

# แนวคิดเกี่ยวกับนิยามพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน ของนักเรียนไทยและนิวซีแลนด์

## Thai and New Zealand Students' Concepts of the Definition of Energy and the Law of Energy Conservation

โชคชัย ยืนยง<sup>1</sup> สุนันท์ สังข์อ่อง<sup>2</sup> และ ธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์<sup>3</sup>

Chokchai Yuenyong, Sunan Sung-ong and Teerasak Veerapasong

---

### ABSTRACT

This research explored the 42 Thai and 30 New Zealand students' ideas about energy. Students' ideas about concept of definition of energy and conservation of energy were explored using the Questionnaire for exploring student energy conception (QSEC) and informal interview. Students' concepts were categorized as the students' frameworks of describing energy conceptions and then compared between Thai and New Zealand students' frameworks. Findings revealed that Thai students generally used framework of energy saving and sources of energy to describe definition of energy; but New Zealand students used framework of depository of energy. Both Thai and New Zealand students perceived the Law of Energy Conservation as storing up and energy saving.

**Key words:** definition of energy, the law of energy conservation, energy saving, Thai, New Zealand

---

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

<sup>2</sup> ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

<sup>3</sup> ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Physics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สำรวจและเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนไทยจำนวน 42 คน และนักเรียนนิวซีแลนด์จำนวน 30 คน เกี่ยวกับนิยามของพลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้แบบสอบถาม QSEC และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม โดยแนวคิดของนักเรียนจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆตามกรอบแนวคิดของนักเรียนที่ใช้อธิบายแนวคิดพลังงาน พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานและแหล่งพลังงานเพื่ออธิบายนิยามของพลังงาน แต่นักเรียนนิวซีแลนด์ใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการมีพลังงานสะสมอยู่มาอธิบาย ส่วนแนวคิดกฎการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียน พบว่า ทั้งนักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์รับรู้ว่าเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเก็บและประหยัดพลังงาน

## บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ONEC, 2000) ดังนั้น การเรียนการสอนที่คำนึงถึงแนวคิดของนักเรียนที่มีก่อนเข้ามาในชั้นเรียน และการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลมาจากปัจจัยต่างๆ นอกชั้นเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญ (Trumper, 1990) ซึ่งนักเรียนมีการสร้างองค์ความรู้ของเขาขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับคนในสังคมและสถานการณ์ต่างๆที่เป็นกิจกรรมเชิงสังคมและวัฒนธรรม (socio-cultural activities) แนวคิดการเรียนรู้เชิงสังคมและวัฒนธรรม (socio-cultural view) กล่าวถึงการพัฒนาความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจถูกกระตุ้นโดยบริบททางวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ และ สถาบันทางสังคมต่างๆ การเรียนรู้จึงไม่เพียงแต่เป็นการสร้างองค์ความรู้ของตัวนักเรียนเองอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่ม และเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ที่อยู่

บนพื้นฐานวัฒนธรรมของตน (Packer and Goicoechea, 2000; Wertsch and Toma, 1995) ด้วยแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้นี้ ประเด็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในบริบททางสังคมและวัฒนธรรมต่างกันจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง ดังนั้นแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในบริบททางสังคมและวัฒนธรรมต่างกันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง (Wertsch and Toma, 1995)

