

กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย
จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006)
**Grade 12 Students' Decision Making Process in Physics Learning about Nuclear Power Plants
in Thailand Through Yuenyong (2006) Science Technology and Society (STS) Approach**

ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (Sakanan Anantasook)* โชคชัย ยืนยง (Chokchai Yuenyong)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย จากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนนารายณ์คำผงวิทยา จำนวน 40 คน จำแนกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 กลุ่ม และนักเรียนกลุ่มอ่อน 3 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) (2) แบบแผนสำหรับการลงรหัสพฤติกรรมกระบวนการตัดสินใจ (ISPED) (3) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (4) การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ (5) อนุทิน และ (6) ผลงานนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ มาใช้ในการตัดสินใจ โดยนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อนมีกระบวนการตัดสินใจเหมือนกัน

ABSTRACT

This research aimed to study grade 12 students' decision making process in Physics learning about nuclear power plants in Thailand through Yuenyong (2006) Science Technology and Society (STS) Approach. The participants were 40 Grade 12 students in Narakhampongwithaya School of Surin province, Thailand, 1st semester of 2010 academic year. The nuclear power plants in Thailand unit through STS approach was developed based on framework of Yuenyong (2006). This intervention had carried out for 3 weeks. Methodology regarded interpretive paradigm. Students' decision making process was interpreted from participant observation and protocol of ISPED decision making process. The findings revealed that students apply knowledge of science, technology and society to decisions. The high and low ability students are similar decision making process and proceed regarding to as specified by IPED decision making process.

คำสำคัญ : กระบวนการตัดสินใจ ฟิสิกส์นิวเคลียร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

Key Words : Decision making process, Nuclear physics, Science technology and society approach

* มหบัณฑิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพื่อสร้างคุณภาพชีวิต และการกินดีอยู่ดี ให้เกิดขึ้นกับประชาชนทั้งมวล การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของทุกคน จำเป็นต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้นทุกขณะอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ขณะที่เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบัน คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีทักษะในการสื่อสาร และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) แต่วัฒนธรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนปัจจุบัน ที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนเพื่อสามารถทำคะแนนสอบแข่งขันได้ ทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับโรงเรียนและระดับชาติ อีกทั้งเป้าหมายในการเรียนของผู้เรียนเอง ที่ต้องการนำความรู้ไปใช้สอบแข่งขันเพื่อศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา สำหรับนักเรียนที่ไม่ได้ศึกษาต่อ จะมีเป้าหมายในการเรียนเพื่อให้จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และได้วุฒิทางการศึกษาเพื่อนำไปเป็นหลักฐานในการใช้ประกอบอาชีพในโรงงาน ห้างร้าน บริษัทในเขตอุตสาหกรรมต่าง ๆ การเรียนวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเรียนที่ไม่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ลึกซึ้ง ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพราะเป็นแค่ความรู้ ความจำที่ใช้สอบเท่านั้น ซึ่งวัฒนธรรมและเจตคติที่กล่าวมาข้างต้น อาจทำให้สังคมไทยมีความเป็นวิทยาศาสตร์น้อยลง และเมื่อสังคมตกอยู่ในภาวะที่จำเป็นจะต้องมีการตัดสินใจร่วมกัน ลักษณะนิสัยดังกล่าวจะทำให้การตัดสินใจนั้นขาดความรอบคอบ ขาดการไตร่ตรองอย่างมี

วิจารณญาณเป็นเหตุเป็นผล หรือเป็นการตัดสินใจที่ใช้เพียงความรู้สึกนึกคิด ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียกับตัวเองและสังคมไทยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (โชคชัย และวิมล, 2552) และสังคมไทยเป็นสังคมประชาธิปไตย ประชาชนมีสิทธิเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการดำเนินโครงการสำคัญต่าง ๆ ของภาครัฐ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ต้องมีการทำประชาพิจารณ์หรือรับฟังความเห็นจากประชาชน ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

ดังนั้น กระบวนการตัดสินใจจึงควรถูกจัดให้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Watson, 1980 อ้างถึงใน Jung and Nam, 2004) และวิทยาศาสตร์ศึกษามีการศึกษาเพื่อพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งการตัดสินใจนั้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่แทบตลอดเวลาในชีวิตของเราแต่ละคน (Driver and Easley, 1978 อ้างถึงใน Jung and Nam, 2004) หากเราสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนมีกระบวนการตัดสินใจที่ดี ก็จะนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีและมีเหตุผล

ฟิสิกส์นิวเคลียร์ เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีแนวคิดหลักที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ดังนี้ การค้นพบกัมมันตภาพรังสี การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ไอโซโทป เสถียรภาพของนิวเคลียส ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งผลผลิตจากความรู้นี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชีวิตของมนุษย์อย่างกว้างขวาง เช่น ด้านการแพทย์ ที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยและบำบัดรักษาอาการเจ็บป่วย รวมถึงการทำให้ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ปลอดภัย ด้านเกษตรกรรม เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การทำหมันแมลงศัตรูพืช การฉายรังสีชะลอการงอก และการฉายรังสีถนอมอาหาร ด้านอุตสาหกรรม เช่น การผลิตกระดาษ

การตรวจหาจุดที่ชำรุดเสียหายในท่อของอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ตรวจหาแหล่งแร่ การเปลี่ยนสีของอัญมณี ด้านการศึกษาและด้านวิชาการ เช่น ช่วยในการตรวจหาอายุของโบราณสถาน โบราณวัตถุ ซากดึกดำบรรพ์ และด้านพลังงาน สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปผลิตไอน้ำสำหรับปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตรถไฟฟ้ไฟได้ โดยปี พ.ศ. 2550 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพข.) ได้เห็นชอบบรรจุโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไว้ในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2550 - 2564 (Power Development Plan : PDP 2007) โดยกำหนดให้มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 (นวตจวิ, 2553) แต่โครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ยังไม่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเนื่องจากคนในสังคมยังไม่ไว้วางใจในความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ไม่มั่นใจในระบบการจัดการกัมมันตรังสีจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้ว ซึ่งต้องใช้เวลานับหมื่นปีก่อนที่จะสลายตัวจนไม่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อม (กรรติกา, 2550) ขณะเดียวกัน จากกรณีการระเบิดของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล (Chernobyl) ที่ประเทศยูเครน และเหตุการณ์อุบัติเหตุทางรังสีที่จังหวัดสมุทรปราการ ทำให้คนไทยได้เรียนรู้ว่า รังสีจากอุบัติเหตุทางรังสีเหล่านี้ อาจทำให้ผู้ได้รับรังสีเสียชีวิตเป็นโรคมะเร็ง หรืออาจทำให้ทารกในครรภ์มารดาที่ได้รับรังสีพิการ จึงทำให้ประชาชนมีความกังวลถึงความปลอดภัยของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในอาณานิคมถิ่นที่อยู่อาศัย

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ จึงควรมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจเรื่อง กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ อย่างลึกซึ้ง เพื่อเตรียมความพร้อมด้านบุคลากรของประเทศให้แน่ใจได้ว่าคนรุ่นใหม่จะมีความรู้และทักษะที่จะทำให้พวกเขาสามารถทำการอภิปรายต่อสาธารณชนให้เข้าใจได้และสามารถทำการตัดสินใจอย่างผู้ที่มีความรู้ได้ (Dawson, 2006 อ้างถึงใน นวลพัศตร์, 2552) และเลือกตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล (พงศา, 2550)

จากการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science Technology and Society (STS)) พบว่าเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจริง แทนการเรียนการสอนที่เริ่มต้นด้วยแนวคิดและกระบวนการ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้แนวคิดและกระบวนการในสถานการณ์จริง ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในห้องเรียนของผู้เรียนได้ ผู้เรียนจะพัฒนาทั้งความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง (NSTA, 1993 อ้างถึงใน เกียรติศักดิ์, 2544) ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมต่อสถานการณ์ในปัจจุบัน และเตรียมบทบาทของพลเมืองในอนาคต ที่มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Wilson and Livingston, 1996 อ้างถึงใน อรอนงค์, 2553)

