

การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง
การเกษตรเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

จักรี กล้าขยัน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา

มกราคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง
การเกษตรเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

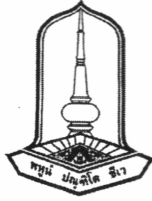
จักรี กล้าขยัน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา

มกราคม 2559


ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม






คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายจักรี กล้าขยัน
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....
(อาจารย์ ดร.จูไรรัตน์ ครูโคตร)


ประธานกรรมการ
(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)


.....
(ผศ.ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว)


กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)


.....
(ผศ.ดร.ประยูร วงศ์จันทรา)

กรรมการ
(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)



.....
(อาจารย์ ดร.สมบัติ อัมระภา)


กรรมการ
(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)


.....
(อาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทรสว่าง)

กรรมการ
(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม


.....
(ผศ.ดร.ยรรยงค์ อินทร์ม่วง)


.....
(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.จุไรรัตน์ คุรุโคตร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประยูร วงศ์จันทร์ทา กรรมการสอบ อาจารย์ ดร.สมบัติ อัมระภา กรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก

ขอขอบพระคุณ ดร.วราภรณ์ บุตรพรม ว่าที่พันตรี ดร.มานิตย์ ซาซิว ดร.นปดล นพเคราะห์ ดร.จีราภรณ์ จันทร์เทียน และดร.นิตา กิจจินดาโอภาส ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณครูพิมลมาศ นุสีโว ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแลนักเรียน ขอขอบคุณนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

คุณค่าและประโยชน์จากการวิจัยฉบับนี้ ขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนคุณอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้โอกาส และสิ่งที่ดีในชีวิต ส่งผลให้ผู้ศึกษาค้นคว้าวิจัยได้พบความสำเร็จ

จักรี กล้าขยัน



ชื่อเรื่อง	การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา		
ผู้วิจัย	นายจักรี กล้าขยัน		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	สิ่งแวดล้อมศึกษา
กรรมการควบคุม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว		
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2559

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา มีวัตถุประสงค์คือเพื่อ (1) พัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (2) ทดลองใช้หลักสูตรพลังงานทดแทนการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และ (3) ศึกษาและเปรียบเทียบการรู้สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ หลักสูตรพลังงานทดแทน แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน แบบวัดทักษะการเรียนรู้ และแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 สํารวจข้อมูลเพื่อการพัฒนาหลักสูตร ระยะที่ 2 พัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน และ ระยะที่ 3 ทดลองใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ Paired samples t-test, F-test (One-way MANCOVA และ One-way ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน การตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตร โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทั้งหมด ($\bar{X} = 0.80 - 1.00$) ความเหมาะสมของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.60 - 4.40$) ผลการทดลองใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ย คะแนนทักษะการเรียนรู้เฉลี่ย และคะแนนการมีส่วนร่วมเฉลี่ย ในรายด้านทุกด้าน และโดยรวมสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การเปรียบเทียบความแปรปรวนพหุคูณของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับพลังงานทดแทนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบ Univariate Tests พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีการรู้สิ่งแวดล้อม 2 ด้าน คือ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .009



คำสำคัญ การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน, การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร, การรู้สิ่งแวดล้อม, ทักษะการเรียนรู้, การมีส่วนร่วม

TITLE Development of Renewable Energy Curriculum to Promote Environmental Literacy to Secondary School Students: A Case Study of Charcoal Briquette Production from Agricultural Residues.

AUTHOR Mr. Jagree Klakayan

DEGREE Master of Science **MAJOR** Environmental Education

ADVISORS Assit. Prof. Adisak Singseewo

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2016

ABSTRACT

The research aimed to develop a curriculum for producing charcoal briquettes from agricultural residues, to implement the curriculum, and to study and compare the learning achievements, in terms of knowledge, learning skills, and participation in the production of charcoal briquettes from agricultural residues, of Matthayomsuksa 3 students from Samakee Wittaya Municipality School. The sample group included 26 Matthayomsuksa 3 students from the school, selected by the purposive sampling techniques. The research tools consisted of a survey, interviews, a charcoal briquette production curriculum, a knowledge test, a learning skill measurement questionnaire, and a participation measurement questionnaire. The research was divided into three phases. In the first phase, a survey and interviews were used to collect the initial data for the curriculum development. In the second phase, a charcoal briquette production curriculum was developed using the initial data gained in the first phase. Finally, in the third phase, the charcoal briquette production curriculum was implemented with the sample group. Mean and standard deviation were used for the data analysis and paired samples t-test and F-test (One-way MANCOVA and One-way ANCOVA) were used to test the hypotheses. Regarding the curriculum development, the results revealed that the model for the curriculum development comprised seven stages,



the quality and content validity of the curriculum, verified by experts, was at the average level ($\bar{x} = 0.80 - 1.00$), and the suitability of the curriculum was at the high level ($\bar{x} = 3.60 - 4.40$). For the results of the curriculum implementation, it was found that the students' mean scores on charcoal briquette production knowledge, learning skills, and participation, in each dimension and all dimensions, after the curriculum's implementation was significantly higher than those before the implementation at the significance level of 0.05. The One-way MANCOVA result revealed that students of different gender groups had different charcoal briquette production knowledge, skills, and participation with the significance level of 0.05. The univariate tests also showed that the students of different gender groups were significantly different in two dimensions of environmental knowledge: knowledge on renewable energy and participation in renewable energy production with the significance level of 0.09.

Keyword: Development of Renewable Energy Curriculum, Production of Charcoal Briquettes from Agricultural Residues, Environmental Literacy, Learning Skills, Participation





สารบัญ

บทที่	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
บัญชีตาราง	ช
บัญชีภาพประกอบ	ฉ
1 บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ความสำคัญของการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.7 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 สิ่งแวดล้อมศึกษา	9
2.2 หลักการสิ่งแวดล้อม	15
2.3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร	38
2.4 แนวคิดการรู้สิ่งแวดล้อม	51
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับความรู้.....	54
2.6 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะ	56
2.7 แนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม	57
2.8 บริบทพื้นที่	61
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
2.10 สรุป	68
3 วิธีดำเนินการวิจัย	70
3.1 รูปแบบการวิจัย	70



	ฉ
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	70
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
3.4 การสร้าง และหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	72
3.5 การออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล	77
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	80
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	81
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลัง	83
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	97
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย	97
5.2 สรุปผล	97
5.3 อภิปรายผล	98
5.4 ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารอ้างอิง	106
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	114
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์	116
ภาคผนวก ค แบบขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ	123
ภาคผนวก ง ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ	133
ภาคผนวก จ ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Try out)	141
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	147
ภาคผนวก ช หลักสูตรพลังงานทดแทน	158
ภาคผนวก ซ ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One – way ANCOVA และ One – way MANCOVA.....	187
ภาคผนวก ฌ ภาพประกอบ	192
ประวัติย่อผู้วิจัย	200



บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ระบบวัดปริมาณความร้อน	37
3.1	รูปแบบการวิจัย One - Group Pretest - posttest Design	70
3.2	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับความรู้	71
3.3	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับทักษะ	72
3.4	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับการมีส่วนร่วม	72
3.5	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	80
3.6	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับความสอดคล้อง	80
3.7	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับเหมาะสม	80
3.8	เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก	80
3.9	เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย	81
3.10	เกณฑ์การแปลความหมายของค่าความเชื่อมั่น	81
4.1	ข้อมูลทั่วไป	84
4.2	ความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน ก่อนการเรียนการสอนของนักเรียน	85
4.3	ความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน หลังการเรียนการสอนของนักเรียน	86
4.4	การเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน	87
4.5	ทักษะการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน ...	88
4.6	การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน	89
4.7	การมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน	90
4.8	การเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน	92
4.9	การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม ระหว่างนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (One way MANCOVA)	93
4.10	การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม ระหว่างนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (Univariate Test)	94
4.11	การเปรียบเทียบความรู้เป็นรายด้าน (One-way ANCOVA)	94
4.12	การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้เป็นรายด้าน (One-way ANCOVA)	95
4.13	การเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมเป็นรายด้าน (One-way ANCOVA)	95
4.14	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	96
ผนวกที่ 1	ผลการตรวจผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้องของหลักสูตร	134
ผนวกที่ 2	ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร	135
ผนวกที่ 3	ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบความรู้	136



ผนวกที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการเรียนรู้	136
ผนวกที่ 5 การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดการมีส่วนร่วม	137
ผนวกที่ 6 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้	138
ผนวกที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการเรียนรู้	139
ผนวกที่ 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการมีส่วนร่วม	140
ผนวกที่ 9 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความรู้	142
ผนวกที่ 10 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้	143
ผนวกที่ 11 ค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้	144
ผนวกที่ 12 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะ	144
ผนวกที่ 13 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะ	145
ผนวกที่ 14 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการมีส่วนร่วม	145
ผนวกที่ 15 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดการมีส่วนร่วม	146
ผนวกที่ 16 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม	189
ผนวกที่ 17 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ของความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน	189
ผนวกที่ 18 การทดสอบ Homogeneity of Regression Slope เมื่อใช้ Pretest เป็น Covariate	190
ผนวกที่ 19 การทดสอบ Homogeneity of Variance – covariance Matrices (MANCOVA) ของความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมโดยรวมของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน	191



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	7
2.1 กระบวนการอัดแท่งอย่างง่าย	33
2.2 การทำงานของเครื่องอัด Earth brick press	34
2.3 การทำงานของเครื่องอัดแบบลูกสูบ	35
2.4 การทำงานเครื่องอัดแบบเกลียว	35
2.5 การทำงานของเครื่องอัดแบบเพลเลท	36
2.6 รูปแบบการสร้างหรือการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์	47
2.7 รูปแบบการสร้างหรือการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบา	48
3.1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบา	73
ผนวกที่ 1 try out เครื่องมือ	193
ผนวกที่ 2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน	193
ผนวกที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน	193
ผนวกที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนแบบรวมกลุ่ม	194
ผนวกที่ 5 กิจกรรมการเรียนการสอนนอกห้องเรียน	194
ผนวกที่ 6 อธิบายขั้นตอนการทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย	194
ผนวกที่ 7 แนะนำวัสดุทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย	195
ผนวกที่ 8 แนะนำวัสดุทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย	195
ผนวกที่ 9 โฉว์ผลงานการทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย	196
ผนวกที่ 10 อธิบายขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง	196
ผนวกที่ 11 อธิบายส่วนผสมการทำถ่านอัดแท่ง	196
ผนวกที่ 12 อธิบายอัตราส่วนการใส่น้ำกับถ่าน	197
ผนวกที่ 13 การทำถ่านอัดแท่งด้วยอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย	197
ผนวกที่ 14 ครูกับนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำถ่านอัดแท่ง	198
ผนวกที่ 15 ผลงานนักเรียน (ถ่านอัดแท่ง)	198
ผนวกที่ 16 ทำแบบทดสอบหลังการเรียนการสอน	198
ผนวกที่ 17 ถ่ายภาพร่วมกับ อาจารย์ที่ปรึกษา ครู นักเรียน และผู้วิจัย	199



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานในช่วงสี่เดือนแรกของปี 2558 มีปริมาณ 26,401 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 4.2 การใช้พลังงานยังคงเพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปยังคงเป็นพลังงานที่ใช้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48.5 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาประกอบด้วย ไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม พลังงานหมุนเวียน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน/ลิกไนต์ คิดเป็น ร้อยละ 18.4 11.5 7.9 7.7 และ 6.0 ตามลำดับ (กลุ่มสถิติข้อมูลพลังงาน, 2558: เว็บไซต์) ในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย 73,316 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ และคาดว่าจะการเติบโตเฉลี่ยของการใช้พลังงานในอีก 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2553 - 2573) จะสูงถึงร้อยละ 3.9 ต่อปี และเมื่อพิจารณาถึงแหล่งที่มาของพลังงาน พบว่าประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเป็นหลัก โดยมีสัดส่วนการใช้น้ำมันปิโตรเลียมถึงร้อยละ 48 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2555 มีการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.9 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 ร้อยละ 14 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558: 4) ที่ผ่านมามีประเทศไทยใช้เชื้อเพลิงต่างๆ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ากว่าร้อยละ 90 เชื้อเพลิงต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะมีปริมาณน้อยลงทุกวันแล้ว ราคาของเชื้อเพลิงดังกล่าวยังมีความผันผวนไปในแนวทางที่สูงขึ้นตามสถานการณ์ทาง เศรษฐกิจและการเมืองของโลก ปัจจุบันประเทศไทยจึงเริ่มหันมาใช้พลังงานทดแทนซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกรูปแบบใหม่มาผลิตไฟฟ้า เพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังช่วยลดสาเหตุภาวะโลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ (มณฑาสินี หอมหวาน, 2555: 100-104)

พลังงานทดแทน เป็นพลังงานธรรมชาติประเภทใช้ไม่หมดสามารถหมุนเวียนมาใช้เป็นประจำวัน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานก๊าซชีวภาพ หรือพลังงานคลื่น และอื่น ๆ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2558: เว็บไซต์) ในประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม การพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยในปัจจุบัน จะใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วย แสงอาทิตย์ ลม พลังน้ำขนาดเล็ก ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ชยะ และ เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) โดยที่การใช้พลังงานทดแทนดังกล่าว



จะใช้ ในรูปของไฟฟ้า ความร้อนและเชื้อเพลิงชีวภาพ ในปี 2556 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 8,232 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อน ร้อยละ 12.9 และคิดเป็นร้อยละ 10.9 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556: เว็บไซต์) ต่อมาได้มีการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งกระบวนการที่ใช้ความร้อน และกระบวนการชีวภาพ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือ การขาดทรัพยากรป่าไม้ ถ่าน และฟืน หาได้ยาก และมีราคาแพงขึ้น ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องพัฒนาการใช้พลังงานจากชีวมวลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และให้มีการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ให้น้อยที่สุด (พลังงานชีวมวล, 2558: เว็บไซต์)

ปัญหาขาดแคลนฟืน และถ่านไม้ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับชาวบ้าน และโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร หลากๆประเภท ปัญหานี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม และการขาดแคลนไม้เนื่องจากป่าไม้ถูกทำลายโดยที่ไม่ได้ปลูกขึ้นทดแทน ซึ่งจำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยใช้ทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งได้แก่ วัสดุเหลือใช้ และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร เช่น แกลบ ชี้เลื่อย ฟางข้าว กะลามะพร้าว ไม้และเศษไม้ เป็นต้น วัสดุเหลือใช้เหล่านี้ได้ถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงในรูปของพลังงานความร้อน ซึ่งมีกระบวนการแปรรูปออกมาในรูปแบบของถ่านอัดแท่ง ซึ่งเป็นถ่านที่ทำจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ชี้เลื่อย กะลามะพร้าว กะละปาล์ม ไม้ และเศษไม้ ซึ่งสามารถนำมาทดแทนถ่านไม้ธรรมชาติได้ และยังเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม ถ่านอัดแท่งจะให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ติดไฟทนนานกว่าถ่านธรรมชาติทั่วไป เนื่องจากถ่านอัดแท่งได้ผ่านกระบวนการอัดความร้อนสูง และผ่านการอบเป็นระยะเวลาานาน ซึ่งจะช่วยให้ถ่านอัดแท่งมีความแน่น แข็ง และทนทานกว่าถ่านธรรมชาติ นอกจากนี้ถ่านอัดแท่งสามารถจุดติดไฟได้ง่าย และไม่มีประกายไฟปะทุ ที่สำคัญถ้าถ่าน และควันที่เกิดจากถ่านอัดแท่งจะมีน้อยมาก ซึ่งช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพ และภาวะที่ใช้ในการหุงต้มจะไม่ดำ (ถ่านอัดแท่ง, 2558: เว็บไซต์)

ปัจจุบันปริมาณความต้องการถ่านไม้และถ่านอัดแท่งมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตซึ่ง ได้แก่ ชิงข้าวโพดนั้น มีปริมาณหลงเหลือจากภาคเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก จัดหาได้โดยง่ายภายในพื้นที่การผลิต จากการสอบถามผู้ประกอบการพบว่าหากผลิตภัณฑ์มีค่าความร้อนสูงมากกว่า 6,300 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ปริมาณควันขณะเผาต่ำ ปริมาณขี้เถ้าต่ำ ขณะเผาถ่านไม่แตกปะทุ (พิเชฐ ลาภานุพัฒน์, 2553: บทคัดย่อ) คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งด้วยเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ง่าย สะดวก เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ช่วยลดค่าใช้จ่าย และลดขยะมูลฝอยจากเศษวัสดุเหลือจากการเกษตรชนิดต่างๆ ที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านเกิดมลพิษ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งท้องถิ่นภายในประเทศ สามารถผลิตและใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดการทำลายทรัพยากรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันช่วยรักษาความสมดุลของธรรมชาติ เชื่อว่าพลังงานทดแทนจะเป็นหนทางหนึ่งของการแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน รักษาสิ่งแวดล้อม แนวโน้มสามารถเป็นพลังงานทดแทนในอนาคตของประเทศได้ (วานิช



โสภาสพ และคณะ, 2550: บทคัดย่อ) พลังงานทดแทน เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ต้องมีการเผยแพร่ ทั้งในรูปแบบการอบรม การเรียนการสอน การจัดกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งใช้สื่อหรืออุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงการสร้างเป็นหลักสูตรการเรียนการสอนของนักเรียน ที่จะช่วยให้ได้ทราบถึงพลังงานทดแทนได้ ซึ่งหลักสูตรมีความสำคัญเนื่องจากใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพบรรลุตามจุดมุ่งหมายได้มาตรฐานที่กำหนด ทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสามารถดำรงชีพอยู่ในสังคมปัจจุบันได้อย่างสุข (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2558: 17-18) จึงจำเป็นต้องมีการนำเนื้อหาสาระเรื่องของพลังงานทดแทน เข้ามาในระบบการศึกษา โดยใช้กระบวนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งอาจจะเป็นหลักสูตรการเรียนการสอน หรือหลักสูตรฝึกอบรม

การพัฒนาหลักสูตร เป็นการปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น หรือการจัดทำหลักสูตรใหม่ โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานเลย รวมไปถึงการพัฒนาเอกสารต่างๆ สำหรับผู้เรียน (บรรพต สุวรรณประเสริฐ, 2544) การพัฒนาหลักสูตรเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนของการตัดสินใจเลือกหาทางเลือกการเรียนการสอนที่เหมาะสมหรือเป็นทางเลือกที่เหมาะสมต่างๆ เข้าด้วยกันจนเป็นระบบที่สามารถปฏิบัติได้ นักพัฒนาหลักสูตรจึงต้องคำนึงถึงภูมิหลังขององค์ประกอบต่างๆ อย่างละเอียดและรอบคอบ ก่อนตัดสินใจเลือกหาทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง และเมื่อตัดสินใจเลือกแล้วก็ต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งอื่นๆ (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2558: 26) ซึ่งในปัจจุบันหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีแนวคิดที่ว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) อย่างไรก็ตาม หลักสูตรดังกล่าวยังมีความไม่ชัดเจนหลายประการ เช่น เอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตรไปสู่ภาคปฏิบัติ และผลผลิตที่เกิดจากการใช้หลักสูตร จึงเกิดการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมชัดเจน ทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรและการเรียนในแต่ละระดับ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2554: 94) การใช้การศึกษาในการพัฒนาวิถีของความยั่งยืน ซึ่งเชื่อว่าจะเกิดการเสริมสร้าง ปรับเปลี่ยนเจตคติและพฤติกรรมทางด้านสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการดูแล รักษา ปกป้อง และฟื้นฟู คุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น กรอบแนวคิดเหล่านี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพ และเข้ามามีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2558: 90) การพัฒนาหลักสูตรถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาระบบการศึกษา ช่วยเพิ่มความรู้ ความสามารถ ทักษะการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมรวมทั้งการรู้สิ่งแวดล้อม สามารถอ่านออกและเขียนได้และผู้ที่ได้รับการศึกษาอย่างดีซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการมีความรู้ การเรียนรู้และวัฒนธรรมอย่างกว้างขวาง (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2557: c5-c15)



การรู้สิ่งแวดล้อม (Environmental literacy) ถือเป็นเป้าหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา (UNESCO – UNEP, 1989) การรู้สิ่งแวดล้อมตามกระบวนการทัศน์ทางการศึกษา (Educational Paradigm) เป็นความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจให้เกิดการกระทำที่เหมาะสมเมื่อบุคคลต้องเผชิญกับประเด็นปัญหา และการรู้สิ่งแวดล้อมยังเชื่อมโยงเข้าสู่กระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาซึ่งใช้หลักทางสิ่งแวดล้อมศึกษาที่เน้นพัฒนาคนให้เห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนให้เข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม อันเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การพัฒนาเจตคติ ความตระหนัก และทักษะในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและเกิดการสร้างจริยธรรมสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2554: 41) โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จำนวน 7 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา โรงเรียนเทศบาลบ้านส่องนางใย โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา โรงเรียนเทศบาลโพธิ์ศรี โรงเรียนเทศบาลบ้านค้อ และโรงเรียนเทศบาลบ้านแมต ซึ่งโรงเรียนทั้งหมดนี้ เรียนโดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และยังเป็นโรงเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ ซึ่งเป็นรายวิชาที่สอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การวิจัยเบื้องต้น ฯลฯ ผู้วิจัยจึงได้นำแบบทดสอบการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในโรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม พบว่า นักเรียน มีการรู้สิ่งแวดล้อมโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และศึกษาประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน จะส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรมีการรู้สิ่งแวดล้อมมากขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาเข้ามาช่วยในการเพิ่มการรู้สิ่งแวดล้อม มีทั้งกระบวนการเรียนในห้องและนอกห้องเรียน มีทั้งเรียนทฤษฎีและปฏิบัติ มีการเรียนแบบกลุ่ม และมีการสนทนากันเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น และเป็นการเรียนที่สามารถนำไปปรับกับรายวิชาอื่นๆได้อย่างยั่งยืน

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



1.2.2 เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.2.3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการรู้สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

1.2.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน หลังการเรียนมากกว่าก่อนการเรียน

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา มีทักษะการเรียนรู้ พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หลังการเรียนมากกว่าก่อนการเรียน

1.3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา มีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หลังการเรียนมากกว่าก่อนการเรียน

1.3.4 นักเรียนที่มีเพศต่างกัน เรียนในหลักสูตรเดียวกัน มีความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วม หลังเรียนแตกต่างกัน

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลสนับสนุนเบื้องต้น ในการรู้สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา และเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาหลักสูตร และรูปแบบการสอนที่หลากหลาย และการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นักเรียนยังสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างยั่งยืน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการดำเนินการวิจัยทั้งเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ เพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการวิจัยได้อย่างครบถ้วน ซึ่งการนำเสนอข้อมูลมีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1.5.1 พื้นที่วิจัย



การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

1.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 68 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 28 คน ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ

1. เพศ
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตัวแปรตาม

1. ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน
2. ทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน
3. การมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.5.4 เนื้อหาสาระสิ่งแวดล้อม

1. พลังงาน
2. พลังงานทดแทน
3. ถ่านอัดแท่ง

1.5.5 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระยะเวลาในการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สืบหาข้อมูลเพื่อการพัฒนาหลักสูตร วันที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2558

ระยะที่ 2 พัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และการหาประสิทธิภาพของหลักสูตร วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึง วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ระยะที่ 3 จัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึง วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2558



1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ และแปลความเกี่ยวกับพลังงานทดแทน มีทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน และมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เมืองค์ประกอบดังนี้

ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ในเรื่องพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การมีส่วนร่วม หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การสร้างหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยมีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ และสามารถทดแทนได้อย่างไม่จำกัด ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล และความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

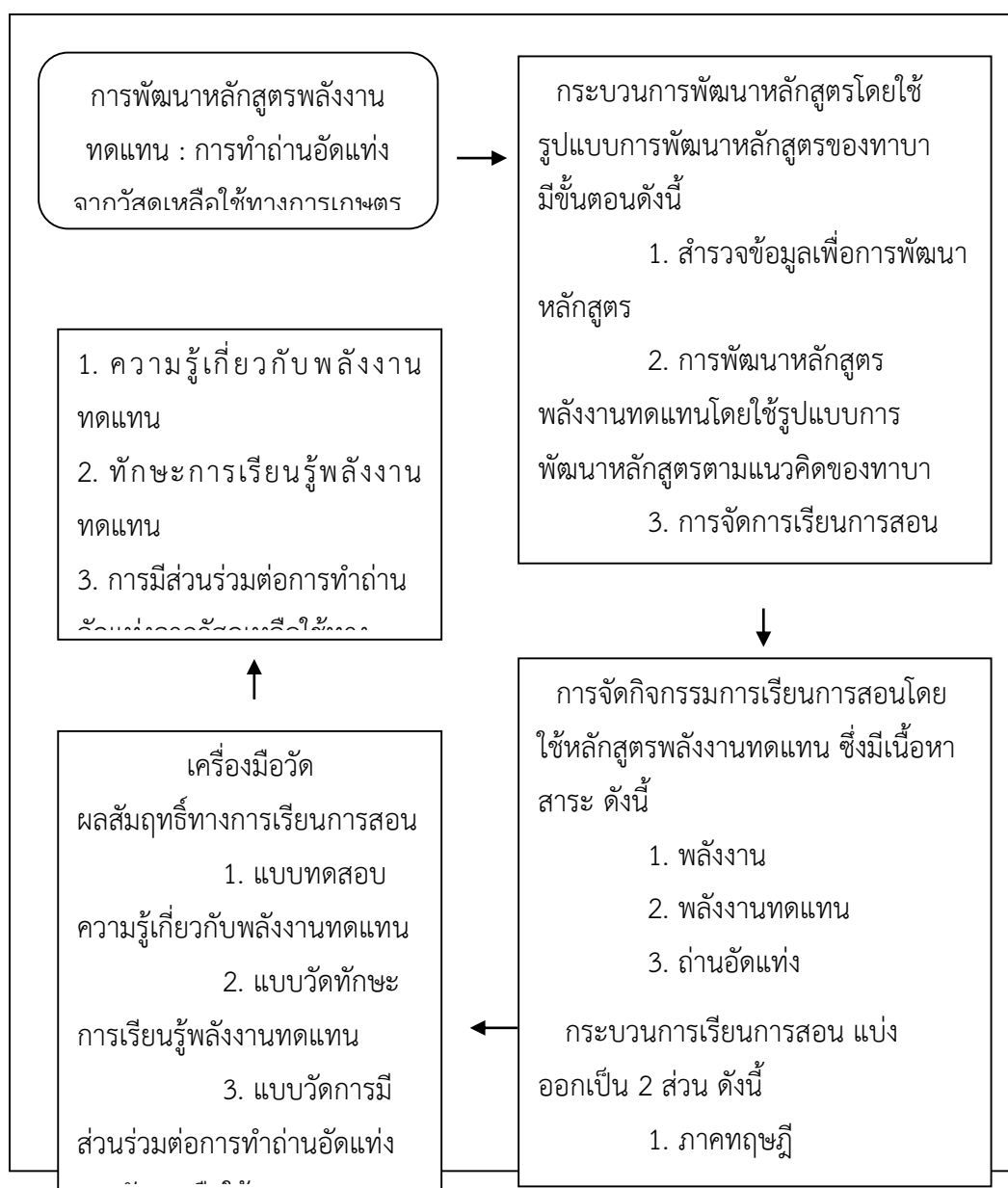
การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หมายถึง กระบวนการที่นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยทำถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ถ่านที่ได้จากการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผ่านกระบวนการ บด อัด มีลักษณะเป็นแท่ง

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หมายถึง วัสดุที่ได้จากการเกษตร เช่น ชังข้าวโพด ฟางข้าว แกลบ ไม้ และเศษไม้ เป็นต้น



1.7 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพประกอบที่ 1.1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



โดยหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีกระบวนการพัฒนาหลักสูตรโดยใช้รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบามี 7 ขั้นตอน คือ 1. วิจัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม 2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3. การเลือกเนื้อหาสาระ 4. การจัดเนื้อหาสาระ 5. การคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ 6. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ 7. การกำหนดสิ่งที่จะประเมิน และวิธีการประเมิน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับ พลังงาน พลังงานทดแทน และถ่านอัดแท่ง มีกระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยมีเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน แบบวัดทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทน และแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งจะทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการเรียนการสอน มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน มีทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 หลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา
- 2.2 หลักการสิ่งแวดล้อม
 - 2.2.1 พลังงาน
 - 2.2.2 พลังงานทดแทน
 - 2.2.3 ถ่านอัดแท่ง
- 2.3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร
 - 2.3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตร
 - 2.3.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 2.3.3 การพัฒนาหลักสูตร
- 2.4 แนวคิดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม
- 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับความรู้
- 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะ
- 2.7 แนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม
- 2.8 บริบทพื้นที่
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ
- 2.10 บทสรุป

2.1 หลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา

สิ่งแวดล้อมศึกษาในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตเพื่อจะนำหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษามาประยุกต์ใช้ ดังนั้น จึงของกล่าวเฉพาะหลักสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ แนวคิดสิ่งแวดล้อมศึกษา ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา จุดมุ่งหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา และหลักการของสิ่งแวดล้อมศึกษาซึ่งรายละเอียดมีดังนี้



1. แนวคิดสิ่งแวดล้อมศึกษา วิชาการของหลักการแนวคิด และแผนงานสิ่งแวดล้อมศึกษาจากการประชุมสหประชาชาติ ณ กรุงริโอ เดอ จาเนโร เมื่อเดือนมิถุนายนปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) สหประชาชาติได้จัดประชุมว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (The United Nations Conferences on Environment and Development: UNCED) หรือ Earth Summit ที่กรุงริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล ซึ่งก่อให้เกิดแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda 21) ซึ่งเป็นแผนที่สำคัญมากที่สุดฉบับหนึ่งของสหประชาชาติ ที่เปรียบเสมือนแผนแม่บทของโลกในการทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการพัฒนา กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนอันจะทำให้มีทรัพยากรธรรมชาติเพียงพอที่จะให้คนทั้งปัจจุบันและอนาคตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพชีวิตที่ดี แผนปฏิบัติการ 21 ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของประชาชน ประชาชนจำนวนมากยังขาดความรู้ความเข้าใจว่ามนุษย์กับสิ่งแวดล้อมมีกิจกรรมที่สัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดที่ประชาชนยังไม่เข้าใจก็เพราะขาดข้อมูลที่ถูกต้องและเพียงพอ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มพูนความรู้และความรู้สึกที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาให้กับประชาชนซึ่งการศึกษาจะช่วยให้ประชาชนมีความตระหนัก มีจริยธรรม มีค่านิยมที่ถูกต้องมีเจตคติ มีทักษะและพฤติกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนได้สำหรับการให้การศึกษาไม่ควรทำแต่เพียงให้ประชาชนมีความรู้แต่เพียงสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพและกายภาพเท่านั้น แต่จะต้องให้มีความรู้ในเรื่องของคุณค่าของสิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมรวมทั้งการพัฒนามนุษย์ด้วย

1.2 การขยายระดับการศึกษาของประชาชนทุกประเทศจะต้องพยายามขยายระดับการศึกษาออกไปโดยให้เด็กทั้งหญิงและชายร้อยละ 80 สำเร็จการศึกษาในระดับประถมในระบบโรงเรียนหรือนอกระบบโรงเรียน นอกจากนี้อัตราการไม่รู้หนังสือของผู้ใหญ่ควรลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอัตราในปี พ.ศ. 2533 (ค.ศ. 1990) และอัตราการรู้หนังสือของบุรุษกับสตรีควรเท่ากันสำหรับการปรับปรุงการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศต่าง ๆ ควรดำเนินการตาม 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมกับประชาชน ได้แก่ ความรู้และการศึกษาในเรื่องของสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาจะต้องจัดให้กับประชาชนทุกวัยโครงการด้านการศึกษาทุกระดับจะต้องให้มีแนวความคิดหลักของสิ่งแวดล้อมการพัฒนาและประชากรร่วมเข้าไปด้วยกัน โดยให้มีการวิเคราะห์สาเหตุของประเด็นปัญหาที่สำคัญ ๆ และให้เน้นการให้ความรู้ดังกล่าวกับผู้ที่มีอำนาจหน้าที่ในการตัดสินใจเป็นพิเศษและจัดให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับสถานะของสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นและภูมิภาครวมทั้งเรื่องของการน้ำดื่ม อาหารที่ปลอดภัย การสุขาภิบาล ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากร ขั้นตอนที่ 2 เป็นการส่งเสริมในเรื่องของสิ่งแวดล้อมศึกษา เนื่องจากโลกกำลังต้องการแรงงาน และบุคลากรที่สามารถจะปรับตัวและพร้อมที่จะไปแก้ปัญหาของสิ่งแวดล้อมปัญหาของการพัฒนาที่กำลังเพิ่มมากขึ้น และปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงของการเปลี่ยนแปลงไปสู่สังคมที่ยั่งยืนดังนั้นประเทศต่าง ๆ ควรจะมีการปฏิบัติดังต่อไปนี้ จัดแผนงานฝึกอบรมผู้ที่จบการศึกษาจาก



โรงเรียนและมหาวิทยาลัย ให้สามารถประกอบอาชีพอย่างยั่งยืนได้สนับสนุนภาคต่าง ๆ ในสังคมรวมถึงภาคอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย รัฐบาลองค์กรเอกชน (NGO) องค์กรต่าง ๆ ของชุมชนในการให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อมให้แก่ประชาชน ให้เจ้าหน้าที่เทคนิคทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งได้รับการคัดเลือกและผ่านการศึกษอบรมในระดับท้องถิ่นมาทำหน้าที่ให้บริการตามความต้องการของชุมชนนั้น ๆ โดยเริ่มที่การให้ความคุ้มครองสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นส่งเสริมให้สาธารณชนได้มีส่วนร่วมอย่างกว้างขวางในเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยสื่อมวลชนสื่อการแสดงการบันเทิงและสื่อการโฆษณาต่าง ๆ และสุดท้ายเป็นการนำประสบการณ์และความเข้าใจของคนพื้นเมืองในเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการศึกษาและฝึกอบรม

ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา

สหพันธ์เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนานาชาติหรือ IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) (วินัย วีระพัฒนานนท์, 2546: 17) ได้ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ดังนี้ สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ “กระบวนการที่ทำให้คนรู้คุณค่า และทำให้กระจ่างในแนวความคิดหลัก เพื่อที่จะพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจ และซาบซึ้งถึงความสัมพันธ์ของมนุษย์กับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ นอกจากนี้สิ่งแวดล้อมศึกษายังเป็นการฝึกการตัดสินใจสร้างมาตรฐานของพฤติกรรมเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งของคุณภาพสิ่งแวดล้อม”

เกษม จันทรแก้ว (2536) ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการให้ความรู้อย่างมีระบบ และแบบแผนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้เทคโนโลยีการศึกษา นำความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมสู่บุคคลทุกระดับ เพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพสิ่งแวดล้อม

คงศักดิ์ ชาติทอง (2547) ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการที่จะทำให้นักเห็นคุณค่าและเข้าใจหลักการของระบบความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การพัฒนาเจตคติ ความตระหนักและความรับผิดชอบในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม รวมถึงการพัฒนาทักษะในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสร้างจริยธรรมที่ดีในการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี

ประยูร วงศ์จันทร์ (2553: 356) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง กระบวนการที่ทำให้ประชากรโลกมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม มีทักษะบ่งชี้และการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดค่านิยมในการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบเกิดขึ้น ความซาบซึ้งถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม แล้วก่อให้เกิดความห่วงใยพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งผลให้เกิดความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อเนื่องยาวนานทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก



อดิศักดิ์ สิงห์สีโว (2554: 41) ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการทางการศึกษาที่เน้นพัฒนาคนให้เห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนให้เข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม อันเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การพัฒนาเจตคติ ความตระหนัก และทักษะในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและเกิดการสร้างจริยธรรมสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2555: 88) ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการการศึกษาที่เน้นความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม ปัจจัยที่เป็นรูปธรรม และนามธรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์ เพื่อสร้างเจตคติ พฤติกรรมและค่านิยม ในอันที่รักษาหรือพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง และของมนุษย์โดยส่วนรวม

สามารถสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการที่เน้นบุคคล หรือกลุ่มคนเข้ามามีส่วนในการศึกษา ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีทักษะในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีความตระหนักกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการสร้างเจตคติหรือทัศนคติที่ดี และจิตสำนึกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมให้ดำรงอยู่อย่างยั่งยืน

คุณลักษณะสิ่งแวดล้อมศึกษา

สิ่งแวดล้อมศึกษามีคุณลักษณะหลายประการ สรุปได้ดังนี้ (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2546; อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2554: 42-44)

1. สหวิทยาการ สิ่งแวดล้อมศึกษาควรเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และควรมีอยู่ในทุกรายวิชา
2. สอนในทุกระดับชั้น ควรมีการสอนสิ่งแวดล้อมในทุกระดับชั้นการศึกษาตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และในระดับที่สูงกว่านั้น
3. การมองภาพระดับโลก สิ่งแวดล้อมศึกษาเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการของโลกในเรื่องของจริยธรรมสิ่งแวดล้อม
4. ความคิดรวบยอด สิ่งแวดล้อมศึกษาให้ความรู้ความเข้าใจ และความตระหนักในเรื่องพื้นฐานทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม เช่น สมรรถภาพสิ่งแวดล้อม (Carrying Capacity) ปัจจัยความจำกัด (Limiting Factors)
5. กระบวนการพัฒนา สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาทางปัญญา ความรู้สึก และพฤติกรรม โดยเฉพาะการพัฒนา ค่านิยมและเจตคติที่นำไปสู่การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
6. การแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นการพัฒนากระบวนการคิดในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความซับซ้อน



7. การกระจ่างนิยม การแสวงหาข้อสมมติฐานเบื้องต้น ค่านิยมและความรู้ส่วนบุคคลและสังคมที่เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกมนุษย์
8. การคิดเชิงระบบ บุคคลควรได้รับการพัฒนาการคิดเชิงระบบ ไม่แต่เพียงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบ แต่ควรรวมถึงองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง
9. การพัฒนาสิ่งใหม่ ควรพัฒนานถึงประสบการณ์ และกิจกรรมใหม่ขึ้นมา เพื่อให้เกิดความรักและความผูกพันต่อธรรมชาติของโลกที่มนุษย์อาศัยอยู่
10. ประเด็นสิ่งแวดล้อม การใช้สิ่งแวดล้อมในสภาพที่อยู่อาศัย เช่น กรณีศึกษาการแสดงบทบาทสมมติ เพื่อให้เกิดการตัดสินใจ การเข้าใจในกระจ่างนิยมและทัศนคติของคน และระบบของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น
11. การมองถึงปัจจุบันและอนาคต สิ่งแวดล้อมศึกษาไม่เพียงให้ความรู้ลึกเฉพาะภายในตัวบุคคลเท่านั้น แต่ควรให้ภาพการมองจากปัจจุบันถึงอนาคตด้วย
12. การมีส่วนร่วม ควรให้บุคคลเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมที่จะแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างตั้งใจและจริงจัง
13. การศึกษาส่วนบุคคล การจัดโครงการเรียนรู้ที่ต่างกันสำหรับบุคคล ซึ่งได้แก่ การศึกษาอิสระ ด้วยลักษณะของโครงการศึกษาตามความจริงที่ใกล้ตัวของบุคคล
14. การเรียนการสอนในลักษณะทีม การเรียนการสอนเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมควรใช้ผู้สอนเป็นทีม
15. ความสัมพันธ์ที่ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ควรยอมรับในความแตกต่างในค่านิยมของบุคคล จะเกิดได้จากปฏิสัมพันธ์ของบุคคลในกลุ่ม ความรับผิดชอบร่วมกันและการตัดสินใจรับผิดชอบร่วมกัน
16. ควรใช้ชุมชนเป็นฐานการเรียนรู้ การใช้ชุมชนทั้งระบบเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมทั้งสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ชีวภาพ ลักษณะทางวัฒนธรรมและเศรษฐกิจ ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา
17. การศึกษาภาคสนาม การได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากสภาพจริง ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียนและนอกห้องเรียน (ในเมือง และสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ)
18. เครือข่ายการสื่อสาร การใช้การสื่อสารพัฒนาทักษะ เพื่อเรียนรู้และเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กับส่วนงานและองค์กรที่มีหน้าที่ในการสื่อสาร
19. การประสานงานและความร่วมมือ สำหรับความร่วมมือระหว่างประเทศ ภายในประเทศ ภูมิภาคและระดับชุมชน เพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือในระดับนานาชาติเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม



20. โครงสร้างการบริหารองค์กร เพื่อการคล่องตัวในการประเมินผล และการจัดการศึกษาที่เหมาะสม ตลอดจนการให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นสหวิทยาการ
21. การปฏิรูปกระบวนการและระบอบการศึกษา สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นการปฏิรูปโครงสร้างและกระบวนการศึกษา
22. การพัฒนาหลักสูตร เนื่องจากองค์ประกอบของโครงการและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การเอาจริงเอาจังของผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาหลักสูตรที่ต้องมาปฏิบัติขึ้นมาใช้เอง
23. การพัฒนาประเมินหลักสูตร ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของการศึกษา และการประเมินโครงการการศึกษา โดยมุ่งที่ผลลัพธ์ของการศึกษา เมื่อพิจารณาจากเป้าหมายที่ต้องการ
24. ฐานในการวิจัย สิ่งแวดล้อมศึกษามุ่งแสวงหาประโยชน์ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนทั้งผลของความสำเร็จและความล้มเหลว
25. การอบรมครู การพัฒนาการอบรมครู อาจารย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งครู อาจารย์ ก่อนประจำการและในขณะประจำการ เพื่อพัฒนาจริยธรรมสิ่งแวดล้อม
- วัตถุประสงค์สิ่งแวดล้อมศึกษา
- จากความหมายสิ่งแวดล้อมศึกษา และคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมศึกษาแล้ว สิ่งแวดล้อมศึกษายังมีวัตถุประสงค์หลายประการ สรุปได้ดังนี้ (ประยูร วงศ์จันทร์, 2553: 364)
- 1) ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การรับรู้สิ่งแวดล้อมต่างๆ ผ่านประสาทสัมผัสทั้งหลายจนถึงมีความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผล และนำไปประยุกต์ใช้ได้ ตลอดจนประสบการณ์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมต่างๆที่เกิดขึ้น
 - 2) ความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความตื่นตัวและให้ความสนใจต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้นจนอยากเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ
 - 3) ทศนคติ เจตคติ และค่านิยมที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความคิดเห็น ความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม จนกลายเป็นสิ่งที่ยอมรับในการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมในทางที่ดี
 - 4) ทักษะในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความชำนาญการ หรือ ความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้าและเรื้อรัง อย่างน้อยสามารถให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆได้
 - 5) การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเข้าร่วมไปแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ทั้งในแง่วิชาการ ซึ่งอาจจะเป็นการร่วมประชุม สัมมนา สนทนา เสวนา อบรม การเรียนการสอน โทรทัศน์ วิทยุ ประชาสัมพันธ์ ฯลฯ ซึ่งอาจจะเป็นการร่วมปลูกป่า การจัดการขยะ การไม่ล่าสัตว์ การไม่ใช้สารเคมีทุกชนิด การประหยัดพลังงาน
 - 6) การประเมินผลการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ความสามารถในการประเมินผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยรวม หรือประเมินการถ่ายทอดองค์ความรู้ทาง



สิ่งแวดล้อมว่าได้ผลมากน้อยเพียงใด เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข หรือปรับปรุงในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อมครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม ทักษะคิด เจตคติ และค่านิยมที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ทักษะในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญของสิ่งแวดล้อมศึกษา

องค์ประกอบสิ่งแวดล้อมศึกษา

สิ่งแวดล้อมศึกษามีองค์ประกอบหลักๆ อยู่หลายประการด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

(ประยูร วงศ์จันทร์, 2553: 365)

- 1) องค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ องค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ ทั้งสิ่งแวดล้อมทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทางสังคมวัฒนธรรม
- 2) กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การสื่อสารองค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อมสู่คน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา
- 3) บุคคลกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้รับการถ่ายทอด หรือการสื่อสารองค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมได้
- 4) การบรรลุวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้แก่ เพื่อให้เกิด ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม ทักษะคิด เจตคติ และค่านิยมที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ทักษะในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมศึกษามีองค์ประกอบหลักอยู่ 4 ข้อซึ่งประกอบด้วย องค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม บุคคลกลุ่มเป้าหมาย และการบรรลุวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา

เป้าหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา

วัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อให้ปัจเจกบุคคลและกลุ่มสังคมมีการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรม ดังนี้ (ประยูร วงศ์จันทร์, 2553: 372)

- 1) ความตระหนัก ให้มีความตระหนักและความรู้สึกไวต่อเรื่องสิ่งแวดล้อมทั้งหมดรวมทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้อง
- 2) ความรู้ ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อมทั้งหมด รวมทั้งปัญหาและหน้าที่ความรับผิดชอบและบทบาทของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
- 3) เจตคติ (ทัศนคติ) ให้มีค่านิยมและความรู้สึกสนับสนุนในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก และพร้อมที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการป้องกัน และปรับปรุงสิ่งแวดล้อม
- 4) ทักษะ ให้มีทักษะในการแก้ไขปัญหาสีเขียวสิ่งแวดล้อม



5) ความสามารถในการประเมินผล ให้รู้จักประเมินผลมาตรการสิ่งแวดล้อม รวมทั้งศึกษาโครงการในส่วนเกี่ยวกับปัจจัยทางนิเวศวิทยา การเมือง เศรษฐกิจ สังคม สุขนหรือสภาพ และการศึกษา

6) การเข้ามามีส่วนร่วม ให้มีการพัฒนาความรู้ที่รับผิดชอบต่อการหาวิธีการที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างเร่งด่วน

สิ่งแวดล้อมศึกษามีเป้าหมายที่สำคัญอยู่หลายประการ ประกอบด้วย ความตระหนัก ความรู้ เจตคติ ทักษะ ความสามารถในการประเมินผล และการเข้ามามีส่วนร่วม

2.2 หลักการสิ่งแวดล้อม

หลักการสิ่งแวดล้อม เป็นหลักการที่ใช้ประกอบในการวิจัย ซึ่งเรียนลำดับตามความสำคัญ ซึ่งแบ่งออกเป็นเรื่องหลักๆ อยู่ 3 เรื่อง คือ พลังงาน พลังงานทดแทน และถ่านอัดแท่ง ซึ่งแต่ละเรื่องจะประกอบไปด้วยเรื่องย่อยที่มีความสำคัญต่อการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอหลักการสิ่งแวดล้อมดังต่อไปนี้

2.2.1 พลังงาน

ความหมายของพลัง

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถในการทำงาน หรืออำนาจที่แฝงอยู่ในวัตถุซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้ หรือสามารถกล่าวได้ว่าวัตถุใดที่มีพลังงาน วัตถุนั้นจะสามารถทำงานได้ พลังงานของวัตถุต่าง ๆ อาจสะสมอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ ความร้อน แสง ไฟฟ้า เสียง เป็นต้น นอกจากนี้พลังงานยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปจากพลังงานชนิดหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ขณะที่รถกำลังวิ่งด้วยความเร็ว เมื่อคนขับเหยียบเบรก พลังงานจลน์บางส่วนของรถก็จะเปลี่ยนไปเป็นความร้อนที่เกิดขึ้นที่ระบบเบรกและล้อของรถ และบางส่วนก็อาจเปลี่ยนเป็นเสียงที่เกิดขึ้น การผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนโดยการปล่อยให้น้ำซึ่งอยู่ในที่สูงไหลผ่านกังหันที่ติดอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นการเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์ของน้ำไปเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือการที่มนุษย์สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ เพราะเมื่อมนุษย์รับประทานอาหารประเภทต่างๆ เข้าไป ร่างกายจะทำการเปลี่ยนอาหารเหล่านี้ให้กลายเป็นพลังงานและสะสมอยู่ในร่างกาย ทำให้มนุษย์สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตามเพื่อความเข้าใจในเรื่องของพลังงานเป็นเรื่องที่คนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่ายๆ การกล่าวถึงพลังงานจึงมักเป็นการกล่าวถึงแหล่งหรือต้นกำเนิดของพลังงานโดยตรง ซึ่งแหล่งพลังงานที่สามารถพบเห็นโดยทั่วไปหรือสัมผัสได้ง่ายๆ เช่น พลังงานน้ำ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น รายละเอียดต่างๆ ของแหล่งพลังงานดังกล่าวจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

ประเภทของพลังงาน



การจำแนกประเภทของพลังงานมีด้วยกันหลายแบบ แล้วแต่จะยึดถือสิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการจำแนก เช่นถ้ายึดถือตามลักษณะของแหล่งที่ให้พลังงานมาก็สามารถจำแนกได้เป็นพลังงาน ต้นกำเนิด (Primary Energy) กับ พลังงานแปรรูป (Secondary Energy) ซึ่งการจำแนกแบบนี้จะพิจารณาจากการนำเอาพลังงานเหล่านั้นมาใช้โดยตรงเลยหรือไม่ หรือเป็นพลังงานที่ได้จากการที่ต้องมีการแปรรูปก่อนที่จะนำมาใช้ ถ้ายึดถือลักษณะการซื้อขายเชิงพาณิชย์ก็สามารถจำแนกได้เป็นพลังงานเชิงพาณิชย์ (Commercial Energy) กับพลังงานที่ไม่เป็นเชิงพาณิชย์ (Non-Commercial Energy) หรือถ้ายึดถือตามลักษณะแหล่งพลังงานก็สามารถจำแนกได้เป็น พลังงานตามแบบ (Conventional Energy) กับพลังงานนอกแบบ (Non-Conventional Energy) อย่างไรก็ตามการจำแนกประเภทของพลังงานที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้จะยึดถือตามลักษณะของรูปแบบการใช้แหล่งพลังงาน ซึ่งสามารถจำแนกเป็น ประเภทที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด (Non-Renewable Energy) กับประเภทที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก (Renewable Energy)

พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด

พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด พลังงานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้มาจากแหล่งพลังงานที่มีโอกาสหมดไปจากโลกนี้หรืออาจเรียกว่าเป็นพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ แหล่งพลังงานพวกนี้เป็นแหล่งที่จะต้องใช้เวลาในการสะสมเพื่อก่อกำเนิดนับเวลาเป็นล้านๆปี ซึ่งธรรมชาติไม่สามารถสร้างหรือผลิตพลังงานเหล่านี้ให้ทันต่อความต้องการของมนุษย์ ที่นับวันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้น

พลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือพลังงานทดแทน

พลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือพลังงานทดแทน คือพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากการขึ้นลงของน้ำ พลังงานจากคลื่น เป็นต้น พลังงานเหล่านี้มีปริมาณมากมายและสามารถใช้ได้อย่างไม่จำกัด นอกจากนี้ยังรวมถึงพลังงานที่ได้จากพวกมวลชีวภาพทั้งหลายที่สามารถนำมาหมუნเวียนใช้ใหม่ได้ เช่น พืชประเภทต่างๆ หรือเศษวัสดุทางการเกษตรและมูลสัตว์ต่างๆ (มณฑาสินี หอมหวาน, 2555: 100-104)

2.2.2 พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน คือ พลังงานธรรมชาติประเภทใช้ไม่หมดสามารถหมუნเวียนมาใช้เป็นประจำวัน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานก๊าซชีวภาพ หรือพลังงานคลื่น และอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนพลังงานธรรมชาติประเภทใช้แล้วหมดเปลือง ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น ฟืน ถ่านไม้ ถ่านหิน น้ำมัน เชื้อเพลิง แร่ธาตุหรือก๊าซธรรมชาติสามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมუნเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมუნเวียน ได้แก่



แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอต่อต่อไปนี้ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

ประเภทของพลังงานทดแทน

พลังงานสิ้นเปลือง

พลังงานสิ้นเปลือง คือแหล่งพลังงานจากใต้พื้นดิน เมื่อใช้หมดแล้วไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือหามาทดแทนโดยธรรมชาติได้ทันความต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ต้องใช้เวลานานกว่าร้อยล้านปีที่จะสร้างขึ้นมาก็ได้และมีปริมาณจำกัด ชื่อที่ใช้แทนพลังงานกลุ่มนี้จึงมีทั้งพลังงานฟอสซิล และพลังงานที่ใช้แล้วหมด ตัวอย่างของพลังงาน ได้แก่ น้ำมันดิบ (ปิโตรเลียม), ถ่านหิน

พลังงานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ส่วนมากนำมาจากแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิลจำพวกน้ำมันดิบ ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ คุณเคยสงสัยไหม ทำไมเรียก "เชื้อเพลิงฟอสซิล" คำตอบก็คือ เชื้อเพลิงนี้เกิดขึ้นจากซากพืชซากสัตว์ที่ตายมานานนับล้านปี ทับถมอยู่ใต้ดินจนเปลี่ยนเป็นฟอสซิล จากนั้นเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติกลายเป็นน้ำมันดิบ ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ แต่ปัญหาคือไม่สามารถหามาทดแทนการใช้ได้ทัน โลกเราต้องใช้เวลานานเป็นล้านปีกว่าจะผลิตน้ำมันแต่ละลิตรได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะได้ก๊าซพิษออกมาด้วย เช่น ฝุ่นละออง, เขม่า, คาร์บอน, ไนโตรเจน, คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์และกำมะถันไดออกไซด์ ฯลฯ

พลังงานสิ้นเปลืองเมื่อใช้หมดแล้วไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือหามาทดแทนโดยธรรมชาติได้ทันความต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ต้องใช้เวลานานกว่าร้อยล้านปีที่จะสร้างขึ้นมาก็ได้และมีปริมาณจำกัด ชื่อที่ใช้แทนพลังงานกลุ่มนี้จึงมีทั้งพลังงานฟอสซิล และพลังงานที่ใช้แล้วหมด อาทิเช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซ ธรรมชาติ นิวเคลียร์

พลังงานหมุนเวียน

พลังงานหมุนเวียน คือ พลังงานที่ได้มาจากกระแสพลังงานที่ต่อเนื่องและเกิดซ้ำๆ ในสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ที่ได้จากพลังงานหมุนเวียนมีหลาย ๆ ด้าน ทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อมลดมลพิษจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล จำพวกผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่างๆ อีกทั้งลดการนำเข้าเชื้อเพลิงพวกนี้จากต่างประเทศ และพลังงานเชื้อเพลิงยังให้ผลตอบแทนการลงทุนที่น่าสนใจอีกด้วย ประเภทของพลังงานหมุนเวียน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

ปัจจุบันการศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิตตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิต และการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสม ทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคมสำหรับผู้ใช้ในเมือง และชนบท ซึ่งในการศึกษา ค้นคว้า และ



พัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าว ยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมี ประสิทธิภาพสูงสุดด้วย ตลอดจนสนับสนุนให้โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไปดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่และการใช้อย่างเหมาะสมต่อไป

ในปัจจุบันเรื่องพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลก และนับวันจะมีผลกระทบ รุนแรงต่อมวลมนุษยชาติมากขึ้นทุกที การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยก็เป็นอีกหนึ่งหน่วยงานที่ให้ความ สำคัญในการร่วมหาหนทางแก้ไข ทำการศึกษา ค้นคว้า สำรวจ ทดลอง ติดตามเทคโนโลยีอย่าง จริงจังและต่อเนื่องมาโดยตลอดเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีใหม่ๆ ในด้านพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในประเทศไทยต่อไป โดยคำนึงถึงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมซึ่งพอจะ จำแนกประเภทของพลังงานทดแทนได้ ดังนี้ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

พลังงานแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและมีมากมาย มหาศาล จนไม่มีวันใช้ได้หมดเพราะ トラบใดที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่ในระบบสุริยจักรวาลนี้ トラบนั้นยังคง มีพลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกเราทุกวัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสิ่งมีชีวิตทุกสิ่งบนโลกได้ใช้ ประโยชน์ โดยตรงจากแสงอาทิตย์แต่ปริมาณที่ใช้กันอยู่นั้นน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานที่ ได้มา มนุษย์รู้จักการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนามา นานนับร้อยๆ ปีถึงกระนั้นก็ตามในปัจจุบันนี้ มนุษย์ก็ยังคงคิดค้นพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อที่จะนำเอา พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด ทั้งในรูปของพลังงานความร้อนโดยตรงหรือการ เปลี่ยนรูปให้เป็น พลังงานไฟฟ้าซึ่งในอนาคต เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็น เทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายกันมากขึ้นเพราะนอกจากจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายของต้นทุน แหล่งพลังงานแล้ว ยังจะเป็นการช่วยลดมลพิษของโลกอีกด้วย

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลก

แสงเคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์มายังโลกในรูปของการแผ่คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายช่วงความยาวคลื่นหรือเรียกว่าสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ลักษณะ ของสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ทั้งภายนอกและภายในชั้นบรรยากาศ ทั้งในช่วงความยาวคลื่นของแสงที่ สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (Visible Light) และที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าเพราะมีความยาว คลื่นน้อยกว่าหรือมากกว่าความยาวคลื่นของแสงได้แก่ อินฟราเรด อัลตราไวโอเล็ต รังสีแกมมารังสีเอกซ์ และคลื่นวิทยุ เป็นต้น เมื่อแสงเคลื่อนที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกในชั้นบรรยากาศของโลก ประกอบด้วยอะตอมของก๊าซไอน้ำ เมฆ และฝุ่นละอองต่างๆ ดังนั้นเมื่อแสง เคลื่อนที่เข้ามาบางส่วนจะเกิดการ ชนกับอะตอมของสิ่งต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการกระจายของแสงซึ่งจะมีทั้งการสะท้อนลงสู่พื้นโลก และสะท้อนกลับสู่อวกาศและจะมีบางส่วนที่ถูกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆดูดซับเอาไว้ทำให้มีปริมาณ แสงที่เคลื่อนที่ลงสู่พื้นโลกประมาณร้อยละ 51 สะท้อนกลับสู่อวกาศประมาณร้อยละ 30 และถูกดูดซับ



เอาไว้ในชั้นบรรยากาศโลกประมาณร้อยละ 19 อันตรกิริยาและปริมาณของแสงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศโลก

พลังงานแสงอาทิตย์ที่เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกนั้น ประกอบด้วย พลังงาน จากรังสีของแสงที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นโลกโดยตรงและพลังงานจากรังสีของแสงที่เกิดจากการกระจายและการสะท้อนภายในชั้นบรรยากาศ นั่นคือสามารถแบ่งองค์ประกอบของพลังงาน แสงอาทิตย์บนพื้นโลกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1) รังสีตรง (Direct Radiation หรือ Beam Radiation) เป็นรังสีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นโลกโดยไม่เกิดอันตรกิริยากับอะตอมของธาตุใดๆ ในชั้นบรรยากาศทำให้มีค่าความเข้มของแสงสูงเมื่อมาถึงพื้นโลก รังสีของแสงในลักษณะนี้เหมาะสำหรับการใช้กับอุปกรณ์ประเภทที่ต้องรวมแสง (Concentrator) ชนิดต่างๆ ที่ต้องการค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์สูงๆ

2) รังสีกระจาย (Diffuse Radiation หรือ Scattered Radiation) เป็นรังสีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่เกิดการชนกับอะตอมของธาตุต่างๆ ในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการกระจายของแสงและบางส่วนสะท้อนลงสู่พื้นโลก ค่าความเข้มของแสงจากรังสีประเภทนี้จะน้อยกว่ารังสีตรงมาก รังสีของแสงในลักษณะนี้เหมาะกับการใช้กับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการความเข้มแสงสูงนักเช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นต้น สัดส่วนของรังสีตรงกับรังสีกระจายในแต่ละวันในแต่ละพื้นที่จะมีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพของภูมิอากาศในแต่ละวันและแต่ละพื้นที่ ผลรวมของรังสีทั้งสองประเภทเรียกว่า รังสีรวม (Total Radiation หรือ Global Radiation) สำหรับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบใน แนวตั้งฉากบนพื้นที่ 1 หน่วย นอกชั้นบรรยากาศโลกเรียกว่าค่าคงที่สุริยะ (Solar Constant) มีค่าเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งค่าคงที่นี้แท้จริงแล้วอาจมีการผันแปรได้ในช่วงประมาณ 3.4 เปอร์เซ็นต์ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปก็ขียนิยมใช้เป็นค่าคงที่ดังกล่าวอยู่ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ลงสู่พื้นโลกทั้งหมดต่อปีสามารถคำนวณได้ดังนี้ กำหนด 1 ปีเท่ากับ 365 วัน (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

พลังงานลม

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4 -5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยังได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยเราไม่สูงมากนัก เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้



อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้นการศึกษา เรียนรู้วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์ จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

การเกิดและประเภทของลม

ลม (wind) สาเหตุหลักของการเกิดลมคือดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลก แต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่ง บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำอากาศในบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูง อากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้คือการทำให้เกิดลมนั่นเอง และจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ทำให้เกิดเป็นพลังงานจลน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนี้

1) ลมบกลมทะเล

ลมบกและลมทะเล (Land and Sea Breeze) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของบริเวณทะเลกับฝั่ง โดยลมทะเลจะเกิดในตอนกลางวัน เพราะบนฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณในทะเลจึงทำให้เกิดลมจากทะเลพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่วนลมบกเกิดในเวลากลางคืนเพราะบริเวณในทะเลจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบนฝั่ง ทำให้เกิดลมจากฝั่งออกสู่ทะเล

2) ลมภูเขาและลมหุบเขา

ลมภูเขาและลมหุบเขา (Mountain and Valley Winds) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิตั้งแต่ระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงไปสู่หุบเขาในตอนกลางคืน เนื่องจากบริเวณสันเขาอยู่ในที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขา ดังนั้นจึงมีลมพัดลงจากยอดเขาสู่หุบเขา ส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปสู่สันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขา นอกจากนี้ยังมีการเรียกชื่อลมตามทิศการเคลื่อนที่ในแต่ละฤดูกาล เช่น ลมมรสุมซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดูคือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นตรงกันข้ามในฤดูหนาว (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, เว็บไซต์)

พลังงานชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งเก็บกักพลังงานของธรรมชาติ ซึ่งได้จากสิ่งมีชีวิต พืชเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือ กากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากไยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์ม เปล่า กากและเห้งน้ำมันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว ส่าเหล้า รวมถึงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ฟาร์มปศุสัตว์และขยะชุมชนต่างๆ เป็นต้น



ในชีวมวลจะประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน ไนโตรเจน ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนการเจริญเติบโตของพืชนั้น พืชได้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ได้แป้งและน้ำตาล และนำไปเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เราจึงได้พลังงานออกมาทั้งที่ได้จากพืชโดยตรง และโดยอ้อมเช่น จากสิ่งมีชีวิตที่บริโภคพืช หรือของเสียต่างๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร และของเสียจากชุมชน ซึ่งเป็นพลังงานชีวมวลในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

โดยเหตุที่ประเทศไทยทำการเกษตรอย่างกว้างขวาง วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ชี้เลื่อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก (เทียบได้น้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) ก็ควรจะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ในกรณีของโรงเลื่อย โรงสี โรงน้ำตาล ฯ ขนาดใหญ่อาจจะยินยอมให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าต่างๆ ในประเทศในลักษณะของการผลิตร่วม (Co-generation) ซึ่งมีใช้อยู่แล้วหลายแห่งในต่างประเทศโดยวิธีดังกล่าวแล้ว จะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศ สำหรับส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะรวมถึงการใช้ไม้พินจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่นับล้านไร่ในกรณีที่รัฐบาลจำเป็นต้องลดปริมาณการปลูกมันสำปะหลัง อ้อย เป็นต้น เพื่อแก้ปัญหาระยะยาวทางด้านการตลาดของพืชทั้งสองชนิด อนึ่ง สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากพิน (Gasifier) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือจากการเกษตร (Bio Gas) ขยะ ฯลฯ หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน

การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวล สามารถใช้ได้ทั้งในการทำเป็นพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล (Biomass Energy Technology) ได้แก่ การเผาไหม้ตรง (Direct Combustion) การผลิตก๊าซชีวมวล (Gasification) การผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas) และการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ เอทานอล (Ethanol) และไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นต้น

แหล่งพลังงานชีวมวล

การใช้พลังงานจากมวลชีวภาพเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จำพวกไม้พิน แกลบ หรือ มูลสัตว์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานความร้อน ในประเทศกำลังพัฒนาหลายๆ ประเทศ ถือว่าเป็นการใช้พลังงานมวลชีวภาพแบบดั้งเดิม (Traditional Biomass) ซึ่งไม่สามารถกล่าวได้ในรูปแบบของการบริโภคพลังงานแบบมหภาคหรือเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อกล่าวถึงการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพมักจะกล่าวถึงในลักษณะของปริมาณการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะการใช้เป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งลักษณะการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพแบบนี้เรียกว่า การใช้พลังงานจากมวลชีวภาพแบบใหม่โดยสามารถจำแนกแหล่งพลังงานจากมวลชีวภาพออกเป็น 2 แหล่งหลักๆ คือ



1. แหล่งพลังงานที่เป็นพืช

พลังงานจากมวลชีวภาพที่มาจากแหล่งพลังงานที่เป็นพืช (Energy Crops) และทำการเพาะปลูกขึ้นมาเอง มาใช้เป็นแหล่งพลังงาน แหล่งพลังงานจากพืชเหล่านี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ประเภทที่มีลักษณะเป็นไม้ (Woody Crops) สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปโดยเฉพาะตามแหล่งป่าไม้ต่างๆ ป่าไม้เป็นแหล่งช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในชั้นบรรยากาศได้ดีที่สุดซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าในช่วงการเจริญเติบโตของต้นไม้หนึ่งต้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ต้นนั้นช่วยดูดซับจากชั้นบรรยากาศเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง จะมีค่าใกล้เคียง หรือเท่ากับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นไม่ทำให้ธรรมชาติเสียสมดุลในเรื่องของมลพิษแต่อย่างใด แต่ปัญหาของมลพิษที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศคือ จากการนำเอาต้นไม้ต้นนั้นมาทำการเผาไหม้ ดังนั้นการนำเอาต้นไม้จากธรรมชาติหนึ่งต้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะมนุษย์มีการใช้พลังงานจากแหล่งอื่น โดยเฉพาะจากซากดึกดำบรรพ์ซึ่งทำให้มีการปล่อยก๊าซพิษต่างๆ ออกสู่ชั้นบรรยากาศ โดยแหล่งพลังงานเหล่านั้นไม่สามารถกำจัดของเสียด้วยตัวของมันเองได้เหมือนต้นไม้ จึงเป็นการปล่อยออกมาแล้วสะสมอยู่ในบรรยากาศ

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการใช้ไม้ฟืน หรือถ่านเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในอุตสาหกรรมต่างๆ ถือว่าลดลงไปอย่างมากโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะผล กระทบจากมลพิษที่เกิดขึ้นต่อบรรยากาศของโลกในทุกวันนี้ อันเนื่องมาจากปริมาณป่าไม้ของโลกที่เหลือน้อยลงไปทุกที ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดใหม่ในเรื่องของการทำป่าไม้คือ การปลูกพืชที่มีความแข็งแรง คงทนและโตเร็ว ซึ่งไม่ได้มีวัตถุประสงค์โดยตรงในการนำพืชเหล่านี้มาเป็นแหล่งพลังงาน แต่ต้องการนำเอานี้ไปใช้ประโยชน์ทั่วไปอย่างอื่น ส่วนเศษไม้ที่เหลือรวมถึงขี้เลื่อยจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานทั้งในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแนวคิดนี้จะแตกต่างกับแนวความคิดแบบดั้งเดิมที่ไม่ได้นำเอาเศษส่วนที่เหลือไปใช้ประโยชน์เลย แนวความคิดในการทำป่าไม้แบบใหม่นี้เรียกว่าการปลูกป่าหมุนเวียนช่วงสั้น (Short Rotation Forestry, SRF) นิยมทำกันมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ โดยในแถบประเทศยุโรปจะใช้พืชที่เป็นไม้ขนาดเล็กในลักษณะของป่าละเมาะหรือป่าแสม ซึ่งเรียกว่าการปลูกป่าละเมาะหมุนเวียนช่วงสั้น (Short Rotation Coppice, SRC)

2) ประเภทที่มีลักษณะเป็นพืชผลทางการเกษตร

(Agricultural Crops) ในปัจจุบันมีการปลูกพืชผลทางการเกษตรจำพวก อ้อย และข้าวโพด เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งสิ่งที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ คือการนำเอาศักยภาพที่มีอยู่ในพืชเหล่านี้มาทำเป็นเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Fuel) นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ เพื่อใช้เมล็ดสกัดเป็นน้ำมัน เช่น ทานตะวัน สนูปดำ หรือพืชตระกูลถั่วต่างๆ โดยสามารถเปลี่ยนน้ำมันจากพืชเหล่านี้ไปเป็นไบโอดีเซล และสามารถนำน้ำมันนี้ไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบได้



การสร้างแหล่งพลังงานที่มีลักษณะเป็นพืชผลทางการเกษตรนี้ จะมีข้อได้เปรียบว่าการ สร้างแหล่งพลังงานแบบที่มีลักษณะเป็นไม้หรือแบบการปลูกเป็นป่าละเมาะ เพราะ ไม่มีความยุ่งยากในการ เพาะปลูก และวงจรการใช้พื้นที่เพื่อการเพาะปลูกมีความยืดหยุ่นมากกว่า อันเกิดจากพวกพืชผลทางการเกษตรเหล่านี้มีวงจรในการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่า

2. แหล่งพลังงานที่เป็นของเหลือใช้

หลังการใช้ประโยชน์จากไม้หรือการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตรแล้ว จะมีของเหลือใช้ จำพวกเศษไม้ ชี้เลื่อย ซังหรือเปลือกของพืชต่าง ๆ รวมถึงมูลสัตว์จากการปศุสัตว์ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ถือว่าเป็นแหล่งพลังงานชีวมวลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ของเหลือใช้มีตั้งแต่ระดับในครัวเรือน ระดับชุมชน จนกระทั่งระดับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่ง จะเห็นว่าแหล่งพลังงานเหล่านี้มีมากมาย สามารถจำแนกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1) เศษไม้ (Wood Residues) เป็นแหล่งพลังงานมวลชีวภาพที่อยู่ในรูปของของแข็ง (Solid Biomass) ที่มีมากมายจากอุตสาหกรรมทำป่าไม้ ส่วนใหญ่ต้องใช้แต่เนื้อไม้ ส่วนที่เหลือคือใบและกิ่งก้านต่างๆ ที่ไม่สามารถใช้ได้ตามการทำอุตสาหกรรมที่ได้จากกระบวนการแปรรูปไม้รวมถึงชี้เลื่อยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทั้งในรูปของพลังงานความร้อน และการผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันในประเทศออสเตรเลียมีใช้ประมาณร้อยละ 6 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด และในสหรัฐอเมริกาใช้เศษไม้เหล่านี้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้ากว่า 6 จิกะวัตต์

2) เศษพืชผลทางการเกษตร (Agricultural Wastes) ข้าวโพด ชานอ้อย และแกลบ เป็นต้น เศษวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดจากพืชผลทางการเกษตรจำพวก ฟางข้าว ข้าวสาลี เศษวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ในแต่ละปีมีปริมาณนับพันล้านตัน และเมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้ 40 ล้านเทระจูล ในสมัยก่อนฟางจะถูกเผาทิ้งตั้งแตอยู่ในนาหรือในไร่ซึ่งก่อให้เกิดให้ปัญหามลพิษเป็นอย่างมาก แต่เมื่อประมาณสิบกว่าปีมานี้ในแถบประเทศยุโรปมีการห้ามเผาฟางในนา จึงทำให้ต้องมีการขนย้ายฟางข้าวมาเก็บไว้ในที่แห้งๆ และเมื่อแห้งแล้วก็จะถูกส่งไปยังแหล่งผลิตไฟฟ้าต่อไป แต่เนื่องจากค่าความหนาแน่นของพลังงาน (Energy Density) ของฟางข้าวมีค่า 15 จิกะจูลต่อตัน และฟางข้าว 1 ตัน มีปริมาตรถึง 6 ลูกบาศก์เมตร ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและการเก็บรักษา จึงทำให้เกิดอุตสาหกรรมชนิดใหม่ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการอัดฟางให้แน่นเหมือนการอัดกระดาษทำให้มีความหนาแน่นประมาณ 1 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้ และยังช่วยให้การใช้ฟางเป็นเชื้อเพลิงสะดวกมากขึ้น สำหรับชานอ้อยซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการบีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในโรงงานเองหรือในกรณีที่สามารถผลิตได้มากจนเหลือใช้ก็สามารถส่งขายผ่านระบบสายส่งได้ ในปัจจุบันโรงงานน้ำตาลทั่วโลกมีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมกันประมาณ 50 จิกะวัตต์



3) สิ่งปฏิกูลจากสัตว์ (Animal Wastes) เนื่องจากในแต่ละวัน สัตว์จะมีการถ่ายสิ่งปฏิกูลออกมาปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นการเลี้ยงสัตว์ในลักษณะเป็นฟาร์ม จะสามารถรวบรวมสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ได้ในปริมาณที่มากพอที่จะสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้สิ่งปฏิกูลเหล่านี้ ในเบื้องต้นอาจถูกใช้ประโยชน์ในลักษณะของปุ๋ยคอก (animal manure) ซึ่งถือว่าเป็นการคืนพลังงานให้แก่ธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ในทางหนึ่งพืชสามารถดูดซึมเอาสารอาหารบางอย่างไป ปัจจุบันในหลายประเทศทั่วโลกได้มีการใช้แหล่งพลังงานเหล่านี้ผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งโรงไฟฟ้าในบางแห่งอาจมีกำลังการผลิตถึง 40-50 เมกะวัตต์ ผังการใช้เศษพืชผลทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้า

4) ของเหลือใช้จากชุมชน (Municipal Wastes) อาจเรียกโดยทั่วไปว่าขยะจากชุมชนผลจากการบริโภคของมนุษย์ทำให้มีการทิ้งหรือสิ่งของที่เหลือกินเหลือใช้ที่อยู่ในสภาพขยะ ค่าเฉลี่ยของกรทิ้งขยะในแต่ละครัวเรือนของกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมมีมากกว่า 1 ตันต่อปี ซึ่งคิดเป็นพลังงานถึง 9 จิกะจูล ขยะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นพวกกระดาษ เศษแก้ว เศษโลหะต่างๆ และอื่นๆ อีกมากมาย หนึ่งในขยะเหล่านี้ที่น่าสนใจ คือ บรรดาพวกขยะที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ต้องใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) และผลที่ได้จากกระบวนการส่วนใหญ่ คือ ก๊าซมีเทนซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ต่อไป ส่วนขยะประเภทอื่นอาจใช้วิธีคัดแยกเพื่อเอาไปใช้ใหม่ (Recycling) เช่น พวกขยะที่เป็นโลหะ หรือมีส่วนผสมของโลหะอยู่ เป็นต้น นอกจากนี้ขยะส่วนที่เหลือยังสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ (Combustion) หรืออาจใช้วิธีฝังกลบ (Landfill) โดยวิธีนี้เมื่อวิธีนี้เมื่อเวลาผ่านไปนานเป็นปี ๆ ผลที่เกิดขึ้นคือ จะเกิดก๊าซจากหลุมฝังกลบ (Landfill Gas, LFG) ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

พลังงานแก๊สชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Process) โดยที่ก๊าซชีวภาพจะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณ 50 – 80 เปอร์เซ็นต์นอกนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมีก๊าซ H_2S , N_2 , H_2 อีกเล็กน้อย ดังนั้น จึงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ปัจจุบันสารอินทรีย์ที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วให้ก๊าซชีวภาพ คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแปงมันสำปะหลัง โรงงานเปียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จากกระบวนการดังกล่าวมีค่า COD ลดลงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์และได้ก๊าซชีวภาพ 0.3 – 0.5 ลบ.ม./กิโลกรัม COD ที่ถูกกำจัด ทั้งนี้ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสียแต่ละประเภท ก๊าซมีเทนมีค่าความร้อน 39.4 เมกะจูล/ลบ.ม. สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเตาได้ 0.67 ลิตร ซึ่งเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 9.7 kWh (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)



พลังงานนิวเคลียร์

ประเภทของพลังงานนิวเคลียร์

พลังงานนิวเคลียร์หรือพลังงานปรมาณูเป็นพลังงานที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2508 ได้ให้ความหมายของพลังงานนิวเคลียร์ว่าพลังงานไม่ว่าลักษณะใดที่เกิดจากการปลดปล่อยออกมา เมื่อมีการแยกหรือเปลี่ยนนิวเคลียสของปรมาณูหรือพลังงานรังสีเอกซ์ซึ่งในทางวิชาการหมายถึงพลังงานไม่ว่าลักษณะใด ซึ่งเกิดจากนิวเคลียสของ พลังงานนิวเคลียร์ที่สำคัญสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิชชัน พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิชชัน

เป็นพลังงานซึ่งเกิดจากการแตกตัวของนิวเคลียสของธาตุหนัก เช่น ยูเรเนียมพลูโทเนียมเมื่อถูกยิงด้วยอนุภาคนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ทำให้เกิดการแตกตัวหรือแยกตัวของนิวเคลียสออกเป็นสองส่วนซึ่งมีเลขมวลใกล้เคียงกัน รวมทั้งมีอนุภาคอื่นๆ หลุดออกมาด้วย เช่น นิวตรอน เป็นต้น

2) พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชัน พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชัน

เป็นพลังงานที่เกิดจากการรวมตัวของนิวเคลียส ของธาตุเบาหรือเป็นพลังงานที่ เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ซึ่งเป็นการรวมตัวหรือหลอมตัวเข้าด้วยกันของนิวเคลียสธาตุเบาภายใต้ความกดดันและอุณหภูมิสูงมากๆ อาจทำให้มีอุณหภูมิสูงถึงร้อยล้านองศา จึงเรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่าปฏิกิริยานิวเคลียร์ความร้อน (Thermonuclear Fusion) โดยที่อะตอมหรืออนุภาคใดๆ ที่อยู่ภายในอุณหภูมิสูงระดับนี้จะอยู่ในสภาพที่เรียกว่า พลาสมา (Plasma) ซึ่งเป็นสภาวะที่ 4 นอกเหนือจากการเป็นของแข็งของเหลวและก๊าซ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนที่อยู่ใจกลางดวงอาทิตย์จะถูกกดดันให้มีความหนาแน่นสูงถึง 10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรพลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชันที่ให้ออกมาจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของตัวกลางความสามารถในการทำปฏิกิริยานิวเคลียร์และอุณหภูมิ

3) พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากเครื่องเร่งอนุภาค เครื่องเร่ง

อนุภาคเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น เพื่อจุดประสงค์ในการใช้เร่งอนุภาคที่มีประจุ ให้มีพลังงานจลน์ที่สูงพอที่จะนำไปใช้ในการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์โดยปกติอนุภาคที่ถูกเร่ง ได้แก่ อิเล็กตรอนหรืออนุภาคที่มีประจุบวกน้ำหนักเบา เช่น โปรตอน ดิวเทรียม แอลฟา เป็นต้น หรือในบางครั้งก็สามารถใช้กับอนุภาคที่มีประจุน้ำหนักมากได้เหมือนกัน เช่น คาร์บอน พลังงานจลน์ของอนุภาคที่ถูกเร่งนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเร่งอนุภาค โดยเครื่องเร่งอนุภาคบางชนิดมีความสามารถเร่งให้อนุภาคมีพลังงานได้ถึงระดับเมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) จนถึงระดับจิกะอิเล็กตรอนโวลต์ (GeV)

4) พลังงานนิวเคลียร์ที่เกิดจากการสลายตัวของสาร

กัมมันตรังสีพลังงานนิวเคลียร์ชนิดนี้เป็นพลังงานที่ได้จากการสลายตัวของธาตุรังสีที่มีอยู่ในแหล่งธรรมชาติบนโลก ธาตุรังสีเหล่านี้จะให้รังสีชนิดต่างๆ ออกมา เช่น แอลฟา บีตา แกมมา และนิวตรอน เป็นต้น ซึ่งเป็นรังสีที่มีค่าพลังงานที่แน่นอน (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, ออนไลน์)

พลังงานน้ำ



น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ และหมุนเวียนให้ใช้อย่างไม่มีวันหมด น้ำถือเป็นปัจจัย ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำทั้งการบริโภคและอุปโภคนอกจากนี้ยังใช้น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์พลังงานที่ได้จากน้ำเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงทำให้ทั่วโลกมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับกรบริโภคพลังงานทั้งโลกแล้ว การบริโภคพลังงานจากน้ำมีประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น สาเหตุอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการสร้างเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ การใช้พลังงานจากน้ำหากไม่ใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติแล้วอาจเกิดผลกระทบในเรื่องของสิ่งแวดล้อมอื่นได้ เช่น การสร้างเขื่อน ซึ่งจะต้องเสียพื้นที่ป่าไม้และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาต่อพื้นที่บริเวณนั้นเป็นอย่างมาก

วัฏจักรของน้ำ

โลกมีบริเวณที่เป็นมหาสมุทรประกอบอยู่ถึง 3 ใน 4 ส่วน พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของน้ำขึ้น จากปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลก $140,000 \times 10^{12}$ วัตต์ หรือ 140,000 เมกะวัตต์ พลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 40,000 เมกะวัตต์ หรือประมาณร้อยละ 23 ของพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด ถูกใช้ในการเกิดวัฏจักรของน้ำ เมื่อน้ำบนโลกได้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะทำให้น้ำบนผิวโลกตามแหล่งต่างๆ ทั้งในห้วย หนอง คลอง บึง ทะเล และมหาสมุทร ระเหยกลายเป็นไอน้ำและลอยขึ้นไปในอากาศ เมื่อไอน้ำลอยสู่เบื้องบนแล้ว จะได้รับความเย็นและกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ ลอยจับตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ เมื่อจับตัวกันมากขึ้นและกระทบความเย็นจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงสู่พื้นโลก และจะเกิดกระบวนการเช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลาเรียกว่า วัฏจักรธรรมชาติของน้ำ ซึ่งทำให้มีน้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกอย่างสม่ำเสมอ

น้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโลก บางส่วนอาจตกลงในแหล่งกักเก็บธรรมชาติที่อยู่บนที่สูง หรือตกลงมาในแหล่งกักเก็บที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่น ฝาย เขื่อน เป็นต้น แหล่งกักเก็บน้ำเหล่านี้จะเป็นแหล่งสะสมพลังงานของน้ำในรูปของพลังงานศักย์ ซึ่งถ้าเป็นแหล่งกักเก็บที่อยู่บนที่สูงน้ำจะไหลลงสู่พื้นด้านล่างเป็นลักษณะของน้ำตกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานตามธรรมชาติ โดยพลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ซึ่งมนุษย์สามารถนำเอาพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นนี้ไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยหลักการนี้มนุษย์จึงได้สร้างแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวเพื่อใช้พลังงานจากน้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้า วัฏจักรของน้ำและตัวอย่างการประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

ประเภทของพลังงานน้ำ



มนุษย์ใช้พลังงานจากน้ำจากแหล่งต่างๆ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์หลักเหมือนกันคือการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการแบ่งประเภทของพลังงานน้ำในที่นี่จะแบ่งตามลักษณะและรูปแบบการเกิดพลังงานจากน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1) พลังงานน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน

พลังงานที่ได้รับจากน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน

(Hydro Energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำซึ่งอยู่ในแหล่งที่อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิงให้กลายเป็นพลังงานจลน์ ในรูปแบบของน้ำที่ตกที่ตกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามธรรมชาติด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยถ้าเป็นการไหลตกลงมาของน้ำจากแหล่งธรรมชาติจะเรียกว่าเป็นพลังงานน้ำตก และถ้าเป็นน้ำที่ตกลงมาจากแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เพื่อกักเก็บน้ำในลักษณะของเขื่อนเรียกว่า เป็นพลังงานน้ำจากเขื่อน เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขา ลงสู่หุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำที่ไหลตกหน้าผา เป็นต้น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำอาศัยการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์จากการไหลเชี่ยวของน้ำในแม่น้ำ หรือการตกจากที่สูงของน้ำตกไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยผ่านกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ถูกปล่อยออกมา ดังนั้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำจึงจำเป็นต้องเลือกบริเวณที่เหมาะสม ทำให้การลงทุนสร้างเขื่อนต้องใช้งบประมาณค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามผลจากการสำรวจ พบว่าทั่วโลกยังใช้พลังงานจากน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้ากว่าการใช้แหล่งพลังงานทดแทนจากประเภทอื่น

อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่วโลกซึ่งได้จากการผลิตจากพลังงานน้ำ คิดเป็นประมาณร้อยละ 25 เท่านั้น ซึ่งถือว่ายังค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าทั่วโลก

นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานน้ำอีกรูปแบบหนึ่ง โดย

อาศัยพลังงานจลน์ของกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวเนื่องจากกระแสน้ำที่มีความเร็วมากพลังงานที่ได้จะมากตามไปด้วย พลังงานจากกระแส น้ำนี้สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า ในปัจจุบันแหล่งน้ำที่มีลักษณะอย่างนี้ไม่มีมากเพราะแหล่งน้ำที่มีลักษณะนี้ค่อนข้างหายากที่มีอยู่ เช่น ที่แม่น้ำฟลอริดาในสหรัฐอเมริกา มีการติดตั้งกังหันน้ำจำนวน 200 ตัว เพื่อดักทางไหลของน้ำ ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 1,000 เมกะวัตต์

2) พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

เป็นธรรมชาติที่มนุษย์สามารถทำนายได้ค่อนข้างแม่นยำทั้งในมิติของเวลาและศักยภาพของพลังงานที่พึงได้ การขึ้นลงของน้ำเกิดจากอิทธิพลของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์จากการเคลื่อนที่ของโลกและดวงจันทร์ส่วนดวงอาทิตย์มีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประยุกต์ใช้พลังงานจากการขึ้นลงของรูปแบบของการน้ำ

3) พลังงานคลื่น



คลื่น (Wave) เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการที่มวลที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวของทะเลหรือมหาสมุทร ดังนั้นขนาดของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น การเคลื่อนที่ของคลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (Sinusoidal Wave) ซึ่งมีปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่ควรรู้คือ ความยาวคลื่น (Wavelength) ความถี่ของคลื่น (Frequency) ความเร็วของคลื่น (Velocity) และความสูงของคลื่น (Amplitude)

ค่าพลังงานของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความเร็วของคลื่นและขนาดความสูงของคลื่น โดยการประมาณการจากทฤษฎีสามารถกล่าวได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งยาว 100 กิโลเมตรสามารถใช้ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 2,000 เมกะวัตต์ โดยเป็นการประเมินค่าพลังงานที่จะได้จากคลื่นเฉพาะแถบชายฝั่ง ส่วนนอกชายฝั่งออกไปการใช้พลังงานคลื่นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทำได้ค่อนข้างยาก เพราะถึงแม้ในเขตทะเลลึกจะมีพลังงานคลื่นมหาศาล แต่การนำเอาพลังงานคลื่นในบริเวณดังกล่าวมาใช้ประโยชน์จะต้องมีการสร้างสถานีเพื่อผลิตไฟฟ้ากลางทะเลลึกซึ่งเป็นงานที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากและต้องใช้ทุนอย่างมหาศาล

น้ำเป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติซึ่งมีให้หมุนเวียนใช้อย่างไม่มีวันหมด พลังงานที่ได้จากน้ำมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบเช่น พลังงานจากน้ำตก พลังงานน้ำจากเขื่อน พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานจากคลื่นน้ำเป็นต้น อุปกรณ์สำคัญในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำมาเป็นพลังงานกลคือกังหันน้ำ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลักๆ 2 ประเภท คือ ประเภทหัวฉีดและประเภทแรงปฏิกิริยา การหมุนของกังหันน้ำจะทำให้แกนเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามและผลิตไฟฟ้าออกมา การใช้พลังงานจากน้ำไม่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำแต่เป็นการนำเอาพลังงานที่มีอยู่ในน้ำมาใช้งาน ดังนั้นถึงแม้จะมีปริมาณน้ำไม่มากหากมีความรู้ความสามารถก็สามารถนำเอาพลังงานจากน้ำมาใช้ได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ถือว่ามียังมีศักยภาพน้ำค่อนข้างน้อย แต่หากมีการส่งเสริมโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กก็มีความเป็นไปได้สูงที่จะช่วยกันลดมลพิษจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ซากดึกดำบรรพ์และสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กอีกทางหนึ่งด้วย (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

พลังงานอื่นๆ

ไบโอดีเซล

ปัจจุบันประเทศไทยต้องหาแหล่งพลังงาน ทดแทนพลังงานจากปิโตรเลียมที่กำลังจะหมดไป พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานจากแหล่งอื่น ๆ ที่สามารถใช้แทนแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิล แบ่งตามแหล่งที่ได้เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานสิ้นเปลืองเป็นพลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป ได้แก่ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ หินน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานทดแทน จากแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก ได้แก่ แสงอาทิตย์ลม น้ำเป็นต้น และที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุดในตอนนี้คือ ไบโอดีเซล ซึ่งผลิตเป็นพลังงานทดแทนน้ำมัน และช่วยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับภาคการเกษตรอีก



ด้วย และ Geoffrey Ballard เจ้าของบริษัทเซลล์เชื้อเพลิงในแคนาดาที่โด่งดัง Ballard Power Systems Inc. นำมาซึ่งการใช้ Nafion วัสดุที่ถูกว่าและทนทานเป็นอิเล็กโทรไลต์ และการลดการใช้แพลทินัม ทำให้อายุการใช้งานเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับผู้บริโภค เช่นในรถยนต์มีความเป็นไปได้มากขึ้น

ไบโอดีเซล (Biodiesel) คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืชและสัตว์ที่ผ่านกระบวนการทางเคมีเกิดเป็นสารที่เรียกว่า เมทิลเอสเทอร์ หรือเอทิลเอสเทอร์ ซึ่งมีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ที่กลั่นจากปิโตรเลียมสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้ดีโดยไม่ต้องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

แก๊สโซฮอลล์

แก๊สโซฮอลล์คือส่วนผสมของน้ำมันเบนซินกับเอทานอล ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ ซึ่งเอทานอลสามารถผลิตได้จากพืชที่ปลูกในประเทศ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง รวมทั้งธัญพืช เช่น ข้าวฟ่าง ข้าว และข้าวโพด เป็นต้น ปัจจุบันรัฐบาล โดยกระทรวงพลังงานได้ส่งเสริมให้มีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์เพิ่มมากขึ้น โดยให้มีราคาน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ 95 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 95 ลิตรละ 3.30 บาท และราคาน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ 91 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 ลิตรละ 2.80 บาท ดังนั้น การที่เราเติมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ จึงเป็นการช่วยชาติในการลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง และยกระดับราคาพืชผลทางการเกษตร นอกจากนี้แก๊สโซฮอลล์ยังเป็นพลังงานสะอาด จึงปลอดภัยทางทอไอเสียต่ำกว่าเบนซินทั่วไป ดังนั้นการใช้แก๊สโซฮอลล์ จึงเป็นผลดีต่อสุขภาพเราเอง และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับประเทศ ที่สำคัญที่สุด

ปัจจุบันประเทศไทย โดยกระทรวงพลังงาน อนุญาตให้มีการผลิตแก๊สโซฮอลล์ 3 ชนิด คือ

1. น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E10
2. น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ออกเทน 91
3. น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ออกเทน 95

โดยมีส่วนผสมของเอทานอลไม่เกินร้อยละ 10 และไม่ต่ำกว่าร้อยละ 9 กับ น้ำมันเบนซินพื้นฐานร้อยละ 90 โดยปริมาตร สามารถใช้แทนหรือสลับกับน้ำมันเบนซิน 95 และ 91 ได้ตามปกติโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E20 มีส่วนผสมของเอทานอลไม่เกินร้อยละ 20 และไม่ต่ำกว่าร้อยละ 19 กับน้ำมันเบนซินพื้นฐานร้อยละ 80 โดยปริมาตรน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ E85 มีส่วนผสมของเอทานอลร้อยละ 85 กับ น้ำมันเบนซินพื้นฐานร้อยละ 15 โดยปริมาตรหรือมีเอทานอลไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

ดีโซฮอลล์

ดีโซฮอลล์ คือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมน้ำมันดีเซลกับแอลกอฮอล์ เพื่อนำไปใช้แทนน้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล โครงการดีโซฮอลล์เริ่มขึ้นในปี พ.ศ.2541 โดยโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาทดลองผสมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์กับน้ำมันดีเซลและสารอิมัลซิ



ไฟเออร์ ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้แอลกอฮอล์กับน้ำมันดีเซลผสมเข้ากันได้โดยไม่แยกกันที่อัตราส่วน 14:85.1 ดีโซฮอล์จะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เช่น รถแทรกเตอร์ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา จากผลการทดลองพบว่า สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีพอสมควร และสามารถลดควันดำลงไปประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันดีโซฮอล์เป็นโครงการศึกษาวิจัยภายในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาเท่านั้น ยังไม่มีการนำออกมาใช้ในเชิงพาณิชย์ "สำหรับการทดลองใช้ดีโซฮอล์กับรถแทรกเตอร์ของโครงการส่วนพระองค์ฯนั้น พบว่าในช่วงแรกกำลังของรถตกลงเนื่องจากเป็นรถที่ใช้งานหนัก ต้องการกำลังที่สูง แต่หลังจากดัดแปลงระบบการจ่ายน้ำมันแล้ว ใช้งานได้ดีไม่มีปัญหา" (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

NGV

ก๊าซธรรมชาติเป็นพลังงานปิโตรเลียมชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับน้ำมัน ที่จริง น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ก็คือ ซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมกันมานานหลายแสนหลายล้านปีและทับถมสะสมกัน จนจมอยู่ใต้ดิน แล้วเปลี่ยนรูปเป็นสิ่งที่เรียกว่า ฟอสซิล ระหว่างนั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติจนซากสัตว์และซากพืชหรือฟอสซิลนั้นกลายเข้เป็นน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ที่เรานำมาใช้ประโยชน์ได้ในที่สุดเราจึงเรียกเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน ว่า เชื้อเพลิงฟอสซิล

ในปัจจุบันปัญหาราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของผู้คน ทั้งทางตรงและทางอ้อม นับตั้งแต่ปัญหาราคาค่าขนส่ง ค่าไฟฟ้า และราคาสินค้าต่างๆ ปรับราคาสูงขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานชนิดใหม่เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้ทดแทนน้ำมันก๊าซ NGV ย่อมาจากคำว่า Natural Gas for Vehicles หรือก๊าซธรรมชาติ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์โดยก๊าซ NGV คือก๊าซธรรมชาติที่ถูกบีบอัดจนมีความดันสูงกว่า 3,000 ปอนด์/ ตารางนิ้ว มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลก็จะลอยขึ้นด้านบน ต่างจากน้ำมันเบนซิน ดีเซล และก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) ที่หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วของก๊าซ NGV จะมีเสียงดังที่เกิดจากแรงดันเป็นการเตือนภัยไปในตัว และจะลุกเป็นไฟได้เองเมื่อมีอุณหภูมิสูงถึง 650 องศาเซลเซียส สูงกว่าน้ำมันเบนซินที่จะติดไฟที่อุณหภูมิ 370 องศาเซลเซียส ดีเซล 250 องศาเซลเซียส และก๊าซหุงต้ม 475 องศาเซลเซียส ทำให้ก๊าซ NGV เมื่อเกิดการรั่วและติดไฟจะเกิดอันตรายน้อยกว่า น้ำมันเบนซิน ดีเซล และก๊าซ LPG รวมทั้งก๊าซ NGV มีสัดส่วนของธาตุคาร์บอนน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์กว่า และมีปริมาณไอเสียต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ดังนั้น ก๊าซ NGV จึงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงสะอาดช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศ และการใช้ก๊าซ NGV ยังมีส่วนช่วยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นการสงวนเงินตราต่างประเทศ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในประเทศ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

พลังงานไฮโดรเจน



ไฮโดรเจนเป็นพลังงานที่สามารถผลิตได้จากสิ่งที่อยู่รอบตัว ปัจจุบันจึงได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในจรวดขับเคลื่อนสำหรับส่งยานอวกาศ และเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ ที่เรียกว่า เซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งในอนาคตเซลล์เชื้อเพลิงจะเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากไม่มีกลุ่มประเทศใดมีอิทธิพลเป็นพิเศษ อีกทั้งยังเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ปราศจากมลพิษ ระบบการผลิตสามารถสร้างในรูปแบบครัวเรือนและชุมชนได้ซึ่งจะทำให้เวทีการค้าด้านพลังงานของโลก เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง กลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันและกลุ่มบริษัทน้ำมันยักษ์ใหญ่ที่เคยผูกขาดตลาดโลก และมีอิทธิพลเรื่องพลังงานมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ อาจสูญเสียอำนาจอิทธิพลไป จะเป็นการบริหารจัดการด้านพลังงานที่กลับคืนมาสู่ภาคประชาชนและก่อให้เกิดความยั่งยืนอย่างแท้จริง ซึ่งหากยุคเศรษฐกิจไฮโดรเจนเกิดขึ้นและสามารถทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้สำเร็จ ศูนย์กลางของระบบเศรษฐกิจไฮโดรเจนจะกลายเป็นประเทศใดก็ได้เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาถูก

ดังนั้น การค้นหาเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำมากที่สุดขณะนี้จึงเป็นสิ่งหลายประเทศต้องการ ปัจจุบันจึงเกิดการพัฒนาเทคโนโลยีชนิดนี้อย่างไม่หยุดยั้ง (Energy Plus, 2547) ขณะที่ในประเทศไทยมีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมีอยู่บ้างแล้ว โดยโรงงานจะใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไอน้ำ แต่ปริมาณที่ใช้ยังมีอยู่น้อยมากดังนั้น กลยุทธ์หลักของการพัฒนาไปสู่ยุคดังกล่าว คือ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอย่างไม่หยุดยั้ง แต่ประเทศไทยยังมีปัญหาและความต้องการในการผลิตและใช้ก๊าซเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในประเทศ ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการศึกษาแนวทางการแก้ไขเพื่อเตรียมความพร้อมของประเทศ โดยการสร้างความร่วมมือและแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีกับต่างประเทศ รวมทั้งต้องมีการเรียนรู้และพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตนเอง เพื่อให้สามารถพึ่งตนเองได้ในระยะยาว เพราะในอนาคตประเทศไทยอาจจะเป็นประเทศหนึ่งที่มีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนเพื่อใช้ในประเทศและส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศก็ได้ (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, เว็บไซต์)

พลังงานใต้พิภพ

ความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งที่น่าให้ความสนใจ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง มีปริมาณมากพอที่จะใช้ได้โดยไม่มีวันหมด และไม่ก่อมลพิษต่อสภาพแวดล้อม ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงาน ในการพัฒนา ด้านต่างๆ โดยเฉพาะการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ การจัดหาแหล่งพลังงานที่มีอยู่ภายในประเทศ เช่น ถ่านหินลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติ พลังน้ำ ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในขณะที่การนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ไฟฟ้า ทำให้ประเทศต้องสูญเสียเงินตราให้ต่างประเทศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ กระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพจากแหล่งพลังงานเหล่านี้ยังก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม การแสวงหาแหล่งพลังงานเพื่อนำมาทดแทน และหาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและเป็นแหล่งพลังงานสำรองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การใช้



พลังงานความร้อนใต้พิภพเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ประเทศไทยควรมีสำรวจ และวิจัย เพื่อพัฒนาศักยภาพการใช้ทรัพยากรพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

