

การศึกษาแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้วยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากมุมมองด้านภววิทยา

**The Study of Grade 10 Students' Concepts on Kinetic and Potential Energies by
Using Conceptual Change Approach based on Ontological Perspective**

สุชญา พันทวี(Suchaya Pantawee)* ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง(Dr.Pattamaporn Pimthong)**
ดร.เฉลิมพล กาญจนวรินทร์(Dr.Chalermpol Kanchanawarin)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากมุมมองภววิทยา ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแนวคิด เรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักเรียนจำนวน 33 คน โดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และตรวจชิ้นงานนักเรียน จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแนวคิดตามวิธีของ Andersson (1990) และ Tytler (1999) และได้จัดกลุ่มภววิทยาของแนวคิดตามวิธี Three Types of Conceptual Change ของ Chi et al. (2008) ผลการวิจัยพบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงและมีภววิทยาผิดกลุ่ม แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดพบว่านักเรียนส่วนมากมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีภววิทยาของแนวคิดถูกต้องมากขึ้น

ABSTRACT

Our research was aimed to study and develop students' conceptions on kinetic and potential energies using conceptual change approach based on oncology perspective. We performed a survey on the concepts of kinetic and potential energies on 33 students by doing semi-structured interview and analyzed students' works. Then we categorized students' conceptual understandings into groups based on Andersson (1990) and Tytler (1999) criteria and we also categorized students' ontology into groups based on Chi et al. (2008). The results showed that, in the pre-survey, most students hold alternative concepts of kinetic and potential energies and put those concepts into the wrong ontology groups. In the post-survey, most students hold correct scientific concepts and put theirs into the right ontology groups.

คำสำคัญ: พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง แนวคิด การเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ภววิทยา

Key Words: Kinetic and Potential Energies, Concept, Conceptual change Approach, ontology

*นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

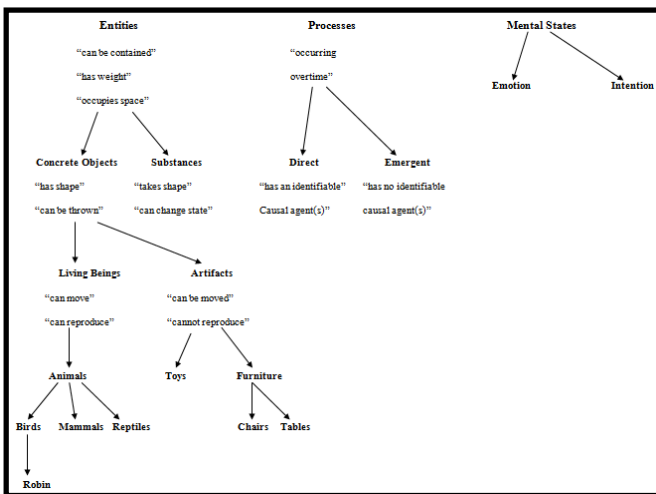
เนื้อหาเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นความรู้พื้นฐานทางกลศาสตร์ที่สำคัญในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับสูง(Duit,1984 อ้างถึงใน รัตนา,2540) จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 (ว 33242) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมักจะมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงแม้ว่าผู้เรียนนั้นเพิ่งจะผ่านการเรียนรู้ในชั้นเรียนไป และยังพบว่านักเรียนมีปัญหาในการนำความรู้เรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงไปใช้เชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่นๆของวิชาฟิสิกส์ จากรายงานวิจัยของ สุรพันธ์ (2541) และของ ประยูรศรี (2544) ที่ได้มีการศึกษาในเรื่องแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นั้นมักจะเน้นการจดจำเนื้อหาและสมการซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยที่พบว่าการจัดการเรียนรู้จะเน้นการจดจำเนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้จักมีความคิดเป็นของตนเอง (สกว , 2541)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเพื่อหาวิธีพัฒนาให้เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยพบว่าได้มีงานการวิจัยที่เสนอแนวทางหลายวิธีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดสามารถอธิบายได้หลายความหมายทั้งในเรื่องการเรียนรู้และการสอน หากแต่จะสามารถอธิบายวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพภายใต้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ตรงกันว่าความรู้ของ

