การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

ปริญญานิพนธ์

ของ

พลโท กวี ประเคนรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่

พฤษภาคม 2551

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

ปริญญานิพนธ์

ของ

พลโท กวี ประเคนรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

บทคัดย่อ

ของ

พลโท กวี ประเคนรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่
พฤษภาคม 2551

พลโท กวี ประเคนรี. (2551). *การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์, รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย : เพื่อพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร จากการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

การสร้างชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียน 5 คน และ 30 คน พบว่า ชุดการสอนรายบุคคล มีประสิทธิภาพ 80.86/80.33 และ 84.47/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ปฏิบัติตามใบงาน และทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผล

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มี เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ระดับชั้นยศ ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

DEVELOPMENT OF PERSONNEL TEACHING PACKAGES ON THE MANAGEMENT OF COALBED METHANE GAS AT THE COAL LAYER FOR THE OFFICERS, DEFENSE ENERGY DEPARTMENT, MINISTRY OF DEFENSE

AN ABSTRACT

BY

LT.GEN.KAWI PRAKENREE

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Doctor of Education Degree in Adult Education

at Srinakharinwirot University

May 2008

Kawi Prakenree. (2008). *Development of Personnel Teaching Packages on the Management of Coalbed Methane Gas at the Coal Layer for the Officers, Defense Energy Department, Ministry of Defense.* Dissertation, Ed.D. (Adult Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Sauwanee Lewan , Assoc.Prof. Dr.Suwat Watanawong, Assoc.Prof. Dr.Sunthorn Kohtbantau.

The purposes of this research were : to develop the personnel teaching packages on the management of coalbed methane gas at the coal layer for the officers in Defense Energy Department, Ministry of Defense, to study the learning achievement on the personnel teaching packages on the management of coalbed methane gas at the coal layer, to compare their personnel teaching packages test scores between pre - test and post-test, and to study satisfaction of the officers in Defense Energy Department through the personnel teaching packages.

The researcher used the personnel teaching packages on the management of coalbed methane gas at the coal layer practice with experimental groups of 5 subjects and 30 subjects in Defense Energy Department. The result indicated that by using the personnel teaching packages, had efficiency equivalent to 80.86/80.33, and 84.47/82.33, higher than 80/80 efficiency criteria set..

The researcher used the personnel teaching packages with 30 sample learners. The process of study consisted of the personnel teaching packages by self learner, exercises, and job sheets, pre-test and post-test. Then, analysis of data, and summary of the study.

The results of the study were summarized as follows:

1. The personnel teaching packages on the management of coalbed methane gas at the coal layer had efficiency based on 80/80.

2. There was no statistical significantly. Different of learners characteristic different on the achievement by the personnel teaching packages.

3. The learning achievement post-test score was higher than that of the pre-test statistical significantly at the level .01.

4. Satisfaction of the officers, Defense Energy Department, Ministry of Defense who studied through the personnel teaching packages on the management of coalbed methane gas at the coal layer was rank at high level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

ของ

พลโท กวี ประเคนรี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
..... ประธาน	..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อรพินทร์ ชูชม)
..... กรรมการ	..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ วัฒนวงศ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์)
..... กรรมการ	..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา)	(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ วัฒนวงศ์)
	..... กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา)
	..... กรรมการ
	(พันตรี ดร.ประทีป โภคินวงศ์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือของ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เลวัลย์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อรพินท์ ชูชม สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และพันตรี ดร.ประทีป โภคินวงศ์ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม กรุณามาเป็นกรรมการร่วมสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะอันมีค่าต่อความสมบูรณ์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เบ็ญจวรรณ รัตนเสถียร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฟองสวาท สุวคนธ์ สิงหราชวราพันธ์ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อาจารย์ ดร.สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ ผู้อำนวยการสำนักบริหารงานการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า มาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และชุดการสอนรายบุคคล เพื่อนำมาใช้เป็นเนื้อหาสาระในการจัดทำชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ติน ปรัชญพฤทธ์ อาจารย์ ดร.สินีนาฏ สร้อยคีรี และอาจารย์ ดร.วินัย รอดจ่าย ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไข และให้คำแนะนำด้านการวัดผลและประเมินผล

ขอขอบพระคุณ กรมการพลังงานทหาร สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้สถานที่ในการวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.วิภาวรรณ สุขสถิตย์ อาจารย์ ดร.ประมา ศาสตระรุจิ ที่ได้กรุณาช่วยประสานงานให้ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนนายทหารชั้นสัญญาบัตรทุกท่านที่เกี่ยวข้อง ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

ท้ายสุดนี้ คุณงามความดีและประโยชน์อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ที่ให้กำเนิดชีวิต ผู้ที่มีพระคุณอันสูงส่ง ครู – อาจารย์ ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาอบรมสั่งสอนมา และบุตร ภรรยา ที่คอยช่วยเหลือห่วงใย ให้กำลังใจมาโดยตลอด จนผู้วิจัยสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

พลโท กวี ประเคนรี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
	สมมุติฐานในการวิจัย	11
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	12
	บริบทของกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม	12
	แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาบุคลากร	18
	ความหมายของการพัฒนาบุคลากร	18
	ความจำเป็นในการพัฒนาบุคลากร	18
	หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่	20
	แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	23
	ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	23
	ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	24
	คุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	27
	หลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง	32
	หลักการและแนวคิดการพัฒนาสื่อการสอน	35
	ความหมายของสื่อการสอน	35
	ความสำคัญของสื่อการสอน	36
	ประเภทของสื่อการสอน	38
	การพัฒนาสื่อการสอน	40
	หลักการแนวคิดและทฤษฎีพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล	41
	ความหมายชุดการสอนรายบุคคล	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2(ต่อ)

ประเภทชุดการสอน 43
หลักและทฤษฎีการสร้างชุดการสอนรายบุคคล 44
ขั้นตอนพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล 47
องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล 48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50
งานวิจัยในประเทศ 50
งานวิจัยต่างประเทศ 53

3 วิธีดำเนินการวิจัย 57
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 57
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 57
การหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 69
การเก็บรวบรวมข้อมูล 71
แบบแผนการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง 71
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 76

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 79
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 80
ผลการประเมินชุดการสอนรายบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ 80
ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 90

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4(ต่อ)

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 94

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 100

5 สรุป อภิปรายผล และเสนอแนะ 105

ความมุ่งหมายของการวิจัย 105

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 105

สมมุติฐานในการวิจัย 106

วิธีดำเนินการวิจัย 106

สรุปผลการวิจัย 109

การอภิปรายผล 111

ข้อเสนอแนะ 119

บรรณานุกรม 121

ภาคผนวก 129

ภาคผนวก ก 130

ภาคผนวก ข 132

ภาคผนวก ค 154

ภาคผนวก ง 222

ภาคผนวก จ 251

ภาคผนวก ฉ 259

ภาคผนวก ช 267

ภาคผนวก ซ 272

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ภาคผนวก ฌ 277

ภาคผนวก ญ..... 280

ประวัติย่อผู้วิจัย 282

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวสอบก่อนและสอบหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล	72
2	แผนการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลกับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม	73
3	ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน	80
4	ผลการประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน	85
5	ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน จำนวน 5 คน	91
6	ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน จำนวน 30 คน	93
7	จำนวนและร้อยละของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว	95
8	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามเพศ	96
9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามอายุ	97
10	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามวุฒิการศึกษา	97
11	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามระดับชั้นยศ	98

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
12	เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน	99
13	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน	100
14	ความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำนวน 30 คน	101
15	ลักษณะปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01	208
16	รายละเอียดของตัวอย่างที่นำมาหาปริมาตรก๊าซ	212
17	การวัดปริมาตรก๊าซสะสม (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร)	213
18	ปริมาตรก๊าซสะสมที่ถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงระยะเวลาตอนต้น	214
19	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในถ่านหิน (Gas Compositional Analysis)	215
20	ประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน	260
21	ตารางทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน	281

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 10
2 แผนภูมิภารกิจของกรมการพลังงานทหาร 13
3 กรวยแห่งประสบการณ์ตามแนวคิดของเอ็ดการ์ เดล 39
4 ขั้นตอนการวิจัย 56
5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของสารองค์ประกอบในกระบวนการแปรสภาพเป็นถ่านหิน . 164
6 แสดงถึงความสัมพันธ์ของก๊าซมีเทนในถ่านหินแต่ละชนิด 169
7 ลักษณะของการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 169
8 แผนที่แสดงแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในถ่านหินในประเทศไทย 170
9 แสดงกระบวนการ Aquifer Storage and Recovery (ASR) 181
10 แสดงการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้จากกระบวนการ ASR 181
11 แสดงกระบวนการ Aquifer Storage and Recovery (ASR) เพื่อกักเก็บน้ำในที่กักเก็บ 181
12 แสดงสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติของโครงการ CBM 182
13 แสดงผิวดินที่มีการจัดการปรับให้เรียบ 183
14 แสดงการฉีดน้ำที่ได้จากโครงการฯ เพื่อควบคุมฝุ่นละออง 185
15 แสดงแผนผังของหลุมเจาะเพื่อทำการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 187
16 แหล่งน้ำที่ทำเป็นบ่อปลา 189
17 แสดงน้ำผิวดิน (แม่น้ำ Tongue) 189
18 ถังน้ำเก็บทำจากยางเก่า 190
19 แสดงการปล่อยน้ำบนผิวดิน 191
20 แสดงแผนภาพการพัฒนา CBM 192
21 แสดงสถานีกดดันย่อย (Compression Station) 193
22 แสดงการส่งก๊าซไปตามท่อ (Pipeline) 193
23 แสดงการสำรวจธรณีวิทยา 205
24 แสดงตำแหน่งแหล่งแม่คะ หลุมเจาะ FA-PK-50-01 บ้านโป่งทรายคำ 207

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

25 แสดงแผนภูมิค่า Lost Gas 214
26 แสดงเครื่อง Gas Chromatography หรือเครื่อง GC ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 215
27 แสดงผลการทดสอบหาองค์ประกอบของก๊าซตัวอย่างหมายเลข 1 216

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

พลังงาน เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญ มีความจำเป็น และสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน รวมทั้งระบบเศรษฐกิจของประเทศ ขณะนี้ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นสำคัญ ในช่วง 10 ปี ผ่านมา ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงาน โดยเฉพาะน้ำมันจากต่างประเทศ ในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อการส่งออก ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศโดยตรง ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำมันดิบในโลกมีจำนวนลดลง ราคาน้ำมัน มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ

วิกฤตการณ์น้ำมันที่เกิดขึ้นทั่วโลกในขณะนี้ แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ วิกฤตการณ์ด้านราคาน้ำมันที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน และวิกฤตการณ์ด้านการขาดแคลนน้ำมัน สาเหตุที่ส่งผลให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาภายในของประเทศอิหร่านที่ยังไม่สงบ ปัญหาระบบท่อขนส่งน้ำมันประเทศไนจีเรีย ถูกวางระเบิด และปัญหาความตึงเครียดของภาวะสงคราม ในประเทศภาคตะวันออกกลาง เหตุการณ์เหล่านี้ ส่งผลให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับความต้องการใช้น้ำมันกับกำลังการผลิตน้ำมันโลกขาดความสมดุล ความต้องการมีมาก แต่กำลังการผลิตมีน้อย การผลิตทุกประเภทในปัจจุบัน ต้องใช้น้ำมันเป็นวัตถุดิบ เมื่อเกิดวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ย่อมส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ปัจจัยที่มีผลต่อราคาน้ำมันอีกประการหนึ่ง ได้แก่ การที่ปัจจุบันมีปริมาณน้ำมันสำรองจำกัด ถ้าประเทศสามารถจัดหาพลังงานน้ำมันสำรองได้เพียงพอ จะช่วยทำให้ราคาน้ำมันจะไม่ปรับตัวสูงขึ้น

ปัจจุบัน ประเทศมีการสำรองน้ำมันจำนวนลดลงตามลำดับ แต่ปริมาณความต้องการน้ำมันเพิ่มจำนวนมากขึ้น ราคาน้ำมันมีแนวโน้มสูงอย่างต่อเนื่อง หากไม่สามารถหาแหล่งผลิตน้ำมันดิบแห่งใหม่ได้ ย่อมก่อให้เกิดภาวการณ์ แย่งชิง การกักตุนซื้อน้ำมัน ประเทศที่กำลังพัฒนาล้วนมีความจำเป็นต้องใช้น้ำมัน เพื่อพัฒนาประเทศ ผลที่เกิดจากภัยก่อการร้าย สงคราม ในภาคตะวันออกกลาง และภัยธรรมชาติต่าง ๆ ล้วนมีผลต่อการผันผวนของราคาน้ำมันทั้งสิ้น และถ้าพิจารณาถึงแหล่งสำรองปริมาณน้ำมันของโลกพบได้ว่า มีอยู่ด้วยกันหลายแหล่ง หลายประเทศ ได้แก่ แหล่งสำรองปริมาณน้ำมันกลุ่มประเทศตะวันออกกลาง ซึ่งมีปริมาณมากถึงร้อยละ 61 รองลงมาเป็นกลุ่มประเทศในยุโรป และยูเรเซียมีปริมาณร้อยละ11 กลุ่มประเทศในแอฟริกา มีปริมาณร้อยละ 9.4 กลุ่มประเทศในอเมริกา มีปริมาณร้อยละ 8.5 และกลุ่มในประเทศอเมริกา

เหนือมีปริมาณร้อยละ 5 สำหรับแนวโน้มต่อไป ในอนาคตราคาน้ำมันจะขึ้นอยู่กับประเทศในกลุ่มตะวันออกกลางเป็นหลัก เนื่องจากเป็นแหล่งผลิตน้ำมันดิบแหล่งใหญ่ และเป็นผู้ขายมากกว่าผู้ซื้อ คาดการณ์ว่าน่าจะมีปริมาณน้ำมันดิบสำหรับการนำมาใช้ได้อีกประมาณ 40 ปี (กรมการพลังงานทหาร. 2549: 1)

จากการที่ราคาน้ำมันตลาดโลกสูงขึ้น ประเทศไทย ต้องลดอัตราการนำเข้าน้ำมันดิบ แบกภาระจ่ายเงินจัดซื้อน้ำมันเพิ่มมากขึ้น อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยขาดดุลการค้า ทำให้ศักยภาพการแข่งขันทางการค้าของประเทศลดลง ประกอบกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ส่งผลให้ประชาชนของประเทศมีการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตไปจากเดิม มีการใช้พลังงานสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในลักษณะก้าวกระโดดอยู่ตลอดเวลา ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงาน เพื่อการผลิตเพิ่มขึ้น ผลที่ได้จากการเจริญเติบโตของประเทศ ก่อให้เกิดวิกฤตทางด้านพลังงาน เพราะไม่สามารถหาแหล่งพลังงานธรรมชาติมาทดแทนพลังงานประเภทใช้แล้วหมดไปได้ รวมทั้งผลกระทบที่เกิดจากประชากรโลก มีเพิ่มมากขึ้น

อรศรี งามวิทยาพงศ์ (2546) ได้เขียนบทความในหัวข้อการเติบโตการใช้พลังงานของประเทศ คอลัมน์หนังสือพิมพ์มติชน ฉบับวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2546 เกี่ยวกับอัตราการใช้น้ำมันภายในประเทศ เกิดจากการใช้พลังงานประเภท น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานจากถ่านลิกไนต์ ในปริมาณที่สูงมาก โดยเฉพาะน้ำมันมีปริมาณการใช้สูงถึง 45 % นอกนั้น พลังงานหมุนเวียนใช้ในภาคอุตสาหกรรมอาหาร และใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มของครัวเรือน ไม้ฟืน ถ่าน กากอ้อย และแกลบ เป็นต้น ผลการสำรวจปริมาณสำรองพลังงานภายในประเทศ พบว่า ปริมาณน้ำมันสำรองมีไม่เพียงพอต่อการบริโภคของประชาชน ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ สัดส่วนการนำเข้าน้ำมันดิบ มีปริมาณสูงมากถึง 86 % เพื่อนำมาใช้ ในการกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูป สำหรับใช้ภายในประเทศ และพอมีเหลือส่งออกต่างประเทศประมาณ 8%

ประเทศไทย อาศัยการนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากประเทศพม่าประมาณ 14% นำเข้าถ่านหินประมาณ 9% รวมทั้งนำเข้าพลังงานไฟฟ้าอีกประมาณ 1% ปี 2549 ที่ผ่านมามีสัดส่วนการใช้น้ำมัน 45 % ก๊าซธรรมชาติ 26% พลังงานทดแทน 12 % ถ่านหินและลิกไนต์ 15% มีการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำประมาณ 2% จากความต้องการใช้น้ำมันของประเทศ ส่งผลให้ประเทศต้องประสบปัญหาการขาดแคลนพลังงาน โดยเฉพาะน้ำมัน รัฐบาลแก้ปัญหา โดยจัดหาพลังงานทดแทนมาใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน รัฐบาลนำวิกฤตการขาดแคลนพลังงาน มากำหนดเป็นยุทธศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาพลังงานของประเทศ ด้วยการรณรงค์ให้ประชาชนช่วยกันใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีคุณค่า ส่งเสริมให้มีการค้นคว้า สำรวจพลังงานทดแทนนำมาใช้เป็นพลังงานใหม่ เพื่อให้ประเทศได้มีพลังงานใช้ภายในประเทศอย่างเพียงพอ (จรรยา เงินมูล. 2543: 73 – 76)

จากวิกฤตการณ์ของพลังงานที่เกิดขึ้นในประเทศ กรมการพลังงานทหาร ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงกลาโหม มีหน้าที่ความรับผิดชอบหลัก เกี่ยวกับการสำรวจขุดเจาะผลิตปิโตรเลียมและพลังงานอื่น การสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อทางราชการ จากผลการสำรวจด้านธรณีวิทยาของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน พบว่า ประเทศไทยมีแหล่งถ่านหินประมาณ 20 ลุ่มแอ่ง แหล่งถ่านหินที่อยู่ในความรับผิดชอบกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้แก่ บริเวณลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกรมการพลังงานทหาร จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า ลุ่มแอ่งฝางมีสภาพชั้นถ่านหินชนิดสับ - บิทูมินัส (Sub-bituminous) และชนิด บิทูมินัส (Bituminous) ที่มีความเหมาะสมต่อการกักเก็บก๊าซมีเทนกระจายอยู่เป็นจำนวนมาก ในพื้นที่ประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร มีความหนาแน่นตั้งแต่ 30–250 ฟุต

จากการสำรวจเบื้องต้น คาดว่า ถ้ามีการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาเป็นพลังงานทดแทน น่าจะมีส่วนช่วยลดอัตราการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้มากกว่า 5,000 ล้านบาทต่อปี จากการคาดการณ์ดังกล่าว กรมการพลังงานทหาร จึงได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย และแคนาดา มาบรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการในการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ สำหรับวิธีการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินนี้ถือได้ว่าเป็นวิธีการใหม่ที่ยังไม่เคยมีการดำเนินการมาก่อนในประเทศไทย ซึ่งพบว่าปัจจุบันมีหลายประเทศที่ได้มีการสำรวจ ขุดเจาะนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เป็นผลสำเร็จแล้ว ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน แคนาดา อังกฤษ รัสเซีย ออสเตรเลีย เป็นต้น โดยนำมาใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมทั้งช่วยลดอัตราการใช้น้ำมัน และลดปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง

จากการดำเนินงานดังกล่าว จะเห็นได้ว่า สามารถนำก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินขึ้นเป็นพลังงานทดแทนได้ ถือได้ว่า ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเป็นความรู้ใหม่สำหรับประเทศไทย จึงมีปัจจัยสำคัญหลายประการที่บุคลากรกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม โดยเฉพาะนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร ควรมีความรู้ความเข้าใจ เทคนิคปฏิบัติเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการบริหาร และปฏิบัติหน้าที่ตามความรับผิดชอบ ทั้งนี้เป็นไปตามแนวทาง การบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ (Swanson ; & Holton. 2001: 204) มุ่งเน้นพัฒนาความรู้ ให้กับบุคลากรในองค์กร สิ่งที่ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนเทคนิคปฏิบัติให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ให้เกิดประโยชน์สูงสุด คือ การให้ความรู้การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตรกรมการพลังงานทหารในเบื้องต้น โดยจัดทำเป็นชุดการสอนรายบุคคล เพื่อพัฒนาความรู้การบริหาร

จัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน ให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร โดยที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่นๆ (2523: 117 – 118) อธิบายว่า ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถเรียนด้วยตัวเองได้ ทั้งจากภายในโรงเรียนหรือที่บ้าน เพื่อก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ และความพร้อมของตนเอง ซึ่งชุดการสอนรายบุคคล อาจจัดทำได้ในลักษณะที่เป็นหน่วยการสอนย่อย หรือที่เรียกว่า โมดูล

กรแก้ว อัจนวัจน์ (2537: 128) ที่ศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรายบุคคล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ เลขานุการในสังคมสารสนเทศ พบว่า หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากชุดการสอน ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนมีผลคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลงานวิจัยของ สายใจ วิมูลชาติ (2540: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเรื่องเทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชา สำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างการฝึกอบรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 80

ดังนั้น ชุดการสอนรายบุคคล จึงน่าจะมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้มีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินให้มากที่สุด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเทคนิคปฏิบัติงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อเป็นการขยายผลต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม โดยวิเคราะห์ตาม เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ระดับชั้นยศ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร จากการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินก่อนเรียน และหลังเรียน

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล กี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. ได้แนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการปฏิบัติงาน

2. ได้ทางเลือกใหม่ให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้ใช้เป็นสื่อในการศึกษาความรู้ใหม่ เป็นการส่งเสริมให้บุคลากรได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

3. ได้แนวทางวิจัยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดหาพลังงานทดแทน สามารถนำผลการศึกษา ในครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลด้านอื่นๆ ให้มีคุณภาพต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัย และพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับ ารบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน 3 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และประโยชน์ของการนำไปใช้
2. การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 2 หน่วยงาน คือ กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียม จำนวน 185 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในส่วนกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คัดเลือกมา

กองละ 5 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

1.2 สถานภาพส่วนตัวนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1.2.1 เพศ

1.2.1.1 ชาย

1.2.1.2 หญิง

1.2.2 อายุ

1.2.2.1 ต่ำกว่า 30 ปี

1.2.2.2 ตั้งแต่ 30 ขึ้นไป

1.2.3 วุฒิการศึกษา

1.2.3.1 ต่ำกว่าปริญญาตรี

1.2.3.2 ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี

1.2.4 ระดับชั้นยศ

1.2.4.1 ร้อยตรีถึงพันตรี

1.2.4.2 พันโทถึงพันเอก

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากการใช้ชุดการสอนรายบุคคล

2.3 ความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม** หมายถึง หน่วยงานหนึ่งที่สังกัดกระทรวงกลาโหม มีหน้าที่วางแผน ควบคุม เสนอความคิดเห็น รับผิดชอบต่อการสำรวจขุดเจาะผลิตปิโตรเลียม และการพลังงานอื่น สำรองน้ำมันเชื้อเพลิง หรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม รวมทั้งพลังงานอื่นตามนโยบายของกระทรวงกลาโหม เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อทางราชการ ประสานความร่วมมือกับภาคเอกชนที่ร่วมลงทุนผลิต รวมทั้งพลังงานอื่นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ รวมทั้ง ทำหน้าที่นำผลิตผลซึ่งเป็นผลพลอยได้ จัดส่งจำหน่ายให้แก่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่ในการวิจัยพัฒนา และจัดทำสถิติเกี่ยวกับการสำรวจ ขุดเจาะผลิต และกลั่นปิโตรเลียม รวมทั้ง ค้นคว้า ทดสอบและเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดหาพลังงานทดแทนมาใช้ในส่วนราชการ การแบ่งส่วนราชการภายใน กรมการพลังงานทหาร แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร ประกอบด้วย กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ประกอบด้วย กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียม

2. **นายทหารสัญญาบัตร** หมายถึง นายทหารที่มียศ ตั้งแต่ร้อยตรี ถึง พันเอก ปฏิบัติหน้าที่ราชการภายในกรมการพลังงานทหาร ทั้งในส่วนกองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม โดยมีผู้อำนวยการศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ และพลังงานทหาร เป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ

3. **ชุดการสอนรายบุคคล** หมายถึง สื่อการสอนที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นที่ได้ระบุไว้ในคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ศึกษาเนื้อหาสาระเพิ่มเติมด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลได้ด้วยตนเอง ตามอัตราการเรียนรู้ของตนเอง และผู้เรียนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของการเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถนำไปศึกษาเองได้อย่างอิสระ ภายในชุดการสอนรายบุคคล ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน กระดาษคำตอบก่อนเรียน แผนการเรียน เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ แนวคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน กระดาษคำตอบหลังเรียน เป็นต้น

4. **การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน** หมายถึง การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลอย่างมีระบบ ดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การร่างชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารวิชาการ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลพื้นฐาน 2) การทดลองและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน

ในชั้นถ่านหิน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้น โดยนำไปทดลอง (Tryout) หาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้น 3) นำไปใช้จริง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล

5. **ประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล** หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่พัฒนาขึ้นกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ในการหาประสิทธิภาพ ที่กำหนด คือ E1/E2 เกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล ที่ได้พัฒนาขึ้น (โสภณ นุ่มทอง. 2540: 82 – 86) ดังนี้

80 (E1) ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน แล้วทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

80 (E2) ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

6. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร** หมายถึง ความรู้ที่ผู้เรียน ได้รับจากการศึกษาเนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินทั้ง 3 หน่วยการเรียน ได้แก่ หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และหน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

7. **ความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน** หมายถึง ความรู้สึกในทางที่ดีที่ผู้เรียนมีต่อชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ของการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอน และวิธีการเรียนรู้ หลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

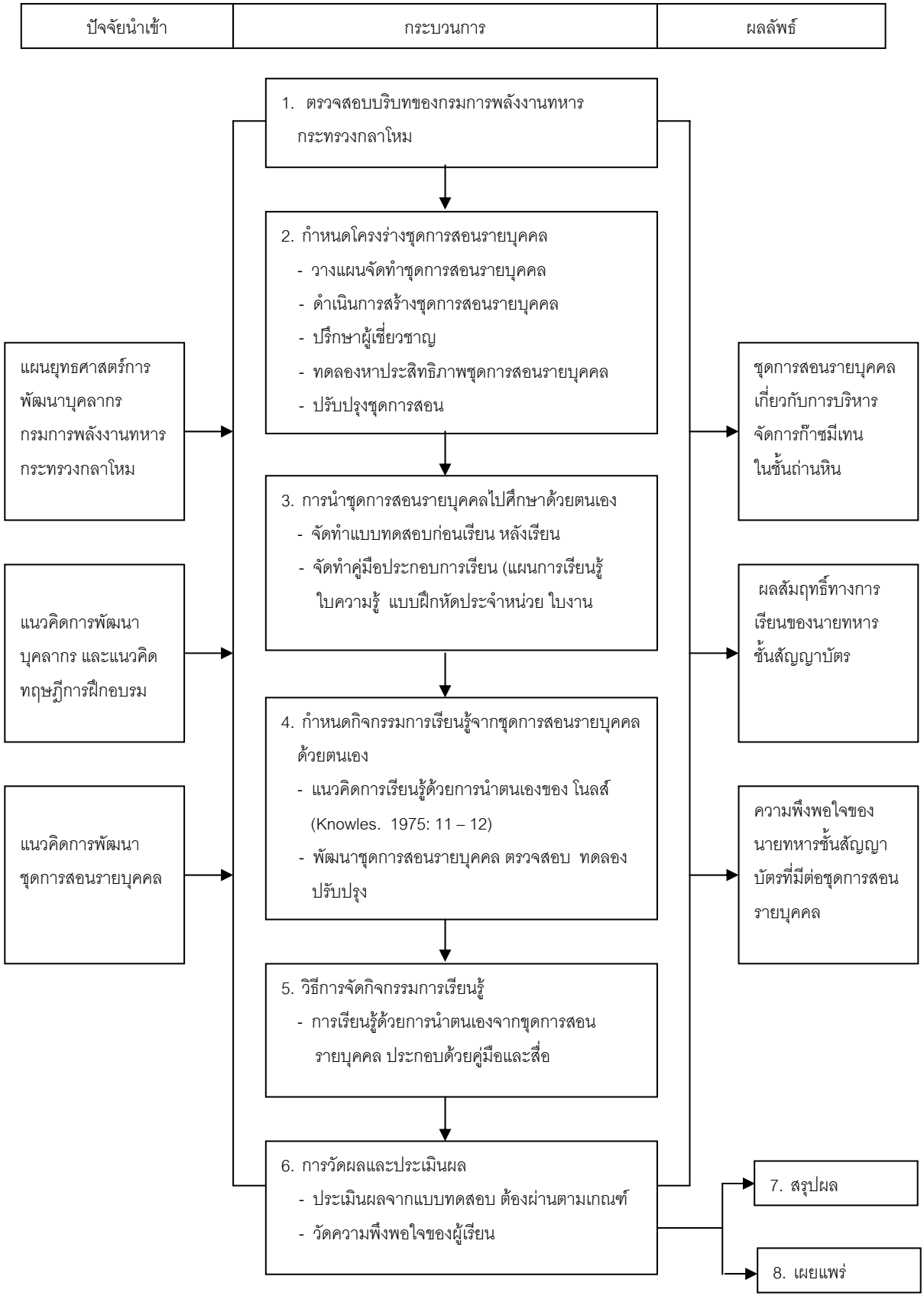
การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัยจะดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎีและหลักการสำคัญ ได้แก่

1. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร กรมการพลังงานทหาร (พ.ศ.2549 – 2553) มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบุคลากร กองสำรวจ และผลิตปิโตรเลียม กรมการพลังงานทหาร ให้มีขีดสมรรถนะความสามารถ พัฒนาตนเองให้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เป็นการยกระดับการพัฒนาบุคลากรภายในกรมการพลังงานทหาร ให้เกิดการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดเวลา

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบุคลากร และแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกอบรม เป็นการจัดกิจกรรม เพื่อปรับปรุงสมรรถภาพบุคลากรในองค์กร ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นในทิศทางที่ต้องการ เป็นเรื่องที่องค์กรพยายามปรับเปลี่ยน และพัฒนาพฤติกรรมของบุคลากรไปพร้อมกับการพัฒนาองค์กร ดังนั้น การฝึกอบรมจึงมีประโยชน์ก่อให้เกิดผลดี ทั้งต่อตัวบุคลากรและองค์การโดยรวม และอาศัยหลักการแนวคิดการบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ (New Public Management : NPM) (Swanson ; & Holton. 2001: 204) มาเป็นแนวทางการพัฒนาบุคลากร โดยจัดทำเป็นชุดการสอนรายบุคคลเพื่อให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้รับความรู้ เรื่องการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

3. แนวคิดการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ผู้วิจัย ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนา ชุดการสอนรายบุคคลของ กรมการศึกษานอกโรงเรียน (วาสนา เพิ่มพูล. 2549: 74 – 75 ; อ้างอิงจาก กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2546: 4 – 5) นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล สำหรับนำมาใช้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เพื่อสร้างเสริมความรู้การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

สำหรับชุดการสอนรายบุคคล ที่พัฒนาขึ้นเป็นการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถนำชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ชุดการสอนได้จัดแบ่งเนื้อหาสาระออกเป็นหน่วยการเรียนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้ในระยะเวลาสั้น ผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลไปเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สรุปได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ตั้งสมมุติฐาน ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

3. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีอายุต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

4. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีวุฒิการศึกษาต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

5. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีระดับชั้นยศต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

6. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

7. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

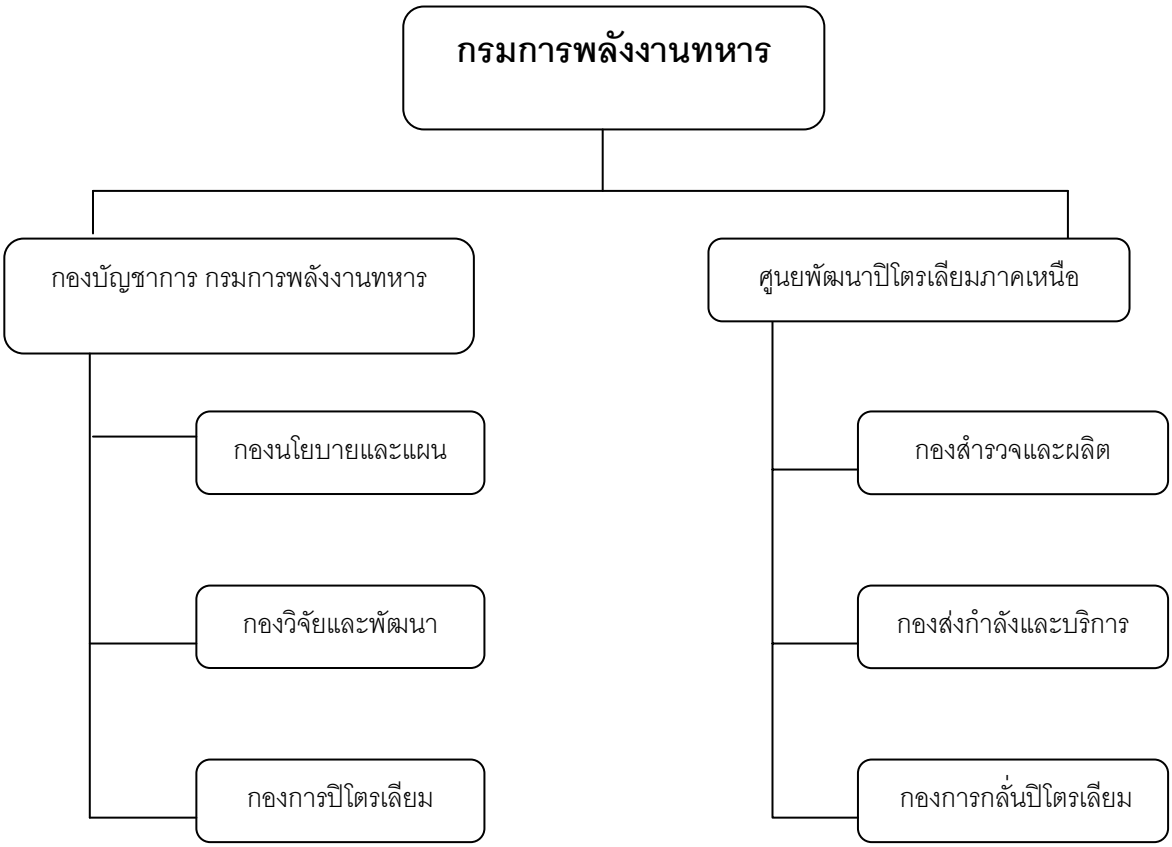
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยและพัฒนา เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. บริบทของกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม
2. แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาบุคลากร
3. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง
4. หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน
5. หลักการแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บริบทของกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

กรมการพลังงานทหาร เป็นหน่วยงานทหารที่ขึ้นตรงต่อศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ทำหน้าที่วางแผน ควบคุม และเสนอความเห็นเกี่ยวกับการสำรวจ ขุดเจาะ ผลิต และกลั่นปิโตรเลียม และการพลังงานอื่น ตามนโยบายกระทรวงกลาโหม ในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมายรับผิดชอบ การสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง หรือผลิตปิโตรเลียมเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ รวมทั้ง ผลิตผลพลอยได้สำหรับส่งจำหน่ายแก่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน ดำเนินการวิจัย พัฒนา ผลิต ทำสถิติเกี่ยวกับการสำรวจ ขุดเจาะ ผลิต และกลั่นปิโตรเลียม รวมทั้งค้นคว้า ทดสอบ และเสนอแนะการใช้สิ่งทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง ให้บริการเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง หรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และพลังงานอื่น โดยร่วมมือกับบริษัทเอกชนที่มาร่วมลงทุน เกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง หรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย ให้ดำเนินการให้เป็นไปตามข้อผูกพันในสัญญาการเงิน เป็นต้น (กรมการพลังงานทหาร. 2548: 6 – 7) การบริหารงานของกรมการพลังงานทหาร จัดแบ่งส่วนราชการภายในกรมการพลังงานทหารไว้ 2 ส่วน ได้แก่ ศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ และกองบัญชาการทหารกรมการพลังงานทหาร ตั้งอยู่ ณ กรุงเทพมหานคร มีหน่วยงานในสังกัด 3 กอง ได้แก่ กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ได้แก่ กองสำรวจและผลิต กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียม ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิภารกิจของกรมการพลังงานทหาร

ที่มา : กรมการพลังงานทหาร. (2548). *เอกสารประกอบในโอกาสตรวจเยี่ยมหน่วยในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ.2548.* กรุงเทพฯ: กรมการพลังงานทหาร. หน้า 6 – 7.

ในส่วนของกองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร มีหน้าที่ พิจารณา เสนอความเห็นเกี่ยวกับนโยบาย และแผนการปฏิบัติตามหน้าที่ของกรมการพลังงานทหาร ให้เป็นไปตามนโยบายและแผนที่กำหนดไว้ ได้แก่ ด้านกำลังพล ด้านงานวิจัยและพัฒนา ด้านการจัดหาสะสมและสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และพลังงานทดแทนอื่นแก่หน่วยงานที่ขึ้นตรงต่อ กระทรวงกลาโหม และเหล่าทัพ ตามที่ได้รับมอบหมาย แบ่งส่วนราชการออกเป็นกองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม สำหรับศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ มีหน้าที่อำนวยการและปฏิบัติการสำรวจ ผลิตปิโตรเลียม ในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย และการกลั่นกรองปิโตรเลียม รวมทั้งการผลิตไฟฟ้าพลังงานร่วมดีเซล และการพลังงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมายให้เป็นไปตามนโยบายและแผน

ที่กำหนดไว้ โดยมีผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ แบ่งส่วนราชการออกเป็น กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองการกลั่นปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ ปฏิบัติภารกิจหลักสำรวจ พัฒนาและผลิตปิโตรเลียม รวมทั้งจัดหาวัตถุดิบ เพื่อการพลังงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมายโดยใช้หลักวิชาและอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ เข้ามาช่วยในการเจาะสำรวจปิโตรเลียมให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด รวมทั้งดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตลอดเวลา (เมทินี อัฌธวรพงษ์ ; และ อมรรัตน์ ปินตา. 2541: 106 – 107)

จากภารกิจหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดหา สำรวจพัฒนา และผลิตปิโตรเลียม รวมทั้งจัดหาพลังงานทดแทนมาใช้ภายในประเทศ กรมการพลังงานทหาร มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาบุคคลากรในสังกัด ให้มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการเป็นพลังงานทดแทนได้ จึงวางแผนการพัฒนาบุคลากร และกำหนดเป็นแผนยุทธศาสตร์ในการพัฒนาบุคลากร ตามนโยบายของรัฐที่กำหนดไว้ เพื่อการพัฒนาข้าราชการไทย เพื่อเพิ่มสมรรถนะความสามารถ ในงานที่รับผิดชอบ และพัฒนาตนเองให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก้าวทันความเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมสนับสนุนให้บุคลากรได้รับการพัฒนาในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

กรมการพลังงานทหาร แบ่งสายงานบังคับบัญชาออกเป็น2สายงาน ได้แก่ สายงานบังคับบัญชาแบ่งระดับตามชั้นยศของนายทหาร และสายงานปฏิบัติการ เป็นการแบ่งงานตามกลุ่มงาน สำหรับสายงานบังคับบัญชา ได้แก่ ผู้บริหารระดับสูง คือ ระดับนายทหารที่มีชั้นยศระดับชั้นนายพลขึ้นไป ระดับผู้บริหารระดับกลาง ได้แก่ นายทหารที่มีชั้นยศพันโทถึงพันเอกขึ้นไป ระดับหัวหน้าแผนก ได้แก่ นายทหารที่มีระดับชั้นยศร้อยตรีถึงพันตรีขึ้นไปและสายปฏิบัติการ ได้แก่ นายทหารชั้นประทวน ลูกจ้างชั่วคราว ลูกจ้างประจำกลุ่ม พนักงานราชการ รวมทั้งกลุ่มข้าราชการ ในสังกัดที่ไม่ได้ถูกจัดอยู่ในระดับสายงานการบังคับบัญชา ที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นต้น ส่วนสายงานปฏิบัติการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่เฉพาะทาง ซึ่งเป็นข้าราชการที่รับผิดชอบในกิจการเฉพาะด้านตามตำแหน่ง เช่น นักวิชาการ วิศวกรเฉพาะด้าน หรือตำแหน่งที่ผู้บังคับบัญชาแต่งตั้งให้รับผิดชอบงานเฉพาะด้านเป็นกรณีพิเศษ สำหรับผู้เข้ารับราชการใหม่ จะถูกจัดเข้าอยู่ในกลุ่มนายทหาร ลูกจ้างที่ได้รับคำสั่งให้มารับราชการ ในกรมการพลังงานทหารเป็นครั้งแรก และกลุ่มผู้เตรียมรับงานใหม่ หมายถึง กลุ่มนายทหาร ที่ผู้บังคับบัญชามีแผนบรรจุให้ลงตำแหน่งในระดับชั้นผู้บริหารระดับสูง ระดับกลาง และระดับหัวหน้าแผนก เป็นต้น ส่วนการแบ่งหน้าที่บุคลากรภายในกรมการพลังงานทหารตามกลุ่มงานเพื่อสนับสนุนให้หน่วยงาน ให้สามารถดำเนินงานให้บรรลุตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย จัดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ งานบริหารหน่วย งานที่เป็นภารกิจหน่วย งานสนับสนุนภารกิจหลัก และงานสนับสนุนทั่วไป

ภารกิจภายในกรมการพลังงานทหารมีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างไปจากหน่วยทหารกลุ่มอื่น เพราะผู้ที่จะมาดำรงตำแหน่ง หรือมารับหน้าที่ปฏิบัติราชการภายในกรมการพลังงานทหาร ต้องถูกจัดให้เข้าอยู่ในกลุ่มที่ได้รับคำสั่งให้มารับราชการในกรมการพลังงานทหารเป็นครั้งแรก และกลุ่มผู้เตรียมรับงานใหม่ เป็นการเตรียมความพร้อมให้มีความรู้ ความเข้าใจต่อการปฏิบัติงาน ให้มีความชำนาญ ทักษะเฉพาะด้าน เพราะการปฏิบัติงานภายในกรมการพลังงานทหาร จะมีแนวทางการบริหารจัดการที่แตกต่างไปจากหน่วยงานทหารกรม กองอื่นที่ทำหน้าที่รักษากองกำลังทหารป้องกันประเทศ

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดประสงค์จะนำมาใช้ เพื่อเสริมสร้างความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร เพื่อนำชุดการสอนรายบุคคลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้มีความรู้ ความเข้าใจในการบริหารจัดการ ควบคุมกำกับดูแลการดำเนินกิจการเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ โดยอาศัยแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากรของกรมพลังงานทหาร (พ.ศ. 2547 – 2553) (กรมการพลังงานทหาร. 2548) เป็นแนวทางในการพัฒนาบุคลากร สำหรับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากรของกรมพลังงานทหาร ได้กำหนดไว้ 5 ยุทธศาสตร์ ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 1 เสริมสร้างความเป็นผู้นำที่มีคุณธรรมในทุกระดับ และสามารถบริหารองค์กร เพื่อการเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้นำทุกระดับชั้น ตั้งแต่ตำแหน่งหัวหน้าแผนกขึ้นไป สามารถเป็นผู้นำมืออาชีพที่มีคุณธรรมมีความสามารถและมีศักยภาพสูง สามารถเป็นผู้นำกล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลที่ถูกต้องและเที่ยงตรง การเปลี่ยนแปลงได้นำนวัตกรรมด้านการบริหารจัดการมาพัฒนาหน่วยงานให้บรรลุผลสัมฤทธิ์

ยุทธศาสตร์ที่ 2 สร้างสังคมและวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ มีเป้าหมายสร้างกระบวนการแลกเปลี่ยน และจัดเก็บความรู้ เพื่อให้บุคลากรของหน่วยงานสามารถเข้าถึง แหล่งความรู้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน สร้างความสำเร็จให้แก่องค์กรตลอดจนการสร้างองค์กรความรู้ใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นในองค์กร

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ วัฒนธรรม และค่านิยมของบุคลากร เพื่อให้เป็นผู้มีวินัยและมารยาทในทางทหาร มีเป้าหมายให้แก่บุคลากร สามารถปฏิบัติหน้าที่ โดยยึดค่านิยมสร้างสรรค์ และจรรยาบรรณวิชาชีพ ปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ ทัศนคติ วัฒนธรรม ค่านิยม มีวินัย และมารยาททางทหาร โดยกำหนดมาตรการของการเปลี่ยนแปลง ที่เอื้อต่อการพัฒนาระบบราชการ เพื่อพัฒนากระบวนทัศน์ในการทำงานของบุคลากร ให้สามารถนำคุณลักษณะ ดังกล่าวไปใช้กระตุ้นพฤติกรรมการทำงานภาครัฐในรูปของทักษะในการตัดสินใจแก้ปัญหา โดยมุ่งความถูกต้อง

และการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม ปฏิบัติงานเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม มีความซื่อสัตย์สุจริตมุ่งสู่ผลสัมฤทธิ์ในการทำงาน มีจิตใจในการปฏิบัติหน้าที่อย่างเป็นธรรม สามารถกำหนดแนวทางดำเนินงาน กิจกรรม ที่ทำให้บุคลากรสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ ทัศนคติ วัฒนธรรม และค่านิยมที่ดีได้ด้วยตนเอง ภายใต้จิตสำนึก ในความเป็นผู้รับผิดชอบ ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมในการทำงานที่สะดวกง่าย ไม่สร้างกระบวนการ แนวร่วมที่เป็นการขัดขวางการทำงานและความสำเร็จของหน่วยงานและผู้อื่น

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริม และพัฒนาบุคลากรให้มีความสามารถตามตำแหน่งหน้าที่และงานที่ได้รับมอบเพิ่มเติมจากผู้บังคับบัญชา สร้างความเข้าใจการปฏิบัติงานให้บุคลากรกรมการพลังงานทหาร สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ตามภาระหน้าที่ตามตำแหน่ง และหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเพิ่มเติม มีความคิด วิเคราะห์เปลี่ยนแปลงรูปแบบ วิธีการปฏิบัติงานที่แปรเปลี่ยนไปตามสภาวการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล และมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงานเป็นสำคัญ

ยุทธศาสตร์ที่ 5 สร้างมุมมองโลกทัศน์ภายนอก โดยมีเป้าหมายของการศึกษาดูงานเยี่ยมชมองค์กร ภายนอกกระทรวงกลาโหม และทั้งภายในภายนอกประเทศที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบคุณภาพ การพลังงาน การบริการสารสนเทศ ที่สามารถเสริมสร้างให้บุคลากรมีสมรรถนะสูงขึ้น นอกเหนือจากการดูงานที่กำหนดไว้จากแผนยุทธศาสตร์ที่ 1– 4 เป็นยุทธศาสตร์เสริมส่วนที่ขาดหาย เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ การพัฒนาบุคลากรของกรมการพลังงานทหาร พบว่า ยุทธศาสตร์ที่ 4 เน้นการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรให้มีความสามารถตามตำแหน่งหน้าที่ ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้เป็นพลังงานทดแทน จึงสนใจพัฒนานายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ได้แก่ กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียมให้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพราะเป็นผู้รับผิดชอบสำรวจและผลิตปิโตรเลียม และพลังงานทดแทนโดยตรง ได้แก่ การสำรวจและผลิตปิโตรเลียม การสำรวจด้านธรณีวิทยา การสำรวจด้านธรณีฟิสิกส์ การทำแผนที่ธรณี และการกำหนดจุดเจาะ เพื่อหาแหล่งปิโตรเลียม การทำถนนเข้าจุดเจาะ การหาระดับจุดเจาะ การทำสะพาน การวางท่อลอด การบำรุงรักษาถนน การทำลานเจาะ ลานถัง ออกแบบรังวัด การพิมพ์แบบแปลน การควบคุมเครื่องมือหนัก การดูแลหมุดหลักฐานผลิตปิโตรเลียม การขนส่งปิโตรเลียม การแยกน้ำจากน้ำมันดิบ การทำสถิติ การผลิตปิโตรเลียม การเก็บรักษาปิโตรเลียม และจัดหาอุปกรณ์การผลิตทั้งหมด เป็นต้น (เมทินี อัฌธวรพงษ์ ; และ อมรรัตน์ ปินตา. 2541: 106 – 107) ให้บุคลากรกลุ่มนี้ได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหาร

จัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสำรวจขุดเจาะก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จากบริเวณลุ่มแอ่งฝางขึ้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป

ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 500 เมตร มีการค้นพบน้ำมันดิบที่แทรกตัวขึ้นมาบนพื้นผิวดิน และนำน้ำมันดิบที่ค้นพบไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานราชการต่างๆ เป็นแหล่งผลิตปิโตรเลียมแห่งแรกของประเทศไทย ปัจจุบันลุ่มแอ่งฝาง อยู่ในความรับผิดชอบของศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จัดได้ว่า เป็นแหล่งทรัพยากรทางด้านพลังงานให้แก่กองทัพไทย เพื่อสำรองพลังงาน เมื่อเกิดภาวะฉุกเฉิน จากการสำรวจของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน พบว่า นอกจากการที่ลุ่มแอ่งฝาง เป็นแหล่งผลิตปิโตรเลียมแล้ว ยังพบก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินในปริมาณหนาแน่นมากถึง 250 ฟุต และพบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทน และก๊าซอื่นมากในชั้นหิน มีการขยายตัวของชั้นถ่านหิน ช่วงที่เป็นทะเลสาบบริเวณกว้าง พื้นที่ประมาณ 50 ตารางกิโลเมตร (กรมการพลังงานทหาร. 2549: บทนำ) คาดการณ์ว่า สามารถนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ กรมการพลังงานทหาร ได้รับมอบหมายจากรัฐบาล ให้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินบริเวณลุ่มแอ่งฝาง เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในประเทศ จึงได้เชิญผู้เชี่ยวชาญพิเศษจากต่างประเทศมาบรรยายให้ความรู้พิเศษเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินให้กับผู้นำของ กรมการพลังงานทหาร ระดับชั้นยศนายพล ให้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาลุ่มแอ่งฝาง จากเดิมที่เป็นแหล่งผลิตปิโตรเลียม ให้เป็นแหล่งผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้อีกด้วย

ผู้วิจัยนำความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่ได้รับจากการบรรยายพิเศษของผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ นำมาสร้างเป็นชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อให้บุคลากรภายในกรมการพลังงานทหาร ได้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน แต่เนื่องจากบุคลากรภายใน กรมการพลังงานทหาร มีความแตกต่างกัน ทั้งด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา และระดับชั้นยศ ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่าการพัฒนาให้บุคลากร มีความรู้เกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินในเบื้องต้น ควรเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร ทำหน้าที่ผู้บริหารระดับกลาง และระดับหัวหน้าแผนกที่มีชั้นยศร้อยตรี ถึงระดับพันเอก เพราะทำหน้าที่บริหารกำกับดูแลการดำเนินงานด้านการผลิต และจัดหาพลังงานของกรมการพลังงานทหาร บุคลากรกลุ่มนี้ถ้าได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินแล้ว จะช่วยให้การวางแผนบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้อย่างมีคุณภาพ การทำชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินในครั้งนี้เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับหน่วยงานเพื่อจัดหาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกรณีลุ่มแอ่งฝาง นอกเหนือจากภาระหน้าที่ใน

การผลิตน้ำมันดิบ ถ้ามีการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้สำเร็จ จะเป็นการช่วยลดภาระการนำเข้าน้ำมันของประเทศได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ ผลการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้กับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

แนวคิดและทฤษฎีการพัฒนาบุคลากร

1. **ความหมายของการพัฒนาบุคลากร** ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของการพัฒนาบุคลากรไว้หลายแนวทางด้วยกัน ได้แก่

บุญญวิจักษณ์ เหล่ากอที (2543) ได้ให้ความหมายการพัฒนาบุคลากรไว้ว่า หมายถึง การปรับปรุงคุณภาพด้านทักษะการทำงาน โดยเน้น ความ สามารถของทรัพยากรมนุษย์ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถือว่า เป็นความพยายามของฝ่ายจัดการบุคคลต้องการส่งเสริมให้บุคลากรในองค์การมีความรู้ ความสามารถ มีทักษะ และมีทัศนคติที่ดีในการทำงาน

สุภาพร พิศาลบุตร และ ยงยุทธ เกษสาคร (2549: 9) ได้สรุปความหมายการพัฒนาบุคลากรไว้ 2 แนวทาง ได้แก่ การพัฒนาบุคลากรเป็นกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ความสามารถของบุคคลในสังคมใดสังคมหนึ่ง หรือในองค์การใดองค์การหนึ่ง และอีกความหมาย ได้แก่ การพัฒนาบุคคล เป็นกรรมวิธีใหม่ ที่ช่วยเพิ่มพูนสมรรถภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งในด้านความคิด การกระทำ ความสามารถ ความรู้ ความชำนาญ และบุคลิกภาพ ให้มีความก้าวหน้า และเพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

นอ (Noe. 2002: 282) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาบุคลากรว่า เป็นการจัดการศึกษาอย่างเป็นทางการ การมีประสบการณ์ในงานการมีความสัมพันธ์ และการประเมินค่าบุคลิกภาพ และความสามารถที่จะช่วยให้พนักงานเตรียมตัวสำหรับอนาคต

จากคำจำกัดความของคำว่า “การพัฒนาบุคลากร” ที่มาจากแนวคิดต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาบุคลากรเป็นกรรมวิธีเพิ่มพูนสมรรถภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน ทั้งในด้านความคิด การกระทำ ความรู้ความสามารถ ความชำนาญ และทัศนคติ เพื่อสร้างสรรค์และส่งเสริมประสิทธิภาพในการทำงาน

2. **ความจำเป็นในการพัฒนาบุคลากร**

บุญญวิจักษณ์ เหล่ากอที (2543) ได้กล่าวถึง ความจำเป็นที่ต้องพัฒนาบุคลากรนั้น มีเหตุผลที่สำคัญสองประการคือ ข้อจำกัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคล และข้อจำกัดเกี่ยวกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และสามารถจำแนกเหตุผลของการพิจารณา ความจำเป็น ในการพัฒนาบุคลากรได้ 3 กรณี กรณีแรก ได้แก่ การพัฒนาเพื่อการปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่

ให้ดีขึ้นกว่าเดิม กรณีที่ 2 การพัฒนา เพื่อการดำเนินงานไปสู่สภาพที่พึงปรารถนา อย่างหนึ่งอย่างใด และกรณีที่ 3 การพัฒนา เพื่อมุ่งแก้ไขปัญหาที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติงานในสภาวะที่สังคมมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยที่ จำเนียร จวงตระกูล (ม.ป.ป.: 5 – 6 ; อ้างอิงจาก Noe. 2002) กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาบุคลากรมีอยู่ด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. **กระแสโลกาภิวัตน์** ทำให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจ และขยายตัวแข่งขันกันระดับโลก มีการลงทุนทั่วโลก จึงต้องมีการฝึกอบรม เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมที่จะต้องทำงานกับคนทั่วโลก

2. **ความต้องการผู้นำ** จากกระแสโลกาภิวัตน์ และการมีพนักงานที่มีอายุสูงขึ้น จำเป็นต้องมีการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาให้พนักงานมีความสามารถทางการจัดการเพิ่มขึ้น

3. **การเพิ่มค่านิยมในความรู้** การพัฒนาบุคลากรเป็นการลงทุนทางปัญญา โดยดึงดูดบุคลากรที่มีความรู้เข้ามาทำงาน พัฒนารักษาพนักงานที่มีความรู้ให้คงอยู่กับองค์การ เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง เป็นองค์การต่อการเรียนรู้ ต้องมีการอบรมบุคลากร

4. **การดึงดูดและการชนะใจบุคลากรที่มีความสามารถ** การเปลี่ยนแปลงตลาดแรงงาน ก่อให้เกิดความต้องการบุคลากรที่มีทักษะหลากหลาย และมีทักษะสูงขึ้น ในขณะที่บุคลากรขาดทักษะที่จำเป็นต่อความต้องการของตลาดแรงงาน จึงต้องมีการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรในการแก้ปัญหา

