิกราชทรงสร้างขึ้น เพื่อถวายพระมหาเถรจันทร์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในพระไตรปิฎกพำนักจำพรรษาในวัดแห่งนี้ ส่วนชื่อที่ 2 คือ “วัดอโงมค์สวนพุทธธรรม”เป็นชื่อใหม่ที่กฤษฎาภยวันนทะ ประธานสงฆ์วัดอโงมค์ในช่วง พ.ศ. 2492 - พ.ศ. 2509 ตั้งขึ้นเพื่อเรียกสถาปนาป่าฝืนใหญ่ที่ปกคลุมวัดร้างโบราณ ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 150 ไร่ เป็นที่อยู่ของภิกษุสามเณร อุบาสก อุบาสิกา และผู้แสวงหาความสงบ รวมเอาวัดไผ่ 11 กอ (วัดเวฬุภักฐาราม) และวัดอีก 4 วัด ที่อยู่ใกล้ ๆ เอาไว้ ด้วย ซึ่งก็คืออาณาบริเวณวัดอโงมค์ที่รู้จักกันทุกวันนี้เอง



ประวัติวัดอโงมค์ มีหลักฐานทางด้านตำนานไม่ค่อยชัดเจนนัก จึงต้องใช้หลักฐานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดีในการศึกษาค้นคว้าประวัติศาสตร์วัดอโงมค์ด้วย ประวัติวัดอโงมค์ที่จะกล่าวถึงนี้เป็นประวัติตามตำนานปัญหาเถรจันทร์ ซึ่งตามธรรมเนียมไทยในกษัตริย์ไทยสมัยโบราณที่จะขึ้นครองราชสมบัติ จะต้องสร้างบ้านเมือง พระราชวัง รวมทั้งวัดประจำราชการ เพื่อเป็นการแสดงว่ากษัตริย์มีความสนใจด้านการเมืองการปกครอง รวมทั้งทำนุบำรุงศาสนา และมีความสนใจในด้านศาสนา ตามหลักฐานทางประวัติศาสตร์ พระเจ้ามังรายมหาราชปฐมกษัตริย์แห่งราชวงศ์มังรายได้ทรงสร้างอาณาจักรล้านนาร่วมกับพระสหาย 2 พระองค์ คือ พระเจ้า

รามคำแหงมหาราช เจ้าผู้ครองนครสุโขทัย และพระเจ้าจำเมือง เจ้าผู้ครองนครพะเยา มาสร้างเมืองที่เวียงเหล็ก (บริเวณวัดเชียงมั่นในปัจจุบัน) และได้ตั้งนามเมืองใหม่ว่า "เมืองนพบุรี ศรีนครพิงค์ เชียงใหม่" หลังจากที่พระองค์ทรงสร้างเมืองและพระราชวังเสร็จแล้วพระองค์ทรงทำนุบำรุงพุทธศาสนาทรงสร้างวัด เช่น วัดเชียงมั่น วัดแก้วถ้ำ และวัดไผ่ 11 กอ (วัดเวฬุภักฐาราม) เป็นต้น วัดเวฬุภักฐาราม (วัดไผ่ 11กอ) เป็นวัดที่สร้างขึ้นเพื่อให้พระสงฆ์จากลังกามาจำพรรษา และสร้างขึ้นเพื่อเป็นอนุสรณ์ในการนำพุทธศาสนาจากลังกามาเผยแผ่ในอาณาจักรล้านนาเป็นครั้งแรกด้วย โดยพระองค์โปรดให้พระมหากัสสปะ เป็นผู้วางแผนผังวัดออกเป็นสัดส่วน โดยจัดเป็นเขตพุทธวาส (สถานที่เกี่ยวกับพระพุทธเจ้า เช่น เจดีย์ อุโบสถ) และสังฆาวาส พระเจดีย์ที่สร้างขึ้นในวัดไผ่ 11 กอ เป็นเจดีย์ที่ได้รับอิทธิพลจากศิลปะลังกา เป็นเจดีย์ทรงระฆังคว่ำ (มีขนาดเล็กกว่าพระเจดีย์องค์ปัจจุบันในวัดอุโมงค์) เมื่อวัดถูกสร้างเรียบร้อยแล้วพระองค์โปรดให้เฉลิมฉลองและตั้งชื่อว่า วัดเวฬุภักฐาราม (วัดไผ่ 11 กอ) และพระองค์ทรงนิมนต์คณะสงฆ์ลังกามาจำพรรษา และเผยแผ่พระพุทธศาสนาในล้านนา พระสงฆ์ในวัดเวฬุภักฐาราม เป็นที่ศรัทธาและเลื่อมใสของกษัตริย์พระบรมวงศานุวงศ์ รวมทั้งประชาชน เนื่องจากพระสงฆ์จากลังกาที่มาจำพรรษาในวัดนี้มีความรู้ในธรรมวินัยดี มีความสามารถมากในการแสดงธรรม และมีความประพฤติที่เคร่งครัดในระเบียบวินัยมากกว่าพระสงฆ์อื่น ๆ

หลังจากพระเจ้ามังรายสวรรคต พุทธศาสนาในอาณาจักรก็เริ่มเสื่อมลง เนื่องจากเกิดการแย่งชิงราชสมบัติในเชื้อพระวงศ์ ครั้นถึงรัชสมัยพระเจ้าผายู พุทธศาสนาในล้านนาก็เจริญขึ้นอีกครั้ง พระองค์ทรงทำนุบำรุงศาสนาและเลื่อมใสในพุทธศาสนาเป็นอันมาก หลังจากพระเจ้าผายูสวรรคตแล้ว เหล่าเสนามาตย์ทั้งหลายได้ไปอันเชิญเจ้าท้าวเกื่อนา จากเมืองเชียงแสน มาราชาภิเษกเป็นกษัตริย์องค์ที่ 9 ของราชวงศ์มังราย ทรงพระนามว่า "พระเจ้ายี่นาธรรมิกราช" พระองค์ทรงทำนุบำรุงศาสนาและ