มนุษย์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ของแต่ละบุคคลที่อธิบายขึ้นมาอยู่ภายใต้ความพยายามของมนุษย์เพื่อจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม (Duit, 1997) การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นวิธีการพัฒนาแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เริ่มแรกได้อาศัยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของ Posner (Posner,1982 อ้างถึงใน ปฐมภรณ์ , 2551) ที่อาศัยเงื่อนไข 4 ประการในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ประกอบด้วย ความไม่พึงพอใจในความรู้เดิม ความเข้าใจในความรู้ใหม่ ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่ และประโยชน์ของความรู้ใหม่ หลังจากนั้น Hewson & Hewson ปี 1992 ได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงบริบทที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในปี 1993 Printich et. al ได้ศึกษาเพิ่มเติมในปัจจัยด้านแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ทั้งนี้ปี 1994 ก็มีการศึกษาในด้านการเปลี่ยนแปลงมุมมองทางภววิทยา (Ontology) โดย Chi et al (Chi et al, 1994) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยพบว่าหากนักเรียนยังยึดมั่นในแนวคิดคลาดเคลื่อนก็จะทำให้ยากที่จะเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ (ปฐมภรณ์, 2553) ซึ่งมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลายวิธีเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้และภววิทยาของแนวคิดนั้น ได้แก่ เทคนิคการสอนแบบ Predict – Observe – Explain (POE) (White and Gunstone,1993) วิธีการสอนแบบปฏิบัติการ (Practical Work) (Abrahams andReiss, 2012) วิธีการสอนโดยใช้เกม (Game) (ทีศินา , 2552) และวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา(Problem Solving) (อาภรณ์ , 2553)

นอกจากนั้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถถูกจัดเป็นกลุ่มทางภววิทยาได้สามกลุ่มใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนี้ คือ (1) กลุ่ม Entities คือ

แนวคิดที่มีลักษณะจับต้องได้ มีตัวตน มีน้ำหนัก และต้องการที่อยู่ ซึ่งถูกแบ่งย่อยออกเป็นแบบ Concrete Objects และแบบ Substances, (2) กลุ่ม Processes คือแนวคิดที่เกิดขึ้นแบบมีความสัมพันธ์กับเวลาโดยถูกแบ่งย่อยออกเป็นแบบ Direct และแบบ Emergent และ (3)กลุ่ม Mental States คือ แนวคิดที่ขึ้นอยู่กับสถานะทางจิตใจ ได้ถูกแบ่งย่อยออกเป็นแบบ Emotion และแบบ Intention ซึ่งหากนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในภาววิทยาที่ผิดกลุ่มก็จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้แนวคิดนั้น (Chi et al.,2008) ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าผู้สอนสามารถทำให้นักเรียนเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้โดยการใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการส่งเสริมการเข้าใจภาววิทยาที่ถูกกลุ่ม



ภาพที่ 1 มุมมองภาววิทยาตามวิธีของ Chi et al. (2008)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

2. เพื่อศึกษาความเข้าใจด้านภาววิทยาของแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

วิธีการวิจัย

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกรณี(Case Study) เพื่อให้เข้าใจสภาพสถานการณ์ และพัฒนาการในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนในเชิงลึกโดยอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยเชิงตีความ โดยมีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 33 คน เป็นนักเรียนชาย 19 คน และนักเรียนหญิง 14 คน ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่วัดความสามารถโดยแนวทางในการเก็บข้อมูลได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด และศึกษาแนวคิดแบบ Three Types of Conceptual Change ของ Chi et al. (2008) ในแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง และใช้เครื่องมือได้แก่แบบวัดแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบบบันทึกผลการวิเคราะห์ผลงานนักเรียนบันทึกหลังการสอน และวิธีที่สนับบันทึกการสอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเราได้ทำการศึกษาแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักเรียนก่อนเรียน และนำแนวคิดที่ได้มาจัดกลุ่มตามวิธีของ Andersson (1990) และ Tytler(1999) เพื่อเปรียบเทียบ

กับแนวคิดวิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ภาววิทยาของนักเรียนก่อนเรียน แล้วจากนั้นจึงจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยให้นักเรียนทำใบงาน ชิ้นงาน และผลงานระหว่างเรียน โดยในระหว่างนี้ได้มีการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อศึกษาภาววิทยา

หลังทำแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนเพื่อผู้วิจัยจะนำมาทำการวิเคราะห์แนวคิดและวิเคราะห์ทฤษฎีบทของนักเรียน ในการนี้ผู้วิจัยได้ทำบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง จากนั้นจึงวัดแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงของนักเรียนหลังเรียนและนำแนวคิดที่ได้มาจัดกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดวิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ทฤษฎีบทหลังเรียน โดยมีการสัมภาษณ์นักเรียนหลังทำแบบวัดแนวคิดประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วทำการจัดกลุ่มแนวคิดตามวิธีของ Andersson (1990) และ Tytler (1999) ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน เรื่องพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเราพบว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้นดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 โดยก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเช่น อธิบายว่าน้ำตกเกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์และเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง โดยเป็นพลังงานจลน์เมื่อน้ำเคลื่อนตัวและเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงเมื่อน้ำกำลังตก หรือการต้ม ไข่เกี่ยวกับพลังงานความร้อนหรือ การปั่นจักรยานเกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยขณะปั่นจักรยานพลังงานศักย์จะสูงขึ้นเมื่อปั่นไปถึงจุดสูงสุดและเมื่อปั่นจักรยานลงเนินพลังงานศักย์จะลดลงและพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นแต่หลังจากการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดก็ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2 ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนน้อยลงจากก่อนเรียน ดังเห็นได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน และผลงานที่นักเรียนทำก่อนเรียนและหลังเรียน

ก่อนเรียนเรื่องพลังงานจลน์ในกรณีของแก้วที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเห็นได้จากการสัมภาษณ์นี้

ครู: ในภาพน้ำตกเหตุใดเราจึงอธิบายว่า

เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์และพลังงานศักย์

แก้ว : ก็น้ำเคลื่อนที่น้ำจะเป็นพลังงานจลน์

ครับ เพราะมันเคลื่อนที่ แต่ถ้าจะเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงคือต้องอยู่ในที่สูงๆ เพราะฉะนั้นน้ำก่อนตกน้ำจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงครับ

ครู : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าน้ำตก

เกี่ยวข้องกับพลังงานศักย์หรือพลังงานจลน์คะ

แก้ว : มันคล้ายๆ เมื่อเคยเรียนผ่านๆ มาแล้วก็

อ่านเจอในอินเทอร์เน็ตนี่ประมาณนี้ครับ

ครู : แล้วอธิบายได้ไหมคะว่าพลังงานจลน์

และพลังงานศักย์ที่เกิดในน้ำตกมีความสัมพันธ์กัน

อย่างไรบ้าง

แก้ว : (เงียบ)

จากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถระบุความเกี่ยวข้องของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ได้

ก่อนเรียนเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วงในกรณีของตาลที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเห็นได้จากการสัมภาษณ์นี้

ครู : จากภาพนี้นะคะ นักเรียนคิดเกี่ยวข้องกับพลังงานบ้างไหมคะ

ตาล : ก็ เกี่ยวนะครับ คือ มันต้องใช้พลังงานในการปั่นครับ

ครู : พลังงานอะไรคะ

ตาล : พลังงาน...อิมยังแน่ใจครับแต่มันก็ควรจะเรียกว่าพลังงานไม่ใช่หรือครับ

ครู : พลังงานอะไรคะ

ตาล : พลังงาน...อิมยังแน่ใจครับแต่มันก็ควรจะเรียกว่าพลังงานไม่ใช่หรือครับ

ครู : แล้วพลังงานเกิดมาจากอะไรคะ

ตาล : (หัวเราะ) ไม่แน่ใจแล้วครับครู ผมไม่รู้เหมือนกัน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านักเรียนในกลุ่มนี้พบว่านักเรียนยังไม่สามารถระบุถึงพลังงานที่ใช้ในการปั่นจักรยานและสถานการณ์ที่ทำให้เกิดพลังงานได้ จะเห็นได้ว่านักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงแนวคิดซึ่งช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น เห็นได้จากการลงมือปฏิบัติในงานของนักเรียน