5. **การเน้นที่คุณภาพ** องค์การต้องมีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพ องค์การตลอดเวลา เพื่อให้ได้มาตรฐาน ดังนั้นองค์การต่าง ๆจึงต้องมีการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง

6. **การเปลี่ยนแปลงทางประชากร** ความหลากหลายของแรงงาน การเปลี่ยนแปลงตามกระแสโลกาภิวัตน์ ทำให้การสื่อสาร การเคลื่อนไหวของการลงทุนกระจายไปทั่วโลก มีการเดินทาง ย้ายถิ่นในประเทศต่าง มีลักษณะผสมค่านิยมและวัฒนธรรม เกิดความหลากหลาย มีความจำเป็นต้องมีการฝึกอบรม และพัฒนาบุคลากร เพื่อผนึกกำลังของบุคลากรในองค์การให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

7. **การนำเทคโนโลยีมาใช้** จากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้ระบบอินเทอร์เน็ตกันอย่างกว้างขวาง มีผลทำให้เกิดการจัดองค์การและจัดงานใหม่ มีการกระจายงานเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการจัดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

8. **ระบบการทำงานแบบผลการปฏิบัติงานสูง** ระบบนี้จะใช้บุคลากรที่มีความรู้สูง โดยทำงานเป็นทีม ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรที่มีทักษะหลากหลาย ก่อให้เกิดการฝึกอบรมข้ามสายงานอยู่ตลอดเวลา สวอนสัน (Swanson ;& Holton. 2001: 204) ซึ่งเป็นนักวิชาการด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ได้นำแนวคิดการบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ (New Public Management : NPM) มาเป็นแนวทางในการพัฒนาบุคคลากร โดยเห็นว่า การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรในการใช้เทคโนโลยีชั้นสูงที่ควบคู่กับการฝึกอบรมที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการเจริญเติบโตและขยายความรู้ และความเชี่ยวชาญของบุคลากรที่เกินกว่าความต้องการของงานในปัจจุบัน ได้แก่ การพัฒนาบุคลากรให้ประสบความสำเร็จได้จะต้องประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสองส่วน ได้แก่ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และการจัดการพัฒนามนุษย์ เพื่อช่วยให้บุคลากรสามารถสร้างเสริมจุดแข็ง ทำการแก้ไขจุดอ่อนของตนเอง และใช้ศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ เพื่อช่วยทำให้องค์การมีประสิทธิผล ในขณะเดียวกันบุคลากรก็บรรลุเป้าหมายของตนเองไปด้วยพร้อมกัน

3. **หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่** การพัฒนาบุคลากรในองค์การให้ได้ ผลดี ควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการศึกษา ให้ กับผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่จะส่งผลถึงความสำเร็จในการพัฒนาผู้เรียน โดยเฉพาะการศึกษาหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ซึ่ง เมอร์เรียม และ คาฟฟาเรลลา (Merriam ; & Caffarella. 1991: 249) ได้จัดแบ่งทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ทฤษฎีที่ยึดลักษณะของผู้เรียนเป็นหลัก และทฤษฎีที่ยึดการเปลี่ยนแปลง ทางด้านความรู้สึกนึกคิดเป็นหลัก รายละเอียด ดังนี้

3.1 ทฤษฎีที่ยึดลักษณะของผู้เรียนเป็นหลัก ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนการสอน ผู้ใหญ่ตามแนวคิดของ โนลส์ (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. 2547: 245 – 246 ; อ้างอิงจาก Knowles. 1978: 55 – 59) ซึ่งได้ตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ ดังนี้

3.1.1 เกี่ยวกับมโนภาพแห่งตน จากการอาศัยหรือพึ่งพาบุคคลอื่น ในวัยเด็กสู่การพึ่งพาตนเองมากขึ้น

3.1.2 บทบาทของประสบการณ์จากข้อตกลงเบื้องต้น ที่เชื่อว่าเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่จะมีการสะสมประสบการณ์เพิ่มมากขึ้น ประสบการณ์เหล่านี้ จะเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญนำไปสู่การขยายโลกทัศน์เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้มากขึ้น

3.1.3 ความพร้อมในการเรียน จากข้อตกลงเบื้องต้นที่เชื่อว่าบุคคลจะมีความพร้อมต่อการเรียนรู้อันเป็นผลที่เกิดจากความสนใจ และต้องการที่จะเรียนรู้ที่สิ่งที่ตนสนใจ ทั้งนี้ความพร้อมที่มีมากขึ้น เป็นผลมาจากความรับผิดชอบตามหน้าที่ภาระในสังคม

3.1.4 การทำให้การเรียนรู้มีความเหมาะสมเป็นความแตกต่างของเงื่อนไข ที่วางไว้ระหว่างวัยกับการเรียน หมายความว่า เมื่ออยู่ในวัยเด็กการเรียนการสอนต้องยึดเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลางของการเรียน ในขณะที่ผู้ใหญ่กลับมาเรียน เพราะต้องการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นปัญหาต้องการเรียน แล้วสามารถนำผลการเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาทันที

3.2 ทฤษฎีที่ยึดสถานการณ์ในชีวิตของผู้เรียนเป็นหลัก ได้แก่ ทฤษฎีแมคคลัสกี (Merriam, & Caffarella. 1991: 254 ; citing Mc Clusky. 1970: 84) ที่กล่าวว่า ภารกิจของชีวิตประกอบด้วยความต้องการที่เกิดจากตนเองและสังคม ซึ่งล้วนเป็นผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรภายนอก ได้แก่ ภาระหน้าที่ ความจำเป็นของชีวิต ความรับผิดชอบต่อครอบครัว ต่องาน ในหน้าที่ ตัวแปรภายใน ได้แก่ ความหวังของชีวิต ความอดทนต่อเป้าหมาย อุดมคติ และค่านิยมต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้น วัยผู้ใหญ่ จึงเป็นวัยที่ต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง โดยทฤษฎีนี้ ได้จัดระดับความต้องการของผู้ใหญ่ที่มีอยู่ในตัวบุคคลมาเข้ากับความเป็นจริง เพื่อให้เกิดเป็นพลังงานชีวิต ส่งผลให้บุคคลสามารถเผชิญต่อหน้าที่ความรับผิดชอบในชีวิตประจำวันได้ โดยเรียกพลังงานที่เหลือจากการถูกดึงไปใช้ว่า “พลังงานสำรองของชีวิต”

3.3 ทฤษฎีที่ยึดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้สึกนึกคิดเป็นหลัก เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดขึ้นทางความคิดของประสบการณ์ที่เป็นอิสระตามแนวคิดมิซิโรว์ (Mezirow. 1981: 13) ซึ่งเชื่อว่า ความรู้ ความเข้าใจของบุคคลสามารถแยกแยะ บูรณาการความคิดได้มากขึ้น จะเป็นความรู้ ความเข้าใจ ที่สำคัญที่สุด จะเป็นความรู้ใหม่ โดยเชื่อว่า การปล่อยให้บุคคลมีอิสระในการเรียนรู้ ผลที่ได้สูงสุด คือ การทำให้บุคคลนั้นเกิดความตระหนัก เกิดเป็นสมมุติฐานทางวัฒนธรรม ได้แก่ กฎ บทบาท จารีตประเพณี ความคาดหวังทางสังคม

ส่วน ดันน์ และ ดันน์ (Dunn ; & Dunn. 1998: 8 – 10) ; (จงกลนี ชุติมาเทวินทร์. 2542: 3 – 4) ; (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. 2547: 7) ได้กล่าวถึง หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของผู้ใหญ่ไปในทำนองเดียวกัน พอสรุปได้ ดังนี้

1. ผู้ใหญ่เป็นผู้มีประสบการณ์ สามารถที่จะนำประสบการณ์เหล่านั้น มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ในการฝึกอบรมควรคำนึงถึงความรู้เดิม และประสบการณ์ของผู้เรียนเสริมสร้างการทำงานอย่างมีส่วนร่วม

2. การฝึกอบรมสำหรับผู้ใหญ่ ควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริง ผู้ใหญ่มักไม่สนใจเรียนรู้ในเรื่องที่มีเนื้อหามากหรือจดจำข้อเท็จจริงที่เป็นแต่ความรู้ทาง

ทฤษฎีอย่างเดียว ควรเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ฝึกปฏิบัติจริง เพื่อสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ ใช้ในหน้าที่ต่อไป

3. ผู้ใหญ่เรียนรู้ได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่พร้อมและพอใจที่จะเรียน

4. การเปิดโอกาสให้ผู้ใหญ่ได้ค้นพบตัวเองและเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่รับผิดชอบได้ด้วยตนเอง จะช่วยทำให้ผู้ใหญ่สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

5. การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้ใหญ่ ควรจัดเวลาให้อย่างพอเพียง เพื่อการเรียนรู้ข้อมูลใหม่ รวมทั้งเป็นการฝึกทักษะใหม่ เป็นต้น

สำหรับ สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2547: 68 – 70) ได้สรุปอิทธิพลที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ไว้เป็นที่น่าสนใจ ได้แก่

1. ผู้ใหญ่ส่วนมากมักประเมินความสามารถของตัวเองต่ำกว่าความเป็นจริง โดยเฉพาะการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ทั้งนี้เป็นเพราะ พะวงกับประสบการณ์เดิม ดังนั้น การจัดกิจกรรมการฝึกอบรมถ้าสามารถจัดได้อย่างเหมาะสม ผู้ใหญ่ก็สามารถที่จะเรียนรู้ได้เช่นกัน

2. ประสบการณ์ในการเรียนที่ผ่านมาของผู้ใหญ่ สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ได้ โดยช่วยให้ผู้ใหญ่สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆได้ดีขึ้น ทั้งนี้เพราะมีกรอบความคิดในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้ดียิ่งขึ้น

3. การศึกษาและพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ นับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อทัศนคติและแรงจูงใจของผู้ใหญ่ต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

4. แนวทางในการรับรู้เกี่ยวกับตนเองของผู้ใหญ่ จะมีผลต่อการแปลความหมายไปยังบุคคลที่เกี่ยวข้อง

5. การฝึกอบรมผู้ใหญ่ควรใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อช่วยให้เกิดความน่าสนใจ เช่น การฝึกอบรมแบบมีส่วนร่วม การฝึกอบรมเป็นรายบุคคล การฝึกภาคปฏิบัติ เป็นต้น

จากการศึกษาหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ซึ่งครอบคลุมถึงทฤษฎีการศึกษาผู้ใหญ่ พบว่า การนำแนวคิดทฤษฎีการศึกษาผู้ใหญ่ มาใช้ในการวางแผนการจัดการพัฒนาบุคลากรภายในองค์การควรต้องใช้หลายทฤษฎีประกอบกัน เนื่องจากการพัฒนาบุคลากร เป็นรากฐานสำคัญ การพัฒนาทักษะของบุคลากรภายในองค์การให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้บุคลากรสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ ดังนั้น การพัฒนาบุคลากรให้ประสบความสำเร็จได้ ควรคำนึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ มาประกอบการวางแผนพัฒนาบุคลากรให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ เพื่อให้มีความพร้อมที่จะรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เพื่อสามารถทำงานให้องค์การได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากร ยังพบว่า การพัฒนาบุคลากร สามารถทำได้ทั้งในลักษณะที่จัดฝึกอบรม หรือจัดทำเป็นชุดการสอน ซึ่งชุดการสอนนั้นสามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ เช่น ชุดการสอนประกอบการบรรยาย หรืออาจจัดทำชุดการสอนในลักษณะที่เน้นให้บุคคลสามารถนำไปศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และ การปรับเปลี่ยนทัศนคติ ในการทำงานปฏิบัติงานเฉพาะอย่างในองค์การได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Swanson; & Holton. 2001: 204) เป็นการพัฒนาให้บุคลากรสามารถปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีใหม่ได้ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ตลอดชีวิต สังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง กลายเป็นสิ่งบังคับให้ทุกคนต้องเรียนรู้ตลอดเวลา ปัจจุบันบุคลากรที่มีความสามารถ ทักษะที่หลากหลายจะกลายเป็นบุคคลมีคุณค่ามากกว่าบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ดังนั้น ความสามารถของบุคคลากร จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำมาใช้ในการกำหนดค่าตอบแทนให้กับพนักงานแทนค่าจ้างปกติ (จำเนียร จวงตระกูล. ม.ป.ป.: 26)

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

1. ความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่นำมาใช้ในความหมายเดียวกัน หรือใกล้เคียง ได้แก่ Self-directed Learning, Self-Education, Independent Study, Independent Learning, Self - Teaching, Individual Learning, Independent Self - Education, Autonomous Learning, Self-directed inquiry, Self-Initiated Learning, Andragogical Learning (สมคิด อิสระวัฒน์ 2538: 7) นอกจากนี้ ยังมีคำอื่นอีก เช่น Discovery Learning, The inquiry Method, Open Learning, Self - Planning Learning (คณาพร คมสัน. 2539: 175) การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง แม้จะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน แต่มีความหมายใกล้เคียงกัน สำหรับโนลส์ (Knowles. 1975: 18) นักการศึกษาผู้ใหญ่ ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองว่าหมายถึง กระบวนการที่บุคคลใช้ในการสร้างความต้องการในการเรียนรู้ ตั้งจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ การทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความรู้ เช่น การค้นคว้าเอกสารและแหล่งความรู้ การพบปะบุคคล การเลือกกำหนดแผนการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินผลการเรียนรู้ กิจกรรมส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากตนเอง อาจได้รับความช่วยเหลือหรือไม่ได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นก็ตาม ซึ่ง บรูคฟิลด์ (Brookfield. 1984: 59) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองไว้ว่า หมายถึง บุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความเป็นอิสระสามารถแยกตนเองอยู่คนเดียวได้ หมายความถึง คนที่สามารถเรียนโดยอาศัยความช่วยเหลือจากแหล่งภายนอกน้อยที่สุด โดยที่ตนเองจะเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น

นักการศึกษาไทยหลายท่าน ที่สนใจศึกษาความหมายของการเรียนรู้ด้วย การนำตนเอง ได้แก่ สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ (2524: 6) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น เช่น เพื่อน ครู เป็นต้น การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์และการกำหนดความต้องการของตนเอง การกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน การหาแหล่งวิทยาการการเรียนรู้ ทั้งที่เป็นวัสดุ และบุคคล การเลือกวิธีการเรียน และกิจกรรมการเรียน และการกำหนดวิธีการประเมินผลการเรียน ส่วนสมบูรณ์ ศาลยาชีวิน (2526: 262) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองไว้ว่า เป็นการเรียนในลักษณะที่ผู้เรียนเป็นผู้ที่เสาะแสวงหา ขวนขวายศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้ใดบังคับ เป็นการเรียนที่เกิดจากความพึงพอใจที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนเป็นแรงจูงใจภายในบุคคล ซึ่ง เชาวลิต ตนานนท์ชัย (2547: 7) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองว่า การเรียนรู้ในปัจจุบัน มุ่งเน้นที่การเรียนรู้ผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากความรู้ และความจริงในสังคม เต็มไปด้วยข่าวสาร และข้อมูลต่างๆ มีมากมาย และสังคมเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ผู้เรียนต้องปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนของสังคม โดยพยายามค้นหา แสวงหาความรู้ให้เกิดขึ้นกับตนเอง

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง พอสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการ ที่ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มด้วยตนเอง จะอาศัยความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรือไม่ก็ตาม ผู้เรียนมีบทบาทต่อการเรียนรู้ของตนเอง เป็นผู้ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ความต้องการเพื่อนำมากำหนดเป็นเป้าหมายในการเรียนรู้ รู้วิธีการเรียนที่มีความเหมาะสม สามารถหาแหล่งความรู้ที่ตนเองต้องการได้ การเป็นบุคคลที่จะประสบความสำเร็จต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ต้องเกิดจากความรู้สึก ความต้องการที่จะเรียนของตนเองเป็นหลัก ถือได้ว่า เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ซึ่งแต่ละบุคคล จะมีความต้องการที่จะเรียนในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล เรียนจากโปรแกรมการเรียน หรือเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป ตามที่ กิ่งกาญจน์ ตั้งศรีไพร (2542: 20) กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นลักษณะหนึ่งของการเรียนด้วยตนเอง หรือเป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ส่วนผู้เรียนจะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับความต้องการของบุคคลอย่างแท้จริง และขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีการของแต่ละบุคคลที่มีแตกต่างกันออกไปตามความถนัดของแต่ละบุคคล

2. **ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง** จากการที่ปัจจุบันนี้ทุกคนต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ตลอดเวลา คุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จึงเป็นคุณลักษณะสำคัญที่จะช่วยให้ดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การเป็นบุคคลที่มีความต้องการแสวงหาความรู้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นำประสบการณ์ที่ได้รับมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง ได้เป็น

อย่างดี สามารถปรับพฤติกรรมในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ รู้วิธีการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง สามารถพัฒนาผลการเรียนให้ดีขึ้นได้ ผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี หลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของมนุษย์ เพื่อพัฒนาการทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียน มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การศึกษาจะต้องมีการเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานการศึกษาตลอดชีวิต โนลส์ (Knowles. 1975: 4 – 17) กล่าวถึง ความสำคัญของการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง ดังนี้

1. คนที่เรียนด้วยการริเริ่มของตนเอง จะเรียนได้มากกว่าและดีกว่าคนที่เป็นเพียงผู้รับ หรือรอให้ครูถ่ายทอดวิชาความรู้ให้เท่านั้น คนที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเองจะเรียนอย่างตั้งใจมีจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจสูง สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดีกว่า ยาวนานกว่าบุคคลที่รอรับคำสอนแต่เพียงอย่างเดียว

2. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง สอดคล้องกับการพัฒนาการทางจิตวิทยา และกระบวนการทางธรรมชาติมากกว่า คือ เมื่อตอนยังเล็กเป็นธรรมชาติที่จะต้องพึ่งพาผู้อื่น ต้องการผู้ปกครองปกป้องเลี้ยงดูและตัดสินใจแทนให้ ครั้นเมื่อเติบโตมีพัฒนาการขึ้น ค่อยพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นอิสระ ไม่ต้องพึ่งพาผู้ปกครอง ครู และผู้อื่น พัฒนาเป็นไปในสภาพที่เพิ่มความเป็นตัวของตัวเองรับผิดชอบในชีวิตตนเองมากยิ่งขึ้นและนำตนเองได้มากขึ้น

3. พัฒนาการใหม่ๆ ทางการศึกษามีหลักสูตรใหม่ ห้องเรียนแบบเปิดศูนย์บริการทางวิชาการ การศึกษาอย่างอิสระ โปรแกรมการเรียนที่จัดให้แก่บุคคลภายนอก มหาวิทยาลัยเปิด และอื่นๆ อีกมากมาย รูปแบบของการศึกษาเหล่านี้ ล้วนผลักภาระรับผิดชอบไปที่ผู้เรียน ให้เป็นผู้เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

4. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เป็นความอยู่รอดของชีวิตในฐานะที่เป็นพลเมือง เป็นเผ่าพันธุ์มนุษย์ โลกปัจจุบันเป็นโลกใหม่ที่แปลกไปกว่าเดิม ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเสมอ จึงเป็นเหตุผลนำไปสู่ความจำเป็นทางการเรียนรู้ของบุคคล และวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จึงเป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต

โนลส์ ได้ให้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการนำตนเองไว้ อย่างน่าสนใจ และสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนได้ โดยเฉพาะผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ ได้แก่

1. วิเคราะห์และการกำหนดความต้องการในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการประเมินผู้เรียนในเบื้องต้น เพื่อหาแนวทางส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง โดยผู้สอน

อาจนำความต้องการ หรือความสนใจของผู้เรียนมาเป็นหัวข้อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนควรได้รับการมีส่วนร่วม ในการจัดกิจกรรมการเรียน โดยมีส่วนในการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนร่วมกับผู้สอน จุดมุ่งหมายการเรียนต้องอยู่ในขอบเขตของสาระรายวิชา จุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้น ควรเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่สามารถวัดประเมินผลได้ และผู้เรียนสามารถนำไปใช้เป็นแผนการเรียนของผู้เรียนได้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของรายวิชานั้น โดยมีผู้สอนทำหน้าที่คอยทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำผู้เรียน ในการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

3. การหาแหล่งวิทยาการเพื่อการเรียนรู้ โดยผู้สอนทำหน้าที่แนะนำวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองให้กับผู้เรียน เพื่อการเตรียมตัวในการเรียน นอกจากนั้น ควรแนะนำแหล่งวิชาการทั้งที่เป็นสิ่งพิมพ์ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง แนะแนวทางวิธีการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ด้วยการนำตนเอง ได้แก่ การส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบค้น เปิดโอกาสให้มีการฝึกปฏิบัติเทคนิค ที่จำเป็น เช่น การสังเกต การอ่านอย่างมีเป้าหมาย การจดบันทึก การจัดประเภทหมวดหมู่ความรู้ ส่งเสริมให้ทำงานเป็นทีม เพื่อแบ่งภาระความรับผิดชอบในการกระบวนการเรียนร่วมกันได้ จัดกิจกรรมการเรียนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน พัฒนาทักษะการประเมินตนเอง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนของตนได้เป็นอย่างดี

4. การเลือกวิธีการเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนส่วนมากจะมีรูปแบบในการเรียนรู้ของแต่ละคนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคล ซึ่งผู้สอนควรแนะนำแนวทางการเรียนที่เหมาะสมต่อผู้เรียนแต่ละคน โดยอาจพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้ใดที่จะทำให้ผู้เรียนทุกคนได้รับประโยชน์จากการเรียนมากที่สุด สามารถเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ รวมถึงทำอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากผู้สอนมากที่สุด และพิจารณาด้วยว่าผู้สอนควรรับผิดชอบเรื่อง การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากน้อยเพียงใด

5. การกำหนดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สอนต้องรู้ถึงบทบาทของตนเอง ได้แก่ การหาข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาผลการเรียนให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ใช้การประเมินผล ที่ไม่ขัดต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่เป็นที่บั่นทอนกำลังใจของผู้เรียน กำหนดเกณฑ์ตัดสินพฤติกรรมของผู้สอนที่แสดงออกมาในลักษณะที่ไม่ตัดรอนผู้เรียน และการนำประสบการณ์ของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง นำมาสร้างเป็นความคิดรวบยอดของผู้เรียน

ดิกกินสัน (Dickinson. 1987: 18) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ แม้ว่า จะมีโอกาสในการฝึกปฏิบัติไม่เท่ากัน แต่ผู้เรียนสามารถที่จะใช้วิธีการเรียนที่แตกต่างกันไปตามความถนัด วิธีการคิด

ยุทธวิธีการเรียนรู้ และความมุ่งหมายในการเรียน จึงเป็นวิธีการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในทางบวก ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจ และความหมายจากเนื้อหาตำราได้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา และสามารถใช้ความคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อีกทั้งช่วยเพิ่มทักษะ มีการควบคุมตนเอง และมีพฤติกรรมที่สังคมยอมรับได้

ลาริสซี (Larisey. 1994: 9) มีความคิดเห็นด้วยว่า การเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง เป็นส่วนหนึ่งของชีวิต แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญและตระหนักถึงมากนัก เพราะเท่าที่ผ่านมาไม่ได้ใช้รูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะนี้ในชั้นเรียน แต่ปัจจุบันและอนาคต ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกให้ผู้เรียนให้มีรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถจะประเมินความพร้อมในการเรียนของตนเอง เพื่อที่จะนำไปสู่ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนมากขึ้น ซึ่ง เทรฟฟิงเกอร์ (Treffinger. 1995: 325) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองไว้เช่นกันว่า การเรียนรู้นั้น หากผู้เรียนสามารถวางแผนและจัดการตนเองได้ดี จะทำให้มีโอกาสได้ทำงานตามระดับความก้าวหน้าของตนเอง นอกจากนี้ ยังมีโอกาสที่จะเลือกเนื้อหาประสบการณ์ และเป้าหมายการเรียนตามความต้องการของตนเอง สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

จากการศึกษาประเด็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง พอสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีความสำคัญอย่างมากต่อบุคคลในยุคปัจจุบัน เพราะเป็นกระบวนการเรียนรู้ของบุคคล เพื่อความอยู่รอดของชีวิตทั้งในปัจจุบันและอนาคต เป็นรูปแบบการเรียนที่ผู้เรียน มีอิสระต่อการแสวงหาความรู้ของตนเอง ตามวิธีการเรียนที่ตนถนัด เป็นรูปแบบการเรียนที่ยอมรับถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นการเรียนที่เคารพในศักยภาพของผู้เรียน สอดคล้องกับพัฒนาการและธรรมชาติของผู้เรียน และเป็นการเรียนรู้ที่ยอมรับว่า ผู้เรียนมีความสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยตนเองได้ เพื่อที่จะช่วยให้ตนเองสามารถดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางสังคมที่กำลังเปลี่ยนแปลงได้ อย่างมีความสุข และเป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต

3. **คุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง** ความสำเร็จที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองนั้น ปัจจัยแห่งความสำเร็จอยู่ที่ผู้เรียนต้องมีวินัย มีความมุ่งมั่นและนิสัยใฝ่เรียน ใฝ่รู้ การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะเกิดขึ้นได้ ต้องได้รับการส่งเสริมให้บุคคลนำความสามารถของตนในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ออกมาใช้ให้มากที่สุด ซึ่ง โนลส์ (Knowles. 1975: 11 – 12) ได้อธิบายว่าบุคคล ที่มีคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ ได้แก่

3.1 เข้าใจในความแตกต่าง ด้านความคิดเกี่ยวกับผู้เรียน และทักษะที่จำเป็น ในการเรียนรู้ นั่นคือ ความแตกต่างระหว่างการสอนที่ครู เป็นผู้ชี้นำ กับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีความเป็นตัวของตัวเองไม่ขึ้นกับใคร และเป็นคนที่สามารถนำตนเองได้สามารถที่จะสัมพันธ์กับเพื่อนๆ

หรือบุคคลอื่นได้ เพื่อที่จะให้บุคคลเหล่านั้นช่วยเหลือในการเรียนรู้ของตนเอง

3.2 ความสามารถวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้ อาจจะได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรือไม่ก็ตาม

3.3 ความสามารถในแปลความต้องการในการเรียนรู้ของตนเอง ออกมาเป็นจุดมุ่งหมาย ของการเรียนรู้ในรูปแบบ ที่อาจจะทำให้การประเมินผลสำเร็จ มีความเป็นไปได้

3.4 ความสามารถการโยงความสัมพันธ์กับผู้สอน ใช้ประโยชน์จากผู้สอนในการทำเรื่องจากให้ง่ายขึ้น และเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษา

3.5 ความสามารถในการแสวงหาบุคคลและแหล่งเอกสาร วิทยาการที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

3.6 ความสามารถเลือกแผนการเรียนที่มีประสิทธิภาพใช้แหล่งวิทยาการเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกแผนการเรียน มีทักษะคิด ริเริ่มในการวางแผน มีความสามารถเก็บรวบรวมข้อมูล และนำผลของข้อค้นพบต่างๆ ไปใช้อย่างเหมาะสม

ต่อมา สเคเจอร์ (Skager. 1978: 24 – 25) ได้สรุปคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียนว่าควรมีคุณลักษณะลักษณะ ต่อไปนี้

1. เป็นผู้ยอมรับตนเอง (Self-acceptance) คือ มีความรู้สึกในทางบวกต่อตนเอง

2. มีแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนอยู่ในตัวเอง จะสามารถเรียนรู้โดยปราศจากสิ่งที่ควบคุมภายนอก เช่น รางวัลการถูกตำหนิ การถูกลงโทษ การได้รับตำแหน่งหรือวุฒิบัตร

3. มีความสามารถในด้านการวางแผนการเรียน (Plan fullness) ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ

3.1 สามารถวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ของตนเอง

3.2 วางจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมกับตนเองให้สอดคล้องกับความต้องการที่ตั้งไว้

3.3 มีความสามารถในการใช้กลยุทธ์เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

3.4 มีการประเมินผลตนเอง (Internalized Evaluation) สามารถที่จะประเมินตนเอง ได้ว่า จะเรียนได้ระดับใด อาจขอให้บุคคลอื่นเป็นผู้ประเมินให้ก็ได้ ผู้เรียนต้องยอมรับผลการประเมิน ผู้ประเมินมีความคิดอย่างอิสระ และการประเมินสอดคล้องกับสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏเป็นจริงในขณะนั้น

4. การเป็นตัวของตัวเอง (Autonomy) ผู้เรียนที่ดูแลตนเองได้ เลือกที่จะผูกพันกับรูปแบบของการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่ง โดยพิจารณาลักษณะการเรียนแบบใดที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับได้

5. การเปิดกว้างต่อประสบการณ์ (Openness to Experience) เป็นผู้ที่เปิดโอกาสให้ตนเองในการเข้าไปทำกิจกรรมชนิดใหม่ๆ ความใคร่รู้ ความอดทนต่อความคลุมเครือ การชอบสิ่งที่ยุ่งยากสับสน และการเรียนรู้อย่างสนุก จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการทำกิจกรรมใหม่ๆ อีกด้วย

6. การยืดหยุ่นในการเรียนรู้ (Flexibility) เป็นความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงเป้าหมาย วิธีการเรียน เมื่อพบปัญหาหรืออุปสรรคในการแสวงหาความรู้ตามเป้าหมาย สามารถปรับแนวทางการเข้าถึงปัญหา และปรับปรุงวิธีการเรียนเพื่อการบรรลุถึงเป้าหมายมากกว่าที่จะยอมแพ้หรือยกเลิก

นอกจากนี้ กูกลิเอลมิโน (คณาพร คมสัน. 2540: 43 – 44 ; อ้างอิงจาก Guglielmino 1977: 34) ได้ศึกษาลักษณะของบุคคลที่การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง โดยอธิบายว่า เป็นความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง บุคคลที่มีคุณลักษณะดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเปิดโอกาสแห่งการเรียนรู้ (Openness to Learning Opportunities) มีลักษณะเป็นผู้รักความก้าวหน้า ใฝ่สร้างอนาคต สามารถบังคับตนให้กระทำสิ่งที่ควรกระทำ ยินดีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคนอื่น มีความสนใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ มีความรับผิดชอบ และมีความภูมิใจเมื่อเรียนสำเร็จ ชอบการศึกษาค้นคว้าจากห้องสมุด และมีความพยายามในการทำความเข้าใจเรื่องที่ยากๆ ถือว่า เป็นการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำหรับการดำเนินชีวิต และคิดว่าผู้ใฝ่เรียนอยู่เสมอคือผู้นำ

2. มโนมติของตนเองในด้านการเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ (Self Concept as and Effective Learner) คือ เป็นผู้ต้องการเรียนรู้ มีความสามารถที่จะเรียน เมื่อต้องการจะเรียนหรือตัดสินใจเรียนแล้วสามารถแบ่งเวลาให้กับการเรียนได้ แม้จะมีงานอื่นมากก็ตาม โดยรู้ว่าเมื่อใดที่จะเรียนเรื่องใด สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังเรียนกับเป้าหมายระยะยาวที่ตั้งไว้ สามารถหาวิธีการเรียนรู้หัวข้อใหม่ๆ ได้อย่างเหมาะสม มีความสุขสนุกสนานกับการแก้ปัญหาที่ยาก ชอบทดลองเรียนสิ่งใหม่ ชอบสำรวจปัญหาและรู้ว่าเมื่อต้องการข้อมูลจะหาได้จากที่ไหน

3. การมีความคิดริเริ่มและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Initiative and Independence in Learning) คือ ผู้ที่สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยตนเองได้ดี ไม่ท้อถอย สามารถคิดค้นวิธีการต่างๆ ได้หลายแบบสำหรับการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ๆ ยอมรับในความผิดพลาดของตนเอง เป็นผู้นำกลุ่มในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ สามารถทำงานด้วยตนเองได้อย่างดี

4. การมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน (Informed Acceptance of Responsibility for One's Own Learning) คือเป็นผู้ที่ทราบดีว่า ตนเองต้องการเรียนอะไร ถ้ามีสิ่งที่ต้องการเรียน จะหาทางเรียนรู้ให้ได้ การยอมรับตนเองว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้

และมีความเชื่อว่า การคิดอยู่เสมอว่าตนเองเป็นใคร กำลังทำอะไร เป็นสิ่งสำคัญต่อการศึกษาของตนเอง

5. มีความรักในการเรียน (Love of Learning) คือ เป็นผู้ที่กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่เสมอ มีความชื่นชมต่อบุคคลที่รักการเรียน ชอบศึกษาค้นคว้าอยู่เสมอ มีความต้องการที่จะเรียน และปรารถนาให้มีเวลามากขึ้น และเห็นว่า การสอบไม่ใช่ประเด็นสำคัญ หากแต่ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษามีความสำคัญมากกว่า

6. มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) คือ เป็นผู้ที่รู้จักตนเองดีพอในการเรียน ไม่ต้องการให้ผู้สอนบอกทุกสิ่งทุกอย่าง เมื่อประสบปัญหาที่ไม่เข้าใจจะไม่หลีกเลี่ยงไปจากสิ่งนั้น สามารถทำงานได้ตามลำพังและมีความคิดที่จะทำสิ่งต่างๆ ได้ดี และนำความคิดไปปฏิบัติให้เกิดผลดี

7. มองอนาคตในแง่ดี (Positive Orientation to the Future) คือ เป็นผู้ที่ชอบสถานการณ์การเรียนที่ท้าทายชอบแก้ปัญหาที่มีคำตอบถูกมากกว่าหนึ่งคำตอบ มีความพยายามเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังเรียนกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ และคิดว่า ห้องสมุดเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญต่อการศึกษา

8. สามารถใช้ทักษะการศึกษาหาความรู้และทักษะการแก้ปัญหา (Ability to Use Basic Study Skill and Problem-Solving Skills) คือ เป็นผู้ที่สามารถตัดสินใจในการศึกษาเรื่องใหม่ๆ ทราบแหล่งข้อมูลที่ต้องการค้นหา มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ มีทักษะในการอ่าน การเขียน การฟังและการจำ มีความสนุกกับการแก้ปัญหา โดยเห็นว่าเป็นสิ่งท้าทาย

ไรแดล (Rydell. 1983: 62) ได้สนับสนุนและให้ทรรศนะที่สอดคล้องว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นมีระเบียบวินัยในตนเอง มีความมั่นใจในตนเอง มีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะเรียนรู้ และเห็นว่า อุปสรรคเป็น เรื่องท้าทาย ให้ค้นหาเรียนรู้ จัดแบ่งเวลาเรียนได้อย่างเหมาะสม วางแผนการทำงานอย่างมีระบบ มีความพอใจที่จะเรียนรู้ และชอบที่จะกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ มีความตั้งใจที่จะดำเนินไปสู่เป้าหมาย พยายามทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยใช้ความรู้และทักษะของตน ผลคือ เกิดการเปลี่ยนแปลงในตนเอง

ต่อมา บรอคเคท และ ฮีมสตรา (Brockett ; & Hiemstra. 1991: 11) ศึกษาคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ได้สรุปว่า คุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เป็นบุคลิกลักษณะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน ซึ่งจะมีอยู่ในระดับมากหรือน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์เรียนรู้ของบุคคลนั้น ซึ่งสามารถช่วยเหลือสนับสนุนให้บุคคลมีศักยภาพในการนำตนเองเพิ่มขึ้นได้

สำหรับนักการศึกษาไทยที่ศึกษาคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียน ดังเช่น สมคิด อิสระวัฒน์ (2538: 9) ได้สรุปคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียนไว้น่าสนใจ กล่าวคือ บุคคลที่มีคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง สามารถพิจารณาได้จาก

การเป็นบุคคล ที่สมัครใจร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองไม่ได้เกิดจากการบังคับ แต่มีเจตนาที่ต้องการเรียน เพราะความอยากรู้ ความสนใจจึงเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่ตนต้องการจะเรียนคืออะไร รู้ว่าทักษะและข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการ หรือจำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง สามารถกำหนดเป้าหมาย วิธีการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ และรู้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง สามารถเป็นผู้จัดการเปลี่ยนแปลงด้วยตนเอง เป็นผู้มีความตระหนักสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และบทบาทในการเป็นผู้เรียนที่ดี และรู้วิธีการเรียนที่เหมาะสมต่อตนเอง รู้ว่า จะนำตนเอง จะไปสู่จุดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร

นอกจากนี้ คณาพร คมสัน (2539:176 – 177) กล่าวถึง คุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของบุคคล ยังก่อให้เกิดมิติ 2 ด้าน ให้กับบุคคล ได้แก่

1. มิติที่เป็นคุณลักษณะของบุคลิกภาพเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเรียนรู้ มีอยู่ในผู้เรียนทุกคน ในระดับที่ไม่เท่ากัน ในทุกสถานการณ์ที่เรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้แก่ผู้เรียน กลูลิเอลมิโน (Guglielmino) ได้จำแนกคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของบุคคลไว้ 8 ด้าน ได้แก่ การเปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ มโนภาพต่อตนเองในการเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ ความคิดริเริ่ม และมีอิสระในการเรียนรู้ ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน ความรักการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการใช้ทักษะทางการศึกษาหาความรู้และทักษะการแก้ปัญหา และการมองอนาคตในแง่ดี ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

2. มิติที่เป็นกระบวนการ ได้แก่ มิติที่เป็นวิธีการเรียนการสอน ที่มีศูนย์กลางอยู่ที่กิจกรรมที่เป็นความต้องการ ความจำเป็นของผู้เรียน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ของตนเอง โดยเน้นที่ความเป็นอิสระภายใต้ขอบเขตของหลักสูตร การมีเป้าหมาย ในการเรียน การรับรู้ ความสามารถทางการเรียน และวิธีการเรียนรู้ การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรับผิดชอบของผู้เรียน ในการที่จะควบคุมกิจกรรมการเรียนให้บรรลุผลตามเป้าหมาย ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเรียนแยกจากผู้อื่น

จากการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียน ดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีความเป็นไปได้ทั้งคุณลักษณะที่เป็นบุคลิกภาพของผู้เรียน และเป็นกระบวนการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนของตนเอง ที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ ตลอดทั้งเป็นคุณลักษณะที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม ใน การเรียนรู้ได้ คือ ผู้เรียนรู้ว่าตนมีความต้องการเรียนรู้เรื่องใด จะใช้วิธีการเรียนรูปแบบใดที่เหมาะสมต่อตนเอง สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้จากแหล่งข้อมูลที่ใด และจะใช้วิธีการประเมินตนเอง ได้อย่างไร เป็นต้น จึงพอสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่มีคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ควรเป็นผู้ที่มี ความสามารถในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ แสวงหาแหล่ง

ทรัพยากรสำหรับการเรียนรู้ เลือกยุทธวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม และประเมินผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง ดังนั้น การพัฒนาบุคลากรโดยใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง น่าจะสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้เท่าทันกับสภาวการณ์ที่กำลังเปลี่ยนแปลงในสังคม และเทคโนโลยีใหม่ๆ แต่ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนที่เหมาะสมต่อการใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสม และเป็นธรรมชาติมากที่สุด

4. หลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

สิริรัตน์ สัมพันธ์ยุทธ (2540: 21 – 23 ; อ้างอิงจาก Gibbon. 1980: 41 – 56) ได้ศึกษาคุณลักษณะของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ของบุคคลจากชีวประวัติของผู้เชี่ยวชาญที่มีชื่อเสียงทางด้านการแสดง นักประดิษฐ์ นักสำรวจ นักอักษรศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์และผู้บริหาร จำนวน 20 คน ที่ไม่ได้ศึกษาในชั้นเรียนปกติในระดับอุดมศึกษา แล้วนำมาประมวลเป็นหลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ผลจากการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองได้ ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ผู้เรียนต้องเป็นผู้ควบคุมตนเอง และควบคุมปัจจัยภายในตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ จึงจะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ในขณะที่การเรียนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นการเรียนอย่างเป็นทางการ จะมีการควบคุม ดูแลการเรียนการสอนจากสถาบันการศึกษา ตัวแทน หรือสิ่งกำกับการสอน

2. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มักจะเป็นความพยายามที่แน่วแน่ต่อความต้องการความรู้เฉพาะด้านอย่างใดอย่างหนึ่ง มากกว่าการศึกษาหลายแขนงวิชา การสอนให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ช่วยให้นักศึกษาสามารถแยกแยะ และมีความชำนาญในกิจกรรมบางอย่างหรือหลายอย่างที่จำเป็นต่อชีวิต

3. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีการเรียนในสถาบันการศึกษา แล้วนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาทางด้านทฤษฎี ที่สัมพันธ์กับการฝึกฝนทางเทคนิค และนำไปดัดแปลงใช้อย่างเหมาะสมเป็นการเรียนรู้เพื่อประโยชน์ปัจจุบัน

4. ผู้ที่มีความสามารถใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองได้ ต้องเป็นบุคคลที่เข้าเรียนด้วยแรงจูงใจของตนเอง นั่นคือ การผูกพันตนเองกับเนื้อหาวิชาที่ตนเลือก แม้จะพบว่ามีอุปสรรคก็ตาม การศึกษาด้วยการนำตนเอง เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความต้องการและมีเป้าหมายของตนเองมากกว่าที่จะให้ผู้อื่นมาวางเป้าหมายให้

5. สิ่งจูงใจสำหรับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ได้แก่ ความสำเร็จเป็นรางวัล ประเมินคุณค่าได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดประสบการณ์

เพื่อสู่เป้าหมาย ที่ต้องการ รู้จักวางแผน และเลือกใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพในการที่จะทำให้งานนั้นสำเร็จ

6. ผู้ใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีรูปแบบการการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทั้งในลักษณะที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ ซึ่งเป็นวิธีการเฉพาะตนที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างดีที่สุดข้อสรุปอาจจะได้จากการศึกษา การสังเกต ประสบการณ์ การเข้าเรียนในบางวิชา การฝึกอบรม การสนทนา การฝึกหัด การลองผิดลองถูก การฝึกหัดกิจกรรมที่ให้ผลดี การประสานระหว่างกลุ่ม เหตุการณ์และโครงการ เป็นต้น

7. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองมีความสัมพันธ์กับบุคลิกภาพของคน การประสานสัมพันธ์ ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความบากบั่นขยันขันแข็ง ไม่เห็นแก่ตัว เกรงใจผู้อื่น และมีหลักการ

8. ผู้ที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะมีแรงขับมีความคิดอิสระมีสติปัญญาเฉลียวฉลาด การสอนให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาด้วยตนเอง เกี่ยวข้องกับการเสริมแรงขับ ความกระตือรือร้น มีความคิดอิสระไม่ขึ้นกับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง มีความเป็นผู้ริเริ่มมากกว่าที่จะประพฤติตามผู้อื่น และมักทำอะไรแบบของตนเองมากกว่าทำคล้ายๆ ผู้อื่น

9. ผู้ที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มักจะใช้การอ่าน และกระบวนการทักษะอื่นๆ ในการเข้าถึงข้อมูลและคำแนะนำที่ต้องการเพื่อโครงการเหล่านั้น การสอนให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาด้วยตนเอง เกี่ยวข้องกับการฝึกฝนทักษะ เช่น การอ่านและการจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่ผู้เรียนมีความต้องการอย่างเต็มที่ ในการเข้าถึงเพื่อการศึกษาข้อมูลเหล่านั้น

10. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เป็นลักษณะที่เกิดจากประสบการณ์สำคัญหลายประการ ตั้งแต่วัยเด็ก ประสบการณ์และการพัฒนาจนกระทั่งกลายเป็นจุดของการเลือกในชีวิตของคน การสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จึงเป็นการช่วยเหลือผู้เรียนในการจำแนกแนวทางที่เกิดขึ้นในชีวิตเพื่อกำหนดวิถีทางที่ตนเลือกและสร้างวิถีทางใหม่ที่ตนปรารถนา

11. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดในสิ่งแวดล้อมของการเรียนที่อบอุ่น มีบรรยากาศเป็นกันเอง ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับบุคคลอย่างน้อย 1 คน การสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ จึงเกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์บรรยากาศที่กระฉับกระเฉง กิจกรรมการเรียนจึงจะได้รับความร่วมมืออย่างเป็นกันเอง และมีโอกาสหลายด้านที่จะสร้างความสัมพันธ์ในการทำงานที่ใกล้ชิดให้เกิดขึ้น

12. ผู้ที่เรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จะมีความชอบผู้อื่นพอๆ กับทำให้ผู้อื่นชอบตนบุคคลเหล่านี้ จะมีสุขภาพจิตดี มีเจตคติดีทั้งกายและใจ การสอนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงเป็นการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนไม่เพียงแต่จะเริ่มรู้วิชาการหรือทักษะเท่านั้น

แต่ยังได้พัฒนาจิตใจของตนเอง และผู้อื่น

นอกจากนี้ โบชาร์ด (Bouchard. 1994: 131) ได้สรุปหลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองไว้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ที่มีขั้นตอนประกอบด้วยการวางแผนและการดำเนินตามแผน จะทำให้ผู้เรียนได้ประโยชน์จากการเรียนรู้มากขึ้น การจัดการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง เป็นปัจจัยหนึ่งในด้านการเรียนการสอน ส่วนการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เน้นแรงจูงใจของผู้เรียนแต่ละคน ที่จะนำตนเองไปสู่การเรียนรู้นั้น ผู้ที่เรียนด้วยวิธีนี้ได้ดีต้องเป็นผู้ที่มีบุคลิกภาพในการนำตนเองได้เป็นอย่างดีด้วย ส่วน แคนดี (Candy. 1991: 22) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสามารถจำแนกออกเป็น 2 มิติ คือ 1) มิติที่เน้นคุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความรับผิดชอบ และความสามารถในการจัดการตนเอง 2) มิติที่เน้นกระบวนการความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่วน บรอคเคทท์ และ ฮีมสตรา (Brockett ; & Hiemstra. 1991: 11 – 16) ได้กล่าวถึงหลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ดังนี้

1. การนำตนเองเป็นลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน และในสถานการณ์การเรียนรู้ทั้งหมด อาจจะมีระดับการชี้นำตนเองมาก หรือน้อยต่างกัน

2. ผู้เรียนมีความรับผิดชอบเป็นหลัก จะเป็นผู้ที่ตัดสินใจจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เกี่ยวกับการวางแผน เพื่อการนำไปสู่การปฏิบัติและประเมินผล การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองอาจเกิดขึ้นได้ด้วยตัวเอง ตามลำพังหรือในกลุ่มผู้เรียนกลุ่มใหญ่ หรือกลุ่มเล็กที่รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ร่วมกัน

3. การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองจะเน้นถึงความรับผิดชอบของบุคคล และเชื่อว่าศักยภาพของมนุษย์ไม่มีวันหมดลงจะต้องมีอยู่และพัฒนาต่อไป

4. ผู้เรียนมีความเชื่อว่า ผลการเรียนที่ได้มาจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เช่น จดจำได้เพิ่มขึ้น สนใจการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีความสนใจในวิชาการมากขึ้น มีทัศนคติที่ดีต่อผู้สอน เป็นต้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีหลายรูปแบบ เช่น อ่าน อภิปราย สืบสวน สัมภาษณ์ การเข้าร่วมการศึกษาเป็นกลุ่มทัศนศึกษา การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญ การใช้คอมพิวเตอร์ การเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น

6. ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน เป็นผู้มีบทบาทต่อการประสบความสำเร็จในการเรียน เพราะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับการปรึกษาหารือ และแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น เป็นแหล่งความรู้ ที่จำเป็น และเชื่อถือได้ นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน มีส่วนร่วมในการถ่ายโอนการเรียนรู้การสอน และมีส่วนสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความคิดแบบวิจารณ์

7. ผู้เรียนมีความเชื่อว่าการชี้นำตนเองเป็นสิ่งที่มีคุณค่าเป็นวิธีที่ผู้เรียนมีอิสระในการแก้ปัญหากลุ่มคนหลายรูปแบบสามารถชี้นำตนเอง ในการเรียนรู้ได้ หากผู้สอนให้ความไว้วางใจแก่ผู้เรียน ส่วนใหญ่จะทำงานอย่างเต็มที่ และแสวงหาประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้วิธีการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเองไม่สามารถแก้ปัญหาการเรียนได้ทั้งหมด

จากการศึกษาหลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง พอสรุปได้ว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จต่อการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองได้นั้น ต้องเป็นการเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนมีความสนใจ และต้องการเรียนรู้อย่างจริงจัง และสมัครใจที่จะเรียนในสิ่งที่ตนสนใจ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนการเรียนของตน เกิดเป็นความรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง ให้เป็นไปตามแผนการเรียนที่วางไว้ หลักการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองที่สำคัญ คือ ผู้เรียนต้องเป็นผู้ที่ควบคุมตนเอง เป็นการเรียนที่เกิดจากแรงจูงใจของตนเอง ตระหนักถึงความต้องการของตนเอง และเป็นการเรียนที่ตนเองได้ตั้งเป้าหมายไว้มากกว่า ที่จะให้ผู้อื่นมาวางเป้าหมายให้ โดยมีความสำเร็จเป็นสิ่งจูงใจต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

หลักการและแนวคิดการพัฒนาสื่อการสอน

1. **ความหมายของสื่อการสอน** สื่อการสอน มีบทบาทต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นอย่างมาก เพราะสื่อการสอนเป็นตัวสร้างความเข้าใจในเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว ซึ่งมีนักการศึกษา และนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้หลายท่าน ได้แก่

จักนรินทร์ เหลืองอ่อน (2550: ออนไลน์) ได้กล่าวถึง คำว่า “ สื่อ”เป็นคำมาจากภาษาลาติน “Medium” แปลว่า “ระหว่าง” หมายถึง สิ่งที่บรรจุข้อมูล เพื่อให้ผู้ส่ง หรือผู้รับสามารถสื่อสารกันได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เมื่อมีการนำสื่อมาสอนมาใช้ในการเรียนการสอน จึงหมายถึง วัสดุ เครื่องมือ และเทคนิควิธีการที่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ โทรทัศน์ ภาพนิ่ง แผนภูมิ เป็นต้น จากการรวบรวมคำจำกัดความของคำว่า “สื่อการสอน” จากนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่นๆ (2523) ; เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528) ; ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) ; สุโชติ ดาวสุโข และ สาโรจน์ แพ่งยัง (2535) พอสรุปไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง การนำวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการมาเป็นตัวกลางให้ผู้สอนสามารถส่ง หรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ และทักษะในการเรียนการสอนไปยังผู้เรียน เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับ กิดานันท์ มลิทอง (2540) ได้ให้คำจำกัดความของสื่อการสอนว่า “สื่อชนิดใดก็ตาม ไม่ว่าจะเป็น เทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ

โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ ภาพนิ่ง เป็นต้น ซึ่งบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน สิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุทางกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือ หรือช่องทางสำหรับ ทำให้การสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาความหมายของสื่อการสอน พอสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการการเรียนการสอน เพื่อเป็นตัวกลางในการนำส่งหรือถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และเจตคติ จากผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน ช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่ตั้งไว้

2. **ความสำคัญของสื่อการสอน**

กรมวิชาการ (2545: 6) กล่าวถึงความสำคัญสื่อการสอนว่า เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้สถานศึกษาจัดการเรียนการสอนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื่องจากสื่อเป็นเครื่องมือของการเรียนรู้ ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก เพิ่มพูนประสบการณ์ สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ ให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางความคิด ได้แก่ การคิดไตร่ตรอง การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณสร้างเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมให้แก่ผู้เรียน การนำสื่อการสอนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงเป็นทิศทางสำคัญในการพัฒนาสื่อการสอนให้กับผู้เรียนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นได้

จักนรินทร์ เหลืองอ่อน (2550: ออนไลน์) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากได้ง่ายในระยะเวลาอันสั้น
2. สื่อจะช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน
3. สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันและเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
5. ช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่ดีในการค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อ
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยใช้สื่อใช้ช่วย ในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2540: ออนไลน์) ได้วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการใช้เทคนิคสื่อการสอนในวิชา 1403 – 100 มนุษย์กับอารยธรรม ได้สรุปแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของสื่อการสอนไว้หลายท่าน ได้แก่ ไชยยศ เรืองสุวรรณ ; เอ็ดการ์ เดล ; และ เปรื่อง กุมุท ได้สรุปถึงความสำคัญของการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอน ขึ้นอยู่กับการที่ตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการสอนอย่างไร จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมาย ตามปกติการสอนโดยทั่วไป ครูมักเป็นผู้มีบทบาทในการจัดประสบการณ์ต่างๆ ไม่ว่า จะเป็นด้านเนื้อหาสาระหรือทักษะ และเป็นผู้มีบทบาทในการจัดประสบการณ์ในการเรียน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับผู้เรียนแต่ละคนว่า ต้องการอย่างไร การจัดการเรียนการสอนที่ดี ต้องจัดสภาพแวดล้อม ที่มีบรรยากาศการเรียนที่ดี มีความสำคัญต่อการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ และจัดเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียนได้ตามจุดมุ่งหมาย ส่วน เอ็ดการ์ เดล ให้ความเห็นว่า สื่อการสอน มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน เพราะสามารถนำมาใช้เพื่อการสร้างรากฐานความคิดที่เป็นรูปธรรมให้กับผู้เรียน และเห็นว่า การให้ผู้เรียนฟังเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการช่วย เพื่อให้สิ่งที่เป็นนามธรรมเกิดเป็นรูปธรรมขึ้นในความคิดได้ และถ้าเป็นการเรียนในสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้เรียนย่อมไม่มีความสามารถจะทำได้ การนำสื่อการสอนเข้ามาช่วยในการเรียน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และสร้างรูปธรรมขึ้นในใจได้มากกว่า

สรุปได้ว่า สื่อการสอนสามารถนำมาใช้ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ เพราะสื่อสามารถใช้ประสาทสัมผัสได้ด้วยตา หู และสามารถจับต้องได้แทนการฟังหรือดูเพียงอย่างเดียว การนำสื่อการสอนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นับว่าเป็นรากฐานของการพัฒนาการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความทรงจำอย่างถาวร ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ได้ เมื่อมีฐานประสบการณ์เดิมที่ดีอยู่แล้วช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางความคิดต่อเนื่อง ช่วยเพิ่มทักษะในการอ่าน และเสริมสร้างความเข้าใจในความหมายใหม่ได้มากขึ้น ซึ่ง เปรื่อง กุมุท ได้ให้ความสำคัญของสื่อการสอนว่าสามารถนำมาใช้ ช่วยให้ผู้เรียนมีคุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะสื่อสามารถสร้างความหมายชัดเจน ช่วยให้ใช้เวลาในการเรียนมามากนักแต่สามารถเรียนรู้ได้มากกว่า ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำได้นานขึ้น เกิดทักษะในการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการคิดและการแก้ปัญหา ช่วยให้เรียนในสิ่งที่เรียนยากซับซ้อนให้ง่ายขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้มากขึ้น เพราะสื่อสามารถจำลอง สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อยขนาดลง ทำสิ่งที่เล็กให้ขยายขนาดขึ้นสามารถนำข้อมูลที่เกิดขึ้นอดีตมาศึกษาได้ นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลี้ลับมาศึกษาได้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนสำเร็จ ได้ง่ายขึ้น

3. **ประเภทของสื่อการสอน** การนำสื่อการสอนมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน หรือบุคลากรในองค์กรต่างๆ ควรใช้สื่อที่มีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบ เนื้อหาสาระ สื่อการสอนที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาบุคลากรในองค์การ มีด้วยกันหลายรูปแบบ ดังนั้น การนำสื่อการสอนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรใช้ให้ตรงตามความต้องการของบุคคล

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2540: ออนไลน์) ได้จัดแบ่งประเภทสื่อการสอนตามแนวทางของ เอ็ดการ์ เดล (Edgar, Dale) 11 ประเภท โดยพิจารณาประเภทของสื่อการสอนจากลักษณะของประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการสอน ยึดหลักว่า คนสามารถเข้าใจในสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ดีกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรม เรียกว่า “กรวยแห่งประสบการณ์" (Cone of Experiences) ได้แก่

1. ประสบการณ์ตรงที่มีความหมาย หมายถึง ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากความเป็นจริง ผู้รับประสบการณ์ได้รับ โดยการผ่านทางประสาทสัมผัสของจริงในชีวิต และประสบการณ์ เหล่านั้น มีความหมายต่อผู้ได้รับประสบการณ์

2. ประสบการณ์จำลอง หมายถึง ประสบการณ์ที่จำลองแบบจากของจริง เพราะของจริงอาจมีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนเกินไป ถ้าใช้ของจำลองอาจทำให้เข้าใจง่ายกว่าประสบการณ์ ได้แก่ ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง เป็นต้น