โปรดให้บูรณะวัดเวฬุภักฐาราม โดยโปรดให้ซ่อมแซมองค์พระเจดีย์องค์เดิม โดยให้พอกปูนซ่อมแซมพระเจดีย์แต่ให้มีทรวดทรงของพระเจดีย์องค์เดิมอยู่ เมื่อซ่อมแซมพระเจดีย์เสร็จ ทรงโปรดให้สร้างอุโมงค์ขนาดใหญ่อยู่ทางทิศเหนือของพระเจดีย์ มีทางเดินภายในอุโมงค์ 4 ช่อง แต่ละช่องมีทางเดินติดต่อกันได้ และผนังภายในอุโมงค์มีการเจาะช่องสำหรับจุดประทีปให้สว่างเป็นระยะ ภายในอุโมงค์มีภาพจิตรกรรมอยู่บริเวณเพดานโค้ง เป็นลวดลายจิตรกรรมที่ได้รับอิทธิพลจากศิลปะจีนและพม่า สีที่

ปรากฏในงานจิตรกรรมเป็นสีแดงชาด เป็นจิตรกรรมที่มีความงดงามและประณีตมาก สาเหตุที่พระเจ้ากือนาธรรมิกราชทรงโปรดให้สร้างอุโมงค์ขึ้น เนื่องจากพระองค์ทรงเลื่อมใสพระสงฆ์ล้านนารูปหนึ่งมาก ที่มีนามว่า "พระมหาเถรจันทร์" หรือ "ท่านเถรจันทร์" ท่านมีประวัติราว ๆ ดังนี้ ท่านได้บวชเป็นสามเณรในหมู่บ้านที่เกิด พออายุได้ 17 ปี ก็ได้เข้าไปอยู่ในเมืองเชียงใหม่และได้อุปสมบทเป็นพระภิกษุในเมืองเชียงใหม่ ท่านคงจะมีอายุประมาณ 20 ปี ท่านได้ขึ้นไปพำนักบนดอยสุเทพ และได้พบกับนางเทพธิดาองค์หนึ่ง ซึ่งมีรูปโฉมงามมาก และถามท่านว่า เหตุใดท่านจึงสวดมนต์อยู่ที่นี่ ท่านก็ตอบว่า เราใคร่มีปัญญาธรรม นางจึงถามต่อไปว่า หากท่านได้สติปัญญาสามารถเรียนธรรมดังกล่าว นั้นแล้ว ท่านจะลาสิกขาไปหรือไม่ เมื่อท่านตอบว่าไม่สิกขา นางจึงมอบสิ่งหนึ่งถวาย เมื่อท่านเถรจันทร์รับของสิ่งนั้นจากนางเทพธิดา แต่ผลอจจับปลายนิ้วมือของนาง นางจึงสาปท่านว่า "ท่านจงหาสติไม่ได้แล" เมื่อท่านเถรจันทร์กลับมาอยู่ในหมู่บ้านที่ท่านอาศัยอยู่ จึงได้ศึกษาพระคัมภีร์พุทธศาสนาจนแตกฉาน และมีชื่อเสียงอย่างแพร่หลาย แต่ท่านมักขาดสติในการกระทำสิ่งต่าง ๆ และชอบเร่ร่อนอาศัยอยู่ในป่า พระเจ้ากือนาธรรมิกราชจึงมีพระประสงค์ให้พระมหาเถรจันทร์ หรือ ท่านเถรจันทร์ พำนักเป็นหลักแหล่ง พระองค์จึงเชิญพระมหาเถรจันทร์มาพำนักและจำวัดอยู่ในวัดอุโมงค์ที่พระองค์ทรงสร้างขึ้นเพื่อถวายพระเถรจันทร์ วัดนี้จึงได้ชื่อว่าวัดอุโมงค์เถรจันทร์ เรียกตามชื่อของพระมหาเถรจันทร์ วัดอุโมงค์เถรจันทร์ถูกทิ้งให้รกร้างในสมัยใดไม่มีหลักฐานแน่ชัดจนกระทั่งใน พ.ศ.2491 เป็นต้นมา นายชื่นลีโรรสกับมิตรสหายได้พากันมาแผ้วถางป่า และบูรณะซ่อมแซมกำแพงที่หักพัง ก่อนที่นายชื่นและพวกจะเข้ามาแผ้วถางป่า สถานที่แห่งนี้ถูกทิ้งให้รกร้างมีต้นไม้ปกคลุมจำนวนมากที่พื้นอุโมงค์มีดินและทรายจับหนาราว 80-100 ซม. ในครั้งนั้นหากจะเข้าไปในอุโมงค์ก็ต้องก้มคานเข้าไป ในระหว่างที่ทำการบูรณปฏิสังขรณ์อุโมงค์ในคราวนั้นได้ขุดทรายและดินที่ทับถมอยู่ในอุโมงค์ออก ซึ่งไม่มีใครทราบมาก่อนว่าบนผนังอุโมงค์มีภาพเขียนอยู่ จึงได้ทำให้ภาพเขียนส่วนหนึ่งของอุโมงค์ถูกขุดลอกไปด้วย

สิ่งที่น่าสนใจภายในวัดอุโมงค์ ได้แก่ พระเจดีย์ทรงระฆังคว่ำ ที่พระเจ้ากือนาทรงโปรดให้บูรณะขึ้น นักท่องเที่ยวสามารถขึ้นไปสักการะได้ หลักศิลาจารึกการบูรณะซ่อมแซมวัดอุโมงค์ที่คณะพุทธนิคมได้จัดทำขึ้น ตั้งอยู่บริเวณหน้าอุโมงค์ เสาหินอโศกจำลองตั้งอยู่บริเวณหน้าอุโมงค์ พิพิธภัณฑสถานแห่งอยู่บริเวณหน้าอุโมงค์แสดงเศียรพระพุทธรูปที่ชำรุด โรงภาพปริศนาธรรมเป็นสถานที่แสดงภาพที่แปลคำสอนทางพุทธศาสนา มีประชาชนให้ความสนใจเข้าชมจำนวนมาก หอสมุดธรรมโฆษ ชั้นบนเป็นพิพิธภัณฑสถานและให้บริการยืมเทพธรรมะ ชั้นล่างทำเป็นห้องสมุดบริการแก่ประชาชนทั่วไป เปิด

