



การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

กรณีศึกษา : อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย



อุษฎิ นิอุบล

จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ 2544

ISBN 974-040-190-2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

กรณีศึกษา : อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย

.....
นางสาวศุภฎี นิรุบล

ผู้วิจัย

.....
อาจารย์ปฐมพงศ์ สงวนวงศ์

M.A.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์

วท.ม.

.....
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
รองศาสตราจารย์ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์

พ.บ.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
รองศาสตราจารย์ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์

พ.บ.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
ดร. ชาลี นาวานุเคราะห์ Ph.D.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

.....
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

.....
คณะสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรศาสตร์

.....
ศาสตราจารย์เลียงชัย ถิ่นล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....
คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

กรณีศึกษา : อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย

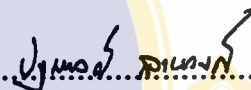
ได้รับการพิจารณนับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ 2544



นางสาวคุษฎี นิลบุล
ผู้วิจัย



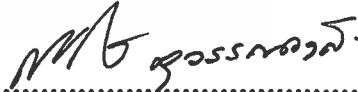
อาจารย์ปฐมพงศ์ สงวนวงศ์
M.A.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์
วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



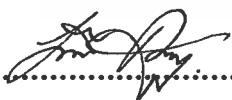
รองศาสตราจารย์ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์
พบ.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.
คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล



อาจารย์รัชชัย สุวรรณคำ
วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D
คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่าน อาจารย์ปฐมพงศ์ สงวนวงศ์ ผ.ศ เกษม กุลประดิษฐ์ ร.ศ ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ รวมทั้ง อาจารย์รัชชชัย สุวรรณคำ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการให้คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง จนทำให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้เขียนขอขอบพระคุณกลุ่มระบบพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี โดยเฉพาะพี่อุสาห์ วิศวกรโครงการที่ได้ให้ให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลทางด้านเทคนิค ตลอดจนการเก็บข้อมูลต่างๆ ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ AT12 ทุกคนที่ได้ให้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ โดยเฉพาะพี่เดือนที่ได้ให้ให้ความช่วยเหลือในด้านเครื่องมือในการเก็บข้อมูล และนิคในการให้ความอนุเคราะห์คอมพิวเตอร์ในการทำวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่ง ขอขอบคุณตัว เอิร์ธ และพีทบ ในการช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง“น้องแฮมมิ่ง”ที่ได้คอยกระตุ้นเตือน เคี้ยวเชิญตลอดจนให้ช่วยเหลืออย่างดียิ่งเสมอมา จนทำให้ผู้วิจัยมีความมานะพยายามและมาถึงวันที่ทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณพี่น้องๆคริสเตียนที่กลุ่มแคว้นวงเวียนใหญ่ คริสตจักรมหาพร สุขุมวิท ที่ได้ให้กำลังใจอย่างห่วงใย และอธิษฐานเผื่ออยู่เสมอๆ ขอขอบคุณอาจารย์จักรพันธ์ ชูเกียรติวงศ์กุลที่ได้อธิษฐานเผื่อในการสอบ ทำให้ผู้วิจัยได้รับการหนุนใจอยู่ตลอดเวลา

ขอกราบขอบพระคุณแม่ประไพศรี โพธารวรรณ ในการสนับสนุนทั้งทางการเงิน และกำลังใจ และทุกสิ่งทุกอย่างจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จได้ในวันนี้ และขอขอบพระคุณบิดา ที่ได้ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอ

สุดท้ายนี้ ในฐานะที่เป็นคริสเตียน ขอขอบพระคุณพระเจ้าที่ประทานสติปัญญา เหมือนกับคำหนุนใจในพระคัมภีร์ สดุดี บทที่ 37 ข้อ 5 ที่ว่า “ จงมอบทางทั้งสิ้นของท่านไว้กับพระเจ้า วางใจในพระองค์ และพระองค์จะทรงกระทำให้สำเร็จ ” และพระองค์ทรงเป็นความสำเร็จทุกสิ่งทุกอย่างในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

พระคุณของทุกๆท่านที่ได้ให้ให้ความช่วยเหลือนั้น ผู้วิจัยจะขอจดจำและระลึกถึงตลอดไป

นางสาว คุษฎี นิอุบล

ผู้วิจัย

4036789 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : การประเมินเทคโนโลยี / ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด /
อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

นางสาวดุยฤดี นิธิกุล : การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด :
กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย (TECHNOLOGY ASSESSMENT FOR ELECTRICITY
GENERATION FROM HYBRID CLEAN ENERGY : PHUKRADUENG NATIONAL PARK , LEI PROVINCE)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ปฐมพงศ์ สงวนวงศ์ ,M.A., เกษม กุประดิษฐ์ ,วท.ม., ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, พบ.ม.,
197 หน้า . ISBN 974-040-190-2

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการประเมินความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ในด้านสิ่งแวดล้อม ทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย การทดสอบความแปรปรวน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานกับฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

ผลจากการวิจัยพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำในดินมากกว่าระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด อย่างมีนัยสำคัญในทุกประเด็น ยกเว้นปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีค่าไม่แตกต่างกัน

กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำการศึกษากัน 3 กลุ่ม คือ นักท่องเที่ยว 100 คน เจ้าหน้าที่อุทยาน 16 คน และเจ้าของร้านค้า 27 คน มีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสูงกว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล โดยนักท่องเที่ยวมีคะแนนทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 25.34 คะแนนจากคะแนนเต็ม 32 คะแนนหรือคิดเป็น 79.19% อายุ อาชีพ และสถานที่พักค้างคืนที่แตกต่างกันของนักท่องเที่ยว มีผลทำให้ทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน เจ้าหน้าที่อุทยานมีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 35.86 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนนหรือคิดเป็น 59.79% ไม่มีปัจจัยใดมีผลทำให้ทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน และเจ้าของร้านค้ามีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 18.63 คะแนนจากคะแนนเต็ม 24 คะแนนหรือคิดเป็น 77.62 % การศึกษาที่แตกต่างกันของเจ้าของร้านค้ามีผลทำให้ทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน

ส่วนการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ตลอดอายุโครงการ 20 ปี พบว่า ไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ 5,577,433 บาท(ค่าปัจจุบัน) แต่เมื่อรวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปด้วย เนื่องจากโครงการนี้ทำให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม โครงการนี้ก็กลับมีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากผลประโยชน์สูงกว่าต้นทุน 3,690,581 บาท(ค่าปัจจุบัน)

สำหรับการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับแรกในการคัดเลือกเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในอุทยานแห่งชาติ คือ ศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่ รองลงมาตามลำดับคือ ความสอดคล้องกับนโยบายและกฎหมายสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม ความคุ้มค่าในการลงทุน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีลำดับความสำคัญเท่ากัน และปัจจัยลำดับสุดท้าย คือ ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า

4036789 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCES DEVELOPMENT;
M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCES DEVELOPMENT)

KEY WORDS : TECHNOLOGY ASSESSMENT / ELECTRIC GENERATION FROM HYBRID
CLEAN ENERGY / PHUKRADUENG NATIONAL PARK , LEI PROVINCE

DUTSADEE NILUBOL : TECHNOLOGY ASSESSMENT FOR ELECTRICITY GENERATION
FROM HYBRID CLEAN ENERGY : PHUKRADUENG NATIONAL PARK , LEI PROVINCE.

THESIS ADVISORS: PATOMPONG SANUANWONG , M.A . KASEM KULPRADIT, M.Sc.
SIRILUCK SUWANNAWONG , M.S. 150 p. ISBN 974-040-190-2

The objective of this research was to evaluate electricity generation from hybrid clean energy at Phukradueng National Park , in terms of environmental impact , attitude of users , economic viability and technology assessment for electric generation. The data was analyze by T-test , analysis of variance , percentage , mean , median , mode , median and mode range value and interquartile range value .

The results showed that electric generation from hybrid clean energy had statistically less impact on the environment than diesel generators ,except in terms of sulphurdioxide released ,which was equal to the diesel electric generator.

Electricity users on the sample of 100 tourists , 16 National Park 's officers and 27 shop owners resulted in that all groups of users had attitudes on clean energy with score levels higher than attitudes on diesel score levels. Tourists average score was 25.34 (full score of 32) for attitudes on hybrid clean energy score levels or 79.19 % , tourists with different ages , jobs and a homes showed significant attitudes on hybrid clean energy score levels. The national park's officers had attitudes on hybrid clean energy score levels average was 36.94 (full score of 52) for attitudes on hybrid clean energy score levels or 59.79 % .

No different factors showed significant attitudes on hybrid clean energy score levels. Shop owners showed average was 18.63 (full score of 24) for attitude on hybrid clean energy score levels, Shop owner with different education showed significant attitude on clean energy score levels.

In addition to conduct cost-benefit analysis this project used a 10% reduction rate with a 20 year project duration showing that it was economically unviable , but when include environment benefit this project had economical viability .