3. ประสบการณ์นาฏการ หมายถึง ประสบการณ์การมีส่วนร่วมในการแสดงประสบการณ์ได้จากการศึกษาเนื้อเรื่องที่จะแสดง การจัดฉาก การบอกบท การแต่งบทละคร ฯลฯ

4. การสาธิต หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการให้ดูตัวอย่างประกอบการอธิบาย การสาธิตที่ดีต้องมีอุปกรณ์ประกอบ ผู้สาธิตควรรู้จักการใช้อุปกรณ์นั้นด้วย เช่น การสาธิต การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตท่ากายบริหารต่างๆ ฯลฯ

5. การศึกษานอกสถานที่ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการพาผู้เรียนไปศึกษานอกสถานที่ เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และความรู้กว้างขวางขึ้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบกับบางสิ่งโดยตรง ซึ่งไม่สามารถจัดได้ในห้องเรียน

6. นิทรรศการ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการแสดงสิ่งของต่างๆ เพื่อให้ความรู้ แก่ผู้ดู ซึ่งอาจรวมหุ่นจำลอง การสาธิต แผนภูมิ เป็นต้น

7. โทรทัศน์ศึกษา หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากรายการโทรทัศน์ จะทำให้ผู้เรียน ได้เห็นภาพ และได้ยินเสียงเหตุการณ์และความเป็นไปต่างๆ ในเวลาเดียวกับเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้น

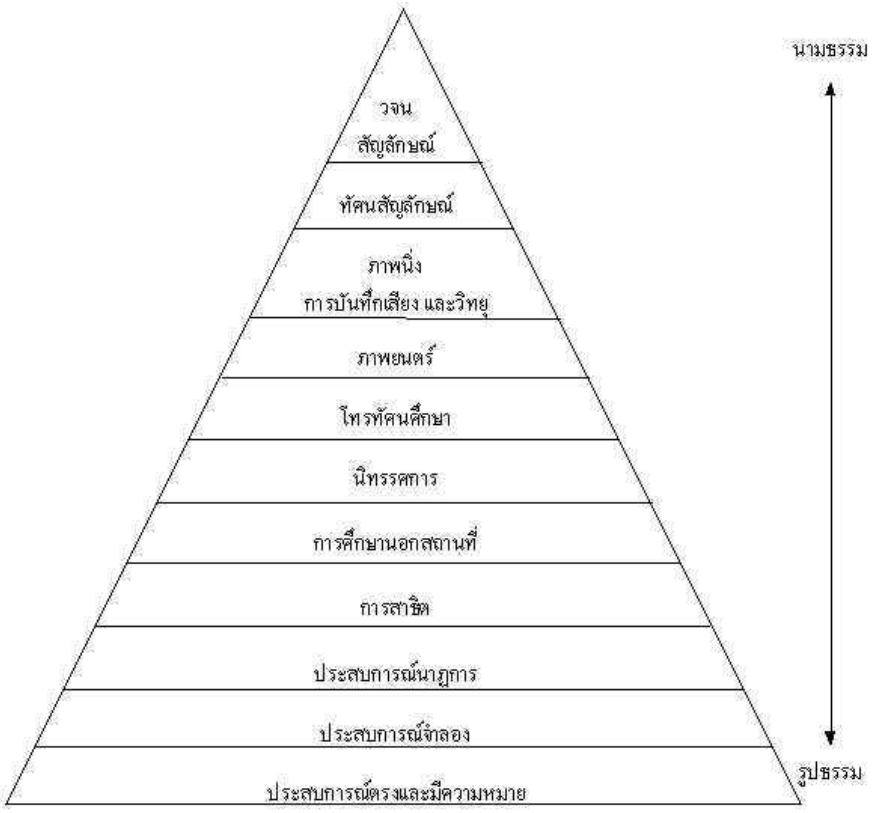
8. ภาพยนตร์ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการจำลองเหตุการณ์มาให้ผู้เรียนได้ดู ได้ฟังใกล้เคียงกับความเป็นจริง แม้จะไม่ใช่เวลาเดียวกันกับเหตุการณ์จริง สามารถใช้ได้ดี

ในการประกอบการสาธิต เพราะเปิดโอกาสให้ผู้ดูได้เห็นเหตุการณ์อย่างใกล้ชิด

9. ภาพนิ่ง การบันทึกเสียง และวิทยุ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากภาพถ่าย ภาพวาด แผ่นโปร่งใส สไลด์ การบันทึกเสียงต่างๆ และวิทยุสามารถใช้กับการเรียนเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล ภาพสามารถจำลองความเป็นจริงมาให้เราได้ศึกษา ส่วนวิทยุและการบันทึกเสียงให้ความรู้แก่ผู้ฟังโดยไม่ต้องอ่าน

10. ทัศนสัญลักษณ์ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากแผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพโฆษณา การ์ตูน ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญลักษณ์สำหรับการถ่ายทอดความหมาย นำมาใช้แทนความหมายที่เป็นข้อเท็จจริง

11. วจนสัญลักษณ์ หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้จากคำพูด ตัวหนังสือ ตัวอักษร ผู้ที่จะเข้าใจสัญลักษณ์นี้ได้ต้องอาศัย ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานมากพอสมควร



ภาพประกอบ 3 กรวยแห่งประสบการณ์ ตามแนวคิดของ เอ็ดการ์ เดล

ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี : ออนไลน์

สื่อการสอนที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาบุคลากรกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้แก่ (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2546: 1 – 2)

1. สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อพัฒนานายทหาร ชั้นสัญญาบัตร ให้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อนายทหารชั้นสัญญาบัตร เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นต้น

2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง สื่อที่ผลิตขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ควบคู่กับชุดอุปกรณ์นำเสนอผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ CD ประกอบการเรียนชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จากการศึกษาถึงความสำคัญ ตลอดจนการแบ่งประเภทและชนิดของสื่อการสอน ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสื่อการสอนที่มีบทบาทในการทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แม้สื่อการสอนจะมีความสำคัญและมีประโยชน์มาก แต่ก็ต้องอาศัยเทคนิคในการใช้สื่อการสอนด้วย จึงจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียน

4. **การพัฒนาสื่อการสอน** สื่อการสอนที่นำมาพัฒนานายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้แก่ ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน ประกอบด้วย สื่อการสอนที่นำมาใช้ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอน การพัฒนาสื่อการสอน ประกอบเป็นชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวทางกรมการศึกษานอกโรงเรียน (2546: 4 – 5. ; อ้างอิงจาก วาสนา เพิ่มพูล. 2549: 74 – 75) ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า เป็นแนวทางการพัฒนาสื่อการสอนที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมได้ โดยดำเนินการ ดังนี้

1. เพิ่มเติมหรือปรับปรุงสื่อการสอนบางส่วน สื่อการสอนที่มีอยู่แล้ว นำมาพัฒนาให้สมบูรณ์และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และสภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น สาระเนื้อหาในสื่อบางเรื่องอาจไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยจะเป็นผู้พิจารณา หากเห็นสมควรจะต้องเติมเสริมสาระความรู้ก็อาจทำเป็นเอกสารเสริมความรู้หรือแผ่นปลิวเพิ่มเติมได้

2. ผลิตสื่อขึ้นมาใหม่ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลา อาจดำเนินการได้ตามความพร้อมและความเหมาะสม โดยดำเนินการตามขั้นตอน คือ สำรวจปัญหาและความต้องการของสังคม ละจัดลำดับความสำคัญ ศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของผู้เรียน วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหา ตาม

หลักสูตร กำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตเนื้อหาของสื่อ กำหนดรูปแบบสื่อ สร้างสื่อตามรูปแบบที่กำหนด นำสื่อไปทดลองวิเคราะห์ผลและปรับปรุงแก้ไข นำสื่อไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ติดตามผลและประเมินผล

หลักการแนวคิดและทฤษฎีพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล

1. **ความหมายชุดการสอนรายบุคคล** ชุดการสอนรายบุคคล นำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร ประกอบด้วย กระบวนการจัดทำสื่อที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับชุดการสอนไว้ ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (ม.ป.ป.:60) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคลไว้ว่า หมายถึง ระบบการผลิต และการนำสื่อการเรียนที่สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคล หมายถึง สื่อที่นำมาใช้ในการฝึกอบรมหลายอย่างประกอบกัน จัดกันเข้าไว้เป็นชุด เรียกว่า สื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 91) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคล หมายถึง สื่อการสอน ที่มีลักษณะเป็นชุดสื่อประสม เป็นการนำสื่อการสอน ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป นำมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันจะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้น ที่จัดไว้ตามหน่วยแต่ละหน่วยการเรียน โดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า

สิริมา สาระพล (2547: 13) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคล หมายถึง การนำสื่อการเรียนการสอนหลายๆ อย่างมาใช้ร่วมกัน ให้มีความสอดคล้องกับหน่วยวิชา หัวเรื่อง เนื้อหา วัตถุประสงค์ และประสบการณ์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ หรือทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ฮุสตัน และคณะ (Houston ; et al. 1972: 10 – 15) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคล ว่าเป็นชุดของประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

แคปเฟอร์ และ แคปเฟอร์ (Kapfer ; & Kapfer. 1972: 3 – 10) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคลว่า เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียน ทำกิจกรรมการเรียนรู้ จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ การรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการสอนนั้นได้มาจากขอบข่ายของ ความรู้ตามหลักสูตรที่ต้องการให้

ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรง และชัดเจนพอที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมาย

ดวน (Duane. 1973: 169) ให้ความหมายชุดการสอนรายบุคคลว่าเป็นการเรียนแบบรายบุคคล เป็นวิธีการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ตามเป้าหมาย ผู้เรียน จะเรียนได้ตามอัตราความสามารถและความต้องการของตนเอง

มัวร์ และ แบลงเคนชิพ (Moore ; & Blankenship. 1974: 24) ได้ให้ ความหมายชุดการสอนรายบุคคลไว้ว่า เป็นการศึกษา เฉพาะรายบุคคลอย่างมีระบบ ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สื่อและกิจกรรมที่หลากหลายตามความเหมาะสม

มหาวิทยาลัยขอนแก่น (มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2550: ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ ชุดการสอนรายบุคคล” เป็นชุดสื่อประสม ที่ถูกผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบ มีความสมบูรณ์ในตัวเอง โดยมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาประสบการณ์ สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 2549: ออนไลน์) ได้สรุปความหมายชุดการสอนรายบุคคล หรือชุดการเรียนรายบุคคล จากนักเทคโนโลยีการศึกษาหลายท่าน และหลายความหมาย ซึ่งมีความเห็นสอดคล้องกัน เกี่ยวกับสื่อการสอนรายบุคคลว่าเป็นสื่อชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นชุดสื่อประสม มีการจัดแบ่งเนื้อหาสาระออกเป็นหน่วยการเรียนตามเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับอย่างมีระบบการผลิต เป็นการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับรายวิชา และหัวเรื่องมาใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยจัดไว้เป็นชุดบรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า ซึ่งแล้วแต่ผู้สร้างชุดการสอนรายบุคคลจะออกแบบ การสร้างชุดการสอนรายบุคคลจะใช้วิธีระบบเป็นหลักสำคัญ จึงทำให้มั่นใจได้ว่า ชุดการสอนรายบุคคล ที่สร้างขึ้นนั้นสามารถนำมาใช้ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้สอน เกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอนอีกด้วย

พอสรุปได้ว่า ชุดการสอนรายบุคคล เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ใช้ในการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมได้ สามารถนำชุดการสอนรายบุคคลไปใช้ได้ทั้งในลักษณะเป็นกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล เนื่องจากชุดการสอนรายบุคคลได้ เพราะมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนในระยะเวลาสั้น มีการจัดทำสื่อ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์และมีคุณภาพ มีการออกแบบนำสื่อหลายชนิดมาใช้ร่วมกันอย่าง

มีความสัมพันธ์กับเนื้อหารายวิชา โดยนำมาจัดทำเป็นชุดการสอนรายบุคคล มีเนื้อหาสาระจบในตัวเอง สื่อทั้งหมดที่จัดทำขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

2. **ประเภทชุดการสอน** ชุดการสอน ต้องประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอน และการมอบหมายงาน การนำชุดการสอนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียน ถือได้ว่าเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่วิทยากร และผู้เรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา: ออนไลน์) ได้แบ่งประเภทชุดการสอน โดยพิจารณาจากรูปแบบของการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ประเภท ด้วยกัน คือ

2.1 ชุดการสอนประกอบการบรรยาย บทบาทหลักของการใช้ชุดการสอนประกอบการบรรยายอยู่ที่วิทยากร ทำหน้าที่จัดกิจกรรมฝึกอบรมตามที่กำหนดไว้ในชุดการสอน เพื่อมุ่งขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนมากขึ้นประกอบด้วย คู่มือ แผนการสอน คำแนะนำในการใช้ชุดการสอน สื่อแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบก่อนและหลังฝึกอบรม เป็นต้น

2.2 ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่ได้จัดระบบขั้นตอนการเรียนไว้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษา จากชุดการสอนรายบุคคลได้ด้วยตนเอง ตามลำดับขั้น ตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยใช้เวลาในการศึกษาตามความสามารถของตนเอง ภายในชุดการสอนรายบุคคลประกอบด้วย สื่อประสมตามที่ชุดการสอนกำหนด ได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนจากวิดีโอเทป หรือบทเรียนออนไลน์ เป็นต้น เมื่อผู้เรียนศึกษาครบระยะเวลาตามที่กำหนด ผู้เรียนต้องประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาหน่วยการเรียนอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน ผู้เรียนสามารถปรึกษากันได้ในระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันที ในฐานะผู้ให้คำปรึกษา

2.3 ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม หรือ แบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบนี้ ผู้สอนต้องทำการแบ่งกลุ่มผู้ผู้เรียน ออกเป็นกลุ่มละประมาณ 4 – 6 คน เพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันศึกษาเนื้อหาทำกิจกรรมจากสื่อ ที่เตรียมไว้ในชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม วิทยากรทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาการเรียนจากชุดการสอน ชุดการสอนแบบนี้ประกอบด้วย คู่มือครู คำแนะนำการใช้ชุดการสอน บัตรคำสั่ง แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน บัตรเนื้อหา และสื่อประสมประเภทต่างๆ กระดาษคำตอบ บัตรเฉลย เป็นต้น

2.4 ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสาระด้วยตนเอง แต่มีข้อแตกต่างกับชุดการสอนรายบุคคลตรงที่ว่า ชุดการสอนรายบุคคลผู้สอนเป็นผู้เก็บรวบรวมชุดการสอนไว้ที่ผู้สอนและผู้เรียนต้องมาพบผู้สอนเพื่อขอชุดการสอนที่ผู้เรียนต้องการเรียนตามที่ได้วางแผนการเรียนของตนเองไว้ ขณะที่ชุดการสอนทางไกลผู้เรียนมีหน้าที่เก็บรวบรวมชุดการสอน

ไว้กับตนเอง

การวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ ผู้วิจัย ดำเนินการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล เพื่อให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้วิธีการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้วยตนเองได้อย่างอิสระ

3. **หลักและทฤษฎีการสร้างชุดการสอนรายบุคคล** ชุดการสอนรายบุคคล สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาบุคคลากร ให้ได้รับความรู้ใหม่ เพิ่มขึ้นได้ ช่วยให้บุคคลากรเกิดความมั่นใจในตนเอง มีความมั่นใจที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นความรู้ใหม่ การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ต้องอาศัยหลักการ และทฤษฎีหลายประการ ในการนำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดของ เคมพ์ และ เดย์ตัน (Kemp ; & Dayton. 1985: 13 – 15) ซึ่งเป็นแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ไว้เป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนทั่วๆไปไว้ เพื่อเป็นพื้นฐาน ในการสร้างชุดการสอนไว้ ดังนี้

3.1 กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) นักจิตวิทยากลุ่มนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ว่าพฤติกรรมเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ สังเกตได้ และทดสอบได้ แนวคิดกลุ่มนี้ ถือว่าสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรม การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อมีการเชื่อมโยงสิ่งเร้านั้น และมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น การแสดงพฤติกรรมจะมีความถี่มากขึ้นถ้าได้รับการเสริมแรงสำหรับสิ่งเร้า

“ **สิ่งเร้า**” ในที่นี้หมายถึง ข่าวสารหรือเนื้อหาวิชาที่ส่งไปให้ผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ กลุ่มพฤติกรรมนิยมเห็นว่า ควรจัดแบ่งเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ออกเป็นหน่วยย่อย ศึกษาจากง่าย ไปหายาก มีการทดสอบและผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนรู้ได้ทันทีว่าเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ถ้าเกิดผลการทดสอบถูกต้องจะช่วยเสริมแรงให้เกิดการเรียนรู้ต่อไป แนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลส่วนมากจะอ้างถึงทฤษฎีกลุ่มพฤติกรรมนิยม ได้แก่ การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีอิสระที่จะตัดสินใจในการเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนรู้ของตนได้อย่างทันท่วงที เท่ากับเป็นการเสริมแรง และชุดการสอนรายบุคคล จะมีการจัดเนื้อหาความรู้อย่างเป็นระบบระเบียบ โดยจัดเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการเรียน จัดเรียงตามลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เป็นต้น

3.2 กลุ่มพุทธินิยม (Cognitive) นักจิตวิทยากลุ่มนี้เห็นว่า การศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์อย่างเดียวไม่เพียงพอ ควรศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการให้ความรู้ ความเข้าใจ หรือการรู้คิด แก่ผู้เรียน ได้แก่ ฝึกการรับรู้อย่างมีความหมาย ความเข้าใจ และความสามารถในการจัดกระทำ อันเป็นพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์ ทฤษฎีกลุ่มนี้นี้ถือว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ขึ้นอยู่กับ

คุณภาพของสติปัญญา และความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ การนำแนวคิดกลุ่มพุทธินิยมมาใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ การสร้างบรรยากาศที่มีลักษณะเป็นกันเอง ให้ผู้เรียนมีความรู้สึกมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็น การสร้างบรรยากาศที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียน เช่น การอภิปรายแบบมีโครงสร้างเพื่อเสนอข้อคำถาม เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการหยั่งรู้ แนวคิดกลุ่มพุทธินิยมให้ความสำคัญต่อการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียน ถือว่า เป็นสิ่งสำคัญของการจัดเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีประสบการณ์ ผู้สอนที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียน การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลทั่วไป ส่วนมากใช้หลักการแนวคิดของกลุ่มพุทธินิยม เพราะเชื่อว่า การจัดเนื้อหาบทเรียนแบบมีโครงสร้างช่วยให้ผู้เรียน ได้มีความเข้าใจต่อความสำคัญของสิ่งต่างๆ ลักษณะสำคัญของชุดการสอนรายบุคคล จึงถูกนำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง การทำชุดการสอนรายบุคคลอย่างเป็นระบบ ต้องอาศัยหลักการของกลุ่มพุทธินิยมที่ว่าด้วย การจัดบทเรียนแบบมีโครงสร้างจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละหน่วยได้อย่างต่อเนื่อง และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จากชุดการสอนรายบุคคล ควรมีการทดสอบก่อนเรียน และจบลงด้วยการทดสอบหลังเรียน เป็นต้น

3.3 กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism) นักจิตวิทยากลุ่มนี้เชื่อว่า มนุษย์มีความดีติดตัวมาแต่เกิด มนุษย์เป็นผู้มีอิสระที่จะนำตนเอง และพึ่งพาตนเองได้ มีอิสระที่จะกระทำสิ่งต่างๆ โดยไม่ให้ผู้อื่นเดือดร้อนรวมทั้งตนเอง มองเห็นว่า มนุษย์เป็นผู้รับผิดชอบ และสร้างสรรค์สังคม นอกจากนั้น ยังเน้นถึงการรับรู้ตนเองในด้านบวก และเชื่อว่า บุคคลต้องต่อสู้ดิ้นรนเพื่อตอบสนองความต้องการของตัวเองอยู่เสมอ การนำแนวความคิดของกลุ่มมนุษยนิยม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเลือกเรียนสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง เท่าที่จะเป็นไปได้ สร้างบรรยากาศในการเรียนที่มีลักษณะอบอุ่นให้เป็นการยอมรับ และพยายามอย่างดีที่สุดที่จะสื่อความรู้สึกของผู้เรียน ที่ผู้สอนเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนได้ ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กำลังใจผู้เรียน ตลอดจนเป็นผู้ช่วยเหลือเท่าที่จะทำได้ พยายามทำอย่างดีที่สุด ที่จะช่วยผู้เรียนได้พัฒนาความรู้สึกนึกคิดกับตัวเองในด้านบวก

นอกจากการศึกษาหลัก และทฤษฎีในการสร้างชุดการสอนรายบุคคลแล้ว ผู้วิจัยยังได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอนรายบุคคล นำมาใช้เป็นพื้นฐานแนวคิดการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล จาก โสภณ นุ่มทอง (2540: 82 – 86) ซึ่งได้สรุปหลักการ และทฤษฎีสำคัญ ในการสร้างชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล จากการที่ผู้เรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ของตนเองแตกต่างกันไป ใช้เวลาในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแตกต่างทางด้านสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม จากการที่คนเรามีความแตกต่าง

กัน ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พยายามหาวิธีการที่เหมาะสมต่อผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้ในชุดการสอนรายบุคคลนั้นๆ

2. การนำสื่อประสมมาใช้ เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน โดยจัดให้สื่อแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแทนการสอนจากรูปแบบเดิมที่เป็นการเรียนการสอนแบบบรรยาย ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน จากการบรรยายมาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในลักษณะที่ช่วยสร้างเสริมความรู้ให้ผู้เรียนได้มีความรู้ทักษะเพิ่มขึ้น จากการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่างๆ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ การสร้างชุดการสอนรายบุคคลได้นำหลักการทฤษฎีการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มพฤติกรรมนิยม กลุ่มพุทธินิยม และกลุ่มมนุษยนิยม เป็นต้น นำมาเป็นฐานในการสร้างชุดการสอนรายบุคคล เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน

4. วิธีการวิเคราะห์ระบบ การสร้างชุดการสอนรายบุคคล ได้นำวิธีการวิเคราะห์ระบบมาใช้ โดยจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพความพร้อม และวัยของผู้เรียน การสร้างชุดการสอนรายบุคคลอย่างมีระบบ มีขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดโครงร่างเนื้อหาสาระชุดการสอน การทดลองใช้ ปรับปรุง จนกระทั่งชุดการสอนรายบุคคลมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเป็นที่น่าเชื่อถือได้ สำหรับวิธีการวิเคราะห์ระบบมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 กำหนดความต้องการของเรียน เพื่อใช้กำหนดขอบเขตจุดมุ่งหมายการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เลือกเนื้อหาบทเรียน และระดับความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ

4.2 กำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะ เป็นจุดมุ่งหมายชัดเจนที่จะช่วยให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้รู้ถึงขอบข่ายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4.3 กำหนดและจัดลำดับเนื้อหากิจกรรม เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมาย ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

4.4 กำหนดยุทธวิธีการจัดกิจกรรมการเรียน การจัดกิจกรรมกลุ่ม จัดแบ่งช่วงเวลา และกำหนดแหล่งความรู้ สื่อที่นำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียน ขั้นตอนนี้จะสอดคล้องกับความต้องการของการเรียน จุดมุ่งหมายของการมาเรียน รวมทั้งมีความสอดคล้องกับข้อมูลพฤติกรรมของผู้เรียน

5. วัดผลสัมฤทธิ์ เป็นขั้นกำหนดลักษณะวิธีการวัดผลและประเมินผล โดยคำนึงถึงบทบาทหน้าที่ของการวัดผลและประเมินผล คือ มุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล สามารถดำเนินการพัฒนาได้ตามหลักจิตวิทยา โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลักในการพัฒนา จัด

ลำดับขั้นตอนเนื้อหาบทเรียนให้เป็นไปตามลำดับก่อน – หลัง เพื่อสะดวกต่อการเรียนรู้จากเนื้อหาที่ง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากเพิ่มขึ้น มีความซ้ำซ้อนมากขึ้น และจัดการทดสอบผลการเรียน ในลักษณะที่ผู้เรียน สามารถที่จะรู้ผลการเรียนของตนเองได้ทันที ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน

4. ขั้นตอนพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลตามแนวคิดของ คาร์ดาเรลลี่ (Cardarelli. 1973: 150) ; บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 – 97) สิริมา สาระพล (2547: 29 – 30 ; อ้างอิงจาก ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528: 190 – 200) ; พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 25 – 30 ; อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523: 123) ;และเปรมวดี คฤหเดช (2540: 55 – 56) พอสรุปได้ ดังนี้

4.1 วางแผนดำเนินการ

4.1.1 นำความต้องการและความจำเป็นของผู้เรียนมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของชุดการสอนรายบุคคล

4.1.2 เนื้อหาสาระที่นำมาทำชุดการสอนรายบุคคล มุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง นำเนื้อหาสาระที่วิเคราะห์เนื้อหาแล้ว นำมาจัดแบ่งเป็นหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ จัดเรียงลำดับเนื้อหาสาระตามลำดับก่อน – หลัง

4.1.3 พิจารณาว่าจะทำชุดการสอนแบบใด โดยคำนึงถึงว่ากลุ่มเป้าหมาย คือใคร ผู้เรียน จะได้อะไร สิ่งเหล่านี้ จะเป็นเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้

4.1.4 กำหนดหน่วยการเรียน โดยประมาณเนื้อหาสาระที่เราสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนได้ตามชั่วโมงที่กำหนด

4.1.5 กำหนดหลักการ แนวคิด และหลักเกณฑ์ให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้อง

4.1.6 กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับหลักการ แนวคิด และหลักเกณฑ์ที่สำคัญตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึงความสามารถของผู้เรียน ที่แสดงออกมาให้เห็นได้ภายหลังจากที่ได้ผ่านการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลในแต่ละหน่วยการเรียนแล้วสามารถวัดได้

4.1.7 นำจุดประสงค์ของการเรียนรู้แต่ละข้อมาวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระรายวิชา และจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4.1.8 เลือก จัดเตรียมและผลิตสื่อต่างๆ ที่นำมาใช้ในประกอบในชุดการสอนรายบุคคล

4.1.9 ทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้น การทดลองมี 3 ขั้นตอน ได้แก่

การทดลองเป็นรายบุคคล การทดลองเป็นกลุ่ม เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น เป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

4.2 ดำเนินการผลิต เป็นขั้นตอนการสร้างชุดการสอนรายบุคคลตามที่ได้วางแผนไว้ โดยผู้สร้างชุดการสอนรายบุคคลต้องตรวจสอบความสอดคล้อง และความเหมาะสมของทุกขั้นตอน และควบคุมระยะเวลาในการผลิตให้ดำเนินไปตามแผนที่วางไว้

4.3 ทดสอบประเมินผล เป็นขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้น เพื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการสอนรายบุคคลนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ โดยมีลำดับขั้นในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

4.3.1 ทดลองกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล (1:1) เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ซึ่งมีระดับความรู้ปานกลาง เพื่อทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้นในลักษณะเป็นรายบุคคล แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

4.3.2 ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน 5 – 10 คน ทั้งเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

4.3.3 ทดลองใช้จริงเป็นการทดลองภาคสนาม (1:30) เป็นการทดลองกลุ่มใหญ่ คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อ แล้วปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ ควรมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ E1/E2 โดยกำหนดค่า เท่ากับ 80/80 ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้น

5. **องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล** รายละเอียดที่ควรมีในชุดการสอนรายบุคคลตามแนวคิดของ คาร์ดาเรลลี่ (Cardarelli. 1973: 150); บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 – 97) ; สิริมา สาระพล (2547: 29 – 30 ; อ้างอิงจาก ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528: 190 – 200) ; พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 25 – 30; อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523:123) พบว่า การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลให้มีประสิทธิภาพ ควรจัดทำในลักษณะที่เป็นสื่อประสม อาจเป็นวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการต่างๆ โดยใช้วิธีระบบ เพื่อให้ชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ควรมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

5.1 คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล จัดทำเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลก่อนที่จะนำชุดการสอนรายบุคคลไปใช้ ภายในคู่มือได้มีการชี้แจงวิธีการใช้ชุดการสอนรายบุคคลให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเองได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด จัดทำเป็นรูปเล่มโดยมีส่วนสำคัญ ดังนี้

5.1.1 คำนำ เป็นส่วนที่ผู้พัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ได้แสดงความคิดเห็นในการพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของชุดการสอนรายบุคคล และทราบถึงประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านกระบวนการทดลองใช้และปรับปรุงมาแล้ว

5.1.2 ส่วนประกอบของชุดการสอนรายบุคคลเป็นส่วนที่ใช้ในการบอกรายละเอียดว่า ภายในชุดการสอนประกอบด้วยอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบก่อนนำไปใช้ และหากชำรุดสูญหาย ผู้สร้างชุดการสอนจะได้สามารถจัดหาเพิ่มเติม

5.1.2.1 คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน ภายในคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลต้องเขียนคำชี้แจงต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการใช้ชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้นจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง จึงจะทำให้การใช้ชุดการสอนเกิดประสิทธิภาพ

5.1.2.2 สิ่งที่ผู้เรียนต้องเตรียม เป็นส่วนที่ใช้กำหนดรายละเอียดที่ผู้เรียนต้องจัดหาเตรียมไว้ล่วงหน้า ก่อนใช้ชุดการสอนรายบุคคล ซึ่งอาจจะเป็นวัสดุ สื่อ หรืออุปกรณ์จำเป็นจะต้องใช้ในการทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ผู้พัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ไม่สามารถจัดหาหรือบรรจุไว้ในชุดการสอนรายบุคคลได้ เช่น วัสดุของจริง สิ่งของหรืออุปกรณ์ ที่ใหญ่โต หรือเล็กเกินไป เป็นต้น

5.1.2.3 บทบาทของผู้เรียน เป็นการเขียนชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทตนเองในขณะใช้ชุดการสอนว่า จะปฏิบัติอย่างไร

5.1.3 แผนการเรียน การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ผู้สร้างชุดการสอนรายบุคคลต้องจัดทำแผนการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนเอาไว้ให้ละเอียด เพื่อผู้เรียนได้ศึกษา จากชุดการสอนรายบุคคลเป็นไปตามลำดับขั้นที่วางเอาไว้ได้ถูกต้อง

5.1.4 เนื้อหาสาระ และสื่อ เป็นการจัดลำดับของเนื้อหาของชุดการสอนรายบุคคลซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ เช่น การจัดเนื้อหาสาระในชุดการสอนแบบรายบุคคล จำเป็นต้องจัดเอกสารเนื้อหาสาระ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียน ได้แก่

5.1.4.1 แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน เป็นเอกสารที่จะใช้ประกอบกิจกรรมในชุดการสอนรายบุคคลสำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และทดสอบความเข้าใจในหน่วยการเรียน

5.1.4.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ก่อนการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ผู้เรียนต้องทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใด ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจากคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล เมื่อเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนต้องทำการทดสอบหลังเรียนทันที เพื่อผู้เรียนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของตนเอง จากการเรียนจากชุดการสอน

รายบุคคล

5.1.4.3 กระดาษคำตอบและเฉลย ในชุดการสอนรายบุคคล ต้องจัดเตรียมกระดาษคำตอบไว้ให้ผู้เรียน สำหรับทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล และมีแบบเฉลยคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง

5.2 เนื้อหาสาระและสื่อการสอนในชุดการสอน จัดเนื้อหาสาระที่ต้องการนำเสนอให้อยู่ในรูปของสื่อประสม มีสื่อหลายชนิดที่จะเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ชัดเจน จัดกิจกรรมในลักษณะที่เป็นรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดการสอนรายบุคคลที่ได้วางแผนไว้

5.3 การประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจากคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล กำหนดเกณฑ์ประเมินผล สามารถประเมินผลผู้เรียนได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน ได้แก่ การทำแบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า ผลการทดลองและการทดสอบ และหลังเรียนจากการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล พอสรุปได้ว่าการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ผู้พัฒนาชุดการสอนรายบุคคลต้องจัดเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนรายบุคคล และดำเนินการจัดทำองค์ประกอบทั้งหมดให้ครบ จัดหาแฟ้มหรือกระเป๋า เพื่อจัดเก็บองค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคลที่ได้จัดทำขึ้นอย่างมีระเบียบ เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. **งานวิจัยในประเทศ** มีดังนี้

กรแก้ว อัจนวัจน์ (2537: บทคัดย่อ) ที่วิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการเรียนรายบุคคล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพเลขานุการในสังคมสารสนเทศ มีจุดมุ่งหมายพัฒนาชุดการเรียนรายบุคคลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพเลขานุการในสังคมสารสนเทศให้มีสมรรถภาพ ด้านงานเลขานุการ ด้านสำนักงาน ด้านการสื่อสาร และด้านการพิมพ์ จากกลุ่มตัวอย่าง 80 คน พบว่า ผลการเรียนหลังจากการศึกษา จากชุดการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สายใจ วิมูลชาติ (2540: บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง พัฒนาชุดการสอนเทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคาร เพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างและพัฒนาชุดการสอน เรื่อง เทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงาน ระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ให้กับ

ผู้ใต้บังคับบัญชา พนักงานระดับหัวหน้าธนาคารเพื่อการเกษตร และสหกรณ์การเกษตร กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน พบว่า เทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.79/82.25 หมายความว่า ชุดการสอน เรื่องเทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

พิเศษ ภัทรพงษ์ (2540: บทคัดย่อ) ที่วิจัย เรื่องการพัฒนาชุดการเรียนด้วยตนเองวิชากีตาร์เบื้องต้นสำหรับผู้เรียนกลุ่มสนใจ ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดนครสวรรค์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่พัฒนาขึ้น ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และศึกษา ความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อชุดการเรียนที่พัฒนาขึ้น พบว่า ชุดการเรียนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเองได้ และมีประสิทธิภาพ 90.10/93.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง

จิรกรณ์ ศิริประเสริฐ (2542: 101 – 105) ที่วิจัย เรื่อง การสร้างชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 จุดมุ่งหมาย เพื่อสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 พบว่า ครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 ที่ได้รับการฝึกอบรมใช้ชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียน มีผลสัมฤทธิ์เรื่องทักษะกระบวนการเรียนรู้สูงกว่าครูที่ไม่ได้รับการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ครูผู้สอนประจำชั้นประถม - ศึกษาปีที่ 3 – 4 ในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการฝึกอบรมใช้ชุดฝึกอบรมทักษะ กระบวนการเรียนรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย และครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกอบรมใช้ชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้ มีสมรรถภาพความรู้ เรื่องทักษะกระบวนการเรียนรู้ หลังการทดลองไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

สุภาวดี ด่านธำรงกูล; นงลักษณ์ เชษฐภักดีจิต ; ศุกร์ใจ เจริญสุข (2543: 194 – 203) ที่วิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอนทางการพยาบาล ที่เน้นการคิด อย่างมีวิจารณญาณ จุดมุ่งหมาย เพื่อประเมินคุณภาพของชุดการเรียนการสอน ทางการพยาบาลที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดำเนินงาน 2 ขั้นตอน คือ สร้างชุดการเรียนการสอน และประเมินคุณภาพของชุดการเรียนการสอน ด้วยการวิจัยเชิงทดลองแบบสี่กลุ่ม ของ โซโลมอน พบว่าประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 นักศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่านักศึกษาที่เรียนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนการคิด อย่างมี

วิจารณญาณมากกว่านักศึกษา ที่เรียนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านวิธีการเรียนการสอน และด้านสื่อการสอนมากกว่าการเรียนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความพึงพอใจด้านสถานที่ไม่แตกต่างกัน

ธีระพงษ์ มณีเพ็ญ (2544: บทคัดย่อ) ที่วิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดคอมพิวเตอร์ฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการสอน จุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาชุดคอมพิวเตอร์ฝึกอบรม เรื่อง เทคนิคการสอน ประเมินความพึงพอใจ และพัฒนาแบบทดสอบชุดคอมพิวเตอร์ฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าชั้นปีที่ 3 พบว่า นักศึกษาส่วนมากมีความพึงพอใจชุดคอมพิวเตอร์ฝึกอบรมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ทักษะการสอน ซึ่งประกอบด้วยทักษะการพูด ท่าทาง การบรรยายภาพ การอธิบายหลักการทำงาน เทคนิคการตอบคำถาม เทคนิคการใช้กระดาน นักศึกษาพึงพอใจความชัดเจนของภาพ และเสียงในระดับมากที่สุด และพึงพอใจขนาดของภาพในระดับปานกลาง

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2545: 57 – 73) ที่วิจัยเรื่องการสร้างชุดพัฒนาตนเองเรื่องการวิจัยในชั้นเรียน จุดมุ่งหมายการวิจัย เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพชุดพัฒนาตนเองที่สร้างขึ้น โดยวิธีวิจัยและพัฒนา เพื่อศึกษาสาระสำคัญของสมรรถภาพหลัก และสมรรถภาพย่อยของการวิจัย ในชั้นเรียน ประกอบด้วยการวิเคราะห์จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการวิจัยในชั้นเรียน พบว่า จากการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดพัฒนาตนเอง 3 ครั้ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูประจำการ จำนวน 2 คน 4 คน และ 30 คน ตามลำดับ พบว่า ชุดพัฒนาตนเองมีประสิทธิภาพ 68.18/71.00 , 77.92/81.50 และ 80.30/80.80 ตามลำดับ และผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนหลังการศึกษาชุดพัฒนาตนเองสูงกว่าคะแนนก่อนการศึกษาชุดพัฒนาตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พงษ์ศิลปะ แก้วรัตนศรีโพธิ์ (2549: 39 – 46) ที่วิจัย เรื่อง การสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การควบคุมระบบ นิวแมติกส์ไฟฟ้าด้วยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรม จุดมุ่งหมายของการวิจัย เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนด้วยตนเอง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการเรียนด้วยตนเอง เรื่องการควบคุมระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าด้วยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรม ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยนำชุดการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 18 คน ทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้น 6 สัปดาห์ ทำการทดลอง ระหว่างทดลองให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด เมื่อเรียนจบทุกบทเรียนแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบที่ได้หาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.99/82.78 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันโดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. **งานวิจัยต่างประเทศ** มีดังนี้

แลงสตาฟ (Langstaff. 1972: 1566 A) ที่วิจัย เรื่อง การพัฒนาและประเมินชุดการสอนเพื่อการเรียนด้วยตนเอง สำหรับการฝึกหัดครูของนักศึกษาและครูประจำมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ พบว่า การเรียนจากชุดการสอนทำให้ผลการเรียนดีขึ้น ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และทำให้กระบวนการเรียนเป็นระบบกว่าเดิม

ไบรแอน และ สมิท (Bryan ; & Smith. 1975: 24 – 25) ที่วิจัยเรื่องผลการใช้ชุดการสอนด้วยตนเองที่มหาวิทยาลัย เซาท์แคโรไลน่า ในวิชาประวัติศาสตร์ศิลป์ ใช้เวลาทดลอง 3 ภาคเรียน พบว่า ผู้ที่เรียนรู้ด้วยตนเองร้อยละ 60 มีผลการเรียนที่สูงขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 96 มีความพึงพอใจ ในการเรียนเพิ่มขึ้น และร้อยละ 74 ชอบที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนมากกว่าการเรียนแบบปกติ

เกรเกอรี่ (Gregory. 1975) ที่วิจัย เรื่อง การใช้ชุดการสอนในโปรแกรมการอบรมครูประถมศึกษาระดับ 1 โดยใช้ชุดการสอนอบรมครู เพื่อให้ครูนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปใช้สร้างชุดการสอนเพื่อสอนนักเรียนในชั้นประถมศึกษาระดับ 1 ครูเข้าอบรมทั้งหมด 66 คน แบ่งกลุ่มทดลอง 40 คน กลุ่มควบคุม 26 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ครูการอบรมโดยใช้ชุดการสอน สามารถนำเอาความรู้ไปใช้สร้างชุดการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอดเวิดส์ (Edward. 1975: 43) ได้ทำการวิจัยที่ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง “ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค” โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครูกับการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีผู้แนะนำ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัย จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน ผลการทดลองปรากฏว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การเรียนด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้แนะนำ ถ้าชุดการเรียนนั้นได้สร้างขึ้นอย่างถูกต้องตามกระบวนการ ผู้เรียนจะสามารถเรียนด้วยตนเองได้ผลดีเช่นกัน

ชอร์ทเตอร์ (Shorter. 1982) ที่วิจัย เรื่อง การสร้างชุดการสอนให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เพื่อหาประสบการณ์ด้านวิชาชีพเกษตรกรรม เรื่อง การใช้จ่ายของนักศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดการเรียนที่เรียนด้วยตนเองกับการสอนปกติ พบว่า ผลการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย ชุดการสอนกับการสอนปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ซิงกาเรลลา (Singarella. 1982) ที่วิจัยเรื่องการเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนด้วยตนเอง ระหว่างชุดการเรียนด้วยตนเองกับการเรียนด้วยตนเอง โดยใช้สไลด์ เทป สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาพิเศษ พบว่า ชุดการเรียนด้วยตนเองมีราคาถูกกว่าการเรียนด้วยตนเองโดยใช้สไลด์ เทป แต่ผลการเรียนด้วยตนเองทั้งสองรูปแบบมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน

วิลสัน (Wilson. 1989) ที่วิจัยเรื่องการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้า ด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ พบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่า การใช้ชุดการเรียนการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

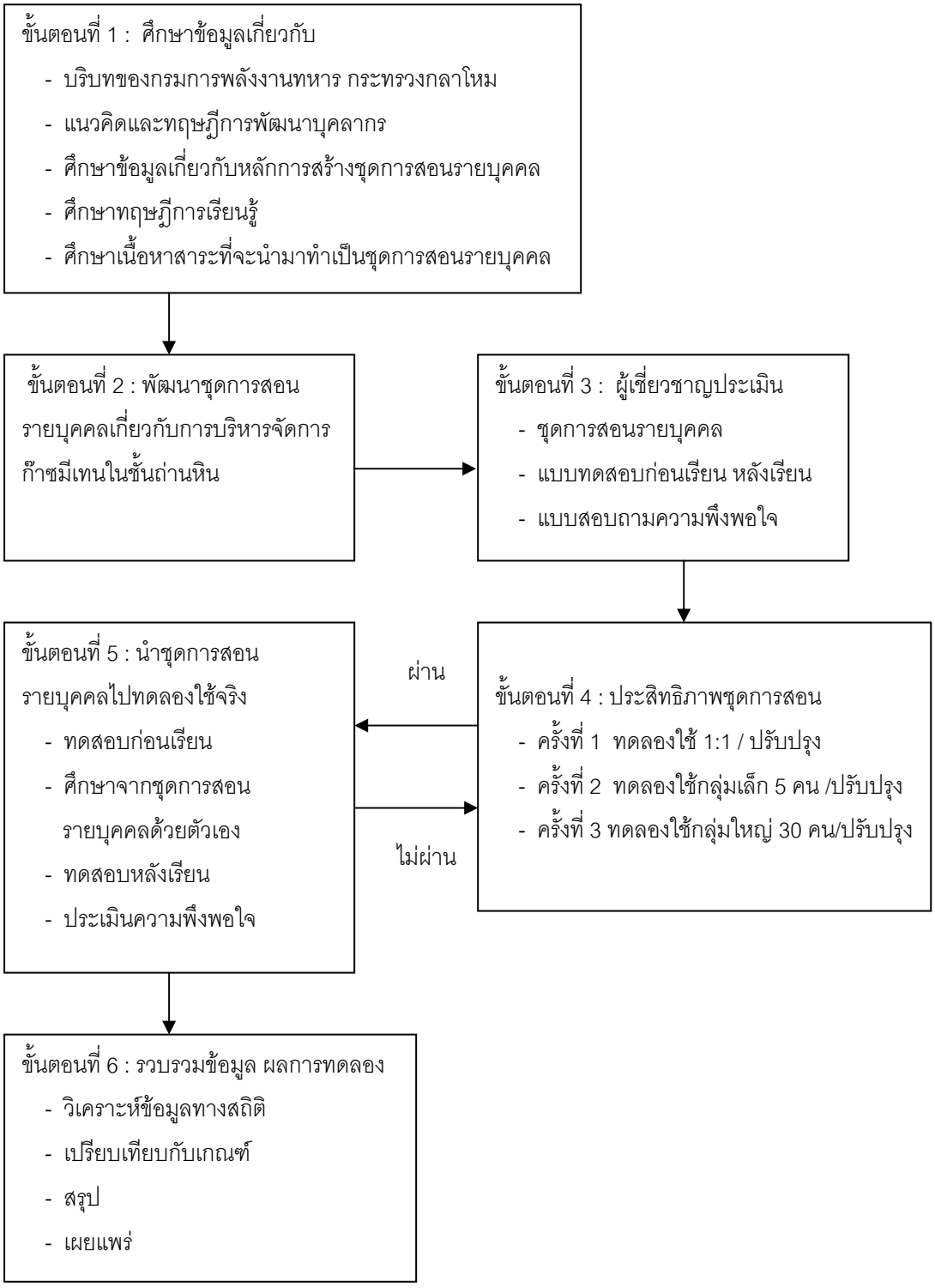
แลง (Lang. 1996) ที่วิจัยเรื่องการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง สำหรับการจัดการด้านการเงิน ให้กับคณะทำงานพยาบาลในห้องฉุกเฉินเด็กแรกเกิด โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ ด้านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในด้านการเงิน การพัฒนาคณะทำงานพยาบาลในห้องฉุกเฉินเด็กแรกเกิด โดยมีขอบเขตการวิจัย ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ของผู้ใหญ่ของ โนลส์ มีจุดประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่าย ระยะเวลาและการปรับปรุงผลการปฏิบัติงานของพยาบาล จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นพยาบาลระดับ 3 จำนวน 71 คน พบว่า ก่อนทดลองและหลังการทดลองไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มในด้านการเตรียมตัวเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านจำนวนปีของประสบการณ์ ในการทำงาน และด้านประสบการณ์ในการบริหารงาน

มูนิส (Moonis. 2006) ศึกษาและพัฒนาชุดการสอนทักษะด้วยคอมพิวเตอร์ ออกแบบการสอน โดยพัฒนาคอมพิวเตอร์ปฏิสัมพันธ์มาเป็นชุดการสอน วิทยาลัยครู มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ให้ผู้สอน ได้เรียนรู้ และฝึกปฏิบัติการใช้งานคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองตามเวลา และสถานที่ที่ตนเองต้องการ และเรียกเครื่องมือนี้ว่า เครื่องมือในการวิเคราะห์ และช่วยให้เกิดการตอบสนองต่อการสื่อสาร ส่วนหนึ่งของความรู้มาจากตำรา FOCUS ที่ใช้กันอยู่แพร่หลาย และจัดทำเครื่องมือ ในการสังเกต เพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นในขณะเรียนรู้ สามารถสนองตอบการสื่อสารด้วยคำถามคำสั่ง ชุดการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานนี้ ใช้วิธีการเชิงระบบเป็นแนวทางในการออกแบบการสอน พบว่าต้นแบบชุดการสอน ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถนำองค์ประกอบต่างๆ มาใช้ออกแบบการสอน และตอบสนองการปฏิบัติงานของผู้ออกแบบการสอนของแต่ละคนได้

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ได้แก่ การพัฒนาบุคลากร การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง การพัฒนาสื่อการสอน การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล บริบทแอ่งน้ำมันฝางกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และเอกสารงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า ชุดการสอนรายบุคคล สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการศึกษา

รูปแบบหนึ่งที่อาศัยวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถในเนื้อหาสาระที่นำเสนอ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาบุคลากรในองค์การ ชุดการสอนรายบุคคลที่นำมาใช้ จะมีคุณภาพเพียงพอต่อการพัฒนาบุคลากรในองค์การได้มากน้อยเพียงใด ต้องผ่านกระบวนการ พัฒนาชุดการสอนรายบุคคลตามวิธีระบบอย่างมีขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานขององค์การ ศึกษาความต้องการพัฒนาตนเองของบุคลากร ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นต้องผ่านกระบวนการกลั่นกรองจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้ ปรับปรุงจนสามารถนำไปได้ใช้จริง จึงจะส่งผลดี และเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้

ผู้วิจัยจึงได้แนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล โดยนำแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ผลการวิจัย ข้อค้นพบต่างๆ ที่ได้รับจากศึกษา นำมาสรุปรวบรวม และปรับประยุกต์ใช้ เพื่อการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัย มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 2 หน่วยงาน คือ กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียม จำนวน 185 คน

2. **กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในส่วนกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คัดเลือกมากองละ 5 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล จำนวน 4 ชิ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 1 : ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

การสร้างชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. **กำหนดโครงร่างชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน** ผู้วิจัย ดำเนินการ โดยนำข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสังเคราะห์ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างชุดการสอนเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร กรมการพลังงานทหาร ได้แก่ ขอบข่ายหน้าที่ความรับผิดชอบ ของกรมการพลังงานทหาร แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร กรมพลังงานทหาร (พ.ศ.2547 – 2553) จากรายงานการปฏิบัติงาน รวมทั้งเอกสารสำคัญทางราชการของกระทรวงกลาโหม (กรมการพลังงานทหาร. 2548) เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ทำให้ทราบถึงแผนการพัฒนาบุคลากร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการใช้เป็นแนวทางในการออกแบบชุดการสอนรายบุคคลให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากรของ กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมต่อไป

1.2 ศึกษาข้อมูลหลักการพัฒนาบุคลากร แนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล โดยอาศัยแนวคิดของนักการศึกษากลุ่มต่างๆ ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลหลักการพัฒนาบุคลากร แนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ที่มีความเหมาะสมกับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

1.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองจากเอกสาร ตำราวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผู้ใหญ่

จากการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง ทำให้ทราบถึงกระบวนการออกแบบชุดการสอนรายบุคคล ให้มีความเหมาะสมต่อกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใหญ่ ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้ใหญ่ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง มีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ สามารถนำชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นไปใช้

เรียนรู้ด้วยตนเองได้

1.4 ศึกษาหลักการ และแนวคิดพัฒนาสื่อการสอน เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล และสื่อที่นำมาใช้ประกอบการเรียน จากชุดการสอนรายบุคคลให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูลเอกสาร ตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน ทำให้ทราบถึงกระบวนการพัฒนาสื่อการสอน สำหรับนำมาใช้เสริมสร้างความรู้ให้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบชุดการสอนรายบุคคลตามแนวทางการพัฒนาสื่อการสอน

1.5 ศึกษาหลักการแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล จากการศึกษาทำให้ทราบถึงหลักการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลให้มีคุณภาพต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งด้านสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ และทราบถึงวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระจากรายวิชาที่ตนต้องการจะเรียนรู้ ถือได้ว่า เป็นวิธีการเรียนที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มความสามารถ

1.6 ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รายงานการวิจัย และบทคัดย่อ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล และก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2. **ออกแบบกิจกรรมการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล** จากการศึกษางานวิจัย ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รายงานการวิจัย บทคัดย่อ ทำให้ทราบถึงข้อค้นพบ ข้อสรุปงานวิจัยเหล่านั้น และนำข้อสรุปจากงานวิจัยเหล่านั้นมาใช้อ้างอิง สนับสนุนการวิจัย และพัฒนาของผู้วิจัย เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของงานวิจัยที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำแนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง (Knowles. 1975: 11 – 12) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มาปรับประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และกำหนดความต้องการในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการตรวจสอบประเด็นที่ต้องการศึกษา ผู้สอนทำการกระตุ้นความสนใจผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ แสดงรูปภาพ เพื่อกระตุ้นความต้องการศึกษาของผู้เรียน เพื่อนำความต้องการนั้นมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ นำความต้องการของผู้เรียน และแผนการจัดการเรียนรู้มาเป็นแนวทางให้ผู้เรียนมีขอบเขตในการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนของตนเอง ตามแผนที่วางไว้เป็นจุดมุ่งหมายการเรียนของตนเอง จุดมุ่งหมายนั้นต้องอยู่ในขอบเขตของสาระรายวิชานั้นๆ จุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้นเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดประเมินผลได้

โดยผู้สอนเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำผู้เรียนในการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 กำหนดแหล่งวิทยาการเพื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดแบ่งเนื้อหาสาระ ชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเป็นหน่วยการเรียน จำนวน 3 หน่วยการเรียน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้มีอิสระต่อการเรียนรู้ของตนเอง ภายในชุดการสอนรายบุคคลประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน แผนการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน แบบทดสอบหลังเรียน รวมทั้ง CD ประกอบการเรียน และผู้เรียนสามารถศึกษาวิธีการใช้ชุดการสอนรายบุคคลได้จากคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อประกอบการใช้ชุดการสอนรายบุคคลชุดนี้

ขั้นที่ 4 การเลือกวิธีการเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วางแผนไว้ในขั้นตอนแรก คือ การพบกลุ่ม ใช้เวลา 1 วัน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน จัดกิจกรรมการเรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์ และกำหนดความต้องการในการเรียนรู้ และกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของตนเองตามแนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง (Knowles. 1975: 11 – 12) รายละเอียด ดังนี้

1. พบกลุ่มก่อนเรียน ใช้เวลา 1 วัน เพื่อจัดกิจกรรมพบกลุ่มก่อนเรียน ได้แก่

1.1 ปฐมนิเทศเพื่อสร้างความเข้าใจต่อวิธีการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ด้วยตนเอง และสร้างความตระหนักให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคล

1.2 ทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

1.3 แนะนำผู้เรียนให้เข้าใจวิธีการวางแผนการเรียนของตนเอง สำหรับการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์และกำหนดความต้องการ ในการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง นำมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของตนเอง ภายในขอบเขตเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนรู้ของตนเอง

1.4 ผู้วิจัยจัดทำชุดการสอนรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาสาระตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำสื่อการสอนทั้งในลักษณะสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ คู่มือชุดการสอนรายบุคคล ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนCD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนให้ผู้เรียนนำไปใช้ได้ตามความต้องการเรียน เป็นต้น

1.5 ผู้เรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ประเมินผลตนเองได้จากแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน โดยมีเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้เรียน จากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้วย

ตนเอง จำนวน 3 หน่วยการเรียน กิจกรรมที่จัดขึ้น ได้แก่ การศึกษาจากใบความรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนด้วยตนเอง ประกอบด้วยการปฏิบัติงานตามใบงานที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน โดยผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล และ CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง รายละเอียด ดังนี้

2.1 ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคล หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้ CD ประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานหน่วยการเรียนที่ 1

2.3 ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 1

2.4 ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคล หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้ CD ประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.5 ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานหน่วยการเรียนที่ 2

2.6 ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2

2.7 ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคล หน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้ CD ประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.8 ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานหน่วยการเรียนที่ 3

2.9 ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 3

3. กิจกรรมการพบกลุ่มหลังเรียน ใช้เวลา 1 วัน เพื่อจัดกิจกรรมพบกลุ่มหลังเรียน ได้แก่

3.1 ผู้เรียนร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประเด็นปัญหาต่างๆ และสรุปความรู้ที่ได้จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง

3.2 ผู้เรียนทดสอบหลังเรียน

3.3 ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

3.4 ผู้เรียนร่วมกิจกรรมภาคสนามที่ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศึกษาอุปกรณ์จริงที่ใช้ในการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อประกอบการเรียนรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนำไปใช้ในการปฏิบัติงานตามหน้าที่ต่อไป

3. **การกำหนดองค์ประกอบของโครงร่างชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน** ประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียน ได้แก่

3.1.1 เรื่อง/งานที่ปฏิบัติ ประกอบด้วยหัวข้อตามเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วย

การเรียน

3.1.2 หลักการและเหตุผล พิจารณาจากข้อมูลเนื้อหาสาระที่จำเป็นในการนำมาใช้ เพื่อส่งเสริมให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

3.1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดให้สอดคล้องกับการกำหนดหลักการและเหตุผล โดยคาดหวังว่าเมื่อผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วสามารถเข้าใจ และนำมาใช้ในการปฏิบัติงานได้

3.1.4 ความรู้พื้นฐาน กำหนดเนื้อหาสาระที่จำเป็นก่อนการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนว่า ผู้เรียนควรมีความรู้พื้นฐานความรู้ในเรื่องใดบ้าง