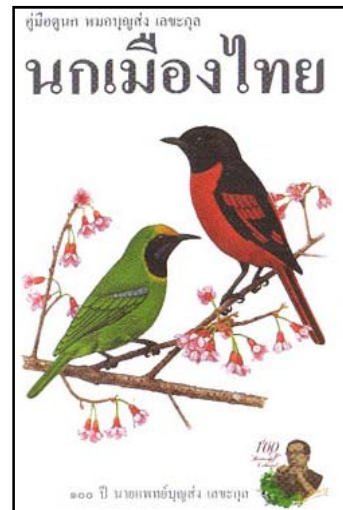
ทุกวันยกเว้นวันพระ และวันหยุดประจำปี สระน้ำภายในวัดอุโมงค์มีสัตว์ เช่น ปลา เต่า นัก
นักท่องเที่ยวสามารถให้อาหารสัตว์ และสามารถซื้ออาหารสัตว์ภายในบริเวณวัดได้ และสิ่งที่น่าสนใจ
มากที่สุดคือ ภาพจิตรกรรมในอุโมงค์ซึ่งมีความเก่าแก่และมีคุณค่าทางด้านศิลปะ ประวัติศาสตร์มาก

ปัจจุบันวัดอุโมงค์เถรจันทร์เป็นส่วนหนึ่งของวัดอุโมงค์สวนพุทธธรรม ประชาชนนิยมเรียกสั้นๆ
ว่า วัดอุโมงค์ ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางพุทธศาสนา มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติให้
ความสนใจวัดอุโมงค์เป็นอันมาก

ที่มา: <http://www.umongpainting.com/> โดย ปิยะรัตน์ โกมาศ เรียบเรียงจาก ประวัติวัดอุโมงค์ สวน
พุทธธรรม. เชียงใหม่ : พุทธนิคม, 2535. โดยย่อความ และรักษาสำนวน และเนื้อหาตามต้นฉบับเดิมไว้

ใบความรู้ที่ 2: แนะนำการใช้คู่มือดูนก

ในกิจกรรมนี้จะฝึกให้นักเรียนหาชื่อนกโดยใช้คู่มือดูนก ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้ทางชีววิทยาที่ดี ทำให้นักเรียนได้รู้จักนกดีขึ้น ซึ่งได้เน้นการสังเกต และการทำงานเป็นทีม ผ่านการเรียนรู้ที่ลงมือปฏิบัติจริงอีกด้วย ก่อนที่ครูจะให้นักเรียนหาชื่อนกทั้ง 4 ตัวที่พบในกิจกรรมผาผนังวัดอุโมงค์ เราจะสอนวิธีการใช้คู่มือดูนกก่อน โดยเราใช้หนังสือ คู่มือดูนก หมอบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย ซึ่งตีพิมพ์ครั้งที่ 1 ปี พ.ศ. 2550 (อย่างไรก็ตาม ครูสามารถใช้หนังสือคู่มือดูนกเล่มอื่นหรือพิมพ์ครั้งที่อื่นได้ แต่ต้องศึกษาวิธีการใช้หนังสือนั้นก่อน)



ในหนังสือใช้หนังสือคู่มือดูนกเล่มดังกล่าว ครูต้องอธิบายการใช้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเปิดปกหน้าของหนังสือ แล้วจะพบภาพนกจำนวนมากดังภาพด้านล่าง เมื่อเราต้องการหานกตัวใด ก็ให้นำภาพนกนั้นมาเทียบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับนกตัวใดที่เห็นในภาพมากที่สุด โดยให้นักเรียนเทียบดูคร่าวๆ ทั้งลักษณะรูปร่าง ปาก หัว ปีก และหาง เป็นต้น เมื่อหาได้แล้วให้ดูเลขหน้าด้านล่างตัวนก



2. ให้เปิดหนังสือไปหน้าที่ตรงกับเลขหน้าที่ได้จากข้อ 1 จากนั้นให้มองห่านกว่านกที่ต้องการหานั้นใกล้เคียงกับนกตัวใดในหนังสือมากที่สุด และเป็นนกตัวผู้หรือตัวเมีย

(ในการหากรางตัวอาจจะต้องเปิดดูนกหน้าถัดไป 1-8 หน้า เนื่องจากนกบางกลุ่มมี นกที่ลักษณะใกล้เคียงกันจำนวนมาก ทั้งนี้ภาพนกแต่ละชนิดจะมีขีดเส้นตรงที่แสดง ให้ผู้อ่านเห็นถึงจุดเด่นของนกชนิดนั้นที่ต่างจากนกอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ข้อมูล รายละเอียดคนด้านซ้ายมือสามารถช่วยในการหากรางได้ด้วย และทำให้เรารู้จักนกชนิด นั้นดีขึ้นอีกด้วย) มีความเป็นไปได้ที่ในบางครั้งจะระบุได้ไม่ชัดเจนว่าเป็นนกตัวไหน แน่เพราะข้อมูลที่ได้อาจจะไม่ครบถ้วน เช่น ภาพวาดจากจิตรกรรมฝาผนังโบราณ

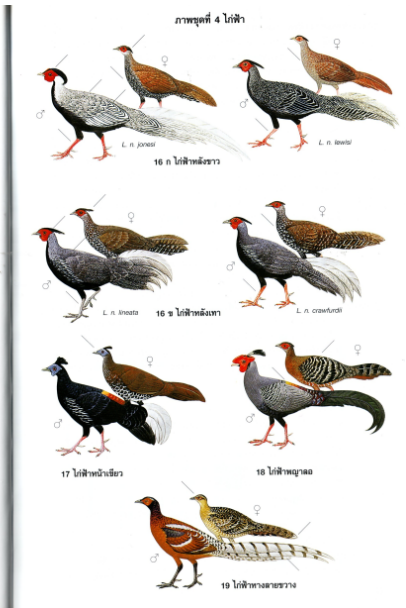
16 ก ไก่ฟ้าสีเทา Silver Pheasant : *Lophura nympha* ♂ 120-127 ♀ 66-71
 ตัวผู้ : ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า