The technology assessment on electric generators from experts showed that the criteria for selection of the electric generator and location in the national park was the first criteria for the potential of the energy source in the area. The second was to follow the National policy or the environmental law. The third was the appropriate electric generator technology . The fourth was economical viability and the environmental impact from the electric generator . The last criteria was the potential of electricity 's users.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตในการวิจัย	6
1.5 นิยามศัพท์	7
1.6 แผนในการดำเนินการวิจัย	10
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 ลักษณะทั่วไปของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง	13
2.2 สภาพการท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง	15
2.3 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	21
2.4 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด	33
2.5 ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	44
2.6 ทักษะคดีและการวัดทักษะคดี	53

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.7 เศรษฐศาสตร์การเงินของโครงการ	56
2.8 การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 ลักษณะงานวิจัย	69
3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา	70
3.3 การดำเนินงานวิจัย	73
บทที่ 4 ผลการวิจัย	82
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	135
รายการอ้างอิง	149
ภาคผนวก	154
ประวัติผู้วิจัย	190
Executive summary	191

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 : แสดงสถิตินักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ในฤดูกาลท่องเที่ยวระหว่างปี. 2525 และ 2541	20
2-2 : สัดส่วนการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ประเภทต่างๆ	
2-2 : แสดงระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชนของ WHO	25
2-3 : แสดงภาวะมลพิษต่างๆที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์	28
2-4 : ค่ามาตรฐานอากาศสำหรับบรรยากาศทั่วไป(ambient) มาตรฐานระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินที่กำหนด โดยหน่วยงานต่างๆ	30
4-1 : แสดงผลการตรวจวัดปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ,ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์(NO) , ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂) , ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์(NO _x) และ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO ₂) ที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล	83
4-3 : แสดงค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่ปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่บรรยากาศทั่วไป เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอากาศ ที่บรรยากาศทั่วไป	84
4-4 : แสดงผลการตรวจวัดแสดงค่า Grease and oil Method ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจาก ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล	86
4-5 : แสดงค่า Grease and oil Method ที่ปนเปื้อนในดินบริเวณที่ติดตั้งเครื่องยนต์ ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างอุทยานแห่งชาติภูกระดึง , อุทยานแห่งชาติตะรุเตา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ห้วยขาแข้ง	86
4-6 : แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า Grease and oil Method ที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกันทั้ง 3 สถานที่	87
4-7 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของนักท่องเที่ยว	88
4-8 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของกลุ่มนักท่องเที่ยว	88
4-9 : แสดงจำนวนร้อยละของการศึกษาสูงสุดของนักท่องเที่ยว	89

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-10 : แสดงจำนวนร้อยละของอาชีพหลักของนักท่องเที่ยวน	89
4-11 : แสดงจำนวนร้อยละของรายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวน	90
4-12 : แสดงจำนวนร้อยละของจำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวน	90
4-13 : แสดงจำนวนร้อยละของระยะเวลาที่พำนักค้างคืนของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวน	90
4-14 : แสดงจำนวนร้อยละของสถานที่พำนักค้างคืนของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวน	91
4-15 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามอายุ	92
4-16 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยวนจำแนกตาม การศึกษาสูงสุด	93
4-17 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามอาชีพหลัก	93
4-18 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยวนจำแนกตามรายได้	94
4-19 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยวนจำแนกตามจำนวน ครั้งในการมาเที่ยว	94
4-20 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามระยะเวลาที่ค้างคืน	95
4-21 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า แบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามสถานที่พัก	95
4-22 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามอายุ	96
4-23 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวน จำแนกตามการศึกษาสูงสุด	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-24 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามอาชีพหลัก	97
4-25 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามรายได้	98
4-26 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามจำนวนครั้งในการมาเที่ยว	98
4-27 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามระยะเวลาที่พักค้างคืน	99
4-28 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามสถานที่พัก	99
4-29 : แสดงค่าร้อยละของความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยว	100
4-30 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของเจ้าหน้าที่อุทยาน	101
4-31 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของเจ้าหน้าที่อุทยาน	101
4-32 : แสดงจำนวนร้อยละของระดับการศึกษาของเจ้าหน้าที่อุทยาน	102
4-33 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามอายุ	103
4-34 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามการศึกษาสูงสุด	103
4-35 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามอายุ	104
4-36 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามการศึกษาสูงสุด	104
4-37 : แสดงค่าร้อยละของจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าหน้าที่อุทยาน	105
4-38 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-39 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า	106
4-40 : แสดงจำนวนร้อยละของการศึกษาสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า	106
4-41 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามอายุ	107
4-42 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามการศึกษาสูงสุด	108
4-43 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามอายุ	109
4-44 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุด	109
4-45 : แสดงค่าร้อยละของจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้า	110
4-46 : เปรียบเทียบทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด	111
4-47 : เปรียบเทียบทัศนคติของเจ้าหน้าที่อุทยานที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด	112
4-48 : เปรียบเทียบทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด	113
4-49 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวจำแนกตามตัวแปรต่างๆ	114
4-50 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าหน้าที่อุทยานจำแนกตามตัวแปรต่างๆ	115
4-51 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าจำแนกตามตัวแปรต่างๆ	116
4-52 : แสดงค่าลงทุน หรือค่าจัดหา(Investment Cost)	117
4-53 : แสดงค่าดำเนินการ(Operating Cost)	118
4-54 : แสดงค่าบำรุง และดูแลรักษา(Maintenance Cost)	118
4-55 : แสดงค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost)	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-56 : แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ 20 ปีโดยที่ไม่ได้รวม ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเข้าไปในการวิเคราะห์	121
4-57 : แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ 20 ปีโดยที่ได้รวม ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเข้าไปในการวิเคราะห์	123
4-58 : สรุปคะแนนปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าจาก , ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	124
4-59 : แสดงค่ามัธยฐาน ฐานนิยม ผลต่างมัธยฐานกับ ฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ ในแต่ละปัจจัย	126
4-60 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสม ในการคัดเลือกเทคโนโลยี	127
4-61 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้าน ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า	127
4-62 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์	128
4-63 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า	128
4-64 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสม ของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่	129
4-65 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความสอดคล้องกับกิจกรรม การดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม	129
4-66: แสดงผลการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัย ในการประเมินเทคโนโลยี	130
4-67: แสดงจุดเด่นและจุดด้อยของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด	131
4-68: แสดงจุดเด่นและจุดด้อยของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนดีเซล	133

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1: แสดงพื้นที่ราบบนยอดภูกระดึง	14
2-2 : แสดงเส้นทางเดินเท้าขึ้นและลงยอดภูกระดึง	16
2-3 : แสดงสถานที่ท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง	17
2-4 : แสดงบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง	20
2-5 : แสดงการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าของเซลล์	34
2-6 : โครงสร้างของโซลาร์เซลล์	35
2-7 : แสดงโมดูล	35
2-8 : แสดงแผงโซลาร์เซลล์	36
2-9 : แสดงภาพตัดขวางของกึ่งนำลบ และไดนาโม	36
2-10: แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของกึ่งนำลบ	37
2-11 : กึ่งนำลบชนิดต่างๆ	38
2-12 : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกึ่งนำลบ	39
2-13 : แบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบโซลาร์เซลล์และกึ่งนำลบ	41
2-14 : เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้งานที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	45
2-15 : ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	46
2-16 : โซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	47
2-17 : กึ่งนำลบผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	47
2-18 : แบตเตอรี่ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	48
2-19 : อินเวอร์เตอร์ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	49
2-20 : เครื่องยนต์ดีเซลที่ห่อหุ้มสำรองของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ด้วยพลังงานสะอาด อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	50
2-19 : ชุดควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	51
2-20 : ระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง	52

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-1 : ทักษะคตินักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ	111
4-2 : ทักษะคติของเจ้าหน้าที่อุทยานที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ	112
4-3 : ทักษะคติของเจ้าของร้านค้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ	113



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นอย่างมากในทุกหนทุกแห่งของประเทศเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ไม่ว่าจะอยู่ในเมืองใหญ่ หรือชนบทที่ห่างไกลความเจริญ หรือแม้แต่ในสถานที่ท่องเที่ยวตามธรรมชาติ เช่นในอุทยานแห่งชาติ ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่แต่ละปีจะมีนักท่องเที่ยวเข้าไปเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีระบบไฟฟ้าเพื่อใช้ในสถานที่ทำการและศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ตลอดจนสำหรับเจ้าหน้าที่ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบสื่อสาร เป็นต้น

ในบริเวณอุทยานนิยมใช้ไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากความไม่คุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนติดตั้งระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อยเป็นระยะทางไกลๆ และปัญหาด้านการบดบังทัศนียภาพและสิ่งแวดล้อม โดยปกติระบบผลิตไฟฟ้าแบบนี้จะเหมาะสมสำหรับจ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าไม่สูงมากนัก แต่เครื่องยนต์ดีเซลมีข้อเสียในด้านต้องการการบำรุงรักษาสูง ความไม่สะดวกในการขนส่ง เชื้อเพลิงในระยะทางไกลๆและเป็นไปอย่างยากลำบาก ปัญหาด้านสภาพแวดล้อม เช่นปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ และเสียง พูนพร แสงบางปลา(1) ได้ศึกษาพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลขณะที่ผลิตไฟฟ้า จะปลดปล่อยก๊าซมลพิษที่เกิดจากการสันดาป(combustion)ของเครื่องยนต์ออกมา ที่สำคัญและเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซมลพิษเหล่านี้มีผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์เมื่อได้รับติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เป็นสาเหตุของโรคทางเดินหายใจต่างๆ โรคปอด และมะเร็งในปอด และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมานั้น เป็นก๊าซเรือนกระจก(greenhouse gas) มีผลทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น