3.1.5 ประเมินก่อนเรียน เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแต่ละหน่วยการเรียน ถ้าสามารถทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป ไม่ต้องเรียนหน่วยการเรียนนี้ สามารถเรียนหน่วยการเรียนต่อไปได้ ถ้าพบว่าผู้เรียนทำแบบทดสอบแล้วไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 80 ให้ทำการศึกษาจากหน่วยการเรียนที่กำหนดไว้ตามแผนการเรียนของชุดการสอนรายบุคคลตามลำดับต่อไป

3.1.6 กิจกรรมการเรียน เพื่อกำหนดขั้นตอนการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล

3.1.7 การประเมินหลังเรียน เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน จากชุดการสอนรายบุคคลในแต่ละหน่วยการเรียน ถ้าทำแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป ให้เรียนหน่วยการเรียนต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนควรทบทวนหน่วยการเรียนนี้ซ้ำอีกครั้ง และทำแบบทดสอบหลังเรียนใหม่ อีกครั้ง

3.1.8 สื่อการเรียน เป็นการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการเรียนในชุดการสอนรายบุคคลไว้ล่วงหน้า เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลต่อไป

3.2 ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยหน่วยการเรียน จำนวน 3 หน่วยการเรียน ภายในองค์ประกอบของแต่ละหน่วยการเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2.3 แบบทดสอบก่อนเรียน และกระดาษคำตอบ

3.2.4 ใบความรู้

3.2.5 แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และกระดาษคำตอบ

3.2.6 ใบงาน (เรียงหัวข้อใหม่)

3.2.7 แบบทดสอบหลังเรียน และกระดาษคำตอบหลังเรียน

4. **เนื้อหาสาระของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน** แบ่งชุดการสอนออกเป็น 3 หน่วยการเรียน ได้แก่

หน่วยการเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1. ถ่านหิน

1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช และกระบวนการเกิดถ่านหิน

1.2 ประเภทของถ่านหิน

2. การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.1 การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.2 ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทย

หน่วยการเรียนที่ 2 การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1. การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ

2. วิธีการจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

3. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรมและการเกษตร

4. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

หน่วยการเรียนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1. ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี

2. ตัวอย่างข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ชุดการสอนรายบุคคล ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานด้านบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินก่อนศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ทั้ง 3 หน่วยการเรียน เมื่อศึกษาจนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับชุดทดสอบก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียน ว่าบรรลุผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายได้มากน้อยเพียงใด และผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการประเมินผลการเรียนให้มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนไว้ในคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม (ภาคผนวก ก)

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือชิ้นที่ 1

1. นำชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่สร้างขึ้นไปขอคำแนะนำจากประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคล ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านชุดการสอน และด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมชุดการสอนรายบุคคลด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการวัดผลและประเมินผล เพื่อพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้นให้มีความสอดคล้อง และความเหมาะสมต่อการนำไปทดลองใช้

สำหรับแบบประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลที่สร้างขึ้น ภายในแบบประเมินแบ่งเป็น 2 ส่วน (ภาคผนวก ง) ได้แก่

ส่วนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคล จัดทำเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และในแต่ละระดับคะแนนมีความหมาย ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 4 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมมาก
คะแนน 3 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมน้อย
คะแนน 1 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

คะแนนที่ได้รับจากการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลนำมาแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับ เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง ชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ถือว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสม ในเบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 2 การประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความเห็น ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย การพิจารณาแบบประเมินผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของ Rovinelli ; & Hambleton (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527) โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน

มีความเห็นว่าเห็นด้วย กำหนดคะแนนเป็น +1
มีความเห็นว่าไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0
มีความเห็นว่าไม่เห็นด้วย กำหนดคะแนนเป็น -1

นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร และหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคล ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข สามารถนำชุดการสอนรายบุคคล ที่พัฒนาไปใช้ต่อไปได้

การนำชุดการสอนรายบุคคลพร้อมทั้งแบบประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องชุดการสอนรายบุคคล ระหว่างวันที่ 3 – 14 กันยายน 2550 ปรากฏว่า ผลการประเมินชุดการสอนรายบุคคลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น พบว่า ชุดการสอนรายบุคคล มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.19 และพบว่า ผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.94 ซึ่งมากกว่า 0.5 ผู้วิจัยจึงคงสาระของชุดการสอนไว้ตามเดิม

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 2 : แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบเพื่อนำมาใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน จัดลำดับเนื้อหาและจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน

1.2 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก จากเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

การเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วยการเรียน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ได้แก่ คำตอบถูกให้ 1 คะแนน คำตอบผิด ให้ 0 คะแนน สร้างเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ชุด ๆ ละ 20 ข้อ รวมทั้งสิ้น จำนวน 60 ข้อ

1.3 นำข้อสอบแต่ละวัตถุประสงค์มารวมกันเป็นแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1.4 นำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่สร้างขึ้น ไปขอคำแนะนำจากประธาน และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดและประเมินผลตรวจสอบ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญใช้เป็นเครื่องมือประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก จ) ดำเนินการ ดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาสาระของการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.2 นำแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล ช่วยพิจารณาตรวจสอบประเด็นต่าง ๆ ลักษณะของข้อคำถาม ตลอดจนภาษาที่ใช้ในแบบประเมิน ระหว่างวันที่ 3 – 14 กันยายน 2550

2.3 ปรับปรุง แก้ไขแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามที่ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผลแนะนำ เพื่อไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนต่อไป

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือชิ้นที่ 2 :

1. นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมแบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผล จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปทดลองใช้

การประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความเห็น ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย การพิจารณาแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item objective congruence : IOC) ของ Rovinelli ; & Hambleton (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527) โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่าเห็นด้วย กำหนดคะแนนเป็น +1
มีความเห็นว่าไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0
มีความเห็นว่าไม่เห็นด้วย กำหนดคะแนนเป็น -1

นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร และหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.91 ซึ่งมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ถือได้ว่า แบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นในครั้งนี้ไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข สามารถนำไปเป็นแบบทดสอบสำหรับนำไปใช้กับชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินต่อไปได้ ผู้วิจัยคงสาระของแบบทดสอบไว้ตามเดิม

1. นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กระทรวง กลาโหม จำนวน 30 คน ที่มิใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ได้ผ่านการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาแล้ว ระหว่างวันที่ 12 - 26 พฤศจิกายน 2550

2. วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ ได้แก่ การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม SPSS

- คัดเลือกจากข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20ถึง 0.80 และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 (ภาคผนวก ฉ) ได้แบบทดสอบจำนวน 60 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 3 : แบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

1.2 กำหนดหัวข้อหลักที่จะสอบถาม

1.3 กำหนดรายละเอียดของแบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล เป็นแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale) แบบสอบถามที่สร้างขึ้นมี 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ซึ่งเป็นคุณลักษณะส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล จำนวน 28 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอน ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์การให้คะแนนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ระดับ 5	คะแนน	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	คะแนน	มีความพึงพอใจมาก
ระดับ 3	คะแนน	มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	คะแนน	มีความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1	คะแนน	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

คะแนนที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ นำมาแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือชิ้นที่ 3 :

1. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปขอคำแนะนำจากประธานกรรมการ ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดและประเมินผล ตรวจสอบและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้มาทำการปรับปรุง แก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน ที่มิใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ได้ผ่านการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาแล้วระหว่างวันที่ 12 – 26 พฤศจิกายน 2550 นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนนำไปใช้จริง ใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์แบบ Reliability Model Alpha ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ

เท่ากับ 0.96 (ภาคผนวก ช)

การหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินตามที่ได้รับการเสนอแนะจากประธาน กรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลอง (Try out) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคล พร้อมปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ และมีความเหมาะสมก่อนการนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการ ดังนี้

1. นำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม แบบ 1 : 1 ทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คน ระหว่างวันที่ 1 ถึง 15 ตุลาคม 2550 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเนื้อหา ภาษา กิจกรรมการเรียน คู่มือการใช้ชุดการสอน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน โดยเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลติดต่อกันทั้ง 3 หน่วยการเรียน ขณะกำลังศึกษาจากบทเรียน ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และปฏิบัติตามใบงานควบคู่ไปด้วยและเมื่อศึกษาจบในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการที่ผู้เรียนทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคล และปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนรายบุคคล ให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้ครั้งต่อไป

2. นำชุดการสอนรายบุคคลที่ได้ปรับปรุงจากการทดลองครั้งแรกแล้ว นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็ก ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน ระหว่างวันที่ 22 ตุลาคม ถึง 5 พฤศจิกายน 2550 เพื่อหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 โดยให้ผู้เรียนศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลติดต่อกันทั้ง 3 หน่วยการเรียน ขณะที่กำลังศึกษาบทเรียน ต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และปฏิบัติตามใบงานควบคู่ไปด้วย หลังจากศึกษาจบแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากการที่ผู้เรียนได้ทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคล และนำข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ชุดการสอนรายบุคคล ให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้ครั้งต่อไป

3. นำชุดการสอนรายบุคคลที่ได้ปรับปรุงจากการทดลองครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับผู้เรียนซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่

ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 12 พฤศจิกายน ถึง 26 พฤศจิกายน 2550 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 โดยให้เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลติดกันทั้ง 3 หน่วยการเรียน ในขณะศึกษาบทเรียนต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และปฏิบัติตามใบงานควบคู่ไปด้วย หลังจากศึกษาชุดการสอนจบแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.1 ประสานงานกับกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เพื่อขอทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

3.2 จัดเตรียมห้องประชุมสำหรับจัดกิจกรรมพบกลุ่มก่อนเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เพื่ออธิบายขั้นตอนในการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลนี้ และใช้เป็นห้องจัดกิจกรรมพบกลุ่มหลังเรียน

3.3 ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนวันที่ 12 พฤศจิกายน 2550 เวลา 9.00 – 12.00 น.

3.4 ผู้เรียนศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลทั้ง 3 หน่วยการเรียน ระหว่างวันที่ 13 – 25พฤศจิกายน 2550 ด้วยตนเองอย่างอิสระทั้งเวลาและสถานที่ ในขณะที่กำลังศึกษาบทเรียนผู้เรียน ต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนและปฏิบัติตามใบงานควบคู่ไปด้วย

3.5 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนวันที่ 26 พฤศจิกายน 2550 เวลา 9.00 – 12.00 น.

3.6 ผู้วิจัยตรวจคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน จำนวน 30 คน ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 % และการทดสอบหลังเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80% ดังนี้

ผลที่ได้รับจากการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียน จำนวน 30 คน ที่ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองทั้ง 3 หน่วยการเรียน พบว่า หน่วยการเรียนที่ 1 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 83.33 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 80.67 คะแนน หน่วยการเรียนที่ 2 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 85.41 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 83.17 คะแนน หน่วยการเรียนที่ 3 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 84.67 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 83.17 คะแนน พิจารณาในภาพรวมพบว่า ผู้เรียนที่ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองทั้ง 3 หน่วยการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 93.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.47 และ

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 49.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.33 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.47/ 82.33 ผ่านเกณฑ์ประเมิน 80/80

3.7 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับ และข้อเสนอแนะจากผู้เรียนที่ได้ทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคล และนำข้อมูล ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ชุดการสอนรายบุคคลที่มีประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริงในขั้นตอนต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นขั้นตอนการนำชุดการสอนรายบุคคลที่ผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 เรียบร้อยแล้วไปทดลองกับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากเอกสารงานวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล

2. รวบรวมข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลจากผู้เชี่ยวชาญ

3. ทำการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ทั้ง 3 หน่วยการเรียน ระหว่างวันที่ 7 – 19 ธันวาคม 2550 ผู้เรียนสามารถใช้เวลา และสถานที่ในการศึกษาได้อย่างอิสระ ในขณะที่กำลังศึกษาบทเรียน ต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนและปฏิบัติตามใบงานควบคู่ไปด้วย

4. เปรียบเทียบผลการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

5. กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดการสอนการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบแผนการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง

การทดลองกับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวสอบก่อนและสอบหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล (One Group Pretest Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 60) โดยใช้เวลาในการทดลอง ระหว่างวันที่ 7 – 19 ธันวาคม 2550 ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวสอบก่อนและสอบหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล

ทดสอบก่อนทดลอง	ทำการทดลอง	ทดสอบหลังการทดลอง
T_1	X	T_2

โดยกำหนดให้ T_1 แทน การสอบก่อนเรียนจากชุดการสอน

X แทน การเรียนจากชุดการสอน

T_2 แทน การสอบหลังเรียนจากชุดการสอน

การทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลทั้ง 3 หน่วยการเรียนกับกลุ่มทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของ โนลส์ (Knowles. 1975: 11 – 12) มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล ตามตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 2 แผนการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลกับนายทหารชั้นสัญญาบัตรกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

ครั้งที่/ช่วงเวลา	เนื้อหา/สาระการเรียนรู้	ผู้รับผิดชอบ
7 ธ.ค. 2550 9.00 น. -12.00 น.	กิจกรรมพบกลุ่มก่อนเรียน 1. ปฐมนิเทศเพื่อสร้างความเข้าใจวิธีการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง และสร้างความตระหนักให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคล 2. ทดสอบก่อนเรียน 3. แนะนำให้ผู้เรียนรู้แนวทางการวางแผนการเรียนของตนเองภายใต้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ให้ 4. เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์แผนการเรียนและกำหนดความต้องการในการเรียนรู้ของตนเองภายในขอบเขตเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ 5. เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ของตนเองภายในขอบเขตเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ 6. แนะนำวิธีการใช้คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลให้กับผู้เรียน	ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย
8–18 ธ.ค. 2550	กิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินจากใบความรู้ที่ 1.1 และ 1.2 หน่วยการเรียนที่ 1 ด้วยตนเอง โดยมีCDประกอบการเรียนด้วยตนเอง	นายทหารชั้นสัญญาบัตร

ตาราง 2 (ต่อ)

ครั้งที่/ช่วงเวลา	เนื้อหา/สาระการเรียนรู้	ผู้รับผิดชอบ
8–18 ธ.ค. 2550	1. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 2 2. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2 3. ผู้เรียนศึกษาหน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินจากใบความรู้ที่ 1 โดยใช้ CDประกอบการเรียนด้วยตนเอง 4. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 2 5. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2	นายทหารชั้นสัญญาบัตร
19 ธ.ค. 2550 9.00 น. -16.00 น	กิจกรรมพบกลุ่มหลังเรียน 1. ร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง 2. ทดสอบหลังเรียน 3. ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ 4. ร่วมกิจกรรมภาคสนามเพื่อศึกษาอุปกรณ์จริงที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ผู้วิจัย ,ผู้ช่วยวิจัยและวิทยากร

เตรียมการทดลองจริง ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ประสานงานกับกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เพื่อขอทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

2. ประสานงานกับภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และติดต่อวิทยากร เพื่อนำกลุ่มทดลองศึกษาดูงานอุปกรณ์ภาคสนามที่นำมาใช้ในการปฏิบัติการสำรวจ ขุดเจาะก๊าซมีเทน

ในชั้นถ่านหิน

3. จัดเตรียมห้องประชุมสำหรับจัดกิจกรรมพบกลุ่มก่อนเรียน สร้างความเข้าใจวิธีการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล และใช้เป็นห้องจัดกิจกรรมพบกลุ่มหลังเรียน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมินคุณภาพของชุดการสอนรายบุคคลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย

2. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล โดยนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ได้แก่

80 (E1) ตัวแรก หมายถึง คะแนนของผู้เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน แล้วทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

80 (E2) ตัวหลัง หมายถึง คะแนนของผู้เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165)

4. เปรียบเทียบสถานภาพส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่มีเพศต่างกัน โดยใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 162)

5. เปรียบเทียบสถานภาพส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่มีอายุต่างกัน โดยใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 162)

6. เปรียบเทียบสถานภาพส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่มีวุฒิการศึกษาต่างกันโดยใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 162)

7. เปรียบเทียบสถานภาพส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่เรียนจากชุดการสอนรายบุคคลที่มีระดับชั้นยศต่างกันโดยใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 162)

8. วิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตร ศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เป็นการนำคะแนนที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ นำมาแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตามที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประเมินชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม สามารถนำไปใช้ในการเผยแพร่ต่อไปอย่างมีคุณภาพ ควรผ่านเกณฑ์ประเมิน ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดเป็นคะแนนร้อยละ เมื่อนำผลคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกัน และหาประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ 80/80

2. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีสภานภาพส่วนตัวต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

3. คะแนนเฉลี่ยของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมหลังเรียน มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นายทหารชั้นสัญญาบัตรมีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\overline{X}$ =3.51) ขึ้นไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของ Rovinelli ; & Hambleton (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527) โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน

สูตร $$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละด้าน

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (โสภณ นุ่มทอง. 2540: 82 – 86) โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{(\Sigma X / N)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\Sigma F / N)}{B} \times 100$$

E_1 แทน ประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ΞX แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักศึกษา

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีสถานภาพส่วนตัวต่างกัน โดยใช้สูตร t - test แบบ Independent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 163)

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล โดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบคะแนนที

$\sum D$ แทน ผลรวมความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอน

n แทน จำนวนผู้เรียนจากชุดการสอน

โดยที่ $df = n-1$ ใช้ในการอ่านค่าจากตาราง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร ที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
N	แทน	ประชากร
n	แทน	กลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่า t ใน t distribution
df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1. ผลการประเมินชุดการสอนรายบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ

1.1 การประเมินความเหมาะสมชุดการสอนรายบุคคลระหว่าง วันที่ 3 -14 กันยายน 2550 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม วัตถุประสงค์ เนื้อหา สื่อและการวัด และประเมินผล ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตาราง 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (n = 3)	ระดับความเหมาะสม
ด้านลักษณะรูปเล่ม		
1. รูปแบบตัวอักษรมีความชัดเจนง่ายต่อการอ่าน	4.33	มาก
2. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา	4.33	มาก
3. ความสอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ	4.33	มาก
4. มีการใช้รูปภาพประกอบเนื้อหาได้เหมาะสม	4.00	มาก
5. ขนาดของภาพที่นำมาใช้ประกอบบทเรียน	3.67	มาก
6. ความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอน	4.33	มาก
7. ชุดการสอนรายบุคคลสะดวกต่อการนำไปใช้	4.67	มากที่สุด
8. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล	4.67	มากที่สุด
รวม	4.29	มาก

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (n = 3)	ระดับความเหมาะสม
ด้านวัตถุประสงค์		
9. ความชัดเจนของหลักการและเหตุผล	4.33	มาก
10. ความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน	4.33	มาก
11. ผู้เรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	มาก
12. ผู้เรียนมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน	4.67	มากที่สุด
13. เนื้อหาสาระของชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงานในความรับผิดชอบ	4.67	มากที่สุด
14. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้	4.33	มาก
15. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล	4.33	มาก
16. ความน่าเชื่อถือของชุดการสอนรายบุคคล	4.67	มากที่สุด
17. คุณภาพของชุดการสอนรายบุคคล	4.67	มากที่สุด
18. ประโยชน์ในการทบทวนความรู้และความเข้าใจในบทเรียน	4.67	มากที่สุด
รวม	4.50	มากที่สุด
ด้านเนื้อหา		
19. วิธีการของการนำเข้าสู่เนื้อหา	3.33	ปานกลาง
20. สาระการเรียนรู้ของแต่ละชุดการสอนรายบุคคล	4.00	มาก
21. การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.00	มาก
22. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมต่อผู้เรียน	4.33	มาก
23. ความถูกต้องของเนื้อหา	3.67	มาก
24. ความชัดเจนและความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอนรายบุคคล	4.00	มาก
25. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง	4.33	มาก
26. ความยาก ง่ายของภาษาที่ใช้	3.67	มาก
27. เนื้อหาสาระมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานของหน่วยงาน	4.33	มาก
รวม	3.96	มาก

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (n = 3)	ระดับความเหมาะสม
ด้านสื่อ		
28. ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล	4.67	มากที่สุด
29. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน	4.33	มาก
30. ความเหมาะสมของใบความรู้	4.33	มาก
31. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	4.33	มาก
32. ความเหมาะสมของใบงาน	4.33	มาก
33. ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล	4.67	มากที่สุด
34. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง	4.67	มากที่สุด
35. ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหาใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง	4.67	มากที่สุด
รวม	4.50	มากที่สุด

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (n = 3)	ระดับความเหมาะสม
ด้านการวัดและประเมินผล		
36. ความยากง่ายของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	3.67	มาก
37. ความเหมาะสมของจำนวนข้อคำถามในแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	3.67	มาก
38. ความสอดคล้องของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนกับเนื้อหาในหน่วยการเรียน	3.67	มาก
39. เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	4.33	มาก
40. ความชัดเจนของข้อคำถามในแบบทดสอบ	3.67	มาก
41. ความถูกต้องของข้อคำถามในแบบทดสอบ	3.67	มาก
42. ความถูกต้องของข้อคำตอบในแบบทดสอบ	3.67	มาก
43. วิธีการสรุปผลคะแนนรวมท้ายแบบทดสอบ	3.67	มาก
44. ความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียน	3.67	มาก
45. ความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียน	3.67	มาก
รวม	3.74	มาก
รวมทั้งสิ้น	4.19	มาก

จากตาราง 3 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการวัดและประเมินผล จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นมีระดับความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.19) มีความเหมาะสมของแต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับมาก ดังนี้

ด้านลักษณะรูปเล่มมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากยกเว้นข้อที่ว่า ชุดการสอนรายบุคคลสะดวกต่อการนำไปใช้

และองค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านวัตถุประสงค์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด ยกเว้นข้อที่ว่าความชัดเจนของหลักการและเหตุผล ความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้เรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และองค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคลอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านเนื้อหามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.96) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านเนื้อหาส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก ยกเว้นข้อวิธีการของการนำเข้าสู่เนื้อหาอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านสื่อมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านสื่อส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุก ยกเว้นข้อที่ว่าความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ความเหมาะสมของใบความรู้ ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และความเหมาะสมของใบงานอยู่ในระดับมาก

ด้านการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.74) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้านการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

1.2 ผลประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการวัด และประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

รายการประเมิน	ความถี่ของความเห็น (N=3)			ดัชนีความสอดคล้อง
	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
ด้านลักษณะรูปเล่ม				
1. รูปแบบตัวอักษรมีความชัดเจนง่ายต่อการอ่าน	3	0	0	1.00
2. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา	3	0	0	1.00
3. ความสอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ	3	0	0	1.00
4. มีการใช้รูปภาพประกอบเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1	0	0.66
5. ขนาดของภาพที่นำมาใช้ประกอบบทเรียน	2	1	0	0.66
6. ความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอน	3	0	0	1.00
7. ชุดการสอนรายบุคคลสะดวกต่อการนำไปใช้	3	0	0	1.00
8. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
รวม				0.92

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่ของความเห็น (N=3)			ดัชนีความสอดคล้อง
	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
ด้านวัตถุประสงค์				
9. ความชัดเจนของหลักการและเหตุผล	3	0	0	1.00
10. ความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยการเรียน	3	0	0	1.00
11. ผู้เรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	3	0	0	1.00
12. ผู้เรียนมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน	3	0	0	1.00
13. เนื้อหาสาระของชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงานในความรับผิดชอบ	3	0	0	1.00
14. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้	3	0	0	1.00
15. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
16. ความน่าเชื่อถือของชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
17. คุณภาพของชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
18. ประโยชน์ในการทบทวนความรู้และความเข้าใจในบทเรียน	3	0	0	1.00
รวม				1.00

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่ของความเห็น (N=3)			ดัชนีความสอดคล้อง
	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
ด้านเนื้อหา				
19. วิธีการของการนำเข้าสู่เนื้อหา	2	1	0	0.66
20. สาระการเรียนรู้ของแต่ละชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
21. การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	3	0	0	1.00
22. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมต่อผู้เรียน	3	0	0	1.00
23. ความถูกต้องของเนื้อหา	3	0	0	1.00
24. ความชัดเจนและความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
25. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง	3	0	0	1.00
26. ความยาก ง่ายของภาษาที่ใช้	3	0	0	1.00
27. เนื้อหาสาระมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานของหน่วยงาน	3	0	0	1.00
รวม				0.96

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่ของความเห็น (N=3)			ดัชนีความสอดคล้อง
	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
ด้านสื่อ				
28. ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
29. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน	3	0	0	1.00
30. ความเหมาะสมของใบความรู้	3	0	0	1.00
31. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	2	1	0	0.66
32. ความเหมาะสมของใบงาน	3	0	0	1.00
33. ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล	3	0	0	1.00
34. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง	3	0	0	1.00
35. ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหาใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง	3	0	0	1.00
รวม				0.96

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่ของความเห็น (N=3)			ดัชนีความสอดคล้อง
	สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
ด้านการวัดและประเมินผล				
36. ความยากง่ายของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	2	1	0	0.66
37. ความเหมาะสมของจำนวนข้อคำถามในแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	2	1	0	0.66
38. ความสอดคล้องของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนกับเนื้อหาในหน่วยการเรียน	3	0	0	1.00
39. เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน	3	0	0	1.00
40. ความชัดเจนของข้อคำถามในแบบทดสอบ	3	0	0	1.00
41. ความถูกต้องของข้อคำถามในแบบทดสอบ	3	0	0	1.00
42. ความถูกต้องของข้อคำตอบในแบบทดสอบ	3	0	0	1.00
43. วิธีการสรุปผลคะแนนรวมท้ายแบบทดสอบ	3	0	0	1.00
44. ความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียน	2	1	0	0.66
45. ความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียน	2	1	0	0.66
รวม				0.86
ค่าความสอดคล้อง				0.94

จากตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการวัดและประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน โดยรวมเท่ากับ 0.94 ซึ่งมากกว่า 0.5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องของแต่ละรายการมีความเห็น

สอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้แก่ ด้านลักษณะรูปเล่มมีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.92 ด้านวัตถุประสงค์ มีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ด้านเนื้อหามีความสอดคล้องเท่ากับ 0.96 ด้านสื่อมีความสอดคล้องเท่ากับ 0.96 และด้านการวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องเท่ากับ 0.86 ถือได้ว่าชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข สามารถนำชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นไปใช้ต่อไปได้ ผู้วิจัยคงสาระของชุดการสอนรายบุคคลไว้ตามเดิม

2. **ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน**

ผลที่ได้รับจากการทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม แบบ 1:1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คน ให้ทดลองใช้ชุดการสอนเป็นรายบุคคลว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น ควรมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในส่วนใดบ้าง ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจที่จะศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เนื่องจากเป็นเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับหน้าที่การงานรับผิดชอบโดยตรง ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนหลังการปฏิบัติภารกิจหน้าที่ประจำ จัดแบ่งเวลาที่ใช้ในการเรียน คือ หน่วยการเรียนละ 1 วัน เมื่อผู้เรียนได้ทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเสร็จสิ้นแล้วได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระแน่นเกินไปควรแบ่งเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน ให้สั้นลง เนื่องจากเป็นเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับระบบธรณีวิทยา มีการใช้ภาษาอังกฤษทับศัพท์จำนวนมาก ทำให้ยากต่อการเรียน

2. การพิมพ์ข้อความในชุดการสอนรายบุคคล มีที่พิมพ์ผิด ควรตรวจสอบ และปรับปรุง แก้ไขให้ถูกต้อง

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการทดลองครั้งที่ 1 จากผู้เรียนมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน ให้มีความกระชับมากขึ้น และปรับปรุง แก้ไข โดยการใช้ภาษาไทยในการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด คำใดเป็นคำศัพท์เฉพาะผู้วิจัยใช้ภาษาไทยในวงเล็บ เพื่อประกอบคำนั้น

2. ตรวจสอบปรับปรุง แก้ไข ข้อความพิมพ์ผิด ตกหล่น พิมพ์ซ้ำ ในชุดการสอนรายบุคคล

ผู้วิจัย ปรับปรุงแก้ไข ชุดการสอนรายบุคคลตามข้อเสนอแนะ ต่อจากนั้น ผู้วิจัยนำชุดการสอนรายบุคคลนี้ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็ก เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายบุคคลต่อไป

ผลที่ได้รับจากการทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอนรายบุคคลในลักษณะกลุ่มเล็ก เกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และตรวจสอบผลคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ปรากฏผล การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตาราง 5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน จำนวน 5 คน

หน่วยการเรียนที่	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน		E_1	E_2	E_1/E_2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (n = 5)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (n = 5)			
1	35	28.20	20	16.40	80.57	80.00	80.57/80.00
2	45	36.00	20	16.20	80.00	81.00	80.00/81.00
3	30	24.60	20	16.00	82.00	80.00	82.00/80.00
รวม	110	88.80	60.00	48.60	80.86	80.33	80.86/80.33

จากตาราง 5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียน จำนวน 5 คน ปรากฏว่า ผู้เรียนที่ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ทั้ง 3 หน่วยการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) 80.86 คะแนน ได้ร้อยละ 88.80 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) 48.60 คะแนน ได้ร้อยละ 80.33 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.86/80.33 แสดงว่า ผ่านเกณฑ์ประเมิน 80/80

ผลที่ได้รับจากการหาประสิทธิภาพกับผู้เรียน จำนวน 5 คน แสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต่อจากนั้นผู้วิจัย ได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นข้อบกพร่อง และปัญหาต่างๆ ในขณะทดลอง ได้แก่

1. ภาพประกอบน้อยเกินไป ควรจัดทำ CD ประกอบการเรียน จากชุดการสอนรายบุคคล เพราะภาพที่มีอยู่ในชุดการสอนเป็นภาพขาว – ดำ ทำให้ดูภาพไม่ชัดเจน

2. ควรให้เวลาผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาสาระ จากชุดการสอนรายบุคคลได้ ในเวลาปฏิบัติราชการ โดยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในช่วงปฏิบัติงาน เพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน และเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมงาน

3. ควรมีการอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพราะผู้เรียนต้องรับผิดชอบศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง

ผู้วิจัยจึงนำข้อบกพร่องและปัญหาที่พบไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และประธาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ เพื่อดำเนินการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคล ให้มีความเหมาะสม พร้อมที่จะนำไปทดลองใช้จริงต่อไป โดยดำเนินการ ดังนี้

1. จัดทำ CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนแต่ละหน่วยการเรียน

2. จัดทำตารางเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ทำเรื่องขออนุมัติการใช้เวลา ในราชการ ให้ผู้เรียนมีโอกาสศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองในเวลาราชการ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีอิสระทั้งเวลา และสถานที่ในการศึกษาเนื้อหาสาระ จากชุดการสอนรายบุคคล และผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน เพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน

3. ทำคู่มือประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เพื่ออธิบายรายละเอียดขั้นตอนการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพราะผู้เรียนต้องรับผิดชอบศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง

ผลที่ได้รับจากการทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ซึ่งเป็นนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และตรวจสอบผลคะแนน ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน และผลคะแนนที่ได้รับจากแบบทดสอบหลังเรียน ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตาราง 6 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับผู้เรียน จำนวน 30 คน

หน่วยการเรียนที่	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน		E_1	E_2	E_1/E_2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (n = 30)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (n = 30)			
1	35	29.17	20	16.13	83.33	80.67	83.33/80.67
2	45	38.43	20	16.63	85.41	83.17	85.41/83.17
3	30	25.40	20	16.63	84.67	83.17	84.67/83.17
รวม	110	93.00	60	49.40	84.47	82.33	84.47/82.33

จากตาราง 6 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียน จำนวน 30 คน เป็นการทดลองกลุ่มใหญ่ ปรากฏว่าผู้เรียนที่ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองทั้ง 3 หน่วยการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) 93.00 คะแนน ได้ร้อยละ 84.47 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) 49.40 คะแนน ได้ร้อยละ 82.33 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.47/ 82.33 ผ่านเกณฑ์ประเมิน 80/80

ผลที่ได้รับจากการหาประสิทธิภาพแสดงให้เห็นว่า ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นข้อบกพร่อง และปัญหาที่พบในขณะทดลอง และจากการสังเกตนายทหารชั้นสัญญาบัตร ขณะศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคลมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้เรียนเกิดการรวมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล ซึ่งเป็นกลุ่มที่เกิดขึ้นอย่างไม่เป็นทางการ
2. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจศึกษาชุดการสอนรายบุคคล
3. จากการให้อิสระในการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล ทำให้การปฏิบัติงานของผู้เรียนใช้เวลาไม่เท่ากัน

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผู้เรียนที่ได้รับจากการทดลองครั้งที่ 3 มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสมกับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร และพร้อมที่จะนำไปใช้จริงกับนายทหารชั้นสัญญาบัตรต่อไป

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

เป็นการนำชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้ศึกษาเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 7 – 19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. จำนวนและร้อยละของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว
3. ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

1. จำนวนและร้อยละของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว

ตาราง 7 จำนวนและร้อยละของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว

สถานภาพส่วนตัว	จำนวน (n = 30)	ร้อยละ
1. เพศ		
หญิง	11	36.70
ชาย	19	63.30
รวม	30	100
2. อายุ		
ต่ำกว่า 30 ปี	19	63.30
ตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป	11	36.70
รวม	30	100
3. วุฒิการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	20	66.70
ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	10	33.30
รวม	30	100
4. ระดับชั้นยศ		
ร้อยตรีถึงพันตรี	22	73.30
พันโทถึงพันเอก	8	26.7
รวม	30	100

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเมื่อจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว เพศ อายุ ระดับการศึกษา ระดับชั้นยศ ปรากฏผล ดังนี้

1. เพศ พบว่า ผู้เรียนที่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.30 เพศหญิง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.70

2. อายุ พบว่า ผู้เรียนส่วนมากมีอายุระดับต่ำกว่า 30 ปี ซึ่งมากกว่าระดับอายุ 30 ขึ้นไป จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.30 ระดับ อายุสูง 30 ขึ้นไป จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.70.

3. วุฒิการศึกษา พบว่า ผู้เรียนส่วนมากมีวุฒิการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรีมากกว่าวุฒิปริญญาตรี หรือสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ66.70 วุฒิการศึกษาปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.30

4. ระดับชั้นยศ พบว่า ผู้เรียนส่วนมากมีระดับชั้นยศร้อยตรีถึงพันตรีมากกว่าระดับพันโทถึงพันเอก จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.30 ระดับพันโทถึงพันเอก จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.70

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษา ชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามเพศ

เพศ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
หญิง	11	48.73	4.714			
				28	.727	.473
ชาย	19	47.63	3.499			

จากตาราง 8 พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามอายุ

อายุ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
ตั้งแต่ 30 ปี หรือต่ำกว่า 30 ปี	19	47.63	3.218			
				28	.727	.473
สูงกว่า 30 ปีขึ้นไป	11	48.73	5.061			

จากตาราง 9 พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีอายุต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษา ชุดการสอนรายบุคคลแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมจำแนก ตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
ต่ำกว่าปริญญาตรี	20	47.70	3.962			
				28	.648	.522
ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	10	48.70	4.029			

จากตาราง 10 พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกตามระดับชั้นยศ

ระดับชั้นยศ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
ร้อยตรีถึงพันตรี	22	47.55	3.474			
				28	1.129	.268
พันโทถึงพันเอก	8	49.38	5.041			

จากตาราง 11 พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่มีระดับชั้นยศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. **ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม** ดังตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน

ผู้เรียน	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		ผลต่าง
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	
1	60	24	60	45	21
2	60	19	60	45	26
3	60	20	60	45	25
4	60	19	60	51	32
5	60	24	60	47	23
6	60	21	60	44	23
7	60	23	60	46	23
8	60	16	60	40	24
9	60	27	60	46	19
10	60	16	60	47	31
11	60	18	60	54	36
12	60	21	60	45	24
13	60	16	60	48	32
14	60	17	60	45	28
15	60	21	60	47	26
16	60	20	60	56	36
17	60	13	60	50	37
18	60	10	60	43	33
19	60	18	60	55	37
20	60	22	60	57	35
21	60	19	60	47	28
22	60	15	60	50	35
23	60	17	60	47	30
24	60	17	60	47	30
25	60	17	60	45	28
26	60	22	60	48	26
27	60	19	60	50	31
28	60	21	60	53	32
29	60	15	60	49	34
30	60	20	60	49	29
ผลรวม		567		1441	874
$\overline{X}$		18.90		48.03	29.13

จากตาราง12 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนายทหารชั้นสัญญาบัตร จำนวน 30 คน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 18.90) และคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 48.03)

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน

ผลการทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
คะแนนก่อนเรียน	30	18.90	3.527			
				29	31.515	.000**
คะแนนหลังเรียน	30	48.03	3.943			

**p < .01

จากตาราง 13 พบว่า ผลการทดสอบหลังเรียนของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 48.03) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 18.90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

การศึกษาผลของความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพ ของชุดการสอนรายบุคคล ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอน และวิธีการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ จากการที่นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 14 ความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตร ที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำนวน 30 คน

ความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล			
1. คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสม	3.97	.414	มาก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางต่อการวางแผนการเรียนของท่าน	3.93	.521	มาก
3. คำแนะนำประจำหน่วยการเรียนช่วยให้ท่านเข้าใจขั้นตอนการศึกษาจากชุดการสอนมากขึ้น	3.77	.858	มาก
4. กำหนดแนวคิดในแต่ละหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม	4.00	.643	มาก
5. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม	3.90	.607	มาก
6. แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม	3.90	.548	มาก
7. แนวคำตอบแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม	3.87	.629	มาก
8. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเหมาะสม	3.67	.758	มาก
9. การจัดองค์ประกอบของชุดการสอนมีความเหมาะสม	4.00	.455	มาก
10. ชุดการสอนรายบุคคลนี้สามารถช่วยท่านสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.23	.626	มาก
รวม	3.94	0.606	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระ			
11. ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน	4.07	.450	มาก
12. การจัดลำดับเนื้อหามีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายากทำให้บทเรียนมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	3.93	.691	มาก
13. เนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีความชัดเจนและความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน	3.90	.662	มาก
14. ความยาวของเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม	3.87	.507	มาก
15. ภาษาที่ใช้อธิบายเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีความชัดเจน	3.70	.651	มาก
16. เนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงาน	3.83	.791	มาก
รวม	3.88	0.625	มาก
ด้านสื่อการสอน			
17. ใบความรู้ที่นำเสนอมีความชัดเจน	4.13	.629	มาก
18. ภาพประกอบเนื้อหาบทเรียนมีความชัดเจน	3.67	.758	มาก
19. CD ประกอบการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล	3.87	.776	มาก
20. ใบงานประกอบแต่ละหน่วยการเรียนช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น	4.17	.648	มาก
21. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนสามารถนำมาใช้ในการทบทวนบทเรียน	3.97	.765	มาก
22. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลตนเองของนักศึกษา	4.07	.583	มาก
รวม	3.98	.693	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
วิธีการจัดการเรียนรู้			
23. การจัดกิจกรรมการเรียนช่วยให้ท่านสามารถวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้เพื่อการนำมาวางแผนการเรียนของตนเองได้	3.83	.791	มาก
24. จากการพบกลุ่มก่อนการเรียนรู้ด้วยตนเองช่วยให้ท่านสามารถกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3.77	.728	มาก
25. แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน แบบทดสอบหลังเรียน เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม	4.03	.615	มาก
26. ท่านมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน	3.87	.776	มาก
27. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ท่านได้รับความรู้มากขึ้น	4.10	.712	มาก
28. โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจหลังจากได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล	4.00	.788	มาก
รวม	3.93	.735	มาก
รวมทั้งสิ้น	3.93	.664	มาก

จากตาราง 14 พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอน และด้านวิธีการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.93) โดยมีความพึงพอใจ ของแต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับมาก ดังนี้

1. ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคลนายทหารชั้นสัญญาบัตร

กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.94)

2. ด้านเนื้อหาสาระนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.88)

3. ด้านสื่อการสอนนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.98)

4. ด้านวิธีการเรียนรู้นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.93)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม สาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม โดยวิเคราะห์ตาม เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ระดับชั้นยศ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตรจากการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินก่อนเรียน และหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 2 หน่วยงาน คือ กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองนโยบายและแผน กองวิจัยและพัฒนา กองการปิโตรเลียม และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ประกอบด้วย 3 กอง ได้แก่ กองสำรวจและผลิตปิโตรเลียม กองส่งกำลังและบริการ และกองการกลั่นปิโตรเลียม จำนวน 185 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาจากนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในส่วนกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ผู้วิจัย ใช้วิธีการ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คัดเลือกมากองละ 5 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

สมมุติฐานในการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ตั้งสมมุติฐาน ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีเพศต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

3. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีอายุต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

4. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีวุฒิการศึกษาต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

5. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่มีระดับชั้นยศต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

6. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

7. นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยและพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการและการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร กรมการพลังงานทหาร ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ศึกษาหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน ศึกษาหลักการแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ศึกษาข้อมูลงานวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รายงานการวิจัย และบทคัดย่อ

ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษามากำหนดแนวทางการดำเนินงาน และออกแบบเป็นชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และนำชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมิน ดังนี้

1.1 ผลประเมินความเหมาะสมชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านวัดผล และประเมินผล พบว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

1.2 ผลประเมินความสอดคล้องชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการวัดผลและประเมินผล พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ผู้วิจัย คงสาระของชุดการสอนรายบุคคลไว้ตามเดิม

2. ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้นำชุดการสอนรายบุคคลที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมและผลการประเมินความสอดคล้อง จากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ทดลองใช้กับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร ที่มิใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น ให้มีความเหมาะสม ต่อการนำไปใช้จริง สำหรับการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล ผู้วิจัยดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 1 นำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 1 คน เพื่อต้องการข้อเสนอแนะและปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล และการนำไปใช้จริงต่อไป

2.2 ทดลองกับผู้เรียนกลุ่มเล็ก นำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 5 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล กับผู้เรียนในลักษณะกลุ่มเล็ก เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 80/80 และนำผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพมาทำการปรับปรุง ชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้จริงต่อไป

2.3 ทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ นำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียนในลักษณะกลุ่มใหญ่ เกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และนำผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพมาทำการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้จริงต่อไป

ผลการหาประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ ปรากฏว่า จากการทดลองทั้งกลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมต่อ

การนำไปใช้ ในการให้ความรู้แก่นายทหารชั้นสัญญาบัตร ให้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ต่อไป

3. ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้เรียนมาปรึกษากับประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ เพื่อปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคล ก่อนนำชุดการสอนรายบุคคลไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ต่อไป

ตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร จากการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ตอนที่ 2 นี้ เป็นขั้นตอนการนำชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และผ่านการปรับปรุง จนมีความเหมาะสมต่อการนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมจากการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ในส่วนของกองบัญชาการกรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คัดเลือกมากองละ 5 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.2 คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.4 ใบความรู้

2.5 ใบงาน

2.6 แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

2.7 CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล

2.8 แบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคล

3. ดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

4. วิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ในขั้นตอนที่ 3 นี้ ผู้วิจัย ได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตร ที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยการนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่มิได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นายทหารชั้นสัญญาบัตร กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำนวน 30 คน ในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2550 ผลที่ได้รับจากการหาค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตร ที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96

สรุปผลการวิจัย

1. ผลที่ได้รับจากการประเมินชุดการสอนรายบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็นผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคล และผลการประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคล ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการวัดผลและประเมินผล รายละเอียด ดังนี้

1.1 ผลประเมินความเหมาะสมชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการวัดผลและประเมินผล ของผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.19 และการพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านวัตถุประสงค์ และด้านสื่อมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ทั้ง 2 ด้าน นอกนั้นอยู่ในระดับมาก

1.2 ผลประเมินความสอดคล้อง ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการวัดผลและประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ผู้วิจัยคงสาระไว้ตามเดิม

2. ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผู้วิจัยทำการทดลองหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอนรายบุคคล รวมทั้งสิ้น จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่

2.1 การทดลองครั้งที่ 1 เป็นแบบ 1:1 กับผู้เรียน จำนวน 1 คน เพื่อทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคล และรวบรวมข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะจากผู้เรียน นำผลที่ได้รับจากการทดลอง นำมาปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปทดลองครั้งต่อไป

2.2 การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน ผลที่ได้รับจากการทดลอง พบว่า หน่วยการเรียนที่ 1 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.57/80.00 หน่วยการเรียนที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/81.00 และหน่วยการเรียนที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.00/80.00 และประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล ทั้ง 3 หน่วยการเรียน ในภาพรวม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.86/80.33 แสดงว่า ชุดการสอนรายบุคคลผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ 80/80 สามารถนำมาทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ต่อไปได้

2.3 การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอนรายบุคคลกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ จำนวน 30 คน ผลที่ได้รับจากการทดลอง พบว่า หน่วยการเรียนที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/80.67 หน่วยการเรียนที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.41/83.17 และหน่วยการเรียนที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.67/83.17 และประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลทั้ง 3 หน่วยการเรียน ในภาพรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.47/82.33 แสดงว่า ชุดการสอนรายบุคคลผ่านเกณฑ์การประเมิน ที่กำหนดไว้ 80/80

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนายทหารชั้นสัญญาบัตรกรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ดังนี้

3.1 จำนวนและร้อยละของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว พบว่า ผู้เรียนส่วนมาก เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิงมีอายุ 30 ขึ้นไป ผู้เรียนส่วนมากจบการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี และผู้เรียนส่วนมากมีระดับชั้นยศร้อยตรีถึงพันตรี

3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจำแนกตามสถานภาพส่วนตัว ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ระดับชั้นยศ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลของการศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

5. ผลจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ประเด็นปัญหาต่างๆ จากการเข้าร่วมกิจกรรมการพบกลุ่มหลังเรียน พบว่า

5.1 ด้านเนื้อหาสาระที่ได้ที่ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมีประโยชน์ต่อนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เป็นอย่างมาก

5.2 ด้านชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสามารถนำมาใช้พัฒนาบุคลากรในหน่วยงานได้เป็นอย่างดี

5.3 ด้านการพัฒนาตนเอง ช่วยพัฒนาความคิดนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ให้สามารถคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นเป็นตอน

การอภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการพัฒนาบุคลากร หลักการ และแนวคิดการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล การพัฒนาสื่อการสอน แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง ศึกษาข้อมูลงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ บทคัดย่องานวิจัย และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน กำหนดเป็นเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์ ของการเรียนรู้ ในชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยผู้วิจัย แบ่งเนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลออกเป็น 3 หน่วยการเรียน และจัดทำคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล ต่อจากนั้น ผู้วิจัยนำชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นไปขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านชุดการสอน และด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคล ได้แก่ ด้านลักษณะรูปเล่ม ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการวัดและประเมินผล ผลการตรวจสอบพบว่า ชุดการสอนรายบุคคล มีความเหมาะสม อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านวัตถุประสงค์มีระดับเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้เรียนมีอิสระ ในการเข้าถึงเนื้อหา ในแต่ละหน่วยการเรียน เนื้อหาสาระของชุดการสอนรายบุคคล มีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงาน ในความรับผิดชอบ ความน่าเชื่อถือของชุดการสอนรายบุคคล คุณภาพของชุดการสอนรายบุคคล และประโยชน์ในการทบทวนความรู้ และความเข้าใจในบทเรียนอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อพิจารณาด้านสื่อ เป็นรายข้อ พบว่า ตัวอักษร ภาพที่ใช้นำเสนอใน CD ความสอดคล้องของภาพประกอบเนื้อหาใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเองอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาสาระ ชุดการสอน

รายบุคคล มีความสำคัญต่อการปฏิบัติหน้าที่หลักของผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร จำเป็นต้องรู้ และชุดการสอนรายบุคคล ได้จัดแบ่งเนื้อหาสาระออกเป็นหน่วยการเรียน จัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เพื่อสะดวกต่อการเรียน กำหนดกิจกรรมการเรียน โดยใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เวลาในการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลได้อย่างอิสระ สอดคล้องกับ ศิริมา สาระพล (2547: 121) ที่วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อย เรียงลำดับต่อเนื่องกันจากง่ายไปยาก ใช้ภาษาอ่านแล้วเข้าใจง่าย มีใบความรู้ ใบงาน ให้ผู้เรียนปฏิบัติระหว่างเรียน มีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนรับความรู้ได้ดีกว่าการได้รับความรู้ครั้งละมาก ๆ และพบว่าควรมีการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนทราบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามเนื้อหาและรู้แนวทางวัดผลในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา ได้จากการทำแบบฝึกระหว่างเรียน

ด้านประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน จากการนำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้ครั้งแรกกับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร ที่มิใช่กลุ่มตัวอย่างครั้งแรกกับผู้เรียน จำนวน 1 คน พบว่า ชุดการสอนรายบุคคลที่พัฒนาขึ้นมีส่วนที่ต้องปรับปรุง ได้แก่ เนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนแน่นเกินไป มีที่พิมพ์ผิดหลายแห่ง ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ตามที่ได้รับจากข้อเสนอแนะ เพื่อให้ชุดการสอนรายบุคคล มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ และสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจศึกษาชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคล เป็นเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการปฏิบัติหน้าที่โดยตรง โดยเฉพาะเรื่องการจัดหาพลังงานทดแทน และพบว่า ผู้เรียนใช้เวลาว่างหลังจากการปฏิบัติภารกิจหน้าที่ประจำ เพื่อศึกษาชุดการสอนรายบุคคล และเมื่อนำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล ครั้งที่ 2 กับผู้เรียนจำนวน 5 คน พบว่า ชุดการสอนรายบุคคลมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.86/80.33 และจากข้อเสนอแนะของผู้เรียน และพบว่า ผู้เรียนต้องการให้มีภาพประกอบเนื้อหาสาระเพิ่มขึ้น ต้องการใช้เวลาในช่วงปฏิบัติงาน ในหน่วยงาน เพื่อศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลพร้อมกับเพื่อนร่วมงาน เพื่อได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และต้องการให้มีการอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ ชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เพื่อความชัดเจน เนื่องจากผู้เรียนต้องรับผิดชอบในการศึกษา จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ผู้วิจัยปรึกษาประธาน และกรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ดำเนินการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ให้มากขึ้น ได้แก่ การทำ CD ประกอบการเรียน

เพื่อให้เห็นภาพ และรายละเอียดเนื้อหาสาระได้ชัดเจนมากขึ้น ขออนุมัติต้นสังกัดให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร ให้สามารถใช้เวลาราชการศึกษาชุดการสอนรายบุคคลได้อิสระ ทั้งเวลาและสถานที่ จัดทำคู่มือประกอบการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการเรียน จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ได้ชัดเจนมากขึ้น จากนั้นจึงนำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 กับผู้เรียน จำนวน 30 คน พบว่า ชุดการสอนรายบุคคลมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 84.47/82.33 อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง หลักการ และแนวคิดการพัฒนาสื่อการสอน รวมทั้งศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รายงานการวิจัย และบทคัดย่อที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากการศึกษา นำมากำหนดแนวทางการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล ทำให้ชุดการสอนรายบุคคล ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ ดวงใจ พัฒนไชย (2541: 114 – 115) ที่วิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดการสอนวิชาดนตรีเรื่องโน้ตสากลเบื้องต้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนแตกต่างกัน พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เนื่องมาจากชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้าง อย่างมีระบบและวิธีการที่เหมาะสม กล่าวคือ ก่อนดำเนินการผู้วิจัยศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ คู่มือครูแบบเรียนวิชาดนตรี เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหา และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับ จำนวนคาบ และเวลาที่สอน มีการเขียนแผนการสอน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา ผ่านการแก้ไขข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ จึงเป็นชุดการสอนรายบุคคล ที่มีการนำสื่อการสอนมาใช้ร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียน รวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนภาคปฏิบัติ ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน และผลงานวิจัยยังสอดคล้องกับ สิริมา สาระพล (2547: 121) ที่วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การพัฒนาชุดการเรียนการสอน ควรศึกษาวิธีการสร้างชุดการเรียนการสอน การวิเคราะห์หลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์เนื้อหาวิชา กระบวนการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ และวิธีการประเมิน ที่ยึดถือความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ ในการเรียนเป็นหลัก จึงส่งผลให้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ สายใจ วิมูลชาติ (2540: บทคัดย่อ) ที่วิจัย เรื่องพัฒนาชุดการสอนเทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาชุดการสอน เรื่อง เทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ให้กับผู้ใต้บังคับบัญชาพนักงานระดับหัวหน้าธนาคารเพื่อการเกษตร และสหกรณ์การเกษตร กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน พบว่า เทคนิค

วิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.79/82.25 หมายความว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และสอดคล้องกับ วาสนา เพิ่มพูล (2549: 143) ที่วิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนเสริมวิชาภาษาอังกฤษระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักศึกษาการศึกษานอกโรงเรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พบว่า การหาประสิทธิภาพ ชุดการสอนเสริมโดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 เพราะชุดการสอนเสริมวิชาภาษาอังกฤษระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มีการพัฒนาเป็นระยะๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่และธรรมชาติของรายวิชา

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนายทหารชั้นสัญญาบัตรจากการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จากการศึกษาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน จำแนกตามสถานภาพส่วนตัว พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีสถานภาพต่างกัน ได้แก่ อายุ วุฒิการศึกษา ระดับชั้นยศ ต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้น มีการออกแบบกิจกรรม การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลไว้อย่างเป็นระบบ มีคู่มือประกอบการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล มี CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล มีใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นชุดการสอนรายบุคคลที่ผู้เรียนสามารถประเมินผล การเรียนของตนเองได้ด้วยตัวเองตามความต้องการ รวมทั้งออกแบบให้ผู้เรียนได้มีการพบกลุ่ม เพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคลได้อย่างอิสระ ไม่จำกัดเวลา และสถานที่ ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนในชุดการสอนรายบุคคลได้ตลอดเวลาที่มีความพร้อม สอดคล้องกับงานวิจัย กรแก้ว อัจนวัจน์ (2537: 128) ที่ศึกษา เรื่องการพัฒนา ชุดการเรียนรายบุคคล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ เลขานุการในสังคมสารสนเทศ พบว่า ชุดการเรียน สามารถช่วยให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ได้ตามความแตกต่างของบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ควบคู่ไปกับการปฏิบัติงาน ตามขีดจำกัดความสามารถของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ที่สามารถเรียนรู้ได้อย่างดีด้วยการนำตนเอง (Knowles. 1975: 14 – 16)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลการทดสอบหลังเรียนผู้เรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียน ซึ่งเป็น

นายทหารชั้นสัญญาบัตร ที่ได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ งานวิจัยของพิเศษ ภัทรพงษ์ (2540: บทคัดย่อ) ที่วิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการเรียนด้วยตนเองวิชากีตาร์เบื้องต้นสำหรับผู้เรียนกลุ่มสนใจ ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดนครสวรรค์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของจิรกรณ์ ศิริประเสริฐ (2542: 101 – 105) ที่วิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 พบว่า ครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 ที่รับการฝึกอบรมใช้ชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ เรื่องทักษะกระบวนการเรียนรู้สูงกว่าครูที่ไม่ได้รับการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สุภาวดี ด่านธำรงกูล ; นงลักษณ์ เชษฐภักดีจิต ; ศุกร์ใจ เจริญสุข (2543: 194 – 203) ที่ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอนทางการพยาบาล ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่านักศึกษาที่เรียนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.5

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน ถือว่า เป็นนวัตกรรมทางการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถนำมาใช้ เป็นชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนได้ ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้

สอดคล้องกับแนวคิดของ โนลส์ (Knowles. 1990: 31) ที่กล่าวว่า ผู้ใหญ่จะเรียนรู้ได้ดี ต้องตรงกับความต้องการและความสนใจ และการเรียนรู้จะได้ผลดีต้องเป็นการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของผู้ใหญ่ ซึ่งการที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสะดวกของตนเอง มีความเป็นอิสระในเรื่องของเวลา และชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียน มีคู่มือประกอบการเรียน จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจวิธีการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล สามารถศึกษาเนื้อหาสาระจากชุดการสอนรายบุคคลได้ด้วยตัวเองทั้งหมด ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีอิสระในการเรียน มี CD ประกอบการเรียนที่มีรูปภาพแสดงชัดเจน มีแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ผู้เรียน ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองได้ทันที จากแบบเฉลย ที่จัดเตรียมไว้ให้ในคู่มือประกอบการเรียน นับว่าเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน และผู้เรียนสามารถ ใช้แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน เพื่อการทบทวนบทเรียนได้อีกด้วยกรณีที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา ส่วนใดแล้วหากไม่เข้าใจ สามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำได้ สำหรับกิจกรรมปฏิบัติตามใบงาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบจากเนื้อหา