16 ข ไก่ฟ้าสีเทา
 ตัวผู้ : ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า

17 ไก่ฟ้าสีเทา Chinese Pheasant : *Lophura ignita* ♂ 60-73.5 ♀ 56-69
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า

18 ไก่ฟ้าสยาม Siamese Fireback : *Lophura diardi* ♂ 70-80 ♀ 53-60
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า

19 ไก่ฟ้าสยาม Mrs. Harmer's Pheasant : *Symyxia harmeri* ♂ 90 ♀ 60
 ชนิดย่อย *johns* ไก่ฟ้าสีเทา หางยาวสีดำปกคลุมอก ใบหน้าสีแดง ลำตัว สีเทาเข้มบริเวณคอและอกและลำตัวสีดำ ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางยาวสีเทา และสีเทาเข้ม ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า ลำตัวด้านข้างสีน้ำตาล หางสั้นกว่า



3. ให้นักเรียนลองหากรางด้วยกัน โดยครูเปิดไฟล์นำเสนอ หน้าทดสอบการใช้คู่มือดูนก ตัวที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งเราจะได้ว่าเฉลยคือ ไก่ฟ้าหางลายขวางเพศผู้และเพศเมีย (ในหน้า 39) และ นกเขาขาวที่ระบุเพศไม่ได้(ในหน้า 125) ตามลำดับ

เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการใช้คู่มือดูนกแล้ว ต่อไปก็ให้นักเรียนหาชื่อนกในจิตรกรรมวัดคูโอมงค์ 4 ตัว โดยระบุชื่อนกให้ชัดเจนที่สุดเท่าที่จะทำได้

หากครูต้องการถ่ายเอกสารคู่มือดูนกที่กล่าวมา ตัวอย่างของหน้าของหนังสือที่ครูอาจถ่าย เอกสารให้นักเรียน ก็คือ ด้านในของปกหน้า(ดังภาพบน) และหน้า 38-41, 100-103, 124-125, 218-221 และ 228-231

เอกสารอ้างอิง

จารุจินต์ นภีตะภักฎ, กานต์ เลาชะกุล และวัชระ สวงวนสมบัติ 2550, คู่มือดูนก หมอบุณยต์ง เลขะกุล นก เมืองไทย, กรุงเทพฯ : คณะบุคคล นายแพทย์บุญยต์ง เลขะกุล.

ใบงาน “กิจกรรมนักปักยี่วิธาน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์”

1. นกตัวที่ 1 คือ นก _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____
2. นกตัวที่ 2 คือ นก _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____
3. นกตัวที่ 3 คือ นก _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____
4. นกตัวที่ 4 คือ นก _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____
5. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่านกแต่ละชนิดในอุโมงค์ เป็นนกที่อยู่ในเมืองไทย อยู่ในเมืองจีน หรืออยู่ในทั้งสองประเทศ เราจะมีวิธีหาคำตอบได้อย่างไรบ้าง

6. ภาพในอุโมงค์มีลักษณะแบบ Wall Paper (นั่นคือมีลักษณะภาพซ้ำไปมาโดยแต่ละภาพที่ซ้ำกันมีระยะห่างที่เท่ากันชัดเจน) แม้ภาพบางส่วนจะพังไปมากแล้ว เรายังสามารถคำนวณหาจำนวนนกทั้งหมดในอุโมงค์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

7. นักเรียนได้แก่งคิดหรือมูมมองอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 1 ข้อ)

เฉลยใบงาน “กิจกรรมนักปักยี่วิธาน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์”

1. นกตัวที่ 1 คือ นก _____ แก้ว _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____ ระบุไม่ได้ _____
(หากตอบนกในตระกูลนกแก้วหน้า 103 ก็ให้คะแนนเต็มหมด)
2. นกตัวที่ 2 คือ นก _____ ยุง _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____ ผู้ _____
(หน้า 41)
3. นกตัวที่ 3 คือ นก _____ กระสา _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____ ระบุไม่ได้ _____
(หากตอบชื่อนกกระสาไม่ว่าพันธุ์ไหน ในหน้า 229 และ 231 ก็ให้คะแนนเต็มหมด)
4. นกตัวที่ 4 คือ นก _____ ฟีนิกซ์จีน _____ เพศ(ถ้าระบุได้) _____ ระบุไม่ได้ _____
(หาไม่มีในคู่มือคุณ เพราะฟีนิกซ์จีนในภาพเป็นนกในตำนานของจีน บางทีก็เรียกกันสั้นๆ ว่า ฟีนิกซ์ อย่างไรก็ตามเรื่องราวเกี่ยวกับฟีนิกซ์ยังพบอยู่ในตำนานหลายชาติ แต่ฟีนิกซ์ในตำนานของ ตะวันตกจะแตกต่างออกไปจากฟีนิกซ์จีน)

หมายเหตุ: เฉลยชื่อนกข้างต้น ได้ผ่านการวินิจฉัยเบื้องต้นจากนักปักยี่วิธานมาแล้ว

5. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่านกแต่ละชนิดในอุโมงค์ เป็นนกที่อยู่ในเมืองไทย อยู่ในเมืองจีน หรืออยู่ในทั้งสองประเทศ เราจะมีวิธีหาคำตอบได้อย่างไรบ้าง
เราจะต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเรื่องนกหรือนักปักยี่วิธานจากทั้งนกในเมืองจีนและเมืองไทย เพื่อตรวจสอบว่านกที่พบใกล้เคียงกับชนิดใดมากกว่ากัน ก็อาจเป็นไปได้ที่นกบางชนิดจะเป็นนกเฉพาะถิ่นหรืออาจเป็นนกที่พบในทั้งสองประเทศก็ได้
6. ภาพในอุโมงค์มีลักษณะแบบ Wall Paper (นั่นคือมีลักษณะภาพซ้ำไปมาโดยแต่ละภาพที่ซ้ำกันมีระยะห่างที่เท่ากันชัดเจน) แม้ภาพบางส่วนจะพังไปมากแล้ว เรายังสามารถคำนวณหาจำนวนนกทั้งหมดในอุโมงค์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
เนื่องจากระยะห่างระหว่างภาพเท่ากันชัดเจน และเราก็ได้พบภาพบางส่วนในหลายจุดของอุโมงค์แล้ว ดังนั้น เราจึงสามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์คำนวณหาจำนวนนกได้ไม่ยาก ซึ่งเป็นโจทย์แบบเดียวกับโจทย์ข้อที่ว่า ถ้าถนนเส้นหนึ่งยาว 30 เมตร แล้วต้องการปักเสาห่างกัน 5 เมตรตั้งแต่ต้นถนนถึงท้ายถนน จะปักต้องปักเสาไฟฟ้ากี่ต้น
เมื่อเราคำนวณหาจำนวนนกในอุโมงค์ได้ เราก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประมาณการสีที่ต้องการใช้ได้ ทำให้ไม่ต้องสั่งสีที่ใช้บ่อย เพราะบางสีต้องสั่งมาจากจีนซึ่งใช้เวลานานและมีราคาแพง