และเครื่องยนต์ดีเซล ยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียงด้วย รัฐพล(2) ได้ศึกษาระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซลของเรือหางยาวขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน พบว่าระดับเสียงที่ตัวเครื่องยนต์(source) สูงถึง 105-109 เดซิเบล และจากการศึกษาของกล้า มณีโชติ(3) ที่ได้ทำการตรวจวัดระดับเสียงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขณะติดเครื่องยนต์อยู่กับที่เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าที่บริเวณเครื่องยนต์ดีเซลมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 77-89 เดซิเบล เอ และเมื่อประเมินเป็นระยะเวลาที่พนักงานขับรถไฟจะได้รับภายใน

8 ชั่วโมง เท่ากับ 79.7 เดซิเบล เอ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานระดับเสียงขององค์การอนามัยโลก(WHO) ซึ่งได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปจะสามารถรับฟังได้ ภายในระยะเวลาติดต่อกัน 8 ชั่วโมง เท่ากับ 75 เดซิเบลเอ ในขณะที่ประกาศกระทรวงได้กำหนดให้ลูกจ้างที่ทำงานเกินวันละ 8 ชั่วโมงจะรับฟังเสียงติดต่อกันได้ไม่เกิน 80 เดซิเบล เอ จึงนับว่าระดับเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อการได้ยินเสียงของผู้ที่ได้รับเสียง และผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ดีเซล ย่อมมีความเสี่ยงสูงต่อผลกระทบอันเกิดจากเสียง และการที่ได้ยินเสียงดังติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะมีผลต่อจิตใจ คือทำให้เกิด ความเครียด ความรำคาญ และส่งผลให้เกิดความเจ็บป่วยทางร่างกายได้

นอกจากนี้ยังพบปัญหาการขาดแคลนน้ำมันที่ทำให้เกิดมลพิษตกค้างในดินอยู่นานกว่าจะสลายตัว ถ้าเป็นบริเวณต้นน้ำลำธารยังทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งต้นน้ำลำธารก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ได้ (4) ประกอบปัญหาด้านราคาของน้ำมันที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพบว่าในช่วงระยะเวลา 4 ปี คือตั้งแต่พ.ศ 2541-2544 ราคาของน้ำมันดีเซลเพิ่มจาก 7.89 บาท/ลิตรไปเป็นราคา 14.54 บาท/ลิตร(5) และมีแนวโน้มราคาน้ำมันที่จะสูงขึ้นไปอีกในอนาคตและผันแปรไปตามตลาดโลกเนื่องจากจะต้องนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ

เพื่อลดปัญหาดังกล่าวแหล่งพลังงานทดแทน(renewable energy)หรือที่เรียกว่าพลังงานสะอาดภายในประเทศ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานที่มีอยู่ทั่วไป ใช้ได้ไม่มีวันหมดสิ้น และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งชาติได้ และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเขตร้อน มีปริมาณแสงแดดตลอดปี จากข้อมูลทางอุทกนิยวิทยาของประเทศไทย(6) พบว่ามีความเข้มรังสีอาทิตย์ เฉลี่ยรายปีประมาณ 1.35 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งถือว่ามีความศักยภาพในการนำมาผลิตไฟฟ้าได้ เนื่องจากที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่ำสุดประมาณ 100 วัตต์ต่อตารางเมตร สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย เป็นอุทยานแห่งชาติที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของประเทศไทยในแต่ละปีมีนักท่องเที่ยวเดินทางมาเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูการท่องเที่ยว คือระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี มีจำนวนนักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยว โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ 2521-2540 เป็นจำนวน 52,748 คน / ปี (7) การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอุทยานแห่งนี้ เดิมเป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 40 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง ทำการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-22.00น ของทุกวัน พบว่าเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 12,000 ลิตร / ปี ดังนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อน้ำมันสูงถึงปีละไม่ต่ำกว่า 174,480 บาท ค่าบำรุง

รักษาเครื่องยนต์ ไม่ต่ำกว่าปีละ 3,000 บาท รวมทั้งการขนส่งน้ำมันโดยทางเฮลิคอปเตอร์ ที่เป็นไปอย่างยากลำบาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน

ดังนั้นจากปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ทางสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ และกรมป่าไม้ จึงได้ร่วมกันจัดตั้งโครงการที่จะนำเอาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดไปติดตั้งในอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่อยู่ห่างไกลจากสายส่งไฟฟ้าทั่วประเทศ โดยสนับสนุนงบประมาณให้กลุ่มระบบพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นผู้รับผิดชอบติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้านี้ โดยได้มีการคัดเลือกอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย อุทยานแห่งชาติตะรุเตา จังหวัดสตูล และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี เป็นโครงการนำร่อง 3 แห่งในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้านี้ก่อน เพื่อประเมินถึงความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และจะขยายผลต่อไปในอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั่วประเทศ

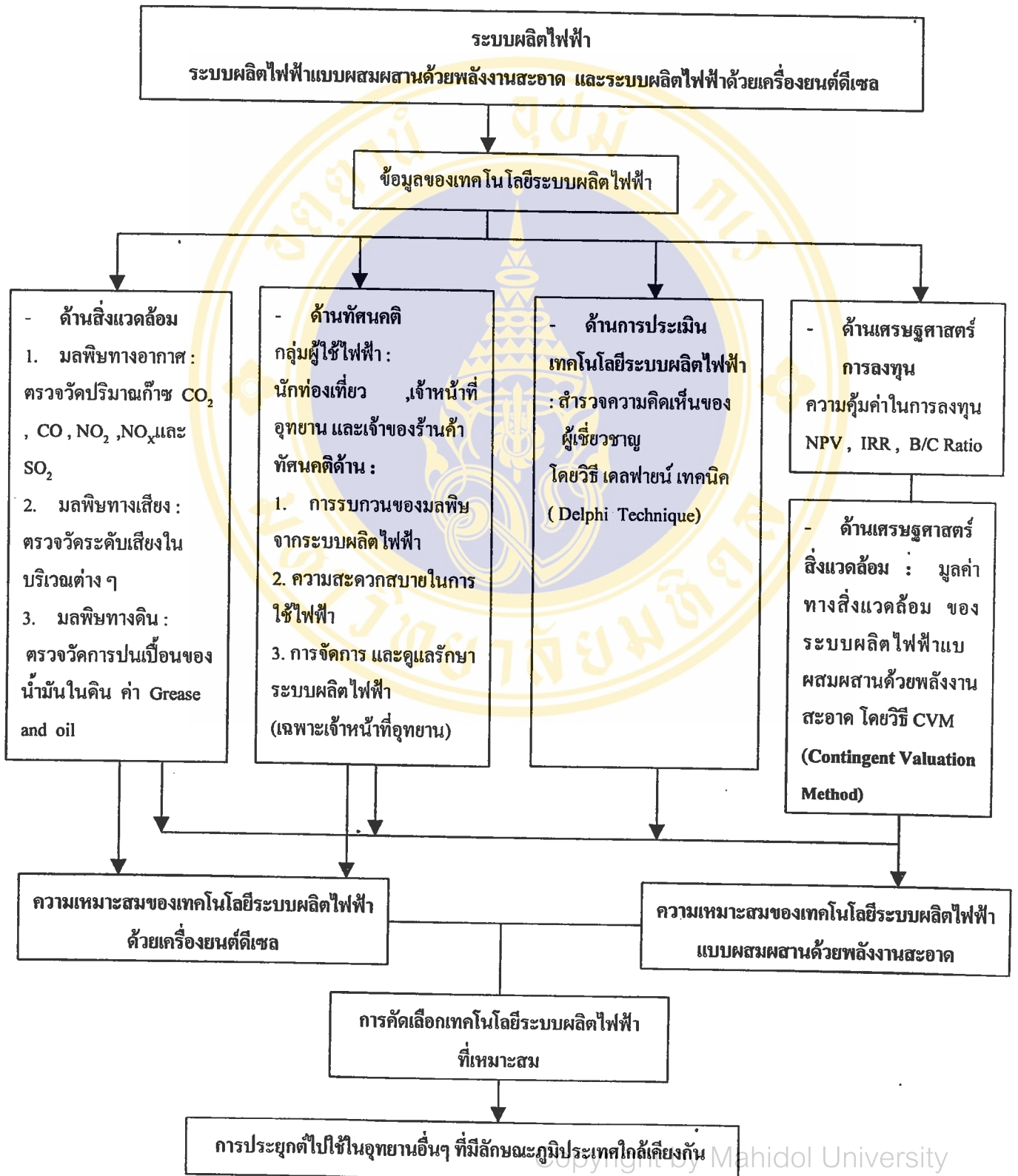
อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ซึ่งเป็นหนึ่งใน 3 ของโครงการนำร่องที่จะติดตั้ง ซึ่งเป็นตัวแทนของอุทยานแห่งชาติที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูง ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่นำมาติดตั้งในที่นี้คือ พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้า(โดยใช้โซล่าเซลล์และกังหันลม)เป็นหลักในการผลิตไฟฟ้า และมีเครื่องยนต์ดีเซลเดิมในอุทยานเป็นระบบสำรอง ซึ่งใช้เฉพาะในกรณีที่โซล่าเซลล์และกังหันลมไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ โดยระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่นี้เรียกว่าระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความมั่นคงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงแดดและพลังงานลมมีความไม่แน่นอน เนื่องจากแปรผันตามธรรมชาติ การมีเครื่องยนต์ดีเซลไว้เป็นระบบไฟฟ้าสำรองจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อจะสามารถใช้ไฟฟ้าที่ได้จากระบบผลิตไฟฟ้านี้ได้ตลอดเวลา