พลังงานความร้อนใต้พิภพ หมายถึง พลังงานความร้อนตามธรรมชาติที่ได้จากแหล่งความร้อนที่ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ผิวโลก โดยปกติแล้วอุณหภูมิใต้ผิวโลกจะเพิ่มขึ้นตามความลึก และเมื่อยิ่งลึกลงไปถึงภายในใจกลางของโลก จะมีแหล่งพลังงานความร้อนมหาศาลอยู่ ความร้อนที่อยู่ใต้ผิวโลกนี้มีแรงดันสูงมาก จึงพยายามที่จะดันตัวออกจากผิวโลกตามรอยแตกต่างๆ แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ มักพบในบริเวณที่เรียกว่าจุดร้อน (Hot Spots) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการไหล หรือแผ่กระจายของความร้อนจากภายในผิวโลกขึ้นมาสู่ผิวดินมากกว่าปกติ โดยบริเวณนั้นจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความลึก (Geothermal Gradient) มากกว่าปกติประมาณ 1.5-5 เท่า เนื่องจากในบริเวณดังกล่าวเปลือกโลกมีการขยับตัวเคลื่อนที่ทำให้เกิดรอยแตกของชั้นหิน ปกติแล้วขนาดของแนวรอยแตกที่ผิวดินจะใหญ่กว่าและค่อยๆ เล็กลงเมื่อลึกลงไปใต้ผิวดินและเมื่อมีฝนตกลงมาในบริเวณนั้นจะมีน้ำบางส่วนไหลซึมลงไปภายใต้ผิวโลกตามแนวรอยแตกดังกล่าว น้ำนั้นจะไปสะสมตัว และรับความร้อนจากชั้นหินที่มีความร้อน จนกระทั่งน้ำกลายเป็นน้ำร้อนและไอน้ำ หรือในบางแหล่ง ความร้อนเหล่านี้จะถ่ายเทให้กับแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน หรือที่มีรอยแตกของชั้นเปลือกโลกถึงกัน เมื่อน้ำเหล่านี้ได้รับพลังงานความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้มีความดันมากขึ้นด้วย จึงพยายามดันแทรกตัวไปตามช่องหรือรอยแยกได้เช่นกัน หากการดันตัวของน้ำร้อนนั้นสามารถทะลุออกมายังผิวโลกได้ก็จะออกมาเป็นบ่อน้ำร้อน น้ำพุร้อน ไอน้ำร้อน หรือบ่อโคลนเดือด เป็นต้น มนุษย์รู้จักการใช้ประโยชน์โดยตรงจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาตินี้มานานแล้วเช่น ใช้ในการต้มไข่ ลวกอาหารต่างๆ หรือแม้แต่การใช้อาบ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำเอาพลังงานจากความร้อนเหล่านี้มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาด้านมลพิษและทดแทนการใช้พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ได้ส่วนหนึ่ง (พลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน, 2556: เว็บไซต์)

2.2.3 ถ่านอัดแท่ง

การทำถ่านอัดแท่ง มีเนื้อหาสาระประกอบด้วย ความหมาย คุณสมบัติ กระบวนการทำถ่าน วิธีอัดแท่งถ่าน และการตรวจประสิทธิภาพความร้อน ซึ่งสามารถนำเสนอได้ดังต่อไปนี้

1) ความหมายของถ่านอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอาเศษถ่าน เศษถ่านหิน หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาอัดเป็นแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กๆ ประโยชน์ที่ได้จากการนำวัสดุเหลือทิ้งมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น เป็นวิธีการช่วยแก้ปัญหาในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้ง แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้สะดวกต่อการเก็บ การนำมาใช้ การขนส่งและยังเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนต่อหน่วยปริมาณ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในครัวเรือน (พูนินันท์ พึ่งวงญาติ, 2548)



ถ่านอัดแท่ง คือ แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการอัดแท่ง (โดยไม่ใช้ความร้อน) จาก วัสดุชีวมวล/เศษวัชพืชต่าง ๆ หรือเศษวัสดุที่เหลือจากภาคอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่า เปื่อย, ผักตบชวา ฯลฯ มาอัดเป็นแท่ง โดยอาศัยความเหนียวของยางในวัสดุเหล่านั้นเป็นตัวเชื่อมประสานและมีความชื้นพอดี เมื่ออัดออกมาเป็นแท่งเชื้อเพลิงก็จะได้แท่งอัดเชื้อเพลิงที่ใช้ประโยชน์แทน ฟืน, ถ่าน หรือแก๊สหุงต้ม ได้เป็นอย่างดี (ประลอง ดำรงไทย, 2558: เว็บไซต์)

2) คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าไม้ธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ถ่านอัดแท่งที่มีการผลิตในปัจจุบัน ได้แก่ การผลิตถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ การผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย เพื่อใช้ในการอุปโภคเป็นจำนวนมาก ในการผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดังต่อไปนี้

2.1) ความชื้น

ผงถ่านมีความชื้นมากเกินไป ไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อผงถ่านได้รับความร้อนจะขยายตัว ทำให้ถ่านอัดแท่งระเบิดและแตกร่วน แต่ถ้าหากว่าความชื้นน้อยเกินไปทำให้ผงถ่านเกาะกันเป็นแท่งได้ยาก ผิวของถ่านอัดแท่งมีรอยแตกร้าว โดยทั่วไปปริมาณความชื้นที่ใช้ควรให้ความชื้นอยู่ระหว่าง 8 - 12%

2.2) ความดัน

ความดันในกระบอกอัดขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเกลียวอัด ความสูงของเกลียว ความเร็วของสกรู ตลอดจนระยะห่างระหว่างผนังกระบอกอัดกับสกรู เมื่อถ่านถูกสกรูหมุนดันให้ติดกับกระบอกอัด ทำให้เกิดการเกาะตัวกัน และแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับการเคลื่อนตัวของถ่านอัดแท่ง ทำให้การอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น (พุดินันท์ พึงวงญาติ, 2548: 11)

2.3) คุณลักษณะของถ่านอัดแท่ง

ลักษณะของถ่านอัดแท่งสำเร็จรูปมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน ไม่แตกประทุ ชี้เล็กน้อยไม่ฟุ้งกระจาย ไม่ทำลายสุขภาพ ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอและทนทาน ใช้งานได้มากกว่า ถ่านไม้ธรรมชาติอย่างน้อย 2.5 เท่า (พุดินันท์ พึงวงญาติ, 2548: 23)

2.4) เตาเผาถ่าน

เตาเผาถ่านที่ใช้ผลิตถ่าน มีอยู่กระจัดกระจายทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนามีอยู่หลายแบบ หลายชนิด และหลายขนาด ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำเตา การสร้างอยู่กับที่ หรือนำเตาไปเผาในท้องที่ ที่มีวัตถุดิบอยู่ รวมทั้งการขุดหลุมเพื่อเผาด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งในเนื้อหาบทนี้ผู้ศึกษาขอเสนอเพียงเตาซีเมนต์เตาที่คณะผู้จัดทำใช้เผาถ่านเพื่อทดลองถ่านอัดแท่งรูปทรงต่างๆ ที่ผลิตจากถ่านกิ่งไม้มะขาม คือ เตาซีเมนต์ ลักษณะเตาเป็นท่อซีเมนต์วางในแนวนอน ด้านหลังถูกก่อบปิดด้วยปูนซีเมนต์ และมีรูระบายอากาศ วางอยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน เพื่อเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของ



ฐานเตา เนื่องจากผนังเตาอยู่ใต้ระดับผิวดินส่วนผนังเตาที่อยู่เหนือพื้นดินก็ใช้ดินกลบด้านข้างๆ (พูนินันท์ พึ่งวงญาติ, 2548: 27)

3) กระบวนการทำถ่านอัดแท่ง

กระบวนการทำถ่านอัดแท่งเริ่มตั้งแต่การผลิตถ่าน การบดย่อย การผสม การอัดเป็นแท่ง และการทำให้แห้ง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1) การผลิตถ่าน

ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรือ กระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่าง กระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมี ปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของ ปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า “Carbonization” ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเผา ไม้ (Combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอน ไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้น จะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาที่บ ส่วนในขั้นตอน ที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 – 300 องศาเซลเซียสในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดก๊าซต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซคาร์บอนมอน ออกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และ สารพวกน้ำมันดินในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะ ทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้นสำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่ง จะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ขายยอมรับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอน 70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ชี้อายุประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25 – 0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติ เปราะปานกลาง (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 11)

3.2) การบดย่อย

ลักษณะผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้น รูปได้ดี โดยขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการ บดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับและเครื่องปั่นวัสดุ หรือวิธีที่ง่าย ที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมี



แนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่ (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 11)

3.3) การผสม

การผสมอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านหังามันสำปะหลังจากในกระบวนการผลิต (Regrind) จำนวน 5 อัตราส่วน ประกอบไปด้วยอัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวกับถ่านหังามันสำปะหลังโดยมีอัตราส่วนผสมดังนี้ 9:1, 8:2, 5:5, 2:8, 1:9 เป็นการผสมวัสดุที่ถูกบดย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้นนอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง ในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดคุณสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วย ซึ่งในต่างประเทศใช้ Coal tars มาผสม สำหรับประเทศไทยได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่า กากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือ ต้องใช้ปริมาณมากกว่าและเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลง (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 10) อย่างไรก็ตามยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูก มีแรงยึดเกาะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้ และสามารถหาได้ง่ายสำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลยเพราะมีความเปราะมาก ทำให้หักเป็นท่อนๆ และปนกระจายได้ง่าย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 10)

3.4) การอัดเป็นแท่ง ตามรูปทรงที่กำหนด

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความแน่นของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยกำหนด รูปทรงถ่านอัดแท่งที่มีทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก เป็นภาพที่มีด้าน 3 ด้านหรือเรียกว่า 3 มิติเป็นส่วนที่แสดงความลึกและมีรายละเอียดต่างๆ ประกอบภาพอีกด้วยเพื่อให้ดูเหมือนจริงเป็นไปตามรูปทรงของถ่านอัดแท่งที่กำหนดไว้ โดยถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครึ่ง 5 ครึ่งรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรรูปทรงมีลักษณะรูกลวงระบายอากาศตลอดทั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวงขนาด 1.5 เซนติเมตร ความยาว ขนาด 10 เซนติเมตร ทั้งนี้ ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะมีไม่มากนัก (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 10) ได้ทำการศึกษาถึงความหนาแน่นของฟืนอัด พบว่า ฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.35 – 0.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งจะมีการติดไฟง่าย และไฟไม่มอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง นั้นเหมาะในการอัดได้ด้วยวิธีการกระทุ้ง สำหรับฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.50 –



0.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การตีไฟค่อนข้างยาก และไฟอาจมอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง ส่วนพื้นอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.60 – 0.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตีไฟยาก และไฟมอดง่ายเมื่อเติมเชื้อเพลิง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ให้ความร้อนได้นาน ส่วนเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลุกไหม้และมอดเร็วไม่สะดวกต่อการใช้งานเพราะต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยๆ แต่ข้อดีของเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลุกไหม้เกิดไม่สะดวกและบางครั้งอาจทำให้เชื้อเพลิงดับอีกด้วย

3.5) การทำให้แห้ง

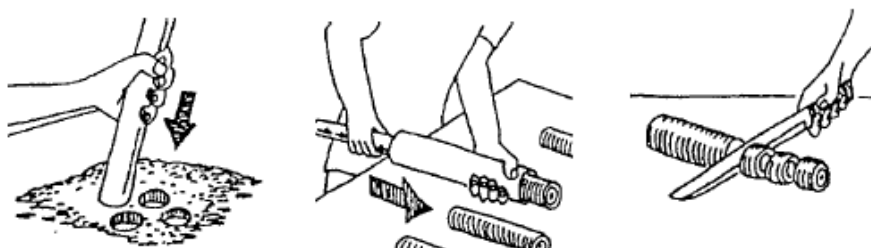
เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องนำไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นตามมาตรฐานให้ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท (ธารินี มหายศนันท์, 2548: 11)

4) วิธีการอัดแท่งถ่าน

วิธีการอัดแท่งถ่าน มีรูปแบบและกระบวนการอัดแท่งหลายรูปแบบ เช่น กระบอกรีดอัดแบบง่าย เครื่องอัดแบบดั้งเดิม เครื่องอัด Earth brick press เครื่องอัดแบบลูกสูบ เครื่องอัดแบบเกลียว และเครื่องอัดแบบเพลเลท ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1) กระบอกรีดอัดแบบง่าย

วิธีการใช้กระบอกรีดอัดแบบง่าย ช่วยในการผลิต เป็นการใช้กระบอกรีดที่ทำจากท่อเหล็ก ท่อพลาสติกแข็ง หรือแม้แต่กระบอกรีดไม้ไผ่ การอัดจะใช้ก้านกระทุ้งซึ่งทำได้ด้วยไม้หรือโลหะตามแต่จะหาได้ กระทุ้งหลายๆครั้งจนได้ถ่านอัดที่แน่นตามต้องการแล้วปลดออกมาตัดเป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ การอัดโดยวิธีนี้ย่อมต้องสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามากกว่าการใช้เครื่องอัด



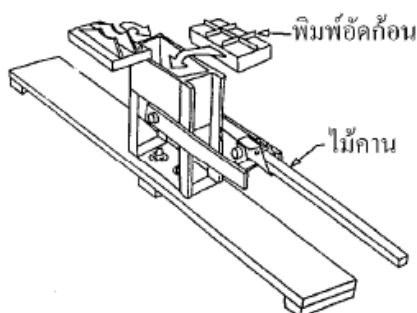
ภาพประกอบ 2.1 กระบวนการอัดแท่งอย่างง่าย

4.2) เครื่องอัดแบบดั้งเดิม

เครื่องอัดแบบดั้งเดิม เป็นการอัดโดยใช้กลไกชั้นพื้นฐานแบบคานกด และไม่ต้องการขึ้นส่วนพิเศษดังเช่นการอัดแบบเกลียวและแบบไฮดรอลิก แต่อย่างไรก็ตามเครื่องอัดมีขนาดค่อนข้างใหญ่และหนักซึ่งทำให้ยากต่อการเคลื่อนย้าย

4.3) เครื่องอัด Earth brick press

เครื่องอัดชนิดนี้ให้แรงอัดสูงและสามารถบีบอัดเนื้อของของผสมให้เกาะตัวกันแน่นเป็นแท่งได้ดี ลักษณะการทำงานของเครื่องอัด Earth brick press เป็นการทำงานแบบกึ่งเครื่องมือกลโดยใช้แรงคนกดคันกระตือรือร้นในเครื่องซึ่งใช้หลักทางเครื่องกลช่วยเพิ่มแรงอัด การอัดด้วยเครื่องอัด Earth brick press นี้เป็นการอัดแบบไม่ต่อเนื่อง โดยเป็นนำวัสดุผสมที่ตวงแล้วมาเทเข้าไปในช่องรับวัสดุแล้วปิดฝา โยกคันอัดไปทางด้านตรงข้าม เป็นการใช้น้ำหนักตัวตั้งคั้นอัดลงมาให้ต่ำและกดลงวัสดุผสมจะถูกอัดจากด้านล่างขึ้นไปด้านบน เสร็จแล้วโยกคันอัดกลับไปด้านเดิมแล้วเปิดฝาลงจากนั้นกดคันอัดลงไปให้ต่ำจนถึงแนวราบถ่านอัดแท่งก็จะถูกดันออกมาจากเครื่องนอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นอีกหลายวิธีในการเพิ่มกำลังอัด เช่น การใช้สกรู และไฮดรอลิก เป็นต้นซึ่งสามารถขึ้นรูปถ่านแท่งเป็นรูปทรงต่างๆ แล้วแต่ลักษณะของหัว Die ที่ใช้ ในปัจจุบันเครื่องอัดแท่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องอัดแบบลูกสูบ เครื่องอัดแบบเกลียว และเครื่องอัดแบบเพลเลท



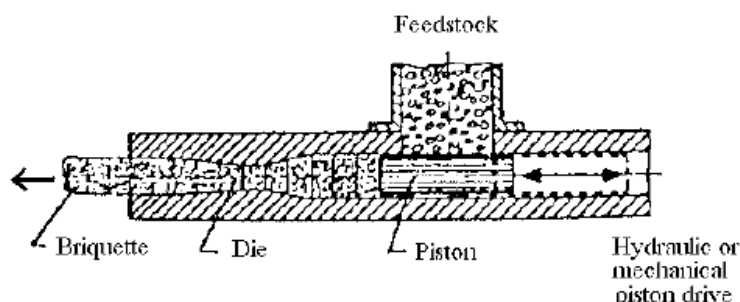
ภาพประกอบ 2.2 การทำงานของเครื่องอัด Earth brick press

4.4) เครื่องอัดแบบลูกสูบ (Piston press)

การอัดแบบลูกสูบนั้นเป็นการอัดแบบไม่ต่อเนื่อง ชีวมวลที่ถูกอัดจะถูกทำให้ร้อนด้วยแรงเสียดทานขณะที่ถูกดันไปที่ Die โดยการกระทำของลูกสูบที่เคลื่อนที่ไป - มาด้วยความดันสูง จึงทำให้ได้ชีวมวลอัดแท่งออกมา ปริมาณความชื้นของชีวมวลที่นำมาอัดไม่ควรเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ จึงจะทำให้อัดได้ผลดี แต่การอัดด้วยวิธีนี้ไม่ทำให้เกิดการ Carbonisation ที่ขอบนอกของแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้ชีวมวลที่อัดได้ค่อนข้างเปราะและแตกง่าย และเมื่อลูกสูบเกิดการสึกหรอจะทำให้ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างลูกสูบและชีวมวลลดลง เครื่องอัดแบบลูกสูบนี้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดของกระบอกสูบและหัว Die ได้ในตั้งแต่ 40 - 120 มม. ต้นกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อน



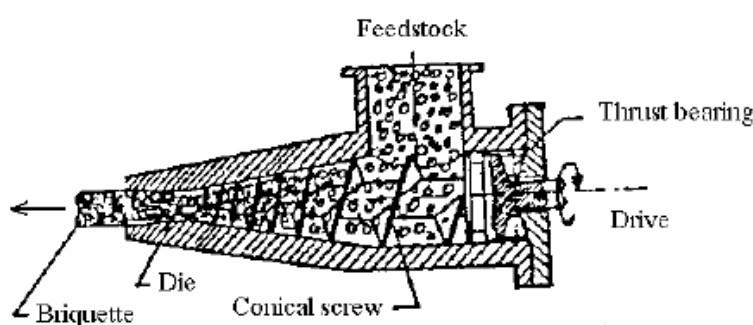
ลูกสูบนั้นสามารถใช้ได้ทั้งแบบแรงกล ซึ่งส่งผ่านแรงจาก Flywheel ไปที่ Crankshaft และแบบไฮดรอลิก การอัดแบบแรงกลโดยมากแล้วจะมีขนาดใหญ่สามารถอัดวัสดุให้แน่นได้ดี ส่วนการอัดแบบไฮดรอลิกนั้นทำงานที่ความดันต่ำกว่าจึงทำให้วัสดุอัดที่ออกมามีความแน่นน้อยกว่าและอ่อนร่วนในบางครั้ง



ภาพประกอบ 2.3 การทำงานของเครื่องอัดแบบลูกสูบ

4.5) เครื่องอัดแบบเกลียว (Screw press)

เกลียวจะทำการอัดชีวมวลผ่านแม่พิมพ์ออกมาอย่างต่อเนื่องโดยมีการให้ความร้อนจากภายนอกเพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น แท่งชีวมวลที่ได้ออกมาติดกันอย่างต่อเนื่องเป็นเส้นยาวและมีขนาดสม่ำเสมอ การอัดแบบเกลียวนี้ทำให้บริเวณผิวรอบนอกของแท่งชีวมวลถูก Carbonized บางส่วนจึงทำให้ง่ายต่อการจุดติดไฟและการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังปกป้องแท่งชีวมวลจากความชื้นรอบๆ ได้ และรูที่อยู่ตรงกลางแท่งชีวมวลจะช่วยให้การเผาไหม้ดีขึ้นเพราะทำให้มีอากาศไหลเวียนอย่างเพียงพอ



ภาพประกอบ 2.4 การทำงานเครื่องอัดแบบเกลียว

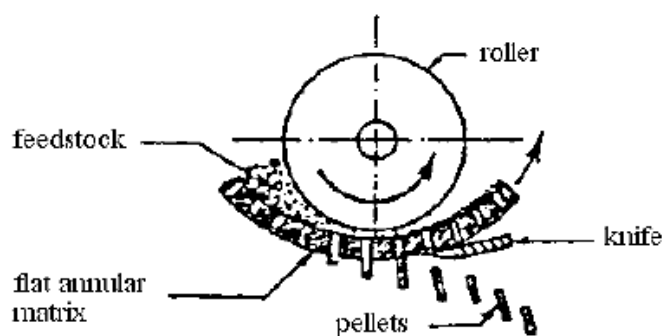
ปัจจุบันเครื่องอัดแบบเกลียวและแบบลูกสูบนับมีความสำคัญทางการค้าเพิ่มมากขึ้น แต่ขาดแคลนการค้นคว้าเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องอัดแบบลูกสูบ และการขาดความเข้าใจในเทคโนโลยีของผู้ผลิต เป็นเหตุผลที่สำคัญ 2 ประการที่ทำให้เครื่องอัดแบบลูกสูบประสบ



ปัญหาทางการค้า นอกจากนี้ยังพบปัญหาของการสึกหรอของ Ram และ Die บ่อยครั้ง จึงทำให้เครื่องอัดแบบเกลียวได้รับความนิยมมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบเครื่องอัดแบบเกลียวกับเครื่องอัดแบบลูกสูบ แล้วพบว่า เครื่องอัดแบบเกลียวมีขนาดกะทัดรัดกว่าแบบลูกสูบเนื่องจากไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ไป-มา (Reciprocating parts) และ Flywheel นอกจากนี้เครื่องอัดแบบเกลียวยังทำงานอย่างราบเรียบไม่เกิด Shock load แต่ใช้พลังงานสูงกว่าเครื่องอัดแบบลูกสูบ

4.6) เครื่องอัดแบบเพลเลท (Pellet press)

วัสดุจะถูกอัดไปที่ Die โดย Roller (ซึ่งปกติจะมีประมาณ 2 – 3 อัน) เคลื่อนที่บนแผ่นเหล็กหรือแผ่นวงแหวน ซึ่งแรงเสียดสีของ Die และ Roller จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น และอัดวัสดุผ่าน Die ออกไป การอัดแบบนี้ต้องการวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่าเครื่องอัดชนิดอื่น และอัดออกมาด้วยความหนาแน่นน้อย จึงควรใช้ตัวประสานเข้าช่วย นอกจากนี้วัสดุที่ถูกอัดผ่าน Die จะร้อนจึงควรมีระบบทำความเย็นหลังการอัด ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดของเครื่องอัดแบบเพลเลทกับเครื่องอัดชนิดอื่นคือเครื่องอัดแบบเพลเลทมีเส้นผ่านศูนย์กลางของ Die เล็กที่สุด (ไม่เกิน 30 มม.) และแต่ละเครื่องจะมีจำนวนหัว Die เท่ากับจำนวนรูบนแผ่นเหล็กหรือแผ่นวงแหวน (ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และคณะ, 2554)



ภาพประกอบ 2.5 การทำงานของเครื่องอัดแบบเพลเลท

การตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง และค่าความร้อนของการต้มน้ำ
ความร้อน

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่ง และสำหรับสสาร หรือวัตถุทุกชนิดจะมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่ เมื่อวัตถุได้รับความร้อนทำให้องค์ประกอบต่างๆ ภายในที่เรียกว่า อะตอม หรือโมเลกุลมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น วัตถุจึงร้อนขึ้น แต่วัตถุสูญเสียความร้อนอนุภาคต่างๆ จะเคลื่อนที่ช้า



ลง วัตถุเย็นลง มักวัดระดับพลังงานความร้อนในรูปของอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้มีพลังงานความร้อนมากขึ้น พลังงานความร้อนจะเคลื่อนผ่านจากวัตถุที่ร้อนกว่าไปยังวัตถุที่เย็นกว่าเสมอ (มนตรี พิรุณเกษตร, 2540: 47)

กลไกการถ่ายเทความร้อน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จากอุณหภูมิไปสู่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างเช่น หากจับที่พื้ในหม้อหุงข้าว ความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านที่พื้มายังมือ ทำให้รู้สึกร้อน

การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอม และโมเลกุลของสสารซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ ส่วนของแข็งนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และการแผ่รังสีเท่านั้น การพาความร้อนจึงมักเกิดขึ้นในบรรยากาศ มหาสมุทร รวมทั้งภายในโลก และดวงอาทิตย์

การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกทิศ ทุกทาง โดยมีต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลัง

แหล่งพลังงานความร้อน และผลของค่าความร้อน

1. แหล่งพลังงานความร้อน มนุษย์เราได้พลังงานความร้อนมาจากหลายแห่งด้วยกัน เช่น จากดวงอาทิตย์ ความร้อนใต้พื้นโลก การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง พลังงานนิวเคลียร์ ฯลฯ
2. ผลของความร้อน ความร้อนทำสารเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น หรือมีการเปลี่ยนสถานะไป และนอกจากนี้แล้วพลังงานความร้อนยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้อีกด้วย
3. ในการวัดปริมาณความร้อน ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แคลอริมิเตอร์ และหน่วยที่ใช้วัดพลังงานความร้อนในระบบต่างๆ คือ (มนตรี พิรุณเกษตร, 2540: 51)

ตารางที่ 2.1 ระบบวัดปริมาณความร้อน

ระบบเมตริก	ระบบเอสไอ	ระบบอังกฤษ
แคลอรี (Cal)	จูล (J)	บีทียู(Btu)
กิโลแคลอรี (Kcal)	กิโลจูล (KJ)	

พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ



1. เชื่อเพลิงแต่ละชนิดให้พลังงานความร้อนที่แตกต่างกันไป เราสามารถคำนวณหาความร้อนของเชื้อเพลิงได้โดยเน้นพลังเชื้อเพลิงที่ต้องการหาค่าพลังงานความร้อนจากการต้มน้ำจากนั้นคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ แล้วแทนค่าในสูตร

$$Q = mL$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อน หน่วย แคลอรี

m = มวลของสาร หน่วย กรัม

L = ความร้อนแฝงจำเพาะ หน่วย แคลอรี / กรัม

ค่าความร้อนจากการต้มน้ำ

การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ

- 1) ชั่งถ่านอัดแท่งขนาดและรูปร่างต่างๆ ให้ได้น้ำหนัก 500 กรัม
- 2) เตรียมหม้อต้มที่บรรจุน้ำปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร
- 3) เต้าเผา
- 4) เครื่องวัดอุณหภูมิ
- 5) เต้าแก๊ส

วิธีการทดสอบ

- 1) ชั่งถ่านอัดแท่งทั้ง 4 รูปร่างๆ ละ 500 กรัม เพื่อเตรียมทำการทดสอบ
- 2) ใส่ น้ำในภาชนะตวงความจุ 2,000 มิลลิลิตร วัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์ก่อนทำการทดสอบต้มน้ำ
- 3) นำถ่านอัดแท่งไปเผาโดยใช้เต้าแก๊สเผาเป็นเวลานาน 5 นาที ในอัตราการไหลของแก๊สที่เท่ากัน เพื่อลดความคาดเคลื่อนในการทดสอบ
- 4) นำหม้อต้มที่เตรียมไว้ตั้งบนเต้าปิดฝาให้มิดชิด และบันทึกผล ส่วนของฝาหม้อที่ทำการทดสอบนั้นเป็นกระจกใส เพื่อง่ายต่อการสังเกตในการเดือดของน้ำ คณะผู้จัดทำได้เจาะรูเพื่อให้สามารถใส่เทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิขณะทดสอบได้

จากการตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง และค่าความร้อนของการต้มน้ำ ผู้วิจัยได้นำเอาสูตรและวิธีการทดสอบหาค่าความร้อนจากการต้มน้ำ ไปใช้วิเคราะห์ผลของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมีค่าเป็น แคลอรี

2.3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร



การพัฒนาหลักสูตร เป็นเอกสาร แบบแผน หรือแผนการจัดประสบการณ์เรียนรู้ ทั้งในสถานศึกษา และนอกสถานศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาหลักการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตร เช่น ความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบ เป็นต้น มีหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการพัฒนาหลักสูตร เช่น กระบวนการพัฒนาหลักสูตรไทเลอร์ กระบวนการพัฒนาหลักสูตรทาบา และอื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตร

ความหมายของหลักสูตร

ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา (2540: 3-5) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร ว่ามีความแตกต่างกันไปตั้งแต่ความหมายที่แคบที่สุดถึงกว้างสุดแต่จำแนกความคิดเห็นของนักศึกษาที่ได้นิยามความหมายของหลักสูตร ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

1. หลักสูตร หมายถึง แผนประสบการณ์การเรียนรู้ นักศึกษาที่มีความคิดเห็นว่าการศึกษานี้หมายถึง แผนประสบการณ์การเรียนรู้ที่มุ่งหลักสูตรในลักษณะที่เป็นเอกสาร หรือโครงการการศึกษาที่สถาบันการศึกษาวางไว้ แผนการเรียนการสอนที่กำหนด ทั้งนี้เนื้อหาวิชาที่ปฏิบัติจริงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน

2. หลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนที่สถาบันการศึกษาจัดให้ซึ่งหมายถึงการนำหลักสูตรไปใช้ด้วย แนวคิดนี้สอดคล้องกับแนวคิดของทั้งทาบาและไทเลอร์ ที่เห็นว่าหลักสูตรประกอบด้วยจุดมุ่งหมายประสบการณ์การเรียนการสอนและการประเมินผล

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 25) หลักสูตร หมายถึง การจัดประสบการณ์ทั้งหมดในสถานศึกษาที่ครูให้นักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตโดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรเป็นศาสตร์ที่มีทฤษฎี หลักการและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามจุดมุ่งหมาย

2. หลักสูตรเป็นระบบในการศึกษา โดยมีปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Output)

3. หลักสูตรเป็นแผนการจัดการเรียนการสอน ที่มุ่งประสงค์จะอบรมฝึกฝนผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมาย

อดิศักดิ์ สิงห์สีโว (2558: 17) ให้ความหมายของหลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์ความรู้ต่างๆที่จัดให้ผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นกิจกรรมโครงการ หรือแผน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้พัฒนาและลักษณะความมุ่งหมายที่กำหนดไว้

ความสำคัญของหลักสูตร



চার্জ বাক্স (2542: 9 -10) กล่าวว่าหลักสูตร เป็นหัวใจสำคัญในการศึกษา ทั้งนี้ เพราะหลักสูตรเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่าโรงเรียนมุ่งหมายในการให้การศึกษาแก่เด็กอย่างไร และสามารถให้ความรู้เสริมสร้างทักษะ และทัศนคติในด้านใดบ้าง สิ่งต่างๆ ที่ประมวลไว้ในหลักสูตรเป็นเสมือนแนวทางที่ช่วยให้เราทราบได้ทันทีว่าการจัดการศึกษาให้เด็กและสังคมมากน้อยเพียงใด

นิคม ชมภูหลง (2545: 52) ได้สรุปความสำคัญของหลักสูตร ดังนี้

1. หลักสูตรเป็นแผนปฏิบัติงานหรือเครื่องชี้แนวทางปฏิบัติของครู เพราะหลักสูตรจะกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมการเรียนสอนและการประเมินผลไว้เป็นแนวทาง
2. หลักสูตรเป็นข้อกำหนดแผนการเรียนการสอนอันเป็นส่วนรวมของประเทศ เพื่อนำไปสู่ความมุ่งหมาย และแผนการศึกษา
3. หลักสูตรเป็นเอกสารงานวิชาการ เป็นบัญญัติของรัฐบาลเพื่อให้บุคคลที่ทำ การเกี่ยวกับการศึกษาปฏิบัติตาม
4. หลักสูตรเป็นเกณฑ์มาตรฐานการศึกษา เพื่อควบคุมการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาระดับต่างๆ และยังเป็นเกณฑ์มาตรฐานอย่างหนึ่งในการจัดงบประมาณ
5. หลักสูตรเป็นแผนการดำเนินงานของผู้บริหารสถานศึกษา ที่อำนวยความสะดวก และควบคุมดูแลติดตามผลให้เป็นไปตามนโยบายของการจัดการศึกษาของรัฐ
6. หลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการส่งเสริม ความเจริญงอกงาม และพัฒนาการของเด็กตามจุดมุ่งหมาย
7. หลักสูตรจะกำหนดลักษณะและรูปร่างของสังคมในอนาคตได้
8. หลักสูตรจะกำหนดแนวทางให้ความรู้ ทักษะ ความสามารถ พฤติกรรมที่จะเป็นประโยชน์ต่อสังคม อันเป็นการพัฒนากำลังซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแห่งชาติที่ได้ผล

องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร หมายถึง ส่วนที่อยู่ภายในและประกอบเข้ากันเข้าเป็นหลักสูตรเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ความหมายของหลักสูตรสมบูรณ์ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การประเมินผลและการปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรไปด้วย

ตามแนวคิดของนักการศึกษา ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตรไว้ดังนี้

ไทเลอร์ (Ralph Tyler, 1949) กล่าวว่า โครงสร้างของหลักสูตรมี 4 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมาย (Educational Purpose) ที่โรงเรียนต้องการให้ผู้เรียนเกิดผล
2. ประสบการณ์ (Educational Experience) ที่โรงเรียนจัดขึ้นเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย
3. วิธีการจัดประสบการณ์ (Organizational of Educational Experience) เพื่อให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



4. วิธีการประเมิน (Determination of What to Evaluate) เพื่อตรวจสอบ
จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ทาบ (Taba, 1962) กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตร 4 องค์ประกอบคือ

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงแต่ละวิชา
3. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. วิธีการประเมินผล

สรุปองค์ประกอบของหลักสูตร เป็นส่วนที่อยู่ภายใน และประกอบเข้ากันเป็นหลักสูตร เป็นส่วนที่สำคัญที่สำคัญที่ทำให้ความหมายของหลักสูตรสมบูรณ์ ซึ่งตามแนวคิดของไทเลอร์ กล่าวว่า หลักสูตรมีอยู่ 4 ประการ คือ จุดมุ่งหมาย ประสบการณ์ วิธีจัดประสบการณ์ และวิธีประเมิน และตามแนวคิดของทาบ มีองค์ประกอบของหลักสูตร 4 องค์ประกอบคือ วัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะ เนื้อหาและจำนวนชั่วโมงแต่ละวิชา วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการประเมินผล

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีแนวคิดที่ว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างไปตามความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) อย่างไรก็ตาม หลักสูตรดังกล่าวยังมีความไม่ชัดเจนหลายประการ เช่น เอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตรไปสู่ภาคปฏิบัติและผลผลิตที่เกิดจากการใช้หลักสูตร จึงเกิดการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสม ชัดเจน ทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรและการเรียนในแต่ละระดับ ซึ่งสามารถสรุปหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข



มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่ความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน



หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการคือ

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์ สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้



5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักการทางสมอง และ
พหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้
ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานพื้นฐานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็น
เป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มี
คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการ
เรียนรู้อย่างเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะ
สะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และจะประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการ
ตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบประเมินคุณภาพภายในและการประเมิน
คุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบ
การตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถ
พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2557: 76)

การพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development) หมายถึง การปรับปรุง
หลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นหรือการจัดทำหลักสูตรใหม่ โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานเลย รวมไปถึง
การพัฒนาเอกสารต่างๆ สำหรับผู้เรียน (บรรพต สุวรรณประเสริฐ, 2544) การพัฒนาหลักสูตรเป็น
กระบวนการหรือขั้นตอนของการตัดสินใจเลือกหาทางเลือก การเรียนการสอนที่เหมาะสมหรือเป็น
ทางเลือกที่เหมาะสมต่างๆ เข้าด้วยกันจนเป็นระบบที่สามารถปฏิบัติได้ นักพัฒนาหลักสูตรต้องคำนึงถึง
ภูมิหลังขององค์ประกอบต่างๆ อย่างละเอียดและรอบคอบก่อนตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง



และเมื่อตัดสินใจเลือกแล้วก็ต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งอื่นๆ Tyler (1949) ได้กล่าวถึงแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรว่า ควรมีข้อควรคำนึงหลายประการ (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2549: 18) และการจัดหลักสูตรและการสอนนั้นควรตอบคำถามที่เป็นพื้นฐาน 4 ประการคือ

1. มีความมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรแสวงหา
2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาใดบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้น เพื่อช่วยให้บรรลุจุดประสงค์
3. จะจัดประสบการณ์การศึกษาอย่างไร จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ
4. จะประเมินผลของประสิทธิภาพของประสบการณ์ในการเรียนอย่างไร จึงจะตัดสินได้ว่าบรรลุถึงจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

คำถามพื้นฐานทั้ง 4 ข้อ ต้องถามเรียงตามลำดับ ดังนั้นคำถามข้อแรกถือว่าสำคัญที่สุดเพราะคำถามอีก 3 ข้อ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ข้อแรกที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ พบว่า ไทเลอร์เริ่มต้นการพัฒนาหลักสูตรด้วยการศึกษาสังคมศึกษาผู้เรียน ศึกษาแนวคิดของนักวิชาการ ศึกษาปรัชญาสังคมและปรัชญาการศึกษา และนำมากำหนด เป็นวัตถุประสงค์ชั่วคราว หลังจากนั้นก็ใช้ความรู้ทางด้านทฤษฎี ปรัชญาการศึกษาและปรัชญาสังคมมากลั่นกรองและตัดทอนจุดมุ่งหมายที่มีความสำคัญน้อย จะได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริงเมื่อได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริงแล้วก็จะเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป (อดิศักดิ์ สิงห์สีโว, 2558: 40-41)

บุญชม ศรีสะอาด (2546: 21-46) ได้กล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาหลักสูตรว่าต้องอาศัยพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการคือ

1. พื้นฐานทางประวัติศาสตร์ (Historical Foundation) อิทธิพลของพื้นฐานดังกล่าวมี 2 ลักษณะ ได้แก่
 - 1.1 หลักสูตรที่พัฒนา มีความรู้ ผลการค้นพบ และแนวปฏิบัติที่เคยมีมาในอดีตเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
 - 1.2 ความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการจัดการศึกษาในอดีตเป็นบทเรียนในการสร้างหลักสูตรใหม่
2. พื้นฐานทางปรัชญา (Philosophical Foundation) ปรัชญามีส่วนในการสร้างหลักสูตรเนื่องจากปรัชญามีส่วนในการช่วยกำหนดจุดประสงค์และการจัดการสอน ซึ่งมีแนวปรัชญาต่าง ๆ มากมาย
 - 2.1 ปรัชญาสารัตถนิยม (Essentialism) เชื่อว่าแต่ละวัฒนธรรมมีความรู้ความเชื่อ ทักษะ อุดมการณ์ที่เป็นแกนกลาง หลักสูตรที่จัดตามแนวนี้ได้แก่ หลักสูตรแบบเนื้อหาวิชา (Subject Curriculum) และแบบสหสัมพันธ์ (Broad Fields Curriculum)



2.2 ปรัชญาสัจนิยม (Perennialism) เชื่อว่าสิ่งสำคัญที่สุดคือความสามารถในการใช้ความคิด ความสามารถในการใช้เหตุผล การตัดสินใจแยกแยะและความเชื่อเกี่ยวกับพระเจ้า การจัดหลักสูตรจึงเน้นความสำคัญของวิชาพื้นฐาน ได้แก่ การอ่าน เขียน และการคิดคำนวณ

2.3 ปรัชญาพัฒนาการนิยม (Progressivism) เชื่อว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้โดยอาศัยประสบการณ์ ผู้สอนมีหน้าที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้แก่ หลักสูตรแบบประสบการณ์หรือกิจกรรม (Experience or Activity Curriculum)

2.4 ปรัชญาปฏิรูปนิยม (Reconstructionism) เน้นเรื่องชีวิตและสังคม ได้แก่ หลักสูตรที่ยึดหลักสังคมและการดำรงชีวิต (Social Process and Life Function Curriculum) และหลักสูตรแบบแกน (Core Curriculum)

2.5 ปรัชญาสภาพนิยม (Existentialism) เชื่อว่าแต่ละคนกำหนดชีวิตของตนเอง ได้แก่ หลักสูตรแบบเอกัตภาพ (Individualized Curriculum) เน้นการให้เสรีภาพแก่ผู้เรียนมากที่สุด

3. พื้นฐานจากสังคม (Sociological Foundation) หลักสูตรได้รับอิทธิพลจากสังคมมากที่สุด สมาชิกในสังคมเป็นผู้สร้างและพัฒนาโรงเรียน รากฐานทางสังคมที่มีต่อการสร้างหรือพัฒนาหลักสูตรและการเปลี่ยนแปลงของสังคมก็มีผลทำให้หลักสูตรต้องเปลี่ยนแปลงด้วย

4. พื้นฐานจากจิตวิทยา (Psychological Foundation) จิตวิทยามีส่วนสำคัญต่อการสร้างหลักสูตรและการสอน โดยเฉพาะจิตวิทยาพัฒนาการและจิตวิทยาการเรียนรู้

4.1 จิตวิทยาพัฒนาการ การที่จะช่วยให้แต่ละบุคคลมีพัฒนาการที่เหมาะสมที่ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนหลักสูตร ได้แก่ พื้นฐานทางชีววิทยาของความแตกต่างระหว่างบุคคล วุฒิภาวะทางกาย พัฒนาการ และสัมฤทธิผลทางสติปัญญา พัฒนาการทางด้านอารมณ์ และพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งผลการวิจัยของนักทฤษฎีหลายท่านมีอิทธิพลต่อการวางแผนหลักสูตรและการสอน เช่น ทฤษฎีพัฒนาการ Hevighurst Development Theory กล่าวว่า งานพัฒนาการแต่ละวัยนั้น ถ้าหากประสบความสำเร็จในการพัฒนาในงานใด ก็จะทำให้มีความสุขและส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในงานต่าง ๆ มาก ทฤษฎีพัฒนาการ Erikson's Psychosocial Theory ที่เชื่อว่า พัฒนาการแต่ละขั้นถ้าได้รับการส่งเสริมตามต้องการจะเกิดความพึงพอใจและมั่นใจ สามารถพัฒนาการขั้นต่อไปได้อย่างสมบูรณ์ เป็นผลทำให้มีบุคลิกภาพดี แต่ถ้าในขั้นใดไม่ได้รับการส่งเสริมจะเกิดความคับข้องใจ เกิดความไม่พึงพอใจและเป็นผลเสียต่อบุคลิกภาพ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา Cognitive Development Theory ที่เน้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิด จนกระทั่งถึงวัยที่มีสติปัญญาอย่างสมบูรณ์

4.2 จิตวิทยาการเรียนรู้ ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้เป็นพื้นฐานสำคัญของเนื้อหาหลักสูตรการจัดหลักสูตรและกิจกรรมการสอน ทฤษฎีที่สำคัญ ได้แก่



4.2.1 ทฤษฎีที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (S-R Condition) ได้แก่ ทฤษฎีการเสริมแรง และทฤษฎีเงื่อนไขนักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้แก่ Pavlov Thordike และ Skinner

4.2.2 ทฤษฎีสถาน (Field Theory) แนวคิดของทฤษฎีนี้คือ ส่วนรวมทั้งหมดเป็นสิ่งที่สำคัญมากจะต้องมาก่อนส่วนย่อย ทฤษฎีสำคัญของกลุ่มนี้คือ ทฤษฎีพุทธินิยม และทฤษฎีมนุษยนิยม

4.2.3 ทฤษฎีผสมผสาน (Integrated Theory) แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญคือ การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ การผสมผสานระหว่างทฤษฎีเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองและทฤษฎีสถาน

4.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของ Bloom เป็นทฤษฎีที่เน้นพื้นฐานเดิมของผู้เรียนและคุณลักษณะของแต่ละคน

5. พื้นฐานจากวิชาความรู้ต่าง ๆ (Disciplines of Knowledge Foundations) ความรู้ของวิทยาการและเทคโนโลยีต่าง ๆ รวมทั้งความรู้ทางอาชีพ เป็นรากฐานของการเรียนรู้ของผู้เรียน การสร้างหลักสูตรจึงต้องมุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทัศน์ (Concept) และวิธีการของวิชานั้น ๆ

นักวิชาการด้านหลักสูตรหลายท่านได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรไว้หลายรูปแบบแตกต่างกัน ซึ่งรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรแต่ละรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาหลักสูตรใหม่ หรือการนำหลักสูตรเก่ามาพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันพอสรุปเป็นขั้นตอน (ยูธนา ปฐมวรชาติ, 2545: 15-18; Saylor and Alexander, 1974: 6) คือ การออกแบบและสร้างหลักสูตร (การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตร การจัดทำรายละเอียดเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ การกำหนดแนวทางการจัดประสบการณ์เรียนรู้และกำหนดเวลา การนำหลักสูตรไปใช้ การประเมินหลักสูตร

นอกจากนี้ Taba (1962: 345-425) ได้เสนอรูปแบบการวางแผนกระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ตามความเชื่อเกี่ยวกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน โดยกำหนดกระบวนการวางแผนพัฒนาหลักสูตรไว้ 7 ขั้นตอนคือ

1. การวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียน ต้องเริ่มจากการค้นหาความต้องการของผู้เรียนโดยวิเคราะห์หาช่องว่าง จุดบกพร่องและภูมิหลังของผู้เรียน
2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย หลังจากวิเคราะห์หาความต้องการของผู้เรียนแล้ว ผู้วางแผนพัฒนาหลักสูตร ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการโดยใช้คำว่าเป้าหมายหรือจุดหมาย
3. การเลือกเนื้อหา เนื้อหาที่กำหนดในแต่ละหัวข้อจะต้องมาจากจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้



4. การเรียงลำดับเนื้อหา การเลือกเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ จะต้องตัดสินใจว่าจะจัดลำดับเนื้อหาอย่างไร จึงจะเหมาะสมกับวุฒิภาวะ ความพร้อม และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน
5. การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้วางแผนหลักสูตรจะต้องเลือกหรือกำหนดวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดไว้
6. การเรียงลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องหาวิธีการที่จัดและเรียงลำดับให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความผสมกลมกลืนกันอย่างมีประสิทธิภาพ
7. การกำหนดรูปแบบการประเมินผลและแนวทางในการปฏิบัติตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องคำนึงถึงการบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น รูปแบบการประเมินผลที่ดี คือ การที่ครูผู้สอนใช้เทคนิควิธีการหลายวิธีที่เหมาะสมกับผู้เรียน

ชูศรี สุวรรณโชติ (2542: 97-99) ให้แนวคิดในกระบวนการวางแผนการพัฒนาหลักสูตร สรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาปัญหาหรือการกำหนดปัญหา เป็นขั้นแรกของการวางแผนเพื่อพัฒนาหลักสูตรซึ่งผู้พัฒนาหลักสูตรต้องรู้ถึงสภาพปัญหาและความต้องการของสังคมในทุกๆ ด้าน
2. การกำหนดข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับปัญหา เป็นสิ่งที่ช่วยในการวางแผนพัฒนาหลักสูตรให้เป็นไปอย่างรวดเร็วถูกต้องและแน่นอน ข้อมูลที่กำหนดจะต้องเป็นข้อมูลที่สนองตอบปัญหาที่ได้จากการศึกษา
3. การกำหนดสมมติฐาน การวางแผนพัฒนาหลักสูตรทุกครั้งต้องกำหนดสมมติฐานไว้เสมอว่า หลักสูตรที่จะต้องพัฒนาจะบังเกิดผลอย่างไรต่อผู้เรียน สมมติฐานของการพัฒนาหลักสูตรจะเป็นทางบวกมากกว่าในทางลบ
4. การกำหนดแนวทางในการดำเนินงาน เป็นขั้นตอนซึ่งต้องกำหนดการพัฒนาหลักสูตรโดยกำหนดกระบวนการตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลุล่วง ขั้นตอนเหล่านี้ต้องกำหนดเวลาที่แน่นอน
5. การเลือกบุคลากรมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรจะสำเร็จได้นั้นจำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีคุณภาพในการทำงาน ผู้กำหนดแผนต้องกำหนดตัวบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี

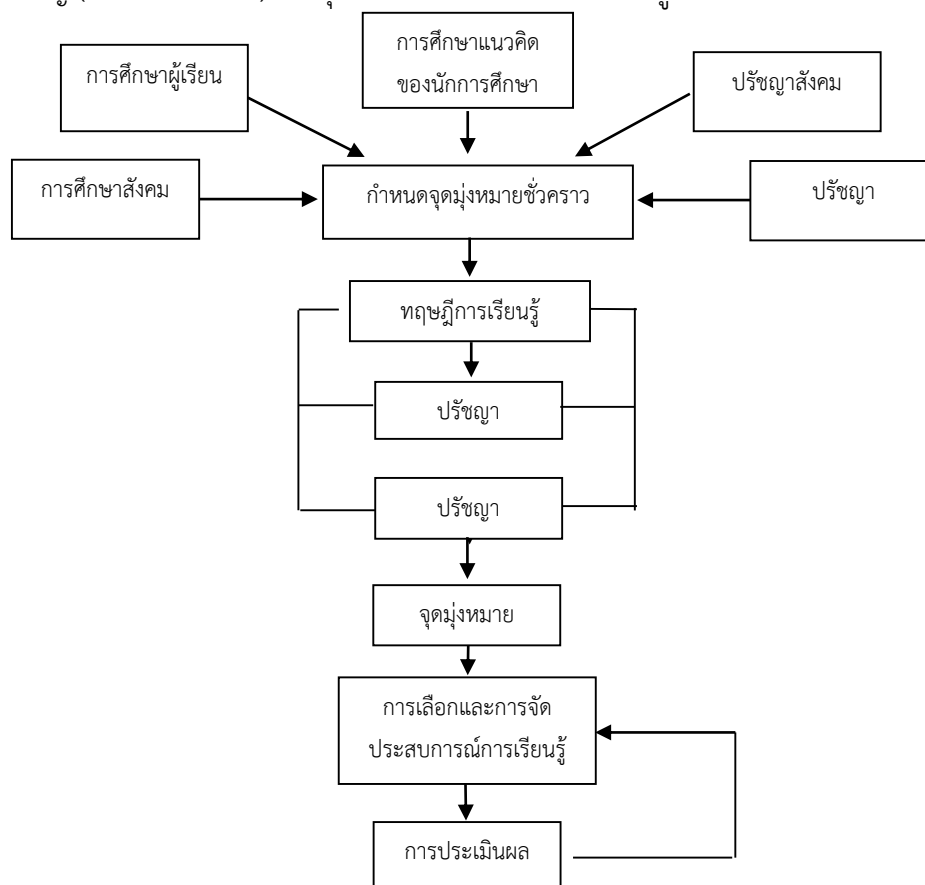
กระบวนการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development) หมายถึง การปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นหรือการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่ โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานเลยและรวมถึงการผลิตเอกสารต่างๆ สำหรับผู้เรียนด้วย (บรรพต สุวรรณประเสริฐ, 2544: 15) ซึ่งในส่วนของแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรนี้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดไว้ ผู้เขียนขอนำเสนอโดยเรียงตามลำดับจาก ไทเลอร์ (Tyler, 1950) ทาบา (Taba, 1962) และโอลิวา (Oliva, 1992) ซึ่งพอที่จะสรุปในรายละเอียดแต่ละรูปแบบได้ดังนี้