7. นักเรียนได้แ่งคิดหรือมุมมองอะไรจากกิจกรรมนี้บ้าง (ให้ตอบอย่างน้อย 1 ข้อ)

ข้อนี้เน้นเปิดกว้างทางความคิดให้นักเรียน ถ้าเราเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในเรื่องที่น่าสนใจบ่อยๆ เรามักจะพบว่านักเรียนหลายคนก็มีความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและน่าสนใจไม่น้อย ทั้งนี้เมื่อนักเรียนบางคนมีแ่งคิดหรือมุมมองที่น่าสนใจ เราก็ต้องเสริมแรงบวก เช่น ให้คำชม ให้นักเรียนทั้งห้องปรบมือให้ ให้คะแนนเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนี้ หรือให้ของรางวัล จะทำให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

กิจกรรม แคะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ

โดย ดร.ศิริวรรณ เกตตะพันธุ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์สุรัชย์ จงจิตงาม ภาควิชาศิลปะไทย คณะวิจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.อดิชาติ เกตตะพันธุ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา
สนับสนุนโดยแผนงานสร้างเสริมนโยบายสาธารณะที่ดี (นสธ.)
ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจภูมิปัญญาของชาวล้านนาเกี่ยวกับสีที่นิยมนำมาใช้ในการวาดภาพจิตรกรรมในอดีต เพื่อให้ได้เรียนรู้รวมถึงเทคนิคการชุบคราบหินปูนและลอกลายจิตรกรรมฝาผนังอย่างง่ายได้
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของบรรพบุรุษของชาวล้านนา และเกิดความรักและหวงแหนสิ่งที่อยู่ในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น
3. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

วัสดุอุปกรณ์และการแบ่งกลุ่มนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-10 คน (ถ้ามีอุปกรณ์พอ ควรให้กลุ่มมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง)

1. ภาพพิมพ์สีจากจิตรกรรมฝาผนังวัดคูโม่กิ่งลงบนกระดาษขนาด A4 ซึ่งนำมาติดกับแผ่นใสและทาเคลือบด้วยสีน้ำอะคริลิกอิมัลชัน 100% สำหรับทาภายใน (สีขาว) กลุ่มละ 2 ชุด โดยให้สีน้ำอะคริลิกอิมัลชันนี้เป็นตัวแทนของคราบหินปูนที่ปกคลุมภาพจิตรกรรมไว้
2. มีดคัดเตอร์และใบมีดคัดเตอร์ กลุ่มละ 2 ชุด
3. ค้ำมีดผ่าตัดและใบมีดผ่าตัด กลุ่มละ 2 ชุด (ซื้อได้จากร้านขายยา)
4. กระดาษ A4 ที่ใช้แล้ว กลุ่มละ 2 แผ่น
5. กระดาษทิชชู กลุ่มละ 1 ม้วน
6. น้ำเปล่า กลุ่มละ 1 แก้ว
7. ใบงาน “กิจกรรมแคะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ” กลุ่มละ 2 แผ่น
8. วีดิทัศน์ “จิตรกรรมวัดคูโม่กิ่งอันล้ำค่าแห่งล้านนา”

ไฟล์ภาพกิจกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์ในข้อ 1 และวีดิทัศน์ในข้อ 8 สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.atichart.com นอกจากนี้ครูยังสามารถนำสไลด์นำในกิจกรรมนักปักษีน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์มาแนะนำให้นักเรียนชมเรื่องสีและการชุคหินปูนออกได้อีกด้วย

การจัดกิจกรรม

ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมประมาณ 50 นาที ทั้งนี้ครูสามารถปรับเพิ่มหรือลดได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละเท่าๆ กัน กลุ่มละ 5-10 คน
2. อธิบายเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติวัดอุโมงค์ (เชิงคอยสุเทพ) สีที่พบในงานจิตรกรรมฝาผนังและเทคนิคการชุคคราบหินปูนและการคัดลอกลายในงานจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์ รวมทั้งการเกิดคราบหินปูนจากใบความรู้ที่ 1 (ครูศึกษาได้จากวีดิทัศน์ “จิตรกรรมวัดอุโมงค์อันล้ำค่าแห่งล้านนา” สไลด์นำในกิจกรรมนักปักษีน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์ และใบความรู้ที่ 1) (ประมาณ 10 นาที)
3. เปิดวีดิทัศน์ “จิตรกรรมวัดอุโมงค์อันล้ำค่าแห่งล้านนา” ให้นักเรียนชม (ประมาณ 5 นาที) และครูอธิบายการทำกิจกรรมนี้ว่า เป็นกิจกรรมที่ทำเลียนแบบเทคนิคการชุคคราบหินปูนที่ติดอยู่บนภาพจิตรกรรม เพื่อให้ได้เรียนรู้
4. แจกวัสดุอุปกรณ์ข้อ 1-7 ให้นักเรียนกลุ่มละ 2 ชุด และให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำการชุคสีที่ทาเคลือบออกโดยใช้กระดาษ A4 ที่ใช้แล้วมาใช้รองผนังที่เกิดจากการชุคลอกลาย ก่อนทำการชุคสีที่ทาเคลือบออกนั้นให้นักเรียนนำกระดาษทิชชูหนา 2 ชั้นวางบนแผ่นภาพพิมพ์ หลังจากนั้น นำกระดาษทิชชูอีกแผ่นหนึ่งมาม้วนเป็นก้อนแล้วชุบน้ำเปล่ากดลงบนกระดาษทิชชูที่วางไว้บนภาพพิมพ์เดิมให้ชุ่ม หลังจากนั้นใช้มีดคัดเตอร์และมีดผ่าตัดมาทดลองชุคสีที่ทาเคลือบบนผิวของของแผ่นภาพพิมพ์ที่ได้ชุบน้ำแล้ว สังเกตผลที่ได้เมื่อทำการชุคสีที่ทาเคลือบบนชุดภาพพิมพ์โดยใช้มีดทั้งสองชนิด บันทึกผลและตอบคำถามลงในใบงาน (20 นาที)