พลังงานเป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ และความรู้เกี่ยวกับพลังงานและการใช้พลังงานมีพัฒนาการมาพร้อมกับการพัฒนาทางวัฒนธรรมและสังคมของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (Hobson, 1982) ดังนั้นอิทธิพลของบริบททางสังคมและวัฒนธรรมน่าจะส่งผลต่อแนวคิดพลังงาน (energy concept) ของนักเรียน คำว่า “พลังงาน” ถูกใช้ในชีวิตประจำวันด้วยบริบทต่างกัน ซึ่งนักเรียนที่กำลังเรียนเรื่องพลังงานก็อาจมีการรับรู้แนวคิดพลังงานแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาแนวคิดพลังงานของนักเรียน ซึ่งสัมพันธ์กับการรับรู้เกี่ยวกับพลังงานในชีวิตประจำวัน งานวิจัยที่ศึกษาในบริบทของสังคมที่ใช้ภาษาอังกฤษ เช่น งานวิจัยของ Watts and Gilbert (1983), Solomon (1983); Gair and Stancliffe (1988) พบว่านักเรียนโดยทั่วไปมักอธิบายแนวคิดพลังงานโดยใช้กรอบแนวคิดที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (human-centred) และกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับอาหาร นอกจากนั้นงานวิจัยที่ศึกษาในประเทศเยอรมันก็พบว่านักเรียนส่วนมากใช้กรอบแนวคิดที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (human-centred) เช่นกัน (Duit, 1981) งานวิจัยที่ศึกษาในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Lijnse, 1990) และประเทศอิสราเอล (Trumper, 1990) พบว่านักเรียนส่วนมากรับรู้ว่าเป็นเรื่องพลังงาน ส่วนประเทศไทยมีการศึกษาแนวคิดพลังงานของนักเรียนในจังหวัดฉะเชิงเทราพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รับรู้ว่าเป็นเรื่องพลังงาน (รัตน, 2540) นอกจากแนวคิดทั่วไปของพลังงานแล้วยังมีแนวคิดพลังงานอื่นที่สัมพันธ์กับการรับรู้เกี่ยวกับพลังงานของนักเรียนใน

ชีวิตประจำวัน เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation) งานวิจัยของยุโรปและออสเตรเลีย (Duit, 1984; Solomon, 1985; Carr and Kirkwood, 1988; Trumper, 1990) พบว่านักเรียนเข้าใจ กฎการอนุรักษ์พลังงาน(the Law of Energy Conservation) ว่าเป็นการประหยัดพลังงานแทนที่จะเข้าใจว่าเป็นการเปลี่ยนรูปจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งแต่พลังงานรวมของระบบยังคงที่เสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้น แนวคิดพลังงานของนักเรียนในบริบทของไทยในปัจจุบันจะมีความแตกต่างจากนักเรียนของประเทศอื่นหรือไม่อย่างไรจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจเพราะอาจช่วยสะท้อนให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงประเด็นต่างๆที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดพลังงานของนักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์ เนื่องจากประเทศไทยและนิวซีแลนด์มีบริบททางสังคมและวัฒนธรรมต่างกัน ประเทศไทยใช้ภาษาไทยเป็นภาษาราชการ ประชากรเกือบทั้งประเทศเป็นคนไทยและนับถือศาสนาพุทธ ส่วนนิวซีแลนด์อยู่ในทวีปออสเตรเลีย ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาราชการ ประชากรส่วนใหญ่ นับถือศาสนาคริสต์ ประชากรร้อยละ 80 เป็นชาวยุโรป ร้อยละ 14 เป็นชาวพื้นเมืองหรือชาวเมารี (Maori) ส่วนที่เหลือเป็นคนจากหมู่เกาะแปซิฟิก และ เอเชีย

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สำรวจแนวคิดพลังงาน (energy concept) เกี่ยวกับ นิยามของพลังงาน (definition of energy) และ กฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของประเทศไทย และ นักเรียน Year 9 (อายุประมาณ 15 ปี) ประเทศนิวซีแลนด์

2. เปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนไทยและนักเรียนประเทศนิวซีแลนด์เกี่ยวกับนิยามของ

พลังงาน (definition of energy) และ กฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation)

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ให้ข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงบริบทของสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับนิยามของพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

2. ให้ข้อมูลแนวคิดพลังงานของนักเรียนเพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนเรื่องพลังงาน

3. ให้ข้อมูลแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เรื่องพลังงาน ตระหนักถึงการจัดหลักสูตรโดยคำนึงถึงบริบทของสังคมและวัฒนธรรม