ที่มีอยู่ในชุดการสอนรายบุคคล ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระได้มากขึ้น นอกจากการเรียนรู้ด้วยตนเองจากชุดการสอนรายบุคคลแล้ว แผนการเรียน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสมาพบกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สรุปความรู้และประสบการณ์ ที่ได้รับจากการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง โดยมีวิทยากรจากภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ จัดหาแหล่งความรู้ เพื่อให้ผู้เรียน ได้รับประสบการณ์จริง ให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมภาคสนาม เพื่อศึกษาอุปกรณ์จริงที่ใช้ในการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ที่ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประกอบการเรียนรู้ จากชุดการสอนรายบุคคล ภายหลังการทดสอบหลังเรียนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ผลของการศึกษาความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่มีต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน พบว่า นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก เฉลี่ยรวม 3.93 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการสอน วิธีการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในด้านต่างๆ สามารถนำมาอภิปรายได้ ดังนี้

3.1 ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เป็นเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหน้าที่ของผู้เรียนซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร โดยตรง การนำเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้ใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนในประเทศไทยนำมาจัดทำเป็นชุดการสอนรายบุคคลที่มีการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาจัดเรียงลำดับเนื้อหาวิชาจากง่ายไปหายาก จัดทำเป็นชุดการสอนรายบุคคล มีคู่มือประกอบการเรียน แผนการเรียน ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน รวมทั้ง CD ประกอบการเรียน เพื่อให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้ศึกษาเนื้อหาสาระอย่างอิสระ ไม่ต้องใช้เวลาในการเข้ารับการฝึกอบรมในห้องประชุมเป็นเวลาหลายวัน การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล ผู้เรียนมีความสุขต่อการเรียน มีความกระตือรือร้น แข่งขันกันศึกษาบทเรียน มีโอกาสคุยกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นบรรยากาศการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมยอมรับซึ่งกันและกัน เป็นความภาคภูมิใจของตนเอง เป็นลักษณะของการเรียนรู้ในวัยผู้ใหญ่ ตรงกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร เพราะผู้ใหญ่ชอบการชี้นำตนเองมากกว่าการที่ต้องการให้มีการชี้แนะ ผลที่ได้รับจากงานวิจัย

สอดคล้องกับแนวคิดของ โนลส์ (Knoeles. 1989: 89 – 91) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ต้องการชี้นำตนเอง ต้องการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เกิดจากการสร้างแรงจูงใจภายใน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกดีต่อการเรียนรู้ของตนเอง

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนของตนเอง ตั้งแต่การวางแผนการเรียน การเขียนแผนการเรียนรู้ของตนเอง การหาแหล่งความรู้ รวมทั้งการคิดค้นวิธีการเรียนของตนเองตามที่ตนถนัด เพื่อความสำเร็จต่อการเรียน และประเมินตนเอง เพื่อการตัดสินใจว่า จะศึกษาหน่วยการเรียนต่อไป หรือควรทบทวนเนื้อหาเดิม เพื่อความเข้าใจก่อนที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงกระตุ้นนำคุณลักษณะการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเองของตนเองแสดงออกมาเป็นความรับผิดชอบต่อตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ไนท์ (Knight. 1999: 17) ที่กล่าวว่า การเห็นคุณค่าในสิ่งที่ตนทำจะเป็นการสร้างความพึงพอใจและเป็นแรงจูงใจอย่างยั่งยืน

3.3 การนำชุดการสอนรายบุคคลไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร นอกจากเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองแล้ว ผู้วิจัยจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเยี่ยมชมสาธิต ดูงานห้องทดลอง ส่องกล้องดูชั้นถ่านหิน ร่วมทดลองวิธีการแยกก๊าซมีเทนออกจากชั้นถ่านหิน การวินิจฉัยถ่านหิน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น โดยมีอาจารย์จากภาควิชาทรัพยากรธรณี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำหน้าที่เป็นวิทยากร คอยอำนวยความสะดวกและถ่ายทอดประสบการณ์ตรง ซึ่งสอดคล้องกับ สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2547: 246) ที่กล่าวถึงบทบาทของประสบการณ์ว่า เป็นแหล่งที่มีคุณค่าสูงยิ่งต่อการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นการสร้างมุมมองโลกทัศน์ภายนอก รวมทั้งสนองตอบต่อนโยบายตามแผนยุทธศาสตร์ของกรมการพลังงานทหาร ที่กำหนดให้บุคลากรของกรมพลังงานทหาร ควรได้มีโอกาสเยี่ยมชมองค์กรต่างๆ ภายนอกกระทรวงกลาโหม และทั้งภายในภายนอกประเทศที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เกี่ยวกับการบริหารจัดการ ระบบคุณภาพ การพลังงาน การบริการสารสนเทศ ที่เสริมสร้างให้บุคลากรมีสมรรถนะสูงขึ้น กิจกรรมที่จัดขึ้นจึงถือได้ว่า เป็นกิจกรรมที่ช่วยเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ได้ชัดเจนมากขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมเสริมในส่วนที่ขาดหาย เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกพึงพอใจต่อการศึกษาดูงาน ณ ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. ผลจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

ผลที่ได้จากการร่วมกิจกรรมการพบกลุ่มหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ที่ร่วมกิจกรรมการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้แนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนายทหารชั้นสัญญาบัตร ออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอสรุปประเด็นที่ค้นพบ สามารถนำมาอภิปรายได้ ดังนี้

4.1 ด้านเนื้อหาสาระที่ได้ที่ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีประโยชน์อย่างมากเพราะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้พัฒนาหลุมผลิตปิโตรเลียมให้เป็นแหล่งผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเตรียมบุคลากร เพื่อรองรับภารกิจตามแผนปฏิบัติการต่อไป

4.2 ด้านชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ถือได้ว่าเป็นทางเลือกในการแสวงหาความรู้ สามารถนำมาใช้พัฒนาบุคลากรในหน่วยงานได้เป็นอย่างดี ช่วยให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้มีทิศทางการปฏิบัติงานด้านการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เป็นไปตามหลักวิชาการ

4.3 ด้านการพัฒนาตนเอง ช่วยพัฒนาความคิดเป็นขั้นเป็นตอน ถือได้ว่าสามารถนำชุดการสอนรายบุคคลช่วยเพิ่มศักยภาพของบุคคลได้ และช่วยให้ผู้บริหาร สามารถนำความรู้ ที่ได้รับจากการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลในครั้งนี้ ไปถ่ายทอดให้กับพนักงานระดับปฏิบัติการต่อไปได้

นอกจากนั้นนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้มีความเห็นร่วมกันว่า จากการพัฒนา ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยใช้แนวทางการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ในครั้งนี้ สามารถนำความรู้และวิธีการที่ได้รับไปแนะนำเผยแพร่ต่อไปได้ เป็นการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน เพื่อการศึกษาค้นคว้าต่อไปในอนาคต เป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่าง กองบัญชาการ กรมการพลังงานทหาร และศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านพลังงาน สำหรับการพัฒนาต่อไป และเห็นว่า ควรมีการจัดให้ความรู้แก่บุคลากรในหน่วยงานเช่นนี้อีก ซึ่งหัวข้อที่สนใจ ได้แก่ เทคโนโลยีการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม บริหารจัดการแหล่งน้ำมันควบคู่ก๊าซธรรมชาติ พลังงานทดแทนที่สะอาด เช่น ลม น้ำ แสงอาทิตย์ การกลั่นปิโตรเลียม ด้วยปิโตรเคมี เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพัฒนาการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. **ข้อเสนอแนะทั่วไป**

1.1 ผู้บริหารระดับสูง ควรกำหนดนโยบายสนับสนุนให้บุคลากรในสังกัดได้พัฒนาความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่องเป็นรูปธรรม ทำความเข้าใจและกระตุ้นให้บุคลากร เกิดความตระหนักเกี่ยวกับการศึกษาหาความรู้จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเสริมสร้างคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล ควรสนับสนุนให้ผู้บริหารของหน่วยงานในสังกัดได้มี ความรู้ ความเข้าใจ วิธีการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล เพื่อส่งเสริมให้บุคลากรในองค์การได้รับความรู้ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านพลังงานทดแทน

1.2 ผู้บริหารของหน่วยงานควรจัดให้มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก เอื้อต่อการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้นอย่างเพียงพอ และส่งเสริมให้บุคลากรในสังกัดเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา เช่น การจัดให้มีห้องสมุด เพื่อการเรียนรู้ในองค์กร จัดทำเป็นแหล่งวิทยบริการ จัดเก็บชุดการสอนรายบุคคลในเรื่องต่างๆ บริการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตอย่างรวดเร็ว จัดหาสื่อและอุปกรณ์ที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ เป็นต้น

1.3 การนำชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ไปใช้กับหน่วยงานอื่น ควรมีการปรับเนื้อหาสาระในภาพรวม และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมต่อองค์กรให้มากขึ้น และควรปรับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นการพัฒนาทั้งด้านความรู้ และกระบวนการเรียนควบคู่กันไป

2. **ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป** มีดังนี้

2.1 ควรศึกษาถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคงทนในการเรียนของผู้เรียน หรือมีปัจจัยใดบ้างที่เป็นอุปสรรคต่อความคงทนของผู้เรียนที่ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล

2.2 ควรพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเพื่อให้บุคลากรในองค์กรได้มีความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนในเรื่องอื่นเพิ่มขึ้น เช่น เทคโนโลยีการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม การบริหารจัดการแหล่งน้ำมันควบคู่ก๊าซธรรมชาติ พลังงานทดแทนที่สะอาด การกลั่นปิโตรเลียม ด้วยปิโตรเคมี เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน จากชุดการสอนรายบุคคลด้วยวิธีการศึกษาเปรียบเทียบผลการนำชุดการสอนรายบุคคลไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน ได้แก่

ปัจจัยด้านผู้เรียน ด้านแหล่งวิทยาการการเรียนรู้ ด้านความแตกต่างขององค์กรที่นำชุดการสอนรายบุคคลไปใช้ เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้รับไปปรับปรุงรูปแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากชุดการสอนรายบุคคลให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพจริงต่อไป

2.4 ควรมีการศึกษา และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง โดยพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรแก้ว อัจนวัจน์. (2537). *การพัฒนาชุดการเรียนรายบุคคลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพเลขานุการในสังคมสารสนเทศ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กรมการพลังงานทหาร. (2548). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร พ.ศ.2549 – 2553*. กรุงเทพฯ: กรมการพลังงานทหาร.

----------. (2549). *แผนงานและโครงการสำรวจและประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน*. กรุงเทพฯ: กรมการพลังงานทหาร.

กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการศึกษานอกโรงเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (ม.ป.ป.). *นวัตกรรมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กิ่งกาญจน์ ตั้งศรีไพร. (2542). *วิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักการศึกษานอกโรงเรียนสายสามัญ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิธีการเรียนทางไกลในจังหวัดนนทบุรี*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

กิดานันท์ มลิทอง. 2540. *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณาพร คมสัน. (2540). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

จงกลนี ชุติมาเทวินทร์. (2542). *การฝึกอบรมเชิงพัฒนา*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล.

จรรยา เงินมูล. (2543, ตุลาคม-ธันวาคม). วิกฤตราคาน้ำมันแพง และมาตรการแก้ไขปัญหา. *วารสารโลกพลังงาน*. (9): 73 – 76.

จักนรินทร์ เหลืองอ่อน. (2550). *สื่อการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2550, จาก http://www.mcupl.th.edu/media/chapter1.ppt.

จำเนียร จวงตระกูล. (ม.ป.ป.). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เล่มที่ 1 : ปรัชญา แนวคิด ทฤษฎี และกระบวนทัศน์ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ศูนย์กฎหมายธุรกิจ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.

----------. (ม.ป.ป.). *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เล่มที่ 2: การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพฯ: บริษัทศูนย์กฎหมายธุรกิจอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.

จิรกรณ์ ศิริประเสริฐ. (2542, มิถุนายน – ตุลาคม). การสร้างชุดฝึกอบรมทักษะกระบวนการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. 12(1): 101 – 105.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ; และคนอื่นๆ. (2523). *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา หน่วยที่ 11 – 1 5*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชาวลิต ตนานนท์ชัย. (2547, 17 มีนาคม). *การเรียนรู้ด้วยตนเอง : การเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับสังคมปัจจุบัน*. สยามรัฐ. หน้า 7.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีทางการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ธีระพงษ์ มณีเพ็ญ. (2544). *การพัฒนาชุดคอมพิวเตอร์ฝึกอบรม เรื่อง เทคนิคการสอน*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2527). *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์: แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

บุญญวิจักษณ์ เหล่ากอที. (2543). *รายงานสรุปผลการวิจัยเรื่อง ความช่วยเหลือด้านการฝึกอบรมและวิชาการตามข้อ 29 แห่งอนุสัญญาสหประชาชาติเพื่อต่อต้านอาชญากรรมข้ามชาติที่จัดตั้งในลักษณะองค์กร ค.ศ.2000*. กรุงเทพฯ: สถาบันกฎหมายอาญา สำนักงานอัยการสูงสุด.

เปรมวดี คฤหเดช. (2540). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมเชิงประสบการณ์เพื่อพัฒนาการทำงานเป็นทีมสำหรับนักศึกษาพยาบาล*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พงษ์ศิลปะ แก้วรัตนศรีโพธิ์. (2549, พฤษภาคม). การสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การควบคุมระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าด้วยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรม. *วารสาร RSU JET วิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต*. 9(2): 39 – 46.

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). *การพัฒนาชุดการเรียน เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มินันต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิเศษ ภัทรพงษ์. (2540). *การพัฒนาชุดการเรียนด้วยตนเอง วิชากีตาร์เบื้องต้นสำหรับผู้เรียนกลุ่มสนใจ ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดนครสวรรค์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษานอกโรงเรียน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2549). *ความหมายชุดการสอน*. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2549 , จาก http://www.vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1246/pages/module1.doc.

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. (2549). *นวัตกรรมการศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2549, จาก http://www.nrru.ac.th/preelearning/rungrot/page10006.asp.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. (2549). *วิชา 263 — 201 เทคโนโลยีการศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2549, จาก http://eduit.pn.psu.ac.th/edtech/elearning/201/lesson/11/instruc1.html.

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2540). *การเปรียบเทียบการใช้เทคนิคสื่อการสอนในวิชามนุษย์กับอารยธรรมระหว่างนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาต้น 2540กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาปลาย 2540 และนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาต้น 2541*. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2550, จาก http://www.la.ubu.ac.th/Thai/research/Data/Detail/COMPARE/Default.htm.

เมทินี อัฌธวรพงษ์ ; และ อมรรัตน์ ปินตา. (2541). *การศึกษาระบบบริหารความปลอดภัยของโรงกลั่นน้ำมันฝาง เพื่อเข้าสู่ ISO 18000*. เชียงใหม่: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2545, มกราคม – เมษายน). รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างชุดพัฒนาตนเอง เรื่อง การวิจัยในชั้นเรียน. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 13(1): 57 – 73.

วาสนา เพิ่มพูล. (2549). *การพัฒนาชุดการสอนเสริมวิชาภาษาอังกฤษระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักศึกษาการศึกษานอกโรงเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมคิด อิสระวัฒน์. (2538). *รายงานวิจัยเรื่อง ลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองของคนไทย*. กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมบัติ สุวรรณพิทักษ์. (2524). *แบบเรียนด้วยตนเอง*. สงขลา: ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคใต้.

สมบูรณ์ ศาลยาชีวิน. (2526). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สายใจ วิมูลชาติ. (2540). *เทคนิควิธีการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชาสำหรับพนักงานระดับหัวหน้างานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริมา สาระพล. (2547). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริรัตน์ สัมพันธ์ยุทธ. (2540). *ลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักศึกษาในระบบทางไกล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุโชติ ดาวสุโข ; และ สาโรจน์ แพ่งยัง. (2535). *สื่อการสอน.คู่มือการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพร พิศาลบุตร ; และ ยงยุทธ เกษสาคร. (2549). *การพัฒนาบุคคลและการฝึกอบรม*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี เจ. พริ้นติ้ง.

สุภาวดี ด่านธำรงกุล ; และ คนอื่นๆ. (2543, กรกฎาคม – กันยายน). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนทางการพยาบาลที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. *วารสารการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านสุขภาพ*. 2(3): 194 – 203.

สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2547). *จิตวิทยาเพื่อการฝึกอบรมผู้ใหญ่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

โสภณ นุ่มทอง. (2540, มิถุนายน). การสอนด้วยสื่อ. *วารสารวิทยาจารย์*. 96(6): 82 – 86.

อรศรี งามวิทยาพงศ์. (2546, 16 กุมภาพันธ์). *วิกฤตพลังงาน : กับดักของการพัฒนาโลกาภิวัตน์*. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2549, จาก http://www.geocities.com/middata/newpage19.html

Bouchard, Paul. (1994). *Self-Directed Learning and Autodidactic Choice, in Huey Long and Associates, New Ideas About Self-Directed Learning*. Oklahoma University Press.

Brockett, R.G.; & R. Hiemstra. (1991). *Self-direction in Adult Learning : Perspectives on Theory, Research, and Practice*. New York: Routledge.

Brookfield, Stephen. (1984). Self-directed Adult Learning : A Critical Paradigm. *Adult Education Quarterly*. 35(2): 59 – 71.

Bryan, J. M.; & Smith, Jay C. (1975, November). A Self Paced Art History Learning Center at the University at South Carolina. *Audiovisual Instruction*. 20(9).

Candy, P.C. (1991). *Self-direction for Lifelong Learning : A Comprehensive Guide to Theory and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

Cardarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Programmed and Material*. New York: McGraw-Hill.

Dickinson, Leslie. (1987). *Self-instruction in Language Learning*. London: Cambridge University Press.

Duane, Jane E. (1973). *Individualized Instruction Programs and Materials*. New Jersey: Englewood Cliffs, Educational Technology.

Dunn, Rita; & Dunn, Kenneth. (1998). *Practical Approach to Individualizing Staff Development for Adults Westport*: Praeger Publishers.

Edward, Clefford H. (1975, February). Changing Teacher Behavior Through Self-Instruction and Supervised Micro Teaching in a Competency Based Program. *The Journal of Education Research*. 43.

Gregory, F.J. (1975, November). Effect of Systematic In-service Training Model on Teaching Performance and Still of Group of First Grade Teacher. *Dissertation Abstract International*. 36: 2589 – A.

Houston, Robert W.; et al. (1972). *Developing Instruction Modules a Modulate System for Writing Modules*. Texas: University of Houston.

Kapfer, Phillip G.; & Kapfer, Mirian B. (1972). *Learning Package in American Education*. New York: Englewood Cliffs, Education Technology Publication.

Kemp, J.E.; & Dayton, D.K. (1985). *Planning and Producing Instructional Media*. 5th ed. New York: Harper & Row.

Knight, G. (1999). Understand the Learning Environment. in *Applying Psychology in the Classroom*. Edited by Leadbetter, J. ; et al. p.15 – 24. London: David Fluton Chicago: Association Press Follett.

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed Learning : A Guide for Learners and Teachers*. Englewood Cliffs: Prentice Hall/Cambridge.

----------. (1989). *The Making of an Adult Education: Autobiographical Journey*. San Francisco: Jossey-Bass.

---------- . (1990). *The Adult Learner : A Neglected Species*. Houston: Gulf Publishing Company.

Lang, Alica Jane. (1996). A Self –directed Learning Module for Financial Management : Neonatal ICU Staff Nurse Development [CD-ROM]. Abstract form : Proquest : *Dissertation Abstract*. AAC 1383470.

Langstaff, Anne Louise. (1972). Development and Evaluation of an Auto-instruction Media Package for Teacher Education. *Dissertation Abstracts Internationa*l. 33(4): 1556 – A.

Larisey, Marian M. (1994, July – August). Student Self- Assessment : A Tool for Learning. *Adult Learning*. 5(6): 9 – 10.

Merriam, Sharan B. ; & Caffarella, Rosemary S. (1991). *Learning as a Self-directed Activity : Learning in Adulthood*. Sanfrancisco: Jossey-Bass Publishers.

Mezirow, Jack. (1981). A Critical Theory of Adult Learning and Education. *Adult Education Quarterly*. 32.

Moonis, S. (2006). *Developing a Computer-based Teaching Skill Training Module Using Instructional Design*. Retrieved September 13, 2006, from http://www.ntlf.com/htm/lib/umi/1997o.htm.

Moore, Kenneth D. ; & Blankenship, J.W. (1974). Teaching Basic Science Skills Through Realistic Science Experience in the Elementary School. *Science Education*. 6(5): 337 - 345.

Noe, R.A. (2002). *Employee Training & Development*. 2nd ed. Boston: McGraw-Hill Companies Inc.

Rydell, S. T. (1983). Educational Materials Development and Use with Self-directed Learners. in Wilson, J. P. (Ed), *Materials for Teaching Adults : Selection, Development and Use*. San Francisco: Jossey - Bass.

Shorter, G.S. (1982). Effect of Supervisor Occupational Experience Instructional Package on Vocational Agriculture Student Economic Involvement. *Dissertation Abstracts International*. 42(11): 4692 – A.

Singarella, T.A. (1982). The Study of Two Forms of Mediated Instruction. *Dissertation Abstracts International*. 42(11): 4695 – 4369 – A.

Skager, Rodney. (1978). *Lifelong Education and Evaluation Practice*. New York: Unesco Institute for Education, Hambury and Pergamon Press.

Swanson, R. A. ; & Holton, E. F. (2001). *Foundations of Human Resource Development*. San Francisco: Berrett - Koehler Publishers Inc.

Treffinger, Donald J. (1995). Self –directed Learning. In Maker, C. June; & Nielson, Aleene B. *Teaching Models in Education of the Gifted*. 2nd ed. Texas: PRO-ED, Inc.

Wilson, C.L. (1989). An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem -solving to Learning Disabled Students. *Dissertation Abstract International*. 50(02A): 416.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและชุดการสอน

รศ.ดร. เบ็ญจวรรณ รัตนเสถียร	ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. ฟองสวาท สุวคนธ์ สิงหราชวราพันธ์	ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. สมบัติ สุวรรณพิทักษ์	ผู้อำนวยการสำนักบริหารงานการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

ศ. ดร.ติน ปรัชญพฤทธ์	บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ดร. สินีนาฏ สร้อยสิริ	ภาควิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ดร. วินัย รอดจ่าย	รองเลขาธิการสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการ
ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร
กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการ ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

โดย
พลโท กวี ประเคนรี

1. หลักการและเหตุผล

ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม เป็นหลักสูตรระยะสั้นสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้ศึกษาเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ในลักษณะของการเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือสามารถนำมาใช้ในการศึกษากลุ่มย่อยหรือนำมาใช้ในการฝึกอบรมภาคสนามได้ โดยใช้เวลาในการศึกษา ประมาณ 3 ถึง 5 วัน ๆ ละ 3 ชั่วโมง ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นชุดการสอนรายบุคคลที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเป็นหลัก

2. พัฒนาสื่อตามหลักการแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง และอาศัยแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล

2. จุดมุ่งหมาย

เมื่อนายทหารชั้นสัญญาบัตร ศึกษาชุดการสอนรายบุคคลจบแล้ว สามารถ

1. อธิบายกระบวนการเกิดถ่านหินได้

2. อธิบายการเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) ได้

3. เข้าใจถึงประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane)

4. นำความรู้เกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สนับสนุนงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

5. เข้าใจวิธีการใช้เทคโนโลยีกระบวนการการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำได้

6. เข้าใจวิธีการจัดการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

7. รู้วิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ใช้ในด้านอุตสาหกรรมและการเกษตรอย่างเหมาะสมสำหรับท้องถิ่นนั้น ๆ ได้

8. รู้ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

9. อธิบายถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี

10. สามารถข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี ไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

11. ทราบข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำการประเมินศักยภาพทางด้านก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

3. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล

ชุดการสอนเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหาร ชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยใบความรู้ จำนวน 3 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยการเรียนที่ 1

ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช กระบวนการเกิดถ่านหิน และประเภทของถ่านหิน

ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

หน่วยการเรียนที่ 2

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ วิธีการจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร และขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

หน่วยการเรียนที่ 3

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ธรณีเคมี และแสดงตัวอย่างข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองในกรณีกลุ่มย่อย หรือภาคสนาม

ผู้วิจัยจัดให้มีการพบกลุ่ม จำนวน 3 ครั้ง เพื่อการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอน และผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน

ครั้งที่ 1 พบกลุ่มก่อนศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1

1) เพื่อทำการทดสอบก่อนเรียน
2) วิเคราะห์และกำหนดความต้องการในการเรียนรู้
3) กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

ครั้งที่ 2 พบกลุ่มหลังจากศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1

1) ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่พบจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง
2) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ครั้งที่ 3 พบกลุ่มหลังจากศึกษาหน่วยการเรียนที่ 2

1) ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่พบจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง
2) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ครั้งที่ 4 พบกลุ่มหลังจากศึกษาหน่วยการเรียนที่ 3

1) ทดสอบหลังเรียน

2) แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

3) ผู้สอนสรุปความรู้ในหน่วยการเรียนร่วมกับผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ซักถาม

5. ขั้นตอนการศึกษาด้วยตนเองของผู้เรียน

สำหรับการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ผู้เรียนซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตร มีอิสระในการเลือกที่จะศึกษาหน่วยการเรียนใดก่อน หลังได้ สามารถศึกษาชุดการสอนรายบุคคลได้อย่างอิสระ ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด ดำเนินการ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ก่อนศึกษาเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน

2. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียนใช้แบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจเฉลยได้จากคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลนี้

3. ให้ผู้เรียนอ่านแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียน เพื่อทราบขอบข่ายในเรื่อง/งานที่ปฏิบัติว่า มีอะไรบ้าง ได้แก่

3.1 หลักการและเหตุผล จะทำให้ผู้เรียนทราบเหตุผลว่าในแต่ละหน่วยการเรียนมีหลักการและเหตุผลอย่างไร จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น และตระหนักถึงความสำคัญของแต่ละหน่วยการเรียน

3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียน เพื่อผู้เรียนจะได้ทราบว่าในแต่ละหน่วยการเรียน มีวัตถุประสงค์ต้องการให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ในด้านใดบ้าง

4. ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนอ่านรายละเอียดของแต่ละหัวเรื่องในหน่วยการเรียนย่อยจนจบแล้ว ควรบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง

5. ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่มอบหมายในแต่ละกิจกรรม ปฏิบัติจนครบทุกกิจกรรมการเรียน ก่อนจะศึกษาหน่วยการเรียนย่อยอื่นๆ ต่อไป เพื่อประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยมีการประเมินผลหน่วยการเรียน

6. ตรวจสอบแนวคำตอบแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนได้ จากส่วนท้ายของชุดการสอนรายบุคคล

7. ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดให้ในส่วนท้ายของหน่วยการเรียน

8. ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนหลังจากการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน และสามารถตรวจเฉลยได้ จากคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมชุดนี้

6. เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบก่อนเรียน

การประเมินก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 1 ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ผู้เรียนก็ไม่ต้องศึกษาหน่วยนี้ และถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 ทั้งหมด

7. เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบหลังเรียน

การประเมินผลหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อ ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่า ผ่านเกณฑ์ในหน่วยนี้ ถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 ซ้ำทั้งหมด และมารับคำปรึกษาจากผู้สอน เมื่อแน่ใจว่าเข้าใจดีแล้ว ให้ทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยแบบทดสอบชุดเดิม

8. แนวคำตอบแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนที่ 1 ใบความรู้ที่ 1.1

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืชมี 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีที่กล่าวถึง การสะสมตัวของซากพืชเกิดขึ้นอยู่กับที่ไม่ได้มีการพัดพามาจากที่อื่น หมายความว่า เมื่อพืชตายลงจะถูกทับถมอยู่ในบริเวณที่เกิดกลายเป็นชั้นถ่านหิน ที่เรียกว่า แหล่งการสะสมตัวอยู่กับที่ และทฤษฎีที่กล่าวว่า การสะสมตัวของซากพืชจะถูกน้ำพัดพาไปเช่นเดียวกับตะกอนอื่น ๆ และเมื่อถูกพัดพามาอยู่ในบริเวณที่เหมาะสม จะตกตะกอนสะสมทับถมกันเป็นชั้นถ่านหินที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม เรียกว่า แหล่งการสะสมตัวจากพืชที่เกิดที่อื่น

2. การสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหิน เนื่องจากกระบวนการแปรเปลี่ยนทางชีวภาพ (Biochemical Reaction) หรือการก่อตัวใหม่ (Digenesis) ซึ่งจะมีจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องทำให้ซากพืชสลายกลายเป็นสารเนื้อเดียวกัน ซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอน และไฮโดรเจน แรงกดดันและความร้อนภายในโลกเป็นเวลานาน ถ่านพีตถูกอัดตัวกลายเป็นถ่านรวมทั้งการทับถม ในระยะแรกเริ่มไปจนถึงการแปรเปลี่ยนจากอิทธิพลในอดีต จนกระทั่งกลายมา

เป็นเนื้อถ่านหิน ในระยะต่อมา อาจเกิดจากกระบวนการแปรเปลี่ยนจากความร้อน (Thermal Alteration) หรือ Metamorphism เมื่อกระบวนการก่อตัวใหม่สิ้นสุดลง ชั้นพีตถูกยกตัวขึ้นมาก็จะผุพังถูกทำลาย แต่ถ้ามีการสะสมตัวภายในแอ่งอย่างต่อเนื่องอยู่ชั้นพีต จะถูกปิดทับโดยตะกอนอื่นๆ และจมลึกลงไปเรื่อยๆ ทำให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะเป็นตัวหยุดปฏิกิริยา Digenesis เกิดเป็น Metamorphism แทน ทำให้พีตมีการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินแทน เรียกว่า กระบวนการแปรสภาพเป็นถ่านหิน (Calcification)

3. ปริมาณสารคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหินแต่ละชนิดส่งผลต่อคุณสมบัติด้านลักษณะเชิงกายภาพ (ลักษณะภายนอก) และความสามารถในการติดไฟ

4. ถ่านหินซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด เพราะถ่านหินชนิดนี้ มีความอ่อนตัวคล้ายขี้ผึ้ง ไม่แข็งมาก มีปริมาณ คาร์บอนประมาณร้อยละ 71 – 77 และมีความชื้นประมาณเพียงร้อยละ 10 – 20 ซึ่งจะทำให้ได้ค่าพลังงานความร้อนสูง และเกิดสาร Volatile Matter หรือสารประกอบอินทรีย์ที่ออกมาจากการเผาไหม้ ในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก

หน่วยการเรียนที่ 1 ใบความรู้ที่ 1.2

1. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) เกิดจาก การสะสมตัวของไฮโดรคาร์บอน ในสภาพเป็นก๊าซ ทำให้เกิดเป็นอิทธิพลความร้อนและความกดดันภายในเปลือกโลก ถ่านหินลิกไนต์ ถูกแปรสภาพเป็นถ่านหินชนิดซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์ ตามลำดับ ทำให้เกิดก๊าซมีเทน เพิ่มมากขึ้น ซึ่งก๊าซมีเทนจะมีธาตุคาร์บอน (C) 1 อะตอม และ ไฮโดรเจน (H) 4 อะตอม เป็นองค์ประกอบ

2. ก๊าซมีเทนจะสะสมตัวอยู่ในชั้นหินชนิดบิทูมินัสมากที่สุด เพราะ เป็นชั้นถ่านหินที่มีอายุ ปานกลาง ส่วนชั้นหินชนิดอื่นที่มีอายุน้อย เช่น ชั้นหินลิกไนต์ และซับบิทูมินัส ยังไม่สามารถเกิดก๊าซมีเทนได้ เนื่องจากความดันและอุณหภูมิยังไม่มากพอในการจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซมีเทน ส่วนถ่านหินชั้นแอนทราไซด์ ซึ่งเป็นถ่านหินที่มีอายุมากนั้น ก๊าซมีเทนก็จะถูกก๊าซอื่นๆ ดันออกไปจากชั้นหิน

3. ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คือ ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและให้ความร้อน สามารถนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้ถ่านหิน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ และเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี เป็นต้น

หน่วยการเรียนที่ 2 ใบความรู้ที่ 1

1. เทคโนโลยี Aquifer Storage and Recovery (ASR) เป็นเทคโนโลยีการนำก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหินมาใช้ และสามารถกักเก็บน้ำในปริมาณที่มาก ซึ่งเป็นกระบวนการในการดึง

ของเหลวในชั้นใต้ดินไปในที่เก็บน้ำ โดยใช้วิธีการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ คือ เมื่อความดันของน้ำเพิ่มขึ้น จะเกิดการบรรจุของเหลวเข้าไปในท่อ ซึ่งท่อนี้จะทำหน้าที่ส่งน้ำต่อไปยังที่ที่ต้องการกักเก็บน้ำ

2. ข้อดีของเทคโนโลยี Aquifer Storage and Recovery (ASR) คือ

2.1 เป็นกระบวนการกักเก็บน้ำที่มีต้นทุนต่ำกว่าวิธีการกักเก็บน้ำแบบเดิมที่เป็นวิธีเก็บกักที่ผิวดิน

2.2 สามารถขจัดไอต่าง ๆ ออกมาได้ ทำให้ไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2.3 บำรุงรักษาง่าย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน

3. วิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรคำนึงถึงด้านการหาสถานที่ตั้งด้านการจัดการกับน้ำที่ได้จากโครงการ CBM ด้านการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และประเมินถึงความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโครงการ

4. การสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรสำรวจในเรื่องดังต่อไปนี้

4.1 หาขนาดและความลึกของแอ่ง และการแผ่กระจายของชั้นถ่านหิน

4.2 สำรวจสภาพน้ำบาดาลของชั้นถ่านหิน พร้อมทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำบาดาล

4.3 ศึกษา และวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน

4.4 การเจาะหลุมสำรวจ เพื่อเก็บแท่งถ่านหิน และพัฒนาเป็นหลุมผลิต

4.5 การวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน มีหลักการ 3 แบบ คือ

4.6 Lost Gas เป็นก๊าซที่สูญหายไปในขณะที่ชั้นถ่านหินถูกเจอะผ่านจนกระทั่งตัวอย่างถูกเก็บแล้วปิดอย่างดีในกระป๋อง หาปริมาณ โดยการคาดการณ์ว่า อยู่ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก ของผลที่ได้จากส่วน Desorbed Gas

4.7 Desorbed Gas เป็นก๊าซที่ปล่อยออกมาจากถ่านหินที่ความดันบรรยากาศ เมื่อเปิดกระป๋องตัวอย่าง

4.8 Residual Gas เป็นก๊าซที่เหลือกักเก็บอยู่ในช่องว่างของเนื้อถ่านหิน (Matrix) หาได้โดยการบดตัวอย่างในภาชนะที่ปิดอย่างดีแล้ววัดปริมาณก๊าซ

5. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร ของท้องถิ่นควรใช้ข้อมูลการสำรวจในเรื่อง อุตสาหกรรม การเกษตร ระบบชลประทาน แนวทางในการพัฒนาด้านการเกษตร ของท้องถิ่นนั้นๆ แล้วนำมาประเมินว่าควรจะจัดการอย่างไรกับน้ำที่ได้จากโครงการฯ ให้ได้ประโยชน์ และเหมาะสมต่อท้องถิ่นนั้นๆ มากที่สุด

6. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร ดังนี้

6.1 ภาคอุตสาหกรรม เช่น ในการทำเหมืองแร่ ใช้ในการควบคุมฝุ่นละอองโคลนตม ของเหมืองแร่ และโคลนตมในท่อ

6.2 การชลประทาน ดังนั้นในพื้นที่ทำนา ,ทำไร่ สามารถทำการป้อนน้ำที่ได้จากโครงการฯ เพื่อการชลประทานได้

6.3 วิธีการกักเก็บน้ำในพื้นที่กว้าง สามารถทำโดยการสร้างเป็นแหล่งเก็บน้ำ ถังเก็บน้ำ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการปศุสัตว์ หรือสำหรับสัตว์ป่าในแถบนั้นได้

6.4 การปล่อยน้ำบนผิวหน้าดิน เพื่อประโยชน์ต่อต้นไม้ ชนิดดิน การปลูกพืชคลุมดิน และสิ่งอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการดินบริเวณนั้น

7. การพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุด โดยการจัดสรรเวลาให้รวดเร็ว กระชับ อาจดำเนินการ โดยมีการทำหลายขั้นตอนในเวลาเดียวกัน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนที่มีความเสี่ยงสูงดำเนินการในเวลาที่สั้นที่สุด จะได้เริ่มขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่ำได้อย่างรวดเร็ว ไม่สูญเสียเวลาและเกิดความเสี่ยงสูงที่ยาวนานเกินไป

8. หลักการในการพัฒนาแหล่งผลิต ควรมีหลุมผลิตประมาณ 4หลุมในพื้นที่ 1 ตาราง-กิโลเมตร และควรมีการวางแผนหลุมเจาะ เพื่อทำเป็นหลุมผลิตให้คลุมพื้นที่ทั้งหมด โดยหลุมผลิตหลุมหนึ่งควรมีถังเก็บก๊าซ และถังเก็บน้ำที่สูบมาจากหลุม และวางแผนผังท่อส่งก๊าซไปยังสถานีกดดันย่อย (Compression Station) และจากสถานีกดดันย่อยส่งก๊าซไปตามท่อ (Pipeline) ไปยังสถานีกดดันรวม ซึ่งควรมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณทำการจำหน่ายก๊าซได้สะดวก หรืออยู่ใกล้โรงงานที่สามารถนำก๊าซมีเทน ไปใช้ได้

หน่วยการเรียนที่ 3 ใบความรู้ที่ 1

1. ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ทำโดย

1.1 ข้อมูลด้านธรณีวิทยาต้องมีการสำรวจทางธรณีวิทยา คือ การสำรวจ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน การสำรวจธรณีวิทยาจะคลุมพื้นที่ ประมาณ 50 – 100 ตารางกิโลเมตร ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมของพื้นที่แต่ละแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินนั้น ๆ เพื่อจะได้ประเมินชั้นหิน ที่อาจจะเป็นแหล่งกักเก็บและปิดกั้นแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1.2 ข้อมูลด้านธรณีฟิสิกส์ ต้องมีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของชั้นหิน หรือถ่านหินใต้ผิวดิน หรือเปลือกโลกในบริเวณที่ทำการสำรวจ โดยใช้เครื่องมือวัดบนผิวดิน จากข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา

ใต้ผิวดิน ในการสำรวจแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์จะสามารถบอกได้ว่า บริเวณใดควรจะเป็นแหล่งกักเก็บแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์นี้ จะนำไปใช้วางแผนสำรวจต่อไป

1.3 ข้อมูลด้านธรณีเคมี ต้องมีการสำรวจธรณีเคมี คือการสำรวจ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ก๊าซ และองค์ประกอบของหิน หรือถ่านหินกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยการเก็บตัวอย่างน้ำธรรมชาติร้อน ก๊าซ ดิน หิน และถ่านหิน บริเวณแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และบริเวณใกล้เคียง แล้วนำมาวิเคราะห์ในห้องทดลองหาส่วนประกอบ และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งผลด้านธรณีเคมี จะเป็นเครื่องชี้ถึงความเหมาะสมของการพัฒนาแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำคัญมากอย่างหนึ่ง

2. จุดประสงค์ในการสำรวจทางธรณีวิทยานี้ ก็เพื่อทราบ

2.1 ชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

2.2 การวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

2.3 อายุของหิน หรือถ่านหิน

2.4 โครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหินต่างๆ

2.5 บริเวณที่มีการแปรสภาพของชั้นดิน, ชั้นถ่านหิน, หิน อันเนื่องมาจากอิทธิพลทางความร้อน

3. ลักษณะโดยรวมที่ปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

3.1 เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน แข็งแต่เปราะ มีรอยแตกแบบฝาหอย ซึ่งเป็นคุณลักษณะของถ่านหินที่มีคุณภาพสูง

3.2 การวัด Desorbed Gas , Lost Gas เพื่อหาปริมาณก๊าซในถ่านหิน (Coal Seam Temperature Gas Desorption) ซึ่งการวัด Desorbed Gas คือ การหาปริมาตรก๊าซโดยเฉลี่ยที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากถ่านหิน การวัด Lost Gas คือ การหาปริมาตรก๊าซสะสมที่ถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงระยะเวลาตอนต้น และในทุกๆ ห้วงเวลาที่กำหนด

4. การประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะต้องมีองค์ประกอบของข้อมูล ดังนี้

4.1 การกำหนดพื้นที่

4.2 การกำหนดความหนาของชั้นถ่านหิน

4.3 การกำหนดค่าความหนาแน่น

4.4 การคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหิน

5. การคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน

ปริมาณสำรองของก๊าซ(ลูกบาศก์) = ปริมาณสำรองของถ่านหิน × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

โดยปริมาณสำรองของถ่านหินคำนวณจาก

ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนา × ความหนาแน่น

9. เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 1

ใบความรู้ที่ 1.1 คะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช มีกี่ทฤษฎี และมีรายละเอียดอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายสรุปทฤษฎีการสะสมตัวของซากพืชได้ ระบุจำนวน ทฤษฎี พร้อมรายละเอียดได้ถูกต้อง ชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายสรุปทฤษฎีการสะสมตัวของซากพืชได้ ระบุจำนวน ทฤษฎี แต่ไม่สรุปรายละเอียดของทฤษฎี หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายสรุปทฤษฎีการสะสมตัวของซากพืชได้ แต่ขาดรายละเอียดอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายสรุปทฤษฎีการสะสมตัวของซากพืชได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายสรุปทฤษฎีการสะสมตัวของซากพืชไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

2. การสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้อย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายกระบวนการสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายกระบวนการสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
3 คะแนน	อธิบายกระบวนการสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้ แต่ขาดรายละเอียดอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
2 คะแนน	อธิบายกระบวนการสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายกระบวนการสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินไม่ชัดเจนต้องปรับปรุง

3. ปริมาณสารคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหินแต่ละชนิดส่งผลต่อคุณสมบัติด้านใดของถ่านหินบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายผลกระทบของปริมาณสารคาร์บอนที่ส่งผลถึงถ่านหินในแต่ละชนิดได้ถูกต้องและสรุปคำตอบได้ครบถ้วน
4 คะแนน	อธิบายผลกระทบของปริมาณสารคาร์บอนที่ส่งผลถึงถ่านหินในแต่ละชนิดได้ถูกต้องแต่ไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
3 คะแนน	อธิบายผลกระทบของปริมาณสารคาร์บอนที่ส่งผลถึงถ่านหินในแต่ละชนิดได้แต่ขาดรายละเอียดอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายผลกระทบของปริมาณสารคาร์บอนที่ส่งผลถึงถ่านหินในแต่ละชนิดได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายผลกระทบของปริมาณสารคาร์บอนที่ส่งผลถึงถ่านหินในแต่ละชนิดไม่ชัดเจนต้องปรับปรุง

4. คิดว่าถ่านหินชนิดใดเหมาะสำหรับนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด เพราะเหตุใด

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายชนิดของถ่านหินที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายชนิดของถ่านหินที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แต่ไม่สรุปว่านำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
3 คะแนน	อธิบายชนิดของถ่านหินที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แต่ขาดรายละเอียดอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายชนิดของถ่านหินที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายชนิดของถ่านหินที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

ใบความรู้ที่ 1.2 **คะแนนเต็มขเอละ** 5 **คะแนน**

1. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) เกิดจากอะไร และมีธาตุอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายสาเหตุการเกิด และองค์ประกอบสำคัญของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ถูกต้อง ชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายสาเหตุการเกิด และองค์ประกอบสำคัญของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ถูกต้อง ชัดเจนได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายสาเหตุการเกิด และองค์ประกอบสำคัญของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายสาเหตุการเกิด และองค์ประกอบสำคัญของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายสาเหตุการเกิด และองค์ประกอบสำคัญของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

2. จงวิเคราะห์ว่าเหตุใดก๊าซมีเทนจึงสะสมตัวอยู่ในชั้นหิน หรือแทนที่ในรูพรุน (Micropore) ของชั้นหินชนิดบิทูมินัสมากที่สุด

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายเหตุผลของการสะสมตัวก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน หรือมีการแทนที่ในรูพรุนของชั้นหินชนิดบิทูมินัสได้ถูกต้องชัดเจน ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายเหตุผลของการสะสมตัวก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน หรือมีการแทนที่ในรูพรุนของชั้นหินชนิดบิทูมินัสได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายเหตุผลของการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน หรือมีการแทนที่ในรูพรุนของชั้นหินชนิดบิทูมินัสได้ แต่ขาดรายละเอียดอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายเหตุผลการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน หรือมีการแทนที่ในรูพรุนของชั้นหินชนิดบิทูมินัสได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายเหตุผลการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน หรือมีการแทนที่ในรูพรุนของชั้นหินชนิดบิทูมินัสไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

3. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินนำมาใช้ประโยชน์อะไรได้

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2 คะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน

1. เทคโนโลยีในการจัดการน้ำ เพื่อไปกักเก็บในที่กักเก็บ มีชื่อว่าอะไร และมีหลักการทำงานอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ กระบวนการทำงาน และหลักการทำงานได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ กระบวนการทำงาน และหลักการทำงานได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ กระบวนการทำงาน และหลักการทำงานได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ กระบวนการทำงาน และหลักการทำงานได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ กระบวนการทำงาน และหลักการทำงาน ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

2. ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีนี้ คืออะไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายข้อดีของการใช้เทคโนโลยีได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายข้อดีของการใช้เทคโนโลยีได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายข้อดีของการใช้เทคโนโลยีได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายข้อดีของการใช้เทคโนโลยีได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายข้อดีของการใช้เทคโนโลยีไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

3. วิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรคำนึงถึงด้านใดบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายวิธีการ และข้อควรคำนึงของดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายวิธีการ และข้อควรคำนึงของดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายวิธีการ และข้อควรคำนึงของดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายวิธีการ และข้อควรคำนึงของดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายวิธีการ และข้อควรคำนึงของดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

4. การสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรสำรวจในเรื่องใดบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

5. การวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน มีหลักการแบบใดบ้าง (คะแนนเต็ม 5)

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายหลักการวัดปริมาณก๊าซในถ่านหินได้ถูกต้องชัดเจนได้ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายหลักการวัดปริมาณก๊าซในถ่านหินได้แต่ไม่สรุปรายละเอียดหรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายหลักการวัดปริมาณก๊าซในถ่านหินได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายหลักการวัดปริมาณก๊าซในถ่านหินได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายหลักการวัดปริมาณก๊าซในถ่านหินไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

6. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร ของท้องถิ่นนั้นๆ ท่านคิดว่าควรใช้อะไรเป็นเกณฑ์ หรือประเมินจากอะไรจึงเกิดความเหมาะสมในการจัดการมากที่สุด

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายแนวทางการประเมินความเหมาะสมต่อการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้งานอุตสาหกรรม และการเกษตรได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายแนวทางการประเมินความเหมาะสมต่อการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้งานอุตสาหกรรม และการเกษตรได้แต่ไม่สรุปรายละเอียดหรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายแนวทางการประเมินความเหมาะสมต่อการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้งานอุตสาหกรรม และการเกษตรได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายแนวทางการประเมินความเหมาะสมต่อการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้งานอุตสาหกรรม และการเกษตรได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายแนวทางการประเมินความเหมาะสมต่อการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้งานอุตสาหกรรม และการเกษตร ไม่ชัดเจนต้องปรับปรุง

7. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร สามารถทำได้อย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายวิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมและการเกษตรได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายวิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมและการเกษตรได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายวิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมและการเกษตรได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายวิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมและการเกษตรได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายวิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมและการเกษตรไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

8. หากต้องมีการพัฒนา CBM ท่านคิดว่าควรทำอย่างไรให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุด

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	ให้เหตุผล และข้อคิดของการพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	ให้เหตุผล และข้อคิดของการพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดได้มาก แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	ให้เหตุผล และข้อคิดของการพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	ให้เหตุผล และข้อคิดของการพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	ให้เหตุผล และข้อคิดของการพัฒนา CBM ให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุดไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

9. หลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตทำอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายหลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายหลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตได้มาก แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายหลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายหลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายหลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 3 คะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน

1. การจะได้ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ต้องทำอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายแนวทางการได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายแนวทางการได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายแนวทางการได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายแนวทางการได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายแนวทางการได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

2. จุดประสงค์ในการสำรวจทางธรณีวิทยานี้ก็เพื่อเหตุใดบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	ให้เหตุผลของการสำรวจทางธรณีวิทยาได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	ให้เหตุผลของการสำรวจทางธรณีวิทยาได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	ให้เหตุผลของการสำรวจทางธรณีวิทยาได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	ให้เหตุผลของการสำรวจทางธรณีวิทยาได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	ให้เหตุผลของการสำรวจทางธรณีวิทยาไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

3. ลักษณะโดยรวมที่ปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายลักษณะถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายลักษณะถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายลักษณะถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายลักษณะถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายลักษณะถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

4. การทำ Desorbed Gas , Lost Gas เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เรื่องอะไร อย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายวิธีการทำ Desorbed Gas , Lost Gas และประโยชน์ของการนำ Desorbed Gas , Lost Gas ไปใช้ได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายวิธีการทำ Desorbed Gas , Lost Gas และประโยชน์ของการนำ Desorbed Gas , Lost Gas ไปใช้ได้ แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายวิธีการทำ Desorbed Gas , Lost Gas และประโยชน์ของการนำ Desorbed Gas , Lost Gas ไปใช้ได้ แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายวิธีการทำ Desorbed Gas , Lost Gas และประโยชน์ของการนำ Desorbed Gas , Lost Gas ไปใช้ได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายวิธีการทำ Desorbed Gas , Lost Gas และประโยชน์ของการนำ Desorbed Gas , Lost Gas ไปใช้ไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

5. การประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะต้องมีองค์ประกอบของข้อมูลใดบ้าง

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายองค์ประกอบการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายองค์ประกอบการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะได้แต่ไม่สรุปรายละเอียด หรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายองค์ประกอบการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	อธิบายองค์ประกอบการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะได้แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	อธิบายองค์ประกอบการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

6. ปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนมีวิธีการคำนวณอย่างไร

เกณฑ์ที่ได้	รายละเอียด
5 คะแนน	อธิบายวิธีการคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนได้ถูกต้องชัดเจน ครบถ้วนมากที่สุด
4 คะแนน	อธิบายวิธีการคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนได้แต่ไม่สรุปรายละเอียดหรือสรุปได้ไม่ครบ
3 คะแนน	อธิบายวิธีการคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนได้แต่ขาดรายละเอียดประเด็นสำคัญอันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2 คะแนน	วิธีการคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนได้ แต่ยังไม่ได้คำตอบ
1 คะแนน	วิธีการคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนไม่ชัดเจน ต้องปรับปรุง

ภาคผนวก ค

ชุดการสอนรายบุคคล
การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ชุดการสอนรายบุคคล

เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงาน กระทรวงกลาโหม

พัฒนาโดย

พลโทกวี ประเคนรี

นิสิตปริญญาเอก การศึกษาผู้ใหญ่

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หน่วยการเรียนที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

โดย

พลโทกวี ประเคนรี

แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

เรื่อง/งานที่ปฏิบัติ

ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

1. ถ่านหิน
   1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช และกระบวนการเกิดถ่านหิน
   1.2 ประเภทของถ่านหิน
2. การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
   2.1 การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
   2.2 ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทย

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันมีความจำเป็นต้องปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถของนายทหารชั้นสัญญาบัตรมากขึ้น โดยเฉพาะยุคที่มีการส่งเสริมพลังงานทดแทนในประเทศไทยให้มีความเข้มแข็ง และเกิดการพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง และยั่งยืน เน้นให้มีความสอดคล้องกับศักยภาพพลังงานที่มีในแต่ละท้องถิ่น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้มีความรู้ ความเข้าใจในด้านก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเพื่อเพิ่มองค์ความรู้ และขีดความสามารถนายทหารชั้นสัญญาบัตร ให้มากขึ้น และนายทหารชั้นสัญญาบัตรต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินเพื่อให้สามารถบริหาร และสนับสนุนงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนายทหารชั้นสัญญาบัตร ศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 จบแล้ว สามารถ

1. อธิบายกระบวนการเกิดถ่านหินได้
2. อธิบายการเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้
3. เข้าใจถึงประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
4. นำความรู้เกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สนับสนุนงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

ความรู้พื้นฐาน

การผลิตและขุดเจาะน้ำมันดิบในเบื้องต้น

การประเมินก่อนเรียน

การประเมินก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 1 ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ผู้เรียนก็ไม่ต้องศึกษาหน่วยนี้ และถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 ทั้งหมด

กิจกรรมการเรียน

นายทหารชั้นสัญญาบัตรควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนที่ 1
2. ศึกษาเนื้อหาสาระหน่วยการเรียนที่ 1
3. ทำกิจกรรมตามที่มอบหมาย
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

การประเมินหลังเรียน

การประเมินผลหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อ ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่า ผ่านเกณฑ์ในหน่วยนี้ ถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 1 ซ้ำทั้งหมด และมารับคำปรึกษาจากผู้สอน เมื่อแน่ใจว่าเข้าใจดีแล้ว ก็ให้ทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยแบบทดสอบชุดเดิม

สื่อการเรียน

1. แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 1 พร้อมแบบเฉลย จำนวน 1 ชุด
2. ใบงานสำหรับการทำกิจกรรม จำนวน 1 ชุด
3. CD ประกอบการเรียน

เมื่อผู้เรียนอ่านแผนการจัดการเรียนรู้จบแล้ว ขอให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 1 แล้วจึงค่อยศึกษาเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนที่ 1 ต่อไป

ใบความรู้ที่ 1.1 หน่วยการเรียนที่ 1
เรื่อง ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช กระบวนการเกิดถ่านหิน และประเภทของถ่านหิน

คำแนะนำ

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและตรวจสอบกับแบบเฉลย
3. ศึกษาเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนด้วยตนเองไปตามลำดับ ควรทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียด ด้วยการอ่านอย่างตั้งใจ และคิดวิเคราะห์
4. เมื่อผู้เรียนอ่านรายละเอียดของแต่ละหัวเรื่องในหน่วยการเรียนย่อยจนจบแล้ว ควรบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในส่วนท้ายของใบความรู้ รวมทั้งการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดให้ในส่วนท้ายของหน่วยการเรียนย่อยด้วย
5. ควรปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่มอบหมายในแต่ละกิจกรรม และ โปรดตรวจเฉลยจากแนวคำตอบในหน่วยการเรียนย่อย ปฏิบัติจนครบทุกกิจกรรมการเรียน ก่อนจะศึกษาหน่วยการเรียนย่อยอื่นๆ ต่อไป
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตรวจสอบกับแบบเฉลย
7. ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้สอน

โปรดอ่าน หัวเรื่อง แนวคิด และจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย แล้วศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช
2. กระบวนการเกิดถ่านหิน
3. ประเภทถ่านหิน

แนวคิด

ในสภาวะปัจจุบันเป็นยุคที่ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการนำพลังงานตามแต่ละศักยภาพของท้องถิ่นนั้น มาใช้ประโยชน์ อย่างต่อเนื่อง และยั่งยืน โดยเน้นให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้มีความรู้ ความเข้าใจในทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช การกำเนิดของถ่านหิน เพื่อนำความรู้ไปเพิ่มขีดความสามารถให้กับตนเอง และบุคคลอื่น อีกทั้ง ยังสามารถสนับสนุนการทำงานในด้านนี้ของหน่วยต่อไปได้ และการศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านหิน กระบวนการเกิดถ่านหิน และประเภทของถ่านหินมีผลทำให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรสามารถสืบค้น เรียนรู้ศึกษา และพัฒนาความรู้ทางด้านนี้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการต่อยอดขององค์ความรู้ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ผู้เรียนสามารถ