รูปที่ 1: การใช้กระดาษทิชชูรองบนแผ่นภาพพิมพ์และชุบน้ำให้ชุ่มก่อนทำการชุคสี



รูปที่ 2: นักเรียนกำลังทำการชุดสีที่ทาเคลือบไว้ออกจากแผ่นภาพพิมพ์



รูปที่ 3: ภาพที่ได้หลังการชุดสีเสร็จแล้ว

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งภาพที่ชุดสีเสร็จแล้วทั้ง 2 แผ่น และใบงาน 1 แผ่น จากนั้นครูก็ตรวจผลงานนักเรียนแล้วให้คะแนนหรือคำชม กลุ่มใดทำภาพจิตรกรรมเสียหายน้อยที่สุดก็จะเป็นกลุ่มที่ชนะเลิศในกิจกรรมนี้ หากครูไม่มีเวลาตรวจผลงานได้ทันทีก็สามารถนำไปงานไปตรวจในภายหลัง (5 นาที)
6. อภิปรายว่า การชุดสีที่ทาเคลือบ โดยใช้มีดคัดเตอร์และมีดผ่าตัดมีความยากง่ายแตกต่างกันอย่างไร รูปที่ชุดสีที่ทาเคลือบออกแล้วเป็นรูปอะไร และการพูดถึงความประทับใจที่ได้รับจากการจัดกิจกรรม (10 นาที)

กิจกรรมต่อยอด

1. ครูอาจเปลี่ยนสวดภายในชุดภาพพิมพ์ของแต่ละกลุ่มให้แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมมากขึ้น
2. ครูสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของภาพพิมพ์เพื่อลดเวลาในการชูดลอกลายได้ และถ้ามีอุปกรณ์อื่น(เช่น มีดผ่าตัด)เพียงพอ ครูสามารถให้นักเรียนแต่ละคนได้รับภาพพิมพ์ที่ลดขนาดลงเพื่อให้ได้ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลได้

ใบความรู้ที่ 1: ข้อมูลเกี่ยวกับสีและการเกิดคราบหินปูนในจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์

สีและการเกิดคราบหินปูนในจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์

จากรายงานการวิจัยงานจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์ (เชิงค้อยสุเทพ) พบว่า สีที่พบในงานจิตรกรรมฝาผนังวัดอุโมงค์ ได้แก่ สีแดง สีน้ำตาลแดง สีเขียว สีดำ และสีขาว โดยจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า สีแดงและสีน้ำตาลแดงมีองค์ประกอบของแร่ซินนาบาร์ โดยแร่ชนิดนี้มีส่วนประกอบหลักคือปรอทและกำมะถัน และเป็นองค์ประกอบหลักที่พบในชาติ สำหรับสีเขียวพบว่า น่าจะได้อาจมาจากแร่มาลาไคต์¹ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ ทองแดงและออกซิเจน สำหรับสีดำและสีขาวน่าจะได้อาจมาจากคาร์บอนและแร่แคลไซต์ ตามลำดับ²

ในการขูดคราบหินปูนที่เกาะติดอยู่บนจิตรกรรมฝาผนังในสถานที่จริงนั้นจะต้องได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการจากกรมศิลปากรเท่านั้นและมีขั้นตอนการ โดยนำกระดาษทิชชูวางบนภาพจิตรกรรมที่ต้องการขูดเอาคราบหินปูนออก แล้วนำกระดาษทิชชูอีกแผ่นหรือสำลีมาชุบสารละลายแอมโมเนียมแล้วชุบลงบนกระดาษทิชชูที่วางบนภาพจิตรกรรมให้ชุ่ม หลังจากนั้นทิ้งไว้ประมาณนาทิจึงนำมีดผ่าตัดมาค่อยๆทำการขูดชั้นของหินปูนออก สำหรับเทคนิคการคัดลอกลายบนจิตรกรรมฝาผนังนั้นใช้วิธีการคัดลอกลายผ่านภาพถ่ายโดยคอมพิวเตอร์เท่านั้น ห้ามทำการคัดลอกลายบนภาพจิตรกรรมโดยตรงเพราะจะทำให้ภาพจิตรกรรมเสียหายได้ ซึ่งการลอกลายผ่านภาพถ่ายโดยคอมพิวเตอร์นั้นจะมีหลายขั้นตอนด้วยกัน เริ่มต้นจากการลอกลายจากภาพถ่ายขนาดเท่าของจริงที่ปรากฏอยู่ก่อนแล้วจึงเพิ่มลายที่ขาดหายไปโดยดูจากภาพข้างเคียง เนื่องจากลายที่พบบนฝาผนังเป็นลวดลายที่ซ้ำไปมาจึงสามารถทำนายลายเส้นที่ขาดหายไปได้ เมื่อใช้คอมพิวเตอร์จัดองค์ประกอบของภาพแต่ละลายได้ครบถ้วนแล้วจึงนำมาลงสีโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่วีดิทัศน์ “จิตรกรรมวัดอุโมงค์อันล้ำค่าแห่งล้านนา” และเว็บไซต์ www.atichart.com