## วิธีดำเนินงานวิจัย

### ประชากร

นักเรียนไทย และนักเรียนนิวซีแลนด์ อายุประมาณ 15 ปี

### กลุ่มตัวอย่าง

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 42 คน และ กลุ่มตัวอย่างนักเรียนนิวซีแลนด์ คือ นักเรียน Year 9 (อายุประมาณ 15 ปี) จำนวน 30 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเมืองHamilton ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งนักเรียนทั้งหมดของโรงเรียน แห่งนี้ เป็นชาวยุโรป ร้อยละ 83 เป็นชาวเมารี ร้อยละ 13 และเป็นชาวเอเชีย ร้อยละ 4

### รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สำรวจแนวคิดพลังงานของนักเรียนเกี่ยวกับนิยามของพลังงาน

และกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลแนวคิดพลังงานของนักเรียนที่จังหวัดขอนแก่น และเมือง Hamilton ประเทศนิวซีแลนด์ ในช่วงเดือนมีนาคม ถึง กรกฎาคม 2547

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ (1) แบบสอบถามแนวคิดพลังงาน (QSEC) ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วย คำถามปลายเปิด และคำถามแบบเลือกตอบแล้วอธิบายเหตุผลการเลือกตัวเลือกนั้น และ (2) การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ เพื่อซักถามแนวคิดพลังงานของนักเรียนเพิ่มเติมหลังจากตรวจแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลแนวคิดพลังงานของนักเรียนที่จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย และเมือง Hamilton ประเทศนิวซีแลนด์ เป็นแนวคิดพลังงานของนักเรียนหลังจากผ่านการเรียนเรื่องพลังงานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมาแล้ว

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบนักเรียนเป็นรายข้อ โดยการอ่านคำตอบของนักเรียน แล้วตีความหมายของคำตอบเพื่อจัดแบ่งกลุ่มของคำตอบเป็นกลุ่มๆตามเหตุผลที่นักเรียนอธิบาย ซึ่งเรียกว่ากรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (student scientific framework) หลังจากนั้นแนวคิดของนักเรียนจะถูกนับค่าความถี่และร้อยละ และเพื่อหาความตรงในการตีความหมาย ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา 2 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญคนไทย 1 ท่าน และคนนิวซีแลนด์ 1 ท่าน ลงความเห็นและวิเคราะห์วิจารณ์การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัย

## ผลและวิจารณ์

แนวคิดพลังงานของนักเรียนจะถูกแยกอภิปรายเป็นสองส่วนคือ นิยามของพลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงาน

### นิยามของพลังงาน

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่เขียนประโยคเพื่อกล่าวถึงพลังงาน และระบุถึงแนวคิดพลังงานได้ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มกรอบแนวคิด (framework) ของนักเรียน 6 กลุ่ม ดังนี้

**1. Framework A: การมีพลังงานสะสมอยู่ (depository of energy)** แนวคิดของนักเรียนในกลุ่มนี้จะอธิบายพลังงาน โดยกล่าวถึงการมีพลังงานอยู่ในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต, สิ่งต่างๆในธรรมชาติมีพลังงาน หรือต้องการพลังงาน แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น “พลังงาน คือ สิ่งสำคัญของสิ่งมีชีวิต”, “ร่างกายของฉันท้องการพลังงาน 100 cal ต่อวัน”, “ฉันกินอาหารเพื่อเพิ่มพลังงาน”, และ “การออกกำลังกายเป็นการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ซึ่งถูกจัดในกรอบแนวคิดนี้ เช่น “My friend Rebeccas got a lot of energy because she drunk V”; “Energy as a food energy, kilojoules etc.”; “We get energy by eating”; “Drink like V, Red bull etc contain energy”; “Energy is every where”

**2. Framework B: การประหยัดพลังงาน (energy saving)** นักเรียนที่ใช้กรอบแนวคิดนี้จะอธิบายความหมายพลังงานโดยกล่าวถึง การประหยัดพลังงาน, การรู้คุณค่าพลังงาน และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า แนวคิดของนักเรียนไทยที่จัดอยู่ในกรอบแนวคิดนี้ เช่น “พวกเราควรประหยัดพลังงาน เพราะพลังงานเหลือน้อยลงทุกวัน”, “พวกเราควรใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า”, “พลังงานเป็นสิ่งมีคุณค่าและมีประโยชน์”