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของ Yuenyong (2006) เพราะเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มและเน้นการตัดสินใจที่เคารพความคิดเห็นและความรู้สึกของผู้อื่น โดยมีการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นระบุประเด็นทางสังคม, (2) ขั้นระบุแนวทางการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ, (3) ขั้นต้องการความรู้, (4) ขั้นทำการตัดสินใจ และ (5) ขั้นกระบวนการทางสังคม และในงานวิจัยนี้ได้จัดกลุ่มนักเรียนเป็นนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อน ทั้งนี้เพื่อช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และส่งเสริมบทบาทการทำงานร่วมกันของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ให้สามารถทำการตัดสินใจอย่างผู้มีความรู้ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษากระบวนการตัดสินใจเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้น การตีความ (Interpretive paradigm) เทคนิคที่ทำให้ งานวิจัยมีความเชื่อถือ (Trustworthiness) ในการวิจัยเชิง ตีความ สามารถวัดค่าได้จาก ความตรงภายใน (Internal validity) ความตรงภายนอก (External validity) ความ เชื่อย (Reliability) และความเป็นปรนัย (Objectivity) (Lincoln and Guba, 1985; Merriam, 1988; Altheide and Johnson, 1994 อ้างถึงใน โชคชัย, 2552)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียน นารายณ์คำผงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 40 คน จำแนกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 กลุ่ม จำนวน 20 คน และ นักเรียนกลุ่มอ่อน 3 กลุ่ม จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) จำนวน 3 แผน 5 ชั่วโมง

1.2 แบบแผนสำหรับการลงรหัส พฤติกรรมกระบวนการตัดสินใจ โดยผู้วิจัยเสนอ กระบวนการตัดสินใจ 5 ขั้นตอนเป็นกรอบในการสร้าง รหัสพฤติกรรม ได้แก่ กำหนดประเด็น (I), รวบรวม

ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (S), เสนอทางเลือก (P), ประเมิน ทางเลือก (E) และตัดสินใจเลือกทางเลือก(D)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็น ทางการ อนุทินและผลงานนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดการเรียนรู้เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับ ประเทศไทย ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สังคม ของ Yuenyong (2006) ผู้วิจัยเปิดประเด็นโดย สอบถามนักเรียนว่า “ถ้าโลกนี้ไม่มีไฟฟ้า จะเป็น อย่างไร” และ “เราควรเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ ไม่มีไฟฟ้าได้อย่างไร” ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนจะตอบว่า ต้องหาแหล่งพลังงานทดแทน ตัวอย่างเช่น พลังงานน้ำ จากเขื่อน พลังงานลม พลังงานจากชีวมวล พลังความ ร้อนใต้พิภพ พลังสุริยะและพลังงานนิวเคลียร์ จากนั้น ผู้วิจัยจึงให้ข้อมูลว่า พลังงานนิวเคลียร์ เป็นหนึ่งใน พลังงานทางเลือกสำคัญของอนาคต ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ เห็นว่า ปฏิภานนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นจากเชื้อเพลิงของธาตุ ยูเรเนียม-235 เพียงน้อยนิดแต่สามารถให้พลังงาน มหาศาล จึงมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อนำ พลังงานมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า และได้จัดการเรียนรู้ ตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นระบุประเด็นทางสังคม นักเรียน ดูคลิปวิดีโอ “อนาคตโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในไทย” ซึ่งกล่าวถึงแผนพัฒนาผลิตกำลังไฟฟ้า หรือ PDP 2007 ซึ่งคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพข.) ได้ อนุมัติแผนพัฒนาผลิตกำลังไฟฟ้า สร้างโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ ในประเทศไทย ขนาด 2,000 เมกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2563-2564 แล้วอ่านข่าวเรื่อง “ทำไม? คนอีสาน ต้องค้านโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์” เพื่อให้ นักเรียนได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการคัดค้านโครงการ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากนั้นตั้งประเด็นว่า “ถ้ารัฐบาล อนุมัติให้มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ในพื้นที่ อำเภอนนารายณ์ จังหวัดสุรินทร์ นักเรียนมีความ