1. แนวคิด กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

ไทเลอร์ได้เสนอแนวคิดในกระบวนการพัฒนาหลักสูตรไว้เมื่อปี ค.ศ.1949 ซึ่งวิชัย วงษ์ใหญ่ (2537: 10 – 11) ได้สรุปรายละเอียดแสดงได้ดังแผนภูมิข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 2.6 รูปแบบการสร้างหรือการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์

ซึ่งไทเลอร์มีความเห็นว่าการจัดหลักสูตรและการสอนนั้นควรตอบคำถามที่เป็นพื้นฐาน 4 ประการคือ

1. มีความมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรจะแสวงหา
2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาใดบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไร จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ

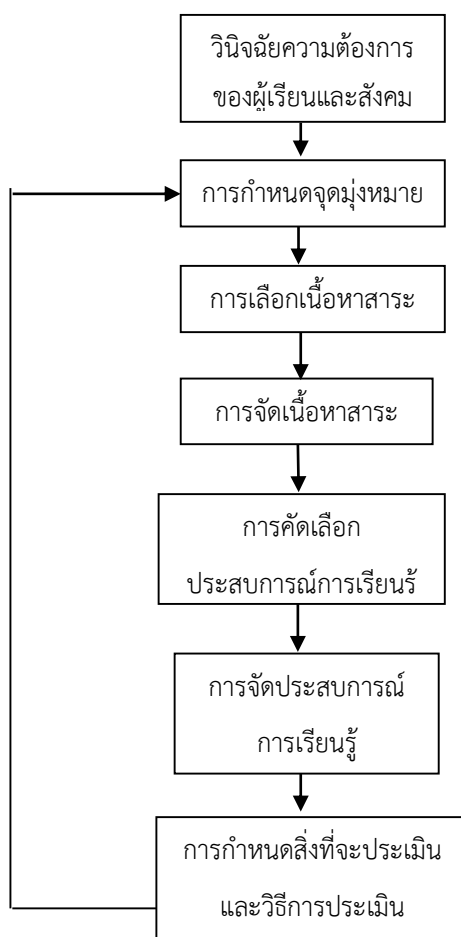


4. จะประเมินผลของประสิทธิภาพของประสบการณ์ในการเรียนอย่างไร
จึงจะตัดสินได้ว่าบรรลุถึงจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ซึ่งในการถามคำถามพื้นฐานทั้ง 4 ข้อ ต้องถามเรียงตามลำดับ ดังนั้น การตั้งคำถามข้อแรกจึงถือว่าสำคัญที่สุด เพราะคำถามอีก 3 ข้อนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ข้อแรกที่กำหนดไว้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์แล้วจะพบว่า ไทเลอร์เริ่มต้นการพัฒนาหลักสูตรด้วยการศึกษาสังคม การศึกษาผู้เรียน แนวคิดของนักวิชาการ รวมทั้งปรัชญาสังคม และปรัชญาการศึกษา แล้วนำมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายชั่วคราว หลังจากนั้นก็ใช้ความรู้ทางด้านทฤษฎี การเรียนรู้ ปรัชญาการศึกษาและปรัชญาสังคมมาพิจารณากลับกรองและตัดทอนจุดมุ่งหมายที่มีความสำคัญน้อยออกไปจึงจะได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริง เมื่อได้จุดมุ่งหมายที่แท้จริงแล้วก็จะมีการเลือกและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน และในขั้นตอนสุดท้ายก็จะมีการประเมินผลหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. แนวคิดกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

ทาบาเป็นนักการศึกษาที่มีแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและการพัฒนาหลักสูตรเหมือนไทเลอร์ซึ่งเชื่อว่าครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ใช้หลักสูตรควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาและได้เสนอกระบวนการพัฒนาหลักสูตรจากล่างขึ้นสู่บน (The Grass-Root Approach) ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนคล้ายกันกับรูปแบบของไทเลอร์ ซึ่งได้สรุปรายละเอียดไว้ดังภาพประกอบ 2.7 (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537: 15-16)



ภาพประกอบ 2.7 รูปแบบการสร้างหรือการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบ

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบามีจุดเด่น เช่น ทำให้ครูพัฒนาตัวเองในการเตรียมตัวที่จะนำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติจริง ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีพื้นฐานในการเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรและการสอน รูปแบบของทาบจึงเป็นการผูกโยงหลักสูตรและการสอนเข้าด้วยกันเป็นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งในส่วนของรายละเอียดแต่ละขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้ (รุจิรุ ภูสาระ, 2545: 61-64)

ขั้นตอนที่ 1 วิจัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม ทาบเชื่อว่าการพัฒนาหลักสูตรควรเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลของชุมชนและโรงเรียน แล้วสรุปเป็นความเห็นเกี่ยวกับความต้องการของท้องถิ่น

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย ซึ่งวัตถุประสงค์ควรจะเป็น

- 1) ความคิดรวบยอด (Concept) ที่จะต้องเรียน
- 2) เจตคติที่ควรจะเป็น
- 3) วิธีการคิดที่จะได้รับการเสนอแนะ
- 4) อุปนิสัยและทักษะที่ควรรู้

จุดมุ่งหมายในขั้นตอนนี้ ควรจะเป็นพื้นฐานในการสอนของครู ทาบเชื่อว่าความหมายของความรู้ที่ได้รับจะไม่สมบูรณ์เลยทีเดียว ยิ่งเพิ่มพูนความรู้มากขึ้นเท่าใด จุดประสงค์จะแจ่มชัดมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ เริ่มจากการเลือกหัวข้อของเนื้อหา หัวข้อในแต่ละเนื้อหาควรมีการกำหนดทิศทางไว้ชัดเจน พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการเลือกหัวข้อโดยคำนึงถึงระดับอายุ เนื้อหา เป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้

ขั้นตอนที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ ควรจัดเนื้อหาสาระเริ่มจากหัวข้อง่ายๆ เพื่อไปสู่หัวข้อที่ลึกซึ้งขึ้น การดำเนินการจะสำเร็จได้ถ้านักพัฒนาหลักสูตรเข้าใจกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องการและพัฒนาการขยายผลออกไปอย่างเหมาะสม



ขั้นตอนที่ 5-6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ การรอบรู้ในเนื้อหาเป็นเพียงเป้าหมายหนึ่งของการสอน แต่จุดหมายอื่น ๆ ยังไม่อาจจะบรรลุได้ถ้าขาดการจัดกิจกรรม ดังนั้นจุดมุ่งหมายทั้งหมดจะต้องสร้างให้เกิดร่วมกัน โดยคำนึงถึงระดับพัฒนาการของเด็กด้วย

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล ควรมีการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้เป็นระยะๆ การประเมินผลควรประเมินกระบวนการ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน รวมทั้งควรมีการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนด้วย

กระบวนการพัฒนาหลักสูตร มีอีกหลายรูปแบบ มีทั้งส่วนที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันในขั้นตอนรายละเอียด เมื่อพิจารณาจากรูปแบบที่นำเสนอมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา ซึ่งรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรนี้ มีลำดับขั้นตอนตรงตามวัตถุประสงค์ และความต้องการของผู้เรียน และมีรายละเอียดการพัฒนาที่ชัดเจน ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วินิจฉัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 5-6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบามาพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทนขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

3. รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของวิชัย วงษ์ใหญ่

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2543: 77) ได้แสดงรูปแบบและแนวคิดของขั้นตอนกระบวนการพัฒนาหลักสูตรไว้ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย หลักการ โครงสร้างและการออกแบบหลักสูตร
2. ยกร่างเนื้อหาสาระแต่ละกลุ่มประสบการณ์ แต่ละหน่วยการเรียนรู้และรายวิชา
3. นำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปทดลองใช้ในโรงเรียนนาร่องและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
4. อบรมครู ผู้บริหารทุกระดับและบุคลากรทางการศึกษาให้เข้าใจในหลักสูตรใหม่
5. นำหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติการสอนในโรงเรียน และประกาศใช้หลักสูตร โดยมีกิจกรรมการใช้หลักสูตรใหม่ ดังนี้

5.1 การแบ่งหลักสูตรไปสู่การเรียนการสอน คือ การจัดทำวัสดุหลักสูตร ได้แก่ เอกสารและอุปกรณ์การเรียนการสอนที่จำเป็น



5.2 ผู้บริหารจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ เช่น บุคลากร วัสดุหลักสูตรและบริการต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่อบรมครูและบุคลากรฝ่ายบริหารหลักสูตร ห้องสมุด ห้องเรียน รวมทั้งการจัดสรรงบประมาณ

5.3 การสอน เป็นหน้าที่ของครูปฏิบัติการทั่วไป

5.4 การประเมินผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินผลการเรียนการสอนของนักเรียน และการประเมินผลหลักสูตร ตั้งแต่การประเมินเอกสาร ผลการนำหลักสูตรไปใช้ และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ซึ่งจะต้องประเมินอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

สรุป กระบวนการพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วยรูปแบบการพัฒนาที่หลากหลาย ซึ่งมีรูปแบบ กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ มีกระบวนการพัฒนาอยู่ 4 ประการ คือ 1. มีความมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรที่จะแสวงหา 2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาใดบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ 3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไร จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ และ 4. จะประเมินผลของประสิทธิภาพของประสบการณ์ในการเรียนอย่างไร จึงจะตัดสินได้ว่าบรรลุถึงจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบามีกระบวนการพัฒนาหลักสูตร 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วินิจฉัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 5 – 6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล และการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของวิชัย วงษ์ใหญ่ ซึ่งมีกระบวนการพัฒนา ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย หลักการ โครงสร้างและการออกแบบหลักสูตร
2. ยกร่างเนื้อหาสาระแต่ละกลุ่มประสบการณ์ แต่ละหน่วยการเรียนและรายวิชา
3. นำหลักสูตรที่พัฒนาแล้วไปทดลองใช้ในโรงเรียนนำร่องและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
4. อบรมครู ผู้บริหารทุกระดับและบุคลากรทางการศึกษาให้เข้าใจในหลักสูตรใหม่ และ
5. นำหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติการสอนในโรงเรียน และประกาศใช้หลักสูตรโดยมีกิจกรรมการใช้หลักสูตรใหม่ ซึ่งแต่ละรูปแบบสามารถนำไปพัฒนาหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.4 แนวคิดการรู้สิ่งแวดล้อม

การรู้สิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการพัฒนาให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาเนื้อหาสาระขององค์ประกอบการรู้สิ่งแวดล้อม เช่น ความหมาย คุณลักษณะ และระดับการรู้สิ่งแวดล้อม สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ความหมาย



คำว่า “Literacy” มีการนำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น Scientific literacy, Mathematics literacy, Cultural literacy, Computer literacy และ Visual literacy เป็นต้น แต่ความหมายที่แท้จริงยังไม่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับทุกศาสตร์ โดยทั่วไป คำว่า “Literacy” หมายถึง ความสามารถในการอ่านออก – เขียนได้ ซึ่งพจนานุกรมส่วนมากให้ความหมาย “Literacy” 2 ความหมาย คือ สามารถอ่านออกและเขียนได้และผู้ที่ได้รับการศึกษาอย่างดี ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการมีความรู้ การเรียนรู้และวัฒนธรรมอย่างกว้างขวาง (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2557: c5-c15)

ในภาษาไทย คำว่า “Literacy” เมื่อมีคำขยายมาประกอบ เช่น “Scientific Literacy” มีผู้ใช้คำต่าง ๆ เช่น “การรู้” “ความแตกฉาน” เป็นต้น ความหมายของการรู้สิ่งแวดล้อม มีหลากหลาย เช่น การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสามารถที่จะเรียนรู้และแปลความของความอุดมสมบูรณ์ของระบบสิ่งแวดล้อมและสามารถกระทำอย่างเหมาะสมหรือบำรุงรักษา สร้างเสริม - ซ่อมแซมหรือปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศดังกล่าว (Roth, 1992)

การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง การมีความเข้าใจในระดับใดระดับหนึ่งเกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งรวมถึงทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต (Rockcastle, 1989)

องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อม

จากความหมายของการรู้สิ่งแวดล้อมที่หลากหลายดังกล่าวมาแล้ว บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมจะต้องมีความรู้อย่างเข้มแข็งเกี่ยวกับภาวะคุกคามด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ บุคคลที่สามารถจัดการกับสิ่งแวดล้อมได้จำเป็นต้องมีความรู้ เจตคติและทักษะที่มีพื้นฐานมาจากการมุ่งมั่นที่จะปรุงแต่งโลกที่เราอาศัยอยู่โดยอาศัยการมีส่วนร่วมอย่างจริงจังและตลอดเวลา (Roth, 1992) แนวความคิดนี้มาจากความเชื่อที่ว่า การกระทำของมนุษย์มีผลกระทบต่อระบบนิเวศของโลกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2557: c5-c15)

การรู้สิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องกับการพัฒนาองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ คุณธรรมทางนิเวศวิทยา (Ecological conscience) การมุ่งมั่นอย่างรับผิดชอบ (Responsible commitment) เจตคติ (Attitude) ค่านิยม (Values) และจริยธรรม (Ethics) ความรู้และทักษะ (Knowledge and skills) ที่สำคัญสำหรับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่อความอยู่รอดของระบบนิเวศ (Loubser, Swanepael and Chacko, 2001) ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 5 ประการของสิ่งแวดล้อมศึกษา (Environmental education) นั่นเอง คือ ความตระหนักรู้ (Awareness) ความรู้ (Knowledge) เจตคติ (Attitudes) ทักษะ (Skill) และการมีส่วนร่วม (Participation) (Wisconsin Department of Public Administration, 1991)



คุณลักษณะของบุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อม (Characteristics of an Environmental Literate Person)

บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมมีลักษณะแตกต่างกันไปตามแนวคิดของนักวิชาการ ดังตัวอย่างดังนี้ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2557: c5-c15)

1. แนวคิดจากที่ประชุม Tbilisi (Federal Interagency Committee on Education, 1978) บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมมีคุณลักษณะ ดังนี้

- 1.1 ความตระหนักและความรู้สึกไวต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม
- 1.2 มีประสบการณ์ที่หลากหลายและมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับปัญหาที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
- 1.3 มีค่านิยมและความรู้สึกเกี่ยวกับความห่วงใยในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนมีแรงจูงใจในการเข้าร่วมอย่างจริงจังในการป้องกันและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม
- 1.4 มีทักษะในการวินิจฉัยและแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
- 1.5 มีโอกาสเข้าร่วมอย่างจริงจังในทุกระดับในการทำงาน มุ่งสู่การปรับปรุงปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สภาพปกติ

2. แนวคิดของ McClaren (1989) บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมของประเทศแคนาดา ในศตวรรษหน้ามีคุณลักษณะ ดังนี้

- 2.1 มีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ
- 2.2 มีความสามารถในการคิดในช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น การพยากรณ์ การคิดล่วงหน้าและการวางแผน
- 2.3 มีความสามารถในการคิดวิจรณ์ญาณเกี่ยวกับประเด็นปัญหาของค่านิยม
- 2.4 มีความสามารถในการจำแนกแยกแยะจำนวน ปริมาณ คุณภาพและค่านิยม
- 2.5 มีความสามารถในการระบุความแตกต่างระหว่างแผนที่ยกกับอาณาเขต
- 2.6 มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงจากความตระหนักไปสู่ ความรู้และการลงมือปฏิบัติ
- 2.7 มีความจริงและมโนทัศน์พื้นฐานและความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และยกเลิกความรู้ที่ล้าสมัย
- 2.8 มีความสามารถในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น
- 2.9 มีความสามารถในการใช้ทักษะ 8 ประการ ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) การสืบสอบ (Inquiring) การลงมือปฏิบัติ (Action) การตัดสินใจ (Judging) การเปิดใจกว้าง (Opening) การจินตนาการ (Imaging) การเชื่อมโยง (Connecting) และการสร้างค่านิยม (Valuing)



3. แนวคิดของ Loubser, Swanepoel และ Chacko (2001) ได้สรุปคุณสมบัติของบุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมจากการศึกษาผลของผู้รู้จำนวนมากไว้ 4 ประการ ดังนี้

3.1 มีความรู้อย่างเข้มแข็งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Harvey, 1976; Roth, 1992; Subbarini, 1998)

3.2 มีความสามารถเข้าใจ เห็นคุณค่าและสนุกสนานเพลิดเพลินเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลก สามารถสร้างทางเลือกของตนเองที่เหมาะสม มีส่วนร่วมช่วยเหลือในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น และการเฝ้าระวังรักษาดูแลโลกที่อาศัยอยู่ตลอดจนช่วยกันปรับปรุงโลกให้มีความน่าอยู่อย่างสม่ำเสมอ (Harvey, 1998; Hurry, 1982; Roth, 1992; Subbarini, 1998)

3.3 มีความตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรต่าง ๆ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งทรัพยากรที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ มีความตระหนักถึงความสัมพันธ์ร่วมกันของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ มีความตระหนัก-รับรู้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม มีเจตคติเชิงบวกและค่านิยมรวบรวมข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อม หาแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมพื้นฐาน มีความเต็มใจที่จะอุทิศสิทธิประโยชน์ส่วนบุคคล มีทักษะพื้นฐานและเข้าร่วมแก้ไขปัญหาหรือสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังและสมเหตุสมผล (Clachery, 1992; Hurry, 1982)

3.4 มีความสามารถในการสำรวจอิทธิพลของวัฒนธรรม องค์กรด้านสังคมและการเมืองและขั้นตอนในการพัฒนาของกลุ่มบุคคลที่มีต่อสิ่งแวดล้อม การสำรวจประเด็นปัญหาด้านจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและป้องกันสิ่งแวดล้อมและการสำรวจการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหามลพิษในบริบทของวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ กฎหมาย สังคมและการเมือง (Nickerson, 1991-1992)

ระดับการรู้สิ่งแวดล้อม (Level of Environmental Literacy)

Roth (1992) จึงเสนอว่า การรู้สิ่งแวดล้อมเป็นความต่อเนื่องของสมรรถนะ (competencies) เริ่มตั้งแต่การมีสมรรถนะเป็นศูนย์ (ไม่มีสมรรถนะ) จนถึงมีสมรรถนะระดับสูงมาก ซึ่งสามารถแบ่งออกตามหน้าที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้ 3 ระดับ ดังนี้ (Disinger and Roth, 1992; Roth, 1992; ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2557: c5-c15)

1. การรู้สิ่งแวดล้อมระดับนามบัญญัติ (Nominal Environmental Literacy) บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมในระดับนี้มีความสามารถในการรู้จักคำศัพท์พื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสามารถให้คำนิยามหรือความหมายเชิงปฏิบัติการ (working definition) ของคำศัพท์เหล่านั้นได้ บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมระดับนามบัญญัติจะสามารถพัฒนาความตระหนักและความสำนึกที่รู้สึกไวต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการมีเจตคติในการเคารพยอมรับระบบธรรมชาติและมีความห่วงใยเกี่ยวกับธรรมชาติและขนาดของผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบธรรมชาติ

2. การรู้สิ่งแวดล้อมระดับหน้าที่ (Functional Environmental Literacy) บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมระดับหน้าที่ที่มีความรู้ – ความเข้าใจอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับธรรมชาติของ



ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบสังคมของมนุษย์กับระบบธรรมชาติอื่น ๆ มีความตระหนักและห่วงใยเกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์เชิงลบระหว่างระบบเหล่านั้นในแง่ของประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น มีทักษะในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินข้อสนเทศเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยแหล่งทรัพยากรปฐมภูมิและทุติยภูมิ มีความสามารถในการประเมินปัญหาที่คัดเลือกโดยอาศัยหลักฐานที่เชื่อถือได้ มีค่านิยมและคุณธรรมส่วนบุคคล สามารถถ่ายทอดข้อค้นพบและความรู้สึกไปสู่บุคคลอื่นได้ สามารถสังเกตการสับสนและมีแรงจูงใจส่วนบุคคลที่จะทำงานร่วมกันในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีพื้นฐานเพื่อกระตุ้นและใช้การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมและเทคโนโลยี

3. การรู้สิ่งแวดล้อมระดับปฏิบัติการ (Operational Environmental Literacy) บุคคลที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมระดับการปฏิบัติ มีความรู้ความเข้าใจและทักษะอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งในการประเมินผลกระทบและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำ การเก็บรวบรวมและสังเคราะห์ข้อสนเทศที่ต้องการ สามารถเลือกกระหว่างแนวทางเลือกต่าง ๆ กกับการลงมือกระทำที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล สามารถสาธิตให้เห็นถึงการมีความสำนึกอย่างแรงกล้าและต่อเนื่องในการสับสนและมีความรับผิดชอบในการป้องกันและเข้าใจการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่ส่วนบุคคลและการเข้าร่วมกับบุคคลอื่น มีความสามารถในการลงมือกระทำในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับโลกและส่วนมากจะมุ่งปฏิบัติ-กระทำเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ในระดับโลก

การรู้สิ่งแวดล้อม มีความจำเป็นกับการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมแก่มนุษย์ทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน เพื่อช่วยลดการสร้างปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและร่วมกันปกป้องและรักษาสิ่งแวดล้อมให้อุดมสมบูรณ์ให้เกิดการรู้สิ่งแวดล้อมโดยเน้นการเพิ่มความตระหนัก ความเข้าใจ ความรู้ เจตคติ ค่านิยม จริยธรรมและทักษะ จึงทำให้เกิดการรู้สิ่งแวดล้อมที่มีระดับนามบัญญัติ ระดับหน้าที่ และระดับปฏิบัติการ

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับความรู้

ความรู้ เป็นพื้นฐานของการพัฒนาการเรียนรู้ในทุกๆ ด้าน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาหลักการของความรู้ ประกอบด้วย ความหมาย ประเภท และระดับของความรู้ มาแสดงรายละเอียดดังนี้

ความหมายของความรู้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2538: 44) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความรู้ หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ และโครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการศึกษา หรือค้นคว้า หรือความรู้เกี่ยวกับสถานที่ สิ่งของหรือบุคคลซึ่งได้จากการสังเกต ประสบการณ์ หรือจากรายงาน การรับรู้ข้อเท็จจริงเหล่านี้ต้องชัดเจน และต้องอาศัยเวลา

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา (2540: 72) กล่าวว่า ความรู้ คือ การรับรู้ เข้าใจ แยกแยะได้ สังเคราะห์ได้ในใจ การจะมีความรู้ดีต้องรับรู้ ใคร่ครวญจนเข้าใจและประเมินได้ว่าสิ่งใดเหมาะสม



อักษร สวัสดิ์ (2542: 48) ได้ให้คำอธิบายว่า ความรู้ เป็นพฤติกรรมขั้นต้นที่ผู้เรียนรู้ เพียงแต่เกิดความจำได้ โดยอาจจะเป็นการนึกได้หรือโดยการมองเห็นได้ ยิน จำได้ ความรู้ในขั้นนี้ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์โครงสร้างและวิธีแก้ไขปัญหา ส่วนความ เข้าใจอาจแสดงออกมาในรูปของทักษะด้าน “การแปล” ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการเขียนบรรยาย เกี่ยวกับข่าวสารนั้น ๆ โดยใช้คำพูดของ ตนเอง และ “การให้ความหมาย” ที่แสดงออกมาในรูปของความ คิดเห็นและข้อสรุป รวมถึงความสามารถในการ “คาดคะเน” หรือการคาดหมายว่าจะเกิดอะไรขึ้น

กรีติ ยศยิ่งยง (2549: 4) ให้ความหมายของความรู้ไว้ว่า ความรู้ คือ ความคิดของแต่ละ บุคคลที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์จนเกิดความเข้าใจ และนำไปใช้ประโยชน์ในการ สรุปและตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ จนได้รับการยอมรับโดยคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งของสังคม

ศาสตราจารย์นายแพทย์ วิจารณ์ พานิช (2548: 5-6) ได้กล่าวว่า “ความรู้” นั้น มี หลายนัยและหลายมิติ คือ

- 1) ความรู้ คือ สิ่งที่น่าไปใช้จะไม่หมด หรือสึกหรอ แต่ยิ่งอภยหรืออภยมากขึ้น
- 2) ความรู้ คือ สารสนเทศที่น่าไปสู่การปฏิบัติ
- 3) ความรู้เกิดขึ้น ณ จุดที่ต้องการใช้ความรู้
- 4) ความรู้เป็นสิ่งที่ขึ้นกับบริบทและกระตุ้นให้เกิดขึ้นโดยความต้องการ

ซึ่งในยุคแรกๆ ของการพัฒนาศาสตร์ด้านการจัดการความรู้ มองว่าความรู้มา จากการจัดระบบและตีความสารสนเทศ (Information) ตามบริบท ซึ่งสารสนเทศก็ได้มาจากการ ประมวลข้อมูล (Data) ดังนั้นความรู้จะไม่มีประโยชน์เลย ถ้าไม่นำไปสู่การกระทำหรือการตัดสินใจ ประเภทของความรู้

พรธิดา วิเชียรปัญญา (2547: 22-23) ความรู้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความรู้อย่างไม่เป็นทางการ หรือความรู้โดยนัย (Tacit Knowledge or Information Knowledge) เป็นทักษะหรือความรู้เฉพาะตัวของแต่ละบุคคลที่มาจากประสบการณ์ ความเชื่อ หรือความคิดสร้างสรรค์ในการปฏิบัติงาน เช่น การถ่ายทอดความรู้ ความคิด ผ่านการสังเกต การสนทนา การฝึกอบรม ความรู้ประเภทนี้เป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้งานประสบความสำเร็จ ความรู้ ประเภทนี้เกิดจากประสบการณ์และการนำมาเล่าสู่กันฟัง จึงไม่สามารถจัดให้เป็นระบบหรือหมวดหมู่ได้ และไม่สามารถเขียนเป็นกฎเกณฑ์หรือตำราได้ แต่สามารถถ่ายทอดหรือแบ่งปันความรู้ได้โดยการสังเกต และเรียนรู้

2. ความรู้อย่างเป็นทางการ หรือความรู้ที่ชัดเจน (Explicit Knowledge or Formal Knowledge) เป็นความรู้ที่บันทึกไว้เป็นลายลักษณ์อักษรและใช้ร่วมกันในรูปแบบต่างๆ เช่น สิ่งพิมพ์ข้อกำหนด คู่มือ รายงาน สไลด์บรรยาย ซอฟต์แวร์ รูปภาพ เป็นต้น ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ที่ แสดงออกมาโดยใช้ระบบสัญลักษณ์ จึงสามารถสื่อสารและเผยแพร่ได้สะดวก

ระดับของความรู้



บลูม ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการรับรู้หรือพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของคน ว่าประกอบด้วยความรู้ตามระดับต่าง ๆ รวม 6 ระดับ ซึ่งอาจพิจารณาจากระดับความรู้ในขั้นต่ำไปสู่ระดับของความรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป โดยบลูม ได้แจกแจงรายละเอียดของแต่ละระดับไว้ดังนี้ (Bloom, 1965: เว็บไซท์)

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นถึงการจำและการระลึกได้ถึงความคิดวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นความจำที่เริ่มจากสิ่งง่าย ๆ ที่เป็นอิสระแก่กัน ไปจนถึงความจำในสิ่งที่ยากซับซ้อนและมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
 - 1.1 ความรู้เฉพาะเรื่องเฉพาะอย่าง เป็นการระลึกในส่วนย่อยๆ เฉพาะอย่างที่แตกต่างกัน
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีทางและวิธีการดำเนินเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับการรวบรวมแนวคิดและโครงสร้าง
2. ความเข้าใจหรือความคิดรวบยอด (Comprehension) เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการขยายความรู้ ความจำ ให้กว้างออกไปจากเดิมอย่างสมเหตุสมผล การแสดงพฤติกรรมเมื่อเผชิญกับสื่อความหมาย และความสามารถในการแปลความหมาย การสรุปหรือการขยายความสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. การนำไปปรับใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจหรือความคิดรวบยอด (Comprehension) ในเรื่องใด ๆ ที่มีอยู่เดิม ไปแก้ไขปัญหาค่าที่แปลกใหม่ของเรื่องนั้น โดยการใช้ความรู้ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการกับความคิดรวบยอดมาผสมผสานกับความสามารถในการแปลความหมาย การสรุปหรือการขยายความสิ่งนั้น
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถและทักษะที่สูงกว่าความเข้าใจ และการนำไปปรับใช้ โดยมีลักษณะเป็นการแยกแยะสิ่งที่จะพิจารณาออกเป็นส่วนย่อย ที่มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งการสืบค้นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ เพื่อดูว่าส่วนประกอบปลีกย่อยนั้นสามารถเข้ากันได้หรือไม่ อันจะช่วยให้เกิดความเข้าใจต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างแท้จริง
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ หรือส่วนใหญ่ ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นเรื่องราวอันหนึ่งอันเดียวกัน การสังเคราะห์จะมีลักษณะของการเป็นกระบวนการรวบรวมเนื้อหาสาระของเรื่องต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อสร้างรูปแบบหรือโครงสร้างที่ยังไม่ชัดเจนขึ้นมาก่อน อันเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ภายในขอบเขตของสิ่งที่กำหนดให้
6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับความคิด ค่านิยมผลงาน คำตอบ วิธีการและเนื้อหาสาระเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่าง โดยมีการกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เป็นฐานในการพิจารณาตัดสิน การประเมินผล จัดได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สูงสุดของพุทธิลักษณะในการประเมินซึ่งอาจจะกำหนดจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะคือ



6.1 การประเมินค่าตามเกณฑ์ภายใน เป็นการประเมินความถูกต้องของวัสดุ อุปกรณ์ข้อความ เหตุการณ์ ตามคุณสมบัติของวัสดุ อุปกรณ์ ข้อความ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

6.2 การประเมินค่าตามเกณฑ์ภายนอกเป็นการประเมินค่าความถูกต้องของวัสดุ อุปกรณ์ข้อความของการนำไปใช้ (กันธิกา ทวีรอด และตรีทิพย์ อนงค์ทอง, 2550: 28 - 30)

สรุป ความรู้ หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ การรับรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการแปลความ และจดจำ ซึ่งความรู้แบ่งออกเป็นได้หลายประเภท ประกอบด้วย ความรู้อย่างไม่เป็นทางการและความรู้อย่างเป็นทางการ และยังสามารถแบ่งความรู้ ออกเป็นระดับได้ 6 ระดับ คือ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจหรือความคิดรวบยอด (Comprehension) การนำไปปรับใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินผล (Evaluation)

2.6. แนวคิดเกี่ยวกับทักษะ

ทักษะเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งล้วนแล้วแต่มีการพัฒนา ไม่ว่าจะเป็น ความรู้ เจตคติ การแก้ปัญหา ก็ล้วนแต่มีส่วนเชื่อมโยงกัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดเกี่ยวกับทักษะ อันประกอบด้วย ความหมาย และองค์ประกอบ มาสรุปดังนี้

ความหมายของทักษะ

ยงยุทธ วงศ์ภิรมย์ศานต์ (2540: 25) ให้ความหมายของทักษะว่าเป็นความสามารถอันประกอบด้วยความรู้ เจตคติ และทักษะในอันที่จะจัดการกับปัญหารอบ ๆ ตัวในสภาพสังคมปัจจุบันและเตรียมพร้อมสำหรับการปรับตัวในอนาคต จึงหมายรวมถึงทักษะทางสังคมในด้านทักษะในอันที่จะจัดการกับปัญหารอบ ๆ ตัว ในสภาพสังคมปัจจุบันและเตรียมพร้อมสำหรับการปรับตัวในอนาคต

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2540: 16) ให้ความหมายทักษะไว้ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแสดงออกถึงความรู้สึกรักของตนเองตามสิทธิและความพึงพอใจ ตลอดจนทำให้ความต้องการแห่งตนสามารถบรรลุได้โดยไม่ละเมิดสิทธิและความพึงพอใจของบุคคลอื่น ทักษะทางสังคมจึงหมายถึงความสามารถของบุคคลในการที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแสดงออกถึงความรู้สึกของตนเองตามสิทธิและความพึงพอใจ ตลอดจนทำให้ความต้องการแห่งตนสามารถบรรลุได้โดยไม่ละเมิดสิทธิและความพึงพอใจของบุคคลอื่น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554 ค: 1) ได้ให้นิยามของทักษะ ว่าเป็นความสามารถของบุคคลที่จะจัดการกับปัญหาต่างๆ รอบตัวในสภาพสังคมปัจจุบันและเตรียมพร้อมสำหรับการปรับตัวในอนาคต โดยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะให้เหลือ 4 องค์ประกอบ



เน้นหนักเฉพาะด้านทักษะทางสังคม คือ การตระหนักรู้และเห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น การคิดวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหา การจัดการอารมณ์และความเครียด การสร้างสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่น องค์ประกอบของทักษะ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554: 2) ได้กำหนดองค์ประกอบทักษะชีวิตสำคัญที่จะเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับเด็กในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและเตรียมความพร้อมสำหรับการปรับตัวของผู้เรียนในอนาคตไว้ 4 องค์ประกอบ โดยเป็นทักษะทางสังคมในองค์ประกอบดังนี้

1. การตระหนักรู้และเห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น หมายถึง การรู้ความถนัดความสามารถจุดเด่นจุดด้อยของตนเอง เข้าใจความแตกต่างของแต่ละบุคคล รู้จักตนเอง ยอมรับ เห็นคุณค่าและภาคภูมิใจในตนเองและผู้อื่น มีเป้าหมายในชีวิตและมีความรับผิดชอบต่อสังคม
2. การคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การแยกแยะข้อมูลข่าวสารปัญหาและสถานการณ์รอบตัว วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์รอบตัวด้วยหลักเหตุผลและข้อมูลที่ถูกต้อง ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง อย่างสร้างสรรค์
3. การจัดการกับอารมณ์และความเครียด หมายถึง ความเข้าใจและรู้เท่าทันภาวะอารมณ์ของบุคคล รู้สาเหตุของความเครียด รู้วิธีการควบคุมอารมณ์และความเครียด รู้วิธีผ่อนคลายหลีกเลี่ยงและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดอารมณ์ไม่พึงประสงค์ไปในทางที่ดี
4. การสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีกับผู้อื่น หมายถึง การเข้าใจมุมมอง อารมณ์ความรู้สึกของผู้อื่น ใช้ภาษาพูดและภาษากายเพื่อสื่อสารความรู้สึกนึกคิดของตนเอง ได้รับความรู้สึกนึกคิดและความต้องการของผู้อื่น วางตัวได้ถูกต้องเหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้การสื่อสารที่สร้างสัมพันธ์ภาพที่ดี สร้างความร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สรุป ทักษะ หมายถึง ความสามารถอันประกอบด้วยความรู้ เจตคติ และทักษะในอันที่จะจัดการกับปัญหารอบ ๆ ตัวในสภาพสังคมปัจจุบันและเตรียมพร้อมสำหรับการปรับตัวในอนาคต โดยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะ โดยเน้นหนักเฉพาะด้านทักษะทางสังคม คือ การตระหนักรู้และเห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น การคิดวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหา การจัดการอารมณ์และความเครียด การสร้างสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่น

2.7. แนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม

การมีส่วนร่วม เป็นกระบวนการที่บุคคลหลายฝ่ายเข้ามามีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนา หรือแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม ประกอบด้วย ความหมาย ความสำคัญ ประโยชน์ และกระบวนการของการมีส่วนร่วม สามารถสรุปได้ดังนี้



ความหมายของการมีส่วนร่วม

สัญญา สัญญาวิวัฒน์ (2539: 130) กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชน หมายถึง การเปิดโอกาสให้ประชาชน ผู้เป็นเป้าหมายของการพัฒนา เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการพัฒนาตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ การประเมินโครงการ จนเสร็จสิ้นโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ชาวชุมชนบทได้เรียนรู้ ทั้งเรื่องที่ทำ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งหากสมประสงค์แล้ว ก็จะทำให้คนเกิดการพัฒนาได้

ชินรัตน์ สมสืบ (2539: 24) การมีส่วนร่วม หมายถึง การเกี่ยวข้องกับทางด้านจิตใจ และ อารมณ์ของบุคคลหนึ่งในสถานการณ์กลุ่ม ซึ่งผลของการเกี่ยวข้องดังกล่าวเป็นเหตุเร้าใจให้กระทำการ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของกลุ่มนั้นกับทั้งทำให้เกิดความรู้สึกมีส่วนร่วมรับผิดชอบกับกลุ่มดังกล่าวด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชนบทหมายถึง การให้ประชาชนเป็นผู้ตัดสินใจ ในกิจกรรมของโครงการดำเนินงานพัฒนาชนบททุกขั้นตอน ตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การใช้ประโยชน์ และการประเมินผล

อรทัย ก๊กผล (2552: 17-19) กล่าวว่า ความหมายของการมีส่วนร่วมของประชาชน เปลี่ยนแปลงไปตามบริบททางสังคมและการเมือง ในอดีตการมีส่วนร่วมของประชาชนมักหมายถึง การมีส่วนร่วมทางการเมือง แต่ปัจจุบันสังคมให้ความสำคัญกับประชาธิปไตยทางตรง และ ประชาธิปไตยที่ประชาชนปกครองตนเอง ส่งผลให้ความหมายของการมีส่วนร่วมของประชาชนมี ขอบเขตกว้างขึ้น การมีส่วนร่วมของประชาชน (Public Participation) หมายถึง การที่องค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่นเปิดให้ประชาชนเข้าไปร่วมในการกำหนดกฎเกณฑ์ นโยบาย กระบวนการบริหาร และ ตัดสินใจของท้องถิ่น เพื่อผลประโยชน์ของประชาชน โดยส่วนรวมอย่างแท้จริง ทั้งนี้ ต้องอยู่บน พื้นฐานของการที่ประชาชนจะต้องมีอิสระทางความคิด มีความรู้ความสามารถในการกระทำ และมีความเต็มใจที่จะเข้าร่วมต่อกิจกรรมนั้นๆ โดยหลักการการมีส่วนร่วมของประชาชนจะต้องมีลักษณะ การเข้าร่วมอย่างครบวงจรตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุด ไม่ใช่เป็นการจัดเวทีการมีส่วนร่วมครั้งเดียว ตัวอย่างเช่น ในการแก้ปัญหาของชุมชนควรเปิดให้ประชาชนเข้าร่วมตั้งแต่ต้นจนจบ ดังนี้

- 1) เริ่มตั้งแต่การเกิดจิตสำนึกในตนเอง และถือเป็นภาระหน้าที่ของตนในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมหรือชุมชนที่ตนอยู่
- 2) ร่วมคิดด้วยกันว่าจะอะไรที่เป็นปัญหาของชุมชน มีสาเหตุอย่างไรและจะจัดลำดับ ความสำคัญของปัญหาเป้าหมายอย่างไร และควรที่จะจัดการกับปัญหาใดก่อนหลัง
- 3) ร่วมกันวางแผนการดำเนินงานว่าจะจัดกิจกรรมหรือ โครงการอะไร จะแบ่งงานกันอย่างไร ใช้งบประมาณมากน้อยเพียงใด จะจัดหางบประมาณมาจากที่ใด และใครจะเป็นผู้ดูแลรักษา
- 4) ร่วมดำเนินงาน ประชาชนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความเต็มใจ เต็มกำลัง ความรู้ความสามารถของตนเอง



5) ร่วมกันติดตามประเมินผล ตลอดเวลาที่ทำงานร่วมกัน ประชาชนจะต้องมีส่วนร่วมในการตรวจสอบถึงปัญหาอุปสรรค และร่วมกันในการหาทางแก้ไขปัญหา เพื่อให้งานหรือภารกิจดังกล่าว สามารถสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

6) ร่วมรับผลประโยชน์ ประชาชนที่เข้ามามีส่วนร่วมกิจกรรมของชุมชนแล้วย่อมที่จะได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน ซึ่งอาจไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในรูปของเงิน วัสดุสิ่งของ แต่อาจเป็นความสุขสบาย ความพอใจในสภาพของความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นก็ได้

ความสำคัญของการมีส่วนร่วม

นิคม ไชยวรรณ (2540: 64) ได้กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนนับได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนา ซึ่งเห็นได้ว่ากิจกรรมการพัฒนาใด ๆ ก็ตามหากประชาชนไม่มีความรู้สึกเป็นเจ้าของและลงมือดำเนินกิจกรรมด้วยตัวเองแล้ว กิจกรรมนั้นก็มิอาจสำเร็จลุล่วงและดำรงอยู่ได้ แต่ถ้าหากว่าประชาชนมีความรู้สึกเข้าใจในกระบวนการอย่างทอ้งแท้อและสามารถมองเห็นและคาดหวังในผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อตนเองและด้นรนาทางแก้ไขเพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลง จนเกิดการตัดสินใจเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงของชุมชน ซึ่งจะนำไปสู่ความยั่งยืนพร้อมทั้งจะช่วยพัฒนาขีดความสามารถของประชาชนให้เพิ่มมากขึ้น

ประโยชน์ของการมีส่วนร่วม

วินชัย วัฒนศัพท์ (2543) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการมีส่วนร่วมของประชาชนดังนี้

1. เพิ่มคุณภาพของการตัดสินใจ กระบวนการปรึกษาหารือกับสาธารณชนช่วยให้เกิดความกระจ่างในวัตถุประสงค์ และความต้องการของโครงการ หรือนโยบายนั้น ๆ ได้อยู่เสมอ สาธารณชนสามารถที่ผลักดันให้เกิดการทบทวนข้อสันนิษฐานที่ปิดบังอยู่ ซึ่งอาจจะปิดบังไม่ให้มองเห็นทางออกที่มีประสิทธิภาพที่สุด บ่อยครั้งกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนก่อให้เกิดการพิจารณาถึงทางเลือกใหม่แทนวิธีการที่เคยใช้กันมาในอดีต สาธารณชนมักจะมีข้อมูลที่สำคัญซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างในการที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ ก่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างโครงการที่ประสบความสำเร็จ และไม่ประสบความสำเร็จ

2. การลดค่าใช้จ่าย และการสูญเสียเวลา กระบวนการ หรือโครงการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างเต็มรูปแบบ มักจะ สิ้นเปลือง และเสียเวลา แต่ในทางปฏิบัติแล้วการมีส่วนร่วมของประชาชนมาตั้งแต่ต้น สามารถที่จะลดความล่าช้าและลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งของประชาชนได้ การตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งอาจจะดูว่าสิ้นเปลือง และเสียเวลามากกว่าที่จะตัดสินใจได้แต่ว่าเมื่อตัดสินใจได้แล้ว และนำมาสู่การปฏิบัติอาจจะป็นวิธีการประหยัดกว่าด้วยซ้ำไป การตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งที่ทำไปอย่างรวดเร็ว และดูเหมือนจะไม่สิ้นเปลือง อาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าถ้าการตัดสินใจนั้นไม่ได้ทำให้เกิดข้อตกลงระหว่างกลุ่ม แต่กลับนำไปสู่ความขัดแย้งของประชาชนอย่างต่อเนื่องมากขึ้น การมีส่วนร่วมของประชาชนสามารถเกิดผลในการยอมรับอย่างสูงต่อการตัดสินใจโดยกลุ่มซึ่งมีส่วน ใน



การตัดสินใจนั้น ๆ ในการนี้ ก็จะช่วยลดความขัดแย้งระหว่างการนำไปปฏิบัติทำให้ เกิดการประหยัด ค่าใช้จ่าย ซึ่งโดยทั่วไปอาจจะแพงกว่าค่าใช้จ่ายในการทำโครงการ การมีส่วนร่วมของประชาชน

3. การสร้างฉันทามติ โครงการมีส่วนร่วมของประชาชนสามารถที่จะสร้างข้อตกลง ที่มั่นคง และการยอมรับระหว่างกลุ่มซึ่งก่อนหน้านี้อาจจะมีความเห็นขัดแย้งกันคนละทาง การมีส่วนร่วม นี้ยังก่อให้เกิดความเข้าใจระหว่างคู่กรณีลดความขัดแย้งทางการเมืองและ สร้างให้เกิดความชอบธรรมในการตัดสินใจของรัฐ

4. การเพิ่มความง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทำให้คนเรามีความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของ การตัดสินใจนั้นและครั้งหนึ่งเมื่อได้ร่วมตัดสินใจแล้วเขาพร้อมต้องการที่จะเห็นสิ่งนั้น นำไปปฏิบัติได้ไม่เพียงแต่จะมีกระสุนทางการเมืองต่อการนำไปปฏิบัติแต่กลุ่ม และปัจเจกชนอาจจะรู้สึกกระตือรือร้นในการที่จะช่วยให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

5. การหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้าใน "กรณีที่ย่ำแย่ที่สุด," กระบวนการที่มีส่วนร่วมของประชาชนก่อให้เกิดโอกาสที่คู่กรณีจะแสดง ความต้องการของกลุ่มเขาและความห่วงกังวลที่ปราศจากความรู้สึกที่เป็นปฏิปักษ์ การมีส่วนร่วมของประชาชน ตั้งแต่ต้นสามารถลดการเผชิญหน้ากัน อย่างรุนแรงที่อาจจะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามการมีส่วนร่วมของประชาชนไม่ใช่ยาวิเศษมันไม่อาจที่จะลดหรือกำจัดความขัดแย้งในทุก ๆ กรณีได้

6. การดำรงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือและความชอบธรรม วิธีทางที่จะนำไปสู่ความชอบธรรม และการดำรงอยู่ของความชอบธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อการตัดสินใจก่อให้เกิดความขัดแย้งก็ คือจะต้องใช้กระบวนการ ตัดสินใจซึ่งโปร่งใส และน่าเชื่อถือต่อสาธารณชน โครงการมีส่วนร่วมของประชาชน ยังก่อให้เกิดความเข้าใจถึงเหตุผลที่นำไปสู่การตัดสินใจนั้น ๆ

7. การคาดคะเนความห่วงกังวลของประชาชนและค่านิยมของสาธารณชน เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นที่ทำงานกับสาธารณชนในโครงการมีส่วนร่วมของประชาชนเขาจะค่อย ๆ เพิ่ม ความรู้สึกที่ไวต่อความห่วงกังวลของสาธารณชน และต่อที่ว่าสาธารณชนมองการปฏิบัติงานขององค์กร ส่วนท้องถิ่นอย่างไร บ่อยครั้งที่คนคิด เหล่านี้ได้นำมาพูดกันภายใน เพื่อที่ว่าเจ้าหน้าที่จะเกิดความตระหนักถึงการตอบสนอง ของสาธารณชนที่เป็นไปได้ต่อกระบวนการและการตัดสินใจต่าง ๆ ถึงแม้ว่า ประเด็นนั้นอาจจะไม่ใหญ่โตมากนักที่จะต้องทำโครงการการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างเป็นทางการ

8. การพัฒนาความเชี่ยวชาญ และความคิดสร้างสรรค์ของสาธารณชน ประโยชน์อันสำคัญอย่างยิ่งของการมีส่วนร่วมของประชาชน คือ การให้การศึกษาต่อสาธารณชนที่ดีขึ้นกว่าเดิมผู้มีส่วนร่วมไม่เพียงแต่จะเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหา แต่เขายังได้เรียนรู้ด้วยว่ากระบวนการตัดสินใจโดยองค์กร ส่วนท้องถิ่นของเขาควรจะเป็นอย่างไร และทำไมจึงต้องตัดสินใจดังกล่าว การมีส่วนร่วมของประชาชนยังเป็นเวที การฝึกที่มีประสิทธิภาพของผู้นำท้องถิ่นในอนาคตอีกด้วย

กระบวนการเกิดการมีส่วนร่วม



การเกิดการมีส่วนร่วมเกิดจากความจำเป็นและความต้องการที่มีความเห็นพ้องต้องกันของสาธารณชนทั้งหลายดังนิรันดร์ จงวุฒิเวศน์ ได้กล่าวไว้ว่า การมีส่วนร่วมเกิดจากแนวคิดสำคัญ 6 ประการ คือ (นิรันดร์ จงวุฒิเวศน์, 2527)

1. ความสนใจและความห่วงกังวลร่วมกัน ซึ่งเกิดจากการสนใจและความห่วงกังวลส่วนบุคคล ซึ่งบังเอิญสอดคล้องกัน กลายเป็นความสนใจและความห่วงกังวล ร่วมกันของส่วนรวม
2. ความเดือดร้อนและความไม่พึงพอใจร่วมกันที่มีต่อสถานการณ์ที่เป็นอยู่นั้น ผลักดันให้พุ่งไปสู่การรวมกลุ่ม วางแผน และลงมือกระทำร่วมกัน
3. การตกลงใจร่วมกันที่จะเปลี่ยนแปลงกลุ่มชุมชนไปในทิศทางที่พึงปรารถนา การตัดสินใจร่วมกันจะต้องรุนแรงมากพอ ที่จะทำให้เกิดความคิดริเริ่มกระทำที่ สนองตอบความเห็นชอบของคนส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น
4. ความศรัทธา ที่มีความเชื่อถือบุคคลสำคัญ สิ่งศักดิ์สิทธิ์ ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การลงแขก การบำเพ็ญประโยชน์ การสร้างโบสถ์วิหาร
5. ความเกรงใจที่มีต่อบุคคลที่เคารพนับถือหรือมีเกียรติยศตำแหน่ง ทำให้ประชาชนเกิดความเกรงใจที่จะมีส่วนร่วมทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีความศรัทธา หรือความเต็มใจ อย่างเต็มเปี่ยมที่จะกระทำ
6. อำนาจบังคับ ที่เกิดจากบุคคลที่มีอำนาจเหนือกว่า ทำให้ประชาชนถูกบีบบังคับ ให้มีส่วนร่วมในการกระทำต่าง ๆ

สรุป การมีส่วนร่วม หมายถึง กระบวนการดำเนินงานของประชาชนกับองค์กรของรัฐ หรือองค์กรเอกชน เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาของชุมชน ทั้งทางด้านจิตใจ และพฤติกรรมต่างๆ เมื่อประชากรและองค์กรต่างๆเข้ามามีส่วนร่วมกัน จะส่งผลประโยชน์ในหลายด้าน เช่น เพิ่มคุณภาพของการตัดสินใจ การลดค่าใช้จ่าย และการสูญเสียเวลา การสร้างฉันทามติ การเพิ่มความง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ และการดำรงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือและความชอบธรรม ซึ่งถือเป็นผลดีต่อทั้งสองฝ่าย และบุคคลอื่น