**3. Framework C: แหล่งพลังงาน (sources of energy)** แนวคิดของนักเรียนในกรอบแนวคิดนี้จะเกี่ยวข้องกับแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น ดวงอาทิตย์ แหล่งน้ำ หรือ แบตเตอรี่ แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น “พลังงานดวงอาทิตย์ถูกใช้ในโซลาร์เซลล์”, “โรงงานไฟฟ้าใช้พลังงานน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า”, “ฉันเล่นรถบังคับจนแบตเตอรี่หมด” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ซึ่งถูกจัดในกรอบแนวคิดนี้ เช่น “Energy is a source of light”; “Energy is a source of light can be make out of for a use of electricity”; “An easy way of energy making is using solar power”

**4. Framework D: ประเภทของพลังงาน (types of energy)** แนวคิดของนักเรียนจะกล่าวถึงรูปพลังงาน หรือประเภทของพลังงาน ในกรอบแนวคิดนี้นักเรียนไทยมักระบุพลังงาน เช่น “ความร้อน”, “พลังงานไฟฟ้า”, “พลังงานกล”, และอธิบายว่าพลังงานมีหลายรูปแบบ ส่วนนักเรียนนิวซีแลนด์มักจะกล่าวถึงรูปพลังงานหรือประเภทของพลังงาน เช่น “Static electricity is a form of energy”; “Energy comes in 2 forms, positive & negative”; “Types of energy can be categorised under positive energy or negative energy because charge of the cells in the energy”; “Energy as in electricity, lights, etc”; “Energy has many different forms, kinetic, gravitational, electromagnetic, and light.”

**5. Framework E: การเปลี่ยนรูปพลังงาน (transformation of energy)** นักเรียนที่ใช้กรอบแนวคิดนี้จะคำอธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น “พลังงานไม่สูญหายแต่มีการเปลี่ยนรูป”, “โรงงานไฟฟ้ามีการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ซึ่งถูกจัดในกรอบแนวคิดนี้ เช่น “Energy transforming light, heat, coldness, etc....”; “A push or a pull gaining energy

from food, water, power station etc.”; “Energy can be produced in many ways”; “Energy cannot be destroyed or created, it just transforms into another kind of energy”; “Energy can be changed into different types of energy”

**6. Framework F: การใช้พลังงานในเชิงกล (mechanical use of energy)** นักเรียนที่ใช้กรอบแนวคิดนี้จะพยายามอธิบายพลังงานโดยกล่าวถึงกระบวนการเชิงกล การเปลี่ยนรูปพลังงานกล การทำงานของเครื่องจักร แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น “คนงานใช้พลังงานจากเครื่องจักรทำงานในโรงงาน”, “การเคลื่อนที่คือพลังงานกล” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ซึ่งถูกจัดในกรอบแนวคิดนี้ เช่น “The forces used when moving objects”; “Energy makes things move”; “I think energy is a force of something, using energy to power mechanical things”

แนวคิดของนักเรียนที่ถูกจัดในกรอบแนวคิดของนักเรียนทั้ง 6 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น ได้ถูกนำไปนับความถี่และคำนวณค่าร้อยละ (Table 1)

จาก Table 1 จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการรับรู้เรื่องพลังงานแตกต่างกัน ส่วนใหญ่นักเรียนไทยจะใช้ Framework B: การประหยัดพลังงาน (energy saving) Framework C: แหล่งพลังงาน (source of energy) และ Framework A: การมีพลังงานสะสมอยู่ (depository of energy) ส่วนนักเรียนนิวซีแลนด์ใช้ Framework A: การมีพลังงานสะสมอยู่ (depository of energy) มากที่สุด รองลงมาได้แก่ Framework D: ประเภทของพลังงาน (types of energy)

การที่นักเรียนสองกลุ่มนี้มีกรอบแนวคิดต่างกันอาจเป็นเพราะประสบการณ์ทางสังคมและวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อการรับรู้แนวคิดพลังงาน (energy concept) ของนักเรียน (Freyberg and Osborne, 1985; Von Glasserfeld, 1992) ในกรณีของนักเรียนไทยส่วนมากจะใช้ Framework B การประหยัดพลังงาน (energy saving) และ Framework C