คิดเห็นอย่างไร” ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มเก่ง (กลุ่มที่ 1-2) และนักเรียนกลุ่มอ่อน (กลุ่มที่ 4-5) แสดงความคิดเห็นว่า “ไม่เห็นด้วย” เนื่องจากมีความหวาดกลัวอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชน และเห็นว่าสภาพพื้นที่ในอำเภอไม่เหมาะสม เพราะไม่มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ นักเรียนกลุ่มเก่ง (กลุ่มที่ 3) แสดงความคิดเห็นว่า “เห็นด้วย” โดยให้เหตุผลว่า การมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในอำเภอโนนนารายณ์ จะทำให้เกิดการหลั่งไหลของเงินทุน และนักวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำความเจริญมาสู่อำเภอ ส่วนนักเรียนในกลุ่มอ่อน (กลุ่มที่ 6) ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ

2. ขึ้นระบุนโยบายการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าจะไม่เห็นด้วยและมีข้อกังวลใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ผู้วิจัยจึงมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ไปสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบข้อกังวลใจเหล่านั้นและให้มานำเสนอในชั้นเรียนในชั้นต้องการความรู้ ในประเด็นต่อไปนี้

- เราสามารถใช้พลังงานทดแทนอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

- มีความกังวลกับอันตรายจากรังสีที่เกิดจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

- ไม่เชื่อมั่นในมาตรฐานและประสิทธิภาพการกำกับดูแล และการรักษาความปลอดภัยในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของเจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

- ไม่เชื่อมั่นในพฤติกรรมคนไทยในเรื่อง การลักลอบขโมยและทำความเสียหาย อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และประชาชน

- อาจมีการนำเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไปใช้เพื่อผลิตระเบิดนิวเคลียร์

- สถานที่ที่เหมาะสมกับการก่อสร้างควรเป็นอย่างไร

3. ขึ้นต้องการความรู้ คุรุให้ความรู้เกี่ยวกับเสถียรภาพของนิวเคลียส แรงนิวเคลียร์ รัศมีของนิวเคลียส ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน

ของไอสไตน์ การหาพลังงานยึดเหนี่ยว พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน วิธีเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิกิริยาฟิชชันและปฏิกิริยาฟิวชัน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเรื่องข้อกังวลใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และผู้วิจัยให้ความรู้เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มากขึ้น

4. ขึ้นทำการตัดสินใจ นักเรียนได้รับข้อมูลเชิงบวกเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จากบทความเรื่อง “ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์” และข้อมูลเชิงลบเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากคลิปวิดีโอเรื่อง “มุมมองโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ภาคประชาชน” จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการตัดสินใจว่า “ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยหรือไม่”

ทั้งนี้ การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย เป็นประเด็นสาธารณะ ที่มีการพูดถึงมากที่สุดประเด็นหนึ่งในสังคมไทย เพราะรัฐบาลได้เตรียมการขั้นต้นที่จะสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 และในปี พ.ศ. 2553 เป็นปีที่ต้องเสนอรัฐบาลเพื่ออนุมัติโครงการ จึงมีการนำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทั้งฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายคัดค้านอยู่เป็นระยะ ๆ และล่าสุดนายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ นายกรัฐมนตรี ได้สั่งให้ทำแผนพีดีพีสำรอง (พีดีพี 2010 : พ.ศ. 2553-2573) เพื่อใช้เป็นข้อเปรียบเทียบในการตัดสินใจว่าจะมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ในปี พ.ศ. 2554 ดังนั้น ประเด็นที่นักเรียนต้องทำการตัดสินใจ จึงเป็นประเด็นที่คนในสังคมกำลังสนใจและให้ความสำคัญ เพราะเกี่ยวข้องกับอนาคตและความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ

5. ขึ้นกระบวนการทางสังคม หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตัดสินใจแล้ว นักเรียนนำผลการตัดสินใจ พร้อมเหตุผลไปตั้งกระทู้บนเว็บไซต์ครูสมาร์ตคอม (www.krusmart.com) เพื่อให้บุคคลทั่วไปหรือผู้เชี่ยวชาญได้เข้ามาแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม - 7 พฤศจิกายน

พ.ศ. 2553 แล้วเขียนสะท้อนผลการเผยแพร่ผลการตัดสินใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากผลงานนักเรียน อนุทินแบบสังเกตการสอนที่บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการมาอ่านที่ละคน หรือที่ละกลุ่มขึ้นอยู่กับข้อมูล