2.8 บริบทพื้นที่

ข้อมูลทั่วไป โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ตั้งอยู่เลขที่ 35 ถนนจันทบูร ตำบลตลาดอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000 โทรศัพท์ 0-4371-1049 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2498 สังกัดกระทรวงศึกษาธิการต่อมาเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2506 เทศบาลเมืองมหาสารคาม ได้โอนการศึกษามาดำเนินการโดยอาศัยวัดสามัคคีเป็นสถานที่ของโรงเรียน ต่อมาปี พ.ศ. 2515 เทศบาลได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลเพื่อจัดซื้อที่ดินและสร้างอาคารเรียนขึ้นใหม่ โดยย้ายจากวัดสามัคคีมาตั้งที่บริเวณแห่งใหม่ในชุมชนสามัคคีติดถนนจันทบูร



ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ทั้งสิ้น 15 ไร่ 2 งาน 68.2 ตารางวา และได้ตั้งชื่อว่า “โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา”

อาณาเขต โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา มีทิศเหนือ ติดกับชุมชนสามัคคี 2 ทิศใต้ ติดกับชุมชนสามัคคี 1 ทิศตะวันออก ติดกับชุมชนสามัคคี 1 และ ทิศตะวันตก ติดกับชุมชนธัญญา 2

สภาพการดำเนินงานของสถานศึกษา

วิสัยทัศน์ (Vision) "มุ่งเน้นคุณภาพการศึกษา พัฒนาแหล่งเรียนรู้ เข้าสู่ประชาคมอาเซียน เรียนรู้รักสามัคคี ก้าวทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ ส่งเสริมงานอาชีพศิลปวัฒนธรรมไทย ชุมชนร่วมใจบริหารจัดการโรงเรียนเป็นฐาน บูรณาการใช้หลักเศรษฐกิจพอเพียง"

ปรัชญาการจัดการศึกษา โรงเรียนเน้นคุณภาพการจัดการศึกษาที่สนองต่อความต้องการของนักเรียนและชุมชน พัฒนาความรู้คู่คุณธรรม จริยธรรม มีความรู้ด้านเทคโนโลยี จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมการพัฒนาอาชีพตระหนักในความเป็นอาเซียนและน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา คำขวัญ “สามัคคี มีวินัย ใฝ่คุณธรรม เป็นคนดีของสังคม” มีคติพจน์ “สุชา สงฆสสุ สามัคคี” ความพร้อมเพรียงของหมู่คณะนำมาซึ่งความสุข อัตลักษณ์ วินัยดีมีมารยาท เอกลักษณ์ ยิ้มไหว้ ทักทายกัน สี่ประจำโรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา “ฟ้า – ขาว”

พันธกิจ (Mission)

1. พัฒนาคุณภาพการศึกษา
2. พัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
3. บริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน
4. จัดการศึกษาโดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
5. พัฒนาเทคโนโลยีและเตรียมความพร้อมสู่อาเซียน

เป้าหมาย (Goals)

1. ผู้เรียนมีความรู้ตามมาตรฐานการจัดการศึกษา และภาษาอังกฤษ ภาษาจีน
2. ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
3. โรงเรียนมีห้องเรียน ห้องพิเศษ และภูมิทัศน์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. โรงเรียนมีการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วม และใช้หลักธรรมาภิบาล
5. ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการศึกษาของโรงเรียน
6. ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและประเทศในกลุ่มอาเซียน

กลุ่มอาเซียน

ระบบโครงสร้างบริหาร โรงเรียนได้จัดทำแผนพัฒนาการศึกษาสามปี พ.ศ. 2558 - 2560

เพื่อเป็นกรอบแนวทางดำเนินงาน มุ่งเน้นดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการศึกษา 3 ด้าน คือ ด้าน



ปัจจัย ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต โดยมีเป้าหมายครอบคลุมองค์ประกอบดังนี้ คือ ผู้เรียน โรงเรียน ครู ชุมชน ใช้หลักการตรวจสอบคุณภาพ (PDCA) มาใช้ในการตรวจสอบพัฒนางานทั้ง 4 ฝ่าย 6 งาน คือ งานวิชาการ งานบุคลากร งานงบประมาณ และงานบริหารทั่วไป โดยอยู่ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน ผู้เรียน และคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

ปัจจุบันโรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา เปิดการสอนตั้งแต่ระดับก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนครู 26 คน บุคลากรสนับสนุนการสอน 1 คน นักการภารโรง 2 คน จำนวนนักเรียน 390 คน อาคารเรียน 4 หลัง ศูนย์ประสานการจัดการความรู้ประชาคมอาเซียนฯ 1 หลัง ห้องเรียนทั้งหมด 15 ห้องเรียน ห้องพิเศษ 10 ห้อง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ อัมระภา (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิค การรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 82 คน จาก 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน ($p > .05$)

นิตา กิจจินดาโอภาส (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญากับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาต้นประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญากับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100คน จาก 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ชั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ด้านการอนุมาน มากกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Sombat Appamaraka, Paitool Suksringam and Adisak Singsewo (2009: 287-291) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการโดยรวม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ โดยรวม และรายด้าน 3 ด้าน คือ การนิรนัย การตีความ และการประเมิน ข้อได้ไ้แย้งมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งน้ำมันสาปะหลัง มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ โดยศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งน้ำมันสาปะหลัง โดยทำการทดสอบสมรรถนะทางความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งน้ำมันสาปะหลังในอัตราส่วน 9 : 1 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนสูงสุดเท่ากับ 6,580.10 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และอัตราส่วน 1 : 9 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนต่ำสุดเท่ากับ 4,514.13 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ผลการทดสอบมลภาวะจากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่ง พบว่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีปริมาณเท่ากับ 195 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เท่ากับ 26 ppm คาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณมากกว่า 4,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าลดลง สัมพันธ์กับปริมาณคงเหลือของวัสดุหลังการเผาไหม้ ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้อเสนอแนะ ถ่านอัดแท่งยังไม่เป็นที่รู้จักของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องมีการประชาสัมพันธ์เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมรรถนะและประโยชน์ของการใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตมาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Warapond Budprom, Paitool Suksringam and Adisak Singriwo (2010: 200-204) ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้พหุปัญญากับคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้ พหุปัญญากับคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม



(Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวมและเป็นรายด้านและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมมากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนันท์ วชิรมนตรี (2554: 86-100) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา โรงเรียนบ้านบางกะปิ กรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านบางกะปิ โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร 6 ขั้น ของทาบา (Taba) แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การสร้างหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น การร่างหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา การตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข การนำหลักสูตรไปทดลองใช้ ตอนที่ 2 การนำหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาไปใช้จัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การนำหลักสูตรไปใช้และการประเมินการใช้หลักสูตร ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษามีครบทุกองค์ประกอบ คือ ชื่อหลักสูตร ความสำคัญ วัตถุประสงค์ หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างเวลาเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ คำอธิบาย รายวิชา การจัดการเรียนรู้ และแนวทางวิธีการประเมินผล โดยมีการบูรณาการ

มานิตย์ ซาซีย (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน โดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน เพื่อการสร้างและประเมินรูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน ผลการศึกษาพบว่า สภาพปัญหาและการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน ของแต่ละด้านโดยรวมอยู่ในระดับมากรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน โดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ของตำบลโหรา คือ รูปแบบการมีส่วนร่วม HORA Model เด็กและเยาวชนที่ร่วมกิจกรรมการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน มีคะแนนเฉลี่ยความรู้โดยรวมและจำแนกตามมิติ/ด้านตำบลน่าอยู่ หลังเข้าร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีความตระหนักและการมีส่วนร่วมโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยสรุป รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน ทำให้เด็กและเยาวชนมีความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่ของตนเองซึ่งก่อให้เกิดความสำคัญในกิจกรรมของตำบลน่าอยู่และเป็นประโยชน์ที่จะพัฒนาความยั่งยืนในชุมชน

เรืองศรี คุณสุทธิ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ ในการปฏิรูปการเรียนรู้เป็นหัวใจของการ



ปฏิรูปการศึกษา หลักสำคัญในการปฏิรูปการศึกษา คือ การยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Jeeraporn Chankian, Adisak Singseewo and Penkae Thamsananupap (2012: 512-520) ได้ศึกษา การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการเน้นการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญในการส่งเสริมทักษะการคิดที่สำคัญสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 30 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการคัดเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยเน้นการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีระดับค่าดัชนีประสิทธิผล 0.4114

Punmanatpong Punprasert, Prayoon Wongchantra and Banyat Salee (2013: 546-552) ได้ทำการศึกษา การพัฒนากิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้ เจตคติและพฤติกรรม การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สำหรับเด็กและเยาวชนในสถานพินิจและคุ้มครองเด็ก และเยาวชนจังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเสริมสร้างความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทัศนคติและพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนสำหรับเด็กและเยาวชนในสถานพินิจและคุ้มครองจังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า เด็กและเยาวชนโดยส่วนรวม และจำแนกตามอายุและคตติความ หลังการเข้าร่วมการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวม และเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า น้ำ ความสะอาด และการจัดการขยะ เพิ่มขึ้นก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Noppadon Phumeechanya and Panita Wannapiroon (2014: 4803-4808) ได้ทำการศึกษา การออกแบบของปัญหาตามที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม พื้นฐานการเรียนรู้ที่แพร่หลายในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อ 1) การออกแบบของปัญหาที่ใช้กับกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม พื้นฐานการเรียนรู้ที่แพร่หลายในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การออกแบบที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ปัญหาและกลยุทธ์พื้นฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยสื่อประกอบดังต่อไปนี้ 1) การศึกษาของเนื้อหา 2) นำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้น 3) การแก้ปัญหาการวางแผน 4) การแก้ปัญหา และ 5) ข้อสรุปทั่วไปและหลักการที่ได้มาจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น

Somchai Wanlu, Adisak Singseewo and Paitool Suksringarm (2015: 1646-1650) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้และความตระหนักของกฎหมายสิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของผู้ถูกคุมความประพฤติ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และการรับรู้



เกี่ยวกับกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของผู้ถูกคุมความประพฤติในจังหวัดมหาสารคาม การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาคู่มือการฝึกอบรมและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วยแบบสอบถามเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม แบบสอบถามเกี่ยวกับความตระหนักเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม และแบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ขั้นตอนที่ 2 คือการทดลองใช้คู่มือการฝึกอบรมและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับผู้ถูกคุมความประพฤติจำนวน 30 คน ขั้นตอนที่ 3 คือการประเมินผลการดำเนินงานของคู่มือการฝึกอบรมที่พัฒนาแล้วกับผู้ถูกคุมความประพฤติจำนวน 55 คน ซึ่งได้จากการเจาะจงและด้วยความสมัครใจเป็นเวลา 3 วัน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณค่าได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม ($p < 0.001$) นอกจากนี้พวกเขาแสดงให้เห็นว่าความรู้เพิ่มเติมจากกฎหมายสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากกว่ากลุ่มควบคุมผู้ถูกคุมความประพฤติ ($p < 0.001$)

Somsak Klongyut, Adisak singsewo and Paitool Suksringam (2015: 2599-2605) ได้ศึกษาการพัฒนาการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมในโรงเรียน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความรู้ ทักษะคติ และพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่เข้าร่วมในการฝึกอบรม นักเรียนรวม จำแนกตามเพศ และระดับชั้นประถมศึกษาแสดงให้เห็นว่าได้รับความรู้ ทักษะคติ และพฤติกรรมก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการฝึกอบรมนักเรียนหญิงมีความรู้มากขึ้นโดยรวมและใน 3 ด้าน คือ ด้านการกำจัดขยะและน้ำเสีย, การอนุรักษ์น้ำและการใช้สารเคมีกว่านักเรียนชาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้มากขึ้นในแง่ของการอนุรักษ์พลังงานมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แต่ทั้งสองกลุ่มของนักเรียนไม่ได้ระบุทักษะคติและพฤติกรรมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของเพศกับระดับชั้น พบว่า มีความรู้และพฤติกรรมที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

Charinrat Ladawan, Adisak Singsewo and Paitool Suksringarm (2015: 1846-1850) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทักษะการทำงานเป็นทีม และพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ติดต่อวิธีการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคอภิปัญญา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทักษะการทำงานเป็นทีมและพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นหลังจากการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

Dheerayut Wisedsang, Chowwalit Chookhampaeng and Pitak Noiwangklang (2015: 1651-1661) ได้ศึกษา การพัฒนาหลักสูตรการเสริมสร้างความงามสำหรับศิลปะในการเรียนรู้งานศิลปะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7: การศึกษานักบิน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้และการพัฒนาคือการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ความรู้สึกที่สวยงามของนักเรียนและการเรียนรู้ศิลปะอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ขั้นตอนของการศึกษาประกอบด้วยคือ: 1. การศึกษาข้อมูล



พื้นฐานเกี่ยวกับความงามของศิลปะรวมถึงคุณลักษณะแนวทางทฤษฎีปัญหาและความต้องการ 2. การพัฒนาหลักสูตรเบื้องต้น ได้แก่ 1) เหตุผล 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนการสอน (โดยใช้กระบวนการ PRemAA) และ 5) การวัดและประเมินผล รวมทั้งการศึกษานำร่องเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนหลังการทดสอบแอดทริบิวต์ความงามของศิลปะสูงกว่าก่อนการทดสอบ นอกจากนี้หลักสูตรประกอบไปด้วยความเป็นไปได้ในทฤษฎีและการปฏิบัติทั้งสอง

2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ergin (2008: 47-59) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในเนื้อหาการเคลื่อนที่แบบโปรเจกต์ A สำหรับนักเรียน จำนวน 84 คนโดยศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อขบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่หลากหลายเป็นเครื่องมือในการวัดผลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการตอบแบบทดสอบได้ดี และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

Georgia Liarakou, Costas Gavrilakis and Eleni Flouri. (2009: 120-129) ได้ทำการศึกษา ความรู้ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาและทัศนคติที่มีต่อแหล่งพลังงานทดแทน การตรวจสอบความรู้ การรับรู้รวมทั้งทัศนคติของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับด้านต่างๆของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญสูงสำหรับสิ่งแวดล้อมศึกษา ความเข้าใจแบบบูรณาการของพารามิเตอร์เหล่านี้ อย่างไรก็ตามสามารถสนับสนุนการวางแผนหลักสูตรการศึกษาสิ่งแวดล้อมและวัสดุการศึกษาที่เกี่ยวข้องในการสำรวจครั้งนี้เราตรวจสอบความรู้และทัศนคติของครูมัธยมศึกษาในกรีซที่มีต่อแหล่งพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งลมและระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบสอบถามที่มีทั้งคำถามเปิดและปิดถูกใช้เป็นเครื่องมือกับระเบียบวิธีหลัก ผลการวิจัยพบว่าถึงแม้ครูได้ทราบเกี่ยวกับแหล่งพลังงานหมุนเวียน และพอใจต่อแหล่งข้อมูลเหล่านี้ พวกเขาแทบจะแสดงตำแหน่งอย่างชัดเจนเกี่ยวกับปัญหาหลายประการเกี่ยวกับลมและเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ และฟาร์ม นอกจากนี้รูปแบบดังกล่าวจะจำกัดแบบบูรณาการในการสอนไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมการศึกษาหลักสูตรพิเศษหรือผ่านหลักสูตร การค้นพบนี้ไม่สามารถยืนยันได้ว่าครูสามารถมีอิทธิพลต่อความคิดของนักเรียนที่มีต่อระบบพลังงานทดแทน ดังนั้นหน่วยงานควรลงทุนมากขึ้นในด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา และครูที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

Sotannde, Oluyeye and Abah (2010: 63-67) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากซีลี้อยของสะเดา การศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังและกาวที่ยึดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากซีลี้อยของสะเดา เชื้อเพลิงอัดแท่ง ถูกผลิตโดยแฉีกกอดอัดที่ความดันเฉลี่ย 10.7 กก. .ซม² ซีลี้อยและสารผสมในอัตราส่วน 100: 15 100: 25 100: 35



100: 45 น้ำหนักตามลำดับ เชื้อเพลิงอัดแท่ง ผลิตได้ภายใต้การทดสอบทางกายภาพและการเผาไหม้ ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและการเผาไหม้ของ เชื้อเพลิงอัดแท่ง แตกต่างกับชนิดสารยึดเกาะและระดับสารยึดเกาะ ($p < 0.05$) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า เชื้อเพลิงอัดแท่ง ผูกพันกับแป้งให้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของ $0.546 \text{ กรัม}\cdot\text{ซม}^{-3}$, คะแนนความทนทานของ 95.93% ค่าความร้อน $33.09 \text{ เมกะจูล กก}^{-1}$ ร้อยละของคาร์บอนคงที่ 84.70% และเถ้าดำและสารระเหย 3.35% และ 11.95% ตามลำดับ ในขณะที่อัดก่อนผูกพันกับการมีความหนาแน่นของ $0.425 \text{ กรัม}\cdot\text{ซม}^{-3}$, คะแนนความทนทานของ 94.85% ค่าความร้อน $32.76 \text{ เมกะจูล}\cdot\text{กก}^{-1}$ ร้อยละของคาร์บอนคงที่ 87.30% และเถ้าดำและสารระเหย 4.45% และ 8.75 ตามลำดับ ตั้งแต่จุดมุ่งหมายของการถ่วงก่อนคือการผลิตอัดแท่งที่จะทำหน้าที่เป็นแหล่งที่ดีของการเผาไหม้เชื้อเพลิงและการสนับสนุน อัดแท่งที่ดีที่สุดได้รับการผลิตเมื่ออัตราส่วนซีลี้อยแป้งและอัตราซีลี้อยขาว 100: 25, 100: 35 ตามลำดับ

Akowuah, Kemausuor and Mitchual (2012: 1-6) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีและการศัลยกรรมของตลาดถ่านอัดแท่งซีลี้อย ในกรณีที่ไม่มีการกระจายอย่างกว้างขวางของเชื้อเพลิงการปรุงอาหารที่ทันสมัย ในประเทศกำลังพัฒนาพยายามที่จะทำให้การใช้ประโยชน์จากชีวมวล ซึ่งตกค้างมากในส่วนใหญ่ของประเทศเหล่านี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อแทนที่ส่วนของไม้ฟืนและถ่าน และการตัดที่ลดลงของป่าเพื่อวัตถุประสงค์ของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงอัดแท่งตกค้างจากเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจึงเป็นตัวแทนดีกว่าการใช้ฟืนและถ่านเพื่อให้ความร้อนปรุงอาหารและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ทั้งในเมืองและชนบทชุมชน การศึกษาครั้งนี้พยายามที่จะประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ อัดแท่ง ถ่านที่ผลิตในประเทศกานาและยังสร้างความต้องการและความตั้งใจของผู้ใช้ที่มีศัลยกรรมเพื่อทดแทนถ่านและฟืนถ่านด้วยอัดแท่ง การทดลองในห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง การดำเนินการสำรวจในสัปดาห์ต่อมาใช้แบบสอบถามในการเข้าถึงความตั้งใจของผู้ใช้ที่มีศัลยกรรมในการใช้เชื้อเพลิงอัดแท่ง ผู้ตอบแบบสอบถาม 60 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจงจากครัวเรือนและอุตสาหกรรมบริการเพื่อการสำรวจ ผลของการประเมินทางกายภาพและทางเคมีของ เชื้อเพลิงอัดแท่ง มีดังนี้: ความยาว (75-120 มิลลิเมตร) ความชื้น (5.7% มาตรฐานแห้ง) ความหนาแน่น ($1.1 \text{ g} / \text{cm}^3$) ปริมาณเถ้า (2.6%) คาร์บอนคงที่ (20.7 %) สารระเหย (71%) และค่าความร้อน (4,820 กิโลแคลอรี / กิโลกรัม) คำตอบจากการสำรวจชี้ให้เห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเรื่องง่ายที่จะจุดชนวน มีการเผาไหม้เป็นเวลานานและมีความร้อนที่ดี ผู้ตอบแบบสอบถามยังตั้งข้อสังเกตว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งไม่ได้ทำให้เป็นประกายไฟ มีควันและปริมาณเถ้าที่ลดลงเมื่อเทียบกับถ่านปกติ ในที่สุด 93% ของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระบุความตั้งใจที่จะใช้ เชื้อเพลิงอัดแท่ง ถ้าราคาถูกเปรียบกับถ่าน

Wang Sen (2014: 68-79) ได้ทำการวิจัยการปฏิบัติการเรียนรู้ของรูปแบบไฮบริดในการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัย ผลการวิจัยในบทความนี้เราเผยให้เห็นข้อเสียของการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมและกิจกรรมการวิจัยและวิเคราะห์ข้อดีของการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัยในการ



เรียนรู้ของรูปแบบไฮบริด การวิจัยในทางปฏิบัติของเรายังแสดงให้เห็นว่ารูปแบบไฮบริดสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัยได้

Fortuin, Koppes and Kroeze (2014: 139-152) ได้ศึกษาผลงานของการวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมให้กับนักเรียนในทักษะองค์ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการในการศึกษาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม การศึกษาในการวิเคราะห์ระบบสิ่งแวดล้อมช่วยให้การพัฒนาทักษะเหล่านี้ ทักษะองค์ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการ เราระบุไว้สามองค์ประกอบ (1) ความสามารถในการเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมในลักษณะองค์รวมโดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและชีวฟิสิกส์ (2) ความสามารถในการเชื่อมต่อทั้งการวิเคราะห์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการคาดการณ์ของการแก้ปัญหาที่มีความรู้ทางวินัยและวิธีการที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความสามารถในการสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสังคม

2.10 บทสรุป

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดขอบเขตเพื่อจะนำหลักการสิ่งแวดล้อมศึกษามาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ แนวคิดสิ่งแวดล้อมศึกษา ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา จุดมุ่งหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาและหลักการของสิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งในกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษามีเป้าหมายหลักๆ คือ ความตระหนัก ความรู้ เจตคติ (ทัศนคติ) ทักษะ ความสามารถในการประเมินผล และการเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้วิจัยนำเอาหลักการทางสิ่งแวดล้อมเข้าไปถ่ายทอดผ่านกระบวนการเรียนการสอน ด้วยหลักสูตรซึ่งมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับพลังงาน พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งหลักสูตรได้ผ่านกระบวนการพัฒนา และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อให้หลักสูตรมีประสิทธิภาพ เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะได้รับ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งมันสาปะหลัง การพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชนโดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิค การรู้คิดและตามคู่มือครู การเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญากับการสอนตามคู่มือครู การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในเนื้อหาการเคลื่อนที่แบบโปรเจกต์ A ความรู้ของครูใน



โรงเรียนมัธยมศึกษาและทัศนคติที่มีต่อแหล่งพลังงานทดแทน ศึกษาสมบัติทางกายภาพและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากขี้เลื่อยของสะเดา ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีและการศัลยกรรมของตลาดถ่านอัดแท่งขี้เลื่อย การพัฒนาหลักสูตรการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจสำหรับศิลปะในการเรียนรู้งานศิลปะ การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร်เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการเน้นการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การปฏิบัติการเรียนรู้ของรูปแบบไฮบริดในการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัย การออกแบบของปัญหาตามที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม การพัฒนากิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้ เจตคติและพฤติกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทักษะการทำงานเป็นทีม พฤติกรรมที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมให้กับนักเรียนในทักษะองค์ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการในการศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การพัฒนาความรู้และความตระหนักของกฎหมายสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น โดยใช้พหุปัญญากับคู่มือครู การพัฒนาการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ซึ่งงานวิจัยข้างต้นมีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม
 - 3.3.2 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์
- 3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 3.5 การออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 3.1 รูปแบบการวิจัย One - Group Pretest - posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- E แทน กลุ่มตัวอย่าง
- T₁ แทน การทดสอบความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมก่อนการเรียนการสอน
- T₂ แทน การทดสอบความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมหลังการเรียนการสอน
- X แทน หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล สยามคคีวิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 68 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคามทั้งหมด จำนวน 28 คน ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน

หลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสยามคคีวิทยา จังหวัดมหาสารคาม โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

1. พลังงาน
2. พลังงานทดแทน
3. ถ่านอัดแท่ง

3.3.2 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์

1. แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนของนักเรียน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยใช้แบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ 4 ตัวเลือก คือ ก, ข, ค และ ง จำนวน 20 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก=1 และ ตอบผิด=0 ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับความรู้

ระดับความรู้	จำนวนข้อ	เกณฑ์การแปลผล
15.01 – 20.00	20	ดี
10.01 – 15.00	20	พอใช้
0.00 – 10.00	20	ปรับปรุง



2. แบบวัดทักษะการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมี 5 คำตอบด้วยกัน คือ ทักษะมากที่สุด ทักษะมาก ทักษะปานกลาง ทักษะน้อย และทักษะน้อยที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ทักษะมากที่สุด =5 ทักษะมาก = 4 ทักษะปานกลาง =3 ทักษะน้อย =2 และทักษะน้อยที่สุด =1 จำนวน 15 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับทักษะ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 103)

ทักษะ	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การแปลความหมาย
ระดับทักษะ	4.51-5.00	มากที่สุด
ระดับทักษะ	3.51-4.50	มาก
ระดับทักษะ	2.51-3.50	ปานกลาง
ระดับทักษะ	1.51-2.50	น้อย
ระดับทักษะ	1.00-1.50	น้อยที่สุด

3. แบบวัดการมีส่วนร่วมของนักเรียน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมี 5 คำตอบด้วยกันคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ มากที่สุด =5, มาก =4, ปานกลาง =3, น้อย =2 และน้อยที่สุด =1 จำนวน 15 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับการมีส่วนร่วม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 103)

การมีส่วนร่วม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การแปลความหมาย
ระดับการมีส่วนร่วม	4.51-5.00	มากที่สุด
ระดับการมีส่วนร่วม	3.51-4.50	มาก
ระดับการมีส่วนร่วม	2.51-3.50	ปานกลาง



ระดับการมีส่วนร่วม	1.51-2.50	น้อย
ระดับการมีส่วนร่วม	1.00-1.50	น้อยที่สุด

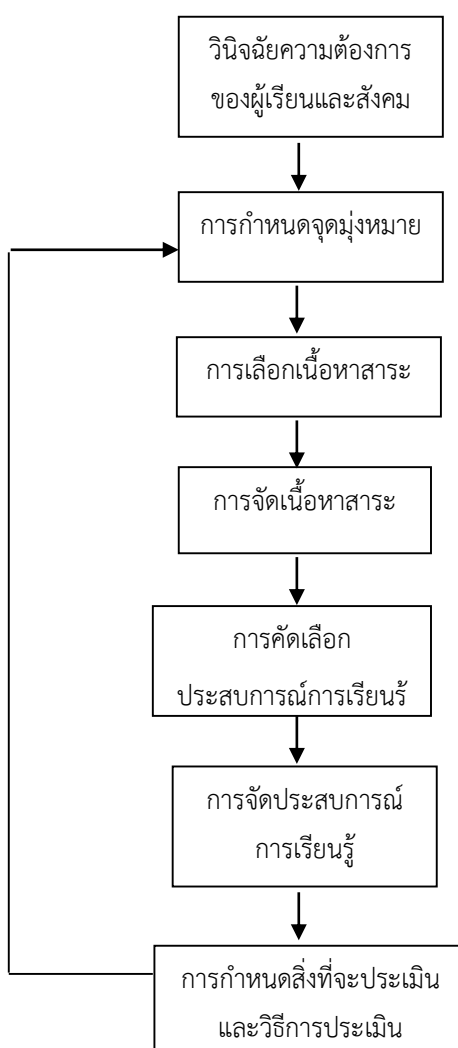
3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน และ เครื่องวัดผลการรู้สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน

การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร มีการดำเนินการพัฒนาหลักสูตร โดยใช้รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบา ซึ่งทาบาเป็นนักการศึกษาที่มีแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและการพัฒนาหลักสูตรเหมือนไทเลอร์ซึ่งเชื่อว่า ครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ใช้หลักสูตรควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาและได้เสนอกระบวนการพัฒนาหลักสูตรจาก ล่างขึ้นสู่บน (The Grass – Root Approach) ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนคล้ายกันกับรูปแบบของ ไทเลอร์ ซึ่งในเรื่องนี้วิชย์ วงษ์ใหญ่ (2537: 15-16) ได้สรุปรายละเอียดไว้ดังนี้





ภาพประกอบที่ 3.1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบา

จากภาพประกอบที่ 3.1 สามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา ดังนี้ (รุจิรี ภู่อสาระ, 2545: 61 - 64)

ขั้นตอนที่ 1 วิจัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม การพัฒนาหลักสูตร พลังงานทดแทน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ในกระบวนการนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด จึงได้ทำข้อมูลมาใช้เป็นเนื้อหาของหลักสูตร ซึ่งเรียงตามลำดับความสำคัญ โดยมีเนื้อหาสาระ แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือ 1. พลังงาน 2. พลังงานทดแทน และ 3. ถ่านอัดแท่ง

ขั้นตอนที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ หลักสูตรพลังงานทดแทน มีเนื้อหาสาระหลักๆ อยู่ 3 หัวข้อ คือ 1. พลังงาน 2. พลังงานทดแทน และ 3. ถ่านอัดแท่ง และในหัวข้อหลักยังมีเนื้อหาที่เป็นหัวข้อย่อย ซึ่งเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญต่อหลักสูตร และการจัดเนื้อหาสาระยังสนองต่อความต้องการของนักเรียน และมีเนื้อหาเหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 – 6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน ผู้วิจัยได้นำเอากระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งการเรียนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เรียนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ มีการเรียนเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การใช้สื่อประกอบ การสนทนาการ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล หลักสูตรพลังงานทดแทน ผู้วิจัยได้นำมาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดย หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยกำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ดร.นิตา กิจจินดาโอภาส ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26
2. ดร.นปดล นพเคราะห์ ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสูงยาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2
3. ว่าที่พันตรี ดร.มานิตย์ ซาชิโย ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแคน (วันครู 2503) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2
4. ดร.จิราภรณ์ จันทร์เขียน ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
5. ดร.วรภรณ์ บุตรพรม ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านวังแสง อำเภอโพธิ์ทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3

เมื่อทำการตรวจสอบหลักสูตรพลังงานทดแทนแล้วนำมาปรับปรุงรูปแบบตามข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้รูปแบบการเรียนการสอน มีความถูกต้อง ครบถ้วนตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จากการนำหลักสูตรพลังงานทดแทน ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมิน



หลักสูตรพลังงานทดแทน มีความสอดคล้องของหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ และมีความเหมาะสมของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก (ภาคผนวก ค) สามารถนำหลักสูตรพลังงานทดแทนไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

3.4.2 เครื่องมือวัดผลการรู้สิ่งแวดลอม

เครื่องมือในการวัดผลการรู้สิ่งแวดลอม คือ แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน แบบวัดทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน และแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก่อนและหลังการฝึกอบรม

1. แบบทดสอบความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร หลักการ ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระเกี่ยวกับ พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลมาสร้างแบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบมี 4 ตัวเลือก คือ ก, ข, ค และ ง จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก=1 และตอบผิด=0

ขั้นตอนที่ 3 นำเครื่องมือที่สร้างให้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบภาษา และความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นตอนที่ 4 นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) จำนวนผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม) ตรวจสอบรายละเอียดและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงกรอบแนวคิด ตามเกณฑ์ที่กำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป และนำแบบทดสอบความรู้ที่สร้างขึ้น นำมาหาความเหมาะสมของแบบทดสอบ

จากการนำแบบทดสอบความรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ พบว่า แบบทดสอบความรู้ มีค่าความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก และมีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบเฉลี่ย 0.6 – 1.00 อยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ (ภาคผนวก ค)โดยมีค่า IOC เฉลี่ย มากกว่า 0.5 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนได้

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน เพื่อนำมาหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ อยู่ระหว่าง 0.09 – 0.61 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.707 และมีค่าความยากง่ายอยู่ในที่ระดับ 0.2000 - 0.7234 อยู่ในเกณฑ์



ใช้ได้ (ภาคผนวก ง) ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ แล้วเลือกใช้แบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ

2. แบบวัดทักษะการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระ

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลมาสร้างแบบวัดทักษะการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ตัวเลือกด้วยกันคือ ทักษะมากที่สุด ทักษะมาก ทักษะปานกลาง ทักษะน้อย ทักษะน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ

ขั้นตอนที่ 3 นำเครื่องมือที่สร้างให้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบภาษา และความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นตอนที่ 4 นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม) ตรวจสอบรายละเอียดและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงกรอบแนวคิด ตามเกณฑ์ที่กำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไปและหาความเหมาะสมของแบบวัด

จากการนำแบบวัดทักษะ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ พบว่า แบบวัดทักษะ มีค่าความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมปานกลาง และมีค่าความสอดคล้องของแบบวัดเฉลี่ย 0.4 – 0.60 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงรายละเอียดของแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วนำมาปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา จึงได้นำแบบวัดไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ค)

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดที่สามารถนำไปใช้ได้ อยู่ระหว่าง 0.585 – 0.768 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.862 (ภาคผนวก ง)

3. แบบวัดการมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระ

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลมาสร้างแบบวัดการมีส่วนร่วม ซึ่งมี 5 ตัวเลือกด้วยกันคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ

ขั้นตอนที่ 3 นำเครื่องมือที่สร้างให้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบภาษา และความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข



ขั้นตอนที่ 4 นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม) ตรวจสอบรายละเอียดและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงกรอบแนวคิด ตามเกณฑ์ที่กำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไปและหาความเหมาะสมของแบบวัด

จากการนำแบบวัดการมีส่วนร่วม ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ พบว่า แบบวัดการมีส่วนร่วม มีค่าความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก และมีค่าความสอดคล้องของแบบวัดเฉลี่ย 0.60 – 1.00 อยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ (ภาคผนวก ค)

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบวัดการมีส่วนร่วมไปทดลองใช้ (Try Out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดที่สามารถนำไปใช้ได้ อยู่ระหว่าง 0.608 – 0.839 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.960 (ภาคผนวก ง)

3.5 การออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาประกอบการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยอาศัยเครื่องมือการถ่ายทอดและเครื่องมือวัดผล โดยผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สํารวจข้อมูลเพื่อการพัฒนาหลักสูตร

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการพัฒนาหลักสูตร โดยการลงพื้นที่ตรวจสอบโรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคามทั้งหมด 7 โรงเรียน
2. ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจโดยใช้แบบสอบถามการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม
3. จากนั้นนำแบบสอบถามกลับมาวิเคราะห์ และแปรผล เพื่อหาสาเหตุและปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาพัฒนาหลักสูตร
4. สาเหตุและปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม คือ ปัญหาในเรื่อง การรู้สิ่งแวดล้อม



5. ผู้วิจัยจึงได้ทำการเจาะจงโรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จำนวน 1 โรงเรียน คือ โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

6. ผู้วิจัยได้เข้าปรึกษากับผู้อำนวยการ และคณาจารย์ในโรงเรียนถึงปัญหาการรู้ สิ่งแวดล้อมของนักเรียน จึงได้จัดทำวิจัยในเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ระยะที่ 2 พัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอน มีขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ เครื่องมือการถ่ายทอดความรู้ คือ หลักสูตรการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
 2. กำหนดเนื้อหาสาระในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมีเนื้อหาสาระในเรื่องของพลังงานทดแทน และถ่านอัดแท่ง และตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
 3. จัดทำโครงร่างหลักสูตรการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
 4. จัดพิมพ์หลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อนำไปหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยมีเกณฑ์กำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และข้อเสนอแนะ
 5. นำหลักสูตรการเรียนการสอน ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และพัฒนาตามแบบที่สมบูรณ์แล้ว นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป
- เครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ คือ แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน : การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระ
 2. นำข้อมูลที่ศึกษามาสร้างแบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม
 3. จัดทำโครงร่าง แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม เพื่อนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบภาษา และความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
 4. จัดพิมพ์แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม เพื่อนำไปหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) กับผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบ



รายละเอียดและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงกรอบแนวคิด ตามเกณฑ์ที่กำหนดเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป และนำเครื่องมือการถ่ายทอดความรู้ที่สร้างขึ้น นำมาหาความเหมาะสม

5. นำแบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน เพื่อนำมาหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ระยะที่ 3 จัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1. ทำการทดสอบความรู้ วัดทักษะการเรียนรู้ และวัดการมีส่วนร่วมโดยใช้แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะการเรียนรู้ และแบบวัดการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยมีเครื่องมือในการเรียนการสอน คือ หลักสูตรการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน มีระยะเวลาในการสอน 10 (คาบ) แบ่งเป็น 1 คาบ ต่อ 1 สัปดาห์

2.1 ภาคทฤษฎี จะเป็นการเรียนการสอน โดยใช้หลักสูตร เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับพลังงาน พลังงานทดแทน และถ่านอัดแท่ง ซึ่งในภาคทฤษฎี จะแบ่งการเรียนการสอนออกเป็น 3 เรื่อง คือ พลังงาน พลังงานทดแทน และการทำถ่านอัดแท่ง

2.2 ภาคปฏิบัติ จะเป็นการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

คาบ ที่	เนื้อหา	กิจกรรม	สื่อ/อุปกรณ์	วัน/เวลา
------------	---------	---------	--------------	----------



1	แนะนำรายวิชา - แนวการสอน - ขอบเขตการสอน ทดสอบก่อนเรียน	บรรยาย/ แนะนำ เกี่ยวกับรายวิชา/ ทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบ/ แบบวัด	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. จำนวน 1 ชั่วโมง
2-3	พลังงาน - ความหมายของ พลังงาน - ประเภทของพลังงาน	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ	หลักสูตรพลังงาน ทดแทน/แผ่น พับ/VDO	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 2 ชั่วโมง 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง
4-6	พลังงานทดแทน - ความหมายของ พลังงานทดแทน - ประเภทของพลังงาน ทดแทน	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ/ แบ่งกลุ่ม/ นำเสนองาน	หลักสูตรพลังงาน ทดแทน/แผ่น พับ/VDO/ กระดาษฟลิป ชาร์ท	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 3 ชั่วโมง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง
7-9	ถ่านอัดแท่ง - วัสดุเชื้อเพลิง - คุณสมบัติของถ่านอัด แท่ง - กระบวนการผลิตถ่าน - วิธีการทำถ่านอัดแท่ง	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ/ แบ่งกลุ่ม/ ออกแบบและผลิต/ทำ ถ่านอัดแท่ง/ นำเสนอ งาน	หลักสูตรพลังงาน ทดแทน/แผ่น พับ/VDO/ อุปกรณ์การทำ ถ่านอัดแท่ง	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 3 ชั่วโมง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง
10	ตรวจประสิทธิภาพ ความร้อนของถ่าน	บรรยาย/ ปฏิบัติการ/ นำเสนอผล/ทดสอบ หลังเรียน	อุปกรณ์ตรวจวัด ค่าความร้อน	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 1 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบความรู้ วัดทักษะ และวัดการมีส่วนร่วม โดยใช้แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะ และแบบวัดการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. ทำการตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง หลังการทำถ่านอัดแท่งจาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อหาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากการต้มน้ำ

5. นำผลการทดสอบความรู้ วัดทักษะการเรียนรู้ และวัดการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงาน ทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 วิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ (IOC)

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับความสอดคล้อง

ความสอดคล้อง	คะแนน	เกณฑ์การแปลความหมาย
ระดับความสอดคล้อง	+1	สอดคล้อง
ระดับความสอดคล้อง	0	ไม่แน่ใจ
ระดับความสอดคล้อง	-1	ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 103)

ความเหมาะสม	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การแปลความหมาย
ระดับความเหมาะสม	4.51-5.00	เหมาะสมอย่างยิ่ง
ระดับความเหมาะสม	3.51-4.50	เหมาะสมมาก
ระดับความเหมาะสม	2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
ระดับความเหมาะสม	1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
ระดับความเหมาะสม	1.00-1.50	เหมาะสมน้อยมาก

3.6.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (พรรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554: 208)

ค่าอำนาจจำแนก	ระดับ	การนำไปใช้
0.40 – 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดี
0.30 – 0.39	สูง	ใช้ได้
0.20 – 0.29	ปานกลาง	ใช้ได้
0.10 – 0.19	ต่ำ	ไม่ควรใช้
0.01 – 0.09	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
0.00	ไม่มี	ใช้ไม่ได้
-1.00 - -0.01	กลับทิศทาง	ใช้ไม่ได้



3.6.3 วิเคราะห์หาค่าความยาก (difficulty หรือ p-value)

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554: 205)

ค่าความยากง่าย		ระดับ	การนำไปใช้
ร้อยละ	สัดส่วน		
81 – 100	0.81 – 1.00	ง่ายมาก	ไม่ควรใช้
61 – 80	0.61 – 0.80	ง่าย	ใช้ได้
40 – 60	0.40 – 0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี
20 – 39	0.20 – 0.39	ยาก	ใช้ได้
0 - 19	0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ควรใช้

3.6.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าความเชื่อมั่น (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2554: 199)

ค่าความเชื่อมั่น	ระดับ	การนำไปใช้
0.80 – 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดีมาก
0.70 – 0.79	สูง	ใช้ได้ดี
0.50 – 0.69	ปานกลาง	พอใช้
0.30 – 0.49	ต่ำ	ไม่ควรใช้
ต่ำกว่า 0.30	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้

1.5) วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.6) วิเคราะห์สถิติทดสอบสมมติฐาน

- Paired samples t-test
- F-test (One-way MANCOVA และ One-way ANCOVA)



3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.7.1 สถิติพื้นฐาน

1. ความถี่
2. ร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 104)
3. ค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 102)
4. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 103)

3.7.2 สถิติทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)
2. หาค่าอำนาจจำแนก
 - 2.1 แบบทดสอบความรู้ หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร สหสัมพันธ์แบบพอยต์ไบเซเรียล (Point Biserial Correlation) (สุณี รักษาเกียรติศักดิ์, ม.ป.ป.)
 - 2.2 แบบวัดทักษะและแบบวัดการมีส่วนร่วม หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้ Item-total Correlations (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)
3. หาค่าความยาก (difficulty หรือ p-value) คำนวณได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 159)
4. หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชardtson (Kuder and Richatdson) ซึ่งเรารู้จักกันในสูตร KR20 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

3.7.3 สถิติทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้แก่

1. ทดสอบ Homogeneity of Variance - Covariance Matrices ใช้ Box's M Method (F -test) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553) (ตารางผนวกที่ ซ-4)
2. ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) โดยใช้ Levene's Test Statistic (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553) (ตารางผนวกที่ ซ-2)
3. ทดสอบ Homogeneity of Regression Slope โดยใช้ F -test (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553) (ตารางผนวกที่ ซ-3)
4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Person Product Moment Correlation Coefficient, r_{xy}) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553) (ตารางผนวกที่ ซ-1)

3.7.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

1. Paired samples t-test (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553)



2. F-test (One-way MANCOVA และ One-way ANCOVA) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2553)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณา t-distribution
F	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)
P	แทน	ค่าผลการเปรียบเทียบมากหรือน้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนด
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้
df	แทน	ค่าอันตรภาคชั้น (n-1)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Square)

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียน จำแนกตาม เพศ อายุ และเกรดเฉลี่ย



4.2.3 ผลการวิเคราะห์ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ ทักษะต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ การมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

4.2.6 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนพหุคูณ F-test (One way MANCOVA)

4.2.7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test (One way ANCOVA)

4.2.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้นำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบา ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 วิจัยความต้องการของผู้เรียนและสังคม ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 5 – 6 คัดเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล ได้ดำเนินตามขั้นตอนทั้งหมด โดยผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ตรวจสอบโรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคามทั้งหมด 7 โรงเรียน โดยใช้แบบสอบถามการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน พบว่า สาเหตุและปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม คือ ปัญหาการรู้สิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนมีคะแนนการรู้สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 9.76$) ดังนั้น จึงได้ทำการเจาะจงโรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จำนวน 1 โรงเรียน คือ โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา แล้วเข้าปรึกษากับผู้อำนวยการ และคณาจารย์ในโรงเรียนถึงปัญหาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งผลของการปรึกษา คือ นักเรียนมีปัญหาในเรื่องของ การใช้พลังงาน และการประหยัดพลังงาน จึงได้นำข้อมูลในการศึกษานำมาพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน ซึ่งการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน มีการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสม โดยได้ประเมินทั้งหมด 9 รายการ และ 7 รายการ ตามลำดับ(ตารางผนวกที่ ค-1, ค-2) พบว่าการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทั้งหมด ($\bar{X} = 0.80 - 1.00$) และความเหมาะสมของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.60 - 4.40$)

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนจำแนกตาม เพศ อายุ และเกรดเฉลี่ย



ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของนักเรียนจำแนกตาม เพศ อายุ และเกรดเฉลี่ย

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	13	50
หญิง	13	50
รวม	26	100
2. อายุ		
14	6	23
15	19	73
16	1	4
รวม	26	100
3. เกรดเฉลี่ย		
ต่ำกว่า 2.50	2	8
2.50 – 3.00	16	62
3.01 – 3.49	4	15
สูงกว่า 3.50	4	15
รวม	26	100

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลของนักเรียน จำนวน 26 คน พบว่า มีนักเรียนชาย 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โดยส่วนใหญ่มีอายุ 15 ปี จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73 รองลงมา มีอายุ 14 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23 นักเรียนส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 2.50-3.00 คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมา มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01-3.49 - สูงกว่า 3.50 เป็นร้อยละ 15

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน



ตารางที่ 4.2 ความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนการ
เรียนการสอนของนักเรียน

ก่อนเรียน			ระดับ ความรู้	ก่อนเรียน			ระดับ ความรู้
ลำดับที่	คะแนน	S.D.		ลำดับที่	คะแนน	S.D.	
คนที่ 1	5.00	0.44	ปรับปรุง	คนที่ 14	7.00	0.48	ปรับปรุง
คนที่ 2	8.00	0.50	ปรับปรุง	คนที่ 15	8.00	0.50	ปรับปรุง
คนที่ 3	3.00	0.36	ปรับปรุง	คนที่ 16	10.00	0.51	ปรับปรุง
คนที่ 4	2.00	0.30	ปรับปรุง	คนที่ 17	8.00	0.50	ปรับปรุง
คนที่ 5	10.00	0.51	ปรับปรุง	คนที่ 18	3.00	0.36	ปรับปรุง
คนที่ 6	5.00	0.44	ปรับปรุง	คนที่ 19	7.00	0.48	ปรับปรุง
คนที่ 7	6.00	0.47	ปรับปรุง	คนที่ 20	6.00	0.47	ปรับปรุง
คนที่ 8	9.00	0.51	ปรับปรุง	คนที่ 21	11.00	0.51	พอใช้
คนที่ 9	8.00	0.50	ปรับปรุง	คนที่ 22	4.00	0.41	ปรับปรุง
คนที่ 10	14.00	0.47	พอใช้	คนที่ 23	2.00	0.30	ปรับปรุง
คนที่ 11	4.00	0.41	ปรับปรุง	คนที่ 24	3.00	0.36	ปรับปรุง
คนที่ 12	10.00	0.51	ปรับปรุง	คนที่ 25	7.00	0.48	ปรับปรุง
คนที่ 13	12.00	0.50	พอใช้	คนที่ 26	9.00	0.51	ปรับปรุง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คะแนนรวม		ระดับความรู้
\bar{X}	6.96	
S.D.	3.19	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ก่อนการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่ง
จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยก่อนการเรียนการสอนส่วนใหญ่อยู่ใน
ระดับ ปรับปรุง จำนวน 23 คน นักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยก่อนการเรียนการสอนรองลงมาอยู่ใน
ระดับ พอใช้ จำนวน 3 คน และนักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยก่อนการเรียนการสอนโดยรวม อยู่ใน
ระดับ ปรับปรุง ($\bar{X} = 6.69$)



ตารางที่ 4.3 ความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลังการ
เรียนการสอนของนักเรียน

หลัง			ระดับ ความรู้	หลัง			ระดับ ความรู้
ลำดับที่	คะแนน	S.D.		ลำดับที่	คะแนน	S.D.	
คนที่ 1	16.00	0.37	ดี	คนที่ 14	11.00	0.51	พอใช้
คนที่ 2	12.00	0.50	พอใช้	คนที่ 15	18.00	0.30	ดี
คนที่ 3	18.00	0.30	ดี	คนที่ 16	15.00	0.44	พอใช้
คนที่ 4	16.00	0.41	ดี	คนที่ 17	10.00	0.51	ปรับปรุง
คนที่ 5	13.00	0.48	พอใช้	คนที่ 18	15.00	0.44	พอใช้
คนที่ 6	11.00	0.51	พอใช้	คนที่ 19	17.00	0.36	ดี
คนที่ 7	15.00	0.44	พอใช้	คนที่ 20	12.00	0.50	พอใช้
คนที่ 8	18.00	0.30	ดี	คนที่ 21	18.00	0.30	ดี
คนที่ 9	14.00	0.47	พอใช้	คนที่ 22	18.00	0.30	ดี
คนที่ 10	18.00	0.30	ดี	คนที่ 23	14.00	0.47	พอใช้
คนที่ 11	18.00	0.30	ดี	คนที่ 24	12.00	0.50	พอใช้
คนที่ 12	18.00	0.30	ดี	คนที่ 25	16.00	0.41	ดี
คนที่ 13	18.00	0.30	ดี	คนที่ 26	17.00	0.36	ดี
คะแนนรวม				ระดับความรู้			
\bar{X}	15.30			ดี			
S.D.	2.67						

จากตารางที่ 4.3 พบว่า หลังการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่ง
จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยหลังการเรียนการสอนส่วนใหญ่อยู่ใน
ระดับ ดี จำนวน 14 คน นักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยหลังการเรียนการสอนรองลงมาอยู่ในระดับ
พอใช้ จำนวน 11 คน และนักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยก่อนการเรียนการสอนโดยรวม อยู่ในระดับ ดี
($\bar{X} = 15.30$)



ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

พลังงาน ทดแทน: การ ทำถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือ ใช้ทาง การเกษตร	N	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t	p- value
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ			
n=26										
ด้านพลังงาน	6	2.30	1.12	38.33	4.19	1.09	69.83	25	-7.72	<0.001*
ด้านพลังงาน ทดแทน	9	3.11	1.63	34.56	7.53	0.98	83.67	25	-12.27	<0.001*
ด้านถ่านอัดแท่ง	5	1.53	1.33	30.60	3.57	1.60	71.40	25	-5.39	<0.001*
โดยรวม	20	6.96	3.19	34.80	15.30	2.67	76.50	25	-11.50	<0.001*