ซึ่งในแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง ใช้วิธีการสอนแบบปฏิบัติการ (Practical Work) ซึ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ เพราะการสอนแบบนี้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Abrahams and Reiss, 2012) ดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3 เป็นภาพแสดงถึงความเข้าใจของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดโดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ

อภิปรายหลังการทดลอง

1. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร
เป็นเส้นตรง
2. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างงานกับความเร็วสุดท้ายยกกำลังสองได้อย่างไร
 $Fs = v^2$ หรือ $Fs = kv^2$
3. จากกราฟระหว่าง Fs กับ v^2 ความชันของกราฟคือค่าใด
ค่าของ k มีความหมายอย่างไร
ค่าของ k มีความหมายอย่างไร $k = \frac{m}{2}$

สรุปผลการทดลอง
สาเหตุที่เลือกแนวคิดการทดลองเท่ากับยกขึ้นจนกว่าจะถึงจุดที่ $\frac{1}{2}mv^2$ หรือ $Fs = \frac{1}{2}mv^2$

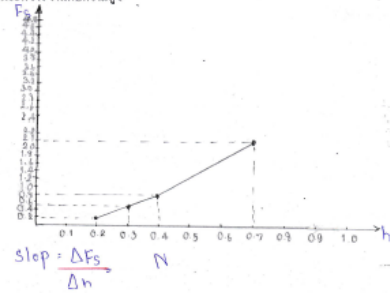
ภาพที่ 2 แสดงการตอบคำถามนักเรียน เรื่องพลังงานจลน์

ผลการทดลอง

ตาราง : บันทึกการคำนวณค่างานและพลังงานศักย์โน้มถ่วง

ความสูงของรางไม้ที่ต้นหนั่ง h (m)	ขนาดของแรงดึง F (N)	งานที่ทำโดยแรงดึง W = Fs (J)	พลังงานศักย์ $E_p = mgh$ (J)
0.2	1 N	$0.2 \times 1 = 0.2$	$= 0.5(10)(0.2) = 1$
0.5	1.5 N	$0.5 \times 1.5 = 0.45$	$= 0.5(10)(0.5) = 1.5$
0.4	2 N	$0.4 \times 2 = 0.8$	$= 0.5(10)(0.4) = 2$
0.7	3 N	$0.7 \times 3 = 2.1$	$= 0.5(10)(0.7) = 3.5$

กราฟระหว่าง งานกับความสูง



ภาพที่ 3 แสดงการบันทึกของนักเรียนในการเรียนเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วง

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้หลังเรียนเรื่องพลังงานจลน์ในกรณีของทับทิมที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเห็นได้จากการสัมภาษณ์นี้

ครู : ทำไมในการตอบคำถามข้อนี้ เราจึงเริ่มอธิบายที่การตกของน้ำซึ่งมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเข้ามา

เกี่ยวข้องกับก่อนแล้วจึงไปอธิบายพลังงานจลน์ในตอนท้ายคะ

ทับทิม : ก็ น้ำตกตกจากความสูงมีการเปลี่ยนตำแหน่งต้องมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเข้ามาเกี่ยวข้องกับคะ

คะ แต่พอตอนน้ำมันเคลื่อนที่ก็จะมีความเร็วของน้ำเคลื่อนที่ทำให้เกิดพลังงานจลน์คะ

ครู : แล้วก่อนน้ำเคลื่อนที่ไม่มีพลังงานเกิดขึ้นหรือคะ

ทับทิม : ก็ มีนะคะ อ้อ น้ำเคลื่อนที่เหมือนกัน
คะ น่าจะเป็นพลังงานจลน์คะ

ครู : ก็ตอบได้เนี่ยคะ แล้วทำไมไม่ได้เขียน
อธิบายละคะ

ทับทิม : เอ่อ หนูเข้าใจว่าให้อธิบายตอนน้ำ
จะตกเลยคะ เลยเขียนอธิบายเริ่มตรงนั้นแทนคะ

จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีความเข้าใจ
ในสถานการณ์ของน้ำตกที่เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์
และพลังงานศักย์หากแต่ไม่ได้เขียนอธิบายการเปลี่ยน
รูปพลังงานของการเปลี่ยนจากพลังงานจลน์เป็น
พลังงานศักย์โน้มถ่วงและเป็นพลังงานจลน์อีกครั้ง