**Table 1** Students' frameworks of energy conception.

		Thai students		New Zealand students	
		Responses	% of Res.	Responses	% of Res.
Students' framework	A (depository of energy)	14	19.7	20	43.5
	B (energy saving)	15	21.1	0	0.0
	C (sources of energy)	15	21.1	6	13.1
	D (types of energy)	8	11.3	10	21.7
	E (transformation of energy)	8	11.3	7	15.2
	F (mechanical use of energy)	11	15.5	3	6.5

แหล่งพลังงาน (sources of energy) อธิบายนิยามของพลังงาน เมื่อพิจารณาผลของการใช้ Framework C ซึ่งเกี่ยวกับแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น แสง แหล่งน้ำ และเชื้อเพลิงเป็นผลที่สอดคล้องกับงานวิจัยของรัตน (2540) แสดงว่ากรอบแนวคิดนี้อาจเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานของนักเรียนไทย ส่วนการใช้ Framework B ซึ่งนักเรียนจะกล่าวถึงการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า การรับรู้ของนักเรียนในเรื่องนี้เป็นสิ่งที่น่าจะสัมพันธ์กับสถานการณ์ของไทยปัจจุบันที่กำลังเผชิญกับปัญหาการราคาน้ำมันแพง และรัฐบาลก็มีโครงการรณรงค์การประหยัดพลังงานด้วยวิธีการต่างๆ อย่างต่อเนื่อง นักเรียนจึงอาจจะรับรู้แนวคิดพลังงานผ่านทางการรณรงค์ประหยัดพลังงาน

ส่วนในกรณีนักเรียนนิวซีแลนด์ กรอบแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายพลังงาน คือ Framework A การสะสมพลังงานอยู่ในสิ่งต่างๆ เช่น อาหาร วัตถุ หรือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่ในธรรมชาติ ซึ่งผลที่ได้ก็สอดคล้องกับผลของงานวิจัยอื่นที่เก็บข้อมูลกับนักเรียนที่อยู่บริบทของผู้ใช้ภาษาอังกฤษ (Watts and Gilbert, 1983; Solomon, 1983; Gair and Stancliffe, 1988) ดังนั้นจากผลที่พบว่า นักเรียนนิวซีแลนด์ส่วนมากรับรู้เรื่องพลังงานในประเด็นที่เกี่ยวกับการสะสมพลังงานอยู่ในสิ่งต่างๆ จึงน่าจะเป็นเรื่องปกติ เพราะโดยทั่วไปคนเชื้อชาติยุโรปมีความเข้าใจคำว่าพลังงาน (energy) มาจากคำว่า อำนาจ (power) ซึ่งอำนาจจะมีอยู่ในสิ่งต่างๆ เมื่ออำนาจแสดงออกมา เรียกว่า

พลังงาน เพราะฉะนั้นน่าจะเป็นเรื่องธรรมดาที่คนเชื้อสายยุโรปจะมองปรากฏการณ์ต่างๆ หรือสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอำนาจ บางอย่างอยู่เบื้องหลัง (Watts, 1983)

### กฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation)

ผลของการให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ใดที่เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน จากสถานการณ์ที่เป็นตัวเลือกที่กล่าวถึงแนวคิดของการประหยัดพลังงาน 2 ตัวเลือก และกล่าวถึงกฎการอนุรักษ์พลังงาน 2 ตัวเลือก พบว่านักเรียนไทย ร้อยละ 87.5 เลือกสถานการณ์ที่กล่าวถึงการประหยัดพลังงาน และมีเพียงร้อยละ 12.5 เลือกสถานการณ์ที่อ้างถึงกฎการอนุรักษ์พลังงาน ส่วนนักเรียนนิวซีแลนด์พบว่าร้อยละ 42.4 เลือกสถานการณ์ที่กล่าวถึงการประหยัดพลังงาน และร้อยละ 57.6 เลือกสถานการณ์ที่อ้างถึงกฎการอนุรักษ์พลังงาน และเมื่อวิเคราะห์คำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน ผู้วิจัยสามารถจำแนกรอบแนวคิดของนักเรียนได้ 4 กลุ่ม

**1. Framework A: การประหยัดพลังงาน (energy saving)** นักเรียนกลุ่มนี้อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน (The Law of Energy Conception) ว่าเป็นการประหยัดพลังงาน แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “มันหมายถึงการประหยัดพลังงาน”, “เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานเพื่อมีใช้

“ได้นานๆ”, “หมายถึงการไม่ใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “Saving energy for later usage”; “Saving power when not enough is being produced in the hydro dams.”; “Conservation of energy is as trying to save energy resources like water from dams, petrol etc.”