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้โดยรวม (ร้อยละ 34.80) และเป็นรายด้านทั้ง 3 ด้าน (ร้อยละ 30.60 - 38.33) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้โดยรวม (ร้อยละ 76.50) และรายด้านทั้ง 3 ด้าน (ร้อยละ 69.83 - 83.67) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้โดยรวม และรายด้านทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .001$)



4.3.4 ผลการวิเคราะห์ ทักษะต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

ตารางที่ 4.5 ทักษะการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	S.D.	ระดับทักษะ	\bar{X}	S.D.	ระดับทักษะ
ด้านความรู้							
1	นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงาน	3.11	1.10	ปานกลาง	4.61	0.63	มากที่สุด
2	นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน	3.26	1.00	ปานกลาง	4.53	0.81	มากที่สุด
3	นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	3.12	1.09	ปานกลาง	4.65	0.68	มากที่สุด
4	นักเรียนมีความรู้ในด้านการออกแบบกระบอกรีดถ่าน	2.92	1.46	ปานกลาง	4.46	0.85	มาก
5	นักเรียนมีความรู้ในการตรวจวัดค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง	2.84	1.24	ปานกลาง	4.42	0.94	มาก
รวมด้านความรู้		3.05	1.03	ปานกลาง	4.53	0.68	มากที่สุด
ด้านคิดวิเคราะห์							
6	นักเรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดได้อย่างเป็นอิสระ	3.52	1.04	มาก	4.57	0.75	มากที่สุด
7	นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ความรู้ และถ่ายทอดได้อย่างเหมาะสม	3.03	1.24	ปานกลาง	4.42	0.75	มาก
8	นักเรียนสามารถคิดได้อย่างสร้างสรรค์ และมีจินตนาการในการออกแบบกระบอกรีดถ่านอัดแท่ง	3.44	1.08	ปานกลาง	4.30	0.78	มาก
9	นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้	3.23	1.36	ปานกลาง	4.46	0.70	มาก
10	นักเรียนสามารถสรุปและประเมินผลงานตัวเองได้	3.40	1.19	ปานกลาง	4.38	0.98	มาก
รวมด้านคิดวิเคราะห์		3.31	0.98	ปานกลาง	4.43	0.66	มาก



ด้านการปฏิบัติ							
11	นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้	3.34	1.09	ปานกลาง	4.53	0.50	มากที่สุด
12	นักเรียนสามารถวางแผนอย่างมีระบบ มีขั้นตอนตามความรู้ที่ได้รับอย่างเหมาะสม	3.08	1.03	ปานกลาง	4.53	0.58	มากที่สุด
13	นักเรียนสามารถออกแบบกระบอกอัดถ่านอัดแท่งได้	3.11	1.14	ปานกลาง	4.57	0.64	มากที่สุด
14	นักเรียนสามารถทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้	3.00	1.16	ปานกลาง	4.69	0.61	มากที่สุด
15	นักเรียนสามารถรายงานผลการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้	3.19	1.29	ปานกลาง	4.53	0.70	มากที่สุด
รวมด้านการปฏิบัติ		3.15	0.94	ปานกลาง	4.57	0.51	มากที่สุด
โดยรวม		3.17	0.91	ปานกลาง	4.51	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีทักษะเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีทักษะเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.17$) และอีก 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านการปฏิบัติ ($\bar{X}=3.05 - 3.31$) อยู่ในระดับ ปานกลาง และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.51$) นักเรียนมีทักษะเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และอีก 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการปฏิบัติ ($\bar{X}=4.53 - 4.57$) อยู่ในระดับ มากที่สุด และด้านการคิดวิเคราะห์ ($\bar{X}=4.43$) อยู่ในระดับ มาก



ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน (Paired t-test)

พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร	ก่อน		ระดับ ทักษะ	หลัง		ระดับ ทักษะ	df	t	p-value
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.				
n=26									
ด้านความรู้	3.05	1.03	ปานกลาง	4.53	0.68	มากที่สุด	25	-5.058	<0.001*
ด้านการคิดวิเคราะห์	3.31	0.98	ปานกลาง	4.43	0.66	มาก	25	-4.050	<0.001*
ด้านการปฏิบัติ	3.15	0.94	ปานกลาง	4.57	0.51	มากที่สุด	25	-5.662	<0.001*
โดยรวม	3.17	0.91	ปานกลาง	4.51	0.59	มากที่สุด	25	-5.116	<0.001*

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยโดยรวม (\bar{X} =3.17) และเป็นรายด้านอีก 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (\bar{X} = 3.05) ด้านการคิดวิเคราะห์ (\bar{X} =3.31) และด้านการปฏิบัติ (\bar{X} =3.15) อยู่ในระดับ ปานกลาง และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยโดยรวม (\bar{X} =4.51) และรายด้าน 3 ด้าน ด้านความรู้ (\bar{X} = 4.53) และด้านการปฏิบัติ (\bar{X} =4.57) อยู่ในระดับ มากที่สุด ส่วนด้านการคิดวิเคราะห์ (\bar{X} =4.43) อยู่ในระดับ มาก เมื่อเปรียบเทียบทักษะเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยโดยรวม และรายด้านทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .001$)

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ การมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน



ตารางที่ 4.7 การมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	S.D.	ระดับการมีส่วนร่วม	\bar{X}	S.D.	ระดับการมีส่วนร่วม
ด้านการวางแผน							
1	นักเรียนมีส่วนร่วมการวางแผน ขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง	3.15	1.15	ปานกลาง	4.53	0.81	มากที่สุด
2	นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกระบอกอัดแท่งอย่างง่าย	3.15	1.15	ปานกลาง	4.46	0.76	มาก
3	นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบรูปร่างของถ่านอัดแท่ง	3.40	1.38	ปานกลาง	4.65	0.68	มากที่สุด
4	นักเรียนมีส่วนร่วมในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำถ่านอัดแท่ง	3.15	1.04	ปานกลาง	4.50	0.86	มาก
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการเตรียมสถานที่การทำถ่านอัดแท่ง	3.12	1.12	ปานกลาง	4.53	0.58	มากที่สุด
รวมด้านการวางแผน		3.19	0.96	ปานกลาง	4.53	0.55	มากที่สุด
ด้านการปฏิบัติ							
6	นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแท่ง	3.34	1.05	ปานกลาง	4.76	0.42	มากที่สุด
7	นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำถ่านจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรมาบดให้ละเอียด	3.11	1.07	ปานกลาง	4.53	0.70	มากที่สุด
8	นักเรียนมีส่วนร่วมในการผสมอัตราส่วนของถ่านกับตัวผสมเพื่อทำถ่านอัดแท่ง	2.92	1.16	ปานกลาง	4.69	0.47	มากที่สุด
9	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอัดแท่งถ่านตามรูปร่างที่ออกแบบไว้	3.08	1.17	ปานกลาง	4.64	0.63	มากที่สุด
10	นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำถ่านอัดแท่งที่ได้มาตรวจสอบประสิทธิภาพความร้อน	3.19	1.29	ปานกลาง	4.61	0.63	มากที่สุด



ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	S.D.	ระดับการมีส่วนร่วม	\bar{X}	S.D.	ระดับการมีส่วนร่วม
รวมด้านการปฏิบัติ		3.14	0.97	ปานกลาง	4.64	0.44	มากที่สุด
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์							
11	นักเรียนมีส่วนร่วมในการถ่ายทอดความรู้เรื่อง การทำถ่านอัดแท่ง แก่คนในชุมชน	3.38	1.02	ปานกลาง	4.69	0.54	มากที่สุด
12	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงในการหุง ต้ม	2.96	1.03	ปานกลาง	4.57	0.57	มากที่สุด
13	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำถ่านอัดแท่งไว้จำหน่ายเพื่อเป็นรายได้ในครอบครัว	3.07	1.19	ปานกลาง	4.61	0.69	มากที่สุด
14	นักเรียนมีส่วนร่วมในการเชิญชวนคนในครอบครัวมาทำถ่านอัดแท่งไว้ใช้ในครัวเรือน	3.38	0.98	ปานกลาง	4.65	0.68	มากที่สุด
15	นักเรียนมีส่วนร่วมในการส่งเสริมและสนับสนุนการทำถ่านอัดแท่งให้เป็นอาชีพในชุมชน	3.48	1.22	ปานกลาง	4.65	0.74	มากที่สุด
รวมด้านการนำไปใช้ประโยชน์		3.25	0.79	ปานกลาง	4.63	0.50	มากที่สุด
โดยรวม		3.19	0.84	ปานกลาง	4.60	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีการมีส่วนร่วมเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีการมีส่วนร่วมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.19$) และอีก 3 ด้าน คือ ด้านการวางแผน ด้านการปฏิบัติ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ($\bar{X}=3.14 - 3.25$) อยู่ในระดับ ปานกลาง และหลังเรียน นักเรียนมีการมีส่วนร่วมเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มากที่สุด ซึ่งมีการมีส่วนร่วมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) และอีก 3 ด้าน คือ ด้านการวางแผน ด้านการปฏิบัติ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ($\bar{X}=4.53 - 4.64$) อยู่ในระดับ มากที่สุด



ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้
ทางการเกษตรก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียน

พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตร	ก่อน		ระดับการ มีส่วนร่วม	หลัง		ระดับการ มีส่วนร่วม	df	t	p-value
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.				
n=26									
ด้านการวางแผน	3.19	0.96	ปานกลาง	4.53	0.55	มากที่สุด	25	-5.091	<0.001*
ด้านการปฏิบัติ	3.14	0.97	ปานกลาง	4.64	0.44	มากที่สุด	25	-6.578	<0.001*
ด้านการนำไปใช้	3.25	0.79	ปานกลาง	4.63	0.50	มากที่สุด	25	-6.710	<0.001*
โดยรวม	3.19	0.84	ปานกลาง	4.60	0.42	มากที่สุด	25	-6.526	<0.001*

หมายเหตุ *คือระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนการมีส่วนร่วมเฉลี่ยโดยรวม (\bar{X} =3.19) และเป็นรายด้านอีก 3 ด้าน คือ ด้านการวางแผน (\bar{X} = 3.19) ด้านการปฏิบัติ (\bar{X} =3.14) และด้านการนำไปใช้ (\bar{X} =3.25) อยู่ในระดับ ปานกลาง และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนการมีส่วนร่วมเฉลี่ยโดยรวม (\bar{X} =4.60) และรายด้าน 3 ด้าน ด้านการวางแผน (\bar{X} = 4.53) ด้านการปฏิบัติ (\bar{X} =4.64) และด้านการนำไปใช้ (\bar{X} =4.63) อยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยโดยรวม และรายด้านทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .001$)



4.3.6 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนพหุคูณ (One way MANCOVA)

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ระหว่างนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (One way MANCOVA)

Sourced of Variation	สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value	Partial Eta Squared
ความรู้ก่อนเรียน	Pillai's Trace	.072	.489	3.000	19.000	.694	.072
	Wilks' Lambda	.928	.489	3.000	19.000	.694	.072
	Hotelling's Trace	.077	.489	3.000	19.000	.694	.072
	Roy's Largest Root	.077	.489	3.000	19.000	.694	.072
ทักษะก่อนเรียน	Pillai's Trace	.066	.449	3.000	19.000	.721	.066
	Wilks' Lambda	.934	.449	3.000	19.000	.721	.066
	Hotelling's Trace	.071	.449	3.000	19.000	.721	.066
	Roy's Largest Root	.071	.449	3.000	19.000	.721	.066
การมีส่วนร่วมก่อนเรียน	Pillai's Trace	.039	.258	3.000	19.000	.854	.039
	Wilks' Lambda	.961	.258	3.000	19.000	.854	.039
	Hotelling's Trace	.041	.258	3.000	19.000	.854	.039
	Roy's Largest Root	.041	.258	3.000	19.000	.854	.039
เพศ	Pillai's Trace	.431	4.789	3.000	19.000	.012*	.431
	Wilks' Lambda	.569	4.789	3.000	19.000	.012*	.431
	Hotelling's Trace	.756	4.789	3.000	19.000	.012*	.431
	Roy's Largest Root	.756	4.789	3.000	19.000	.012*	.431

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความรู้โดยรวม ทักษะการเรียนรู้โดยรวม และการมีส่วนร่วมโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .012$) เมื่อทดสอบ Univariate Tests พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีการรู้สิ่งแวดล้อม 2 ด้าน คือ ความรู้และการมีส่วนร่วม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .009 ($p < .001$) (ตาราง 4.10)



ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน:
การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน
(Univariate Test)

Dependent Variable	Source of Variation	SS	df	MS	F	p-value	Partial Eta Squared
ความรู้	ก่อนเรียน	3.225	1	3.225	.587	.452	.025
	เพศ	44.661	1	44.661	8.122	.009*	.261
	ความคลาดเคลื่อน	126.467	23	5.499			
ทักษะ	ก่อนเรียน	.932	1	.932	4.055	.056	.150
	เพศ	1.083	1	1.083	4.713	.041	.170
	ความคลาดเคลื่อน	5.285	23	.230			
การมีส่วนร่วม	ก่อนเรียน	.211	1	.211	1.836	.189	.074
	เพศ	1.010	1	1.010	8.786	.007*	.276
	ความคลาดเคลื่อน	2.644	23	.115			

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.017

4.3.7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test (One - way ANCOVA)

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบความรู้เป็นรายด้าน ของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (One-way ANCOVA)

ความรู้	Source of Variation	SS	df	MS	F	p-value	Partial Eta Squared
ด้านพลังงาน	ก่อนเรียน	2.921	1	2.921	2.799	.108	.108
	เพศ	1.871	1	1.871	1.793	.194	.072
	ความคลาดเคลื่อน	24.002	23	1.044			
ด้านพลังงาน ทดแทน	ก่อนเรียน	.091	1	.091	.096	.760	.004
	เพศ	2.381	1	2.381	2.500	.128	.098
	ความคลาดเคลื่อน	21.909	23	.953			
ด้านถ่านอัดแท่ง	ก่อนเรียน	.570	1	.570	.263	.613	.011
	เพศ	13.043	1	13.043	6.013	.022*	.207
	ความคลาดเคลื่อน	49.891	23	2.169			



* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความรู้ด้านอ่านอัตร่างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ($p = .022$) ส่วนความรู้ ด้านพลังงาน และด้านพลังงานทดแทนไม่แตกต่างกัน ($p \geq .128$)

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้เป็นรายด้าน ของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (One-way ANCOVA)

ทักษะ	Source of Variation	SS	df	MS	F	p-value	Partial Eta Squared
ด้านความรู้	ก่อนเรียน	.611	1	.611	1.707	.204	.069
	เพศ	.885	1	.885	2.471	.130	.097
	ความคลาดเคลื่อน	8.232	23	.358			
ด้านการคิดวิเคราะห์	ก่อนเรียน	.904	1	.904	3.090	.092	.118
	เพศ	2.402	1	2.402	8.213	.009*	.263
	ความคลาดเคลื่อน	6.727	23	.292			
ด้านการปฏิบัติ	ก่อนเรียน	.691	1	.691	4.041	.056	.149
	เพศ	.906	1	.906	5.299	.031*	.187
	ความคลาดเคลื่อน	3.931	23	.171			

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.12 พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีทักษะการเรียนรู้ ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านการปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ($p < .031$) ส่วนทักษะการเรียนรู้ ด้านความรู้ไม่แตกต่างกัน ($p \geq .130$)



ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมเป็นรายด้าน ของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน (One-way ANCOVA)

การมีส่วนร่วม	Source of Variation	SS	df	MS	F	p-value	Partial Eta Squared
ด้านการวางแผน	ก่อนเรียน	.903	1	.903	4.657	.042*	.168
	เพศ	.834	1	.834	4.304	.049*	.158
	ความคลาดเคลื่อน	4.457	23	.194			
ด้านการปฏิบัติ	ก่อนเรียน	.000	1	.000	.002	.963	.000
	เพศ	1.492	1	1.492	10.940	.003*	.322
	ความคลาดเคลื่อน	3.137	23	.136			
ด้านการนำไปใช้	ก่อนเรียน	.159	1	.159	.705	.410	.030
	เพศ	.855	1	.855	3.782	.064	.141
	ความคลาดเคลื่อน	5.201	23	.226			

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.13 พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีการมีส่วนร่วม ด้านการวางแผน และด้านการปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ($p < .049$) ส่วนการมีส่วนร่วม ด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน ($p \geq .064$)

4.3.8 ประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตารางที่ 4.14 ประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

จำนวน (ครั้ง)	ความยาวถ่านอัดแท่ง (เซนติเมตร)	น้ำหนักถ่านอัดแท่ง (กรัม)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	ความร้อน (แคลอรี)
1	10	100	92	9,200
2	10	100	98	9,800
3	10	100	99	9,900
เฉลี่ยรวม	10	100	96.33	9,633



จากตารางที่ 4.14 พบว่า ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีความยาว 10 เซนติเมตร น้ำหนักถ่าน 100 กรัม อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 96.33 องศาเซลเซียส มีปริมาณความร้อน 9,633 แคลอรี



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

5.1.2 เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

5.1.3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการรู้สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

5.1.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

5.2 สรุปผล

5.2.1 สรุปผลการพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบามีทั้งหมด 7 ขั้นตอน มีการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสม พบว่า การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทั้งหมด ($\bar{X} = 0.80 - 1.00$) และความเหมาะสมของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.60 - 4.40$)

5.2.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน จำนวน 26 คน พบว่า มีนักเรียนชาย 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โดยส่วนใหญ่มีอายุ 15 ปี มีเกรดเฉลี่ยสะสมส่วนใหญ่อยู่ที่ 2.50-3.00 คิดเป็นร้อยละ 58



5.2.3 สรุปผลการเปรียบเทียบ ความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม เรื่องพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน

เมื่อเปรียบเทียบความรู้รายด้าน ทักษะการเรียนรู้รายด้าน และการมีส่วนร่วมรายด้าน พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม รายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมโดยรวม พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีความรู้สูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.4 สรุปผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนพหุคูณ F-test (One way MANCOVA)

เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนพหุคูณ พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความรู้โดยรวม ทักษะการเรียนรู้โดยรวม และการมีส่วนร่วมโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .012$) เมื่อทดสอบ Univariate Tests พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีการรู้สิ่งแวดล้อม 2 ด้าน คือ ความรู้และการมีส่วนร่วม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .009 ($p < .017$)

5.2.5 สรุปผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test (One way ANCOVA)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความรู้ด้านถ่านอัดแท่ง ($p = .022$) มีทักษะการเรียนรู้ ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านการปฏิบัติ ($p < .031$) และมีการมีส่วนร่วม ด้านการวางแผน และด้านการปฏิบัติ ($p < .049$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ส่วนความรู้ ด้านพลังงาน และด้านพลังงานทดแทน ($p \geq .128$) ทักษะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ($p \geq .130$) และการมีส่วนร่วม ด้านการนำไปใช้ ($p \geq .064$) ไม่แตกต่างกัน

5.2.6 สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

พบว่า ถ่านอัดแท่งมีความยาว 10 เซนติเมตร น้ำหนักถ่าน 100 กรัม อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 96.33 องศาเซลเซียส มีปริมาณความร้อน 9,633 แคลอรี

5.3 อภิปรายผล

5.3.1 การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้ผ่านกระบวนการพัฒนาทางสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยใช้รูปแบบการสร้างหรือการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบาวิชัย วงษ์ใหญ่. (2537 : 16) ซึ่งสอดคล้องกับ รุจิรั ภู่อสาระ (2545: 61 - 64) รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบาวิชัยเด่น เช่น ทำให้ครูพัฒนาตัวเองในการเตรียมตัวที่จะนำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติจริง ในแต่ละหน่วยการเรียนมีพื้นฐานในการเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรและการสอน รูปแบบของทาบาวิชัยจะเป็นการผูกโยงหลักสูตรและการสอนเข้าด้วยกันเป็นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรมีเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ แบบทดสอบความรู้ แบบวัดทักษะการเรียนรู้ และแบบวัดการมีส่วนร่วม ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรและเครื่องมือที่ใช้ไปหาคุณภาพ



ของเครื่องมือโดยใช้กระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยผลการวิเคราะห์การประเมินหลักสูตรพลังงานทดแทน มีความสอดคล้องของหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ และมีความเหมาะสมของหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนมีค่าความเชื่อมั่น 0.707, 0.862 และ 0.960 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประสพชัย พสุนนท์ (2557: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณนั้น โดยทั่วไป พบว่า การที่พัฒนาหรือปรับปรุงเครื่องมือวิจัยขึ้นในการวิจัยจึงต้องมีคุณภาพ คุณสมบัติประการหนึ่งของแบบสอบถาม คือ การมีความเชื่อมั่น ซึ่งสอดคล้องกับ Dheerayut Wisedsang, Chowwalit Chookhampaeng and Pitak Noiwangklang (2558: 1651-1661) ได้ศึกษา การพัฒนาหลักสูตรการเสริมสร้างความงามสำหรับศิลปะในการเรียนรู้งานศิลปะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7: การศึกษานักบิน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนหลังการทดสอบแอดทริบิวต์ความงามของศิลปะสูงกว่าก่อนการทดสอบ นอกจากนี้หลักสูตรประกอบไปด้วยความเป็นไปได้ในทฤษฎีและการปฏิบัติทั้งสอง ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ วชิรมนตรี (2554: 86 - 100) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา โรงเรียนบ้านบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัย พบว่า หลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษามีครบทุกองค์ประกอบ คือ ชื่อหลักสูตร ความสำคัญ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างเวลาเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา การจัดการเรียนรู้ และแนวทางวิธีการประเมินผล โดยมีการบูรณาการ และยังสอดคล้องกับ Jeeraporn Chankian, Adisak Singseewo and Penkae Thamsananupap (2555: 512-520) ได้ศึกษา การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการเน้นการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยเน้นการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีระดับค่าดัชนีประสิทธิผล 0.4114 ดังนั้น การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผ่านกระบวนการพัฒนาเครื่องมือทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ทำให้เครื่องมือที่ได้มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้ จึงได้นำหลักสูตรพลังงานทดแทนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดย ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ซึ่งการเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะมีทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ เพื่อไม่ให้เกิดการเรียนเป็นที่น่าเบื่อจึงมีการจัดกิจกรรมเสริม เช่น การนั่งสมาธิ การใช้สื่อ การทดลอง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Sen Wang (2014: 68-79) ได้ทำการวิจัยการปฏิบัติการเรียนรู้ของรูปแบบไฮบริดในการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัย ผลการวิจัยในบทความนี้เราเผยให้เห็นข้อเสียของการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมและกิจกรรมการวิจัยและวิเคราะห์ข้อดีของการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัยในการเรียนรู้ของรูปแบบไฮบริด การวิจัยในทางปฏิบัติของเราแสดงให้เห็นว่ารูปแบบไฮบริดสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการเรียนการสอนและกิจกรรมการวิจัยได้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีมีเนื้อหาในการเรียนการสอนเกี่ยวกับพลังงาน พลังงานทดแทน และการทำถ่านอัดแท่ง โดยการเรียนรู้การใช้



กระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาเข้ามาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในห้องเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่วนในภาคปฏิบัติมีการทำถ่านอัดแท่ง เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทน และได้มีการทดลองเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ Noppadon Phumeechanya and Panita Wannapiroon (2557: 4803-4808) ได้ทำการศึกษา การออกแบบของปัญหาตามที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม พื้นฐานการเรียนรู้ที่แพร่หลายในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยสิ่งประกอบดังต่อไปนี้ 1) การศึกษาของเนื้อหา 2) นำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้น 3) การแก้ปัญหาการวางแผน 4) การแก้ปัญหา และ 5) ข้อสรุปทั่วไป และหลักการที่ได้มาจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการออกแบบการเรียนการสอนมีผลต่อความสนใจของนักเรียน แต่รูปแบบการเรียนการสอนอาจมีปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้มีการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีรูปแบบแตกต่างกันในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่เรียน โดยรูปแบบการเรียนการสอนจะมีทั้งเรียนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน การเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและมีการทดลองปฏิบัติ มีการใช้สื่อวิดีโอเข้ามาประกอบ ซึ่งรูปแบบต่างที่จัดกิจกรรมช่วยให้การจัดกิจกรรมเกิดผลดี และนักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เรืองศรี คุณสุทธิ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.3.2 การศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เมื่อเปรียบเทียบความรู้รายด้าน ก่อนและหลังการเรียนการสอน พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยในรายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความรู้ก่อนการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอนโดยรวม พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีความรู้สูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งในกระบวนการจัดกิจกรรมมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา มีการนำสื่อ เครื่องมือในการวิจัย เช่น หลักสูตรพลังงานทดแทน แบบทดสอบ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จึงถือว่ากระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Punmanatpong Punprasert, Prayoon Wongchantra and Banyat Salee (2556: 546-552) ได้ทำการศึกษา การพัฒนากิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้ เจตคติและพฤติกรรม การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สำหรับเด็กและเยาวชนในสถานพินิจและคุ้มครองเด็ก และเยาวชนจังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า เด็กและเยาวชนโดยส่วนรวม และจำแนกตามอายุและคติความ หลังการเข้าร่วมการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวม และเป็นรายด้านทั้ง



4 ด้าน คือ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า น้ำ ความสะอาด และการจัดการขยะ เพิ่มขึ้นก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Georgia Liarakou, Costas Gavrilakis and Eleni Flouri (2009 : 120 - 129) ได้ทำการศึกษาความรู้ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาและทัศนคติที่มีต่อแหล่งพลังงานทดแทน การตรวจสอบความรู้การรับรู้รวมทั้งทัศนคติของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับด้านต่างๆของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญสูงสำหรับสิ่งแวดล้อมศึกษา ผลการวิจัยพบว่าถึงแม้ครูได้ทราบเกี่ยวกับแหล่งพลังงานหมุนเวียน และพอใจต่อแหล่งข้อมูลเหล่านี้ พวกเขาแทบจะแสดงตำแหน่งอย่างชัดเจนเกี่ยวกับปัญหาหลายประการเกี่ยวกับลมและเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ และฟาร์ม ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผ่านกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้มีการจัดรูปแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในการเรียนการสอนตลอดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และยังมีการสอนแบบแบ่งกลุ่มของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจึงช่วยให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการเรียนการสอน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charinrat Ladawan, Adisak Singseewo and Paitool Suksringarm (2558: 1846-1850) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทักษะการทำงานเป็นทีม และพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อวิธีการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นหลังจากการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

เมื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้รายด้าน ก่อนและหลังการเรียนการสอน พบว่าหลังการเรียนการสอนนักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ยรายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้โดยรวม ก่อนการเรียนการสอนและหลังการเรียนการสอน พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีทักษะการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนผู้วิจัยได้นำกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ โดยในการเรียนการสอนได้แบ่งขั้นตอนในการเสริมสร้างทักษะคือ ทักษะด้านความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fortuin et al (2556: 139-152) ได้ศึกษาผลงานของการวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมให้กับนักเรียนในทักษะองค์ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการในการศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การศึกษาในการวิเคราะห์ระบบสิ่งแวดล้อมช่วยให้การพัฒนาทักษะเหล่านี้ ทักษะองค์ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการ เราระบุไว้สามองค์ประกอบ (1) ความสามารถในการเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมในลักษณะองค์รวมโดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและชีวฟิสิกส์ (2) ความสามารถในการเชื่อมต่อทั้งการวิเคราะห์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการคาดการณ์ของการแก้ปัญหาที่มีความรู้ทางวินัยและวิธีการที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความสามารถในการสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสังคม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sombat Appamaraka, Paitool



Suksringam and Adisak Singseewo (2552: 287-291) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดเชิงวิพากษ์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการโดยรวม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ โดยรวม และรายด้าน 3 ด้าน คือ การนิรนัย การตีความ และการประเมิน ข้อโต้แย้งมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมรายด้าน ก่อนและหลังการเรียนการสอน พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีคะแนนการมีส่วนร่วมเฉลี่ยรายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมโดยรวม ก่อนการเรียนการสอนและหลังการเรียนการสอน พบว่า หลังการเรียนการสอนนักเรียนมีการมีส่วนร่วมสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วม ทางผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำถ่านอัดแท่งเพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมระหว่างบุคคลและกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งการมีส่วนร่วมนักเรียนได้รับทั้งด้านการวางแผนด้านการปฏิบัติ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งการมีส่วนร่วมทั้งสามด้านนั้น นักเรียนได้รับการออกแบบการเรียนการสอนทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มานิตย์ ชาติโย (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน โดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า สภาพปัญหา และการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน ของแต่ละด้านโดยรวมอยู่ในระดับมาก รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน โดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา ของตำบลโหรา คือ รูปแบบการมีส่วนร่วม HORA Model เด็กและเยาวชนที่ร่วมกิจกรรมการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน มีคะแนนเฉลี่ยความรู้โดยรวมและจำแนกตามมิติ/ด้านตำบลน่าอยู่ หลังเข้าร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีความตระหนักและการมีส่วนร่วมโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยสรุป รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน ทำให้เด็กและเยาวชนมีความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่ของตนเองซึ่งก่อให้เกิดความ สำคัญในกิจกรรมของตำบลน่าอยู่และเป็นประโยชน์ที่จะพัฒนาความยั่งยืนในชุมชนต่อไป และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Somchai Wanlu, Adisak Singseewo and Paitool Suksringarm (2558:1646-1650) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้และความตระหนักของกฎหมายสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของผู้ถูกคุมความประพฤติ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่าบุคคลได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม ($p < 0.001$) นอกจากนี้พวกเขา



แสดงให้เห็นว่าความรู้เพิ่มเติมจากกฎหมายสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากกว่ากลุ่มควบคุมผู้ถูกคุมความประพฤติ ($p < 0.001$)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนพหุคูณระหว่างเพศหญิง และเพศชาย ซึ่งนักเรียนเรียนที่ได้รับการสอนมีจำนวนเพศหญิงและเพศชายเท่ากัน ซึ่งนักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเหตุผลที่ทำให้ทราบวาระหว่างเพศหญิงกับเพศชายมีความแตกต่างกันเนื่องจาก ผู้วิจัยได้วิธีการออกแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย และนำเอากระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษาเข้ามาช่วยในการเรียนการสอน และยังให้ทั้งสองเพศได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ เท่าเทียมกันเพื่อจะได้วัดความแตกต่างของทั้งสองเพศ เมื่อทดสอบความแปรปรวนพหุคูณแล้วผู้วิจัยจึงได้ทดสอบ Univariate Test พบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมแตกต่างกัน ($p < .017$) ซึ่งเพศชายมีความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมมากกว่าเพศหญิง อาจเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่เพศชายมีความสนใจ ความเข้าใจ มากกว่าผู้หญิง เพราะการเรียนการสอนเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพลังงานทดแทน ซึ่งเพศชายจะให้ความสำคัญมากกว่าเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมบัติ อัมระภา (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิค การรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิดา กิจจินดาโอภาส (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญาการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ด้านการอนุมานมากกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณของเพศที่แตกต่างกันในด้านความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมแล้ว จึงได้นำมาวิเคราะห์จำแนกออกเป็นรายด้านเพื่อให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความรู้ด้านถ่านอัดแท่ง ($p = .022$) มีทักษะการเรียนรู้ ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านการปฏิบัติ ($p < .031$) และมีการมีส่วนร่วม ด้านการวางแผน และด้านการปฏิบัติ ($p < .049$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ส่วนความรู้ ด้านพลังงาน และด้านพลังงานทดแทน ($p \geq .128$) ทักษะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ($p \geq .130$) และการมีส่วนร่วม ด้านการนำไปใช้ ($p \geq .064$) ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้นั้น ในด้านความรู้ เพศที่



แตกต่างกันมีผลกับความรู้ในด้านการทำถ่านอัดแท่งเท่านั้นที่แตกต่างกัน และในส่วนของทักษะ มีความแตกต่างในด้านการคิดวิเคราะห์ และการปฏิบัติ การมีส่วนร่วม แตกต่างในด้านการวางแผน และการปฏิบัติ เหตุผลที่ทำให้เพศแตกต่างกัน เนื่องจากเพศชายและเพศหญิงมีความสนใจในการทำกิจกรรมที่ต่างกัน ซึ่งเพศชายจะมีความรู้รายด้าน ทักษะการเรียนรู้รายด้าน และการมีส่วนร่วมรายด้านมากกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำให้ผลออกมาแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดซึ่งสอดคล้องกับ Cornelia Fraune (2558: 55-65) ได้ศึกษาเรื่องเพศ: หญิง, พลังงานทดแทนและการมีส่วนร่วมของประชาชนในประเทศเยอรมนี ผลการศึกษาพบความแตกต่างระหว่างผู้หญิงและผู้ชายในอัตราเฉลี่ยของรูปแบบการมีส่วนร่วมของประชาชน รวมทั้งผลเฉลี่ยการลงทุน และการตัดสินใจส่วนบุคคล ในทางตรงกันข้ามการค้นพบกับความแตกต่างทางเพศในปริมาณของสินทรัพย์ที่ลงทุนได้ต่อหัวไม่สามารถพิสูจน์ได้ การศึกษาครั้งนี้จะช่วยให้ข้อบ่งชี้ว่าความชอบของแต่ละบุคคลและทัศนคติการลงทุน วัฒนธรรม ปัจจัยทางสังคม และการเมือง ที่ยังมีอิทธิพลต่อหน่วยงานของแต่ละบุคคลที่จะมีส่วนร่วมในการดำเนินการ RES-E โดยสมาคมของประชาชน และสอดคล้องกับ Warapond Budprom, Paitool Suksringam and Adisak Singriwo (2553: 200-204) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้พหุปัญญากับคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวมและเป็นรายด้านและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมมากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Somsak Klongyut, Adisak singseewo and Paitool Suksringam (2558: 2599-2605) ได้ศึกษาการพัฒนาการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนได้รับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการฝึกอบรมนักเรียนหญิงมีความรู้มากขึ้น โดยรวมและใน 3 ด้าน คือ ด้านการกำจัดขยะและน้ำเสีย, การอนุรักษ์น้ำและการใช้สารเคมีกว่านักเรียนชาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้มากขึ้นในแง่ของการอนุรักษ์พลังงานมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แต่ทั้งสองกลุ่มของนักเรียนไม่ได้ระบุทัศนคติและพฤติกรรมที่ต่างกัน นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของเพศก็ระดับชั้น พบว่า มีความรู้และพฤติกรรมที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

5.3.3 ประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่า ถ่านอัดแท่งมีความยาว 10 เซนติเมตร น้ำหนักถ่าน 100 กรัม อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 96.33 องศาเซลเซียส มีปริมาณความร้อน 9,633 แคลอรี ซึ่งถ่านอัดแท่งเป็นวิธีการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผ่านกระบวนการเผาไหม้แล้ว นำมาอัดให้เป็นแท่งโดยใช้วิธีอัดแบบอัดเย็น ซึ่งใช้ส่วนผสมในอัตราส่วน ถ่าน 8 ส่วน แป้งมัน 2 ส่วน น้ำ 60-80 % ของอัตราส่วนทั้งหมด จึงจะทำให้ถ่านอัดเป็นแท่งได้ ซึ่งถ่านอัดแท่งจะเป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งซึ่งใช้แทนถ่านจากไม้โดยตรง และจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันและอาจมีประสิทธิภาพ



ภาพมากกว่าถ่านจากไม้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้ง้ามันสำปะหลัง สรุปได้ว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้ง้ามันสำปะหลังในอัตราส่วน 9 : 1 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนสูงสุดเท่ากับ 6,580.10 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sotannde, Oluyeye, and Abah (2010: 63-67) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากขี้เลื่อยของสะเดา การศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังและกาวที่ยึดเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เลื่อยของสะเดา ขี้เลื่อยและสารผสมในอัตราส่วน 100: 15 100: 25 100: 35 100: 45 น้ำหนักตามลำดับ เชื้อเพลิงอัดแท่ง ผลิตได้ภายใต้การทดสอบทางกายภาพและการเผาไหม้ ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและการเผาไหม้ของ เชื้อเพลิงอัดแท่ง แตกต่างกับชนิดสารยึดเกาะและระดับสารยึดเกาะ ($p < 0.05$) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า เชื้อเพลิงอัดแท่ง ผูกพันกับแป้งให้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของ $0.546 \text{ กรัม-ซม}^{-3}$, คะแนนความทนทานของ 95.93% ค่าความร้อน $33.09 \text{ เมกะจูล กก}^{-1}$ นอกจากนี้ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะให้ความร้อนมากแล้วยังมีการเผาไหม้นาน ไม่มีประกายไฟ มีควันและปริมาณเถ้าน้อย ซึ่งเป็นผลดีกับสภาพแวดล้อมและสุขภาพอนามัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Joseph O Akowuah, Francis Kemausuor and Stephen J Mitchual (2012: 1 - 6) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีและการศึกษาของตลาดถ่านอัดแท่งขี้เลื่อย ผลของการประเมินทางกายภาพและทางเคมีของ เชื้อเพลิงอัดแท่ง มีดังนี้: ความยาว (75-120 มิลลิเมตร) และค่าความร้อน ($4,820 \text{ กิโลแคลอรี / กิโลกรัม}$) คำตอบจากการสำรวจชี้ให้เห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเรื่องง่ายที่จะจุดชนวน มีการเผาไหม้เป็นเวลานานและมีความร้อนที่ดี ผู้ตอบแบบสอบถามยังตั้งข้อสังเกตว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งไม่ได้ทำให้เป็นประกายไฟ มีควันและปริมาณเถ้าน้อยลงเมื่อเทียบกับถ่านปกติ ในที่สุด 93% ของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระบุความตั้งใจที่จะใช้ เชื้อเพลิงอัดแท่ง ถ้าราคาถูกเปรียบกับถ่าน

5.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอการวิจัยในการนำไปใช้

1.1 ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

1.2 ควรส่งเสริมการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เข้าไปในครัวเรือน ชุมชน โรงเรียน และหน่วยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บุคคลอื่น ๆ เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถทำถ่านอัดแท่งไว้ใช้ในครัวเรือน ชุมชน โรงเรียน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเองได้อย่างถูกต้องและยั่งยืน



ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยควรศึกษารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรอย่างอื่นด้วย เช่น รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทยเลอร์ รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของวิเชียร วงศ์ใหญ่ และอื่นๆ เพื่อได้หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพและหลายแบบมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการนำหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ไปพัฒนา ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น และเผยแพร่สู่โรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม และโรงเรียนอื่นๆ ที่สนใจ เพื่อให้เกิดหลักสูตรใหม่ที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป



เอกสารอ้างอิง



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงพลังงาน. พลังงานทดแทน. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://energy.go.th/> [สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2558].
- กรีติ ยศยิ่งยง (2549). *องค์กรแห่งนวัตกรรม: แนวคิดและกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกษม จันทร์แก้ว. (2536). *สิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.
- กัณธิกา ทวีรอด และตรีทิพย์ อนงค์ทอง. (2550). *ความรู้และการปฏิบัติตนของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มาใช้บริการที่คลินิกโรคเบาหวาน ศูนย์สุขภาพชุมชน สถานีอนามัยหัวโพ ตำบลหัวโพ อำเภอบางแพะ จังหวัดราชบุรี*. นครปฐม: โปรแกรมวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- กลุ่มสถิติข้อมูลพลังงาน ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม – เมษายน 2558. [ออนไลน์]. ได้จาก: www.dede.go.th [สืบค้นวันที่ 15 พฤษภาคม 2558].
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2556. [ออนไลน์]. ได้จาก: www.dede.go.th [สืบค้นวันที่ 15 พฤษภาคม 2558].
- กรมวิชาการ. (2540). *คู่มือการปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- คงศักดิ์ ธาตุทอง. (2547). จริยธรรมสิ่งแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มข.* 27(4), 9-17.
- ชินรัตน์ สมสืบ. (2539). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชนบท*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชูศรี สุวรรณโชติ. (2544). *หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: อักษรไทย.
- ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา. (2540). *การพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ข่าวทหารอากาศ.
- ถ่านอัดแท่ง. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.tanncharcoal.com> [สืบค้นเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2558].
- ทองม้วน นาเสีี่ยม. (2524). *พลังงานทดแทนจากใบฉำฉา*. รายงานวิจัย. มหาสารคาม:



มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

- ธารินี มหายนันท์. (2548). *การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง สำหรับการผลิตในระดับครัวเรือน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตรการออกแบบและพัฒนา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี, ปิยะบุตร โพธิคามบำรุง, ธวัชชัย ชัยธวัชวิถิ และวินัย บุญน้อย. (2554). *การผลิตพลังงานและเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร*. รายงานฉบับสมบูรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แพร่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้ว วิทยาเขตแพร่-เฉลิมพระเกียรติ.
- นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. (2540). *การสื่อสาร-รณรงค์เชิงยุทธศาสตร์เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมมนุษย์: เน้นการเจาะกลุ่มและการมีส่วนร่วม*. เชียงใหม่: ภาควิชาส่งเสริมการเกษตรคณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นรินทร์ จงวุฒิเวศย์. (2527). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิคม ชมภูหลง. (2545). *วิธีการและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรประถมศึกษาและหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. มหาสารคาม: สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดมหาสารคาม.
- นิคม ไชยวรรณ. (2540). *โครงการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการศึกษาเกษตรกรรมยั่งยืน*. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- นิตา กิจจินดาโอภาส. (2552). *ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้พหุปัญญากับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร : โครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). *การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โรงพิมพ์เดอะโนว์เลจเซ็นเตอร์.
- ประยูร วงศ์จันทร์. (2553). *วิทยาการสิ่งแวดล้อม*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสพชัย พสุนนท์. (2557). *ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามในการวิจัยเชิงปริมาณ*. วารสารปาริชาติ



- มหาวิทยาลัยทักษิณ, 27(1), 144-163.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- ประลอง ดำรงไทย. แท่งเชื้อเพลิงเขียวเพื่อทดแทนฟืนและถ่าน. [ออนไลน์]. ได้จาก:
<http://www.dnp.go.th> [สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2558].
- พิเชฐ ลาภาณุพัฒน์. (2553). *ความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพดในอำเภอคลอง
 จังหวัดแพร่*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารธุรกิจ
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พุดมินท์ พึ่งวงศ์ญาติ. (2548). *กระบวนการเผาถ่าน ถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง.
 หนังสือกระบวนการผลิตถ่าน*.
- พรธิดา วิเชียรปัญญา. (2547). *การจัดการความรู้: พื้นฐานและการประยุกต์ใช้*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. (2554). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์
 อุดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2557). การรู้สิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy). *วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษา
 สสศท.*, 5(9), c5-c15.
- . (2553). *Lecture Notes on Statistic*. ใน: เอกสารประกอบการสอนวิชา Advanced
 Statistics and Research Methodology for Environmental Education. มหาสารคาม:
 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. หน้า 52–136.
- มานิตย์ ซาซियो. (2554). *รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการตำบลน่าอยู่สำหรับเด็กและเยาวชน โดย
 ใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา
 สิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มณฑาสินี หอมหวาน. (2555). *พลังงานทดแทน พลังงานทางเลือกใหม่สำหรับอนาคต*. *วารสาร
 นักบริหาร*. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 32(1), 100-104.
- มนตรี พิรุณเกษตร. (2540). *อุณหพลศาสตร์ 2 = Thermodynamics 1*. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒน์.
- ยุทธนา ปฐมวรชาติ. (2545). *การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น: แนวคิดเชิงปฏิบัติที่เป็นพื้นฐานสำคัญสู่
 การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. *วารสารวิชาการ*, 5(5), 11-18.
- ยงยุทธ วงศ์ภิรมย์ศานต์. (2540). *แนวทางพัฒนาเด็กวัย 6-18 ปี โครงการพัฒนาครอบครัว*. นนทบุรี:
 กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2538). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525*. พิมพ์ครั้งที่ 5.
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- รุจิรี ภู่อาระ. (2545). *การพัฒนาหลักสูตร: ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บุ๊ค พอยท์.
- รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. (2553). *การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านแห้งมันสาปะหลัง*.



- ปริญญาพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เรืองศรี คุณสุทธิ. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- วานิช โสภาสพ, บุญยี่ง อินทรบุตร และสมพล พวงดอกไม้. (2550). *การผลิตถ่านอัดแท่งด้วยเศษ
วัสดุเหลือใช้เพื่อเป็นพลังงานทดแทน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- วินัย วีระพัฒน์นันท. (2546). *สิ่งแวดล้อมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- วิจารณ์ พานิช. (2548). *การจัดการความรู้กับการบริหารราชการไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการ
จัดการความรู้เพื่อสังคม.
- วันชัย วัฒนศัพท์. (2543). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการตัดสินใจของชุมชน*. กรุงเทพฯ: สถาบัน
พระปกเกล้า.
- สกุล มูลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.
- สัญญา สัญญาวิวัฒน์. (2539). *สังคมวิทยทัศน์ /สัญญา สัญญาวิวัฒน์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุนันท์ วชิรมนตรี. (2554). *การพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา โรงเรียนบ้านบางกะปิ
กรุงเทพมหานคร. วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์ ๑๐๐, 7(2), 86-100.*
- สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *พลังงานชีวมวล*. [ออนไลน์]. ได้จาก:
<http://www.ku.ac.th/e-magazine/jun51/know/know4.html> [สืบค้นเมื่อวันที่ 23
มกราคม 2558].
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. *พลังงานชีวมวล*. [ออนไลน์]. ได้จาก:
<http://www.eppo.go.th> [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2558].
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). *แนวทางการพัฒนาทักษะชีวิตบูรณาการการ
เรียนการสอนใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง
ประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). *การวางแผนเชิงกลยุทธ์ การศึกษาขั้นพื้นฐาน*.



- เอกสารประกอบการอบรม การบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์การศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม 2556*. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สมบัติ อัมระกา. (2552). *ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิค การรู้คิดและตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2540). *ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2554). *พื้นฐานสิ่งแวดล้อมศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- อักษร สวัสดิ์. (2542). *มีความรู้ความเข้าใจและความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย: กรณีศึกษาในเขตบางกะปิกรุงเทพฯ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- อรทัย ก๊กผล. (2552). *คู่มือการมีส่วนร่วมของประชาชน สำหรับนักบริหารท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: จรัญสนิทวงศ์การพิมพ์.
- Bloom, Benjamin S. (1965). *Yaxonomy of Education Objective Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Charinrat Ladawan, Adisak Singseewo and Paitool Suksringarm. (2015). Development of environmental knowledge, team working skills and desirable behaviors on environmental conservation of Matthayomsuksa 6 students using good science thinking moves method with metacognition techniques. *Academic Journals of Educational Research and Reviews*, 10(13), 1846-1850.
- Cornelia Fraune. (2015). Gender matters: Women, renewable energy, and citizen participation in Germany. *Energy Research & Social Science*, 7(1), 55-65.
- Clachery, A.J. (1992). Environmental Literacy: Implication for environmental and teacher education. *South African Journal of Education*, (12), 25 – 30.
- Dheerayut Wisedsang, Chowwalit Chookhampaeng and Pitak Noiwangklang. (2015). Curriculum development for enhancing the art aesthetic in art learning



- substance for grade 7 students: Pilot study. *Academic Journals of Educational Research and Reviews*, 10(12), 1651-1661.
- Disinger, J.F. and Roth, C.E. (1992). Environmental Education research news. *The Environmentalist*, (12), 165 – 168.
- Ergin Ismet , KANLI Uygur, UNSAL Yasin. (2008). “An Example for the Effect of 5E Model on the Academic Success and Attitude Levels of Students’ “Inclined Projectile,” *HKIED APFSLT*, 5(3), 47-59.
- Federal Interagency Committee on Education Subcommittee on Environmental Education. (1978). Toward an action plan : A report on the Tibilisi conference on education. Washington, DC : U.S. Department of Health, Education, and Welfare. *ERIC Document Reproduction Service No.* ED 155063.[Online]. Available from: <http://eric.ed.gov/?journals> [Cited on 23 January 2015.]
- Georgia Liarakou, Costas Gavrilakis and Eleni Flouri. (2009). Secondary School Teachers’ Knowledge and Attitudes Towards Renewable Energy Sources. *J Sci Educ Technol*, (18), 120–129.
- Harvey, G.D. (1976). A conceptualization of environmental education in Aldrich, J.L., Blackburn, AM. And Abel, G.A. (eds). The Report of the North American Regional Seminar on Environmental Education. *Columbus, OH: ERIC Clearing House for Science Mathematics and Environmental Education*. [Online]. Available from: <http://eric.ed.gov/?journals> [Cited on 23 January 2015.]
- Hurry, L.B. (1982). Directions in environmental education and their implications for the trailing for primary school teachers in the Transvaal: Toward and a Synthesis. *Unpublished Thesis Doctor of Education Pretoria: University of South Africa*.
- Joseph O Akowuah, Francis Kemausuor and Stephen J Mitchual. (2012). Physico-chemical characteristics and market potential of sawdust charcoal briquette. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 3(20), 1-6.
- Jeeraporn Chankian, Adisak Singseewo and Penkae Thamsananupap. (2012). Science Curriculum Development on Environmental Conservation, with an Emphasis on the Promotion of Critical Thinking Skills for Mathayomsuksa 1 Students.



- European Journal of Scientific Research*. 67(4): 512-520.
- Fortuin K.P.J. (Karen), C.S.A. (Kris) van Koppen and C.(Carolien) Kroeze. (2013). The contribution of systems analysis to training students in cognitive interdisciplinary skills in environmental science education. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, (3), 139-152.
- Louber, C.P, Swanepael, C.H. and Chacko, C.P.C. (2001). Concept formation for environmental literacy. *South African Journal of Education*, 21(4), 317 – 323.
- McClaren, M. (1989). Environmental literacy: A critical element of a liberal education for the 21st century. Manitoba: Education Manitoba.
- Noppadon Phumeechanya and Panita Wannapiroon. (2014). Design of problem-based with scaffolding learning activities in ubiquitous learning environment to develop problem-solving skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (116), 4803-4808.
- Nickerson, N.H. (1991/92). Environmental programs at Tufts University – Leading the ways in environmental studies. *Journal of College Science Teaching*, (21), 168 – 172.
- Oliva, P.F. (1992). *Developing the Curriculum*. 3rd ed. New York: Harper Collins.
- Sotannde, O.A., Oluyeye A.O. and Abah G.B. (2010). Physical and combustion properties of briquettes from sawdust of *Azadirachta indica*. *Journal of Forestry Research*, 21(1), 63–67.
- Punmanatpong Punprasert, Prayoon Wongchantra and Banyat Salee. (2013). Developing Environmental Education Activities to Strengthen Knowledge, Attitudes, and Environmental Conservation Behaviors of Children and Youths at Udon Thani Juvenile Observation and Protection Center. *European Journal of Scientific Research*, 96(4), 546-552.
- Rockcastle, V.N. (1989). Environmental literacy: Philosophy/Content/Strategies: what our students should know and be able to do. *Nature Study*, (43), 8-22.
- Roth, C.E. (1992). Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s. *Columbus: The Ohio State University*.
- Saylor, J.G. and Alexander, W.M. (1966). *Curriculum planning for better teaching and*



learning. New York : Rinehart.