นอกจากนี้หลังเรียนเรื่องพลังงานศักย์โน้มถ่วง
ในกรณีของแก้วที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเห็นได้
จากการสัมภาษณ์นี้

ครู : จากภาพที่ครูใช้ในคำถามนะคะ ภาพขึ้น
บันจี้กระโดดขึ้นเนินนี้เกี่ยวข้องกับพลังงานอย่างไรบ้าง
อธิบายให้ฟังหน่อยคะ

ทิว : ก็ตอนบันจี้กระโดดขึ้นที่มีพลังงานจลน์
แต่พอมันเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆขึ้น ไปตำแหน่งที่สูงขึ้นจะมี
การเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงแล้วพอมันลงมา
จากเนิน จะมีการเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์อีกครั้ง

ครู : โอเค ทิวตอบได้ชัดเจนดีนะ

การสัมภาษณ์ข้างต้นพบว่านักเรียนสามารถ
อธิบายสถานการณ์ในการเปลี่ยนรูปพลังงานและระบุ
พลังงานที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละช่วงได้ชัดเจน จะเห็นได้
ว่าเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด
แล้วนักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็น
แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้

ส่วนภววิทยาของแนวคิด เรื่อง พลังงานจลน์
และพลังงานศักย์โน้มถ่วงนั้นจัดอยู่ในกลุ่มProcesses
แบบ Emergent (Chiel et al.,2008) โดยก่อนเรียน

นักเรียนมีแนวคิดของภววิทยาผิดกลุ่มในทุกแนวคิด
ดังแสดงในตารางที่ 3 แต่หลังจากจัดการเรียนการสอน
เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยวิธีการสอนแบบ
ปฏิบัติการ (Practical Work) (Emma,2009) เราพบว่า
หลังเรียนนักเรียนมีภววิทยาที่ถูกต้องตามกลุ่มภววิทยา
ของแนวคิดนั้น ดังตารางที่ 4 โดยนักเรียนจำนวน
มากกว่าครึ่งเข้าใจดังนี้ เช่น น้ำตกมีพลังงานศักย์ตอน
ก่อนน้ำจะตกและมีพลังงานจลน์ตอนน้ำกำลังตกลงมา
หรือในอีกสถานการณ์หนึ่งเรื่องยนต์เกี่ยวข้องกับการ
ทำงานของพลังงานกลซึ่งประกอบไปด้วยพลังงาน
จลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงหรือ ในอีกกรณีหนึ่ง
จักรยานเมื่อปั่นขึ้นไปถึงจุดสูงสุดจะเกิดพลังงานศักย์
โน้มถ่วงและเมื่อปั่นลงมาจะเกิดการเปลี่ยนเป็น
พลังงานจลน์

ทั้งนี้สามารถวิเคราะห์ได้จากแบบวัดแนวคิด
เรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง และการ
สัมภาษณ์เพิ่มเติม ดังกรณี N16 ก่อนเรียนเรื่องพลังงาน
จลน์จะเห็นได้ว่านักเรียนมีภววิทยาผิดกลุ่ม

“น้ำตกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง” (N16,
แบบวัดแนวคิด)

จากกลุ่มคำตอบพบว่านักเรียนส่วนมากมี
ภววิทยาเรื่อง พลังงานจลน์ เป็นกลุ่ม Processes ซึ่ง
นักเรียนสามารถเข้าใจได้ว่าต้องมีการเคลื่อนที่ตกลงมา
จึงจะได้พลังงานจลน์ ซึ่งเป็นความเข้าใจแบบ Direct
หากแต่ยังไม่ชัดเจนในการวิเคราะห์แรงที่ทำให้เกิดงาน
และพลังงาน

ภววิทยากรณีก่อนเรียนพลังงานศักย์โน้มถ่วง
พบว่านักเรียนมีภววิทยาผิดกลุ่มเช่นกัน เช่นการ
วิเคราะห์จากแบบวัดแนวคิดกรณี N 14

“การปั่นจักรยานเกี่ยวกับพลังงาน)เพราะต้องใช้พลังงานในการปั่นจักรยาน” (N14, แบบวัดแนวคิด)