**2. Framework B: การเก็บกักพลังงานหรือ** **สงวนการใช้พลังงาน (storing up or preserving energy)** นักเรียนในกลุ่มนี้จะอธิบาย กฎการอนุรักษ์พลังงาน ว่าเป็นการเก็บรักษาพลังงานหรือแหล่งพลังงานไว้ใช้ในอนาคต แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “คือการเก็บรักษาพลังงานไว้ใช้”, “มันคือการสงวนการใช้พลังงาน”, “เกี่ยวกับการเก็บพลังงานไว้เพื่อให้คนรุ่นใหม่มียพลังงานใช้” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “The storing and preserving energy and sources of energy”

**3. Framework C: การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า (use worthily energy)** กรอบแนวคิดของนักเรียนในกลุ่มนี้จะอธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation) ว่าเกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าหรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานอย่างชาญฉลาด แนวคิดของนักเรียนไทยที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “... หมายถึง ความเข้าใจที่จะใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า”, “คือการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด” ส่วนแนวคิดของนักเรียนนิวซีแลนด์ที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “Um well conserving energy means you use it usefully, and only using as

much as you need”; “I think conservation energy is the smart usage of energy and no wastage of it”; “I think it means using our energy sources efficiently as we have energy for years to come”

**4. Framework D: การเปลี่ยนรูปพลังงาน (transformation of energy)** แนวคิดของนักเรียนที่ถูกจัดในกรอบแนวคิดนี้จะอธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน (the Law of Energy Conservation) โดยกล่าวถึงพลังงานจะไม่สูญหายไปไหน มันแค่การเปลี่ยนรูปพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง ในกรอบแนวคิดนี้มีเพียงนักเรียนนิวซีแลนด์เท่านั้นที่ใช้กรอบแนวคิดนี้อธิบาย คำอธิบายของนักเรียนนิวซีแลนด์ที่ถูกจัดในกลุ่มนี้ เช่น “energy doesn’t disappear, it just changed”

คำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานที่ถูกจัดในกรอบแนวคิดของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มตามที่กล่าวมาข้างต้น ได้ถูกนำไปนับความถี่และคำนวณค่าร้อยละ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่านักเรียนไทยเข้าใจ กฎการอนุรักษ์พลังงาน ว่าเป็นการประหยัดพลังงานมากกว่าที่จะเข้าใจว่าเป็นแนวคิดพลังงานที่กล่าวว่า “พลังงานมี การเปลี่ยนรูปจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งแต่พลังงานรวมของระบบยังคงที่เสมอ” เห็นได้จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนไทย ร้อยละ 87.5 เข้าใจสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน ว่าเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และจากการจำแนกแนวคิดของนักเรียนที่ใช้อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน ใน Table 2 พบว่ากลุ่ม

**Table 2** Students’ framework of energy conservation.

		Thai students		New Zealand students	
		Responses	% of Res.	Responses	% of Res.
Students’ framework	A (energy saving)	21	50.0	17	56.6
	B (storing up or preserving energy)	10	23.8	2	6.7
	C (use worthily energy)	11	26.2	9	30.0
	D (transformation of energy)	0	0.0	2	6.7