- Sen Wang. (2014). A Practical Research of Hybrid Learning Mode in Teaching and Research Activities. *Chapter Hybrid Learning. Theory and Practice. Springer International Publishing Switzerland*, (8595), 68-79.
- Somsak Klonyut, Adisak singseewo and Paitool Suksringam. (2015). A development of participation of primary school students in conservation of school environments. *Academic Journals of Educational Research and Reviews*, 10(18), 2599-2605.
- Sombat Appamaraka, Paitool Suksringam and Adisak Singseewo. (2009). Effects of Learning Environmental Education Using the 5Es-Learning Cycle Approach with the Metacognitive Moves and the Teacher Handbook Approach on Learning Achievement, Integrated Science Process Skills and Critical Thinking of High School (Grade 9) Students. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 6(5), 287-291.
- Somchai Wanlu, Adisak Singseewo and Paitool Suksringarm. (2015). The development of knowledge and awareness of environmental laws and participation in environmental conservation of probationers. *Academic Journals of Educational Research and Reviews*, 10(12), 1646-1650.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development: Theory and Practice*. New York: Harcourt Brace & World.
- Tyler, Ralph. (1968). *Basic Principle of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- UNESCO. (1989). Environmental literacy of All. *Connect*, 14(2), 1.
- Warapond Budprom, Paitool Suksringam and Adisak Singsriwo. (2010). Effects of Learning Environmental Education Using the 5E-Learning Cycle with Multiple Intelligences and Teacher's Handbook Approaches on Learning Achievement, Basic Science Process Skills and Critical Thinking of Grade 9 Students. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 7(3), 200-204.
- Wisconsin Department of Public Administration. (1991). A guide to curriculum planning in environmental education. Madison, *Wisconsin Department of Public Instruction*.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.นิตา กิจจินดาโอภาส ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวาปีปทุม
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26
2. ดร.นปดล นพเคราะห์ ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสูงยาง สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2
3. วาทีพันตรี ดร.มานิตย์ ซาชิโย ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแคน (วัน
ครู 2503) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2
4. ดร.จีราภรณ์ จันทร์เขียน ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
5. ดร.วราภรณ์ บุตรพรม ปร.ด. สิ่งแวดล้อมศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านวังแสง
อำเภอโพนทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3



ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์



ที่ ศธ ๐๕๓๐.๒๒/๑ ๑๖๐๐



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าทำการศึกษาในพื้นที่

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

ด้วย นายจักรี กล้าขยัน รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๐๑๑๗๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาการสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ เพื่อให้การดำเนินการจัดทำวิจัยดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการจัดกิจกรรมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๒๙ คน ระยะเวลา ๒ เดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ๒๕๕๘

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณาฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณาฯ
โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๕๕๔-๔๓๕



ที่ ศร ๐๕๓๐.๒๒/๑.๔ (๓) ๙



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑: มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.นิตา กิจจินดาโอกาส

ด้วย นายจักรี กล้าขยัน รหัสประจำตัวนิสิต ๕๕๑๐๑๑๑๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ว.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยติศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งการ ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการทำ วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยรรยงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะฯ
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๕๓๑๕๕-๕๓๕





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๒๖/๑๔๓๖

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอลาอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.นพดล นพเคราะห์

ด้วย นายจักรี กล้าขยัน รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๐๑๑๗๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งการ ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการทำ วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รณรงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะฯ
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๕๔-๔๓๕



ที่ ศธ ๐๕๓๐.๒๒/๒๕๖๐



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๕๑๕๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ว่าที่พันตรี ดร.มานิตย์ ขาจิโย

ด้วย นายจักรี กล้าขยัน รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๐๑๑๗๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รณรงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะฯ
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๕๔-๔๓๕



ที่ ศธ ๐๕๓๐.๒๒/๑๙๙๖



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.จิราภรณ์ จันทร์เขียน

ด้วย นายจักรี กล้าขยัน รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๐๑๑๗๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน :การทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งการ ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการทำ วิทยานิพนธ์

ในกรณี คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รณรงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะฯ
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๕๔-๔๓๕



ที่ ศธ ๐๕๓๐.๒๒/๑๙ ๙๑



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.วรภรณ์ บุตรพรม

ด้วย นายจักรี กล้าขันธ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๐๑๑๗๕๐๐๐๒ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบในเวลาราชการ ศูนย์มหาสารคาม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน : การทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งการ ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเครื่องมือที่ใช้ในการทำ วิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยรรยงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะฯ
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๕๕-๔๓๗๕



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแบบขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ



แบบขอความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา

คำชี้แจง ขอความกรุณาท่านได้โปรดให้ข้อคิดเห็นตามความเป็นจริงต่อเครื่องมือในการเรียนการสอนที่แนบมา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปพัฒนาเครื่องมือในการเรียนการสอนเพื่อให้มีคุณภาพต่อไป

ตารางที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่าน อัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา ระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
1. วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา				
2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร สอดคล้องกับเนื้อหาภายในหลักสูตร				
3. เนื้อหาภายในหลักสูตรสอดคล้องกับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4. เนื้อหาภายในหลักสูตรสอดคล้องกับสื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้				
5. เนื้อหาภายในหลักสูตรสอดคล้องกับการวัดและการประเมินผล				
6. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับสื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้				
7. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล				
8. รายละเอียดครอบคลุม เหมาะสมกับระดับวัย				
9. แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาภายในหลักสูตร				



ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ตารางที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสมอย่างยิ่ง	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยมาก	
1. คุณภาพของหลักสูตรพลังงานทดแทน						
1.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระของเอกสาร						
1.2 ความถูกต้องตามหลักวิชาการของเอกสาร						
1.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเอกสาร						
1.4 การพิมพ์และจัดทำรูปเล่มของเอกสาร						
2. ประโยชน์ของหลักสูตรพลังงานทดแทน						
2.1 ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและนำไปใช้จริง						
2.2 ประโยชน์ต่อนักเรียน และบุคคลทั่วไป						
3. สัดส่วนและสาระความรู้มีความสอดคล้อง						



กัน						
3.1 เวลาที่กำหนด เหมาะสม						
3.2 ความยากง่าย เหมาะสม						
3.3 การเรียงลำดับ เนื้อหาเหมาะสม						
4. เนื้อหาสาระภายในของ หลักสูตร						
รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอ แนะ
	เหมาะสม อย่างยิ่ง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปาน กลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม น้อย มาก	
5. วิธีการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้						
6. สื่อ/อุปกรณ์						
7. การวัดและการ ประเมินผล						

ตารางที่ 3 การประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัด
แท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอ แนะ
	เหมาะสม อย่างยิ่ง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปาน กลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม น้อย มาก	
1. ความสอดคล้องของ แบบทดสอบกับ วัตถุประสงค์						
2. ความเหมาะสมของ จำนวนข้อใน						



แบบทดสอบ						
3. เนื้อหาใน แบบทดสอบครอบคลุม ในเรื่องที่สอน						
4. ความยากง่ายของ แบบทดสอบ						
5. ความเหมาะสมของ ภาษาที่ใช้						
6. ความเหมาะสมของ ตัวเลือกและตัวลวง						

ตารางที่ 4 การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัด
แท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม อย่างยิ่ง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปาน กลาง	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม น้อยมาก	
1. ความสอดคล้องของ แบบวัดกับวัตถุประสงค์						
2. ความเหมาะสมของ จำนวนข้อในแบบวัด						
3. เนื้อหาในแบบวัด ครอบคลุมในเรื่องที่สอน						
4. ความยากง่ายของ แบบวัด						
5. ความเหมาะสมของ ภาษาที่ใช้						
6. ความเหมาะสมของ ตัวเลือก						



ตารางที่ 5 การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน: การทำ
ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสมอย่าง ยิ่ง	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปาน กลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อย มาก	
1. ความสอดคล้องของแบบวัดกับวัตถุประสงค์						
2. ความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบวัด						
3. เนื้อหาในแบบวัดครอบคลุมในเรื่องที่สอน						
4. ความยากง่ายของแบบวัด						
5. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้						
รายการประเมิน	ความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสมอย่าง ยิ่ง	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปาน กลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อย มาก	
6. ความเหมาะสมของตัวเลือก						

คำชี้แจง

- แบบสอบถามนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมในคุณลักษณะด้านความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2: ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน
 - ตอนที่ 3: ทักษะต่อการรู้พลังงานทดแทน
 - ตอนที่ 4: การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



3. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น

4. โปรดตอบแบบสอบถามโดยละเอียด และกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ

() 1. ชาย () 2. หญิง

อายุ

() ต่ำกว่า 12 ปี () 12 – 15 ปี

() สูงกว่า 15 ปี

อาชีพของผู้ปกครอง

() 1. เกษตรกร () 4. แม่บ้าน
() 2. รับราชการ () 5. รัฐวิสาหกิจ และอื่นๆ
() 3. ค้าขาย

สถานภาพสมรสของผู้ปกครอง

1. อยู่ด้วยกัน 2. แยกกันอยู่
 3. หย่า/หม้าย 4. บิดาหรือมารดาหรือบิดามารดาเสียชีวิต

การพักอาศัย

() 1. อยู่กับพ่อ-แม่ () 2. อยู่กับญาติ () 3. อยู่หอพัก

เกรดเฉลี่ยสะสมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

() 1. ต่ำกว่า 2.50 () 2. 2.50 – 3.00
() 3. 3.01 – 3.49 () 4. สูงกว่า 3.50

ตอนที่ 2 : ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน
2. คำถามของแบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบทั้งสี่ตัวเลือก คือ คำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, หรือ ง ให้ไว้เมื่อเลือกคำตอบใดก็ให้เขียน เครื่องหมายกากบาท (X) ลงในแบบทดสอบ

ข้อที่	ความรู้	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	



		ด้วย			
ด้าน ความรู้เกี่ยวกับพลังงาน					
1	พลังงาน หมายถึง อะไร ก. วัตถุซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้ ข. วัตถุไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ค. พลังงานชนิดหนึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีก รูปหนึ่งได้ ง. ข้อ ก และ ค ถูก				
2	ข้อใดเป็นการจำแนกประเภทพลังงานตามลักษณะของ รูปแบบการใช้แหล่งพลังงาน ก. พลังงานต้นกำเนิด กับพลังงานแปรรูป ข. พลังงานเชิงพาณิชย์ กับพลังงานที่ไม่เป็นเชิงพาณิชย์ ค. พลังงานตามแบบ กับพลังงานนอกแบบ ง. ประเภทที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด กับประเภทที่ใช้แล้ว ไม่มีวันหมดหรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก				
ด้าน ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน					
8	พลังงานทดแทน (alternative energy) หมายถึงข้อใด ก. พลังงานที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ข. พลังงานธรรมชาติประเภทใช้ไม่หมดสามารถ หมุนเวียนมาใช้เป็นประจำวัน ค. พลังงานที่ได้จากการแปรเปลี่ยนหรือนำเอาพลังงาน ต้นกำเนิดนั้นมาแปรรูป ง. เป็นพลังงานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีลักษณะการผลิตเป็น ระบบศูนย์กลางขนาดใหญ่ใช้เทคโนโลยีที่พัฒนามาจน เกือบอิ่มตัวแล้ว				
ข้อที่	ความรู้	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	



9	<p>พลังงานแสงอาทิตย์ มีความยาวคลื่นของแสงในรูปแบบใดบ้าง</p> <p>ก. อินฟราเรด</p> <p>ข. อัลตราไวโอเลต</p> <p>ค. รังสีแกมมา</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>			
ด้านความรู้เกี่ยวกับการทำถ่านอัดแท่ง				
24	<p>ข้อใดคือความหมายของเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือถ่านอัดแท่ง ข้อใดถูกที่สุด</p> <p>ก. การอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน</p> <p>ข. การอัดวัสดุทุกชนิดให้อยู่ในรูปแบบแท่งตามที่เราต้องการ</p> <p>ค. การอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่น ๆ</p> <p>ง. เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอาเศษถ่าน หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาอัดเป็นแท่ง เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กๆ</p>			
25	<p>เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอา อะไรมาอัดเป็นแท่ง</p> <p>ก. เศษหิน กรวด ทราย</p> <p>ข. เศษถ่าน เศษถ่านหิน</p> <p>ค. เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ</p> <p>ง. ข้อ ข และ ค ถูก</p>			



ตอนที่ 3 : ทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทน

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบวัดโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทนของนักเรียนมากที่สุด เพียงความคิดเห็นเดียว (กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ)

ทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทน	ระดับทักษะ					ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ทักษะด้านความรู้									
1. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงาน									
2. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน									
3. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร									
ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์									
6. นักเรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดได้อย่างเป็นอิสระ									
7. นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ความรู้ และถ่ายทอดได้อย่างเหมาะสม									
8. นักเรียนสามารถคิดได้อย่างสร้างสรรค์ และมีจินตนาการในการออกแบบกระบอกอัดถ่านอัดแท่ง									
ทักษะด้านการปฏิบัติ									
11. นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้									



12. นักเรียนสามารถวางแผนอย่างมีระบบ มีขั้นตอนตามความรู้ที่ได้รับอย่างเหมาะสม									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ตอนที่ 4 : การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบวัดโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับกรมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของนักเรียนมากที่สุด เพียงความคิดเห็นเดียว (กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ)

การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	ระดับการมีส่วนร่วม					ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
ด้านการวางแผน									
1. นักเรียนมีส่วนร่วมการวางแผน ขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง									
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกระบอกรีดอัดแท่งอย่างง่าย									
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบรูปร่างของถ่านอัดแท่ง									
ด้านการปฏิบัติ									
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแท่ง									
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำถ่านจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรมาบดให้ละเอียด									



8. นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ผสมอัตราส่วนของถ่านกับตัว ผสมเพื่อทำถ่านอัดแท่ง									
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์									
11. นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ถ่ายทอดความรู้เรื่อง การทำ ถ่านอัดแท่ง แก่คนในชุมชน									
12. นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ใช้ถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง ในการหุงต้ม									

ภาคผนวก ง

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ



ตารางผนวกที่ 1 ผลการตรวจผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้องของหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัด
แท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร สอดคล้องกับเนื้อหาภายใน หลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
3. เนื้อหาภายในหลักสูตร สอดคล้องกับวิธีการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
4. เนื้อหาภายในหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้



สอดคล้องกับสื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้							
5. เนื้อหาภายในหลักสูตรสอดคล้องกับการวัดและการประเมินผล	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
6. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
7. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
8. รายละเอียดครอบคลุมเหมาะสมกับระดับวัย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
9. แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาภายในหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้

จากตารางผนวกที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินหลักสูตรพลังงานทดแทน มีความสอดคล้องของหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ สามารถนำหลักสูตรพลังงานทดแทนไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. คุณภาพของหลักสูตรพลังงานทดแทน							
1.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระของเอกสาร	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.20	เหมาะสมมาก



1.2 ความถูกต้องตามหลักวิชาการของเอกสาร	5.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเอกสาร	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	เหมาะสมมาก
1.4 การพิมพ์และจัดทำรูปเล่มของเอกสาร	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	เหมาะสมมาก
2. ประโยชน์ของหลักสูตรพลังงานทดแทน							
2.1 ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและนำไปใช้	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.40	เหมาะสมมาก
2.2 ประโยชน์ต่อนักเรียน และบุคคลทั่วไป	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.40	เหมาะสมมาก
3. สัดส่วนและสาระความรู้มีความสอดคล้องกัน							
3.1 เวลาที่กำหนดเหมาะสม	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80	เหมาะสมมาก
3.2 ความยากง่ายเหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
3.3 การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.20	เหมาะสมมาก
4. เนื้อหาสาระภายในของหลักสูตร	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.80	เหมาะสมมาก
5. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.60	เหมาะสมมาก
6. สื่อ/อุปกรณ์	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.60	เหมาะสมมาก
7. การวัดและการประเมินผล	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.40	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางผนวกที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินหลักสูตรพลังงานทดแทน มีความเหมาะสมของหลักสูตร อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก สามารถนำหลักสูตรพลังงานทดแทนไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน: การ



ทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
2. ความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบทดสอบ	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหาในแบบทดสอบครอบคลุมในเรื่องที่สอน	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
4. ความยากง่ายของแบบทดสอบ	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.60	เหมาะสมมาก
5. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
6. ความเหมาะสมของตัวเลือกและตัวลวง	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.60	เหมาะสมมาก

จากตารางผนวกที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบ ความรู้มีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก สามารถนำแบบทดสอบความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ความสอดคล้องของแบบวัดกับวัตถุประสงค์	4.00	3.00	1.00	4.00	4.00	3.20	เหมาะสมปานกลาง
2. ความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบวัด	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.60	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหาในแบบวัดครอบคลุมในเรื่องที่สอน	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.60	เหมาะสมมาก



ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ความยากง่ายของแบบวัด	3.00	3.00	1.00	4.00	4.00	3.00	เหมาะสมปานกลาง
5. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.60	เหมาะสมมาก
6. ความเหมาะสมของตัวเลือก	3.00	3.00	1.00	4.00	3.00	2.80	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางผนวกที่ 4 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะมีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมปานกลาง สามารถนำแบบวัดทักษะไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 5 การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ความสอดคล้องของแบบวัดกับวัตถุประสงค์	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80	เหมาะสมมาก
2. ความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบวัด	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหาในแบบวัดครอบคลุมในเรื่องที่สอน	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
4. ความยากง่ายของแบบวัด	3.00	4.00	1.00	4.00	4.00	3.20	เหมาะสมปานกลาง
5. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80	เหมาะสมมาก
6. ความเหมาะสมของตัวเลือก	4.00	4.00	1.00	4.00	3.00	3.20	เหมาะสมปานกลาง



จากตารางผนวกที่ 5 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดการมีส่วนร่วมมีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก สามารถนำแบบวัดการมีส่วนร่วมไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 6 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน:
การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

ความรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อที่ 1	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 2	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 3	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 8	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 9	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 11	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 12	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 13	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 14	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 15	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 20	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 21	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	ใช้ได้



ข้อที่ 23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 24	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 25	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 26	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 27	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 28	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 29	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 30	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้

จากตารางผนวกที่ 6 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้ มีความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้ อยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ ทุกข้อ สามารถนำแบบทดสอบความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน: การทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

ทักษะ	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อที่ 1	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 2	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 3	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 4	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 5	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 6	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 7	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 8	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 9	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 10	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 11	0.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
ข้อที่ 12	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 13	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 14	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้



ข้อที่ 15	0.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.40	ปรับปรุง
-----------	------	------	-------	------	------	------	----------

จากตารางผนวกที่ 7 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะมีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะ อยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ จำนวน 5 ข้อ และอยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง จำนวน 10 ข้อ สามารถนำแบบวัดทักษะไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

การมีส่วนรวม	ผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ข้อที่ 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 11	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 12	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 13	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้



ข้อที่ 14	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 15	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	ใช้ได้

จากตารางผนวกที่ 8 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการมีส่วนร่วม มีความสอดคล้องของแบบวัดการมีส่วนร่วมอยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ ทุกข้อ สามารถนำแบบทดสอบความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้



ภาคผนวก จ
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (try out)

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
ตารางผนวกที่ 9 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความรู้เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ความรู้	N	Mean	แปลความหมาย
ข้อที่ 1	47	.6596	ใช้ได้
ข้อที่ 2	47	.6170	ใช้ได้
ข้อที่ 3	46	.4565	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 4	47	.2553	ใช้ได้
ข้อที่ 5	47	.5532	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 6	47	.4468	ใช้ได้ดี



ข้อที่ 7	47	.7234	ใช้ได้
ข้อที่ 8	46	.3478	ใช้ได้
ข้อที่ 9	47	.5957	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 10	47	.5532	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 11	47	.4681	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 12	47	.1915	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 13	47	.6596	ใช้ได้
ข้อที่ 14	45	.2000	ใช้ได้
ข้อที่ 15	47	.5745	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 16	46	.3696	ใช้ได้
ข้อที่ 17	47	.3191	ใช้ได้
ข้อที่ 18	47	.1915	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 19	47	.1702	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 20	46	.3478	ใช้ได้
ข้อที่ 21	46	.4348	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 22	45	.2667	ใช้ได้ไม่ควรใช้
ข้อที่ 23	46	.5217	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 24	46	.5000	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 25	46	.4348	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 26	46	.1739	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 27	46	.3913	ใช้ได้
ข้อที่ 28	47	.2340	ใช้ได้
ข้อที่ 29	47	.1915	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 30	47	.2766	ใช้ได้

จากตารางผนวกที่ 9 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความรู้ พบว่า แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ ใช้ได้ดี จำนวน 11 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดี มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ ใช้ได้ จำนวน 13 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ ไม่ควรใช้และใช้ไม่ได้ จำนวน 6 ข้อ ไม่สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้

ตารางผนวกที่ 10 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



ความรู้	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 1	19.00	12.00	.30	ใช้ได้
ข้อที่ 2	20.00	9.00	.48	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 3	11.00	9.00	.09	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 4	7.00	5.00	.09	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 5	16.00	9.00	.30	ใช้ได้
ข้อที่ 6	11.00	10.00	.04	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 7	16.00	17.00	-.04	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 8	5.00	11.00	-.26	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 9	16.00	11.00	.22	ใช้ได้
ข้อที่ 10	14.00	11.00	.13	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 11	13.00	9.00	.17	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 12	5.00	4.00	.04	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 13	19.00	11.00	.35	ใช้ได้
ข้อที่ 14	7.00	2.00	.22	ใช้ได้
ข้อที่ 15	18.00	8.00	.43	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 16	12.00	5.00	.30	ใช้ได้
ข้อที่ 17	5.00	9.00	-.17	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 18	6.00	3.00	.13	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 19	4.00	4.00	.00	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 20	10.00	6.00	.17	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 21	11.00	8.00	.13	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 22	9.00	3.00	.26	ใช้ได้
ข้อที่ 23	19.00	5.00	.61	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 24	15.00	7.00	.35	ใช้ได้
ข้อที่ 25	15.00	5.00	.43	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 26	7.00	1.00	.26	ใช้ได้
ข้อที่ 27	14.00	3.00	.48	ใช้ได้ดี

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)



ความรู้	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 28	5.00	5.00	.00	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 29	6.00	3.00	.13	ไม่ควรใช้
ข้อที่ 30	7.00	6.00	.04	ใช้ไม่ได้

จากตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบทดสอบความรู้ จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ใช้ได้ดี จำนวน 4 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดี มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ใช้ได้ จำนวน 9 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ไม่ควรใช้และใช้ไม่ได้ จำนวน 17 ข้อ ไม่สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้

ตารางผนวกที่ 11 ค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

N of Items	N of Cases	Cronbach's Alpha
30	47	0.707

จากตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบทั้งฉบับ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น ซึ่งวิเคราะห์จากการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.707 แสดงว่า แบบทดสอบความรู้มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป

ผลการวิเคราะห์หาคูณภาพเครื่องมือของแบบวัดทักษะ เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตารางผนวกที่ 12 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะเรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ทักษะ	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 1	.768	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 2	.753	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 3	.628	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 4	.718	ใช้ได้ดี



ข้อที่ 5	.704	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 6	.634	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 7	.627	ใช้ได้ดี

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

ทักษะ	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 8	.644	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 9	.683	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 10	.661	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 11	.585	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 12	.739	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 13	.708	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 14	.763	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 15	.763	ใช้ได้ดี

จากตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดทักษะ จำนวน 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ใช้ได้ดี จำนวน 14 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดี และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ใช้ได้ จำนวน 1 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้

ตารางผนวกที่ 13 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะเรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

N of Items	N of Cases	Cronbach's Alpha
15	47	0.862

จากตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบวัดทั้งหมด มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 15 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น ซึ่งวิเคราะห์จากการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค เท่ากับ 0.862 แสดงว่า แบบวัดทักษะมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือของแบบวัดการมีส่วนร่วม เรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตารางผนวกที่ 14 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการมีส่วนร่วมเรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่ง



จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การมีส่วนร่วม รวม	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 1	.839	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 2	.803	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 3	.826	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 4	.752	ใช้ได้ดี

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

การมีส่วนร่วม รวม	ค่าอำนาจ จำแนก	แปล ความหมาย
ข้อที่ 5	.809	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 6	.608	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 7	.816	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 8	.694	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 9	.723	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 10	.764	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 11	.771	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 12	.704	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 13	.782	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 14	.827	ใช้ได้ดี
ข้อที่ 15	.692	ใช้ได้ดี

จากตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดการมีส่วนร่วม จำนวน 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ ใช้ได้ดี จำนวน 15 ข้อ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดี

ตารางผนวกที่ 15 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดการมีส่วนร่วมเรื่อง พลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

N of Items	N of Cases	Cronbach's Alpha
15	47	0.960



จากตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบวัดทั้งฉบับ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 15 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น ซึ่งวิเคราะห์จากการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนนาคเท่ากับ 0.960 แสดงว่า แบบวัดการมีส่วนร่วมมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป



ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



การพักอาศัย

- () 1. อยู่กับพ่อ-แม่ () 2. อยู่กับญาติ () 3. อยู่หอพัก
- เกรดเฉลี่ยสะสมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- () 1. ต่ำกว่า 2.50 () 2. 2.50 – 3.00
- () 3. 3.01 – 3.49 () 4. สูงกว่า 3.50

ตอนที่ 2 : ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้วัดความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม
2. คำถามของแบบวัดนี้เป็นแบบเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, หรือ ง ให้ไว้เมื่อเลือกคำตอบใดก็ให้เขียน เครื่องหมายกากบาท (X) ลงในแบบทดสอบ

ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยา

ประชากรและสังคมสิ่งมีชีวิต

1. ข้อใดคือความหมายของคำว่า "ประชากร"
 - ก. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยในโลกนี้
 - ข. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในที่

เดียวกัน

- ค. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในทุกที่มีสภาพแวดล้อมเดียวกัน
- ง. สิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน อาศัยอยู่ในที่ เดียวกัน ในช่วงเวลาหนึ่ง

ระบบนิเวศและชีวนิเวศ

4. ปัจจัยใดป้องกันสิ่งมีชีวิตจากรังสีอัลตราไวโอเลตของดวงอาทิตย์
 - ก. ฝนกรด
 - ข. โอโซน
 - ค. อากาศ
 - ง. ฝุ่น ผง

ห่วงโซ่อาหาร

7. ห่วงโซ่อาหารเกี่ยวข้องกับเรื่องใดมากที่สุด

- ก. การมีระดับของสิ่งมีชีวิต
- ข. ความสัมพันธ์ระหว่างกัน
- ค. การถ่ายทอดพลังงานต่อกันไป
- ง. ความเกี่ยวข้องของระดับชีวิต

การอนุรักษ์ทรัพยากร

10. ข้อใดทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
 - ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - ข. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 - ค. แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์
 - ง. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

ด้านทรัพยากร

13. ปัญหาป่าไม้ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทยคือ?
 - ก. ป่าไม้ถูกทำลาย
 - ข. การทำไร่เลื่อนลอย
 - ค. การทำสนามกอล์ฟ



ง. การใช้พื้นที่การเกษตรมากขึ้น

ด้านของเสีย และมลพิษ

17. การมีชั้นโอโซนบนชั้นบรรยากาศของโลก

จะช่วยปกป้องเราจากสิ่งใด?

- ก. การรุกรานของมนุษย์ต่างดาว
- ข. รังสีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์*
- ค. การหนาวเย็นแบบยิ่งยวดในฤดูหนาว
- ง. การร้อนแบบสุดขีดในฤดูร้อน

ด้านมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม

19. พຽຸ່ນນີ້ໃນຮູ້ມຸ່ບ້ານນັກຮຽນຈະມີງານສະກຸຣາຣາດ໌

ແລະທຳບູຣູຮູ້ມຸ່ບ້ານ ນັກຮຽນຄວຣ໌ທຳໃນຂໍ້ໃດ ຈຶ່ງ

ຈະເໝາະສົມທີ່ສຸດ?

- ก. ชวนเพื่อนๆ ไปวิ่งเล่น
- ข. รอไปเล่นสาดน้ำกับเพื่อนๆ
- ค. ไปยื่นดูการจัดงานของพวกผู้ใหญ่
- ง. ไปร่วมงาน โดยช่วยเหลือผู้ใหญ่ทำงาน



ตอนที่ 3 : เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับเจตคติของนักเรียนมากที่สุด เพียงความคิดเห็นเดียว (กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 5 เห็นด้วย = 4 ไม่แน่ใจ = 3 ไม่เห็นด้วย = 2 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1

เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1. การสลักชื่อไว้ในก้อนหินหรือต้นไม้ เป็นสิ่งที่น่ากระทำ เพื่อเตือนความทรงจำ					
2. ชาวบ้านควรร่วมมือในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นด้วยตนเอง					
3. ดิน ป่าไม้ น้ำ และอากาศเป็น สิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้มนุษย์เราดำรงชีวิตอยู่ได้					
4. นักเรียนรู้สึกว่าคุณเป็นส่วนสำคัญในการทำให้สิ่งแวดล้อม ให้ดีขึ้น					
5. การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของทางราชการมากกว่าประชาชน					

ตอนที่ 4 : พฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : กรุณาตอบแบบสอบถามโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด (กรุณาตอบให้ครบทุกข้อ)

ทุกครั้ง = 5 เกือบทุกครั้ง = 4 บ่อยครั้ง = 3 นานๆ ครั้ง = 2 ไม่เคยทำ = 1

การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม	ทุก ครั้ง	เกือบ ทุก ครั้ง	บ่อย ครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย ทำ
1. ข้าพเจ้าทำความสะอาดห้องเรียนร่วมกับเพื่อนๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย					
2. ข้าพเจ้าทำความสะอาดบ้านและบริเวณรอบบ้านร่วมกับครอบครัวของ					



ข้าพเจ้าในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์					
พฤติกรรมด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม					
6. ข้าพเจ้าคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงภาชนะรองรับขยะ					
การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม	ทุก ครั้ง	เกือบ ทุก ครั้ง	บ่อย ครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย ทำ
พฤติกรรมด้านการแนะนำผู้อื่นปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม					
7. ข้าพเจ้าเปิดไฟฟ้าเฉพาะหลอดที่มีความจำเป็นต้องใช้เท่านั้น					
11. ข้าพเจ้าแนะนำคนในครอบครัวและเพื่อนำเศษอาหาร เศษใบไม้ มาทำเป็นปุ๋ยชีวภาพและนำไปใช้ประโยชน์ได้					
12. ข้าพเจ้าแนะนำคนในครอบครัวและผู้อื่นไม่ควรบริโภคอาหารที่ปรุงจากสัตว์ป่าหายาก ประเภทเปิบพิสดาร					

ตอนที่ 5 : ทักษะในการการแปลความ และการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง แบบวัดฉบับนี้ใช้วัดทักษะในการแปลความ และการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

มีคำถามทั้งหมด 8 ข้อ

2. คำถามของแบบวัดนี้เป็นแบบเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, หรือ ง ให้ไว้เมื่อเลือกคำตอบใดก็ให้เขียน เครื่องหมายกากบาท (X) ลงในคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

ชุมชนของนักเรียนเป็นชุมชนอยู่ใกล้แม่น้ำ ชาวบ้านมักจะประกอบอาชีพด้วยการจับ สัตว์น้ำไปขาย ต่อมา มีโรงงานไฟฟ้ามาตั้งใกล้กับชุมชน และมักจะปล่อยน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำ ซึ่งน้ำที่ ปล่อยทิ้งเป็นน้ำร้อนทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง ซึ่งมีผลต่อการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ จนทำให้ชาวบ้านไม่สามารถประกอบอาชีพได้



1. ปัญหาของสถานการณ์นี้ คืออะไร?
 - ก. น้ำทิ้งจากโรงไฟฟ้า
 - ข. สัตว์น้ำมีจำนวนลดลง
 - ค. ชาวบ้านในชุมชนขาดรายได้
 - ง. การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลง
2. สาเหตุของปัญหา คืออะไร?
 - ก. ชาวบ้านไม่มีอาชีพเสริม
 - ข. อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้น
 - ค. ปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง
 - ง. ชาวบ้านจับสัตว์น้ำไปขายมากขึ้นทำให้สัตว์น้ำแพร่พันธุ์ไม่ทัน
3. แนวทางการแก้ไขปัญหา คืออะไร?
 - ก. ขอให้ราชการสั่งปิดโรงงานไฟฟ้า
 - ข. ปล่อยสัตว์น้ำลงสู่แหล่งน้ำให้มากขึ้น
 - ค. ส่งเสริมให้ชาวบ้านประกอบอาชีพเสริม
 - ง. ให้โรงงานชุดบ่อกักเก็บน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
4. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหานี้ คืออะไร?
 - ก. แม่น้ำไม่เน่าเสีย
 - ข. โรงไฟฟ้าถูกสั่งปิด
 - ค. สัตว์น้ำมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น
 - ง. ชาวบ้านมีรายได้จากการประกอบอาชีพเสริม



แบบทดสอบ

เรื่อง พลังงานทดแทน: การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
โรงเรียนเทศบาลสามัคคีวิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ และแปลความ มีทักษะการเรียนรู้พลังงานทดแทน และมีส่วนร่วมในการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีองค์ประกอบดังนี้

ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำ เรื่องพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



การมีส่วนร่วม หมายถึง การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหลักสูตรพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ให้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อความง่ายต่อการเข้าใจ

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ และสามารถทดแทนได้อย่างไม่จำกัด ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล และความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หมายถึง กระบวนการที่นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยทำถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ถ่านที่ได้จากการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผ่านกระบวนการ บด อัด มีลักษณะเป็นแท่ง

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หมายถึง วัสดุที่ได้จากการเกษตร เช่น ชังข้าวโพด ฟางข้าว แกลบ ไม้ และเศษไม้ เป็นต้น

ผู้วิจัย นายจักรี กล้าขยัน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมในคุณลักษณะด้านความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2: ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน
 - ตอนที่ 3: ทักษะต่อการรู้พลังงานทดแทน
 - ตอนที่ 4: การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
3. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น
4. โปรดตอบแบบสอบถามโดยละเอียด และกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม



เพศ

() 1. ชาย () 2. หญิง

อายุ.....ปี

เกรดเฉลี่ยสะสมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

() 1. ต่ำกว่า 2.50 () 2. 2.50 – 3.00

() 3. 3.01 – 3.49 () 4. สูงกว่า 3.50

ตอนที่ 2 : ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน
2. คำถามของแบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อให้เลือก

คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, หรือ ง ให้ไว้เมื่อเลือกคำตอบใดก็ให้เขียน เครื่องหมายกากบาท (X) ลงในแบบทดสอบ

ด้าน ความรู้เกี่ยวกับพลังงาน

1. พลังงาน หมายถึง อะไร

- ก. วัตถุซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้
- ข. วัตถุไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้
- ค. พลังงานชนิดหนึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้
- ง. ข้อ ก และ ค ถูก

2. ข้อใดเป็นการจำแนกประเภทพลังงานตามลักษณะของรูปแบบการใช้แหล่งพลังงาน

- ก. พลังงานต้นกำเนิด กับพลังงานแปรรูป
- ข. พลังงานเชิงพาณิชย์ กับพลังงานที่ไม่เป็นเชิงพาณิชย์
- ค. พลังงานตามแบบ กับพลังงานนอกแบบ
- ง. ประเภทที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด กับประเภทที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือสามารถนำกลับมาใช้

ใหม่ได้อีก

3. ข้อใด ไม่ใช่รูปแบบของพลังงานสะสม

- ก. พลังงานกล
- ข. พลังงานศักย์
- ค. พลังงานลม
- ง. พลังงานจลน์

ด้าน ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน

7. พลังงานแสงอาทิตย์ มีความยาวคลื่นของแสงในรูปแบบใดบ้าง



- ก. อินฟราเรด
- ข. อัลตราไวโอเลต
- ค. รังสีแกมมา
- ง. ถูกทุกข้อ

8. การเปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ข้อใดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ

- ก. แผงโซลาร์เซลล์
- ข. กังหันลม
- ค. แบตเตอรี่
- ง. ปฏิกรณ์ปรมาณู

9. ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ

- ก. ลมบกลมทะเล
- ข. ลมภูเขาและลมหุบเขา
- ค. ถูกทั้ง ก และ ข
- ง. ไม่มีข้อถูก

ด้านความรู้เกี่ยวกับการทำถ่านอัดแท่ง

16. ข้อใดคือความหมายของเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือถ่านอัดแท่ง ข้อใดถูกที่สุด

- ก. การอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน
- ข. การอัดวัสดุทุกชนิดให้อยู่ในรูปแบบแท่งตามที่เราต้องการ
- ค. การอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่น ๆ
- ง. เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอาเศษถ่าน หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาอัด

เป็นแท่ง เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กๆ

17. เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอา อะไรมาอัดเป็นแท่ง

- ก. เศษหิน กรวด ทราย
- ข. เศษถ่าน เศษถ่านหิน
- ค. เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ
- ง. ข้อ ข และ ค ถูก

ตอนที่ 3 : ทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทน



คำชี้แจง กรุณาตอบแบบวัดโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับทักษะต่อการเรียนรู้พลังงานทดแทนของนักเรียนมากที่สุด เพียงความคิดเห็นเดียว (กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ)

ทักษะต่อการเรียนรู้พลังงาน ทดแทน	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
ทักษะด้านความรู้					
1. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงาน					
2. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับพลังงาน ทดแทน					
3. นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการทำ ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร					
ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
6. นักเรียนสามารถคิดอย่างมี วิจารณญาณ และคิดได้อย่างเป็น อิสระ					
7. นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ ความรู้ และถ่ายทอดได้อย่าง เหมาะสม					
8. นักเรียนสามารถคิดได้อย่าง สร้างสรรค์ และมีจินตนาการในการ ออกแบบกระบอกอัดถ่านอัดแท่ง					
ทักษะด้านการปฏิบัติ					
11. นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้					
12. นักเรียนสามารถวางแผนอย่างมี ระบบ มีขั้นตอนตามความรู้ที่ได้รับ อย่างเหมาะสม					
13. นักเรียนสามารถออกแบบ กระบอกอัดถ่านอัดแท่งได้					



ตอนที่ 4 : การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบวัดโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความของแต่ละข้อที่ตรงกับกรมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของนักเรียนมากที่สุด เพียงความคิดเห็นเดียว (กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ)

การมีส่วนร่วมต่อการทำถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
ด้านการวางแผน					
1. นักเรียนมีส่วนร่วมการวางแผน ขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง					
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบ กระบอกอัดแท่งอย่างง่าย					
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบ รูปร่างของถ่านอัดแท่ง					
ด้านการปฏิบัติ					
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเอาเศษ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำถ่าน อัดแท่ง					
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำถ่าน จากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรมา บดให้ละเอียด					
8. นักเรียนมีส่วนร่วมในการผสม อัตราส่วนของถ่านกับตัวผสมเพื่อทำ ถ่านอัดแท่ง					
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์					
11. นักเรียนมีส่วนร่วมในการถ่ายทอด ความรู้เรื่อง การทำถ่านอัดแท่ง แก่คน					



ในชุมชน					
12. นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ถ่าน อัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงในการหุง ต้ม					
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำถ่าน อัดแท่งไว้จำหน่ายเพื่อเป็นรายได้ใน ครอบครัว					



ภาคผนวก ช
ตัวอย่างหลักสูตรพลังงานทดแทน



หลักสูตรพลังงานทดแทน

การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Renewable Energy Program of Charcoal
Briquettes from Agricultural Residues



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คำนำ

พลังงาน (energy) หมายถึง ความสามารถในการทำงาน หรืออำนาจที่แฝงอยู่ในวัตถุซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้ หรือสามารถกล่าวได้ว่าวัตถุใดที่มีพลังงาน วัตถุนั้นจะสามารถทำงานได้ พลังงานของวัตถุต่าง ๆ อาจสะสมอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ ความร้อน แสง ไฟฟ้า เสียง เป็นต้น ซึ่งแหล่งพลังงานที่สามารถพบเห็นโดยทั่วไปหรือสัมผัสได้ง่ายๆ เช่น พลังงานน้ำ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น

พลังงานทดแทน (alternative energy) หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ สามารถแบ่งตาม แหล่งที่ได้มาออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง (nonrenewable energy) ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีกเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (renewable energy) ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอาเศษถ่าน เศษถ่านหิน หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาอัดเป็นแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กๆ ประโยชน์ที่ได้จากการนำวัสดุเหลือทิ้งมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น เป็นวิธีการช่วยแก้ปัญหาในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้ง แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้สะดวกต่อการเก็บ การนำมาใช้ การขนส่งและยังเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนต่อหน่วยปริมาณ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในครัวเรือน

หลักสูตรฉบับนี้ประกอบด้วยข้อมูลความรู้ในเรื่อง พลังงาน พลังงานทดแทน ซึ่งจะประกอบไปด้วยสาระสำคัญคือ พลังงานสิ้นเปลือง พลังงานหมุนเวียน พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวลพลังงานแก๊สชีวภาพ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานน้ำ พลังงานอื่นๆ และการทำถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยสาระสำคัญคือ ความหมายของถ่านอัดแท่ง วัสดุเชื้อเพลิง ถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง เตาเผาถ่าน กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง วิธีการอัดแท่งถ่าน และการตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง จากเนื้อหาสาระข้างต้น จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ การมีส่วนร่วม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

ผู้วิจัยจึงได้จัดทำหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ให้มีความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 พลังงาน.....	1
ความหมายของพลังงาน.....	1
ประเภทของพลังงาน.....	1
พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมดไป.....	1
น้ำมันปิโตรเลียม.....	2
ก๊าซธรรมชาติ.....	2
ถ่านหินลิกไนต์.....	2
พลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือพลังงานทดแทน.....	3
พลังงานแสงอาทิตย์.....	3
พลังงานลม.....	3
พลังงานน้ำ.....	3
พลังงานชีวมวล.....	4
2 พลังงานทดแทน.....	5
ประเภทของพลังงานทดแทน.....	5
พลังงานสิ้นเปลือง.....	5
พลังงานหมุนเวียน.....	6
พลังงานแสงอาทิตย์.....	7
พลังงานลม.....	8
พลังงานชีวมวล.....	9
พลังงานแก๊สชีวภาพ.....	15
พลังงานนิวเคลียร์.....	15
พลังงานน้ำ.....	16
พลังงานอื่นๆ.....	20
3 ถ่านอัดแท่ง.....	25
ความหมายของถ่านอัดแท่ง.....	25
วัสดุเชื้อเพลิง.....	25
ถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง.....	28
เตาเผาถ่าน.....	29
กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	29



วิธีการอัดแท่งถ่าน.....	31
การตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง.....	34
อ้างอิง.....	37

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ระบบวัดปริมาณความร้อน.....	35



สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
2.1 พลังงานทดแทน.....	5
2.2 พลังงานลื่นเปลือง.....	6
2.3 พลังงานแสงอาทิตย์.....	7
2.4 พลังงานลม.....	9
2.5 พลังงานชีวมวล.....	10
2.6 ไม้.....	11
2.7 พืชผลทางการเกษตร.....	12
2.8 เศษไม้.....	13
2.9 เศษพืชผลทางการเกษตร.....	14
2.10 มูลสัตว์.....	14
2.11 ขยะที่เป็นโลหะ.....	15
2.12 ก๊าซชีวภาพ.....	15
2.13 พลังงานนิวเคลียร์.....	17
2.14 พลังงานน้ำ.....	17
2.15 วัฏจักรน้ำ.....	18
2.16 พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง.....	19
2.17 ไบโอดีเซล.....	20
2.18 แก๊ซโซฮออล์.....	21
2.19 พลังงานความร้อนใต้พิภพ.....	23
3.1 ถ่านอัดแท่ง.....	25
3.2 ชี้เลื่อย.....	26
3.3 แกลบและชี้เถ้าแกลบ.....	27
3.4 กากอ้อย.....	27
3.5 ขยะ.....	28
3.6 เต้าเผาถ่าน.....	29
3.7 กระบวนการอัดแท่งอย่างง่าย.....	31
3.8 เครื่องอัดแบบดั้งเดิม.....	32
3.9 การทำงานของเครื่องอัด Earth brick press.....	32
3.10 การทำงานของเครื่องอัดแบบลูกสูบ.....	33



3.11 การทำงานเครื่องอัดแบบเกลียว.....	33
ภาพประกอบ 3.12 การทำงานของเครื่องอัดแบบเพลลาท.....	34

หลักสูตรพลังงานทดแทน
การทำถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. คำอธิบาย

พลังงานทดแทน (alternative energy) หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ สามารถแบ่งตาม แหล่งที่ได้มาออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง (nonrenewable energy) และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีกเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (renewable energy)

2. จำนวนชั่วโมงที่สอนต่อสัปดาห์

จำนวน 1 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

3. วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อพลังงานทดแทน การทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

4. เนื้อหารายวิชาต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	กิจกรรม	สื่อ/อุปกรณ์	วัน/เวลา
1	แนะนำรายวิชา - แนวการสอน - ขอบเขตการสอน ทดสอบก่อนเรียน	บรรยาย/ แนะนำ เกี่ยวกับรายวิชา/ ทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบ/ แบบวัด	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. จำนวน 1 ชั่วโมง
2-3	พลังงาน - ความหมายของ พลังงาน - ประเภทของพลังงาน	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ	หลักสูตร พลังงาน ทดแทน/แผ่น พับ/VDO	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 2 ชั่วโมง 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง



4-6	พลังงานทดแทน - ความหมายของพลังงานทดแทน - ประเภทของพลังงานทดแทน	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ/ แบ่งกลุ่ม/ นำเสนองาน	หลักสูตรพลังงานทดแทน/แผ่นพับ/VDO/ กระดาษฟลิปชาร์ท	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 3 ชั่วโมง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง
7-9	ถ่านอัดแท่ง - วัสดุเชื้อเพลิง - คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง - กระบวนการผลิตถ่าน - วิธีการทำถ่านอัดแท่ง	บรรยาย/ ซักถาม/ ยกตัวอย่างประกอบ/ ดูวิดีโอ/ แบ่งกลุ่ม/ ออกแบบและผลิต/ทำถ่านอัดแท่ง/ นำเสนองาน	หลักสูตรพลังงานทดแทน/แผ่นพับ/VDO/ อุปกรณ์การทำถ่านอัดแท่ง	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 3 ชั่วโมง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง
10	ตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่าน	บรรยาย/ ปฏิบัติการ/ นำเสนอผล/ทดสอบหลังเรียน	อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความร้อน	วันพฤหัสบดี เวลา 12.30-13.30 น. 1 ชั่วโมง

5. สื่อ/อุปกรณ์

- กระดาษฟลิปชาร์ท
- VCD/DVD
- Power Point
- คอมพิวเตอร์
- อุปกรณ์ทำถ่านอัดแท่ง
- อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความร้อน

6. การวัดและประเมินผล

- แบบทดสอบ
 - ความรู้ จำนวน 20 ข้อ
- แบบวัด
 - ทักษะการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ
 - การมีส่วนร่วม จำนวน 15 ข้อ

7. เอกสารประกอบการสอน

- หลักสูตรพลังงานทดแทน
- แผ่นพับพลังงาน



- แผ่นพับพลังงานทดแทน
- แผ่นพับการทำถ่านอัดแท่ง
- VDO

บทที่ 1

พลังงาน

ความหมายของพลัง

พลังงาน (energy) หมายถึง ความสามารถในการทำงาน หรืออำนาจที่แฝงอยู่ในวัตถุซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปได้ หรือสามารถกล่าวได้ว่าวัตถุใดที่มีพลังงาน วัตถุนั้นจะสามารถทำงานได้ พลังงานของวัตถุต่าง ๆ อาจสะสมอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ ความร้อน แสง ไฟฟ้า เสียง เป็นต้น นอกจากนี้พลังงานยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปจากพลังงานชนิดหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ขณะที่รถกำลังวิ่งด้วยความเร็ว เมื่อคนขับเหยียบเบรก พลังงานจลน์บางส่วนของรถก็จะเปลี่ยนไปเป็นความร้อนที่เกิดขึ้นที่ระบบเบรกและล้อของรถ และบางส่วนก็อาจเปลี่ยนเป็นเสียงที่เกิดขึ้น การผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนโดยการปล่อยให้น้ำซึ่งอยู่ในที่สูงไหลผ่านกังหันที่ติดอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นการเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์ของน้ำไปเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือการที่มนุษย์สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ เพราะเมื่อมนุษย์รับประทานอาหารประเภทต่างๆเข้าไป ร่างกายจะทำการเปลี่ยนอาหารเหล่านี้ให้กลายเป็นพลังงานและสะสมอยู่ในร่างกาย ทำให้มนุษย์สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ อย่างไรก็ตามเพื่อทำให้ความเข้าใจในเรื่องของพลังงานเป็นเรื่องที่คนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่ายๆ การกล่าวถึงพลังงานจึงมักเป็นการกล่าวถึงแหล่งหรือต้นกำเนิดของพลังงาน



โดยตรง ซึ่งแหล่งพลังงานที่สามารถพบเห็นโดยทั่วไปหรือสัมผัสได้ง่ายๆ เช่น พลังงานน้ำ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น