จากแบบวัดแนวคิดข้างต้นสามารถวิเคราะห์ทฤษฎีของนักเรียนเป็นกลุ่ม Processes แบบ Direct เนื่องจากนักเรียนยังมีการยืนยันว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกิดขึ้นมาจากแรงกระทำ ซึ่งหลังจากผ่านการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดพบว่านักเรียนมีทฤษฎีถูกกลุ่มมากขึ้น ดังการวิเคราะห์จากแบบวัดแนวคิดหลังเรียนต่อไปนี้ ในกรณีพลังงานจลน์

“ยอดน้ำตกจะมีพลังงานศักย์สะสมอยู่ พอปล่อยลงมาเป็นพลังงานจลน์ แล้วจะกลายเป็นพลังงานกล” (N4, แบบวัดแนวคิด)

จากกลุ่มคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้จะมี ความเข้าใจทฤษฎีกลุ่ม Processes แบบ Emergent ซึ่งเป็นการเข้าใจทฤษฎีของแนวคิดพลังงานจลน์ที่ถูกกลุ่มมากขึ้นเช่นเดียวกันกับกรณีพลังงานศักย์โน้มถ่วง

“จากตอนแรกที่เป็นพลังงานจลน์ เมื่อพลังงานจลน์เป็นศูนย์ จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง” (N33, แบบวัดแนวคิด)

จากกลุ่มคำตอบของนักเรียนส่วนมากจะพบว่านักเรียนมีความเข้าใจพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นกลุ่ม Processes แบบ Emergent มากขึ้นและยังสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนรูปของพลังงานในสถานการณ์ดังกล่าวเพิ่มเติมได้

ทั้งนี้สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 1 ได้สรุปจำนวนแนวคิดวิทยาศาสตร์และตารางที่ 2 ที่สรุปจำนวนแนวคิดคลาดเคลื่อน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 1 สรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคิด	สถานการณ์	แนวคิดวิทยาศาสตร์	
		ก่อนเรียน (คน)	หลังเรียน (คน)
1. พลังงานจลน์	- ภาพน้ำตกและน้ำไหลในลำธาร	-	18 (54.54%)
	เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์	-	21 (63.63%)
2. พลังงานศักย์โน้มถ่วง	- ใ้ภาพคนปั่นจักรยานขึ้นเนินและปั่นลงเนิน	-	17 (51.51%)
	พลังงานอย่างไรบ้าง	-	21 (63.63%)

ตารางที่ 2 สรุปแนวคิดคลาดเคลื่อนหลังเรียน เรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคิด	สถานการณ์	แนวคิดคลาดเคลื่อน	
		ก่อนเรียน (คน)	หลังเรียน (คน)
1. พลังงานจลน์	- ภาพน้ำตกและน้ำไหลในลำธาร	33 (100%)	15 (45.45%)
	เกี่ยวข้องกับพลังงานอย่างไรบ้าง	33 (100%)	12 (36.36%)

ตารางที่ 2 สรุปแนวคิดคลาดเคลื่อนหลังเรียน เรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง (ต่อ)

แนวคิด	สถานการณ์	แนวคิดคลาดเคลื่อน	
		ก่อนเรียน (คน)	หลังเรียน (คน)
- ภาพการตีไม้และภาพเครื่องยนต์	- ภาพการตีไม้และภาพเครื่องยนต์	33 (100%)	12 (36.36%)

ด้านนารยชนต์
เกี่ยวข้องกับ
พลังงานอย่างไรบ้าง

2. พลังงาน	- ให้ภาพคนบั้น	33	16
ศักย์โน้ม	จักรยานขึ้นเนินและ	(100%)	(48.48%)
ถ่วง	บั้นลงเนิน		