ตัวอย่างนักเรียนไทยร้อยละ 50 อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ Framework A: การประหยัดพลังงาน (energy saving) และนักเรียนไทยในส่วนที่เหลือใช้ Framework B การเก็บกักพลังงานหรือการสงวนการใช้พลังงาน (storing up or preserving energy) และ Framework C การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า (use worthily energy) ซึ่งกรอบแนวคิดเหล่านี้ไม่ใช่แนวคิดของกฎการอนุรักษ์พลังงาน ผลความสับสนของแนวคิดของนักเรียนไทยเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานนี้ อาจมาจากการใช้คำว่า “อนุรักษ์พลังงาน” ในชีวิตประจำวันมีความหมายที่ต่างไปจากการใช้คำนี้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น บริบทของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ มีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงาน ซึ่งบางครั้งก็มีการใช้คำว่า “อนุรักษ์พลังงาน” ถูกใช้สื่อสารถึง การประหยัดพลังงานหรือการเก็บรักษาพลังงานให้มิพื่อใช้ในอนาคต ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีผลต่อการอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific concept) ของนักเรียนได้

ในส่วนของนักเรียนนิวซีแลนด์ พบว่า มีความสับสนระหว่างกฎการอนุรักษ์พลังงานกับการประหยัดพลังงานเช่นเดียวกันกับนักเรียนไทย ถึงแม้จะมีนักเรียนนิวซีแลนด์ร้อยละ 57.6 เลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานได้ถูกต้อง แต่เมื่อพิจารณาผลของการอธิบาย กฎการอนุรักษ์พลังงาน พบว่านักเรียนนิวซีแลนด์ ส่วนมากอธิบายโดยใช้ Framework A: การประหยัดพลังงาน (energy saving) ซึ่งเป็นคำอธิบายที่ค่อนข้างแตกต่างกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน ที่กล่าวว่า “พลังงานมีการเปลี่ยนรูปจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งแต่พลังงานรวมของระบบยังคงที่เสมอ” ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสภาวะการณ์ทางสังคมอาจมีอิทธิพลต่อการรับรู้เรื่องพลังงานของนักเรียน เนื่องจากที่นิวซีแลนด์มีการรณรงค์ให้ประหยัดพลังงานด้วยวิธีการต่างๆ เช่นเดียวกับประเทศไทย นอกจากนั้นในภาษาอังกฤษมีการใช้คำว่า Conserving และ Conservation เพื่อสื่อความหมายว่า การประหยัดด้วย ดังนั้นจึงอาจทำให้

นักเรียนสับสนระหว่างการใช้พลังงานกับ กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Carr and Kirkwood, 1988) แต่อย่างไรก็ตาม อาจจะมีปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อความสับสนของนักเรียน เช่น วิธีการสอน และความรู้อ่อนของครู เป็นต้น

## สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลของการวิเคราะห์คำอธิบายนิยามพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานของ นักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์ พบว่ามีบางประเด็นที่มีความแตกต่างกัน แต่บางประเด็นก็มีความเหมือนกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาบริบททางสังคมของทั้งสองประเทศ ก็พบว่ามีบางส่วนต่างกัน บางส่วนเหมือนกัน ตามที่กล่าวมาข้างต้น จนอาจกล่าวได้ว่า การรับรู้เรื่องพลังงานของนักเรียน แตกต่างกันไปตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้น การสอนเรื่องพลังงาน จึงควรตระหนักถึงบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของนักเรียน อย่างเช่น การสอนเรื่องพลังงานสำหรับนักเรียนไทย อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้วิธีสอนลำดับเนื้อหา หรือ ตัวอย่าง เหมือนกับประเทศในทวีปอเมริกา ยุโรป หรือ ออสเตรเลีย แต่ควรจะเป็นการหาวิธีการสอน ลำดับเนื้อหา หรือ ตัวอย่าง ให้สัมพันธ์กับการรับรู้และความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามบริบททางสังคม และวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน

จากข้อมูลของนักเรียนไทยที่พบในครั้งนี้ สะท้อนให้เห็นถึงว่า การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนไทยกลุ่มนี้น่าจะเริ่มจากแหล่งพลังงานต่างๆ ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน และแนวคิดพลังงาน (energy concept) ที่สัมพันธ์กับการประหยัดพลังงาน เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ เนื่องจากการให้นักเรียนเริ่มต้นเรียนเรื่องพลังงานในลักษณะนี้อาจส่งเสริมให้นักเรียนรู้แนวคิดพลังงานอย่างมีความหมายมากขึ้น เพราะนักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่สอดคล้องกับ