2. ถอดข้อความจากการบันทึกเสียงขณะนักเรียนทำการตัดสินใจ โดยแบ่งข้อความที่นักเรียนพูดออกเป็นประโยคหรือวลี และทำการลงรหัสพฤติกรรมตามรหัสที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยการวิเคราะห์เพื่อลงรหัสพฤติกรรมนี้ใช้ผู้วิเคราะห์ 2 คน เพื่อความเชื่อถือได้ของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยให้อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนนารายณ์คำผงวิทยาเป็นผู้ช่วยวิจัย (Member checking) เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับผู้วิจัย

3. จัดกลุ่มลักษณะกระบวนการตัดสินใจของนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อน ตามรหัสพฤติกรรม แล้วนำมาเขียนผลการวิจัยอธิบายถึงกระบวนการตัดสินใจของนักเรียน

4. นำข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้มาร่วมวิเคราะห์เชิงตีความอีกรอบ ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer debriefing) เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของการวิจัย (Trustworthiness) มากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการถอดข้อความจากการบันทึกเสียง ขณะนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการตัดสินใจ และลงรหัสพฤติกรรมการตัดสินใจ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย ในประเด็นที่ว่า “ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยหรือไม่” ของนักเรียนทุกกลุ่ม ดำเนินไปอย่างเป็นลำดับขั้น 4 ขั้นตอน (IPED) โดยไม่มีขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (S) ซึ่งในแต่ละขั้นของ

กระบวนการตัดสินใจ นักเรียนมีพฤติกรรมกระบวนการตัดสินใจ ดังนี้

1. ขั้นกำหนดประเด็น (I) นักเรียนทุกกลุ่มรับทราบประเด็นที่ต้องตัดสินใจ (I1.1) จากผู้วิจัย จากนั้นนักเรียนจะพูดกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ทราบว่า กำลังจะตัดสินใจเรื่องใด (I1.3) อีกครั้งแต่ใช้คำพูดสื่อความหมายดังกล่าวแตกต่างกันไป

2. ขั้นเสนอทางเลือก (P) นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะเสนอทางเลือกของตนเองให้กับสมาชิกในกลุ่มได้ทราบ (P1.1) โดยมีการให้รายละเอียดข้อมูลในทางเลือกของตนเอง (P1.3) ยกเว้นนักเรียนในกลุ่มที่ 6 จะรวบรัดให้เพื่อนคล้อยตามเหตุผลของตนเอง หลังจากการเสนอทางเลือก

3. ขั้นประเมินทางเลือก (E) นักเรียนกลุ่มที่ 1 มีการพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก (E1.1) ในขณะที่นักเรียนกลุ่มอื่น จะให้ความสำคัญกับหลักการใดหลักการหนึ่งและหลักการนั้นมีผลต่อการตัดสินใจ (E2.1) โดยหลักการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความสำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือก คือ กระบวนการประชาธิปไตย โดยการออกเสียงลงคะแนนและถือหลักเสียงข้างมากเป็นเกณฑ์ โดยพบว่า กลุ่มที่ 1-3 สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ส่วนกลุ่มที่ 4-6 บุคคลที่มีบทบาทในกลุ่มหรือเป็นผู้นำกลุ่ม จะมีบทบาทในการขึ้นการตัดสินใจ และนักเรียนกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 6 มีความเห็นว่าการสร้าง จะยอมรับว่า การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย และคำนึงถึงข้อดีว่าจะช่วยให้ประเทศไทยมีความมั่นคงทางพลังงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น กลุ่มที่ 2 คำนึงถึงข้อจำกัดของพลังงานทดแทนอื่น กลุ่มที่ 3 คำนึงถึงผลประโยชน์ทางการค้าและการลงทุนกับประเทศเพื่อนบ้าน กลุ่มที่ 6 คำนึงถึงเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ของไทย ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 4 และ 5 มีความเห็นว่าการสร้าง จะคำนึงถึงข้อเสีย และ

อันตรายที่จะเกิดจากการได้รับกัมมันตภาพรังสีจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

4. ขั้นตอนตัดสินใจเลือกทางเลือก (D)

นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มที่ 1-3 จะตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เห็นว่า ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ขณะที่นักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มที่ 4 และ 5 จะตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เห็นว่า ไม่ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มที่ 6 จะตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เห็นว่า ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

จากการเปรียบเทียบลักษณะกระบวนการตัดสินใจเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย ในประเด็นที่ว่า “ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยหรือไม่” ของนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อน พบว่า กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อนทุกกลุ่มเหมือนกัน และดำเนินไปอย่างเป็นลำดับขั้นตามลำดับขั้นกระบวนการตัดสินใจที่ผู้วิจัยเสนอ แต่จะไม่มีขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (S) ทำให้นักเรียนมีกระบวนการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน คือ กำหนดประเด็น (I) เสนอทางเลือก (P) ประเมินทางเลือก (E) และตัดสินใจเลือกทางเลือก (D) ทั้งนี้การที่นักเรียนไม่มีขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (S) อาจเนื่องมาจากการตัดสินใจครั้งนี้ เป็นการตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งในสองทางเลือก และเป็นการตัดสินใจหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและได้รับข้อมูลเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มได้ตัดสินใจเลือกทางเลือกของตนเองก่อน จากนั้นจึงได้เสนอผลการตัดสินใจของตนเองแล้วตัดสินใจร่วมกัน กระบวนการตัดสินใจในสาระ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย ประเด็นที่ 1 ควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยหรือไม่ จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงตัวแทนความคิดของตนออกมา เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งกันและกัน และได้มีโอกาสพบทบทวนแนวความคิดของตนอีกครั้ง จนนำไปสู่การตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง และจะ

เห็นได้ว่าการทำความเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ จะต้องมีการเจรจา การอภิปราย และการตีความหมายข้อมูลผ่านกระบวนการทางสังคม

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนตัดสินใจสนับสนุนการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากความเห็นเดิมในขั้นระบุประเด็นทางสังคม จาก 2 กลุ่มเป็น 4 กลุ่ม โดยนักเรียนยอมรับว่า การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ข้อดีจะช่วยให้ประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้อย่างพอเพียงและทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นประเทศผู้นำทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ในกลุ่มประเทศอาเซียน ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อน 2 กลุ่ม ยังยืนยันแนวทางการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยนักเรียนจะมีความกังวลเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางรังสีและการได้รับกัมมันตภาพรังสี ทั้งนี้ในการตัดสินใจ นักเรียนได้นำความรู้วิทยาศาสตร์ และนำความรู้จากศาสตร์อื่น ๆ เช่น เศรษฐกิจ การลงทุน ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมทางการเมืองในระบอบประชาธิปไตย มาใช้ในการเสนอทางเลือก (P) ประเมินทางเลือก (E) และตัดสินใจเลือกทางเลือก (D)

สรุปผลการวิจัย

นักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อนมีกระบวนการตัดสินใจเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทยเหมือนกัน โดยมีกระบวนการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน (IPED) ตามลำดับดังนี้ กำหนดประเด็น (I), เสนอทางเลือก (P) ประเมินทางเลือก (E) และตัดสินใจเลือกทางเลือก (D)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

จากผลการวิจัยจะพบว่า ในการตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม นอกจากจะต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนยังต้องใช้ความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ และต้อง

คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ มากมาย โดยนักเรียนทุกกลุ่มมีการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เรียนมาประกอบในการตัดสินใจ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องกระบวนการทำงาน โดยนักเรียนกลุ่มเก่งจะเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอทางเลือกและแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างหลากหลายก่อนตัดสินใจ ขณะที่นักเรียนกลุ่มอ่อน จะให้ความสำคัญกับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งมีความรู้ความสามารถและกล้าแสดงออกเป็นผู้นำในการคิด และวางแผนการทำงาน และบุคคลดังกล่าวจะมีบทบาทชี้นำการตัดสินใจของกลุ่ม

ดังนั้น โรงเรียนจึงควรจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจไปพร้อม ๆ กับการส่งเสริมความสามารถในการใช้เหตุผลอื่น ๆ เพื่อให้ นักเรียนทุกกลุ่มมีการตัดสินใจอย่างผู้มีความรู้และมีเหตุผล การวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.1 สถานการณ์ที่จะนำมาให้นักเรียนตัดสินใจ ครูควรเตรียมประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้วิทยาศาสตร์และมีความซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน

1.2 การจัดกลุ่มในลักษณะแยกนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อน จะทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนประสบปัญหาในการเรียนเนื้อหาที่มีการคำนวณ ดังนั้นครูจึงควรให้ความสำคัญ และหาทางแก้ไข

1.3 ครูควรจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ไว้ในชั้นเรียนเช่น นิตยสาร วารสาร หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลขณะทำการตัดสินใจ

1.4 ในขั้นเสนอทางเลือก กรณีที่ต้องเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งในสองทางเลือก นักเรียนจะตัดสินใจและมีทางเลือกของตนเองอยู่แล้ว ครูควรแนะนำให้นักเรียนมีเหตุผลรองรับการเสนอทางเลือกนั้นๆ

1.5 ในขั้นประเมินทางเลือก ครูควรช่วยเหลือนักเรียนในการเปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือกอย่างละเอียด ในขั้นนี้ อาจจำเป็นต้องใช้ทักษะการแปรผลต่าง ๆ เช่น การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ การใช้ตารางเปรียบเทียบ หรือใช้กราฟ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบข้อมูล และชั่งน้ำหนักแต่ละทางเลือก

1.6 ในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรเข้าใจถึงลำดับขั้นของกระบวนการตัดสินใจอย่างชัดเจน และวิเคราะห์ว่าในแต่ละลำดับขั้นของกระบวนการตัดสินใจในเรื่องนั้น ๆ จำเป็นต้องใช้ความรู้หรือทักษะอะไรบ้าง แต่ก็ไม่จำเป็นจะต้องบอกให้นักเรียนดำเนินไปทีละขั้น หรือตามลำดับขั้น เพียงแต่คอยแนะนำเท่านั้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) ไปใช้จัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อศึกษา พัฒนาและส่งเสริมกระบวนการตัดสินใจในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำการตัดสินใจ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการตัดสินใจแตกต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาและอภิปรายผลการวิจัยที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ ประจำปีพุทธศักราช 2553

ขอขอบพระคุณสำนักงานปรมานูเพื่อสันติ และสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ที่สนับสนุนสื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับ พลังงานนิวเคลียร์

เอกสารอ้างอิง

กรรติกา ศิริเสนา. 2550. กัมมันตภาพรังสี พลังงาน

นิวเคลียร์ มนุษย์ สิ่งแวดล้อมและสังคม.

กรุงเทพฯ: บริษัท วิพรีนท์ (1991) จำกัด.

เกียรติศักดิ์ ชินวงศ์. 2544. การสอนตามแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี-สังคม (STS) โดยใช้

ห้องเรียนธรรมชาติ. วิชาการ, 4(11), (13-27).

โชคชัย ยืนยง. 2552. กระบวนทัศน์เชิงตีความ

(Interpretive paradigm): อีกกระบวนทัศน์

หนึ่ง สำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา.

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

32(3), 14-22.

โชคชัย ยืนยง และวิมล สำราญวานิช. 2552. เอกสาร

ประกอบการสอนวิชา 232 317 วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสังคม. ขอนแก่น: สาขา

วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวลฉวี รุ่งชนเกียรติ. 2553. เทคโนโลยีนิวเคลียร์:

พื้นฐานและการประยุกต์ใช้ด้านดินและพืช.

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นวลพัศตร์ วงษ์กระแสน. 2552. การศึกษากระบวนการ

ตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ. วิทยานิพนธ์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ขอนแก่น.

พงศาล มีคุณสมบัติ. (ผู้เรียบเรียง). 2550. พลังงาน

นิวเคลียร์ ภัยร้ายหรือเหยื่อความเชื่อ?.

กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2545. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ:

องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

2546. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้

พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 กลุ่ม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่

4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

อรอนงค์ สอนสนาม. 2552. การพัฒนาความสามารถ

ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง มนุษย์กับความ

ยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตาม

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม.

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Jung, L.H., and Nam, K.C. 2004. Analysis of Korean

High School students' decision-making

process in solving a problem involving

biological knowledge. Research in science

education, 34: 97 – 111.