1. เมื่อนายทหารสัญญาบัตรศึกษา เรื่อง ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช และกระบวนการเกิดถ่านหินแล้ว นายทหารสัญญาบัตรสามารถอธิบายเรื่อง ลำดับขั้นตอนการสะสมตัวของซากพืช และสามารถอธิบายเชื่อมโยงไปสู่การเกิดถ่านหินได้
2. เมื่อนายทหารสัญญาบัตรศึกษา เรื่อง ประเภทของถ่านหินแล้ว นายทหารสัญญาบัตร
   2.1 อธิบายถึงความแตกต่างของถ่านหินแต่ละชั้น หรือแต่ละประเภทได้
   2.2 บอกถึงประโยชน์ของถ่านหินแต่ละประเภทได้

ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช

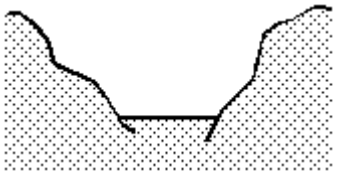
1. ทฤษฎีที่หนึ่งกล่าวว่า การสะสมตัวของซากพืชเกิดขึ้นอยู่กับที่ไม่ได้มีการพัดพามาจากที่อื่น คือ เมื่อพืชตายลงจะทับถมอยู่ในบริเวณที่เกิดนั่นเองกลายเป็นชั้นถ่านหิน ที่เรียกว่า แหล่งการสะสมตัวอยู่กับที่ (Autochthonous Coal Deposit) ถ่านหินที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวแบบนี้ มักพบว่า มีชั้นดินเหนียววางตัวอยู่ใต้ชั้นถ่านหิน โดยจะมีชั้นถ่านหินสม่ำเสมอเป็นบริเวณกว้าง แม้ว่า จะมีชั้นหินดินดานแทรกสลับอยู่บ้างก็ตาม และไม่ค่อยมีสารอื่นปะปนในชั้นถ่านหิน

เนื้อถ่านหิน จะคงรูปซากพืชไว้อย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะในถ่านหินคุณภาพต่ำ (Low Rank Coal) และคุณภาพของเนื้อถ่านหินมักไม่คงที่ตลอด ชั้นถ่านหินส่วนที่อยู่ข้างใต้จะมีลักษณะอ่อนหรือยุ่ย ส่วนกลางๆ จะเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีมีลักษณะเป็นมันวาว แต่ส่วนตอนบนจะมีคุณภาพของถ่านหินต่ำลงอีก โดยทั่วไปชั้นถ่านหินที่เกิดอยู่กับที่แบบนี้จะมีชั้นหินดินดานปิดอยู่ข้างบน แหล่งถ่านหินแบบนี้ สามารถพบได้โดยทั่วไป โดยเฉพาะแหล่งขนาดใหญ่และสำคัญๆ ของโลก ที่อยู่ค่อนไปทางขั้วโลกเหนือเป็นแหล่งที่มีการกำเนิดแบบนี้ทั้งสิ้น

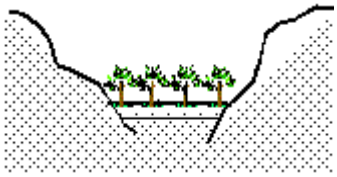
2. ทฤษฎีที่สองกล่าวว่า การสะสมตัวของซากพืชจะถูกน้ำพัดพาไปเช่นเดียวกับตะกอนอื่น ๆ และเมื่อถูกพัดพามาอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมก็จะตกตะกอนสะสมทับถมกันเป็นชั้นถ่านหินที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม เรียกว่าแหล่งการสะสมตัวจากพืชที่เกิดที่อื่น (Allochthonous Coal Deposit) แหล่งถ่านหินแบบนี้ไม่ค่อยมีอยู่ทั่วไป แต่จะมีอยู่ในบางประเทศโดยเฉพาะในบริเวณขั้วโลกด้านใต้ แหล่งถ่านหินแบบนี้มีอาณาบริเวณไม่ค่อย กว้างขวางและความหนาของชั้นถ่านหินไม่แน่นอน เนื่องจากมาจากบางส่วนของซากพืชที่ถูกน้ำพัดพาไปจากแหล่งเดิมชั้นถ่านหินจะมีสารอื่นๆ ปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะสารที่เกิดจากพวกโคลนตมซึ่งทำให้มีปริมาณขี้เถ้า (Ash content) มากกว่าแบบแรก ส่วนชั้นหินที่วางอยู่บนชั้นของถ่านหินขึ้นอยู่กับชั้นหินต้นกำเนิดที่ถูกทำลาย ให้ผุกร่อน และพัดพาไปตามสายน้ำ โดยทั่วไปแล้วมักจะเกิดเป็นชั้นหินทรายและหินดินดาน ในกรณีที่เกิดใต้ชั้นหินทรายจะทำให้ถ่านหินที่ได้ไม่มีคุณสมบัติในการอบไล่ก๊าซ หรือทำให้เป็นถ่านโค้กได้ เพราะก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการจะมีการเล็ดลอดผ่านทางช่องว่างของหินทรายได้ ส่วนในกรณีของชั้นถ่านหินที่มีหินดินดานปิดทับอยู่ข้างบนนั้น ก๊าซที่เกิดในระหว่างกระบวนการสลายตัวของซากพืชจะไม่สามารถผ่านออกไปได้ ถ่านหินที่ได้จึงสามารถทำเป็นถ่านหินชนิดที่อบไล่ก๊าซ และทำถ่านโค้กได้

ในปัจจุบันทั้งสองทฤษฎีเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป และมีผู้ประยุกต์ทั้งสองทฤษฎีใช้ด้วยกัน คือ มีการสะสมตัวทั้งสองแบบในเวลาเดียวกัน ซึ่งในธรรมชาติซากพืชที่ทับถมกันจำนวนมากหรือน้อยก็ตาม จะถูกย่อยสลายโดยปฏิกิริยาเคมี แต่บางครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติทำให้กระบวนการย่อยสลายหยุดชะงักลงซากพืช ทับถมกันมากขึ้นและเมื่อใดที่มีการทรุดตัวของแผ่นดินหรือระดับน้ำในบริเวณนั้นๆ สูงขึ้น ทำให้ซากพืชจมลงใต้ระดับน้ำ แล้วถูกปิดทับ โดยตะกอนหิน ดินทรายที่ถูกพัดพามากับน้ำ และเมื่อตะกอนที่ปิดทับมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ซากพืชเหล่านั้น จะถูกบีบอัดโดยน้ำหนักของตะกอนที่ปิดทับถมอยู่ จะได้รับอิทธิพลของความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทั้งในแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนจนซากพืชเหล่านั้นกลายเป็นถ่านหินในที่สุด

กระบวนการเกิดถ่านหิน

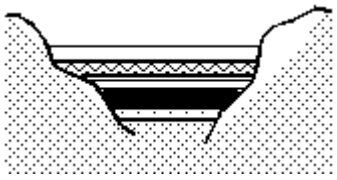


ลำดับที่ 1 ถ่านหินจะเกิดบริเวณที่เป็นหนอง บึง แอ่งน้ำ หรือที่ชื้นแฉะ ริมแม่น้ำ ริมทะเล มีระดับต่ำกว่าบริเวณรอบข้าง ซึ่งเกิดขึ้นโดยการยุบ ตัวลง หรือบริเวณรอบ ๆ ยกตัวสูงขึ้น เนื่องจากผิวโลก ส่วนต่าง ๆ ปรับตัวเพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุล



ลำดับที่ 2 บริเวณนี้มีสภาพแวดล้อมที่อำนวยให้พืชเกิดขึ้นและอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีวงจรชีวิตหลายครั้ง มีทั้งเกิดขึ้นล้มตายลง เกิดขึ้นอีกแล้วตายติดต่อกันหรือเป็นช่วงซากต่างๆ จะสะสมทับถมกันเป็นจำนวนมาก

ลำดับที่ 3 ต่อมาบริเวณนี้มีการผุพังเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก ทำให้มีตะกอนดินมาทับถมซากพืชและซากสิ่งมีชีวิตอื่น รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ภาวะแห้งแล้ง น้ำท่วม การผุพังทำลาย การเคลื่อนไหวของผิวโลก การแตกแยกของแผ่นดิน ฯลฯ จะทำให้ซากต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ได้รับแรงกดดัน และได้รับความร้อนจากภายในโลก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ในบริเวณดังกล่าว ซากเหล่านี้จึงแปรสภาพไปเป็นถ่านพีต



ลำดับที่ 4 อิทธิพลจากทั้งแรงกดดันและความร้อนภายในโลกเป็นเวลานาน ทำให้ถ่านพีตถูกอัดตัวกลายเป็นถ่านหิน ซึ่งมีคุณลักษณะแตกต่างในแต่ละแห่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและชนิดของพืชพันธุ์ไม้ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อไม้รวมทั้งการทับถมในระยะแรกเริ่มไปจนถึงการแปรเปลี่ยนจากอิทธิพลในอดีตจนกระทั่งกลายมาเป็นเนื้อถ่านหินในระยะต่อมา

ลำดับที่ 5 ต่อมามีชั้นดิน หินมาทับถมคลุมชั้นถ่านหินจนอยู่ในสภาพปัจจุบัน นอกจากในบางชั้นถ่านหินเอียงตัวทะลุ ขึ้นมาใกล้ผิวดิน หรือเกิดจากการยุบตัว น้อยกว่าก็จะปรากฏให้เห็น เนื่องจากการกัดกร่อนตามธรรมชาติในภายหลัง กระบวนการทั้งหมดดังกล่าว หากเกิดขึ้นหลายครั้งจะทำให้มีถ่านหินหลายชั้นบริเวณเดียวกัน

แหล่งที่มา http://www.dmf.go.th/petro_focus/coal.emerging.asp

การที่ซากพืชที่สะสมตัวในแอ่งจะกลายเป็นพีตและถ่านหิน

ซากพืชที่สะสมตัวในแอ่งจะกลายเป็นพีตและถ่านหินเกิดได้ 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการแปรเปลี่ยนทางชีวภาพ (Biochemical Reaction) หรือการก่อตัวใหม่ (Digenesis) เป็นกระบวนการที่ทำให้ซากพืชที่ตกตะกอนสะสมกันกลายเป็นพีต ซึ่งจะมีจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีเกี่ยวข้อง ทำให้ซากพืชสลายกลายเป็นสารเนื้อเดียวกัน ซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นส่วนใหญ่ สิ่งที่สำคัญที่สุดในกระบวนการนี้คือ สภาพแวดล้อมของแอ่งสะสมตะกอน ถ้าซากพืชจมอยู่ใต้น้ำลึกเกินไป พวกจุลินทรีย์ก็ไม่สามารถทำการย่อยสลายได้ หรือถ้าตื้นเกินไปออกซิเจนในอากาศจะทำให้ซากพืชเน่าเปื่อย

2. กระบวนการแปรเปลี่ยนเนื่องจากความร้อน (Thermal Alteration) หรือ Metamorphism เมื่อกระบวนการก่อตัวใหม่สิ้นสุดลง หากชั้นพีตถูกยกตัวขึ้นมาก็จะผุพังถูกทำลาย แต่ถ้ามีการสะสมตัวภายในแอ่งอย่างต่อเนื่องอยู่ชั้นพีตจะถูกปิดทับ โดยตะกอนอื่นๆ และจมลึกลงไปเรื่อยๆ เมื่อถึงขั้นตอนนี้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะเป็นตัวหยุดปฏิกิริยา Digenesis และเกิด Metamorphism แทน ทำให้พีต มีการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินแทน เรียกว่า กระบวนการแปรสภาพเป็นถ่านหิน (Qualification) อุณหภูมิเป็นตัวสำคัญในกระบวนการนี้ โดยเพิ่มขึ้น 10 – 30 องสาเซลเซียสต่อความลึก 1,000 เมตร และความร้อนที่เกิดจากแมกมาจะเป็นต้นกำเนิดความร้อน ซึ่งช่วยเร่งให้มีการแปรสภาพเป็นถ่านหิน ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

ประเภทของถ่านหิน

ระบบของสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society for Testing and Materials, ASTM) ซึ่งเป็นระบบการจำแนกถ่านหินตามลำดับชั้น (Rank) ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการใช้งาน จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในหลายประเทศ การจำแนกถ่านหินตามลำดับชั้นจะมีการจำแนก โดยพิจารณาความสมบูรณ์ในการเปลี่ยนสภาพจากซากพืชไปเป็นถ่านหิน (Degree of Coalification and Metamorphism) การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของสารองค์ประกอบในกระบวนการจนกลายเป็นถ่านหิน คือ กระบวนการนี้ดำเนินไปปริมาณของคาร์บอนในถ่านหิน จะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณของสารอื่นจะลดลง จึงได้จำแนกถ่านหินเป็น 5 ลำดับชั้น โดยเรียงจากประเภทที่มีคาร์บอนมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ แอนทราไซต์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส ลิกไนต์และพีต ได้แก่

1. ถ่านหินแอนทราไซต์ (Anthracite) เป็นถ่านหินที่ถูกจัดอยู่ในลำดับสูงสุด ถือว่า เป็นถ่านหินที่คุณภาพดีที่สุด มีลักษณะดำเป็นเงามัน มีความวาวสูง มีรอยแตกเว้าแบบก้นหอย ติดไฟยาก มีปริมาณคาร์บอนสูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป มีปริมาณความชื้นต่ำมาก และมีค่าความร้อน

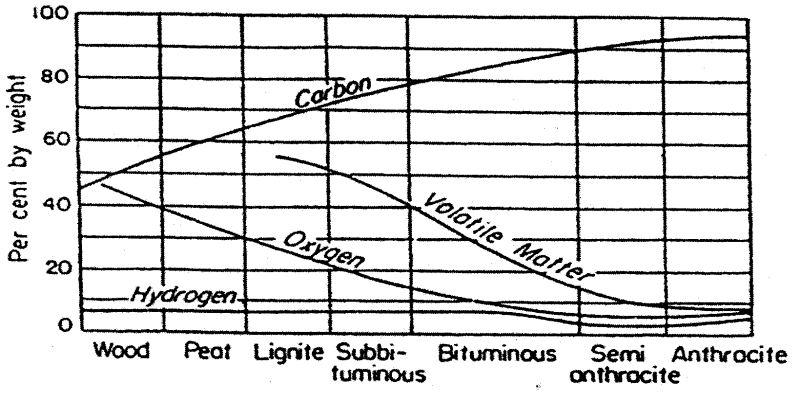
สูง มีควันน้อย แต่จุดไฟติดยาก ส่วนใหญ่มักใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนภายในบ้าน และในอุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น

2. ถ่านหินบิทูมินัส (Bituminous) เป็นถ่านหินเนื้อแน่น มีลักษณะแข็ง และมักจะประกอบด้วย ชั้นถ่านหินสีดำสนิทที่มีลักษณะเป็นมันวาว มีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ 80 – 90 และมีความชื้นร้อยละ 2 – 7 ถ่านหินประเภทนี้สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 3 กลุ่มตามความสามารถในการระเหย คือ ประเภทที่มีความสามารถในการระเหยสูง กลาง และต่ำ ถ่านหินชนิดนี้ เหมาะสำหรับการใช้เป็นถ่านหิน เพื่อการถลุงโลหะ หรืออาจใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนและความสามารถในการระเหย

3. ถ่านหินซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ เนื้อถ่านหินจะมีความอ่อนตัวคล้ายขี้ผึ้ง ไม่แข็งมาก มีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ 71 – 77 และมีความชื้นประมาณร้อยละ 10 – 20 ถ่านหินประเภทนี้มีส่วนมากใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้ในอุตสาหกรรม

4. ถ่านหินลิกไนต์ (Lignite) เป็นถ่านหินที่ยังพอมีซากพืชเหลือปรากฏให้เห็นอยู่เล็กน้อย มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ มีปริมาณคาร์บอนค่อนข้างน้อย และมีปริมาณความชื้นสูงถึงร้อยละ 30-70 ส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงและถือว่าเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำ

5. พีต (Peat) เป็นขั้นแรกในกระบวนการเกิดถ่านหินในระดับต่ำสุด ประกอบด้วยซากพืช ซึ่งบางส่วนได้สลายตัวไปแล้ว เนื้อยังไม่แข็ง มีความพรุน มีคาร์บอนอยู่ประมาณ 60 % ใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่ดีนัก



ภาคประกอบ 5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของสารองค์ประกอบในกระบวนการแปรสภาพเป็นถ่านหิน

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 1

ใบความรู้ที่ 1.1

ให้นายทหารสัญญาบัตรตอบคำถามต่อไปนี้ และสามารถตรวจคำตอบจากแนวคำตอบแล้วประเมินลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช มีกี่ทฤษฎีและมีรายละเอียดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การสะสมตัวของซากพืชก่อให้เกิดถ่านหินได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ปริมาณสารคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหินแต่ละชนิดส่งผลต่อคุณสมบัติด้านใดของถ่านหินบ้าง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

4. คิดว่าถ่านหินชนิดใดเหมาะสำหรับนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด เพราะเหตุใด

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ใบความรู้ที่ 1.2 หน่วยการเรียนที่ 1
เรื่อง การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

คำแนะนำ

1. ให้ผู้เรียนศึกษาหน่วยการเรียนย่อยนี้ด้วยตนเองไปตามลำดับ
2. ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียด ด้วยการอ่านอย่างตั้งใจและคิดวิเคราะห์
3. เมื่อผู้เรียนอ่านรายละเอียดของแต่ละหัวเรื่องในหน่วยการเรียนย่อยจนจบแล้ว ควรบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในส่วนท้ายของใบความรู้ รวมทั้งการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดให้ในส่วนท้ายของหน่วยการเรียนย่อยด้วย
4. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมแล้ว โปรดตรวจเฉลยจากแนวคำตอบในหน่วยการเรียนย่อย ปฏิบัติจนครบทุกกิจกรรมการเรียน ก่อนจะศึกษาหน่วยการเรียนย่อยอื่นๆ ต่อไป
5. ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้สอน

โปรดอ่าน หัวเรื่อง แนวคิด และจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย แล้วศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการสะสมตัวของซากพืช
2. กระบวนการเกิดถ่านหิน
3. ประเภทถ่านหิน

แนวคิด

1. การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
2. ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และแหล่งสะสม ตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทย

จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย

ให้ผู้เรียนสามารถ

1. เมื่อนายทหารสัญญาบัตรศึกษา เรื่อง การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินแล้ว สามารถอธิบายเรื่อง การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

2. เมื่อนายทหารสัญญาบัตรศึกษา เรื่อง ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และทราบถึงแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทยแล้ว นายทหารสัญญาบัตร

2.1 อธิบายถึงประโยชน์ในการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) ไปใช้ได้

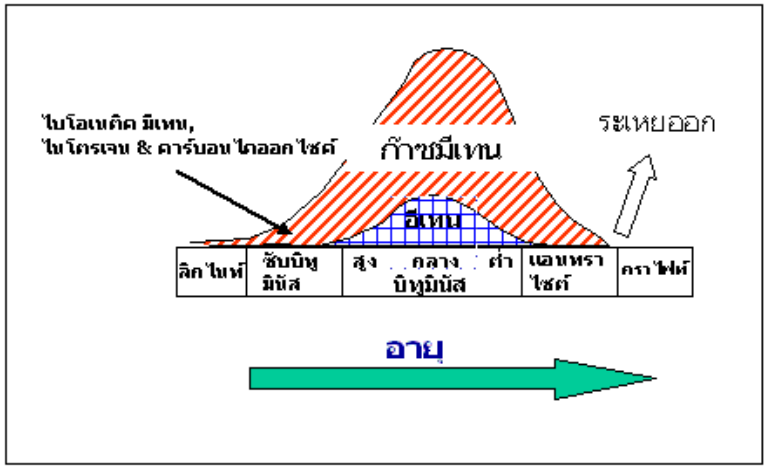
2.2 สามารถวิเคราะห์และทราบถึงศักยภาพ และแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทยได้

1. การเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

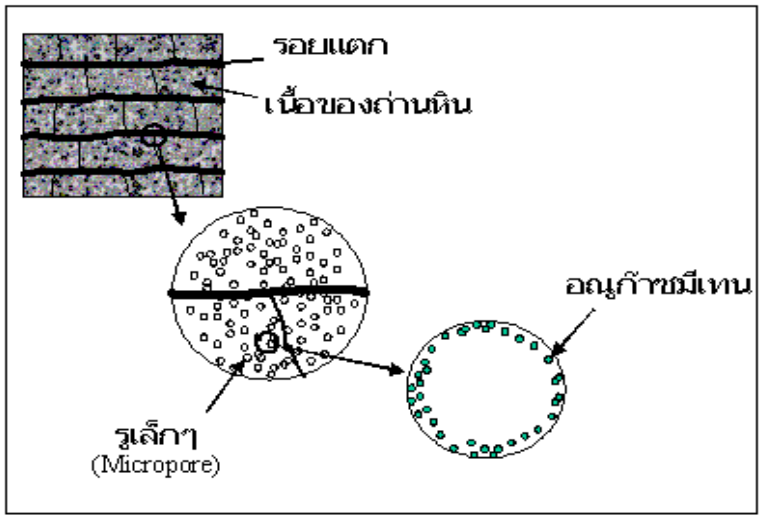
จากกระบวนการเกิดถ่านหิน (Calcification) ทำให้เกิดการสะสมตัวของไฮโดรคาร์บอนในสภาพของก๊าซภายในโครงสร้างของถ่านหิน ซึ่งก๊าซที่เกิดในชั้นถ่านหิน จะมีสัดส่วนของก๊าซมีเทน (CH_4) สูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการทับถมกันเป็นเวลานานที่ระดับความลึกมากขึ้น อิทธิพลของความร้อนและความกดดันภายในเปลือกโลก ทำให้ถ่านหินลิกไนต์ถูกแปรสภาพเป็นถ่านหิน ชนิดซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์ตามลำดับ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น แต่ถ่านหินชนิดที่ดีที่สุดที่ให้ก๊าซมีเทนคือ ถ่านหินบิทูมินัสและพบว่าถ่านหินที่เพิ่งเกิดไม่สามารถให้ก๊าซมีเทนได้

ส่วนถ่านหินที่มีอายุมากก๊าซมีเทนก็จะถูกดันหายไป ดังภาพประกอบ 6 ในถ่านหินแต่ละชนิด ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะสะสมตัวและกักเก็บอยู่ในช่องว่าง (Microspore) ในเนื้อถ่านหิน

ดังภาพประกอบ 7 ซึ่งแสดงถึงลักษณะการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยจะมีแรงดันของน้ำในรอยแตกกดดันไว้ ส่วนปริมาณก๊าซมีเทนในถ่านหินขึ้นอยู่กับ ส่วนประกอบ อายุ สภาพแวดล้อมการกำเนิดภายใต้ความร้อนและความกดดันใต้ผิวดิน (http://www.dmf.go.th/petro_focus/coal.methane.asp#)



ภาพประกอบ 6 แสดงถึงความสัมพันธ์ของก๊าซมีเทนในถ่านหินแต่ละชนิด



ภาพประกอบ 7 ลักษณะของการสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2. ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของประเทศไทย

ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) มีส่วนประกอบ และนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับก๊าซมีเทนในก๊าซธรรมชาติ แต่ต่างกันที่พบอยู่ในชั้นถ่านหิน ก๊าซมีเทนสามารถนำขึ้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและให้ความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้ถ่านหินโดยตรง หากนำไปอัดใส่ถังเรียกว่า ก๊าซธรรมชาติอัด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง (NGV) ได้ นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมีได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหามลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิงที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ และจะเป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในระดับลึกขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด

แหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินในประเทศไทย

จากข้อมูลที่ได้คาดว่าก๊าซมีเทนสะสมอยู่ในแหล่งถ่านหินหลายแหล่งทั่วทั้งประเทศ แต่ไม่ได้หมายความว่า จะมีอยู่ในแหล่งถ่านหินทุกแหล่ง โดยสามารถดูได้จาก ภาพประกอบ 8

ภาพประกอบ 8 แผนที่แสดงแหล่งสะสมตัวของก๊าซมีเทนในถ่านหินในประเทศไทย

ถ่านหินที่ให้ก๊าซจะต้องมีความลึกอยู่ในช่วง 150 เมตร ถึง 1,500 เมตร และจะต้องมีน้ำบาดาลอยู่ในชั้นถ่านหินด้วย ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้จากชั้นถ่านหินในประเทศไทยทั้งแหล่งบนบกและในอ่าวไทย พบว่ามีปริมาณสำรองโดยประมาณ 12 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

โครงการสำรวจหาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินบริเวณแอ่งแม่ทะ อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง และบริเวณแอ่งแม่ละเมา อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นโครงการของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ และแอ่งเคียนซา อำเภอพุนพิน จังหวัด สุราษฎร์ธานี ซึ่งยังไม่พบปริมาณก๊าซมีเทนในปริมาณที่าพอใจ และลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการโดยศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ กรมการพลังงานทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรม ป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 1

ใบความรู้ที่ 1.2

ให้นายทหารสัญญาบัตรตอบคำถามต่อไปนี้ และสามารถตรวจคำตอบจากแนวคำตอบแล้วประเมินลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

1. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane) เกิดจากอะไร และมีธาตุอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

2. จงวิเคราะห์ว่าเหตุใดก๊าซมีเทนจึงสะสมตัวอยู่ในชั้นหิน หรือแทนที่ในรูพรุน (Micropore) ของชั้นหินชนิดบิทูมินัสมากที่สุด

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

3. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินนำมาใช้ประโยชน์อะไรได้

……..
……..
……..
……..
……..
……..

แบบประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน
หน่วยการเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ยศ-ชื่อ-สกุล ..... **หน่วยงาน** .....

คำอธิบาย

1. ตรวจคำตอบเทียบกับแนวคำตอบท้ายกิจกรรม
2. เขียนคะแนนลงในช่อง “ได้คะแนน”
3. เปรียบเทียบคะแนนที่เขียนกับคะแนนผ่าน
4. ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผ่าน หรือ ไม่ผ่าน
5. เมื่อท่านตรวจคำคอบได้ผ่าน ให้เรียนเรื่องต่อไป
6. ในกรณีที่คะแนนต่ำกว่าคะแนนผ่านขอให้ทบทวนใหม่

หน่วยการเรียนที่ 1 ใบความรู้ที่ 1.1

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนผ่าน	ได้คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	วัน/เดือน/ปี	หมายเหตุ ในกรณีเรียนซ้ำ
1	5	3					
2	5	3					
3	5	3					
4	5	3					

หน่วยการเรียนที่ 1 ใบความรู้ที่ 1.2

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนผ่าน	ได้คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	วัน/เดือน/ปี	หมายเหตุ ในกรณีเรียนซ้ำ
1	5	3					
2	5	3					
3	5	3					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

ใบงานที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 1
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายกระบวนการเกิดถ่านหินได้
2. อธิบายการเกิดของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้
3. เข้าใจถึงประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
4. นำความรู้เกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สนับสนุนงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

ให้ผู้เรียนปฏิบัติดังนี้

ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับแหล่งถ่านหินในเขตทวีปเอเชียที่มีการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง ยกตัวอย่างมา 1 ประเทศ ในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ชื่อประเทศ
2. ชื่อแหล่งถ่านหิน
3. ชั้นของถ่านหินที่ค้นพบ
4. ปริมาณสำรองถ่านหิน
5. ปริมาณสำรองก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
6. นำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

หน่วยการเรียนที่ 2

การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

โดย

พลโทกวี ประเคนรี

แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนที่ 2
การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

เรื่อง/งานที่ปฏิบัติ

ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

1. การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ
2. วิธีการจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
3. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร
4. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

หลักการและเหตุผล

การนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น ต้องมีการบริหารจัดการและสำรวจก๊าซมีเทน ศึกษาวิธีการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจขุดเจาะขึ้นมาใช้ประโยชน์ จึงมีความจำเป็นต้องให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร ได้เรียนรู้เทคโนโลยี และวิธีการจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจขุดเจาะ รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องและเป็นรูปธรรมกับงานขององค์กรได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาจากหน่วยการเรียนที่ 2 จบแล้ว นายทหารชั้นสัญญาบัตรสามารถ

1. เข้าใจวิธีการใช้เทคโนโลยีกระบวนการการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำได้
2. เข้าใจวิธีการจัดการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้
3. รู้วิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรอย่างเหมาะสมสำหรับท้องถิ่นนั้นๆ ได้
4. รู้ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ความรู้พื้นฐาน

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินจากหน่วยการเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

การประเมินก่อนเรียน

การประเมินก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 2 ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ผู้เรียนก็ไม่ต้องศึกษาหน่วยนี้ และถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 2 ทั้งหมด

กิจกรรมการเรียน

นายทหารชั้นสัญญาบัตรควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนการเรียนหน่วยการเรียนที่ 2
2. ศึกษาเนื้อหาสาระหน่วยการเรียนที่ 2
3. ทำกิจกรรมตามที่มอบหมาย
4. ทำแบบทดสอบหลังการเรียน

การประเมินหลังเรียน

การประเมินผลหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 2 ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อ ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่า ผ่านเกณฑ์ในหน่วยนี้ ถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 2 ซ้ำทั้งหมด และมารับคำปรึกษาจากผู้สอน เมื่อแน่ใจว่าเข้าใจดีแล้ว ให้ทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยแบบทดสอบชุดเดิม

สื่อการเรียน

1. แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2 พร้อมแบบเฉลย จำนวน 1 ชุด
2. ใบงานสำหรับการทำกิจกรรม จำนวน 1 ชุด
3. CD ประกอบการเรียน

เมื่อผู้เรียนอ่านแผนการจัดการเรียนรู้จบแล้ว ขอให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 2 แล้วจึงค่อยศึกษาเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนที่ 2 ต่อไป

ใบความรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 2
เรื่อง การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

คำแนะนำ

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและตรวจสอบกับแบบเฉลย
3. ศึกษาเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนด้วยตนเองไปตามลำดับ ควรทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียด ด้วยการอ่านอย่างตั้งใจ และคิดวิเคราะห์
4. เมื่อผู้เรียนอ่านรายละเอียดของแต่ละหัวเรื่องในหน่วยการเรียนย่อยจนจบแล้ว ควรบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในส่วนท้ายของใบความรู้ รวมทั้งปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดให้ ในส่วนท้ายหน่วยการเรียนย่อยด้วย
5. ควรปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่มอบหมายในแต่ละกิจกรรม และ โปรดตรวจเฉลยจากแนวคำตอบในหน่วยการเรียนย่อย ปฏิบัติจนครบทุกกิจกรรมการเรียน ก่อนจะศึกษาหน่วยการเรียนย่อยอื่นๆ ต่อไป
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตรวจสอบกับแบบเฉลย
7. ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้สอน

โปรดอ่าน หัวเรื่อง แนวคิด และจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย แล้วศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

1. การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ
2. วิธีการจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
3. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร
4. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

แนวคิด

เนื่องจากการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้นั้น จะเกิดผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลพลอยได้นอกเหนือจากก๊าซมีเทนออกมาด้วย นายทหารชั้นสัญญาบัตรจึงควรต้องเรียนรู้เทคโนโลยีในการจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และเป็นแนวทางในการเรียนรู้สืบค้น หรือค้นคว้าข้อมูลเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในด้านนี้ต่อไปได้ด้วยตนเอง

เนื่องจากในหลุมที่เคยผลิตก๊าซ และน้ำมันดิบ ซึ่งหมดไปแล้วแต่ยังคงมีแท่นผลิตเหลืออยู่ หลุมเหล่านี้สามารถนำมาทำการพัฒนาเป็นหลุมผลิตก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหินได้ และถ้าเป็นผลสำเร็จสามารถนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้แทนน้ำมันได้ จะเป็นการลดมลภาวะที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก และสามารถช่วยลดการซื้อน้ำมันจากต่างประเทศได้ ซึ่งการผลิตก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน ต้องมีการวางแผนบริหารจัดการโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และต้องดำเนินการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และประเมินถึงความเหมาะสมในการดำเนินการจัดการก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหินในท้องถิ่นนั้นๆ อย่างเหมาะสม

การดำเนินงานตามโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีปัจจัยหลักในการดำเนินการ ได้แก่ เรื่องการจัดการน้ำที่เกิดจากโครงการให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นนั้นๆ ในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร เมื่อนายทหารสัญญาบัตร สามารถนำความรู้ และข้อมูลการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตรของท้องถิ่นนั้นๆ มาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการจัดการน้ำที่เกิดจากโครงการต่างๆ

ปัจจุบันมีการนำก๊าซมีเทนมาใช้เป็นพลังงานความร้อน ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงร่วมสำหรับอุปกรณ์หม้อน้ำ หรือใช้เป็นพลังงานความร้อนกับอุตสาหกรรมบางประเภท ดังนั้นการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จึงเป็นสิ่งสำคัญขององค์กร ในการดำเนินโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เพื่อได้ผลผลิตที่คุ้มค่า และเกิดความเสี่ยง หรือระยะเวลาในการเกิดความเสี่ยงน้อยที่สุด

จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย

ให้ผู้เรียนสามารถ

1. บอกวิธีการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ และการจัดการกับน้ำ โดยใช้เทคโนโลยีการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำได้

2. รู้แนวทางในการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และวิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

3. รู้แนวทางการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินไปใช้ได้

4. นำความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินไปวางแผน และดำเนินการประยุกต์ใช้ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรได้

1. การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ

การบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ (เทคโนโลยี A Quifer Storage and Recovery: ASR) เป็นวิธีการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำเป็นการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ รวมถึงการจัดการน้ำที่ออกมาจากระบบ มีขั้นตอน ดังนี้

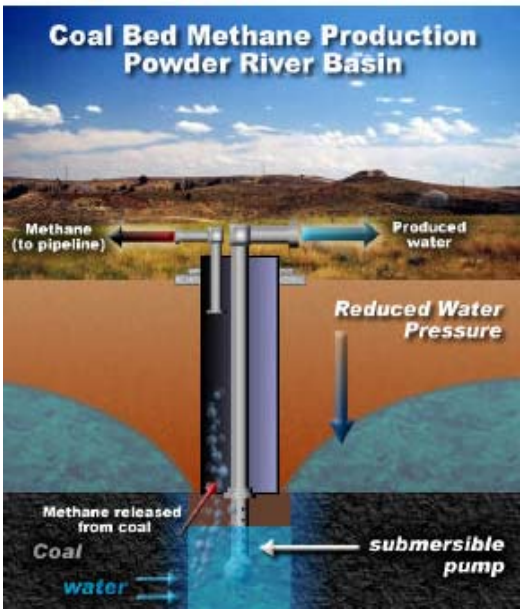
1. ทำการเป่าล้างหลุมโดยเฉพาะที่ตำแหน่งก้นหลุมให้น้ำที่ใช้เป่าล้างขึ้นมาใสสะอาด (ห้ามทำการอัดน้ำด้วยปั้มความแรงสูงเข้าไปในชั้นถ่านหิน เพราะเศษตะกอนจะเข้าไปอุดรอยแตกของถ่านหิน ควรทำการปั้มดูดตะกอน และน้ำขึ้นมาจนกว่าจะใสสะอาด)

2. ทำ Hydraulic Fracturing (การระเบิด หรือการอัดน้ำที่มีความดันสูงลงไป) ปิดปากหลุม และอัดน้ำที่ใสสะอาด โดยผ่านตะแกรงขนาด 20 ไมครอน ลงในบ่อแล้วค่อยๆ เพิ่มความดันให้น้ำไหลเข้าไปในชั้นถ่านหิน เพิ่มความดันไปเรื่อยๆ จนกว่า ความดันจะลดลง แสดงว่าน้ำได้ทำให้ชั้นหินแตก และไหลเข้าไปในชั้นถ่านหิน จากนั้นทำการอัดน้ำ ด้วยความดันต่อไปจนกระทั่งมีความดันคงที่เป็นเวลานาน

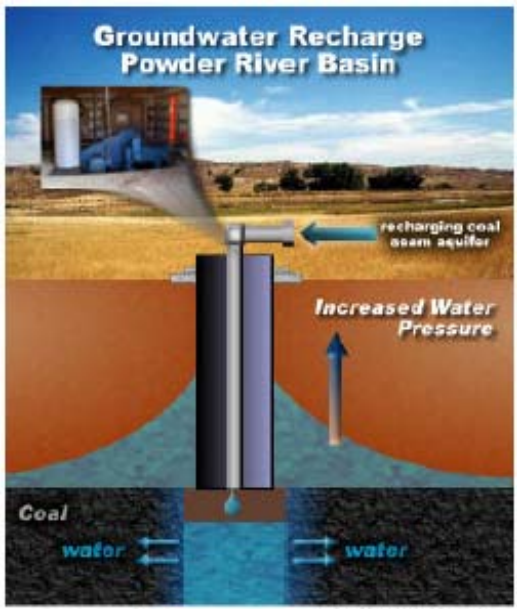
3. ปิดปากหลุมลงปั้มน้ำ ให้ปั้มอยู่เหนือระดับชั้นถ่านหิน สูบน้ำไปเรื่อย ๆ และรักษาระดับน้ำในบ่อให้อยู่เหนือปั้มน้ำตลอดเวลา (ห้ามให้น้ำแห้ง) แยกน้ำ และก๊าซให้ไหลไปเก็บในถังที่เตรียมไว้ จากนั้นทำการวัดปริมาณของน้ำ และก๊าซ

จะเห็นได้ว่า ในการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้นั้น จะมีพลังน้ำที่ซึมผ่านจากหลุมถ่านหิน ซึ่งมีน้ำปริมาณมหาศาลออกมาจากชั้นใต้ดิน การจัดการกักเก็บน้ำที่ซึมผ่าน สามารถทำได้ โดยใช้พื้นที่ ณ ตรงบริเวณที่มีการสำรวจกักเก็บน้ำในปริมาณที่มากนี้ได้ โดยใช้วิธีการบรรจุของเหลว โดยใช้ความดันน้ำ คือ เมื่อความดันของน้ำเพิ่มขึ้นจะเกิดการบรรจุของเหลวเข้าไปในท่อ ซึ่งจะใช้กับน้ำในบรรจุของเหลวที่มีอยู่ไม่ลึกเท่าใดนัก โดยท่อนี้จะส่งน้ำต่อไปยังที่ที่ต้องการกักเก็บ

ต่อไป ดังแสดงในภาพประกอบ 9 – 11



ภาพประกอบ 9 แสดงกระบวนการ Aquifer Storage and Recovery (ASR)



ภาพประกอบ 10 แสดงการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้จากกระบวนการ ASR

ภาพประกอบ 11 แสดงกระบวนการ Aquifer Storage and Recovery (ASR) เพื่อกักเก็บน้ำในที่กักเก็บ

ประโยชน์ของกระบวนการ Aquifer Storage and Recovery (ASR) คือ เพื่อนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ เพื่อจัดการกับน้ำปริมาณมหาศาลออกมาจากชั้นใต้ดินให้เชื่อมต่อกับพื้นที่ ที่เป็นแหล่งกักเก็บใกล้เคียงได้ โดยการดึงของเหลวในชั้นใต้ดินไปในที่เก็บน้ำ เช่น หอเก็บน้ำ บ่อปลา ที่เลี้ยงปศุสัตว์ และเก็บน้ำสำหรับสัตว์ป่า เป็นต้น

นอกจากนี้ ASR ยังเป็นกระบวนการกักเก็บน้ำที่มีต้นทุนต่ำกว่าวิธีการกักเก็บน้ำแบบเดิมที่เป็นวิธีเก็บกักที่ผิวดิน เนื่องจากกระบวนการ ASR มีการขจัดไอต่างๆ ออกมา และยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยมาก ซึ่งทำให้ได้น้ำที่มีคุณภาพ และสามารถบริโภคได้

2. วิธีการจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.1 การจัดการ และการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.1.1 การหาสถานที่ตั้งดำเนินการ

สถานที่ตั้งโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน (Coal Bed Methane : CBM) เป็นสิ่งจำเป็นในด้านธรณีวิทยา และในการจัดการด้านอื่นๆ ควรคำนึงถึงสถานที่โดยรอบ เช่น โรงเรียน หมู่บ้าน และสถานที่สาธารณะ เนื่องจากมีผลกระทบด้านทัศนียภาพ และเกิดการกัดกร่อนกับผิวดิน โครงสร้างของที่ดิน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแถบนั้น

วิธีการแรกในการหาสถานที่ตั้ง คือ สำรวจลักษณะภูมิประเทศ และวิเคราะห์ผลดีที่เกิดขึ้นต่อท้องถิ่นนั้นๆ ให้มากที่สุด รวมถึงให้เกิดการรบกวนจากโครงการฯ ต่อทัศนียภาพของท้องถิ่นน้อยที่สุด วิธีการจัดการด้านสถานที่ตั้งโครงการฯ สามารถทำได้ ดังนี้

2.1.1.1 การใช้สิ่งกีดขวางทางธรรมชาติเป็นตัวควบคุมความปลอดภัยที่จะเกิดกับชุมชน หรือท้องถิ่นนั้นๆ ในเรื่องผลจากเสียง และฝุ่นละออง อีกทั้งยังสามารถเป็นการแก้ไขทัศนียภาพของท้องถิ่นได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยลักษณะภูมิประเทศและธรรมชาติที่มีอยู่ ณ ท้องถิ่นนั้น เราสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น พื้นที่ป่าไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นสามารถใช้กั้นระหว่างโครงการฯกับชุมชนได้ , เทือกเขาบริเวณโครงการฯ สามารถห้อมล้อมโครงการต่างๆ ได้ เป็นต้น (ดังภาพประกอบ 12)

ภาพประกอบ 12 แสดงสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติของโครงการ CBM

2.1.1.2 การจัดการพื้นที่และที่ดิน โดยแยกการเพาะปลูกออกไปให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ส่วนพื้นที่ที่มีพื้นผิวหนาและไม่เรียบจะเกิดการกัดกร่อนกับผิวดินมาก ดังนั้น ควรมีการปรับให้เรียบเนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันต่ำ ผิวดินจะถูกกัดกร่อนน้อย ดังแสดงภาพประกอบ 13

ภาพประกอบ 13 แสดงผิวดินที่มีการจัดการปรับให้เรียบ

2.1.2 การศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน

ในการจัดทำโครงการฯ ควรมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ เช่น ลักษณะทางอุทกวิทยาของน้ำใต้ดิน คุณภาพของน้ำใต้ดิน อัตราการการไหลของน้ำใต้ดิน ชนิดของการเพาะปลูกในแถบท้องถิ่นนั้น การกระจายของการเพาะปลูก ชนิดของดินในแถบพื้นที่ตั้งโครงการ ฯ ลักษณะและความอ่อนตัวของดิน ปัจจัยเหล่านี้อาจเกิดผลต่อการดำเนินไปของโครงการฯ และด้านการพัฒนาโครงการต่างๆ ต่อไปได้

2.1.3 กระบวนการวางแผน

2.1.3.1 การจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย ได้แก่ โครงการฯ ก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพและความปลอดภัยต่อประชานชนที่ทำงานในแถบพื้นที่นั้นๆ ได้ ดังนั้น การทำโครงการฯ จึงได้มีการใช้มาตรฐานสุขภาพ ซึ่งจัดทำขึ้นโดยภาครัฐบาลที่เกี่ยวข้อง ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย เป็นข้อบังคับในการปกป้องคนงาน ประชาชนในโครงการ

2.1.3.2 การจัดการด้านคมนาคม โดยมีการออกแบบให้มีแยกหรือสัญญาณจราจรในเส้นทางเดินรถ บริเวณนั้น ซึ่งเป็นการช่วยลดการลุกล้ำเข้าไปของยานพาหนะ ทำให้ลดปัญหาเรื่องฝุ่นละอองได้

2.1.3.3 การจัดการด้านความปลอดภัย โดยให้มีการจัดทำการควบคุมเพลิงการป้องกันเพลิงไหม้ เช่น มีการจัดตั้งแผนกไฟท้องที่ และมีบริการการป้องกันเพลิงไหม้ ซึ่งเป็นการทำให้กลุ่มชุมชน มีความสามัคคี และเป็นการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ กำหนดมาตรการการสูบบุหรี่ มีการฝึกฝนในการใช้เครื่องดับเพลิงอย่างถูกต้อง และมีศูนย์ขอข้อมูลฉุกเฉินของแผนการควบคุมไฟของทีมงานทางด้านนี้โดยเฉพาะ

2.1.4 การพัฒนาจัดการโครงการมีเทนในชั้นถ่านหิน

ปัจจัยหลักในการจัดการเรื่องน้ำที่เกิดจากโครงการฯ ให้นำไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นนั้นๆ ในภาคอุตสาหกรรม และในภาคการเกษตร ได้แก่

2.1.4.1 การน้ำที่เกิดจากโครงการฯ ควรนำกลับมาใช้ได้

2.1.4.2 น้ำที่เกิดจากโครงการฯ ควรยังคงเหลือและถูกทำให้ระเหยได้

2.1.4.3 น้ำที่เกิดจากโครงการฯ ควรนำไปใช้ในเหมืองแร่ได้

2.1.4.4 น้ำที่เกิดจากโครงการฯ ควรนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตรได้ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิด การสูญเสียของแหล่งน้ำใต้ดินในชั้นรอยต่อของถ่านหินไปอย่างไร้ประโยชน์

2.1.5 การควบคุมฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่เกิดจากโครงการต่างๆ เหล่านี้ เป็นการรบกวนต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาค หรือพื้นที่ที่แห้งแล้ง จึงมีการใช้น้ำสำหรับการควบคุมฝุ่นละออง โดยเป็นการใช้น้ำที่ได้จากโครงการ ซึ่งเป็นน้ำที่เกิดมาจากชั้นรอยต่อของถ่านหินมาใช้ประยุกต์ในการควบคุมฝุ่นละออง และหากน้ำนั้นมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีอัตราค่าการดูดซับโซเดียมสูง (Sodium Adsorption Ratio : SAR) จะสร้างปัญหาให้กับโครงสร้างของดิน คือ เกิดการกัดกร่อนดิน และพืชที่อ่อนไหวต่อโซเดียม อีกทั้งน้ำนั้นอาจมีการปล่อยแคลเซียมและแมกนีเซียมออกมาสู่แหล่งน้ำได้ จึงต้องนำน้ำที่ได้จากโครงการฯมาใช้ในเรื่องการควบคุมฝุ่นละอองที่จากผิวดิน เพราะน้ำเกิดการระเหยไปในอากาศ จึงไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อโครงสร้างดินและผิวดิน ดังแสดงในภาพประกอบ 14

ภาพประกอบ 14 แสดงการฉีดน้ำที่ได้จากโครงการฯ เพื่อควบคุมฝุ่นละออง

2.2 วิธีการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ประกอบไปด้วย

2.2.1 ศึกษาข้อมูลเก่า และสำรวจเพิ่มเติมของแหล่งถ่านหิน แหล่งถ่านหินบนบกส่วนใหญ่ จะมีการสำรวจเพื่อทำการเปิดเหมือง การเจาะและสำรวจจะเน้นในระดับตื้นที่สามารถเปิดทำเหมืองได้ การศึกษาข้อมูลและสำรวจเพิ่มเติม สามารถแยกรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 รวบรวมข้อมูลเก่าที่เคยทำการสำรวจมาแล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลุมเจาะต่าง ๆ และทำแผนที่ได้ดินของชั้นถ่านหินแต่ละชั้น เพื่อดูการแผ่กระจายของชั้นถ่านหิน

2.2.1.2 ศึกษาหาขนาดและความลึกของแอ่ง การแผ่กระจายของชั้นถ่านหิน และข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบรายละเอียดของหลุมแอ่งก๊าซมีเทน

2.2.1.3 ศึกษาสภาพน้ำบาดาลของชั้นถ่านหิน พร้อมทั้งปริมาณและคุณภาพ

2.2.1.4 ทำการสำรวจ Seismic ในบริเวณที่ไม่มีข้อมูลโครงสร้างใต้ดิน

2.2.1.5 ประเมินปริมาณสำรองของถ่านหิน ถ้าชั้นถ่านหินกระจายเป็นหลายกลุ่มให้แยกพื้นที่

2.2.1.6 คำนวณหาปริมาณสำรอง และพื้นที่ที่ถ่านหินแผ่กระจาย

2.2.2 วิธีการศึกษา และวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน ใช้วิธีการวัดโดยตรง ได้ถูกพัฒนาและปรับปรุง โดยมีหลักการ 3 ส่วน คือ

2.2.2.1 Desorbed Gas เป็นก๊าซที่ปล่อยออกมาจากถ่านหินที่ความดันบรรยากาศ เมื่อเปิดกระป๋องตัวอย่าง

2.2.2.2 Lost Gas เป็นก๊าซที่สูญหายไปในขณะที่ชั้นถ่านหินถูก เจาะผ่านจนกระทั่งตัวอย่างถูกเก็บแล้วปิดอย่างดีในกระป๋อง หาปริมาณโดยการคาดการณ์ว่าอยู่ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก ของผลที่ได้จากส่วน Desorbed Gas

2.2.2.3 Residual Gas เป็นก๊าซที่เหลือกักเก็บอยู่ในช่องว่างของเนื้อถ่านหิน (Matrix) หาได้โดยการบดตัวอย่างในภาชนะที่ปิดอย่างดีแล้ววัดปริมาณก๊าซ สำหรับการหาปริมาตรก๊าซโดยวิธีนี้มีความไม่แน่นอน 25 – 30% เนื่องจากไม่รู้ค่าที่แท้จริงของก๊าซที่สูญหายไป การประเมินประมาณก๊าซในชั้นถ่านหินอีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้ความสัมพันธ์ของระดับ (Rank) กับความกดดัน (Pressure) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการหาปริมาณชั้นหินอย่างคราวๆ เมื่อทราบถึงระดับของถ่านหินก็จะหมายถึงปริมารของก๊าซที่จะถูกผลิตขึ้นมา

2.2.3 การวัดปริมาณก๊าซในถ่านชั้นถ่านหิน มีขั้นตอนการวัด ดังนี้

2.2.3.1 ทำการเจาะหลุมสำรวจแต่ละพื้นที่ เพื่อเก็บตัวอย่างแท่งถ่านหินจากชั้นหินทุกระดับความลึกจนถึงพื้นฐานของแอ่ง

2.2.3.2 การเก็บตัวอย่างแท่งถ่านหิน ต้องมีการจับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นเจาะ ถึงชั้นถ่านหินเริ่มต้นถอนแท่งถ่านหินขึ้นจากหลุม และเมื่อแท่งถ่านหินอยู่กึ่งกลางความลึกของบ่อ และเมื่อแท่งถ่านหินขึ้นมาถึงปากบ่อ เมื่อถ่านหินเข้าไปอยู่ในกระบอกเก็บ (Canister) และเมื่อ Canister ลงไปอยู่ในอ่างน้ำ เพื่อหาปริมาณ Lost Gas

2.2.3.3 นำ Canister ไปแช่ในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิชั้นถ่านหินในหลุมเจาะ วัดปริมาณก๊าซเป็นระยะ เพื่อหาปริมาณ Desorbed Gas

2.2.3.4 เมื่อก๊าซใน Canister ไหลน้อยลง หรือน้อยกว่า 10 มิลลิลิตรต่อวัน หรือมากกว่า 1 สัปดาห์แล้ว ให้ใส่แท่งถ่านหินลงไปบดในกระบอก Ball mill เพื่อวัดปริมาณ Residual Gas

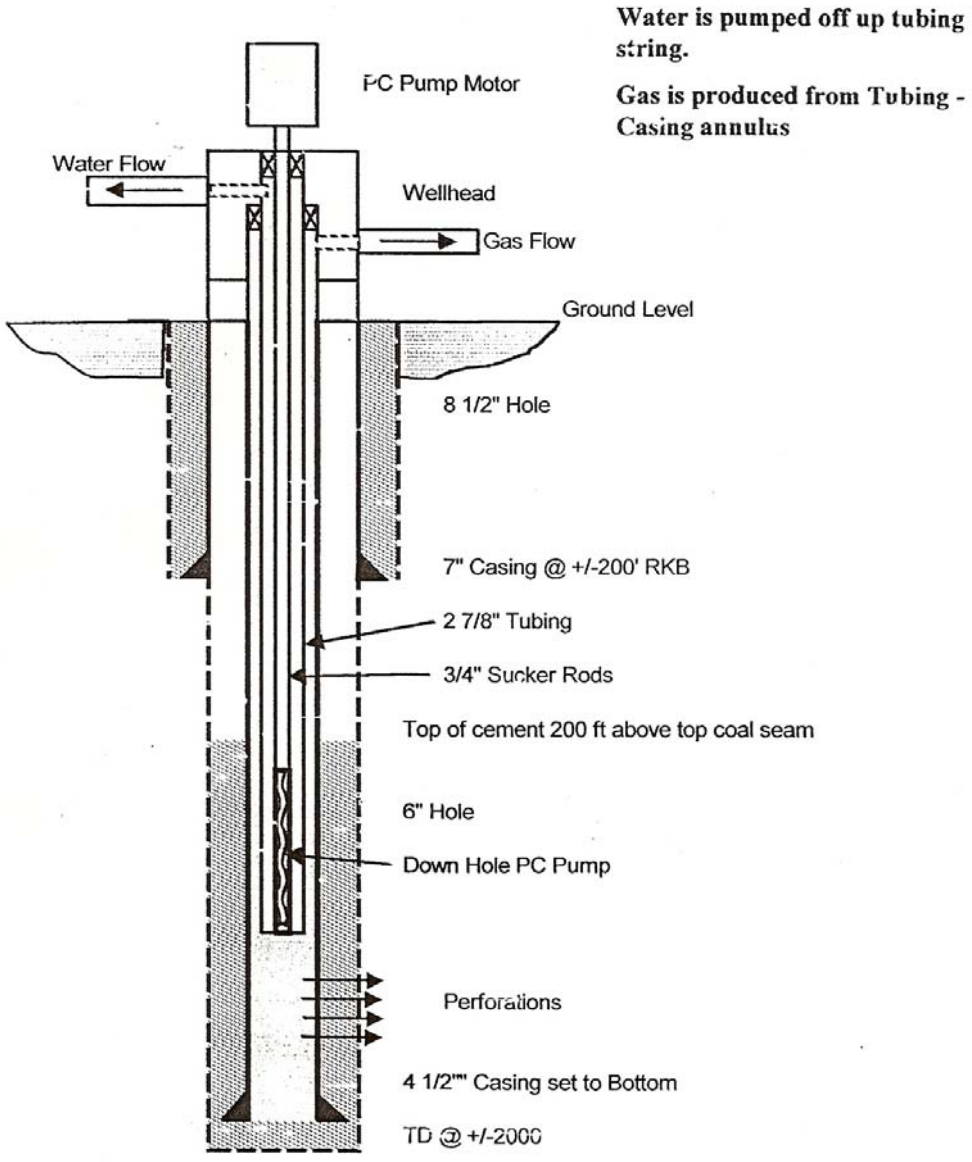
2.2.3.5 คำนวณหาปริมาณ Total Gas โดยผลรวมของ Lost Gas + Desorbed Gas + Residual Gas ในปริมาตรถ่านหิน 1 ตัน

2.3.3.6 นำตัวอย่างก๊าซวิเคราะห์โดยเครื่องมือแยกหรือวิเคราะห์หาปริมาณสารในสภาวะก๊าซ (Gas chromatograph : GC) เพื่อหาปริมาณก๊าซมีเทน และก๊าซอื่นๆ

2.2.3.7 ประเมินปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนจากข้อมูล

2.2.4 การเจาะหลุมสำรวจ เพื่อเก็บแท่งถ่านหิน และพัฒนาเป็นหลุมผลิต ทำการเลือกพื้นที่ที่มีข้อมูลของโครงสร้างใต้ดิน และทราบความลึกโดยประมาณของชั้นถ่านหิน รวมทั้งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีปัญหาในเรื่องกรรมสิทธิ์ที่ดิน เพื่อเป็นการประหยัดหลุมเจาะ นอกจากจะทำการเจาะเก็บแท่ง

ถ่านหิน ยังทำการพัฒนา เพื่อทดลองผลิตก๊าซมีเทน ดังแสดงใน ภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แสดงแผนผังของหลุมเจาะเพื่อทำการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

2.2.4.1 เจาะหลุมขนาดประมาณ 12 นิ้ว ลงไปลึกถึงระดับ 20 เมตร ลงท่อกรุขนาด 10 นิ้ว จากนั้นลงซีเมนต์ข้างบ่อตั้งแต่ก้นหลุมจนถึงผิวดิน แล้วหยุดรอซีเมนต์แข็งตัว