การรับรู้ของตน และจากข้อมูลที่พบว่านักเรียนมีความสับสนเรื่องการประหยัดพลังงาน กับ กฎการอนุรักษ์พลังงาน ดังนั้นการสอนเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานควรชี้ประเด็นให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างการประหยัดพลังงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานอย่างชัดเจน Duit and Haeussler (1994) ได้แนะนำว่า ควรสอนกฎการอนุรักษ์ควบคู่กับการให้แนวคิดเปลี่ยนรูปพลังงาน (energy transformation) และการลดค่าพลังงาน (energy degradation) หรือ กฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิก (the Second Law of Thermodynamics) อย่างง่ายๆ ดังนั้น การสอนเรื่องพลังงานน่าจะมีการบูรณาการเข้ากับประเด็นทางสังคม เช่น สถานการณ์วิกฤตพลังงาน ราคาน้ำมันแพง เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

- รัตนา เสงสุข. 2540. *การศึกษาแนวคิดเรื่อง พลังงาน ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนคอนนิมพิพิทยาตามอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา: กรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Carr, M. and V. Kirkwood. 1988. "Teaching and learning about energy in New Zealand secondary school junior science classrooms". *Physics Education* 23: 86 – 91.
- Duit, R. 1981. "Students' notion about the energy concept – before and after physics instruction", pp. 268 – 319. In W. Jung, H. Pfundt (eds.). *Proceedings of the International Workshop 'Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge'*. Ludwigsburg, West Germany.
- Duit, R. 1984. "Learning the energy concept in school – empirical results from the Philippines and West Germany". *Physics Education* 19: 59 – 66.
- Duit, R. and P. Haeussler. 1994. "Learning and Teaching Energy", pp. 185 – 200. In P. Fensham, R. Gunstone, R. White (eds.). *The Content of Science: A constructivist approach to Its Teaching and Learning*, New Zealand: Hienmann.
- Freybreg, P. and R. Osborne. 1985. "Assumptions about Teaching and Learning", pp. 81 – 90. In R. Osborne, P. Freyberge (eds.). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. Auckland, New Zealand: Hienmann.
- Gair, J. and D.T. Stancliffe. 1988. "Talking about toys: an investigation of children's ideas about force and energy". *Research in Science and Technological Education* 6: 167 – 180.
- Hobson, A. 1982. *Physics and Human Affairs*. New York: Wiley.
- Lijnse, P. 1990. "Energy between the Life – World of Pupils and the World Physics". *Science Education* 74(5): 571 – 583.
- Office of the National Education Commission (ONEC). 2000. *Learning Reform: A Learner-Centred Approach*. Bangkok: Wattana Panit Printing & Publishing Company Limited.
- Packer, M.J. and J. Goicoecha. 2000. "Sociocultural and Constructivist Theories of Learning: Ontology, Not Just Epistemology." *Educational Psychologist* 35(4): 227 – 241.
- Solomon, J. 1983. "Learning about energy: how students think in two domains". *International Journal of Science Education* 5: 45 – 59.
- Solomon, J. 1985. "Teaching the conservation of energy". *Physics Education* 20: 113 – 114.
- Trumper, R. 1990. "Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept

- part one”. *International Journal of Science Education* 12(4): 343 – 354.
- Von Glaserfeld, E. 1992. “A Constructivist’s view of learning and teaching”, pp. 29 – 39 In R. Duit, F. Goldberg, H. Niedderer (eds.). *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, Keil, Germany: Institute fur die Padagogik der Naturwissenschaften an der Universitat.
- Watts, D.B. 1983. “Some alternative views of energy”. *Physics Education*. 18: 213 – 217.
- Watts, D.B. and J.K. Gilbert. 1983. “Enigmas in school science: students’ conceptions for scientifically associated world”. *Research in Science and Technological Education* 1(2): 161 – 171.
- Wertsch, J.V. and C. Toma. 1995. “Discourse and Learning in the Classroom: A Sociocultural Approach”, pp. 159 – 174 In L.P. Steffe, and J. Gale (eds.). *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.