ประเภทของพลังงาน

การจำแนกประเภทของพลังงานมีด้วยกันหลายแบบ แล้วแต่จะยึดถือสิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการจำแนก เช่นถ้ายึดถือตามลักษณะของแหล่งที่ให้พลังงานมาก็สามารถจำแนกได้เป็น พลังงาน ต้นกำเนิด (primary energy) กับ พลังงานแปรรูป (secondary energy) ซึ่งการจำแนกแบบนี้จะพิจารณาจากการนำเอาพลังงานเหล่านั้นมาใช้โดยตรงเลยหรือไม่ หรือเป็นพลังงานที่ได้จากการที่ต้องมีการแปรรูปก่อนที่จะนำมาใช้ ถ้ายึดถือลักษณะการซื้อขายเชิงพาณิชย์ก็สามารถจำแนกได้เป็นพลังงานเชิงพาณิชย์ (commercial energy) กับพลังงานที่ไม่เป็นเชิงพาณิชย์ (non-commercial energy) หรือถ้ายึดถือตามลักษณะแหล่งพลังงานก็สามารถจำแนกได้เป็น พลังงานตามแบบ (conventional energy) กับ พลังงานนอกแบบ (non-conventional energy) อย่างไรก็ตามการจำแนกประเภทของพลังงานที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้จะยึดถือตามลักษณะของรูปแบบการใช้แหล่งพลังงาน ซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเภทที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด (non-renewable energy) กับประเภทที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก (renewable energy)

พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด

พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมด พลังงานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้มาจากแหล่งพลังงานที่มีโอกาสหมดไปจากโลกนี้หรืออาจเรียกว่าเป็นพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ แหล่งพลังงานพวกนี้เป็นแหล่งที่จะต้องใช้เวลาในการสะสมเพื่อก่อกำเนิดนับเวลาเป็นล้านๆปี ซึ่งธรรมชาติไม่สามารถสร้างหรือผลิตพลังงานเหล่านี้ให้ทันต่อความต้องการของมนุษย์ ที่นับวันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้น

1. น้ำมันปิโตรเลียม

ประเทศไทยมีน้ำมันปิโตรเลียมในแหล่งต่าง ๆ ที่พิสูจน์แล้วไม่น้อยกว่า 174 ล้านบาร์เรล ได้แก่ น้ำมันจากอ่าวไทย (เช่น แหล่งเอราวัณ แหล่งสตูล) อ่าวเออผาง และแหล่งสิริกิติ์ จังหวัดกำแพงเพชร และคาดว่าจะต้องค้นพบอีกหลาย ๆ แห่ง เช่น บริเวณจังหวัดสุพรรณบุรี สุราษฎร์ธานี ซึ่งคาดว่าจะพบอีกไม่น้อยกว่า 100 ล้านบาร์เรล เนื่องจากสภาพทางธรณีวิทยามีความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นแอ่งสะสมน้ำมันปิโตรเลียม ในปัจจุบันประเทศไทยยังต้องสั่งซื้อเข้าน้ำมันปิโตรเลียมเป็นอัตราส่วนสูง เนื่องจากการผลิตในประเทศไทยยังต่ำกว่าปริมาณการใช้มาก การขุดเจาะและผลิตน้ำมันปิโตรเลียม จะก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมได้เช่นเดียวกับโครงการอื่น ๆ ผลที่จะเกิดขึ้นอาจจะมาจากวัสดุที่ใช้หล่อลื่นในการขุด (Drilling fluid) การระบายน้ำเค็ม ที่มีความเค็มสูงมากจากหลุมเจาะ และมีสารบางประเภทที่เป็นพิษปะปนออกมาด้วย เช่น ปะรอท แคดเมียม โครเมียม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วการ



จัดการกับบ่อภายหลังสิ้นสุดการนำน้ำมันปิโตรเลียมมาใช้ประโยชน์ก็มีความสำคัญต่อสภาพความมั่นคงของพื้นที่ที่อยู่โดยรอบบ่อน้ำมัน

2. ก๊าซธรรมชาติ

นับเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของประเทศไทยในปัจจุบันปริมาณของก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยที่พิสูจน์แล้วทั้งหมดมากกว่า 100 พันล้านลูกบาศก์เมตร และโอกาสที่จะพบเพิ่มเติมมีโอกาสมากโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทยซึ่งการผลิตก๊าซธรรมชาตินั้น สามารถนำมาผลิตเป็นมีเทน อีเทน และแอลพีจี ซึ่งใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงสำหรับไฟฟ้าเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มและยานพาหนะ ก๊าซธรรมชาติเมื่อผ่านเข้ากระบวนการผลิตจะแยกได้ผลพลอยได้อย่างหนึ่งปนมากับก๊าซที่อยู่ในรูปของละอองน้ำมัน เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติเหลว (Condensate) ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนเบนซินธรรมชาติสามารถนำไปผสมกับน้ำมันดิบ เพื่อกลั่นเป็นน้ำมันเบนซินได้ นอกจากนั้นแล้วในแหล่งต่าง ๆ ในอ่าวไทยยังมีก๊าซธรรมชาติเหลวปะปนอยู่ในแอ่งก๊าซธรรมชาติด้วย ดังนั้นก๊าซธรรมชาติจึงนับว่าเป็นแหล่งพลังงานของประเทศไทยที่มีความสำคัญ ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการดำเนินการเพื่อขุดเจาะและผลิตน้ำมันปิโตรเลียม

3. ถ่านหินลิกไนต์

ประเทศไทยมีแหล่งถ่านหินลิกไนต์รวมทั้งหมด 72 แหล่ง กระจายอยู่ทั่วประเทศ แต่ที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่อยู่ภาคเหนือและภาคใต้ แอ่งที่จัดว่ามีปริมาณถ่านหินลิกไนต์มากที่สุดได้แก่ แอ่งแม่เมาะ แอ่งกระบี่ ซึ่งได้มีการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า นับเป็นเวลานานแล้ว ส่วนแหล่งอื่น ๆ ที่สำรวจแล้วแต่ยังไม่มีการดำเนินการเพื่อนำถ่านหินมาใช้ ได้แก่ แอ่งสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา แอ่งสินปุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่นับว่าเป็นแหล่งที่มีถ่านหินลิกไนต์สะสมเป็นจำนวนมาก การใช้ประโยชน์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะผลิตกระแสไฟฟ้า ยกเว้นเหมืองแร่ถ่านหินลิกไนต์ ที่มีเอกชนเข้ามาเปิดดำเนินการเพื่อนำถ่านหินลิกไนต์ไปใช้ประโยชน์ให้ความร้อนในทางอุตสาหกรรม หากประเทศไทยมีการใช้ถ่านหินปีละประมาณ 50 ล้านตัน เมื่อเทียบอัตราการใช้ในปัจจุบันแล้ว อายุการใช้ถ่านหินของประเทศไทยจะใช้งานได้ประมาณ 25 ปี นับว่าเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งของประเทศ การนำแร่ถ่านหินลิกไนต์มาใช้จะก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมได้ ในอากาศจะมีปริมาณของสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สลายออกจากถ่านหินเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านฝนกรดได้ ส่วนการทำเหมืองจะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำ โดยเฉพาะน้ำบาดาล ซึ่งจะเป็นปัญหาที่จะต้องได้รับการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน

พลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือพลังงานทดแทน

พลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือพลังงานทดแทน คือพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากการขึ้นลงของน้ำ พลังงานจากคลื่น เป็นต้น พลังงานเหล่านี้มีปริมาณมากมายและสามารถใช้ได้อย่างไม่



จำกัด นอกจากนี้ยังรวมถึงพลังงานที่ได้จากพวกมวลชีวภาพทั้งหลาย ที่สามารถนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ เช่น พืชประเภทต่างๆ หรือเศษวัสดุทางการเกษตรและมูลสัตว์ต่างๆ

พลังงานแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและมีมากมายมหาศาล จนไม่มีวันใช้ได้หมดเพราะ トラบไคที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่ในระบบสุริยจักรวาลนี้ トラบนั้นยังคงมีพลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกเราทุกวัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสิ่งมีชีวิตทุกสิ่งบนโลกได้ใช้ประโยชน์ โดยตรงจากแสงอาทิตย์แต่ปริมาณที่ใช้กันอยู่นั้นน้อยเสียเหลือเกิน เมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้มา มนุษย์รู้จักการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนามานานนับร้อยๆ ปี ถึงกระนั้นก็ตามในปัจจุบันนี้ มนุษย์ก็ยังคงคิดค้นพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อที่จะนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด ทั้งในรูปของพลังงานความร้อนโดยตรงหรือการเปลี่ยนรูปให้เป็น พลังงานไฟฟ้าซึ่งในอนาคต เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายกันมากขึ้นเพราะนอกจากจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายของต้นทุนแหล่งพลังงานแล้ว ยังจะเป็นการช่วยลดมลพิษของโลกอีกด้วย

พลังงานลม

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4 - 5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยิ่งได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนัก เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้ อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้น การศึกษา เรียนรู้วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์ จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

พลังงานน้ำ

น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ และหมุนเวียนให้ใช้อย่างไม่มีวันหมด น้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำทั้งการบริโภคและอุปโภคคนนอกจากนี้ยังใช้น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์พลังงานที่ได้จากน้ำเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงทำให้ทั่วโลกมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับกรบริโภคพลังงานทั้งโลกแล้ว การบริโภคพลังงานจากน้ำมีประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น สาเหตุอาจเกิดจากความ



แตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการสร้างเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ การใช้พลังงานจากน้ำหากไม่ใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติแล้วอาจเกิดผลกระทบในเรื่องของสิ่งแวดล้อมอื่นได้ เช่น การสร้างเขื่อน ซึ่งจะต้องเสียพื้นที่ป่าไม้และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาต่อพื้นที่บริเวณนั้นเป็นอย่างมาก

พลังงานชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งเก็บกักพลังงานของธรรมชาติ ซึ่งได้จากสิ่งมีชีวิต พืชเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือ กากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากไยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า กากและเหง้ามันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว ส่าเหล้า รวมถึงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ฟาร์มปศุสัตว์และขยะชุมชนต่าง ๆ เป็นต้น ในชีวมวลจะประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน ไนโตรเจน ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนการเจริญเติบโตของพืชนั้น พืชได้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ได้แป้งและน้ำตาล และนำไปเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เราจึงได้พลังงานออกมาทั้งที่ได้จากพืชโดยตรง และโดยอ้อม เช่น จากสิ่งมีชีวิตที่บริโภคพืช หรือของเสียต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร และของเสียจากชุมชน ซึ่งเป็นพลังงานชีวมวลในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ



บทที่ 2

พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน (alternative energy) หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมัน เชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ สามารถแบ่งตาม แหล่งที่ได้มาออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง (nonrenewable energy) ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีกเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (renewable energy) ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น พลังงานทดแทนประเภทที่ 2 เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น การพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิต ตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่ เพื่อให้มีการผลิตและการใช้ ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม

พลังงานทดแทน คือ พลังงานธรรมชาติประเภทที่ไม่หมดสามารถหมุนเวียนมาใช้เป็นประจำวัน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานก๊าซชีวภาพ หรือพลังงานคลื่น และอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนพลังงานธรรมชาติประเภทใช้แล้วหมดเปลือง ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น ฟืน ถ่าน ไม้ ถ่านหิน น้ำมัน เชื้อเพลิง แร่ธาตุหรือก๊าซธรรมชาติสามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น





ภาพประกอบที่ 2.1 พลังงานทดแทน

ประเภทของพลังงานทดแทน

พลังงานสิ้นเปลือง

พลังงานสิ้นเปลือง คือแหล่งพลังงานจากใต้พื้นดิน เมื่อใช้หมดแล้วไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือหามาทดแทนโดยธรรมชาติได้ทันความต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ต้องใช้เวลานานกว่าร้อยล้านปีที่จะสร้างขึ้นม่อีกได้และมีปริมาณจำกัด ชื่อที่ใช้แทนพลังงานกลุ่มนี้จึงมีทั้งพลังงานฟอสซิล และพลังงานที่ใช้แล้วหมด ตัวอย่างของพลังงาน ได้แก่ น้ำมันดิบ (ปิโตรเลียม), ถ่านหิน

พลังงานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ส่วนมากนำมาจากแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิลจำพวกน้ำมันดิบ ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ คุณเคยสงสัยไหม ทำไมเรียก "เชื้อเพลิงฟอสซิล" คำตอบก็คือ เชื้อเพลิงนี้เกิดขึ้นจากซากพืชซากสัตว์ที่ตายมานานนับล้านปี ทับถมอยู่ใต้ดินจนเปลี่ยนเป็นฟอสซิล จากนั้นเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติกลายเป็นน้ำมันดิบ ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ แต่ปัญหาคือไม่สามารถหามาทดแทนการใช้ได้ทัน โลกเราต้องใช้เวลาเป็นล้านปีกว่าจะผลิตน้ำมันแต่ละลิตรได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะได้ก๊าซพิษออกมาด้วย เช่น ฝุ่นละออง, เขม่า, ควัน, ไนโตรเจน, คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์และกำมะถันไดออกไซด์ ฯลฯ

พลังงานสิ้นเปลืองเมื่อใช้หมดแล้วไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือหามาทดแทนโดยธรรมชาติได้ทันความต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ต้องใช้เวลานานกว่าร้อยล้านปีที่จะสร้างขึ้นม่อีกได้และมีปริมาณจำกัด ชื่อที่ใช้แทนพลังงานกลุ่มนี้จึงมีทั้งพลังงานฟอสซิล และพลังงานที่ใช้แล้วหมด อาทิ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซ ธรรมชาติ นิวเคลียร์





ภาพประกอบที่ 2.2 พลังงานสิ้นเปลือง

พลังงานหมุนเวียน

พลังงานหมุนเวียน คือ พลังงานที่ได้มาจากกระแสพลังงานที่ต่อเนื่องและเกิดซ้ำๆ ในสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ที่ได้จากพลังงานหมุนเวียนมีหลาย ๆ ด้าน ทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อมลดมลพิษจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล จำพวกผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่างๆ อีกทั้งยังลดการนำเข้าเชื้อเพลิงพวกนี้จากต่างประเทศ และพลังงานเชื้อเพลิงยังให้ผลตอบแทนการลงทุนที่น่าสนใจอีกด้วย ประเภทของพลังงานหมุนเวียน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

ปัจจุบันการศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิตตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิต และการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคมสำหรับผู้ใช้ในเมือง และชนบท ซึ่งในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าว ยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย ตลอดจนสนับสนุนให้โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไปดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่และการใช้อย่างเหมาะสมต่อไป

ในปัจจุบันเรื่องพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลก และนับวันจะมีผลกระทบรุนแรงต่อมวลมนุษยชาติมากขึ้นทุกที การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยก็เป็นอีกหนึ่งหน่วยงานที่ให้ความสำคัญในการร่วมหาหนทางแก้ไข ทำการศึกษา ค้นคว้า สืบค้น ทดลอง ติดตามเทคโนโลยีอย่างจริงจังและต่อเนื่องมาโดยตลอดเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีใหม่ๆ ในด้านพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในประเทศไทยต่อไป โดยคำนึงถึงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมซึ่งพอจะจำแนกประเภทของพลังงานทดแทนได้ดังนี้

พลังงานแสงอาทิตย์



แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและมีมากมายมหาศาล จนไม่มีวันใช้ได้หมดเพราะ トラบไคที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่ในระบบสุริยจักรวาลนี้ トラบนั้นยังคงมีพลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกเราทุกวัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสิ่งมีชีวิตทุกสิ่งบนโลกได้ใช้ประโยชน์ โดยตรงจากแสงอาทิตย์แต่ปริมาณที่ใช้กันอยู่นั้นน้อยเสียเหลือเกิน เมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้มา มนุษย์รู้จักการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนามานานนับร้อยๆ ปี ถึงกระนั้นก็ตามในปัจจุบันนี้ มนุษย์ก็ยังคงคิดค้นพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อที่จะนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด ทั้งในรูปของพลังงานความร้อนโดยตรงหรือการเปลี่ยนรูปให้เป็น พลังงานไฟฟ้าซึ่งในอนาคต เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายกันมากขึ้นเพราะนอกจากจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายของต้นทุนแหล่งพลังงานแล้ว ยังจะเป็นการช่วยลดมลพิษของโลกอีกด้วย



ภาพประกอบที่ 2.3 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลก

แสงเคลื่อนที่จากดวงอาทิตย์มายังโลกในรูปของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายช่วงความยาวคลื่นหรือเรียกว่าสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ลักษณะของสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ทั้งภายนอกและภายในชั้นบรรยากาศ ทั้งในช่วงความยาวคลื่นของแสงที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (visible light) และที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าเพราะมีความยาวคลื่นน้อยกว่าหรือมากกว่าความยาวคลื่นของแสงได้แก่ อินฟราเรด อัลตราไวโอเล็ต รังสีแกมมา รังสีเอกซ์และคลื่นวิทยุ เป็นต้น เมื่อแสงเคลื่อนที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกในชั้นบรรยากาศของโลกประกอบด้วยอะตอมของก๊าซไอน้ำ เมฆ และฝุ่นละอองต่างๆ ดังนั้นเมื่อแสง เคลื่อนที่เข้ามาบางส่วนจะเกิดการชนกับอะตอมของสิ่งต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการกระจัดกระจายของแสงซึ่งจะมีทั้งการสะท้อนลงสู่พื้นโลก และสะท้อนกลับสู่อวกาศและจะ



มีบางส่วนที่ถูกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆดูดซับเอาไว้ทำให้มีปริมาณแสงที่เคลื่อนที่ลงสู่พื้นโลกประมาณร้อยละ 51 สะท้อนกลับสู่อวกาศประมาณร้อยละ 30 และถูกดูดซับเอาไว้ในชั้นบรรยากาศโลกประมาณร้อยละ 19 อันตรกิริยาและปริมาณของแสงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศโลก

พลังงานแสงอาทิตย์ที่เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกนั้นประกอบด้วยพลังงานจากรังสีของแสงที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นโลกโดยตรงและพลังงานจากรังสีของแสงที่เกิดจากการกระจายและการสะท้อนภายในชั้นบรรยากาศ นั่นคือสามารถแบ่งองค์ประกอบของพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นโลกได้เป็น 2 ประเภทคือ

(1) รังสีตรง (direct radiation หรือ beam radiation) เป็นรังสีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นโลกโดยไม่เกิดอันตรกิริยากับอะตอมของธาตุใดๆ ในชั้นบรรยากาศทำให้มีค่าความเข้มของแสงสูงเมื่อมาถึงพื้นโลกรังสีของแสงในลักษณะนี้เหมาะสำหรับการใช้กับอุปกรณ์ประเภทที่ต้องรวมแสง (concentrator) ชนิดต่างๆที่ต้องการค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์สูงๆ

(2) รังสีกระจาย (diffuse radiation หรือ scattered radiation) เป็นรังสีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่เกิดการชนกับอะตอมของธาตุต่างๆ ในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการกระจายของแสงและบางส่วนสะท้อนลงสู่พื้นโลกค่าความเข้มของแสงจากรังสีประเภทนี้จะน้อยกว่ารังสีตรงมาก รังสีของแสงในลักษณะนี้เหมาะกับการใช้กับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการความเข้มแสงสูงนักเช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นต้นสัดส่วนของรังสีตรงกับรังสีกระจายในแต่ละวันในแต่ละพื้นที่ที่จะมีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพของภูมิอากาศในแต่ละวันและแต่ละพื้นที่ผลรวมของรังสีทั้งสองประเภท เรียกว่า รังสีรวม (total radiation หรือ global radiation) สำหรับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบใน แนวตั้งฉากบนพื้นที่ 1 หน่วยนอกชั้นบรรยากาศโลกเรียกว่าค่าคงที่สุริยะ solar constant) มีค่าเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งค่าคงที่นี้แท้จริงแล้วอาจมีการผันแปรได้ในช่วงประมาณ 3.4 เปอร์เซ็นต์ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปก็ยังนิยมใช้เป็นค่าคงที่ดังกล่าวอยู่ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ลงสู่พื้นโลกทั้งหมดต่อปีสามารถคำนวณได้ดังนี้ กำหนด 1 ปีเท่ากับ 365 วัน

พลังงานลม

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4 -5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยิ่งได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนัก เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้ อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ



จังหวัดภูเก็ต ได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้นการศึกษา เรียนรู้วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์ จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง



ภาพประกอบที่ 2.4 พลังงานลม

การเกิดและประเภทของลม

ลม (wind) สาเหตุหลักของการเกิดลมคือดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลก แต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่ง บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำ อากาศในบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูง อากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้คือการทำให้เกิดลมนั่นเอง และจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ทำให้เกิดเป็นพลังงานจลน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนี้

(1) ลมบกลมทะเล

ลมบกและลมทะเล (Land and sea breeze) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของบริเวณทะเลกับฝั่ง โดยลมทะเลจะเกิดในตอนกลางวัน เพราะบนฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณในทะเล จึงทำให้เกิดลมจากทะเลพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่วนลมบกเกิดในเวลากลางคืนเพราะบริเวณในทะเลจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบนฝั่ง ทำให้เกิดลมจากฝั่งออกสู่ทะเล

(2) ลมภูเขาและลมหุบเขา

ลมภูเขาและลมหุบเขา (mountain and valley winds) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงไปสู่หุบเขาในตอนกลางคืน เนื่องจากบริเวณสันเขาอยู่ที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขาดังนั้นจึงมีลมพัดลงจากยอดเขาสู่หุบเขา ส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปสู่สันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะ



มีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขา นอกจากนี้ยังมีการเรียกชื่อลมตามทิศ การเคลื่อนที่ในแต่ละฤดูกาล เช่น ลมมรสุมซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางการเปลี่ยนฤดูคือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นตรงกันข้ามในฤดูหนาว (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

พลังงานชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งเก็บกักพลังงานของธรรมชาติ ซึ่งได้จากสิ่งมีชีวิต พืชเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือ กากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า กากและเหง้ามันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว ส่าเหล้า รวมถึงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ฟาร์มปศุสัตว์และขยะชุมชนต่าง ๆ เป็นต้น ในชีวมวลจะประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน ไนโตรเจน ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนการเจริญเติบโตของพืชนั้น พืชได้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ได้แป้งและน้ำตาล และนำไปเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เราจึงได้พลังงานออกมาทั้งที่ได้จากพืชโดยตรง และโดยอ้อม เช่น จากสิ่งมีชีวิตที่บริโภคพืช หรือของเสียต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร และของเสียจากชุมชน ซึ่งเป็นพลังงานชีวมวลในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

โดยเหตุที่ประเทศไทยทำการเกษตรอย่างกว้างขวาง วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ชี้เลื่อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก (เทียบได้น้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) ก็ควรจะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ในกรณีของโรงเลื่อย โรงสีโรงน้ำตาล ฯ ขนาดใหญ่อาจจะยินยอมให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าต่างๆ ในประเทศในลักษณะของการผลิตร่วม(Co-generation) ซึ่งมีใช้อยู่แล้วหลายแห่งในต่างประเทศโดยวิธีดังกล่าวแล้ว จะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศ สำหรับส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจรวมถึงการใช้ไม้พินจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่นับล้านไร่ในกรณีที่รัฐบาลจำเป็นต้องลดปริมาณการปลูกมันสำปะหลัง อ้อย เป็นต้น เพื่อแก้ปัญหาหระยะยาวทางด้านการตลาดของพืชทั้งสองชนิด อนึ่ง สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากพิน (Gasifier) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร(Bio Gas) ขยะ ฯลฯ หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน

การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวล สามารถใช้ได้ทั้งในการทำเป็นพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล (Biomass Energy Technology) ได้แก่ การเผาไหม้ตรง (Direct Combustion) การผลิตก๊าซชีวมวล (Gasification) การผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas) และการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่เอทานอล (Ethanol) และไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นต้น





ภาพประกอบที่ 2.5 พลังงานชีวมวล

บทที่ 3 ถ่านอัดแท่ง

ความหมายถ่านอัดแท่ง

ทองม้วน นาเสงี่ยม (2524) ได้ทำการศึกษาและวิจัยการทำถ่านจากใบฉำฉา โดยนำใบฉำฉาแห้งไปเผาเป็นถ่านซึ่งจะได้ถ่านใบฉำฉาประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจากใบฉำฉาแห้ง นำถ่านใบ



ฉำฉาไปคลุกกับน้ำแป้งมันสำปะหลังประมาณ 6 ต่อ 1 โดยน้ำหนักให้ทั่ว แล้วจึงนำไปอัดในกระบอก โลหะด้วยความดัน 115.44 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเมื่อนำไปทดสอบเปรียบเทียบสมบัติกับถ่านไม้ พบว่า ถ่านไบฉำฉาที่ได้ยังมีคุณสมบัติต่ำ เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยประมาณเป็นครึ่งหนึ่งของถ่านไม้ แต่เมื่อเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากันพบว่า ถ่านไบฉำฉาจะใช้ได้ยาวนานกว่าถ่านไม้ ส่วนการ ติดไฟพบว่า มีควันออกมามากในช่วงแรกประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นควันจึงหมด สำหรับความหนาแน่นของถ่านไบฉำฉาอัดแท่งมีค่า 0.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรในขณะที่ถ่านไม้ทั่วไป มีค่า 0.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เชื้อเพลิงอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำเอาเศษถ่าน เศษถ่านหิน หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาอัดเป็นแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กๆ ประโยชน์ที่ได้จากการนำวัสดุเหลือทิ้งมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนั้น เป็นวิธีการช่วยแก้ปัญหาในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้ง แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้สะดวกต่อการเก็บ การนำมาใช้ การขนส่งและยังเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนต่อหน่วยปริมาณ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในครัวเรือน



ภาพประกอบที่ 3.1 ถ่านอัดแท่ง

วัสดุเชื้อเพลิง

ขี้เลื่อย (Saw Dust) การผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อยมี 2 วิธี คือ



1. การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นแท่งเสร็จแล้ว ค่อยนำเข้าเตาให้เป็นถ่านอีกครั้งหนึ่งวัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อน ขณะนี้มี 2 ชนิด คือ แกลบ และซีลี้อย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อโดนอัดด้วยความร้อน จะมีสารในเนื้อของวัสดุยึดตัวมันเอง จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นแท่งได้ โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน โดยที่เครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

2. การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่น ๆ โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมัน ถ้าวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว เมื่อผ่านการเผาแล้วต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อน แล้วค่อยนำมาผสมกับแป้งมันและนำอัดในอัตราส่วนตามที่ต้องการ



ภาพประกอบที่ 3.2 ซีลี้อย

แกลบ (Paddy Husk)

แกลบ ทุกคนย่อมรู้จักดีและมองว่าเป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งได้จากกระบวนการสีข้าวในปีหนึ่ง ๆ มีปริมาณแกลบสูงถึงประมาณ 5,878.14 พันตัน จากการสำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี 2540 ของเหลือทิ้งเหล่านี้บางส่วน ถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ย วัสดุปรองนอนในโรงเรือนเลี้ยงเป็ด เลี้ยงไก่ และในยุคที่ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานสูง แกลบถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนพลังงานจากน้ำมันดิบ จากสถิติการใช้พลังงานในประเทศไทย ในรายงานพลังงานของประเทศไทย ปี 2539 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่า ทดแทนพลังงานได้เทียบเท่า้ำมันดิบ 0.63 ล้านตัน นอกจากนี้ซีลี้อ้า ที่ได้จากการเผาไหม้ของแกลบ ยังสามารถส่งออกขายต่างประเทศได้อีกในราคา กิโลกรัมละ 3-4 บาท ซึ่งนับว่าเป็นผลพลอยได้นอกเหนือจากการใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน

จากการศึกษาค้นคว้าทั้งในและต่างประเทศ พบว่าในแกลบและซีลี้อ้าแกลบมีสารประกอบซิลิกาเป็นสารประกอบหลัก อยู่ถึงร้อยละ 95 นับว่าเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ที่นับวันแต่จะมีเพิ่มขึ้น และมีวัฏจักรการผลิตสั้น ซิลิกาเป็นสารประกอบอนินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุซิลิคอนและ



ออกซิเจน มีชื่อเรียกทางเคมีว่า ซิลิคอนไดออกไซด์ สารประกอบชนิดนี้มีสมบัติเป็นฉนวน ไม่นำไฟฟ้า และความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีพบได้ทั่วไป



ภาพประกอบที่ 3.3 แกลบและซีเถ้าแกลบ

ถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าไม้ธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ถ่านอัดแท่งที่มีการผลิตในปัจจุบัน ได้แก่ การผลิตถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ การผลิตถ่านอัดแท่งจากซีเถ้า เพื่อใช้ในการอุปโภคเป็นจำนวนมาก ในการผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดังต่อไปนี้

1) ความชื้น

ผงถ่านมีความชื้นมากเกินไป ไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อผงถ่านได้รับความร้อนจะขยายตัว ทำให้ถ่านอัดแท่งระเบิดและแตกร่วน แต่ถ้าหากว่าความชื้นน้อยเกินไปทำให้ผงถ่านเกาะกันเป็นแท่งได้ยาก ผิวของถ่านอัดแท่งมีรอยแตกร้าว โดยทั่วไปปริมาณความชื้นที่ใช้ควรให้ความชื้นอยู่ระหว่าง 8 - 12%

2) ความดัน

ความดันในกระบอกอัดขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเกลียวอัด ความสูงของเกลียว ความเร็วของสกรู ตลอดจนระยะห่างระหว่างผนังกระบอกอัดกับสกรู เมื่อถ่านถูกสกรูหมุนดันให้ติดกับกระบอกอัด ทำให้เกิดการเกาะตัวกัน และแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับการเคลื่อนตัวของถ่านอัดแท่ง ทำให้การอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น (พูนินันท์ พึ่งวงญาติ. 2548 : 11)

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

ลักษณะของถ่านอัดแท่งสำเร็จรูปมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน ไม่แตกประทุ ซีเถ้า น้อยไม่ฟุ้งกระจาย ไม่ทำลายสุขภาพ ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอและทนทาน ใช้งานได้มากกว่า ถ่านไม้ธรรมชาติอย่างน้อย 2.5 เท่า (พูนินันท์ พึ่งวงญาติ. 2548 : 23)

เตาเผาถ่าน



เตาเผาถ่านที่ใช้ผลิตถ่าน มีอยู่กระจายทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนามีอยู่หลายแบบ หลายชนิด และหลายขนาด ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำเตา การสร้างอยู่กับที่ หรือนำเตาไปเผาในที่อื่นที่มีวัตถุดิบอยู่ รวมทั้งการชุดหลุมเพื่อเผาด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งในเนื้อหาบทนี้ผู้ศึกษาขอเสนอเพียงเตาซีเมนต์เตาที่คณะผู้จัดทำใช้เผาถ่านเพื่อทดลองถ่านอัดแท่งรูปทรงต่างๆ ที่ผลิตจากถ่านกิ่งไม้ มะขาม คือ เตาศีเมนต์ ลักษณะเตาเป็นท่อซีเมนต์วางในแนวนอน ด้านหลังถูกก่อก่อปิดด้วยปูนซีเมนต์ และมีรูระบายอากาศ วางอยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน เพื่อเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของฐานเตา เนื่องจากผนังเตาอยู่ใต้ระดับผิวดินส่วนผนังเตาที่อยู่เหนือพื้นดินก็ใช้ดินกลบด้านข้างๆ (พุดินันท์ พึ่งวงญาติ. 2548 : 27)



ภาพประกอบที่ 3.6 เตาเผาถ่าน

กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งเริ่มตั้งแต่การผลิตถ่าน การบดย่อย การผสม การเป็นอัดแท่งและการทำให้แห้ง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การผลิตถ่าน

ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า “Carbonization” ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเผาไหม้ (Combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน เพื่อไล่ความชื้น



ออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบ ส่วนในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 – 300 องศาเซลเซียสในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดก๊าซต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และสารพวกน้ำมันดินในขั้นตอนนี้อีกประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้นสำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้อยู่ได้รับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอน 70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ซี้ถ้าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25 – 0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติเปราะปานกลาง (ธารินี มหายนันท์. 2548: 11)

2) การบดย่อย

ลักษณะผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี โดยขนาดของผงถ่านที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับและเครื่องป่นวัสดุ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่ (ธารินี มหายนันท์ 2548: 11)

3) การผสม

การผสมอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ำมันสำปะหลังจากในกระบวนการผลิต (Regrind) จำนวน 5 อัตราส่วน ประกอบไปด้วยอัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวกับถ่านเหง้ำมันสำปะหลังโดยมีอัตราส่วนผสมดังนี้ 9:1, 8:2, 5:5, 2:8, 1:9 เป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้นนอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง ในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดคุณสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วย ซึ่งในต่างประเทศใช้ Coal tars มาผสม สำหรับประเทศไทยได้ทดลองใช้ผลิตผลทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่า กากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือ ต้องใช้ปริมาณมากกว่าและเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลง (ธารินี มหายนันท์. 2548: 10) อย่างไรก็ตามยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็น



ตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูก มีแรงยึดเกาะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้ และสามารถหาได้ง่ายสำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลยเพราะมีความเปราะมาก ทำให้หักเป็นท่อนๆ และปนกระจายได้ง่าย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ (ธารินี มหายศนันท์ 2548: 10)

4) การอัดเป็นแท่ง ตามรูปทรงที่กำหนด

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความแน่นของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยกำหนด รูปทรงถ่านอัดแท่งที่มีทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก เป็นภาพที่มีด้าน 3 ด้านหรือเรียกว่า 3 มิติเป็นส่วนที่แสดงความลึกและมีรายละเอียดต่างๆ ประกอบภาพอีกด้วย เพื่อให้ดูเหมือนจริงเป็นไปตามรูปทรงของถ่านอัดแท่งที่กำหนดไว้ โดยถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครีบบน 5 ครีบริอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรรูปทรงมีลักษณะรูกลวงระบายอากาศตลอดทั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวงขนาด 1.5 เซนติเมตร ความยาว ขนาด 10 เซนติเมตร ทั้งนี้ ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะมีไม่มากนัก (ธารินี มหายศนันท์. 2548: 10) ได้ทำการศึกษาถึงความหนาแน่นของฟืนอัด พบว่า ฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.35 – 0.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรซึ่งจะมีการติดไฟง่าย และไฟไม่มอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง นั้นเหมาะในการอัดได้ด้วยวิธีการกระทุ้ง สำหรับฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.50 – 0.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การติดไฟค่อนข้างยาก และไฟอาจมอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง ส่วนฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.60 – 0.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ติดไฟยาก และไฟมอดง่ายเมื่อเติมเชื้อเพลิง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ ให้ความร้อนได้นาน ส่วนเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลุกไหม้และมอดเร็วไม่สะดวกต่อการใช้งานเพราะต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยๆ แต่ข้อดีของเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลุกไหม้เกิดไม่สะดวกและบางครั้งอาจทำให้เชื้อเพลิงดับอีกด้วย

5) การทำให้แห้ง

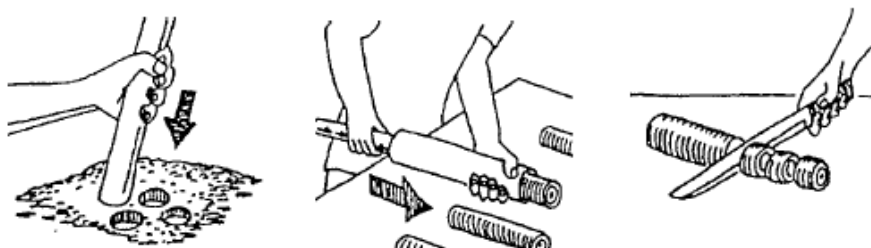
เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องนำไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นตามมาตรฐานให้ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท (ธารินี มหายศนันท์. 2548: 11)

วิธีการอัดแท่งถ่าน

1) กระบอกอัดแบบง่าย



วิธีการใช้กระบอกรัดแบบง่าย ช่วยในการผลิต เป็นการใช้กระบอกรัดที่ทำจากท่อเหล็ก ท่อพลาสติกแข็ง หรือแม้แต่กระบอกรัดไม้ไผ่ การอัดจะใช้ก้านกระทิงซึ่งทำได้ด้วยไม้หรือโลหะตามแต่จะหาได้ กระทิงหลายๆครั้งจนได้ถ่านอัดที่แน่นตามต้องการแล้วปลดออกมาตัดเป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ การอัดโดยวิธีนี้ย่อมต้องสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามากกว่าการใช้เครื่องอัด



ภาพประกอบที่ 3.7 กระบวนการอัดแท่งอย่างง่าย

2) เครื่องอัดแบบดั้งเดิม

เครื่องอัดแบบดั้งเดิม เป็นการอัดโดยใช้กลไกชั้นพื้นฐานแบบคานกุด และไม่ต้องการชิ้นส่วนพิเศษดังเช่นการอัดแบบเกลียวและแบบไฮดรอลิก แต่อย่างไรก็ตามเครื่องอัดมีขนาดค่อนข้างใหญ่และหนักซึ่งทำให้ยากต่อการเคลื่อนย้าย

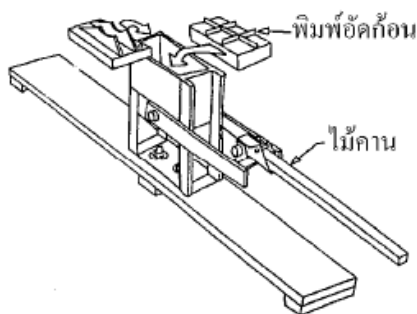


ภาพประกอบที่ 3.8 เครื่องอัดแบบดั้งเดิม

3) เครื่องอัด Earth brick press

เครื่องอัดชนิดนี้ให้แรงอัดสูงและสามารถบีบอัดเนื้อของของผสมให้เกาะตัวกันแน่นเป็นแท่งได้ดี ลักษณะการทำงานของเครื่องอัด Earth brick press เป็นการทำงานแบบกึ่งเครื่องมือกลโดยใช้แรงคนกดคันกระตือรือร้นในเครื่องซึ่งใช้หลักทางเครื่องกลช่วยเพิ่มแรงอัด การอัดด้วยเครื่องอัด Earth brick press นี้เป็นการอัดแบบไม่ต่อเนื่อง โดยเป็นนำวัสดุผสมที่ตวงแล้วมาเทเข้าไปในช่องรับวัสดุแล้วปิดฝา โยกคันอัดไปทางด้านตรงข้าม เป็นการใช้น้ำหนักตัวตั้งคันอัดลงมาให้ต่ำและกดลง วัสดุผสมจะถูก

อัดจากด้านล่างขึ้นไปด้านบน เสร็จแล้วโยกคันอัดกลับไปด้านเดิมแล้วเปิดฝาหลังจากนั้นกดคันอัดลงไปให้ต่ำจนถึงแนวราบถ่านอัดแท่งก็จะถูกดันออกมาจากเครื่องนอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นอีกหลายวิธีในการเพิ่มกำลังอัด เช่น การใช้สกรู และไฮดรอลิก เป็นต้นซึ่งสามารถขึ้นรูปถ่านแท่งเป็นรูปทรงต่างๆแล้วแต่ลักษณะของหัว Die ที่ใช้ ในปัจจุบันเครื่องอัดแท่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องอัดแบบลูกสูบ เครื่องอัดแบบเกลียว และเครื่องอัดแบบเพลลเกท



ภาพประกอบ 3.9 การทำงานของเครื่องอัด Earth brick press

การตรวจประสิทธิภาพความร้อนของถ่านอัดแท่ง และค่าความร้อนของการต้มน้ำ

ความร้อน

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่ง และสำหรับสสาร หรือวัตถุทุกชนิดจะมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่ เมื่อวัตถุได้รับความร้อนทำให้องค์ประกอบต่างๆ ภายในที่เรียกว่า อะตอม หรือโมเลกุลมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น วัตถุจึงร้อนขึ้น แต่วัตถุสูญเสียความร้อนอนุภาคต่างๆ จะเคลื่อนที่ช้าลง วัตถุเย็นลง มักวัดระดับพลังงานความร้อนในรูปของอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้มีพลังงานความร้อนมากขึ้น พลังงานความร้อนจะเคลื่อนผ่านจากวัตถุที่ร้อนกว่าไปยังวัตถุที่เย็นกว่าเสมอ (มนตรี พิรุณเกษตร. 2540 : 47)

กลไกการถ่ายเทความร้อน

แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จากอุณหภูมิไปสู่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างเช่น หากจับทัพพีในหม้อหุงข้าว ความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านทัพพีมายังมือ ทำให้รู้สึกร้อน

การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอม และโมเลกุลของสสารซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ ส่วนของแข็งนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และการแผ่รังสีเท่านั้น การพาความร้อนจึงมักเกิดขึ้นในบรรยากาศ มหาสมุทร รวมทั้งภายในโลก และดวงอาทิตย์

การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกทิศทาง โดยมีต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลัง



แหล่งพลังงานความร้อน และผลของค่าความร้อน

1. แหล่งพลังงานความร้อน มนุษย์เราได้พลังงานความร้อนมาจากหลายแห่งด้วยกัน เช่น จากดวงอาทิตย์ ความร้อนใต้พื้นโลก การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง พลังงานนิวเคลียร์ ฯลฯ
2. ผลของความร้อน ความร้อนทำสารเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น หรือมีการเปลี่ยนสถานะไป และนอกจากนี้แล้วพลังงานความร้อนยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้อีกด้วย
3. ในการวัดปริมาณความร้อน ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แคลอรีมิเตอร์ และหน่วยที่ใช้วัดพลังงานความร้อนในระบบต่างๆ คือ (มนตรี พิรุณเกษตร. 2540: 51)

ตารางที่ 3.1 ระบบวัดปริมาณความร้อน

ระบบเมตริก	ระบบเอสไอ	ระบบอังกฤษ
แคลอรี (Cal)	จูล (J)	บีทียู(Btu)
กิโลแคลอรี (Kcal)	กิโลจูล (KJ)	

พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

1. เชื้อเพลิงแต่ละชนิดให้พลังงานความร้อนที่แตกต่างกันไป เราสามารถคำนวณหาความร้อนของเชื้อเพลิงได้โดยเน้นพลังเชื้อเพลิงที่ต้องการหาค่าพลังงานความร้อนจากการต้มน้ำจากนั้นคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ แล้วแทนค่าในสูตร

$$\frac{\text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Cal/g)}}{\text{มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ต้มน้ำ (g)}} = \text{ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ (Cal)}$$

4.1 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ

1. ถ่านอัดแท่งขนาดและรูปทรงต่างๆ
2. เตาดเผา
3. เครื่องวัดอุณหภูมิ
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เตาก๊าซ
6. ตะแกรงบรรจุถ่านอัดแท่ง

วิธีการทดสอบ

- 1) นำถ่านอัดแท่งเผาโดยใช้เตาก๊าซเผา เป็นเวลานาน 5 นาที ในอัตราการไหลของแก๊ส

ที่เท่ากัน



- 2) เมื่อเผาถ่านอัดแท่งที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว นำถ่านอัดแท่งไปวางยังโต๊ะทดสอบ
- 3) อ่านและบันทึกค่าอุณหภูมิห่างกันเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนับจากเวลาเริ่มต้นจนกระทั่งถ่านอัดแท่งเผาไหม้หมดโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ

4.2 ค่าความร้อนจากการต้มน้ำ

การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุขุด

- 1) ชั่งถ่านอัดแท่งขนาดและรูปร่างต่างๆ ให้น้ำหนัก 500 กรัม
- 2) เตรียมหม้อต้มที่บรรจุน้ำปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร
- 3) เตาเผา
- 4) เครื่องวัดอุณหภูมิ
- 5) เตาแก๊ส

วิธีการทดสอบ

- 1) ชั่งถ่านอัดแท่งทั้ง 4 รูปร่างๆ ละ 500 กรัม เพื่อเตรียมทำการทดสอบ
- 2) ใส่ น้ำในภาชนะตวงความจุ 2,000 มิลลิลิตร วัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์ก่อนทำการทดสอบต้มน้ำ
- 3) นำถ่านอัดแท่งไปเผาโดยใช้เตาแก๊สเผาเป็นเวลานาน 5 นาที ในอัตราการไหลของแก๊สที่เท่ากัน เพื่อลดความคาดเคลื่อนในการทดสอบ
- 4) นำหม้อต้มที่เตรียมไว้ตั้งบนเตาปิดฝาให้มิดชิด และบันทึกผล ส่วนของฝาหม้อที่ทำการทดสอบนั้นเป็นกระจกใส เพื่อง่ายต่อการสังเกตในการเดือดของน้ำ คณะผู้จัดทำได้เจาะรูเพื่อให้สามารถใส่เทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิขณะทดสอบได้

อ้างอิง



- ธารินี มหายศนันท์. (2548). *การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง สำหรับการผลิตในระดับครัวเรือน / ธารินี มหายศนันท์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และคณะ (2554). *การผลิตพลังงานและเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร*, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. พลังงานทดแทน. กระทรวงพลังงาน. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://energy.go.th/> [สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2558].
- พุดฉิมพูน พึ่งวงศ์ญาติ. (2548). *กระบวนการเผาถ่าน*. ถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง. หนังสือกระบวนการผลิตถ่าน.
- มณฑาสินี หอมหวาน. (2555). *พลังงานทดแทน พลังงานทางเลือกใหม่สำหรับอนาคต*. วารสารนักบริหาร. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. ปีที่ 32 ฉบับที่ 1.
- มนตรี พิรุณเกษตร. (2540). *อุณหพลศาสตร์ 2= Thermodynamics1*. กรุงเทพฯ : วิทย์พัฒนา, ฉบับพิมพ์ที่ 1.



"พลังงานทดแทน (alternative energy) หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ สามารถแบ่งตาม แหล่งที่ได้มาออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง (nonrenewable energy) ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทราย น้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (renewable energy) ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น"



จัดทำโดย

นายจักรี ก่อฟ้าอัน

ปริญญาโท สาขาวิชาสิ่งแวดลอมศึกษา

คณะสิ่งแวดลอมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ภาคผนวก ซ

ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One – way ANCOVA และ One – way MANCOVA



ตารางผนวกที่ 16 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วม

ตัวแปรตาม	ความรู้	ทักษะ	การมีส่วนร่วม
ความรู้	1	-.218 (.285)	-.245 (.227)
ทักษะการเรียนรู้		1	.879 (.000)*
การมีส่วนร่วม			1

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า p

ตารางผนวกที่ 17 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ของความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

Source of Variation	F	df ₁	df ₂	p
1. ความรู้				
ด้าน 1 พลังงาน	.655	1	24	.426
ด้าน 2 พลังงานทดแทน	.009	1	24	.927
ด้าน 3 ถ่านอัดแท่ง	10.174	1	24	.004
โดยรวม	2.884	1	24	.102
2. ทักษะ				
ด้าน 1 ความรู้	.664	1	24	.423
ด้าน 2 การคิดวิเคราะห์	5.439	1	24	.028
ด้าน 3 การปฏิบัติ	1.956	1	24	.175
โดยรวม	15.474	1	24	.001



3. การมีส่วนร่วม				
ด้าน 1 การวางแผน	20.285	1	24	.000
ด้าน 2 การปฏิบัติ	9.446	1	24	.005
ด้าน 3 การนำไปใช้ประโยชน์	6.749	1	24	.016
โดยรวม	2.631	1	24	.118

ตารางผนวกที่ 18 การทดสอบ Homogeneity of Regression Slope เมื่อใช้ Pretest เป็น Covariate

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p
1. ความรู้					
ด้าน 1 พลังงาน					
1) Pretest - เพศ	.035	1	.035	.032	.860
ด้าน 2 พลังงาน					
ทดแทน	1.009	1	1.009	1.062	.314
2) Pretest - เพศ					
ด้าน 3 ถ่านอัดแท่ง	2.477	1	2.477	1.149	.295
3) Pretest - เพศ					
โดยรวม	24.153	1	24.153	5.193	.033
4) Pretest - เพศ					
2. ทักษะ					
ด้าน 1 ความรู้					
1) Pretest - เพศ	.700	1	.700	4.096	.055
ด้าน 2 การคิด					
วิเคราะห์	.422	1	.422	3.420	.078
2) Pretest - เพศ					
ด้าน 3 การปฏิบัติ	.031	1	.031	.133	.719



3) Pretest - เพศ โดยรวม	.033	1	.033	.139	.713
4) Pretest - เพศ					
3. ความตระหนัก					
ด้าน 1 การวางแผน					
1) Pretest - เพศ	.272	1	.272	.752	.395
ด้าน 2 การปฏิบัติ					
2) Pretest - เพศ	.065	1	.065	.216	.647
ด้าน 3 การนำไปใช้ ประโยชน์	.050	1	.050	.282	.601
3) Pretest - เพศ โดยรวม	.026	1	.026	.222	.642
4) Pretest - เพศ					

ตารางผนวกที่ 19 การทดสอบ Homogeneity of Variance – covariance Matrices (MANCOVA) ของความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วม โดยรวมของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

Box' M	F	df1	df2	p
14.602	2.101	6	4173.283	.050



ภาคผนวก ฅ
ภาพประกอบ





ภาพผนวกที่ 1 try out เครื่องมือ



ภาพผนวกที่ 2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน



ภาพผนวกที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน



ภาพผนวกที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบรวมกลุ่ม



ภาพผนวกที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนนอกห้องเรียน



ภาพผนวกที่ 6 อธิบายขั้นตอนการทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย



ภาพผนวกที่ 7 แนะนำวัสดุทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย



ภาพผนวกที่ 8 แนะนำวัสดุทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย



ภาพผนวกที่ 9 โชว์ผลงานการทำอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย



ภาพผนวกที่ 10 อธิบายขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง



ภาพผนวกที่ 11 อธิบายส่วนผสมการทำถ่านอัดแท่ง



ภาพผนวกที่ 12 อธิบายอัตราส่วนการใส่น้ำกับถ่าน



ภาพผนวกที่ 13 การทำถ่านอัดแท่งด้วยอุปกรณ์อัดถ่านอย่างง่าย





ภาพผนวกที่ 14 ครูกับนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำถ่านอัดแท่ง



ภาพผนวกที่ 15 ผลงานนักเรียน (ถ่านอัดแท่ง)



ภาพผนวกที่ 16 ทำแบบทดสอบหลังการเรียนการสอน



ภาพผนวกที่ 17 ถ่ายภาพร่วมกับ อาจารย์ที่ปรึกษา ครู นักเรียน และผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายจักรี กล้าขยัน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด	อำเภออมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอมลาลัย อำเภออมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอมลาลัย อำเภออมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2557	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2559	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 125 หมู่ 5 ตำบลหลักเมือง อำเภออมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์ 46300
ทุนวิจัย และทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