ตารางที่ 3 สรุปภาววิทยาก่อนเรียนแนวคิดเรื่องพลังงาน จลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคิดเรื่อง		ภาววิทยา (Ontology)	ก่อนเรียน จำนวน (คน)
พลังงาน จลน์	ภาพน้ำตกและน้ำไหลในลำธาร	1. Processes – Emergent*	0
	พลังงานอย่างไรบ้าง	2. Processes – Direct	26
		3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	7
พลังงาน ศักย์โน้ม ถ่วง	ภาพการดำน้ำและภาพเครื่องยนต์	1. Processes – Emergent*	0
	ด้านนารยชนต์เกี่ยวข้องกับพลังงาน	2. Processes – Direct	32
	อย่างไรบ้าง	3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	1
พลังงาน ศักย์โน้ม ถ่วง	ให้ภาพคนบั้นจักรยานขึ้นเนินและบั้นลงเนิน	1. Processes – Emergent*	0
		2. Processes – Direct	33
		3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	0

หมายเหตุ *คือภาววิทยาที่ถูกกลุ่มของแนวคิดวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 สรุปภาววิทยาลังเรียนแนวคิดเรื่องพลังงาน จลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง

แนวคิดเรื่อง		ภาววิทยา (Ontology)	ก่อนเรียน จำนวน (คน)
พลังงาน จลน์	ภาพน้ำตกและน้ำไหลในลำธาร	1. Processes – Emergent*	18
	พลังงานอย่างไรบ้าง	2. Processes – Direct	15
		3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	0

ตารางที่ 4 สรุปภาววิทยาลังเรียนแนวคิดเรื่องพลังงาน จลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง (ต่อ)

แนวคิดเรื่อง		ภาววิทยา (Ontology)	ก่อนเรียน จำนวน (คน)
พลังงาน ศักย์โน้ม ถ่วง	ภาพการดำน้ำและภาพเครื่องยนต์	1. Processes – Emergent*	21
	ด้านนารยชนต์เกี่ยวข้องกับพลังงาน	2. Processes – Direct	12
	อย่างไรบ้าง	3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	0
พลังงาน ศักย์โน้ม ถ่วง	ให้ภาพคนบั้นจักรยานขึ้นเนินและบั้นลงเนิน	1. Processes – Emergent*	17
		2. Processes – Direct	16
		3. Entities	0
		4. Mental States	0
		5. ไม่ตอบ คำถาม	0

หมายเหตุ *คือภาววิทยาที่ถูกกลุ่มของแนวคิดวิทยาศาสตร์

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ในแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ โน้มถ่วง ผลการวิจัยพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และหลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดเป็นวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากทฤษฎีของแนวคิดเรื่องพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ โน้มถ่วงก่อนเรียนของนักเรียนส่วนมากนั้นเป็นแบบผิดกลุ่ม เช่น เป็นกลุ่ม Processes แบบ Direct ซึ่งพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีทฤษฎีของแนวคิดถูกกลุ่มมากขึ้น เช่น เป็นกลุ่ม Processes แบบ Emergent จากการศึกษาทฤษฎีผู้วิจัยพบว่าทฤษฎีของนักเรียน ส่งผลต่อการพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งหากนักเรียนมีความเข้าใจทฤษฎีผิดกลุ่มก็จะทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Chi et. al.,(1994) ที่ศึกษาว่าทฤษฎีที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดคลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ หากเข้าใจทฤษฎีได้ถูกกลุ่มตามลักษณะของทฤษฎีในแนวคิดนั้น

ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากการวิเคราะห์ทฤษฎีก่อนเรียนโดยเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและมีความเหมาะสมกับทฤษฎีของแนวคิดนั้น โดยพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและมีทฤษฎีที่ถูกกลุ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yeung and Nancy (2001) ที่พบว่าทฤษฎีของนักเรียนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องไฟฟ้า และส่วนสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการวิเคราะห์ทฤษฎีของแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้นซึ่งหากทำให้นักเรียนสามารถ

เข้าใจทฤษฎีที่ถูกกลุ่มได้จะช่วยในการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์นั้นของนักเรียนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล กาญจนวรินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Bjorn Andersson. Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations(age 12-16).Studies in Science Education.; 1990. Vol.18; p.53-85

David F. Treagust and Reinders Duit.Multiple Rerspectives of Conceptual Change in Science and The Challenges Ahead.Journal of Science and Mathematics Education in Southest Asia; 2009. Vol.32 No. 2; p. 89 - 104

Emma Woodley.2009.Practical work in school science—why is it important?.SSR,p49-51 from www.scoreeducation.org/2/projects/practical_work.htm