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง มีหลักการทำงานคือ การนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ขนาด 7.5 กิโลวัตต์ กังหันลมขนาด 2.5 กิโลวัตต์ มาประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ขนาด 234 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และทำการจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณศูนย์อำนวยการอุทยาน เรือนปฐมพยาบาล และวิทยุสื่อสาร ตลอด 24 ชั่วโมง บริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน และบ้านพักนักท่องเที่ยว และห้องน้ำสาธารณะ เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมงหรือตลอดทั้งคืน ส่วนบริเวณร้านค้า ยังคงใช้เครื่องยนต์ดีเซล จำนวน1 เครื่อง เพื่อผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-22.00 น. ตามเดิม

และ การใช้ไฟฟ้าจากระบบนี้ต้องจำกัดการใช้เครื่องไฟฟ้าที่กินไฟสูง เพื่อเป็นการลดภาระทางไฟฟ้าลง เพื่อให้การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดสามารถตอบสนองต่อภาระทางไฟฟ้าได้อย่างพอเพียง

จากความเป็นมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะศึกษาความเหมาะสมของ เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เครื่องยนต์ดีเซล(อย่างเดียว) ในด้านมลพิษทางอากาศและเสียง การปนเปื้อนของน้ำมันในดิน และ ทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ และทำการศึกษาด้านความคุ้มค่าทาง เศรษฐศาสตร์ในการลงทุนในการลงทุนของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และ การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด เพื่อที่จะได้ทราบว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในอุทยานแห่งนี้ ซึ่งมีผลต่อการที่จะขยายผลในอุทยานแห่งชาติ อื่นๆ ที่มีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกันทั่วประเทศต่อไป

1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ในด้านสิ่งแวดล้อม และทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด
3. เพื่อประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

1.4 ขอบเขตในการวิจัย

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดอุทยานแห่งชาติภูกระดึง (ศูนย์วังขาว) จังหวัดเลย

2. การวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

2.1 ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ที่ใช้ที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ในด้านสิ่งแวดล้อม คือ ด้านมลพิษทางอากาศ และเสียง การปนเปื้อนของน้ำในดิน และในด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า ทั้ง 2 ระบบ

2.2 ทำการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน คือ ต้นทุนและผลประโยชน์ตอบแทนตลอดอายุโครงการ โดยพิจารณาจากความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดมาใช้งานเป็นหลักโดยที่มีเครื่องยนต์ดีเซลเป็นระบบสำรอง และการประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดออกมาเป็นตัวเงิน เฉพาะในส่วนการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน(used value) คือ ด้านการได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากโครงการที่ก่อให้เกิดคุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่ดี

2.3 การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า ทำโดยการรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธีเดลฟายน์เทคนิค ผลที่สรุปได้คือการคัดเลือกเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าที่มีความเหมาะสมลงไปติดตั้งในพื้นที่อุทยานที่มีสภาพภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือวัดก๊าซ (Gas Analyzer) รุ่น KM 9160 เพื่อวัดปริมาณก๊าซมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล

3.2 เครื่องมือวัดเสียง (Sound Level Meter) รุ่น CEL-283 เพื่อวัดระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล กังหันลม และสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป

3.3 ใช้แบบสอบถามทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ คือ เจ้าหน้าที่อุทยานทุกคน ที่พักอาศัยบนยอดภูกระดึง นักท่องเที่ยวที่มาพักค้างคืนไม่ต่ำกว่า 1 คืน รวมทั้งเจ้าของร้านค้าภายในศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง

3.4 ใช้ข้อมูลจากเอกสารทางการเงินต่างๆ ของระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด และค่าของผลประโยชน์ตอบแทนที่เกิดขึ้นเฉพาะทางตรง

3.5 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเป็นต้นทุน โดยใช้แบบสอบถามเชิงเศรษฐศาสตร์ ตามวิธี Contingent Valuation Method โดยเลือกสอบถามจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม ถึงความเต็มใจที่จะจ่ายให้กับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

3.6 การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า โดยใช้แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมทั้งสิ้น จำนวน 12 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดย วิธี เดลฟายน์

1.5 นิยามศัพท์

1. พลังงานสะอาด หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นมลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางเสียง และการปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำ รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์

2. ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด หมายถึง ระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับกังหันลมเป็นหลัก โดยมีเครื่องยนต์ดีเซลเป็นระบบสำรอง ในภาวะปกติใช้พลังงานสะอาดเท่านั้นในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก และจะมีการใช้เครื่องยนต์ดีเซลผลิตไฟฟ้าเฉพาะในกรณีที่จำเป็น คือเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไ้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดไม่เพียงพอต่อการใช้งานนำมาใช้งานได้

3. ระบบผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ หมายถึง ระบบที่มีการใช้โซลาร์เซลล์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ สามารถเปลี่ยนพลังงานรังสีดวงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยขบวนการที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นภายในสารกึ่งตัวนำ เมื่อแสงที่มีพลังงานมากพอตกกระทบสารกึ่งตัวนำ แล้วทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระบนสารกึ่งตัวนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ โซลาร์เซลล์ที่ใช้ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึงเป็นแผงโซลาร์เซลล์แบบผลึกเดี่ยว ของบริษัท SIEMENS รุ่น SP 75 จำนวน 100 แผง รวมกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 7.5 กิโลวัตต์

4. ระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม หมายถึงระบบที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมไปเป็นพลังงานกลโดยใบพัดของกังหันลม และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือที่เรียกว่าไดนาโม ซึ่งต่ออยู่กับเพลลาของกังหันลม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า กังหันลมที่ใช้ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง เป็นกังหันลม แบบ 3 ใบพัด ขนาด 2.5 กิโลวัตต์ ชนิด Light Wind Model ของ G.P & HILL PLY.LTD ติดตั้งบนเสาสูง 18 เมตร

5. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล หมายถึง ระบบผลิตไฟฟ้าที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีแหล่งเชื้อเพลิงคือน้ำมันดีเซล เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้งานที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง เป็นเครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อฮิสซุซุ (ISUZU) ขนาด 6 สูบ พ่วงไดนาโมยี่ห้อสแตนดาร์ด (STANDARD) ขนาด 40 กิโลวัตต์-แอมป์ (KVA) ขนาด 3 เฟส จำนวนรอบ 15,000 RPM 60 Am-P.S ที่แรงดันไฟฟ้า 220/380 โวลต์ พร้อมตู้ควบคุม 1 ตู้ยี่ห้อสแตนดาร์ด ระบบผลิตไฟฟ้าได้ 40 กิโลวัตต์ อัตราการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 10 ลิตร/ชั่วโมง

6. มลพิษทางอากาศ หมายถึง สารใดๆก็ตามที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกปล่อยออกมาในอากาศ ซึ่งมีผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งโดยตรงหรือทางอ้อม เป็นที่รังเกียจหรือไม่พึงปรารถนาต่อมนุษย์

7. มลพิษทางเสียง หมายถึง เสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าขณะเมื่อระบบฯทำงาน เป็นเสียงที่ไม่พึงปรารถนา โดยจะสัมพันธ์กับมนุษย์ในด้านความรู้สึก ทศนคติ นิสัย และความเคยชินส่วนตัว รวมทั้งเสียงที่ดังเกินไป ก่อให้เกิดความรู้สึกรำคาญ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

8. ทศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า หมายถึง ทำที่ ความรู้สึก ความเชื่อ หรือประสบการณ์ที่ได้รับของแต่ละบุคคลที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า

9. ความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า หมายถึง การที่สามารถใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ

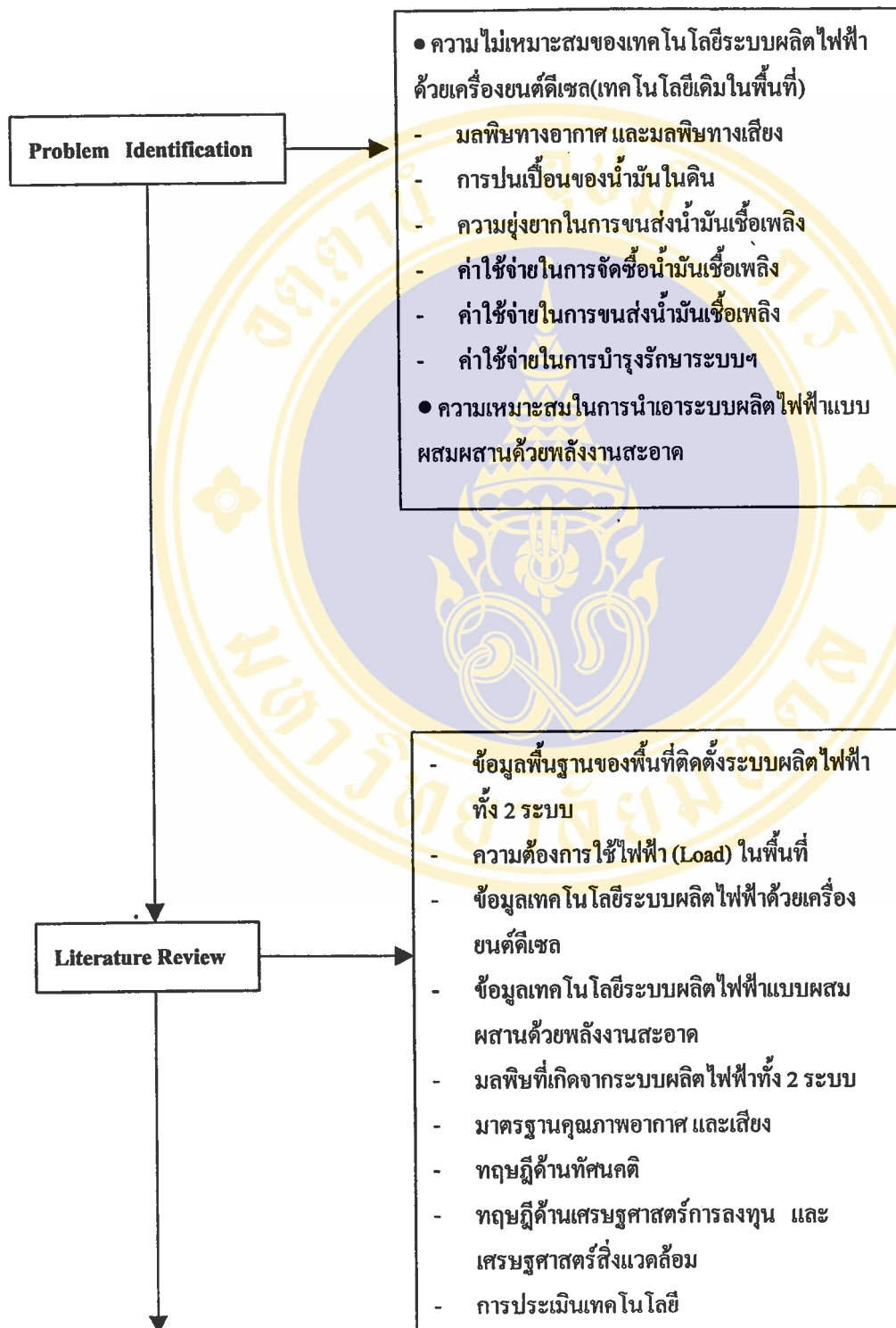
10. ภาระทางไฟฟ้า หมายถึง จำนวนกระแสไฟฟ้าที่ถูกดึงจากระบบผลิตไฟฟ้าไปใช้งานตามขนาดกำลังไฟฟ้า(load)ของสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อยู่ภายในอุทยาน

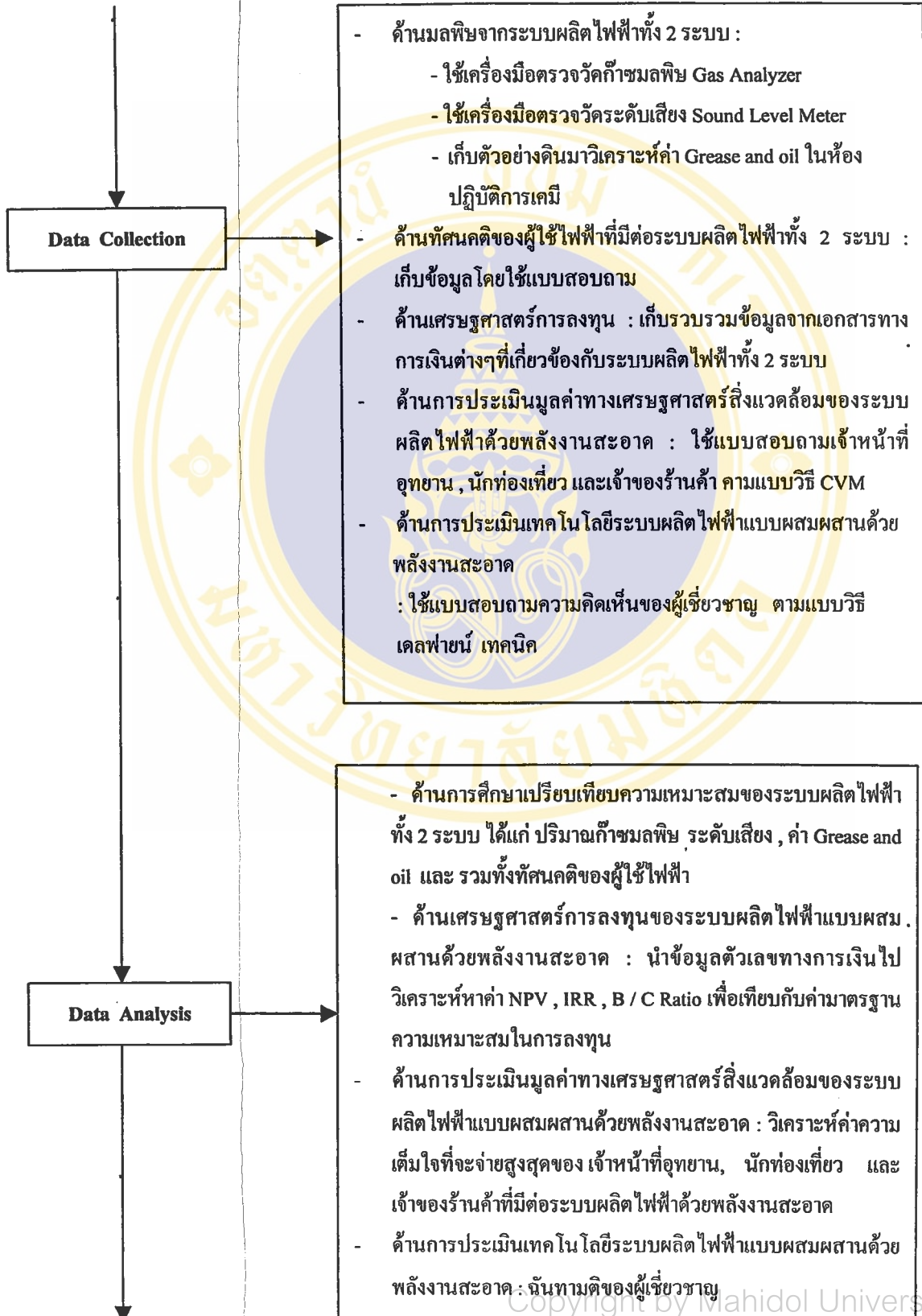
11. ความคุ้มค่าในการลงทุน หมายถึง การที่โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV)มีค่าเป็นบวก อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(B/C Ratio) มากกว่า 1 และอัตราผลตอบแทน(IRR) มากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่นำมาลงทุน

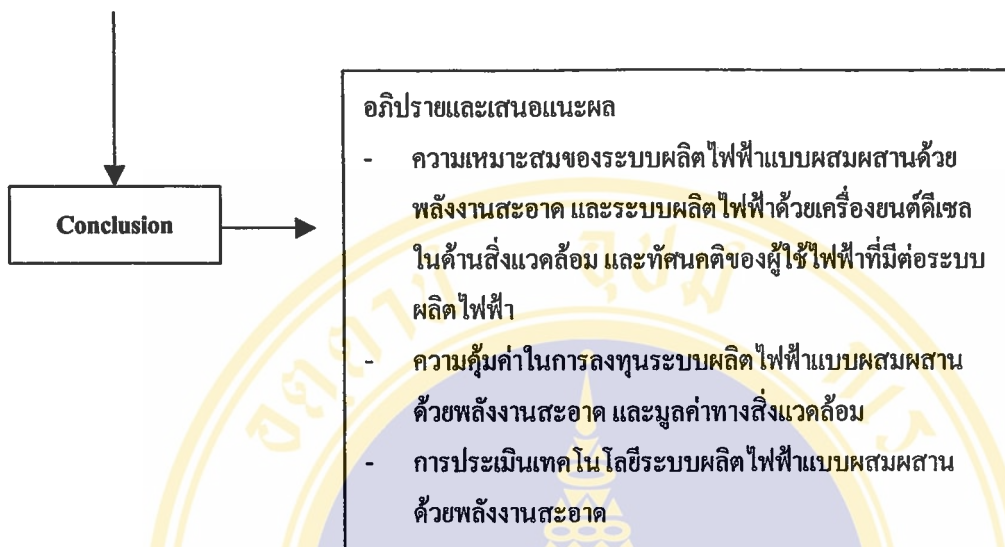
12. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด หมายถึง การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดเป็นตัวเงิน โดยวิธี Contingent Valuation Method ซึ่งเป็นวิธีการสอบถามทัศนคติของบุคคลโดยตรง โดยตั้งคำถามว่าบุคคลผู้ให้สัมภาษณ์ความยินดีที่จะจ่ายเงิน เพื่อเป็นค่าบำรุงหรือเพื่อซื้อบริการจำนวนสูงสุดเท่าใด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆที่กำหนดขึ้น