การเกิดคราบหินปูนบนจิตรกรรมฝาผนังนั้น มีลักษณะการเกิดคล้ายกับการเกิดหินงอกหินย้อยที่พบในถ้ำต่างๆ โดยเริ่มจากน้ำฝนที่มีสภาพเป็นกรดซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของน้ำ (H_2O) รวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (Carbonic acid, H_2CO_3) ซึ่งกรดคาร์บอนิกนี้เป็นกรดอ่อน เมื่อกรดนี้ไหลซึมเข้าไปสัมผัสกับชั้นหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เป็นองค์ประกอบหลักก็จะละลายหินปูนออกมาได้เป็นสารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($Ca(HCO_3)_2$) เมื่อสารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตนี้ไหลไปบนจิตรกรรมฝาผนังและน้ำระเหยแห้งไปก็จะปรากฏเป็นคราบของหินปูนเกาะติดอยู่บนภาพจิตรกรรมได้

เอกสารอ้างอิง

1. อติชาติ เกตตะพันธุ์, ศิริวรรณ เกตตะพันธุ์ และสุรัชย์ จงจิตงาม, **จิตรกรรมฝาผนังและโครงสร้างเจดีย์ วัดอุโมงค์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการทางเคมีและคณิตศาสตร์เบื้องต้น**, การสัมมนาวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 21-22 พ.ย. 2551, โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, เชียงใหม่, หน้า 228-229.
2. ชมพูนุท ประศาสน์เศรษฐ, **เทคนิคและวัสดุจิตรกรรมฝาผนังไทยแบบดั้งเดิม**, เมืองโบราณ, (ตุลาคม-ธันวาคม ๒๕๕๑), หน้า 97.

ใบงาน “กิจกรรมแกะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ”

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า การใช้มีดผ่าตัดและมีดคัตเตอร์ในการขูดผิวหนังแผ่นภาพพิมพ์ มีความยากง่ายแตกต่างกันอย่างไร
2. ถ้านักเรียนพบชิ้นส่วนของภาพจิตรกรรมในวัดอุโมงค์ที่แตกหักเสียหาย นักเรียนจะอย่างไรกับชิ้นส่วนนั้น และนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้

เฉลยใบงาน “กิจกรรมแกะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ”

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า การใช้มีดผ่าตัดและมีดคัตเตอร์ในการขูดสีที่ทาเคลือบแผ่นภาพพิมพ์ มีความยากง่ายแตกต่างกันอย่างไร

การใช้มีดผ่าตัดจะทำให้แผ่นภาพเกิดรอยขูดขีดน้อยกว่าการใช้มีดคัตเตอร์และใบมีดผ่าตัดมีความแข็งแรงของใบมีดมากกว่าใบมีดคัตเตอร์ทำให้ใบมีดไม่หักง่าย ซึ่งทำให้การใช้มีดผ่าตัดขูดสีที่ทาเคลือบบนแผ่นภาพพิมพ์ง่ายกว่าการใช้มีดคัตเตอร์ นอกจากนี้ การขูดสีที่ทาเคลือบนี้ต้องทำการชุบน้ำบนกระดาษทิชชูก่อนเพื่อให้สีเคลือบอ่อนตัวและสามารถขูดออกได้ง่ายขึ้น ในขั้นตอนการขูดคราบหินปูนออกจากภาพจิตรกรรมฝาผนังนั้นก็ใช้กระดาษทิชชูและชุบด้วยสารละลายแอม โมเนียเพื่อให้คราบหินปูนอ่อนตัวลงเพื่อให้ง่ายแก่การขูดออกเช่นกัน

2. ถ้านักเรียนพบชิ้นส่วนของภาพจิตรกรรมในวัตถุโมกค์ที่แตกหักเสียหาย นักเรียนจะอย่างไรกับชิ้นส่วนนั้น และนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้

นักเรียนส่วนใหญ่จะบอกว่า จะแจ้งให้กับเจ้าหน้าที่ พระ หรือคนดูแลวัดให้ทราบเพื่อทำการเก็บรักษาเอาไว้ในที่ที่ปลอดภัยและไม่ให้บุคคลอื่นนำออกไปทิ้งหรือทำลาย แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจถึงที่มาและความสำคัญของภาพจิตรกรรมฝาผนัง เทคนิคการขูดคราบหินปูนบนภาพจิตรกรรมฝาผนัง ส่วนใหญ่นักเรียนจะชอบกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติจริง โดยในกรณีนี้นักเรียนได้ลองใช้มีดผ่าตัดและทดลองทำกิจกรรมเลียนแบบนักอนุรักษ์ที่ทำการขูดคราบหินปูนออกจากภาพจิตรกรรมฝาผนัง และเรียนรู้การทำให้ภาพชัดเจนขึ้น และมีความกระตือรือร้นอยากรู้ว่า ภายใต้อสีที่เคลือบภาพพิมพ์นั้นเป็นรูปภาพอะไร นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม มีสมาธิจดจ่อกับการขูดสีและใช้ความพยายามในการขูดทีละน้อยค่อยๆทำงาน ได้รูปภาพพิมพ์ที่สมบูรณ์

ความประทับใจจากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม

ทางคณะวิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบทั้งหมด 5 กิจกรรมไปทดสอบใช้จริงกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสันกำแพง ณ โรงเรียนสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2555 ภายใต้ชื่อ “ค่ายบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา” ทั้งนี้นักเรียนที่ได้ร่วมโครงการวิจัยได้เขียนแบบประเมินแสดงความประทับใจในกิจกรรมที่ได้ออกแบบขึ้น โดยได้นำมาแสดงให้เห็นตัวอย่างดังนี้

“จากที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้ ได้รับความรู้หลากหลายที่ยังไม่เคยทราบและพอได้เรียนรู้อยู่บ้างแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ ได้รู้ความลึกซึ้งของพระธาตุห้วยกลับ การสร้างปฏิทินที่สอดคล้องกับศาสนสถาน กิจกรรมนี้ประทับใจมากทั้งวิทยากร ความเหมาะสมในทุกๆเรื่อง ถ้ามีโอกาสอีกก็อยากจะเข้าร่วมกิจกรรมค่ายบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ล้านนาอีกครั้ง”

เด็กหญิง เจนจิรา ตาเจริญเมือง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