2.2.4.2 เจาะต่อด้วยหัวขนาด 8 นิ้ว จนถึงชั้นถ่านหินแล้วหยุดเจาะ โดยใช้ Wire line geophysical logs ลงท่อกรุขนาด 6 นิ้ว ตั้งแต่ก้นหลุมจนถึงผิวดินขึ้นมาประมาณ 1 เมตร

2.2.4.3 ลงซีเมนต์ข้างบ่อตั้งแต่ก้นหลุมจนถึงผิวดินด้วยปั๊มแรงสูง เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างขอบหลุมเจาะ และท่อกรุ

2.2.4.4 ทำการเจาะเก็บแท่งถ่านหินด้วยหัวเจาะ จนพ้นชั้นถ่านหิน และเก็บตัวอย่างแท่งถ่านหินขึ้นมา

2.2.4.5 ขยายหลุมจากปลายท่อกรุขนาด 6 นิ้ว ด้วยหัวขยายพิเศษ 12 นิ้ว ตลอดแนวที่เก็บแท่งถ่านหิน ทำการลงท่อเซาะร่องขนาด 5 นิ้ว จากปลายท่อ 6 นิ้ว จนถึงก้นหลุม โดยที่ท่อเซาะร่องควรจะอยู่ในระดับความลึกของชั้นถ่านหิน

3. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรมและการเกษตร

3.1 การนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม

น้ำที่ได้จากโครงการฯ สามารถนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้ เช่น โครงการทำเหมืองแร่ นำมาใช้เพื่อการควบคุมฝุ่นละออง โคลนตมของเหมืองแร่ และโคลนตมในท่อ หากได้ปริมาณน้ำจากโครงการ ฯ สูง และมีคุณภาพดี จะนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ได้อีก เช่น อุตสาหกรรมโรงงานและกระบวนการเกี่ยวกับเนื้อสัตว์ เป็นต้น

3.2 การชลประทาน

การใช้น้ำสำหรับเกษตรกรรม ส่วนมากใช้น้ำจากการชลประทาน ดังนั้นในพื้นที่ทำนาทำไร่ สามารถทำการป้อนน้ำที่ได้จากโครงการฯ เพื่อการชลประทานได้ อย่างไรก็ตามยังคงต้องพิจารณา ถึงคุณภาพน้ำที่เข้าสู่ระบบชลประทานควรมีความเหมาะสมต่อพืชที่ปลูก ลักษณะของดินในแถบพื้นที่นั้นด้วย หากน้ำจากโครงการฯ มีอัตราโซเดียมในปริมาณสูง ไม่เหมาะสมกับการใช้ในการชลประทาน เพราะจะทำให้ลดปริมาณผลผลิตทางการเกษตรลงได้ และหากน้ำจากโครงการฯ มีปริมาณน้ำสูง คุณภาพของน้ำดี จะสามารถให้ปริมาณผลิตผลพืชมาก

3.3 การเก็บกักน้ำที่ได้จากโครงการ ฯ

วิธีการกักเก็บน้ำในพื้นที่กว้าง สามารถทำโดยการสร้างเป็นแหล่งเก็บน้ำ ถังเก็บน้ำ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการปศุสัตว์ หรือสำหรับสัตว์ป่าในแถบนั้นได้ (ดังภาพประกอบ 16, 17 และ18)

ภาพประกอบ 16 แหล่งน้ำที่ทำเป็นบ่อปลา

ภาพประกอบ 17 แสดงน้ำผิวดิน (แม่น้ำ Tongue)

ภาพประกอบ 18 ถังน้ำเก็บทำจากยางเก่า

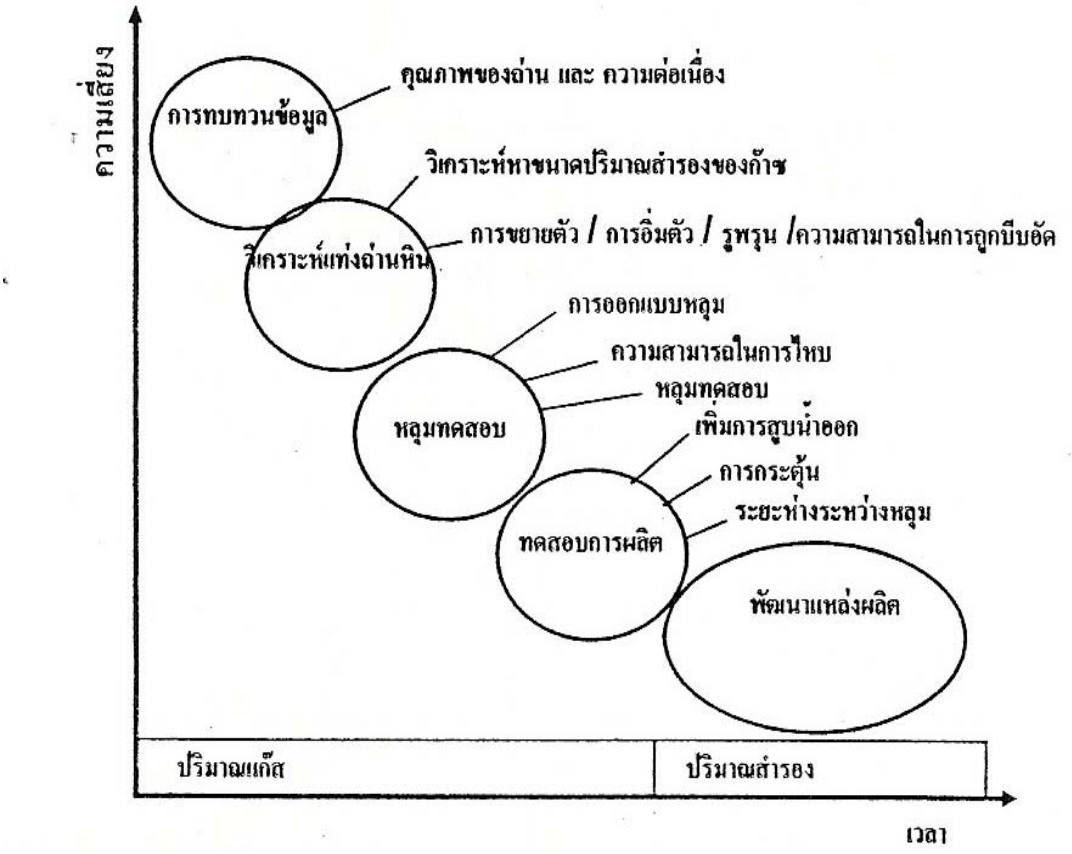
3.4 การปล่อยน้ำบนผิวหน้าดิน

เพื่อประโยชน์ต่อต้นไม้ ชนิดดิน การปลูกพืชคลุมดิน และสิ่งอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการดินบริเวณนั้น ดังภาพประกอบ 19

ภาพประกอบ 19 แสดงการปล่อยน้ำบนผิวดิน

เห็นได้ว่าจากภาพประกอบ 19 มีการใช้หินเพื่อช่วยลดการกัดกร่อน กระแทก และการกัดกร่อนของน้ำที่ปล่อยออกมาบนดิน แต่น้ำที่มีค่า SAR สูงสามารถเกิดการซึมผ่านได้ตามแต่ชนิดของดิน ส่งผลต่อดิน ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์ชนิดลักษณะของดิน และค่า SAR ด้วย ส่วนอัตราการไหล หรือปล่อยน้ำออกจะขึ้นอยู่กับสภาวะของพื้นที่นั้น และสามารถเป็นตัวควบคุมปริมาณของน้ำที่มีคุณภาพต่ำที่ได้จากกระบวนการ CBM ให้ไหลช้า เพื่อลดการเกิดการเสียหายของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

4. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน



ภาพประกอบ 20 แสดงแผนภาพการพัฒนา CBM

จากแผนภาพเห็นว่า ในระยะแรกของโครงการ CBM จะเกิดความเสี่ยงสูง จึงควรมีการทบทวนข้อมูลในด้านคุณภาพของถ่านหิน และความต่อเนื่องในการผลิต การวิเคราะห์แห่งถ่านหิน การวิเคราะห์ หลุมทดสอบ รวมถึงการทดสอบศักยภาพในการผลิต และเมื่อระยะเวลามากขึ้น ความเสี่ยงจะลดลงและได้ข้อมูลในเรื่องปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถมีการพัฒนาแหล่งผลิตต่อไป

การพัฒนาแหล่งผลิตควรมีหลุมผลิตประมาณ 4 หลุม ในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร ควรวางแผนหลุมเจาะ เพื่อทำเป็นหลุมผลิตให้คลุมพื้นที่ทั้งหมด โดยที่หลุมผลิตหนึ่งหลุม ควรมีถังเก็บก๊าซ และถังเก็บน้ำที่สูบมาจากหลุม และวางแผนผังท่อส่งก๊าซไปยังสถานีกดดันย่อย (Compression station) และจากสถานีกดดันย่อยส่งก๊าซไปตามท่อ (Pipeline) ไปยังสถานีกดดันรวม ควรมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่จะทำการจำหน่ายก๊าซได้สะดวก หรืออยู่ใกล้กับโรงงานที่สามารถ

นำก๊าซมีเทนไปใช้ได้ ดังภาพประกอบ 21 และ 22

ภาพประกอบ 21 แสดงสถานีกดดันย่อย (Compression Station)

ภาพประกอบ 22 แสดงการส่งก๊าซไปตามท่อ (Pipeline)

แสดงตัวอย่างประเทศที่มีการพัฒนาแหล่งผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เช่น ประเทศจีน ได้แก่

1. เมืองชินเหวิน มณฑลจี้หนาน ผลิตก๊าซก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยสำรวจขุดเจาะอุโมงค์ลาดลงจนถึงชั้นถ่านหิน แล้วเจาะช่องในแนวขนานกับการวางตัวของชั้นถ่านหิน และเจาะหลุมตรงขนานเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว เหนืออุโมงค์ของชั้นถ่านหิน เพื่ออัดไอน้ำและออกซิเจนเกิดออกซิเดชั่นกับถ่านหิน และหลุมดูดก๊าซเชื้อเพลิงจากชั้นถ่านหินขึ้นสู่ผิวดิน เกิดปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ระหว่างถ่านหิน ไอน้ำ และออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซเชื้อเพลิง ประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจน มีเทน คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบปนเปื้อนอื่นๆ สารเหล่านี้จะถูกกำจัดออกบางส่วน แล้วนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่ได้จัดส่งให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม เช่น ผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงตามครัวเรือน เพื่อนำไปใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง

2. เมืองจินเฉิง ผลิตก๊าซก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินที่เมืองจินเฉิง เป็นโครงการสาธิตวิธีการผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยให้ก๊าซมีเทน จำนวน 21 ลูกบาศก์เมตรต่อถ่านหิน 1 ตัน โดยที่วิธีการผลิตในลักษณะที่ทำให้ชั้นถ่านหินเกิดรอยแตกต่อเนื่องกัน ระหว่างหลุมผลิตก๊าซมีเทน โดยอัดน้ำด้วยแรงดันสูง ก๊าซเชื้อเพลิงที่ใช้ได้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ (NGV) และใช้ตามครัวเรือน

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 2

ให้นายทหารสัญญาบัตรตอบคำถามต่อไปนี้ และสามารถตรวจคำตอบจากแนวคำตอบแล้วประเมินลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

1. เทคโนโลยีในการจัดการน้ำ เพื่อไปกักเก็บในที่กักเก็บ มีชื่อว่าอะไร และมีหลักการทำงานอย่างไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

2. ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีนี้ คืออะไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

3. วิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรคำนึงถึงด้านใดบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

4. การสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ควรสำรวจในเรื่องใดบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

5. การวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน มีหลักการแบบใดบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

6. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร ของท้องถิ่นนั้น ๆ ท่านคิดว่า ควรใช้อะไรเป็นเกณฑ์ หรือประเมินจากอะไรจึงเกิดความเหมาะสมในการจัดการมากที่สุด

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

7. การนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตร สามารถทำได้อย่างไร

……

……

……

……

……

……

……

……

8. หากต้องมีการพัฒนา CBM ท่านคิดว่าควรทำอย่างไรให้เกิดความเสี่ยงต่ำที่สุด

……

……

……

……

……

……

……

……

……

9. หลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตทำอย่างไร

……

……

……

……

……

……

……

……

……

แบบประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน
หน่วยการเรียนที่ 2 การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ชื่อ-สกุล .....

คำอธิบาย

1. ตรวจคำตอบเทียบกับแนวคำตอบท้ายกิจกรรม
2. เขียนคะแนนลงในช่อง “ได้คะแนน”
3. เปรียบเทียบคะแนนที่เขียนกับคะแนนผ่าน
4. ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผ่าน หรือ ไม่ผ่าน
5. เมื่อท่านตรวจคำคอบได้ผ่าน ให้เรียนเรื่องต่อไป
6. ในกรณีที่คะแนนต่ำกว่าคะแนนผ่านขอให้ทบทวนใหม่

หน่วยการเรียนที่ 2 ใบความรู้ที่ 1

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนผ่าน	ได้คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	วัน/เดือน/ปี	หมายเหตุ ในกรณีเรียนซ้ำ
1	5	3					
2	5	3					
3	5	3					
4	5	3					
5	5	3					
6	5	3					
7	5	3					
8	5	3					
9	5	3					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ใบงานที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 2
เรื่อง การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาจาหน่วยการเรียนที่ 2 จบแล้ว นายทหารชั้นสัญญาบัตรสามารถ

1. เข้าใจถึงการจัดการกับน้ำ โดยใช้เทคโนโลยีกระบวนการการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำได้

2. เข้าใจวิธีการจัดการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

3. รู้วิธีการนำน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินใช้ในด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรอย่างเหมาะสมสำหรับท้องถิ่นนั้นๆ ได้

4. รู้ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ให้ผู้เรียนปฏิบัติดังนี้

1. ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่ปล่อยออกมาจากแหล่งผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินตามใบงานที่ 1 ว่า ประเทศที่มีการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้ประโยชน์นั้นมีวิธีการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินอย่างไร และมีวิธีการจัดการกับคุณภาพน้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มาใช้ได้อย่างไร

2. ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับ Aquifer Storage and Recovery (ASR) คืออะไร และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ อย่างไร

หน่วยการเรียนที่ 3

การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

โดย

พลโทกวี ประเคนรี

แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนที่ 3
การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

เรื่อง/งานที่ปฏิบัติ

ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง ต่อไปนี้

1. ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี
2. ตัวอย่างข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

หลักการและเหตุผล

เนื่องจากลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น และต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ดังนั้น จึงจำเป็นให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี และการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ และประเมินผลให้เกิดประโยชน์สูงสุด

นายทหารชั้นสัญญาบัตรต้องมี ความรู้ ความเข้าใจ ในข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ และประเมินผลข้อมูลที่มี เพื่อทำการจัดการ และพัฒนาการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ต่อไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยการเรียนที่ 3 จบแล้ว นายทหารชั้นสัญญาบัตรสามารถ

1. อธิบายถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี
2. สามารถข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี ไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3. ทราบข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำการประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ความรู้พื้นฐาน

หน่วยการเรียนที่ 2 การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

การประเมินก่อนเรียน

การประเมินก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 3 ถ้าผู้เรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ผู้เรียนก็ไม่ต้องศึกษาหน่วยนี้ และถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 3 ทั้งหมด

กิจกรรมการเรียน

นายทหารชั้นสัญญาบัตรควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนการเรียนหน่วยการเรียนที่ 3
2. ศึกษาเนื้อหาสาระหน่วยการเรียนที่ 3
3. ทำกิจกรรมตามที่มอบหมาย
4. ทำแบบทดสอบหลังการเรียน

การประเมินหลังเรียน

การประเมินผลหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 3 ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อ ถ้าเรียนทำได้ 16 ข้อ ขึ้นไป จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่าผ่านเกณฑ์ในหน่วยนี้ ถ้าทำได้ไม่ถึง 16 ข้อ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหน่วยการเรียนที่ 3 ซ้ำทั้งหมด และมารับคำปรึกษาจากผู้สอน เมื่อแน่ใจว่าเข้าใจดีแล้ว ให้ทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยแบบทดสอบชุดเดิม

สื่อการเรียน

1. แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 3 พร้อมแบบเฉลย จำนวน 1 ชุด
2. ใบงานสำหรับการทำกิจกรรม จำนวน 1 ชุด
3. CD ประกอบการเรียน

เมื่อผู้เรียนอ่านแผนการจัดการเรียนรู้จบแล้ว ขอให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 3 แล้วจึงค่อยศึกษาเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนที่ 3 ต่อไป

ใบความรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 3
เรื่อง ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ธรณีเคมี และแสดงตัวอย่างข้อมูล หลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

คำแนะนำ

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียน
2. ทำแบบประเมินก่อนเรียนและตรวจสอบกับแบบเฉลย
3. ศึกษาเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนด้วยตนเองไปตามลำดับ ควรทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างละเอียด ด้วยการอ่านอย่างตั้งใจ และคิดวิเคราะห์
4. เมื่อผู้เรียนอ่านรายละเอียดของแต่ละหัวเรื่องในหน่วยการเรียนย่อยจนจบแล้ว ควรบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในส่วนท้ายของใบความรู้ รวมทั้งการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดให้ในส่วนท้ายของหน่วยการเรียนย่อยด้วย
5. ควรปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่มอบหมายในแต่ละกิจกรรม และโปรดตรวจเฉลยจากแนวคำตอบในหน่วยการเรียนย่อย ปฏิบัติจนครบทุกกิจกรรมการเรียน ก่อนจะศึกษาหน่วยการเรียนย่อยอื่นๆ ต่อไป
6. ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้สอน

โปรดอ่าน หัวเรื่อง แนวคิด และจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย แล้วศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

1. ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี
2. แสดงตัวอย่างข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

แนวคิด

เนื่องจากลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น และต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำเป็นให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี และการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ และประเมินผลให้เกิดประโยชน์สูงสุด และนายทหารชั้นสัญญาบัตรต้องมีความรู้ ความเข้าใจในข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ และประเมินผลข้อมูลที่มี เพื่อทำการจัดการ และพัฒนาการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินต่อไป

จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยย่อย

ให้ผู้เรียนสามารถ

1. เข้าใจและรู้ถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี
2. เข้าใจวิธีการนำข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี ไปใช้ในการวิเคราะห์ และประเมินผลอย่างถูกต้องได้
3. ประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการจัดการก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน ของหน่วย
4. ทำงานด้านการจัดการก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน ร่วมกับผู้บังคับบัญชาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ธรณีเคมี

1.1 ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา

การจะได้ข้อมูลด้านธรณีวิทยาต้องมีการสำรวจทางธรณีวิทยา คือ การสำรวจ เพื่อศึกษา หาความสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะทางธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน การสำรวจธรณีวิทยาจะคลุมพื้นที่ ประมาณ 50 – 100 ตารางกิโลเมตร เปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ของแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน นั้นๆ เพื่อจะได้ประเมินชั้นหินที่อาจจะเป็นแหล่ง กักเก็บและปิดกั้นแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จุดประสงค์ในการสำรวจทางธรณีวิทยานี้ก็เพื่อที่จะทราบ

1. ชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน
2. การวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน
3. อายุของหิน หรือถ่านหิน
4. โครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหินต่างๆ
5. บริเวณที่มีการแปรสภาพของชั้นดิน ชั้นถ่านหิน หิน อันเนื่องมาจากอิทธิพลทางความร้อน

ภาพประกอบ 23 แสดงการสำรวจธรณีวิทยา

1.2 ข้อมูลทางด้านธรณีฟิสิกส์

การจะได้ข้อมูลด้านธรณีฟิสิกส์ ต้องมีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของชั้นหิน หรือถ่านหินใต้ผิวดิน หรือเปลือกโลก ในบริเวณที่ทำการสำรวจ โดยใช้เครื่องมือวัดบนผิวดิน จากข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาใต้ผิวดิน ในการสำรวจแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์จะสามารถบอกได้ว่า บริเวณใดควรจะเป็นแหล่งกักเก็บแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์นี้ จะนำไปใช้วางแผนสำรวจต่อไป

จุดประสงค์ของการสำรวจธรณีฟิสิกส์

1.2.1 เพื่อตรวจสอบผลการสำรวจธรณีวิทยาโดยนำผลที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางธรณีวิทยา

1.2.2 เพื่อให้รู้โครงสร้างธรณีวิทยาของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1.2.3 เป็นข้อมูลสำหรับวางแผนการเจาะสำรวจ

1.3 ข้อมูลทางด้านธรณีเคมี

การจะได้ข้อมูลด้านธรณีเคมี ต้องมีการสำรวจธรณีเคมี คือ การสำรวจเพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ก๊าซ และองค์ประกอบของหิน หรือถ่านหินกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยการเก็บตัวอย่างน้ำธรรมชาติร้อน ก๊าซ ดิน หิน และถ่านหิน บริเวณแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และบริเวณใกล้เคียงแล้วนำมาวิเคราะห์ในห้องทดลองหาส่วนประกอบและคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งผลด้านธรณีเคมี จะเป็นเครื่องชี้ถึงความเหมาะสมของการพัฒนาแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำคัญมาก อย่างหนึ่ง

จุดประสงค์ในการสำรวจธรณีเคมี คือ

1.3.1 ประเมินอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน โดยคำนวณจากปริมาณแร่ธาตุ เช่นปริมาณของ Si, Mg และ Cl อัตราส่วนของปริมาณ Na กับ K และ Na, K กับ Ca หรือลักษณะถ่านหินที่ทำการสำรวจ

1.3.2 ประเมินลักษณะธรณีวิทยาที่เป็นแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินตลอดจนการหมุนเวียนของของไหลในระบบ

1.3.3 หาขอบเขตที่ได้รับอิทธิพลจากแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

1.3.4 หาส่วนประกอบ, คุณสมบัติทางเคมี, การเกิดตะกรันและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. ตัวอย่างข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่

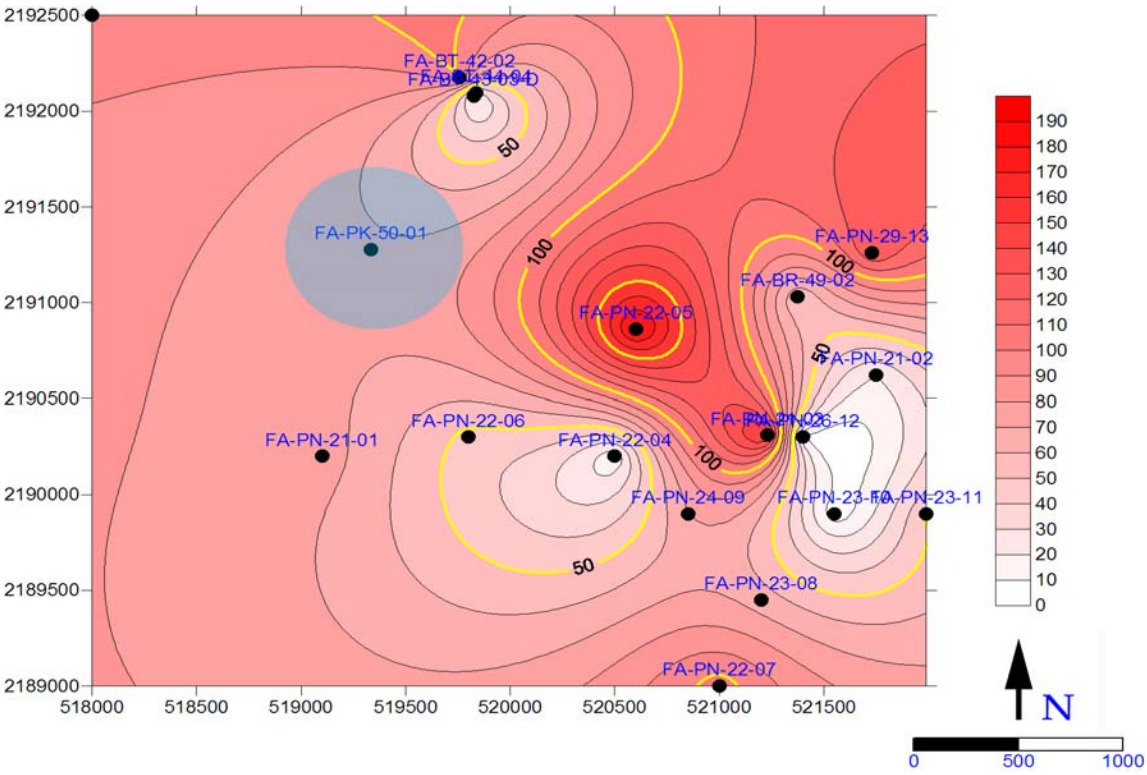
ในประเทศไทยถ่านหินเกิดในแอ่งเทอร์เชียรี่ ทั้งบนบก และในทะเล แหล่งบนบกมีทั้งหมดประมาณ 20 แอ่ง ในภาคเหนือ 15 แอ่ง ภาคกลาง 3 แอ่ง และภาคใต้ 2 แอ่ง นอกจากนั้น ในหลุมผลิตก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดิบจากทะเลในอ่าวไปไทย ส่วนใหญ่มีชั้นถ่านหิน ซึ่งแยกออกจากชั้นน้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ ส่วนในหลุมที่ผลิตก๊าซ และน้ำมันดิบหมดไปแล้ว และยังคงมีแท่นผลิตเหลืออยู่ สามารถที่จะพัฒนาเป็นหลุมผลิตก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน เหล่านี้ได้ เมื่อรวมแหล่งถ่านหินที่สามารถผลิตก๊าซมีเทน จากแหล่งบนบกทั้งประเทศ มีปริมาณสำรองในระดับที่น่าสนใจ

ในปัจจุบันมีการนำกาซมีเทนในชั้นถ่านหิน มาใช้เป็นพลังงานอีกทางหนึ่งในหลาย ๆ ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ออสเตรเลีย และจีน เป็นต้น โดยส่วนมากจะทำการผลิตจากเหมืองถ่านหินจากหลุมเจาะที่มีชั้นถ่านหิน และมีก๊าซมีเทนสะสมตัวอยู่ สำหรับวัตถุประสงค์ของ

โครงการผลิตก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน ณ หลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ หาปริมาณของก๊าซมีเทนมาใช้ประโยชน์ เป็นพลังงานอีกชนิดหนึ่งของลุ่มแอ่งฝาง ที่นอกเหนือจากการผลิตน้ำมันดิบ และกลั่นเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้หน่วยงานเพิ่มปริมาณสำรองแหล่งพลังงาน และช่วยลดภาระของประเทศในการนำเข้าน้ำมันในระดับหนึ่ง

ตัวอย่าง ข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ (Coal Bed in Fang Basin)

1. **พื้นที่หลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง** ทำการสำรวจหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง แหล่งแม่ทะ หลุมจาะ FA-PK-50-01 บ้านโป่งทรายคำ



ภาพประกอบ 24 แสดงตำแหน่งแหล่งแม่คะ หลุมเจาะ FA-PK-50-01 บ้านโป่งทรายคำ

2. **ลักษณะปรากฏของถ่านหิน** จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ที่ระดับความลึกต่างๆ การเตรียมตัวอย่างถ่านหิน เพื่อวิเคราะห์ แบ่งตัวอย่างได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

CBM-Fang - 1 ความลึก 3,682-3,688 ฟุต
CBM-Fang - 2 ความลึก 3,688-3,694 ฟุต
CBM-Fang - 3 ความลึก 3,694-3,701 ฟุต
CBM-Fang - 4 ความลึก 3,712-3,713 ฟุต
CBM-Fang - 5 ความลึก 3,725-3,727 ฟุต

ตาราง 15 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01

หมายเลขตัวอย่าง	ช่วงความลึก (ฟุต)	ลักษณะปรากฏ	หมายเหตุ
1	3,682-3,685	**Banded coal:** เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำด้านถึงดำเป็นมัน มีชั้นถ่านสีดำด้าน มากกว่าชั้นถ่านดำเป็นมัน (4:1) แข็งแต่เปราะ สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม สีดำมันแตกแบบฝาหอย มีปริมาณการแตกเป็นผงมากกว่า 5 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7
2	3,685-3,688	**Banded coal:** เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมันมากกว่า ชั้นถ่านดำด้าน (9:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม ไม่มีผงถ่าน มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน และมีซิเดอไรต์เป็นจุดในเนื้อถ่านหินประมาณ 1 %	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7

ตาราง 15 (ต่อ)

หมายเลขตัวอย่าง	ช่วงความลึก (ฟุต)	ลักษณะปรากฏ	หมายเหตุ
3	3,688-3,691	**Banded coal:** เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (4:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม มีปริมาณการแตกเป็นผงน้อยกว่า 2 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7
4	3,691-3,694	**Banded coal:** คล้ายกับตัวอย่างที่ 3 เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (4:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม มีปริมาณการแตกเป็นผง น้อยกว่า 5 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7
5	3,694-3,697	**Banded coal:** คล้ายกับตัวอย่างที่ 4 เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่าน สีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (4:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม มีปริมาณการแตกเป็นผงน้อยกว่า 5 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน มีชั้นหรือกลุ่มคล้ายไดอะทอไมต์แทรกอยู่เล็กน้อย	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7

ตาราง 15 (ต่อ)

หมายเลขตัวอย่าง	ช่วงความลึก (ฟุต)	ลักษณะปรากฏ	หมายเหตุ
6	3,697-3,700	**Banded coal:** คล้ายกับตัวอย่างที่ 5 เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (4:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม มีปริมาณการแตกเป็นผงมากกว่า 5 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนเล็กน้อยในเนื้อถ่านหิน มีชั้นหรือกลุ่มคล้ายไดอะทอไมต์แทรกอยู่เป็นจำนวนมาก	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7
7	3,700-3,701	**Banded coal:** เป็นถ่านหินเนื้อดี น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (9:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยมมีปริมาณการแตกเป็นผงน้อยกว่า 5%	เป็นชั้นต่อเนื่อง 19 ฟุต ถึงตัวอย่างที่ 7
8	3,712-3,713	**Banded coal:** เป็นถ่านหินเนื้อดีปานกลาง น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (3:1) แข็งแต่เปราะสีดำ ป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม และมีลักษณะคล้ายไดอะทอไมต์แทรกอยู่เป็นจำนวนมาก	เป็นถ่านหินชั้นบาง ความหนา 1ฟุต

ตาราง 15 (ต่อ)

หมายเลขตัวอย่าง	ช่วงความลึก (ฟุต)	ลักษณะปรากฏ	หมายเหตุ
9	3,725-3,727	**Banded coal**: เป็นถ่านหินเนื้อดีปานกลาง น้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้าน มีชั้นถ่านสีดำเป็นมัน มากกว่าชั้นถ่านดำด้าน (2:1) แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม และมีลักษณะคล้ายไดอะทอไมต์แทรกอยู่เป็นจำนวนมาก มีปริมาณการแตกเป็นผงมากกว่า 5 % มีคราบของไพไรต์จากการแทนที่ในใบไม้ปนอยู่ในเนื้อถ่าน	เป็นถ่านหินชั้นบาง ความหนา 2ฟุต
10	3,753-3,754	**Mineralized coal** ; เป็นถ่านหินสกปรก มีไพไรต์ปนสูงมากชั้นถ่านบาง ส่วนใหญ่เป็นหินดินดานและ Pyrite concretion ส่วนที่เป็นเนื้อถ่านหิน มีน้ำหนักเบา สีดำเป็นมันถึงดำด้านปนกันและเป็นแถบ แข็งแต่เปราะ สีดำเป็นมันแตกแบบฝาหอย สีดำด้านแตกเรียบเป็นเหลี่ยม	ชั้นล่างสุด มีถ่านบางๆ เพียงเล็กน้อย

3. **การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซในถ่านหินด้วยวิธี** Desorption Test ทำได้โดย Desorption Test คือ การหาปริมาณของก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาตามธรรมชาติ โดยการวัดปริมาณของก๊าซที่ออกมาจากถ่านหินที่เก็บไว้ใน Canister ด้วยการแทนที่น้ำ แล้วทำการวัดหาปริมาตรก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาตามระยะเวลา โดยมีรายละเอียด ดังแสดงใน ตาราง 16 – 17 สามารถสรุปได้ว่า ปริมาตรก๊าซโดยเฉลี่ยที่ถูกปลดปล่อยออกมา มีค่าเท่ากับ 1.09 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม หรือ 1.09 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือ 38.57 ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน โดยคิดที่ระยะเวลา 135 วัน

ตาราง 16 รายละเอียดของตัวอย่างที่นำมาหาปริมาตรก๊าซ

หมายเลขตัวอย่าง	หมายเลข Canister	ความลึกของแท่งตัวอย่าง (ฟุต)	น้ำหนัก Canister (กรัม)	น้ำหนัก Canister + น้ำหนักแท่งตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักแท่งตัวอย่าง (กรัม)	ปริมาตรก๊าซที่ออกมา ($ซม^3$)
1	5	3,702-3,704	3,084.7	7,623.2	4,538.5	7,527
2	4	3,704-3,706	3,072.2	8,144.1	5,071.9	3,072
3	7	3,706-3,708	3,050.7	7,900.2	4,849.5	3,247
4	15	3,708-3,710	3,085.2	7,381.7	4,296.5	3,907
5	2	3,710-3,712	3,054.5	7,623.2	4,538.5	4,245
6	6	3,713-3,715	3,069.4	6,500.2	3,430.8	9,302
7	10	3,715-3,717	3,070.2	6,149.1	3,078.9	714
8	8	3,727-3,729	3,075.6	7,091.6	4,016.0	7,709
9	14	3,729-3,731	3,057.1	9,108.8	6,051.7	3,891
10	13	3,731-3,733	3,020.6	7,259.6	4,239.0	4,406
11	12	3,733-3,735	3,070.7	6,849.8	3,779.1	7,271
12	11	3,735-3,737	3,048.9	9,247.4	6,198.5	820
13	9	3,737-3,739	3,017.4	8,029.7	5,012.3	8,439
		เฉลี่ย			4,546.2	4,965.4

ตาราง 17 การวัดปริมาตรก๊าซสะสม (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร)

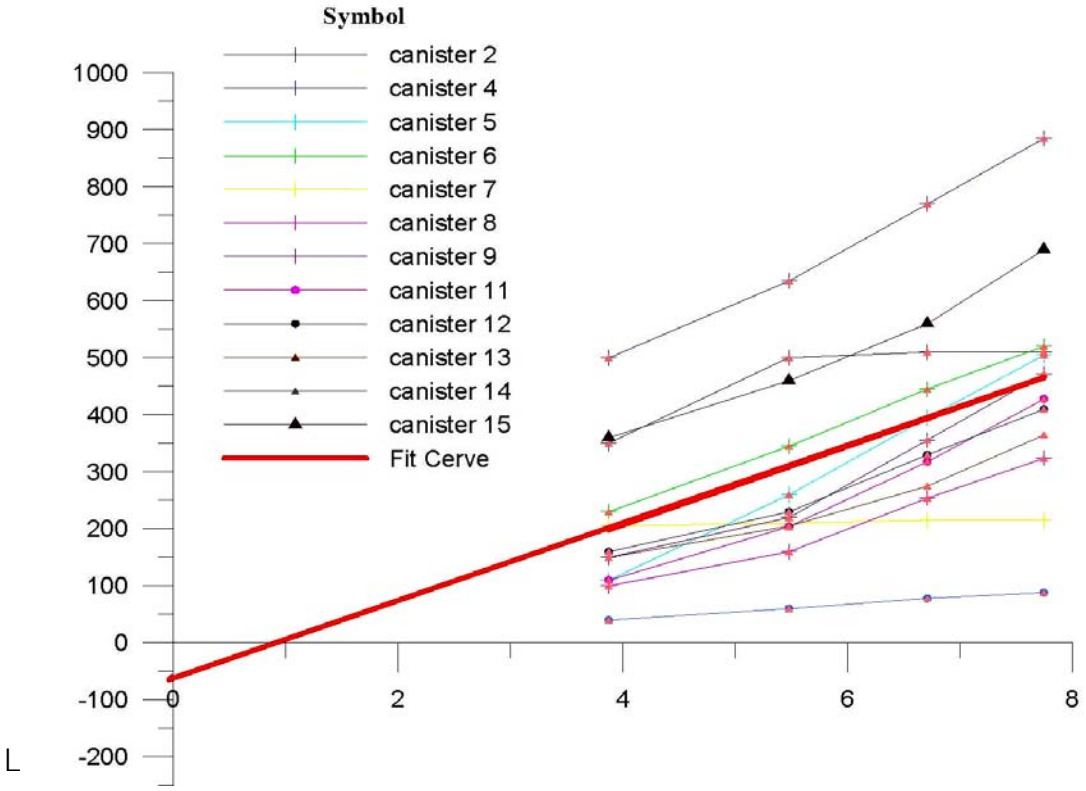
หมายเลขตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Canister / วันที่	5	4	7	15	2	6	10	8	14	13	12	11	9
20/01/2550	6050	2990	1620	2955	2365	640							
21/01/2550	610		30	680	520	2150		612	781	834	1016	622	968
22/01/2550	480		50			2510		2410	1180	2320	1790		2730
23/01/2550	280	20	15	200		700		1405	280	1180		20	1100
12/03/2550		42		47		76	74	82					
18/04/2550		20		25		3220	640	3200					
19/04/2550	107		72		110				90	72	95	68	81
3/05/2550	0		1050		970				1350	0	3160	90	2600
4/06/2550	0		410		280				210	0	1210	20	960
รวม	7527	3072	3247	3907	4245	9302	714	7709	3891	4406	7271	820	8439

Lost Gas คือ ก๊าซที่หนีหายไป ในช่วงเวลาที่ทำการเก็บและดึงแท่งตัวอย่างขึ้นมาจากหลุมเจาะ ก่อนนำเข้าเก็บใน canister ทั้งนี้ lost Gas จะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บแท่งตัวอย่างถ่านหินขึ้นมาก่อนเก็บใส่ใน canister คุณสมบัติทางกายภาพของถ่านหินชนิดของสารหล่อลื่นที่ใช้ในการเจาะ และลักษณะการอิ่มตัวด้วยน้ำซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณ free Gas ของถ่านหิน ต่อจากนั้นนำค่าปริมาตรก๊าซสะสมที่ถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงระยะเวลาตอนต้น ซึ่งได้ทำการวัดทุก 15 นาที ตามตารางที่ 18 มาลงจุดเป็นกราฟ กับรากกำลังสองของ desorption time จากนั้นทำการลากเส้นตรงของค่าเฉลี่ยไปตัดที่แกน x แล้วอ่านออกมาเป็นค่า lost Gas (ดังภาพประกอบ 25) ตามวิธีของ USBM (United State Bureau of Mines) ซึ่งจะได้ค่า lost Gas เฉลี่ยเท่ากับ 69 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ canister หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0152 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม หรือ 0.0152 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือ 0.5360 ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน ซึ่งจัดได้ว่า มีค่าน้อยมาก

ตาราง 18 ปริมาตรก๊าซสะสมที่ถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงระยะเวลาตอนต้น

หมายเลขตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
Canister / เวลา(นาที)	5	4	7	15	2	6	8	14	13	12	11	9
15	110	350	205	360	350	230	100	150	160	110	40	150
30	260	485	210	460	500	345	160	205	230	204	60	220
45	395	620	215	560	510	445	254	275	330	318	78	356
60	505	735	215	690	510	520	324	365	410	428	88	472

หมายเหตุ : ตัวอย่างหมายเลข 7 ไม่ได้ทำการวัด เนื่องจากเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ องค์ประกอบของก๊าซ



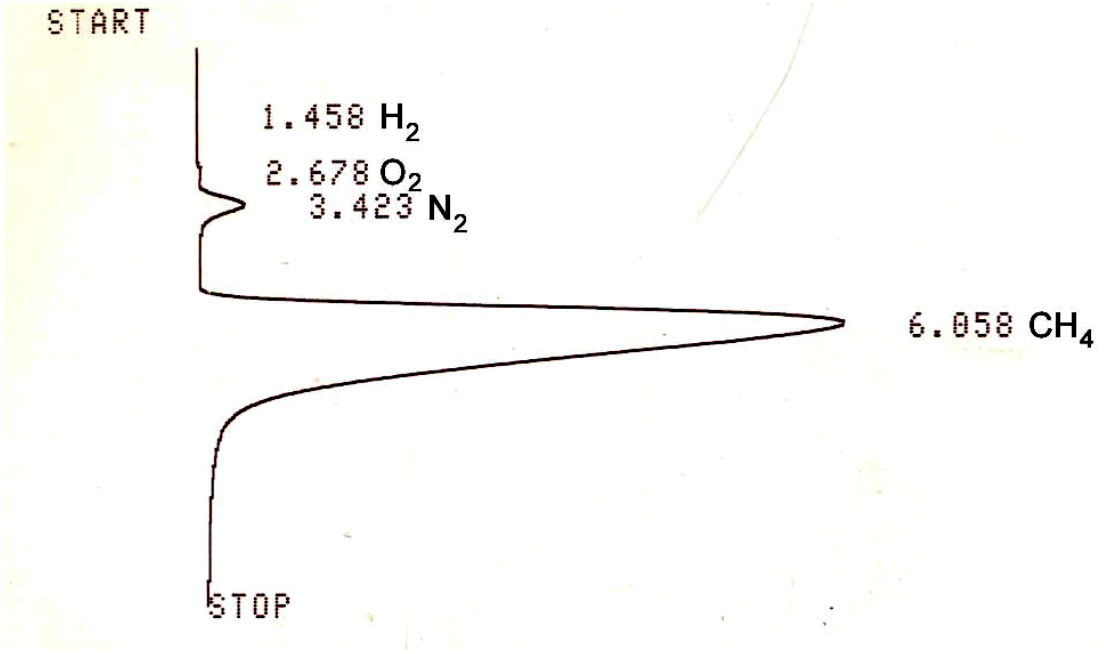
ภาพประกอบ 25 แสดงแผนภูมิค่า Lost Gas

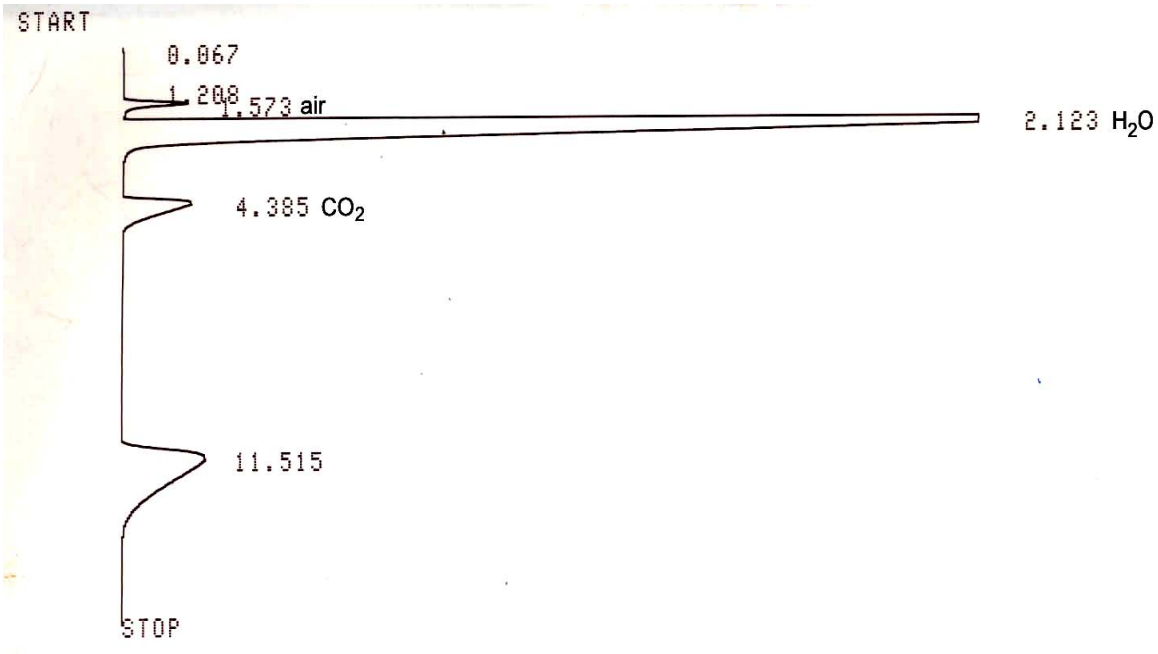
4. **การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในถ่านหิน** (Gas Compositional Analysis) Desorbed Gas ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแต่ละ Canister ได้ถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบของก๊าซ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography ภาพประกอบ 26 ได้ผลดังแสดงในตาราง 19 และ ภาพประกอบ 27

ภาพประกอบ 26 แสดงเครื่อง Gas Chromatography หรือเครื่อง GC ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในถ่านหิน (Gas Compositional Analysis)

หมายเลขตัวอย่าง	หมายเลข Canister	ส่วนประกอบของก๊าซ			
		มีเทน	ไนโตรเจน	คาร์บอนไดออกไซด์	ออกซิเจน
1	5	67.48	4.51	27.95	0.05
2	4	77.66	1.72	20.33	0.22
3	7	61.17	22.23	16.51	0.09
4	15	66.88	20.85	11.72	0.54
5	2	51.73	27.89	20.23	0.04
6	6	78.43	3.10	18.39	0.08
7	10	75.37	1.88	22.56	0.18
8	8	79.73	4.12	15.10	1.05
9	14	54.34	22.07	23.52	0.06
10	13	70.45	5.68	23.84	0.02
11	12	71.40	6.63	21.95	0.03
12	11	67.73	4.55	27.67	0.05
13	9	67.73	7.00	25.77	0.11
เฉลี่ย		68.42	10.17	21.20	0.19





ภาพประกอบ 27 แสดงผลการทดสอบหาองค์ประกอบของก๊าซตัวอย่างหมายเลข 1

5. การนำข้อมูลมาประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะ FA-PK-50-01

5.1 การกำหนดพื้นที่ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ข้อมูลของหลุมเจาะ FA-PK-50-01 และประเมินในลักษณะของ Measured coal ซึ่งเป็นการประเมินปริมาณสำรองของถ่านหินภายในพื้นที่วงกลมที่มีพิกัดหลุมเป็นจุดศูนย์กลาง และมีเส้นรัศมียาว 400 เมตร เนื่องจากในบริเวณดังกล่าว ไม่มีข้อมูลหลุมเจาะอื่น (ภาพประกอบ 27) อย่างไรก็ตาม กรมการพลังงานทหาร สามารถใช้ข้อมูลของถ่านหินที่พบในหลุมเจาะทั้งหมดภายในแหล่งน้ำมันฝาง มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสำรอง ตามหลักเกณฑ์ทางด้านธรณีวิทยาได้

5.2 การกำหนดความหนาของชั้นถ่านหิน การกำหนดความหนาของชั้นถ่านหินเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหิน ได้จากข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ โดยในการประเมินครั้งนี้ใช้ความหนาเท่ากับ 65 ฟุต หรือ 19.50 เมตร และถ่านหินมีความหนาคงที่ ภายในรัศมี 400 เมตร

5.3 การกำหนดค่าความหนาแน่น ค่าความหนาแน่นหาได้จากข้อมูลน้ำหนักและปริมาตรของถ่านหิน โดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนักและคำนวณจากแท่งตัวอย่างที่เก็บไว้ใน canister ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 (จากผลการทดลอง)

5.4 การคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหิน ใช้วิธีการคำนวณโดยสูตร ดังนี้

ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนา × ความหนาแน่น

ดังนั้น ปริมาณสำรองของถ่านหิน แบบ Measured Coal = 15,380,976 ตัน

5.5 การคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ใช้วิธีการคำนวณจากสูตร ดังนี้

ปริมาณสำรองของก๊าซ (ลูกบาศก์) = ปริมาณสำรองของถ่านหิน × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

ในการคำนวณ ใช้ปริมาณสำรองของถ่านหินแบบ Measured Coal ส่วนปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา ใช้ค่าเฉลี่ยของก๊าซที่ได้จาก Canister คิดเป็นปริมาณ 1.09 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือประมาณ 38.57 ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน ดังนั้นปริมาตรสำรองของก๊าซจากการศึกษาครั้งนี้เฉพาะภายในพื้นที่รัศมี 400 เมตร จากหลุมเจาะ คิดเป็นปริมาตร 593.24 ล้านลูกบาศก์ฟุต อย่างไรก็ตาม หากนำสัดส่วนของก๊าซมีเทนที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งมีค่าประมาณ 68 % ของก๊าซที่มาจากถ่านหิน มาคำนวณ ได้ปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนประมาณ 405.9 ล้านลูกบาศก์ฟุต

แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนที่ 3

ให้นายทหารสัญญาบัตรตอบคำถามต่อไปนี้ และสามารถตรวจคำตอบจากแนวคำตอบแล้วประเมินลงในแบบประเมินการทำกิจกรรม

1. การจะได้ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ ต้องทำอย่างไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

2. จุดประสงค์ในการสำรวจทางธรณีวิทยานี้ ก็เพื่อเหตุใดบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

3. ลักษณะโดยรวมที่ปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน จากหลุมเจาะ FA-PK-50-01 ลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอย่างไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

4. การทำ Desorbed Gas , Lost Gas เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เรื่องอะไร อย่างไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

5. การประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินของหลุมเจาะต้องมี องค์ประกอบของข้อมูลใดบ้าง

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

6. ปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน มีวิธีการคำนวณอย่างไร

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

แบบประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ชื่อ นามสกุล .....