13. การประเมินเทคโนโลยีแบบวิธีเดลฟายน์เทคนิค หมายถึง การสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า , ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าโดยกระบวนการทำซ้ำตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป จนกว่าจะได้ความคิดเห็นที่เป็นฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

1.6 แผนการดำเนินการวิจัย







1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ในด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน และทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า
2. สามารถประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด
3. ทราบผลการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด
4. สามารถนำผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลที่บอกถึงความเหมาะสมของการคัดเลือกระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม เมื่อจะมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันต่อไปได้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ลักษณะทั่วไปของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง

2.1.1 ที่ตั้ง ขอบเขต และขนาดพื้นที่

อุทยานแห่งชาติภูกระดึงจังหวัดเลยได้ถูกประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ 2505 อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของกองอุทยานแห่งชาติ กรมป่าไม้

ภูกระดึงมีลักษณะเป็นเขาสูงลูกเดียวโดดๆ มีส่วนยอดตัดเป็นที่ราบกว้างใหญ่ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของภูกระดึงอยู่ตรงเส้นละติจูดที่ 16 องศา 49 ลิปดาเหนือ - 16 องศา 59 ลิปดาเหนือ และเส้นลองจิจูด ที่ 101 องศา 41 ลิปดาตะวันออก - 101 องศา 51 ลิปดาตะวันออก ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย ห่างจากกรุงเทพ ประมาณ 460 กิโลเมตร โดยมีเนื้อที่ทั้งหมด 217,581.25 ไร่ เฉพาะที่ราบบนยอดภูกระดึง มีเนื้อที่ประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร หรือ 37,500 ไร่ ระยะทางรอบแนวเขตอุทยานแห่งชาติ ประมาณ 75.5 ตารางกิโลเมตร แสดงในภาพที่ 2-1

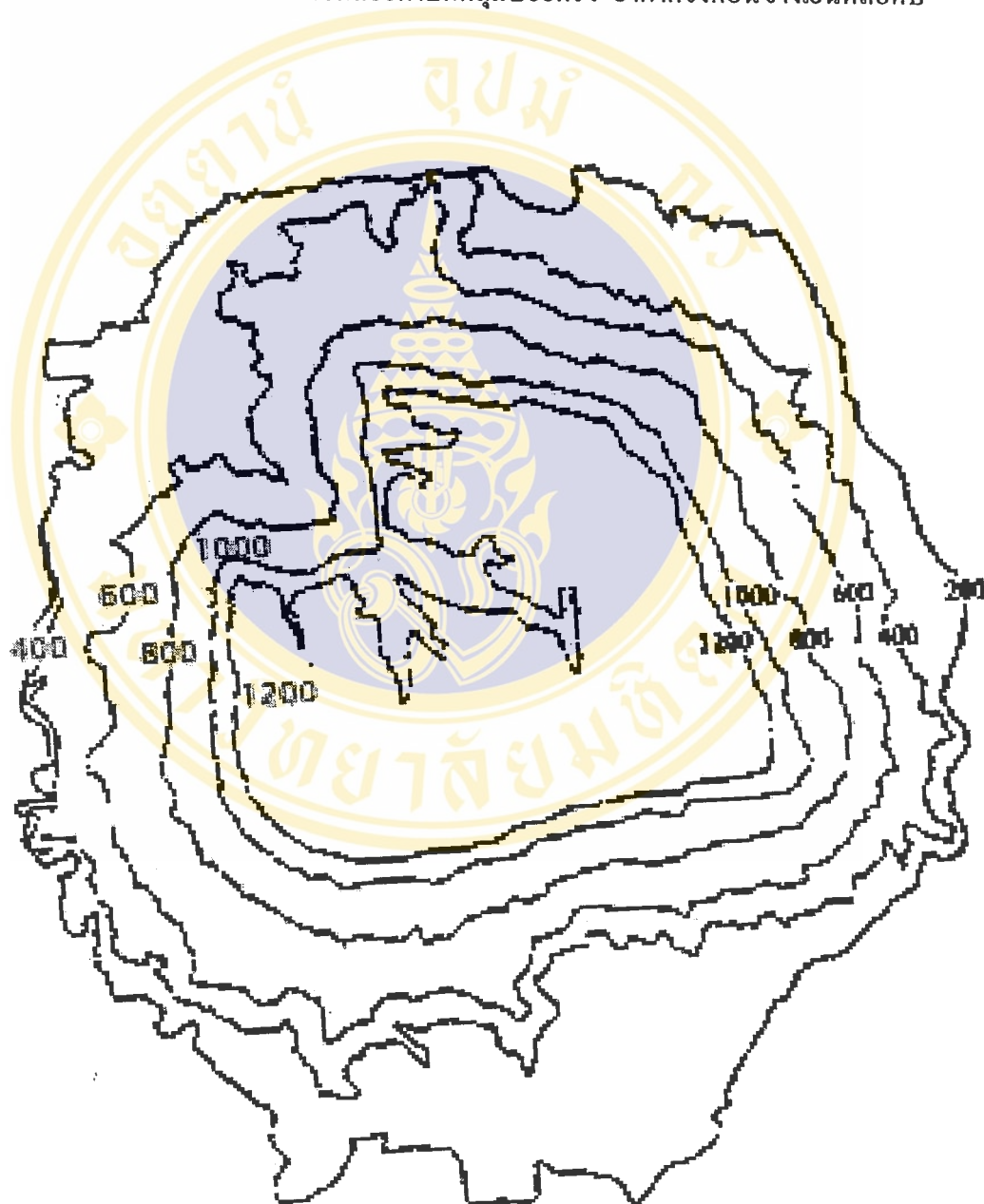
2.1.2 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะของพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง เป็นภูเขาหินทรายยอดตัด ตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของที่ราบสูงโคราช ใกล้กับด้านลาดทางทิศตะวันออกของเทือกเขาเพชรบูรณ์ เฉพาะภูกระดึงมีค่าความสูงของพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 400-1200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง จุดที่สูงที่สุดตั้งอยู่บริเวณคอกเมย มีความสูง 1,316 เมตร บนยอดเขาภูกระดึงเป็นที่ราบลักษณะรูปใบบอน มีพื้นที่กว้างประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร

2.1.3 สภาพภูมิอากาศ

ภูมิอากาศของอุทยานแห่งชาติภูกระดึงบนที่ราบระดับต่ำตามเชิงเขา มีสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปคือ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งรวบรวมจากสถานีตรวจอากาศ จังหวัดเลย พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1228 มิลลิเมตร ช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม อุณหภูมิต่ำสุด ในเดือนมกราคม ประมาณ 1-10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุด ในเดือนเมษายน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 25.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 72.5 % ส่วนสภาพอากาศทั่วไปบนยอดภูกระดึง จะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอีก ประมาณไม่ต่ำกว่า 30% ของปริมาณน้ำฝนบนที่ระดับต่ำ เนื่องจากอิทธิพลของเมฆหมอกที่ปกคลุมยอดภูกระดึงอยู่เกือบตลอดทั้งปี ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ยสูงถึง 89 % ในช่วงเดือน

ธันวาคม ถึงมกราคมอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยระหว่าง 0-10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเมษายน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยระหว่าง 12-19 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 23-30 องศาเซลเซียส อากาศบนยอดภูกระดึงมักจะแปรปรวน มีเมฆ หรือหมอกลอยต่ำปกคลุมบ่อยครั้ง อากาศจึงค่อนข้างเย็นตลอดปี