“ได้ลองใช้มีดผ่าตัด / ได้รับความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยในชีวิตประจำวัน/ในภูมิปัญญา เช่น การเกิดภาพเจดีย์หัวกลับ รู้วิธีการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ ว่าคนโบราณไม่ได้ล้าหลังเหมือนกับคนในปัจจุบันคิดว่าเป็นอย่างนั้น ซึ่งการสร้างนี้ แสดงถึงการประยุกต์ใช้หลักการ/ทฤษฎีต่างๆ”

เด็กหญิง สบันงา แสงบุตร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

“การเข้าค่ายวิชาการในครั้งนี้ ทำให้ได้รับความรู้ต่างๆมากมาย ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และทางด้านศิลปะ รวมทั้งได้รับความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาของคนสมัยโบราณ ที่ใช้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ ในการสร้างสรรค์สิ่งก่อสร้างต่างๆ ใช้ชีวิตโดยการพึ่งพาธรรมชาติและศรัทธาในศาสนาในการดำเนินชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งที่ล้ำค่าที่เราควรรักษาไว้ และประทับใจในความเป็นล้านนามากๆ”

เด็กหญิง กวิณนา ตาสุนทรินทร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

“ประทับใจที่ได้มาค่ายนี้ เพราะได้ความรู้ที่ไม่เคยรู้มาก่อน เช่น การสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ ว่ามีหลักการอย่างไร และได้รู้ถึงความมหัศจรรย์ของศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน และชอบการไขปริศนากวดคู่มองค์ ที่ได้รู้ถึงการค้นหาศาสนสถานที่มีทรงคุณค่าที่สุดในภาคเหนือ ประทับใจมากค่ะ”

เด็กหญิง รัตติการณั์ วงศ์ตุ้ย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

“ประทับใจมากค่ะ ครูพี่มาบอกตอนเช้า กังงันคิดว่าทำไมต้องเป็นเราและรู้สึกลัวว่าไม่อยากมาตอนแรก แต่พออาจารย์อติชาต เริ่มอธิบาย บรรยาย เกี่ยวกับความรู้ต่างๆก็เริ่มสนุกขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งอาจารย์อติชาต มีเกมความรู้ให้เล่นก็ยิ่งสนุกเข้าไปอีก แต่อยากให้มีการจัดกิจกรรมแบบนี้ที่โรงเรียนสักบ้าง”

เด็กหญิงปิยะพร ศรีแสงวิมล นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

“การเข้าค่ายครั้งนี้มีประโยชน์ต่อนักเรียนมากครับ ความรู้ใหม่ๆที่คนรุ่นใหม่ไม่รู้ เช่นว่า การวัดและการทำกำแพงและคูเมืองของเชียงใหม่ วิธีการวัดปรับพื้นที่ของคนในสมัยก่อนและของทางตะวันตก การดูนกต่างๆ และสุดท้ายความลับพระธาตุหัวกลับที่ลำปาง การเข้าค่ายครั้งนี้เป็นการเข้าค่ายนำร่องของทั่วประเทศไทย อยากให้เด็กมัธยมได้รับรู้กันทั่วประเทศ”

เด็กชาย ธนากร ธรรมธิ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

“ประทับใจในกิจกรรมนักปักษีน้อยไขปริศนานกวัดอุโมงค์เพราะได้เรียนรู้ลักษณะของนก เพศและชนิดของนก”

เด็กหญิง ดวงฤทัย อินก้อนวงศ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประวัติผู้เขียน



ดร.อติชาติ เกตตะพันธุ์ เกิดวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2517 ได้รับทุน โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถ พิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พสวท.)ตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาคณิตศาสตร์จาก University of California at Santa Cruz ประเทศสหรัฐอเมริกา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกสาขาคณิตศาสตร์จาก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีประสบการณ์ในการทำวิจัย ณ ประเทศอังกฤษและแคนาดา ปัจจุบันเป็นอาจารย์ ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นอกเหนือจากงานวิจัยทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ด้านทฤษฎีจุดตรึง และคณิตศาสตร์ประยุกต์เรื่องการสร้าง แบบจำลองการแพร่ตัวของไฟฟ้าแล้ว ดร.อติชาติยังมีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อสังคมจำนวนมาก โดยได้รับการเผยแพร่ผ่านสื่อมวลชนอย่างต่อเนื่องทั้งทางเว็บไซต์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วิทยุ และโทรทัศน์ โดย ผลงานที่โดดเด่นมากที่สุดชิ้นหนึ่งคือ การศึกษาทางโบราณคดี ณ วัดอุโมงค์(สวนพุทธธรรม) จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังเป็นผู้เชี่ยวชาญในการจัดค่ายคณิตศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ ค่ายภาษาอังกฤษ และค่ายเยาวชนอื่น ซึ่งจัดมาแล้วมากกว่า 70 ค่าย โดยมีความโดดเด่นในเรื่องการออกแบบกิจกรรมที่แปลกใหม่และหลากหลายให้เหมาะกับนักเรียนและนักศึกษาที่เข้ารับการอบรม โดยเน้นเรื่องใกล้ตัวในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย สนุก และส่งเสริมการทำงาน เป็นทีมอีกด้วย

ปัจจุบัน ดร.อติชาติ เกตตะพันธุ์ ได้เน้นเรื่องการสร้างกิจกรรมคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเข้ากับ ศาสตร์อื่น เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้ในแบบที่ได้ทั้งสาระและความสนุกสนาน ไปพร้อมกัน ทั้งนี้ยังช่วยให้เห็นว่าคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความประโยชน์และเป็นเรื่องใกล้ตัว ทำให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาทั้งสองมากยิ่งขึ้น

อาจารย์อติชาติได้รวบรวมข้อมูลที่นำเสนอในเว็บไซด์ www.atichart.com อาทิ ประวัติ ดร.อติชาติอย่างละเอียด ผลงานวีดิทัศน์และสื่อการสอนที่สามารถดาวน์โหลดไปใช้ได้ฟรี ผลงานที่เผยแพร่ผ่านสื่อมวลชน ข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยในอดีตและปัจจุบัน การแนะนำการเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี และข้อมูลการติดต่อเชิญเป็นวิทยากร ในการอบรมและการจัดค่าย