คำอธิบาย

1. ตรวจคำตอบเทียบกับแนวคำตอบท้ายกิจกรรม
2. เขียนคะแนนลงในช่อง “ได้คะแนน”
3. เปรียบเทียบคะแนนที่เขียนกับคะแนนผ่าน
4. ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผ่าน หรือ ไม่ผ่าน
5. เมื่อท่านตรวจคำคอบได้ผ่าน ให้เรียนเรื่องต่อไป
6. ในกรณีที่คะแนนต่ำกว่าคะแนนผ่านขอให้ทบทวนใหม่

หน่วยการเรียนที่ 3 ใบความรู้ที่ 1

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนผ่าน	ได้คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	วัน/เดือน/ปี	หมายเหตุ : ในกรณีเรียนซ้ำ
1	5	3					
2	5	3					
3	5	3					
4	5	3					
5	5	3					
6	5	3					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ใบงานที่ 1 หน่วยการเรียนที่ 3
เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายถึงความสำคัญของข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี
2. สามารถข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเคมี ไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3. ทราบข้อมูลหลุมขุดเจาะลุ่มแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประเมินศักยภาพทางด้านก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ให้ผู้เรียนปฏิบัติ ดังนี้

พิจารณา วิเคราะห์ดูว่า ศักยภาพของการพัฒนาปริมาณสำรองก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินบริเวณ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถนำผลผลิตที่ได้จากแหล่งผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมต่อชุมชน ในอำเภอฝาง ได้อย่างไรบ้าง

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบก่อน - หลังเรียนและแบบเฉลย

แบบทดสอบก่อนเรียน
เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความรู้ของผู้เรียน ก่อนเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

คำชี้แจง

ขอให้ผู้เรียนตอบคำถามจากแบบทดสอบก่อนการเรียน โดยเลือกคำตอบที่ท่านคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย × ในช่องที่ตรงกับอักษร

ตัวอย่างการตอบ

ในกรณีที่ข้อ 00 ข เป็นข้อที่ถูกต้อง

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00		×		
01				
02				

1. NGV คืออะไร
    ก. ก๊าซธรรมชาติอัดใส่ถังใช้ตามบ้าน
    ข. ก๊าซ LPG ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในบ้าน
    ค. ก๊าซ LPG ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนรถยนต์
    ง. ก๊าซธรรมชาติอัดใส่ถังใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนรถยนต์
2. ข้อใดไม่ใช่กระบวนการที่ทำให้ซากพืชตกตะกอนสะสมกันจนกลายเป็นถ่านพีตและถ่านหิน
    ก. ปฏิกิริยาชีวเคมี
    ข. ปฏิกิริยาความร้อน
    ค. ปฏิกิริยาชีวกายภาพ
    ง. ปฏิกิริยา DIAGENESIS
3. ข้อใดไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล
    ก. ถ่านหิน
    ข. ปิโตรเลียม
    ค. หินน้ำมัน
    ง. ซับบิทูมินัส
4. ถ่านหินมีต้นกำเนิดจากอะไร
    ก. สารที่สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอล
    ข. สารที่ประกอบด้วยองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่เรียกว่าคีโรแกน
    ค. สารที่เป็นเชื้อเพลิงในรูปของโพรเพนและบิวเทน, ก๊าซโซลิน, คีโลซีน
    ง. สารที่เกิดจากการสะสมตัวของซากพืช-ซากสัตว์มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
5. ข้อใด **ไม่ใช่** ชนิดของถ่านหิน
    ก. ถ่านหินพีต
    ข. ถ่านหินทราย
    ค. ถ่านหินลิกไนต์
    ง. ถ่านหินซับบิทูมินัส
6. ถ่านหินประเภทใดมีคุณภาพดีที่สุด
    ก. พีต
    ข. ลิกไนต์
    ค. ซับบิทูมินัส
    ง. แอนทราไซต์

7. ลำดับอายุถ่านหินตามแหล่งกำเนิด ชนิดใดมีอายุน้อยสุด

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. ซับบิทูมินัส

    ง. แอนทราไซต์

8. ถ่านหินประเภทใดมีปริมาณคาร์บอนต่ำสุด

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. ซับบิทูมินัส

    ง. แอนทราไซต์

9. ถ่านหินชนิดใดเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. บิทูมินัส

    ง. ซับบิทูมินัส

10. ข้อใด **ไม่ใช่** ประโยชน์ของถ่านหิน

    ก. ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนในอุตสาหกรรม

    ข. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

    ค. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร

    ง. ใช้เพื่อการเผาสิ่งปฏิกูล

11. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

    ก. การสะสมตัวของก๊าซไฮโดรคาร์บอนภายในโครงสร้างของถ่านหิน

    ข. ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ถ่านหินปล่อยออกมาซึ่งอยู่ใต้พื้นดิน

    ค. ก๊าซภายใต้พื้นดินที่มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบมากที่สุด

    ง. ก๊าซมีเทนในหินที่มีอยู่ทั่วไปทั้งบนบก ใต้ทะเล และใต้ดิน

12. โดยปกติของการเกิดก๊าซมีเทนในถ่านหิน จะมีแรงดันจากสิ่งใดในรอยแตกช่วยกดทับไว้

    ก. น้ำ

    ข. ชั้นดิน

    ค. ชั้นหิน

    ง. ชั้นถ่านหิน

13. ก๊าซมีเทนสะสมตัวในชั้นถ่านหินชนิดใดมากที่สุด

    ก. แอนทราไซด์

    ข. ซับบิทูมินัส

    ค. บิทูมินัส

    ง. ลิกไนต์

14. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไฮโดรเจนเท่าใด

    ก. 1 : 6

    ข. 1 : 5

    ค. 1 : 4

    ง. 1 : 3

15. ก๊าซมีเทนมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ

    ก. คาร์บอนเท่านั้น

    ข. ไฮโดรเจนเท่านั้น

    ค. คาร์บอน และไฮโดรเจน

    ง. คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน

16. Micropore คืออะไร

    ก. ถ่านหินที่มีลักษณะเป็นก้อนเล็กๆ

    ข. ถ่านหินที่มีลักษณะเป็นสีดำสนิท

    ค. ถ่านหินที่มีรูเล็ก ๆ หรือช่องว่างในเนื้อของถ่านหิน

    ง. ถ่านหินที่มีคุณสมบัติให้ก๊าซมีเทนจำนวนมาก

17. ก๊าซมีเทนในถ่านหินที่พบมากในประเทศไทยอยู่ ณ ระดับใด

    ก. 150 – 500 เมตร

    ข. 150 – 900 เมตร

    ค. 150 – 1500 เมตร

    ง. 150 - 2000 เมตร

18. ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

    ก. เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

    ข. ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทำบ่อขยะ

    ค. เป็นวัตถุเติมแต่งในอุตสาหกรรมพลาสติก

    ง. เป็นเชื้อเพลิงผลิตก๊าซธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

19. จากการศึกษาคาดว่าก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินน่าจะมีอยู่ในประเทศไทยหรือไม่

ก. ไม่มี เพราะอุณหภูมิไม่เหมาะสมกับการเกิดก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ข. มี เพราะทุกพื้นใต้ดินที่สามารถเกิดก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ค. ไม่มี เพราะ สำรวจแล้วไม่พบก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ง. ยังสรุปคำตอบไม่ได้ เพราะยังไม่มีการสำรวจ

20. ในการวิเคราะห์คุณภาพถ่านหิน อะไรที่สำคัญในการวิเคราะห์ว่าถ่านหินนี้คุณภาพดี

ก. ค่าความร้อนสูง

ข. ปริมาณขี้เถ้าน้อย

ค. กำมะถันต่ำ

ง. ถูกทุกข้อ

21. การนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมานั้น มีอะไรออกมาพร้อมกับก๊าซด้วย

ก. ออกซิเจน

ข. แร่พลวง

ค. ลาวา

ง. น้ำ

22. เทคโนโลยี Aquifer Storage and Recovery คืออะไร

ก. เทคโนโลยีที่ดักจับสารแขวนลอยที่ปะปนมากับน้ำที่ได้จากการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้

ข. เทคโนโลยีการดึงเอาก๊าซออกที่ไม่ใช่ก๊าซมีเทนออกจากระบบ

ค. เทคโนโลยีที่สามารถตรวจสอบปริมาณก๊าซมีเทนใต้ดิน

ง. เทคโนโลยีการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ

23. กระบวนการ ASR มีการกักเก็บน้ำ ต้นทุนต่ำกว่าแบบเดิมที่กักเก็บ ณ ผิวดิน เพื่อนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้โดยมีการขจัดสิ่งใดออกก่อน

ก. น้ำ

ข. ไอ

ค. เศษตะกอนดิน

ง. เศษตะกอนถ่านหิน

24. การทำ Hydraulic Fracturing คืออะไร

ก. การระเบิดหินโดยใช้น้ำแรงดันสูง

ข. การระเบิดหินโดยใช้ไอน้ำแรงดันสูง

ค. การระเบิดหินโดยการใช้ ฉนวนระเบิด

ง. การระเบิดหินโดยใช้การระเบิดจากเชื้อปะทุ

25. ข้อใดเป็นวิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ก. พิจารณาแหล่งน้ำ

ข. สำรวจลักษณะภูมิประเทศ

ค. วัดค่า Desorbed Gas

ง. จัดสร้างบ่อเก็บน้ำมากๆ เพื่อลดพื้นที่ที่เป็นดิน

26. ขั้นตอนแรกของการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คือ

ก. การศึกษาข้อมูล

ข. การหาสถานที่ตั้ง

ค. การพัฒนาโครงการการจัดการ

ง. การควบคุมฝุ่นละออง

27. การควบคุมฝุ่นละออง จัดเป็นวิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เช่นกัน ท่านคิดว่ามีวิธีการอย่างไร

ก. การใช้น้ำที่ได้จากโครงการฯ ซึ่งเป็นน้ำที่เกิดมาจากชั้นรอยต่อของถ่านหิน ทำการฉีดพ่นให้เป็นละอองน้ำภายในโครงการฯ

ข. ใช้พลาสติกขนาดใหญ่มาคลุมพื้นที่ที่เป็นดินทั้งหมด

ค. จัดสร้างบ่อเก็บน้ำมาก ๆ เพื่อลดพื้นที่ที่เป็นดิน

ง. วัดค่า Desorbed Gas

28. ข้อใด **ไม่ใช่** วิธีการศึกษา และวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน

ก. วัดค่า Lost Gas

ข. วัดค่า Desorbed Gas

ค. วัดค่า Destroy Gas

ง. วัดค่า Residual Gas

29. การวิเคราะห์โดยเครื่องมือแยกหรือวิเคราะห์หาปริมาณสารในสภาวะก๊าซ ใช้เครื่องมืออะไร

ก. Nuclear magnetic resonance spectroscopy หรือ NMR

ข. Differential scanning Calorimetry หรือ DSC

ค. Thermal Gas analysis หรือ TGA

ง. Gas chromatograph หรือ GC

30. น้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน **ไม่** สามารถนำไปใช้ด้านใดได้

ก. ด้านการบริโภค

ข. ด้านการเกษตร

ค. ด้านอุตสาหกรรม

ง. ด้านการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

31. การลดการเกิดการเสียหายของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ทำได้โดย

ก. ลดการฉีดพ่นละอองน้ำในโครงการ CBM

ข. ผสมสารเคมีที่สามารถปรับสภาพน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้นลงไปในแหล่งน้ำผิวดิน

ค. สร้างแหล่งกักเก็บน้ำมาก ๆ เพื่อให้น้ำที่เกิดจาก โครงการ CBM ระเหยไปในชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว

ง. ควรมีการวิเคราะห์ชนิด ลักษณะของดิน และค่า SAR และตัวควบคุมปริมาณของน้ำที่มีคุณภาพต่ำที่ได้จากกระบวนการ CBM ให้ไหลช้า

32. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เรียงลำดับอย่างไร

ก. การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต พัฒนาแหล่งผลิต

ข. พัฒนาแหล่งผลิต การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน ทดสอบการผลิต หลุมทดสอบ

ค. การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน พัฒนาแหล่งผลิต หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต

ง. การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต พัฒนาแหล่งผลิต การทบทวนข้อมูล

33. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ของ เวลา และความเสี่ยงในการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินอย่างถูกต้อง

ก. เวลา และความเสี่ยงไม่มีผลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

ข. ใช้เวลาในการสำรวจน้อยเป็นการประหยัดงบประมาณในการสำรวจ

ค. เมื่อระยะเวลามากขึ้น ความเสี่ยงจะสูงขึ้นและได้ข้อมูลในเรื่องปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถมีการพัฒนาแหล่งผลิตต่อไป

ง. เมื่อระยะเวลามากขึ้น ความเสี่ยงจะลดลงและได้ข้อมูลในเรื่องปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถมีการพัฒนาแหล่งผลิตต่อไป

34. การทำ SEISMIC คืออะไร

ก. การศึกษาข้อมูลธรณีวิทยาทางธรณีฟิสิกส์

ข. การศึกษาข้อมูลธรณีวิทยาทางธรณีเคมี

ค. การศึกษาข้อมูลทางเคมีกายภาพ

ง. การศึกษาข้อมูลทางชีวเคมี

35. RESIDUAL GAS ในการผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

ก. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการผลิต

ข. ก๊าซที่ปล่อยออกมาขณะเปิดกระป๋องเก็บตัวอย่าง

ค. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการบดตัวอย่างถ่านหินในภาชนะปิด

ง. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการสูญหายขณะถูกเจาะผ่านชั้นถ่านหิน

36. วิธีการวิเคราะห์ก๊าซหาปริมาณก๊าซแต่ละชนิด

ก. การบดตัวอย่างถ่านหิน

ข. GC (GAS CHROMATO GRAPHY)

ค. การเอากระป๋องเก็บและปล่อยในน้ำ

ง. การเผาไหม้ร้อนในกระป๋องแบบปิด

37. ปริมาณสารชนิดใดในน้ำสูง จะมีผลให้การนำน้ำ (จากการผลิตก๊าซมีเทนฯ) มาใช้ในการเกษตร แล้วทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง

ก. โปตัสเซียม

ข. โซเดียม

ค. แคลเซียม

ง. แมกนีเซียม

38. หลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตก๊าซมีเทน ควรมีหลุมผลิตกี่หลุมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร

ก. 10 หลุม

ข. 8 หลุม

ค. 4 หลุม

ง. 1 หลุม

39. ข้อใดไม่ใช่วิธีการการวัดปริมาณก๊าซมีเทนในถ่านหิน

    ก. DESORBED GAS

    ข. RESIDUAL GAS

    ค. LOST GAS

    ง. INITIAL GAS

40. ปริมาณก๊าซรวม (Total Gas) คืออะไร ตามคำตอบในข้อ 19

    ก. INITIAL GAS + DESORBED GAS + LOST GAS

    ข. DESORBED GAS + LOST GAS + RESIDUAL GAS

    ค. INITIAL GAS + DESORBED GAS

    ง. DESORBED GAS + LOST GAS

41. ข้อใด ไม่ใช่ เป้าหมายในการสำรวจทางธรณีวิทยา

    ก. การหาอายุของชั้นหิน ถ่านหิน

    ข. หาปริมาณไฮโดรเจนต่อคาร์บอน

    ค. การศึกษาการวางตัวของชั้นถ่านหิน

    ง. การศึกษาการแปรสภาพของชั้นถ่านหิน

42. การสำรวจทางด้านธรณีวิทยาต้องการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในด้านใด

    ก. หาความสัมพันธ์ระดับในชั้นถ่านหิน

    ข. ใช้ศึกษาหาการแปรสภาพของชั้นถ่านหิน

    ค. ใช้เป็นองค์ประกอบในการเลือกจัดทำแหล่งกักเก็บน้ำในโครงการ CBM

    ง. หาความสัมพันธ์ของลักษณะทางธรณีวิทยากับแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

43. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับการสำรวจทางธรณีวิทยาสำหรับโครงการ CBM

    ก. เพื่อที่จะทราบปริมาณน้ำใต้ดิน

    ข. เพื่อที่จะทราบอายุของหินหรือถ่านหิน

    ค. เพื่อที่จะทราบชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ง. เพื่อที่จะทราบการวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

44. ข้อมูลทางด้านธรณีฟิสิกส์มีความสำคัญอย่างไร

    ก. เพื่อรู้อายุของหิน หรือถ่านหิน

    ข. เพื่อรู้ ชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ค. เพื่อรู้การวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ง. เพื่อรู้โครงสร้างธรณีวิทยาของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

45. ข้อใดคือเป้าหมายสำคัญที่สุดของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

ก. หาอายุชั้นถ่านหิน

ข. ศึกษาการวางตัวชั้นถ่านหิน

ค. เป็นข้อมูลในการวางแผนกำหนดพิกัดการเจาะ

ง. เป็นข้อมูลศึกษาโครงสร้างของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทน

46. ข้อใดไม่ใช่จุดประสงค์การสำรวจทางธรณีเคมี

ก. หาชนิดของชั้นถ่านหิน ชั้นหิน

ข. หาขอบเขตของแหล่งก๊าซมีเทน

ค. หาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ

ง. หาอัตราส่วน ปริมาณโซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม

47. โดยทั่วไปการสำรวจทางธรณีวิทยาจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณกี่ตารางกิโลเมตร

ก. 50 – 100 ตารางกิโลเมตร

ข. 100 – 500 ตารางกิโลเมตร

ค. 500 – 1000 ตารางกิโลเมตร

ง. 1000 – 5000 ตารางกิโลเมตร

48. หากต้องการทราบข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ก๊าซ และองค์ประกอบของหิน หรือถ่านหิน กับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และคุณสมบัติของชั้นหิน หรือถ่านหินใต้ผิวดิน หรือเปลือกโลกควรสำรวจข้อมูลทางด้านใด

ก. ด้านธรณีเคมีเท่านั้น

ข. ด้านธรณีฟิสิกส์เท่านั้น

ค. ด้านธรณีเคมี และด้านธรณีฟิสิกส์

ง. ด้านธรณีเคมี และด้านธรณีวิทยา

49. การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน คืออะไร

ก. เป็นการวิเคราะห์ก๊าซที่แพร่ออกมาจากถ่านหิน

ข. เป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของถ่านหิน

ค. เป็นการวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณก๊าซ รอยแตกของแท่งถ่านหิน

ง. เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นมากที่สุดที่ถ่านหินสามารถดูดซับไว้ได้

50. Canister คืออะไร

ก. ท่อที่ใช้สำหรับดูดก๊าซมีเทนออกจากชั้นถ่านหิน

ข. ท่อที่ทำการดูดความชื้นออกจากแท่งตัวอย่างถ่านหิน

ค. ท่อที่ใช้ในการเก็บแท่งตัวอย่างถ่านหินขึ้นมาจากหลุมเจาะ

ง. ท่อที่ใช้ส่งสัญญาณรังสีแกมมา เพื่อทำการวัดความหนาของชั้นถ่านหินใต้ดิน

51. การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในถ่านหินใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่าอะไร

ก. Gas Chromatograph หรือ GC

ข. Thermal Gas analysis หรือ TGA

ค. Differential scanning Calorimetry หรือ DSC

ง. Nuclear magnetic resonance spectroscopy หรือ NMR

52. สำหรับองค์ประกอบของก๊าซในถ่านหิน จากการวิเคราะห์ควรมีก๊าซใดในถ่านหินบ้าง

ก. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เท่านั้น

ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

ค. ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

ง. ก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

53. การประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ต้องมีองค์ประกอบข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. การกำหนดพื้นที่

ข. การกำหนดพิกัดจุดเจาะ

ค. การกำหนดความหนาชั้นถ่าน

ง. การกำหนดค่าความหนาแน่น

54. ปริมาณสำรองก๊าซมีเทน คำนวณจากข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. ค่าความหนาแน่นน้ำ

ข. ปริมาณสำรองถ่านหิน

ค. ปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกมา

ง. ความหนาแน่นของชั้นถ่านหิน

55. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) คำนวณจากข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. ความแข็งแรงของชั้นถ่านหิน

ข. อัตราการไหลของก๊าซมีเทน

ค. พื้นที่การกระจายตัวของถ่านหิน

ง. อัตราความหนาแน่นของชั้นถ่านหิน

56. ข้อใดไม่ใช่ก๊าซที่ได้จากการศึกษาจากเครื่อง GC ในกรณีชั้นถ่านหิน

ก. นีออน

ข. ออกซิเจน

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

57. ก๊าซที่ได้จากการศึกษาก๊าซในข้อ 9 ชนิดใดมีปริมาณ (%) สูงสุด

ก. นีออน

ข. ออกซิเจน

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

58. การคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหินทำอย่างไร

ก. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนาแน่น

ข. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × จำนวนชั้นถ่านหิน

ค. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = ความหนา × ความหนาแน่น

ง. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนา × ความหนาแน่น

59. การคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนทำอย่างไร

ก. พื้นที่ × ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน

ข. พื้นที่ × ความหนา × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

ค. พื้นที่ × ความหนาแน่น × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

ง. ปริมาณสำรองของถ่านหิน × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

60. ในการวิเคราะห์คุณภาพถ่านหิน อะไรที่สำคัญในการวิเคราะห์ว่าถ่านหินนี้คุณภาพดี

ก. ค่าความร้อนสูง

ข. ปริมาณขี้เถ้าน้อย

ค. กำมะถันต่ำ

ง. ถูกทุกข้อ

♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อ นามสกุล .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

แบบทดสอบหลังเรียน
เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน
สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความรู้ของผู้เรียน หลังเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

คำชี้แจง

ขอให้ผู้เรียนตอบคำถามจากแบบทดสอบหลังการเรียน โดยเลือกคำตอบที่ท่านคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย × ในช่องที่ตรงกับอักษร

ตัวอย่างการตอบ

ในกรณีที่ข้อ 00 ข เป็นข้อที่ถูกต้อง

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00		×		
01				
02				

1. NGV คืออะไร
    ก. ก๊าซธรรมชาติอัดใส่ถังใช้ตามบ้าน
    ข. ก๊าซ LPG ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในบ้าน
    ค. ก๊าซ LPG ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนรถยนต์
    ง. ก๊าซธรรมชาติอัดใส่ถังใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนรถยนต์
2. ข้อใดไม่ใช่กระบวนการที่ทำให้ซากพืชตกตะกอนสะสมกันจนกลายเป็นถ่านพีตและถ่านหิน
    ก. ปฏิกิริยาชีวเคมี
    ข. ปฏิกิริยาความร้อน
    ค. ปฏิกิริยาชีวกายภาพ
    ง. ปฏิกิริยา DIAGENESIS
3. ข้อใดไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล
    ก. ถ่านหิน
    ข. ปิโตรเลียม
    ค. หินน้ำมัน
    ง. ซับบิทูมินัส
4. ถ่านหินมีต้นกำเนิดจากอะไร
    ก. สารที่สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอล
    ข. สารที่ประกอบด้วยองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่เรียกว่าคีโรแกน
    ค. สารที่เป็นเชื้อเพลิงในรูปของโพรเพนและบิวเทน, ก๊าซโซลิน, คีโลซีน
    ง. สารที่เกิดจากการสะสมตัวของซากพืช-ซากสัตว์มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
5. ข้อใด **ไม่ใช่** ชนิดของถ่านหิน
    ก. ถ่านหินพีต
    ข. ถ่านหินทราย
    ค. ถ่านหินลิกไนต์
    ง. ถ่านหินซับบิทูมินัส
6. ถ่านหินประเภทใดมีคุณภาพดีที่สุด
    ก. พีต
    ข. ลิกไนต์
    ค. ซับบิทูมินัส
    ง. แอนทราไซต์

7. ลำดับอายุถ่านหินตามแหล่งกำเนิด ชนิดใดมีอายุน้อยสุด

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. ซับบิทูมินัส

    ง. แอนทราไซต์

8. ถ่านหินประเภทใดมีปริมาณคาร์บอนต่ำสุด

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. ซับบิทูมินัส

    ง. แอนทราไซต์

9. ถ่านหินชนิดใดเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

    ก. พีต

    ข. ลิกไนต์

    ค. บิทูมินัส

    ง. ซับบิทูมินัส

10. ข้อใด **ไม่ใช่** ประโยชน์ของถ่านหิน

    ก. ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนในอุตสาหกรรม

    ข. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

    ค. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร

    ง. ใช้เพื่อการเผาสิ่งปฏิกูล

11. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

    ก. การสะสมตัวของก๊าซไฮโดรคาร์บอนภายในโครงสร้างของถ่านหิน

    ข. ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ถ่านหินปล่อยออกมาซึ่งอยู่ใต้พื้นดิน

    ค. ก๊าซภายใต้พื้นดินที่มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบมากที่สุด

    ง. ก๊าซมีเทนในหินที่มีอยู่ทั่วไปทั้งบนบก ใต้ทะเล และใต้ดิน

12. โดยปกติของการเกิดก๊าซมีเทนในถ่านหิน จะมีแรงดันจากสิ่งใดในรอยแตกช่วยกดทับไว้

    ก. น้ำ

    ข. ชั้นดิน

    ค. ชั้นหิน

    ง. ชั้นถ่านหิน

13. ก๊าซมีเทนสะสมตัวในชั้นถ่านหินชนิดใดมากที่สุด

    ก. แอนทราไซด์

    ข. ซับบิทูมินัส

    ค. บิทูมินัส

    ง. ลิกไนต์

14. ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไฮโดรเจนเท่าใด

    ก. 1 : 6

    ข. 1 : 5

    ค. 1 : 4

    ง. 1 : 3

15. ก๊าซมีเทนมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ

    ก. คาร์บอนเท่านั้น

    ข. ไฮโดรเจนเท่านั้น

    ค. คาร์บอน และไฮโดรเจน

    ง. คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน

16. Micropore คืออะไร

    ก. ถ่านหินที่มีลักษณะเป็นก้อนเล็กๆ

    ข. ถ่านหินที่มีลักษณะเป็นสีดำสนิท

    ค. ถ่านหินที่มีรูเล็ก ๆ หรือช่องว่างในเนื้อของถ่านหิน

    ง. ถ่านหินที่มีคุณสมบัติให้ก๊าซมีเทนจำนวนมาก

17. ก๊าซมีเทนในถ่านหินที่พบมากในประเทศไทยอยู่ ณ ระดับใด

    ก. 150 – 500 เมตร

    ข. 150 – 900 เมตร

    ค. 150 – 1500 เมตร

    ง. 150 - 2000 เมตร

18. ประโยชน์ของก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

    ก. เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

    ข. ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทำบ่อขยะ

    ค. เป็นวัตถุเติมแต่งในอุตสาหกรรมพลาสติก

    ง. เป็นเชื้อเพลิงผลิตก๊าซธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

19. จากการศึกษาคาดว่าก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินน่าจะมีอยู่ในประเทศไทยหรือไม่

ก. ไม่มี เพราะอุณหภูมิไม่เหมาะสมกับการเกิดก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ข. มี เพราะทุกพื้นใต้ดินที่สามารถเกิดก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินได้

ค. ไม่มี เพราะ สำรวจแล้วไม่พบก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ง. ยังสรุปคำตอบไม่ได้ เพราะยังไม่มีการสำรวจ

20. ในการวิเคราะห์คุณภาพถ่านหิน อะไรที่สำคัญในการวิเคราะห์ว่าถ่านหินนี้คุณภาพดี

ก. ค่าความร้อนสูง

ข. ปริมาณขี้เถ้าน้อย

ค. กำมะถันต่ำ

ง. ถูกทุกข้อ

21. การนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมานั้น มีอะไรออกมาพร้อมกับก๊าซด้วย

ก. ออกซิเจน

ข. แร่พลวง

ค. ลาวา

ง. น้ำ

22. เทคโนโลยี Aquifer Storage and Recovery คืออะไร

ก. เทคโนโลยีที่ดักจับสารแขวนลอยที่ปะปนมากับน้ำที่ได้จากการนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินขึ้นมาใช้

ข. เทคโนโลยีการดึงเอาก๊าซออกที่ไม่ใช่ก๊าซมีเทนออกจากระบบ

ค. เทคโนโลยีที่สามารถตรวจสอบปริมาณก๊าซมีเทนใต้ดิน

ง. เทคโนโลยีการบรรจุของเหลวโดยใช้ความดันน้ำ

23. กระบวนการ ASR มีการกักเก็บน้ำ ต้นทุนต่ำกว่าแบบเดิมที่กักเก็บ ณ ผิวดิน เพื่อนำก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินมาใช้โดยมีการขจัดสิ่งใดออกก่อน

ก. น้ำ

ข. ไอ

ค. เศษตะกอนดิน

ง. เศษตะกอนถ่านหิน

24. การทำ Hydraulic Fracturing คืออะไร

ก. การระเบิดหินโดยใช้น้ำแรงดันสูง

ข. การระเบิดหินโดยใช้ไอน้ำแรงดันสูง

ค. การระเบิดหินโดยการใช้ ฉนวนระเบิด

ง. การระเบิดหินโดยใช้การระเบิดจากเชื้อปะทุ

25. ข้อใดเป็นวิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ก. พิจารณาแหล่งน้ำ

ข. สำรวจลักษณะภูมิประเทศ

ค. วัดค่า Desorbed Gas

ง. จัดสร้างบ่อเก็บน้ำมากๆ เพื่อลดพื้นที่ที่เป็นดิน

26. ขั้นตอนแรกของการสำรวจก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คือ

ก. การศึกษาข้อมูล

ข. การหาสถานที่ตั้ง

ค. การพัฒนาโครงการการจัดการ

ง. การควบคุมฝุ่นละออง

27. การควบคุมฝุ่นละออง จัดเป็นวิธีการจัดการสำหรับโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เช่นกัน ท่านคิดว่ามีวิธีการอย่างไร

ก. การใช้น้ำที่ได้จากโครงการฯ ซึ่งเป็นน้ำที่เกิดมาจากชั้นรอยต่อของถ่านหิน ทำการฉีดพ่นให้เป็นละอองน้ำภายในโครงการฯ

ข. ใช้พลาสติกขนาดใหญ่มาคลุมพื้นที่ที่เป็นดินทั้งหมด

ค. จัดสร้างบ่อเก็บน้ำมาก ๆ เพื่อลดพื้นที่ที่เป็นดิน

ง. วัดค่า Desorbed Gas

28. ข้อใด **ไม่ใช่** วิธีการศึกษา และวัดปริมาณก๊าซในถ่านหิน

ก. วัดค่า Lost Gas

ข. วัดค่า Desorbed Gas

ค. วัดค่า Destroy Gas

ง. วัดค่า Residual Gas

29. การวิเคราะห์โดยเครื่องมือแยกหรือวิเคราะห์หาปริมาณสารในสภาวะก๊าซ ใช้เครื่องมืออะไร

ก. Nuclear magnetic resonance spectroscopy หรือ NMR

ข. Differential scanning Calorimetry หรือ DSC

ค. Thermal Gas analysis หรือ TGA

ง. Gas chromatograph หรือ GC

30. น้ำจากโครงการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน **ไม่** สามารถนำไปใช้ด้านใดได้

ก. ด้านการบริโภค

ข. ด้านการเกษตร

ค. ด้านอุตสาหกรรม

ง. ด้านการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

31. การลดการเกิดการเสียหายของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ทำได้โดย

ก. ลดการฉีดพ่นละอองน้ำในโครงการ CBM

ข. ผสมสารเคมีที่สามารถปรับสภาพน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้นลงไปในแหล่งน้ำผิวดิน

ค. สร้างแหล่งกักเก็บน้ำมาก ๆ เพื่อให้น้ำที่เกิดจาก โครงการ CBM ระเหยไปในชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว

ง. ควรมีการวิเคราะห์ชนิด ลักษณะของดิน และค่า SAR และตัวควบคุมปริมาณของน้ำที่มีคุณภาพต่ำที่ได้จากกระบวนการ CBM ให้ไหลช้า

32. ขั้นตอนการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน เรียงลำดับอย่างไร

ก. การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต พัฒนาแหล่งผลิต

ข. พัฒนาแหล่งผลิต การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน ทดสอบการผลิต หลุมทดสอบ

ค. การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน พัฒนาแหล่งผลิต หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต

ง. การวิเคราะห์แท่งถ่านหิน หลุมทดสอบ ทดสอบการผลิต พัฒนาแหล่งผลิต การทบทวนข้อมูล

33. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ของ เวลา และความเสี่ยงในการพัฒนาก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินอย่างถูกต้อง

ก. เวลา และความเสี่ยงไม่มีผลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

ข. ใช้เวลาในการสำรวจน้อยเป็นการประหยัดงบประมาณในการสำรวจ

ค. เมื่อระยะเวลามากขึ้น ความเสี่ยงจะสูงขึ้นและได้ข้อมูลในเรื่องปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถมีการพัฒนาแหล่งผลิตต่อไป

ง. เมื่อระยะเวลามากขึ้น ความเสี่ยงจะลดลงและได้ข้อมูลในเรื่องปริมาณสำรองของก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถมีการพัฒนาแหล่งผลิตต่อไป

34. การทำ SEISMIC คืออะไร

ก. การศึกษาข้อมูลธรณีวิทยาทางธรณีฟิสิกส์

ข. การศึกษาข้อมูลธรณีวิทยาทางธรณีเคมี

ค. การศึกษาข้อมูลทางเคมีกายภาพ

ง. การศึกษาข้อมูลทางชีวเคมี

35. RESIDUAL GAS ในการผลิตก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน คืออะไร

ก. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการผลิต

ข. ก๊าซที่ปล่อยออกมาขณะเปิดกระป๋องเก็บตัวอย่าง

ค. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการบดตัวอย่างถ่านหินในภาชนะปิด

ง. ก๊าซที่สามารถวัดได้จากการสูญหายขณะถูกเจาะผ่านชั้นถ่านหิน

36. วิธีการวิเคราะห์ก๊าซหาปริมาณก๊าซแต่ละชนิด

ก. การบดตัวอย่างถ่านหิน

ข. GC (GAS CHROMATO GRAPHY)

ค. การเอากระป๋องเก็บและปล่อยในน้ำ

ง. การเผาไหม้ร้อนในกระป๋องแบบปิด

37. ปริมาณสารชนิดใดในน้ำสูง จะมีผลให้การนำน้ำ (จากการผลิตก๊าซมีเทนฯ) มาใช้ในการเกษตร แล้วทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง

ก. โปตัสเซียม

ข. โซเดียม

ค. แคลเซียม

ง. แมกนีเซียม

38. หลักการในการพัฒนาแหล่งผลิตก๊าซมีเทน ควรมีหลุมผลิตกี่หลุมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร

ก. 10 หลุม

ข. 8 หลุม

ค. 4 หลุม

ง. 1 หลุม

39. ข้อใดไม่ใช่วิธีการการวัดปริมาณก๊าซมีเทนในถ่านหิน

    ก. DESORBED GAS

    ข. RESIDUAL GAS

    ค. LOST GAS

    ง. INITIAL GAS

40. ปริมาณก๊าซรวม (Total Gas) คืออะไร ตามคำตอบในข้อ 19

    ก. INITIAL GAS + DESORBED GAS + LOST GAS

    ข. DESORBED GAS + LOST GAS + RESIDUAL GAS

    ค. INITIAL GAS + DESORBED GAS

    ง. DESORBED GAS + LOST GAS

41. ข้อใด ไม่ใช่ เป้าหมายในการสำรวจทางธรณีวิทยา

    ก. การหาอายุของชั้นหิน ถ่านหิน

    ข. หาปริมาณไฮโดรเจนต่อคาร์บอน

    ค. การศึกษาการวางตัวของชั้นถ่านหิน

    ง. การศึกษาการแปรสภาพของชั้นถ่านหิน

42. การสำรวจทางด้านธรณีวิทยาต้องการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในด้านใด

    ก. หาความสัมพันธ์ระดับในชั้นถ่านหิน

    ข. ใช้ศึกษาหาการแปรสภาพของชั้นถ่านหิน

    ค. ใช้เป็นองค์ประกอบในการเลือกจัดทำแหล่งกักเก็บน้ำในโครงการ CBM

    ง. หาความสัมพันธ์ของลักษณะทางธรณีวิทยากับแหล่งก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

43. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับการสำรวจทางธรณีวิทยาสำหรับโครงการ CBM

    ก. เพื่อที่จะทราบปริมาณน้ำใต้ดิน

    ข. เพื่อที่จะทราบอายุของหินหรือถ่านหิน

    ค. เพื่อที่จะทราบชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ง. เพื่อที่จะทราบการวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

44. ข้อมูลทางด้านธรณีฟิสิกส์มีความสำคัญอย่างไร

    ก. เพื่อรู้อายุของหิน หรือถ่านหิน

    ข. เพื่อรู้ ชนิดของชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ค. เพื่อรู้การวางตัวและการเรียงลำดับชั้นหิน หรือชั้นถ่านหิน

    ง. เพื่อรู้โครงสร้างธรณีวิทยาของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

45. ข้อใดคือเป้าหมายสำคัญที่สุดของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

ก. หาอายุชั้นถ่านหิน

ข. ศึกษาการวางตัวชั้นถ่านหิน

ค. เป็นข้อมูลในการวางแผนกำหนดพิกัดการเจาะ

ง. เป็นข้อมูลศึกษาโครงสร้างของแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทน

46. ข้อใดไม่ใช่จุดประสงค์การสำรวจทางธรณีเคมี

ก. หาชนิดของชั้นถ่านหิน ชั้นหิน

ข. หาขอบเขตของแหล่งก๊าซมีเทน

ค. หาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ

ง. หาอัตราส่วน ปริมาณโซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม

47. โดยทั่วไปการสำรวจทางธรณีวิทยาจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณกี่ตารางกิโลเมตร

ก. 50 – 100 ตารางกิโลเมตร

ข. 100 – 500 ตารางกิโลเมตร

ค. 500 – 1000 ตารางกิโลเมตร

ง. 1000 – 5000 ตารางกิโลเมตร

48. หากต้องการทราบข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ก๊าซ และองค์ประกอบของหิน หรือถ่านหิน กับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน และคุณสมบัติของชั้นหิน หรือถ่านหินใต้ผิวดิน หรือเปลือกโลกควรสำรวจข้อมูลทางด้านใด

ก. ด้านธรณีเคมีเท่านั้น

ข. ด้านธรณีฟิสิกส์เท่านั้น

ค. ด้านธรณีเคมี และด้านธรณีฟิสิกส์

ง. ด้านธรณีเคมี และด้านธรณีวิทยา

49. การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของตัวอย่างถ่านหิน คืออะไร

ก. เป็นการวิเคราะห์ก๊าซที่แพร่ออกมาจากถ่านหิน

ข. เป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของถ่านหิน

ค. เป็นการวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณก๊าซ รอยแตกของแท่งถ่านหิน

ง. เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นมากที่สุดที่ถ่านหินสามารถดูดซับไว้ได้

50. Canister คืออะไร

ก. ท่อที่ใช้สำหรับดูดก๊าซมีเทนออกจากชั้นถ่านหิน

ข. ท่อที่ทำการดูดความชื้นออกจากแท่งตัวอย่างถ่านหิน

ค. ท่อที่ใช้ในการเก็บแท่งตัวอย่างถ่านหินขึ้นมาจากหลุมเจาะ

ง. ท่อที่ใช้ส่งสัญญาณรังสีแกมมา เพื่อทำการวัดความหนาของชั้นถ่านหินใต้ดิน

51. การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในถ่านหินใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่าอะไร

ก. Gas Chromatograph หรือ GC

ข. Thermal Gas analysis หรือ TGA

ค. Differential scanning Calorimetry หรือ DSC

ง. Nuclear magnetic resonance spectroscopy หรือ NMR

52. สำหรับองค์ประกอบของก๊าซในถ่านหิน จากการวิเคราะห์ควรมีก๊าซใดในถ่านหินบ้าง

ก. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เท่านั้น

ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

ค. ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

ง. ก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ออกซิเจน

53. การประเมินศักยภาพก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ต้องมีองค์ประกอบข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. การกำหนดพื้นที่

ข. การกำหนดพิกัดจุดเจาะ

ค. การกำหนดความหนาชั้นถ่าน

ง. การกำหนดค่าความหนาแน่น

54. ปริมาณสำรองก๊าซมีเทน คำนวณจากข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. ค่าความหนาแน่นน้ำ

ข. ปริมาณสำรองถ่านหิน

ค. ปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกมา

ง. ความหนาแน่นของชั้นถ่านหิน

55. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) คำนวณจากข้อมูลต่างๆ ยกเว้นข้อใด

ก. ความแข็งแรงของชั้นถ่านหิน

ข. อัตราการไหลของก๊าซมีเทน

ค. พื้นที่การกระจายตัวของถ่านหิน

ง. อัตราความหนาแน่นของชั้นถ่านหิน

56. ข้อใดไม่ใช่ก๊าซที่ได้จากการศึกษาจากเครื่อง GC ในกรณีชั้นถ่านหิน

ก. นีออน

ข. ออกซิเจน

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

57. ก๊าซที่ได้จากการศึกษาก๊าซในข้อ 9 ชนิดใดมีปริมาณ (%) สูงสุด

ก. นีออน

ข. ออกซิเจน

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

58. การคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหินทำอย่างไร

ก. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนาแน่น

ข. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × จำนวนชั้นถ่านหิน

ค. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = ความหนา × ความหนาแน่น

ง. ปริมาณสำรองของถ่านหิน (เมตริกตัน) = พื้นที่ × ความหนา × ความหนาแน่น

59. การคำนวณปริมาณสำรองของก๊าซมีเทนทำอย่างไร

ก. พื้นที่ × ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน

ข. พื้นที่ × ความหนา × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

ค. พื้นที่ × ความหนาแน่น × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

ง. ปริมาณสำรองของถ่านหิน × ปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยออกมา

60. ในการวิเคราะห์คุณภาพถ่านหิน อะไรที่สำคัญในการวิเคราะห์ว่าถ่านหินนี้คุณภาพดี

ก. ค่าความร้อนสูง

ข. ปริมาณขี้เถ้าน้อย

ค. กำมะถันต่ำ

ง. ถูกทุกข้อ

ΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩΩ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อ นามสกุล.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

แบบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
01				×
02			×	
03			×	
04				×
05		×		
06				×
07	×			
08	×			
09				×
10			×	
11	×			
12	×			
13			×	
14			×	
15			×	
16			×	
17			×	
18	×			
19		×		
20				×
21				×
22				×
23		×		
24	×			
25		×		
26		×		
27	×			
28			×	
29				×
30	×			

ข้อ	ก	ข	ค	ง
31				×
32	×			
33				×
34	×			
35			×	
36		×		
37		×		
38			×	
39				×
40		×		
41		×		
42				×
43	×			
44				×
45			×	
46	×			
47	×			
48			×	
49			×	
50			×	
51	×			
52				×
53		×		
54	×			
55		×		
56	×			
57				×
58				×
59				×
60				×

แบบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง		ข้อ	ก	ข	ค	ง
01	×					31	×			
02				×		32		×		
03	×					33	×			
04						34		×		
05			×			35	×			
06	×					36			×	
07			×			37			×	
08			×			38		×		
09	×					39		×		
10		×				40	×			
11				×		41			×	
12				×		42	×			
13			×			43				×
14			×			44	×			
15		×				45		×		
16				×		46		×		
17		×				47		×		
18				×		48				×
19			×			49		×		
20		×				50				×
21	×					51				×
22	×					52	×			
23	×					53	×			
24		×				54		×		
25	×					55	×			
26	×					56		×		
27		×				57				×
28			×			58			×	
29	×					59			×	
30		×				60			×	

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง

ของชุดการสอนรายบุคคล

แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญนี้ ประกอบด้วยแบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกเป็นด้านที่ต้องการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำนวน 5 ด้าน รวม 45 ข้อ

ชื่องานวิจัย การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม

คำชี้แจง แบบประเมินนี้มี 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนรายบุคคล โปรดพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่ามีความเหมาะสม สอดคล้องกับนิยามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องระดับความเหมาะสม มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 ประเมินความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคล โปรดพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับนิยามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง เห็นด้วย ไม่แน่ใจไม่เห็นด้วย

เกณฑ์การพิจารณา

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง เห็นด้วยเมื่อท่านแน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับนิยามที่กำหนด

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ไม่แน่ใจเมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับนิยามที่กำหนดหรือไม่

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ไม่เห็นด้วยเมื่อท่านแน่ใจว่าข้อความนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่ายิ่ง ในการพิจารณาแบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่าน

(พลโท กวี ประเคนรี)

นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาการศึกษาผู้ใหญ่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นิยามศัพท์เฉพาะ

การประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญนี้ ประกอบด้วย การประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน สำหรับนายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม จำแนกเป็นรายด้านที่ต้องการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน จำนวน 5 ด้าน ได้แก่

1. **ด้านลักษณะรูปเล่ม** หมายถึง องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ได้แก่ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อเรื่อง การจัดรูปเล่มของชุดการสอนรายบุคคล

2. **ด้านวัตถุประสงค์** หมายถึง เป้าหมายในการจัดทำชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งกำหนดแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียน ซึ่งนายทหารชั้นสัญญาบัตรบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคลที่ได้พัฒนาขึ้น

3. **ด้านเนื้อหา** หมายถึง ความเหมาะสมของขอบข่าย เนื้อหาสาระรายละเอียดในชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพประกอบภายในชุดการสอนรายบุคคลที่สนับสนุนให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้มีความรู้ในด้านการบริหารจัดการก๊าซมีเทน ในชั้นถ่านหิน

4. **ด้านสื่อ** หมายถึง คุณภาพ ความเหมาะสม ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ภายในชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับเนื้อหาสาระ รวมทั้ง ความสะดวกต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อเป็นการสนับสนุน ให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้มีความรู้ในด้านการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

5. **ด้านการวัดผลประเมินผล** หมายถึง การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียน การตรวจสอบความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตรทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้านลักษณะรูปเล่ม หมายถึง องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ได้แก่ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อเรื่อง การจัดรูปเล่มของชุดการสอนรายบุคคล

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม					ความสอดคล้อง		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
1. รูปแบบตัวอักษรมีความชัดเจนง่ายต่อการอ่าน								
2. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา								
3. ความสอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ								
4. มีการใช้รูปภาพประกอบเนื้อหาได้เหมาะสม								
5. ขนาดของภาพที่นำมาใช้ประกอบบทเรียน								
6. ความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอน								
7. ชุดการสอนรายบุคคลสะดวกต่อการนำไปใช้								
8. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล								

ด้านวัตถุประสงค์ หมายถึง เป้าหมายในการจัดทำชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งกำหนดแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนซึ่งนายทหารชั้นสัญญาบัตรบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้จากชุดการสอนรายบุคคล ที่ได้พัฒนาขึ้น

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม					ความสอดคล้อง		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
9. ความชัดเจนของหลักการและเหตุผล								
10. ความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน								
11. ผู้เรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้								
12. ผู้เรียนมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน								
13. เนื้อหาสาระของชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงานในความรับผิดชอบ								
14. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้								
15. องค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล								
16. ความน่าเชื่อถือของชุดการสอนรายบุคคล								
17. คุณภาพของชุดการสอนรายบุคคล								
18. ประโยชน์ในการทบทวนความรู้และความเข้าใจในบทเรียน								

ด้านเนื้อหา หมายถึง ความเหมาะสมของขอบข่าย เนื้อหาสาระรายละเอียดในชุดการสอนรายบุคคล การบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพประกอบ ภายในชุดการสอนรายบุคคลที่สนับสนุนให้นายทหารชั้นสัญญาบัตรกรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ได้มีความรู้ในด้านการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม					ความสอดคล้อง		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
19. วิธีการของการนำเข้าสู่เนื้อหา								
20. สาระการเรียนรู้ของแต่ละชุดการสอนรายบุคคล								
21. การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก								
22. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสมต่อผู้เรียน								
23. ความถูกต้องของเนื้อหา								
24. ความชัดเจนและความต่อเนื่องของเนื้อหาในชุดการสอนรายบุคคล								
25. เนื้อหาสาระในชุดการสอนรายบุคคลผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง								
26. ความยาก ง่ายของภาษาที่ใช้								
27. เนื้อหาสาระมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานของหน่วยงาน								

ด้านสื่อ หมายถึง คุณภาพ ความเหมาะสม ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในชุดการสอนรายบุคคลการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินกับเนื้อหาสาระ รวมทั้งความสะดวกต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตนเองทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนให้นายทหารชั้นสัญญาบัตร กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหมได้มีความรู้ในด้านการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม					ความสอดคล้อง		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
28. ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคล								
29. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน								
30. ความเหมาะสมของใบความรู้								
31. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน								
32. ความเหมาะสมของใบงาน								
33. ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคล								
34. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง								
35. ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหาใน CD ประกอบการเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลด้วยตัวเอง								

ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียน การตรวจสอบความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตรทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม					ความสอดคล้อง		
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
36. ความยากง่ายของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน								
37. ความเหมาะสมของจำนวนข้อคำถามในแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน								
38. ความสอดคล้องของแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนกับเนื้อหาในหน่วยการเรียน								
39. เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียน								
40. ความชัดเจนของข้อคำถามในแบบทดสอบ								
41. ความถูกต้องของข้อคำถามในแบบทดสอบ								
42. ความถูกต้องของข้อคำตอบในแบบทดสอบ								
43. วิธีการสรุปผลคะแนนรวมท้ายแบบทดสอบ								
44. ความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียน								
45. ความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียน								

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

(.....) ผู้ประเมิน

ภาคผนวก ฉ

ผลประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 20 ประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 1				
ข้อ 1	3	0		1.00
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	2	0		0.67
ข้อ 6	3	0		1.00
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	2	0		0.67
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	2	0		0.67
ข้อ 11	3	0		1.00
ข้อ 12	2	0		0.67
ข้อ 13	3	0		1.00
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	3	0		1.00
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	3	0		1.00
ข้อ 19	3	0		1.00
ข้อ 20	3	0		1.00
รวม	2.75	0		0.9175

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 1				
ข้อ 1	3	0		1.00
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	2	0		0.67
ข้อ 6	3	0		1.00
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	2	0		0.67
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	2	0		0.67
ข้อ 11	3	0		1.00
ข้อ 12	2	0		0.67
ข้อ 13	3	0		1.00
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	3	0		1.00
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	3	0		1.00
ข้อ 19	3	0		1.00
ข้อ 20	3	0		1.00
รวม	2.75	0		0.9175

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 2				
ข้อ 1	2	0		0.67
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	3	0		1.00
ข้อ 6	3	0		1.00
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	2	0		0.67
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	2	0		0.67
ข้อ 11	2	0		0.67
ข้อ 12	3	0		1.00
ข้อ 13	2	0		0.67
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	3	0		1.00
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	2	0		0.67
ข้อ 19	2	0		0.67
ข้อ 20	2	0		0.67
รวม	2.55	0		0.8515

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 2				
ข้อ 1	2	0		0.67
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	3	0		1.00
ข้อ 6	3	0		1.00
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	2	0		0.67
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	2	0		0.67
ข้อ 11	2	0		0.67
ข้อ 12	3	0		1.00
ข้อ 13	2	0		0.67
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	3	0		1.00
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	2	0		0.67
ข้อ 19	2	0		0.67
ข้อ 20	2	0		0.67
รวม	2.55	0		0.8515

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนที่ 3				
ข้อ 1	2	0		0.67
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	3	0		1.00
ข้อ 6	2	0		0.67
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	3	0		1.00
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	3	0		1.00
ข้อ 11	3	0		1.00
ข้อ 12	3	0		1.00
ข้อ 13	3	0		1.00
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	2	0		0.67
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	3	0		1.00
ข้อ 19	3	0		1.00
ข้อ 20	3	0		1.00
รวม	2.8	0		0.93

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบ	เห็นด้วย = 1	ไม่เห็นด้วย = 0	ไม่แน่ใจ = -1	ความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนที่ 3				
ข้อ 1	2	0		0.67
ข้อ 2	3	0		1.00
ข้อ 3	3	0		1.00
ข้อ 4	3	0		1.00
ข้อ 5	3	0		1.00
ข้อ 6	2	0		0.67
ข้อ 7	3	0		1.00
ข้อ 8	3	0		1.00
ข้อ 9	3	0		1.00
ข้อ 10	3	0		1.00
ข้อ 11	3	0		1.00
ข้อ 12	3	0		1.00
ข้อ 13	3	0		1.00
ข้อ 14	3	0		1.00
ข้อ 15	3	0		1.00
ข้อ 16	2	0		0.67
ข้อ 17	2	0		0.67
ข้อ 18	3	0		1.00
ข้อ 19	3	0		1.00
ข้อ 20	3	0		1.00
รวม	2.8	0		0.93
รวมทั้งสิ้น	2.7	0		0.91

จากตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน โดยรวมเท่ากับ 0.91 ซึ่งมากกว่า .5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียนทั้ง 3 หน่วยการเรียน มีความเห็นสอดคล้องมากกว่า .5 ขึ้นไป ถือได้ว่าแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นในครั้งนี้ไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข สามารถนำไปเป็นแบบทดสอบสำหรับนำไปใช้กับชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหินต่อไปได้ ผู้วิจัยคงสาระของแบบทดสอบไว้ตามเดิม

ภาคผนวก ซ

หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

_

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
V1	44.2667	59.9264	.2261	.8697
V2	44.0333	60.2402	.1713	.8709
V3	43.9667	57.8954	.4959	.8647
V4	44.5333	60.3954	.3486	.8681
V5	44.0000	59.5862	.2600	.8692
V6	43.9000	59.1966	.3375	.8677
V7	44.0000	59.2414	.3057	.8683
V8	43.8333	59.5920	.3098	.8681
V9	44.0333	58.4471	.4066	.8664
V10	44.0000	57.7931	.5007	.8646
V11	44.2000	58.7862	.3665	.8672
V12	43.8333	60.2816	.2048	.8698
V13	43.9333	58.6161	.4071	.8664
V14	44.2667	59.5816	.2733	.8689
V15	43.9000	59.5414	.2886	.8686
V16	44.1667	59.5230	.2646	.8691
V17	44.0000	58.4138	.4165	.8662
V18	44.0000	59.9310	.2145	.8701
V19	43.6333	60.7230	.3789	.8684
V20	43.7000	60.0103	.3662	.8676

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

_

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
V21	43.6333	60.7230	.3789	.8684
V22	43.6667	60.2299	.3911	.8677
V23	43.9000	59.1276	.3473	.8675
V24	44.3333	60.0920	.2209	.8697
V25	43.6333	61.1368	.2327	.8694
V26	43.9333	59.0989	.3399	.8677
V27	43.6667	60.3678	.3557	.8680
V28	43.6667	60.8506	.2323	.8692
V29	43.7000	59.7345	.4255	.8669
V30	43.8000	59.4759	.3495	.8675
V31	43.7667	59.9782	.2917	.8684
V32	43.8000	59.8897	.2826	.8686
V33	43.7333	59.7195	.3734	.8673
V34	43.6333	61.0678	.2570	.8692
V35	43.6333	60.7230	.3789	.8684
V36	43.6333	60.7230	.3789	.8684
V37	43.7333	59.8575	.3472	.8677
V38	43.9667	59.2057	.3167	.8681
V39	43.6333	61.0678	.2570	.8692
V40	43.7000	60.9759	.1606	.8700

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

_

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
V41	43.8333	60.2126	.2152	.8697
V42	43.6333	60.7230	.3789	.8684
V43	44.0667	59.4437	.2727	.8690
V44	43.7667	59.8402	.3156	.8681
V45	44.1667	60.0747	.1927	.8705
V46	43.8333	60.2816	.2048	.8698
V47	43.6667	60.7816	.2499	.8690
V48	43.7667	59.7713	.3275	.8679
V49	43.6333	60.5161	.4524	.8679
V50	43.7333	59.3747	.4392	.8665
V51	44.0000	59.1724	.3149	.8682
V52	43.6333	60.5161	.4524	.8679
V53	44.2000	59.7517	.2381	.8696
V54	43.6333	60.5161	.4524	.8679
V55	44.1000	59.6793	.2414	.8696
V56	43.6333	60.5161	.4524	.8679
V57	43.6333	61.1368	.2327	.8694
V58	43.6333	60.5161	.4524	.8679
V59	43.8333	60.2126	.2152	.8697
V60	43.6333	60.5161	.4524	.8679

Reliability Coefficients

N of Cases = 30.0 N of Items = 60

Alpha = .8703

พิจารณาค่าดัชนีความยากง่ายจากค่า Mean ของแต่ละข้อ พิจารณาค่าอำนาจจำแนกจากค่า Corrected item Total Correlation

ภาคผนวก ซ

แบบสอบถามความพึงพอใจ
นายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคล

แบบสอบถามความพึงพอใจนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

คำแนะนำ

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน แบบสอบถามมี 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคล

ข้อมูลที่ได้จากท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามนี้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะส่วนตัวของนายทหารชั้นสัญญาบัตร

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 30ปี ☐ ตั้งแต่ 30 ขึ้นไป

3. วุฒิการศึกษา

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี

4. ระดับชั้นยศ

☐ ร้อยตรี ถึง พันตรี ☐ พันโท ถึง พันเอก

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคล

คำชี้แจง : โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ท่านมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนรายบุคคลให้ตรงกับความเป็นจริง โดยที่

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ	ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านลักษณะทางกายภาพของชุดการสอนรายบุคคล						
1	คู่มือการใช้ชุดการสอนรายบุคคลมีความเหมาะสม					
2	แผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางต่อการวางแผนการเรียน					
3	คำแนะนำประจำหน่วยการเรียนช่วยให้เข้าใจขั้นตอนการศึกษาจากชุดการสอนมากขึ้น					
4	กำหนดแนวคิดในแต่ละหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม					
5	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม					
6	แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม					
7	แนวคำตอบแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนมีความเหมาะสม					
8	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเหมาะสม					
9	การจัดองค์ประกอบของชุดการสอนมีความเหมาะสม					
10	ชุดการสอนรายบุคคลนี้สามารถช่วยให้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					

ข้อ	ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระ						
11	ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน					
12	การจัดลำดับเนื้อหามีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ทำให้บทเรียนมีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
13	เนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีความชัดเจน และความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน					
14	ความยาวของเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน มีความเหมาะสม					
15	ภาษาที่ใช้อธิบายเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน มีความชัดเจน					
16	เนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียนมีประโยชน์ ต่อการนำไปปฏิบัติงาน					
ด้านสื่อการสอน						
17	ใบความรู้ที่นำเสนอมีความชัดเจน					
18	ภาพประกอบเนื้อหาบทเรียนมีความชัดเจน					
19	CD ประกอบการศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล					
20	ใบงานประกอบแต่ละหน่วยการเรียนช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น					
21	แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียน สามารถนำมาใช้ในการทบทวนบทเรียน					
22	แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลตนเองของนักศึกษา					

ข้อ	ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้						
23	การจัดกิจกรรมการเรียนช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้เพื่อการนำมาวางแผนการเรียนของตนเองได้					
24	การพบกลุ่มก่อนการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้สามารถกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
25	แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน แบบทดสอบหลังเรียน เป็นอุปกรณ์การเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม					
26	ผู้เรียนมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยการเรียน					
27	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ได้รับความรู้มากขึ้น					
28	โดยภาพรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจหลังจากได้ศึกษาจากชุดการสอนรายบุคคล					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ขอขอบคุณนายทหารชั้นสัญญาบัตรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

พลโท กวี ประเคนรี

ภาคผนวก ฌ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ

Reliability

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจนายทหารชั้นสัญญาบัตรที่ใช้ชุดการสอนรายบุคคล เกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

_ R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
ข้อ1	116.9000	154.0241	.6569	.9626
ข้อ2	117.0667	153.8575	.6310	.9628
ข้อ3	117.0000	153.5172	.5688	.9634
ข้อ4	116.9333	153.4437	.5515	.9636
ข้อ5	116.9333	154.4092	.6448	.9627
ข้อ6	117.0000	152.1379	.6496	.9627
ข้อ7	116.9333	150.1333	.7958	.9615
ข้อ8	117.0000	150.0000	.7764	.9616
ข้อ9	116.8667	152.6713	.7378	.9620
ข้อ10	117.0000	152.0690	.7071	.9622
ข้อ11	116.9000	153.9552	.6617	.9626
ข้อ12	116.9000	155.1276	.5802	.9631
ข้อ13	116.9000	153.4034	.6365	.9628
ข้อ14	117.0333	157.4126	.4263	.9642
ข้อ15	117.0000	153.0345	.7894	.9618
ข้อ16	116.9000	151.8172	.6811	.9624
ข้อ17	116.7000	152.0103	.7528	.9619
ข้อ18	116.8667	150.7402	.7359	.9620
ข้อ19	116.6333	153.5506	.6544	.9626

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

_ R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
ข้อ20	116.7333	155.4437	.5844	.9631
ข้อ21	116.7000	151.1828	.7419	.9619
ข้อ22	116.7000	151.3897	.7944	.9616
ข้อ23	116.8333	152.7644	.7206	.9621
ข้อ24	116.8667	153.0161	.7140	.9622
ข้อ25	116.7333	152.4782	.8003	.9616
ข้อ26	116.9667	151.3437	.7359	.9620
ข้อ27	116.7667	151.8402	.7050	.9622
ข้อ28	116.6333	151.3437	.8025	.9615

Reliability Coefficients

N of Cases = 30.0 N of Items = 28

Alpha = .9637

ภาคผนวก ญ

ตารางสรุปการทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคล
ก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ตาราง 21 ตารางทดลองใช้ชุดการสอนรายบุคคลเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซมีเทนในชั้นถ่านหิน

ทดลองครั้งที่	จำนวนคน	ระหว่างวันที่	รายการ
1	1	1 – 15 ต.ค. 50	ทดสอบก่อนเรียน เรียนจากชุดการสอนด้วยตนเอง ทดสอบหลังเรียน
2	5	22 ต.ค. – 5 พ.ย. 50	ทดสอบก่อนเรียน เรียนจากชุดการสอนด้วยตนเอง ทดสอบหลังเรียน
3	30	12 – 26 พ.ย. 50	ทดสอบก่อนเรียน เรียนจากชุดการสอนด้วยตนเอง ทดสอบหลังเรียน
ใช้จริง	30	7 – 19 ธ.ค. 50	ทดสอบก่อนเรียน เรียนจากชุดการสอนด้วยตนเอง ทดสอบหลังเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	พลโท กวี ประเคนรี
วันเดือนปีเกิด	25 สิงหาคม พ.ศ. 2495
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	147/3 ถนน พระราม 5 ตำบล ถนนนครชัยศรี เขต ดุสิต กรุงเทพฯ 10300
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	รองผู้อำนวยการศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
สถานที่ทำงาน	ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร อาคารสำนักงานกระทรวงกลาโหม ถนน แจ้งวัฒนะ เมืองทองธานี อำเภอ ปากเกร็ด จังหวัด นนทบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2520	วท.บ. (ทบ.) จาก โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าฯ
พ.ศ. 2538	กศ.ม. (การศึกษาผู้ใหญ่) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2539	รม. (บริหารรัฐกิจ) จาก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2540	หลักสูตรวิทยาการทัพบก รุ่นที่ 43
พ.ศ. 2546	หลักสูตรการบริหารงานภาครัฐ และกฎหมายมหาชน รุ่นที่ 3 จาก สถาบันพระปกเกล้าฯ
พ.ศ. 2550	หลักสูตรวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร ภาครัฐร่วมเอกชน และการเมือง (วปม. รุ่นที่ 4) จาก วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
พ.ศ. 2551	กศ.ด. (การศึกษาผู้ใหญ่) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