ภาพที่ 2-1 : แสดงพื้นที่ราบบนยอดภูกระดึง

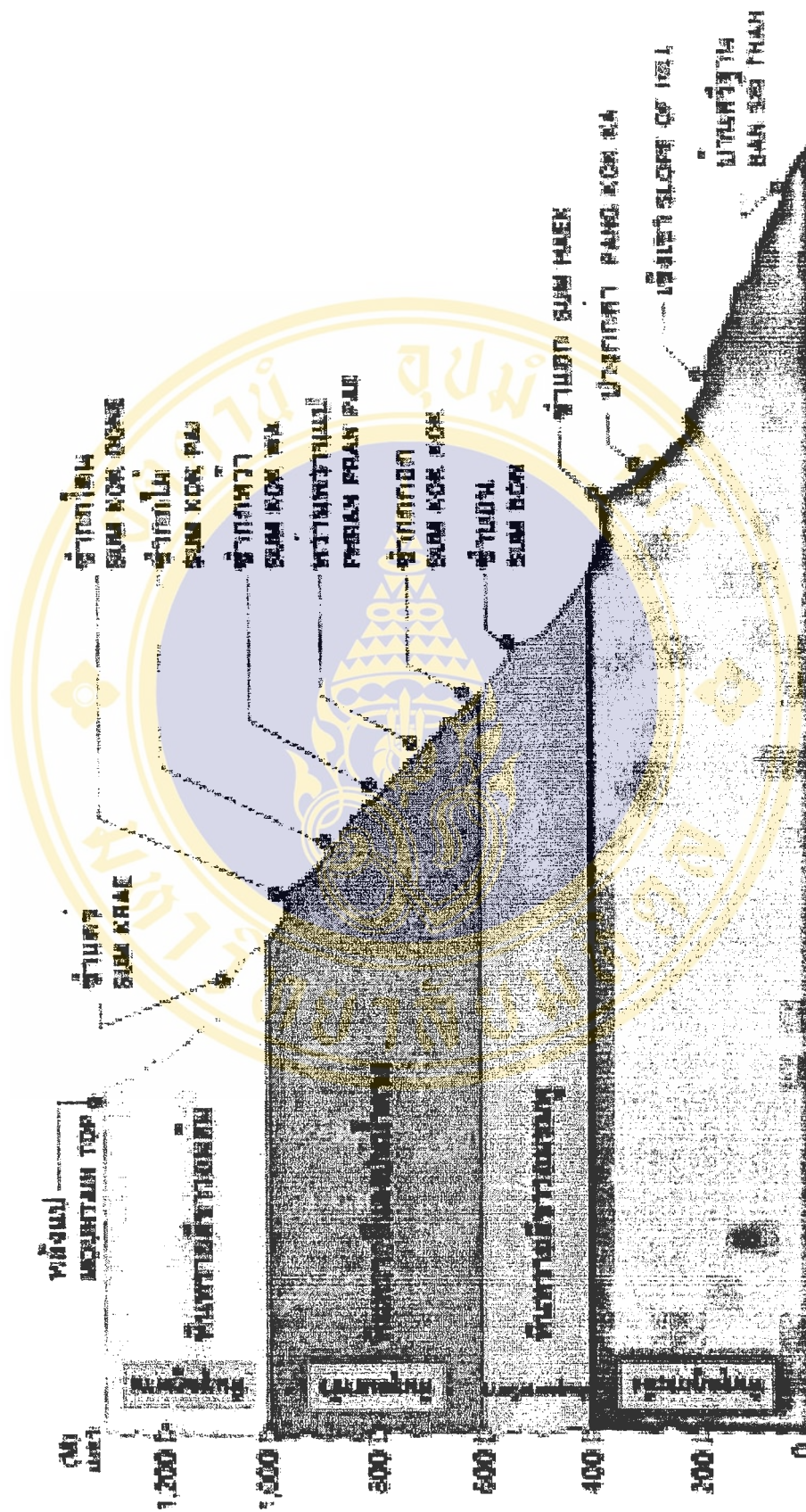
2.2 สภาพการท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง

2.2.1 เส้นทางท่องเที่ยว และจุดท่องเที่ยว

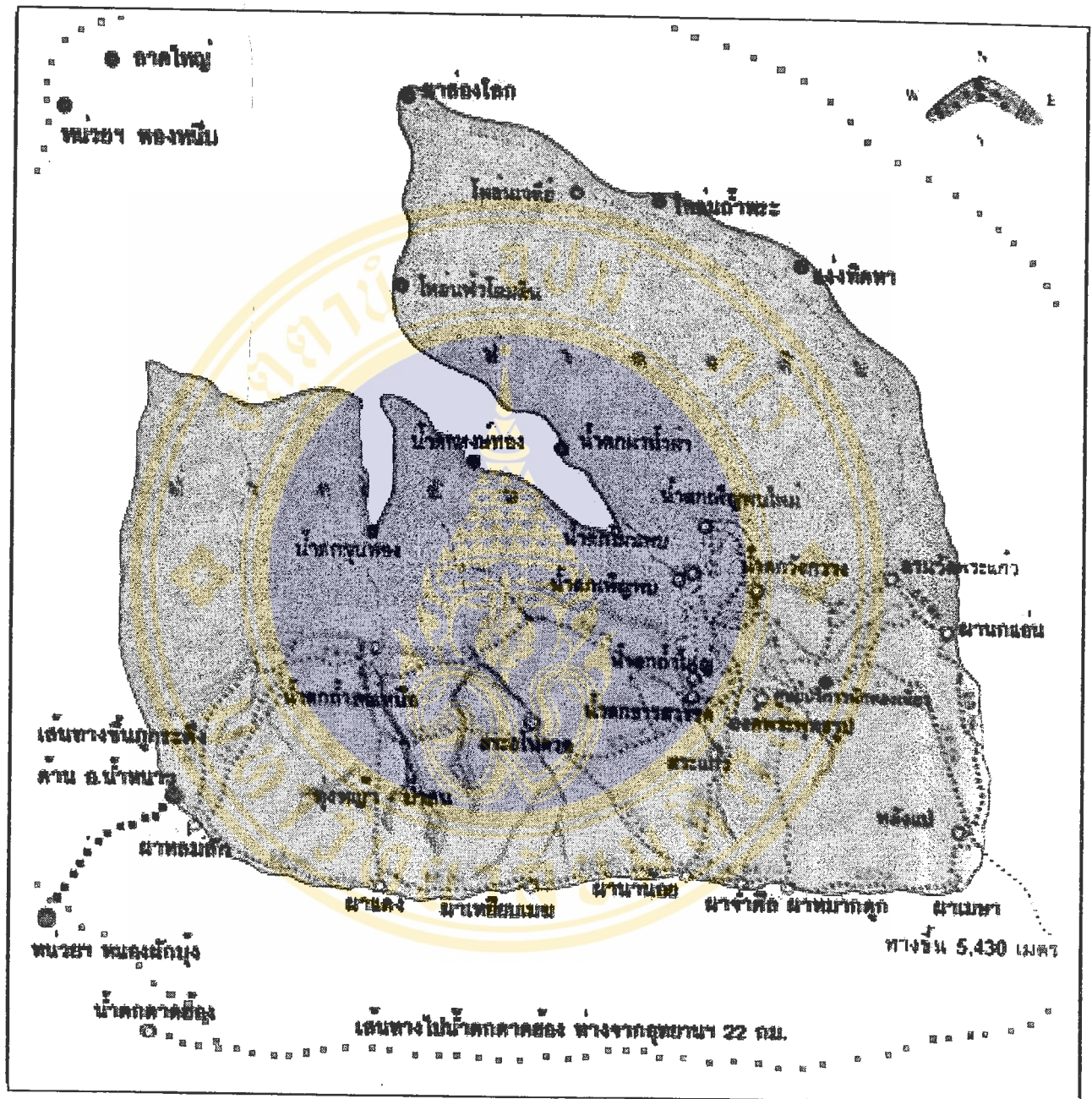
การเดินทางท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง เริ่มจากการเดินทางเข้าไปยังพื้นที่บริเวณเชิงภูกระดึง อันเป็นจุดที่ตั้งของทำการอุทยานแห่งชาติ ที่ตำบลศรีฐาน โดยใช้ทางหลวงหมายเลข 201 (ขอนแก่น-เลย)บริเวณหลักกิโลเมตรที่ 276 จากบ้านผานกเค้า ไปยังศูนย์บริการนักท่องเที่ยวศรีฐาน ระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร ซึ่งบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวนี้จะเป็นจุดที่นักท่องเที่ยวใช้ในการเตรียมตัวเดินทางขึ้นไปยังที่ราบบนยอดภูกระดึงตามเส้นทางเดินเท้า ซึ่งมีความลาดชันในระดับต่างๆ รวมเป็นระยะทางประมาณ 6 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2-2 ตลอดเส้นทางเดินเท้าจะมีจุดพักต่างๆตามลำดับ คือ ชำแฮก ชำกกอก พรานพรานแปะ ชำกกหว้า และชำโดน สภาพสองข้างทางขึ้นเขามีสภาพเป็นป่าที่แตกต่างกันไปตามความสูงของพื้นที่ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา จนถึงบริเวณหลังแป(ที่ราบบนยอดเขา) อันเป็นจุดแรกที่นักท่องเที่ยวได้สัมผัสยอดภูกระดึง ซึ่งมีสภาพเป็นทุ่งหญ้าโล่งสลับป่าสนเขา จากหลังแปนักท่องเที่ยวต้องเดินต่อไปยังบริเวณที่ทำการศูนย์บริการนักท่องเที่ยว(ศูนย์วังกกวาง) อีกประมาณ 3 กิโลเมตร ในบริเวณนี้เป็นที่รวมของสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นต่างๆสำหรับรองรับนักท่องเที่ยว เช่น ที่ทำการอุทยาน หอพยาบาล บ้านพักแรม ร้านค้า-ร้านอาหาร เต้นท์ให้เช่า รวมทั้งห้องน้ำ-ห้องสุขา เป็นต้น

บริเวณที่ราบบนยอดภูกระดึง มีจุดท่องเที่ยวที่สำคัญประเภทต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 ได้แก่

1. ประเภทหน้าผา ได้แก่ ผานกแอ่น ผาหมากดูก ผานาน้อย ผาเหยียบเมฆ ผาแดง ผาหล่มสัก ซึ่งล้วนแต่มีทิวทัศน์ที่สวยงาม โดยเฉพาะผานกแอ่น และผาหล่มสัก ที่เป็นจุดชมวิวที่นักท่องเที่ยวนิยมไปชมพระอาทิตย์ขึ้นและตก
2. ประเภททุ่งหญ้า และสระน้ำ ได้แก่ สระอโนดาต สระแก้ว
3. ประเภทน้ำตก ได้แก่ น้ำตกวังกกวาง น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกโผนพบ น้ำตกถ้ำสอ น้ำตกถ้ำสอใหญ่ และมีน้ำตกที่สวยงามอีกหลายแห่งในเขตป่าปิด เช่น น้ำตกขุนพอง น้ำตกน้ำผ่า เป็นต้น