Grady Venville.Young Children Learning about Living Things : A Case Study of Conceptual Change from Ontological and Social Perspectives.Journal of Research in science teaching.; 2004. Vol.41,No.5; p. 449 – 480

- Ian Abrahams and Michael J. Reiss. Practical Work :
Its Effectiveness in Primary and Secondary
Schools in England. Journal of Research in science
teaching. Vol.49 No.8, p.1035 - 1055
- Louise M. Tyson, Grady J. Venville, Allan G.
Harrison, David F. Treagust. A
Multidimensional Framework for
Interpreting Conceptual Change Events in
the Classroom. Science and Mathematics
Education Centre, Curtin University of
Technology; 1996.
- Mei - Hung Chiu and Jing – Wen Lin. Promoting
Fourth Graders’ Conceptual Change of
Their Understanding of Electric Current
via Multiple Analogies. Journal of research in
science teaching; 2005. Vol.42. No.4. ; p.429 – 464
- M.T.H Chi et al.. From Things To Processes : A
Theory of Conceptual Change For Learning
Science Concepts. Learning
and Instruction; 1994. Vol.; p. 27 – 43
- M.T.H Chi. Three type of conceptual change :
Belief revision, mental model
transformation, and categorical shift. In
S.Vosniadou (Ed.), Handbook of research on
conceptual change. Hillsdale, NJ : Erlbaum;
2008. p.61 – 82
- Richard White and Richard Gunstone. Probing
Understanding. Great Britain: Burgess
Science Press; 1993. p.15-64
- Russell Tytler. Progression in Primary School
Children’s Conceptions of Burning: Toward
an Understanding of the Concept
Of Substance. Research in Science
Education; 1999. Vol.29 No.3; p.295-312
- Russell Tytler and Suzanne Peterson. Decon-
structing Learning in Science – Young
Children’s Responses to a Classroom
Sequence on Evaporation. Research in
Science Education; 2000. Vol.30 No.4;
p.339-355
- Science Community Representing
Education (SCORE). Practical Work in
Science. London
- Yeung Lee and Nancy Law. Explorations in
promoting conceptual change in electrical
concepts via ontological category
shift. International Journal of Science
Education. Vol.23 No. 2; p.111-149
- กิติมาปริดีศิลป์. ปรากฏการณ์การเรียนรู้
เบื้องต้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์การศึกษา. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร;
2520.
- โชคชัย ชื่นขง. แนวคิดเกี่ยวกับนิยามพลังงาน
และกฎการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนไทย
และนิวซีแลนด์. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.
- ทศนา เขมมณีศาสตร์. การสอน : องค์ความรู้เพื่อ
การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย; 2552

น้ำค้าง จันเสริม.ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการ

สอน เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 บนพื้นฐานของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
โดยใช้วิธี Predict – Observe – Explain
(POE).วิทยานิพนธ์.การศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาผลของปัจจัยด้านจิตพิสัย
และสังคมต่อการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อ
เปลี่ยนแปลงแนวคิดในระดับประถมศึกษา.
คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น;2553.

ประยูรศรี กวานปรัชชา.การศึกษาแนวความคิด

เลือกเกี่ยวกับมโนคติพิสิกส์ : งาน พลังงาน
และโมเมนตัมของครูพิสิกส์ในจังหวัด
นครพนม.วิทยานิพนธ์.
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์
ศึกษา,มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2544.

ภพ เลหาไพบูลย์.แนวการสอนวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช; 2540.

รัตนา เสี่ยงสุข.การศึกษาแนวคิดเรื่อง พลังงาน

ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6
โรงเรียนคอนจิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำ
เปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา :
กรณีศึกษา.วิทยานิพนธ์.การศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2540.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 สำหรับ
นักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปี

ที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ: สกสศ; 2554.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี.ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ
แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพฯ : อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซัพ
พลายส์ จำกัด; 2555.

สุรพันธ์ เหมือนสิงห์. การศึกษาแนวความคิด

เลือกของมโนคติพิสิกส์ : งาน พลังงาน และ
โมเมนตัมของนักเรียนเก่ง ชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 5 ในเขตการศึกษา 9.วิทยานิพนธ์.
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์
ศึกษา,มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2541.