ภาพที่ 2-2 : แสดงเส้นทางเดินเท้าขึ้นและลงภูกระดึง



ภาพที่ 2-3 : แสดงสถานที่ท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง

2.2.2 อุตสาหการท่องเที่ยว และจำนวนนักท่องเที่ยว

2.2.2.1 อุตสาหการท่องเที่ยว

อุทยานแห่งชาติภูกระดึงจะทำการเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวโดยเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม จนถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี และจะปิดฤดูกาลท่องเที่ยวในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ไม่เหมาะสมต่อการเดินทางมาท่องเที่ยว

2.2.2.2 จำนวนนักท่องเที่ยว

จากข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ตั้งแต่ปี พ.ศ 2525 – 2541 ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 : แสดงสถิตินักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงในฤดูกาลท่องเที่ยวระหว่างปี พ.ศ 2525 ถึงปี พ.ศ 2541

เดือน/พ.ศ.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	รวม	% เพิ่ม / ลด
2525/2526	*	*	*	2,865	4,169	6,128	3,961	774	17,897	
2526/2527	12,952	3,019	5,397	3,235	4,405	4,202	4,511	1,189	38,910	
2527/2528	10,926	5,833	16,231	3,124	4,312	4,664	2,655	631	48,376	24.33
2528/2529	11,197	4,005	25,999	2,874	3,779	4,132	2,033	397	54,416	-12.49
2529/2530	12,554	3,946	13,826	7,668	3,031	3,060	2,056	733	46,874	-13.86
2530/2531	2,007	*	1,835	2,836	3,043	2,553	1,658	375	14,307	-69.48
2531/2532	5,856	3,613	14,971	5,433	5,860	2,766	1,538	317	40,354	182.06
2532/2533	7,758	4,345	16,779	6,714	5,300	2,303	2,082	426	45,707	13.27
2533/2534	5,704	5,580	17,700	3,766	4,350	3,512	1,779	509	42,900	-6.14
2534/2535	6,422	6,787	21,199	5,222	5,914	3,296	1,716	573	51,129	19.18
2535/2536	10,186	7,099	23,680	10,411	3,557	2,837	1,936	502	60,208	17.76
2536/2537	11,350	8,440	27,704	8,816	6,678	3,120	2,477	510	69,095	14.76
2537/2538	11,211	7,525	25,560	11,194	6,736	3,725	2,042	710	68,703	-0.57
2538/2539	10,309	8,020	20,927	11,384	9,002	5,111	2,733	1,020	68,506	-0.29
2539/2540	8,358	8,663	47,217	16,724	10,691	4,168	2,429	817	99,067	44.61
2540/2541	10,195	9,690	31,430	18,404	4,993	2,814	*	*	77,526	-21.74
เฉลี่ย	8,562	5,410	19,403	7,542	5,364	3,649	2,225	593	52,748	
ร้อยละ	16.23	10.26	36.79	14.30	10.17	6.92	4.22	1.12	100.00	

จากข้อมูลในตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะนิยมเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวที่ภูกระดึงในช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนธันวาคมของแต่ละปีจะมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้ามามากที่สุดกว่าเดือนอื่นๆทุกเดือน และมีจำนวนนักท่องเที่ยวในเดือนธันวาคม โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ 2525- พ.ศ 2541 จำนวน 19,403 คน ส่วนในเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม จำนวนนักท่องเที่ยวจะค่อยๆลดลง เนื่องจากเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง และเดือนที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาน้อยที่สุด คือในเดือนพฤษภาคม โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ 2525- พ.ศ 2541 จำนวน 52,748 คน ฤดูท่องเที่ยวที่มีปริมาณนักท่องเที่ยวมากที่สุดคือช่วงฤดูการท่องเที่ยวปี พ.ศ 2529/2530 ซึ่งมีจำนวนนักท่องเที่ยวสูงถึง 99,067 คน

2.2.3 ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว และการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

ในบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนที่ราบบนยอดภูกระดึง หรือที่เรียกว่า ศูนย์วังกาง จะประกอบไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2-4

1. ที่ทำการอุทยานแห่งชาติ จำนวน 1 หลัง ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่คอยให้คำแนะนำในรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับบ้านพักแรม สถานที่กางเต็นท์ การบริการและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมทั้งจุดท่องเที่ยวต่างๆบนที่ราบยอดภูกระดึง

2. อาคารหอประชุม

3. อาคารนิทรรศการ

4. อาคารรับส่งสัมภาระ

5. อาคารพัสดุ

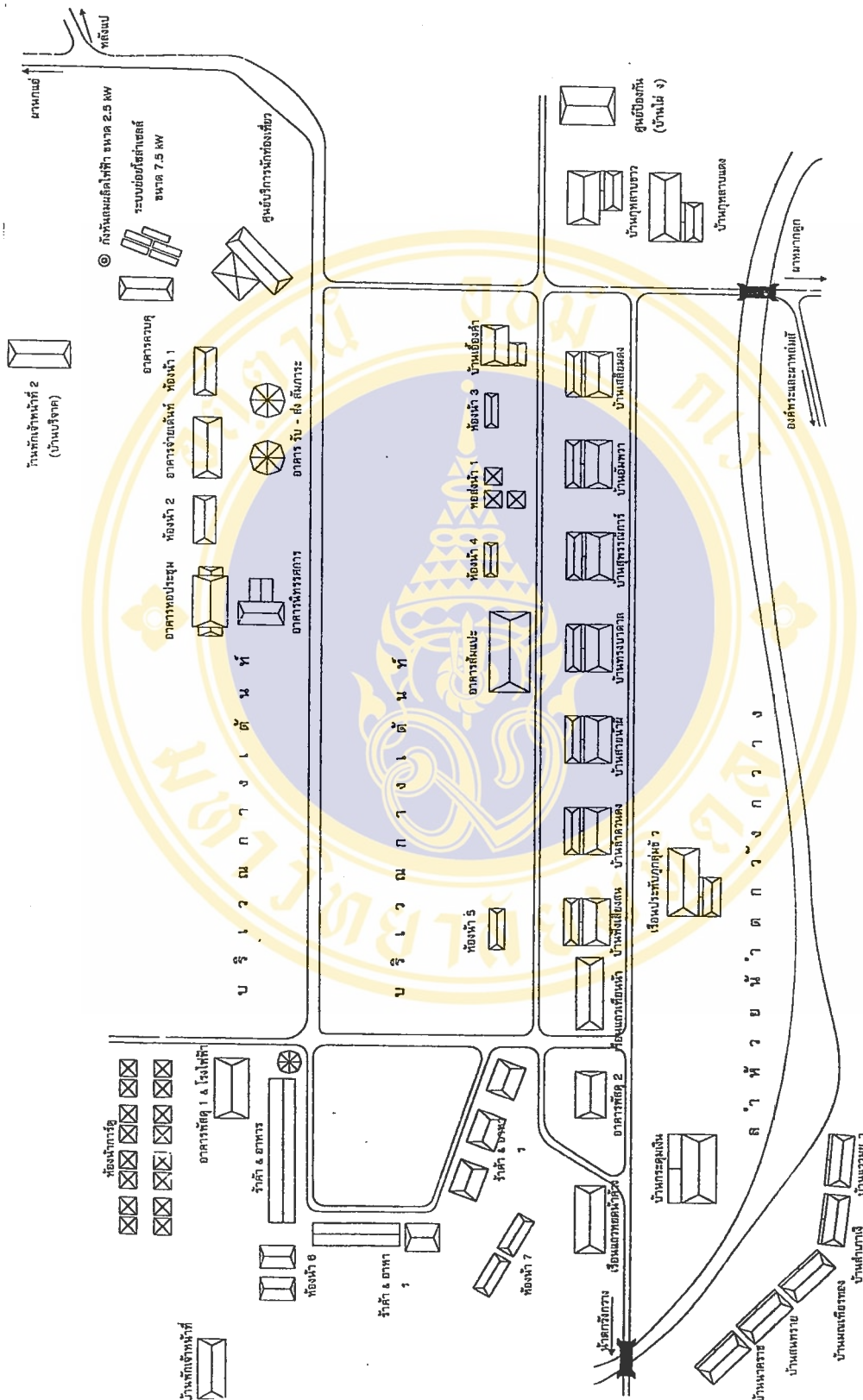
6. อาคารปฐมพยาบาล

7. บ้านพักแรมสำหรับนักท่องเที่ยว มีทั้งหมดจำนวน 18 หลัง ซึ่งเป็นบ้านพักของทางอุทยานทั้งหมด คือ บ้านไผ่บง บ้านกุหลาบขาว บ้านกุหลาบแดง บ้านเอื้องคำ บ้านทรงบาดาล บ้านสายน้ำผึ้ง บ้านลำควนคง บ้านสุพรรณิการ์ บ้านอัมพวา บ้านเสลียงคง บ้านกรุดมเงิน บ้านนาคาราช บ้านสนทราย บ้านมณเฑียรทอง บ้านลำภาเงิน บ้านแวมยูรา เรือนแถวเทียนน้ำ และเรือนแถวหยาดน้ำค้าง

8. ร้านค้า-ร้านขายอาหาร สำหรับบริการนักท่องเที่ยว จำนวนทั้งหมด 26 ร้าน

9. ห้องน้ำ-ห้องสุขา นอกจากห้องน้ำ-ห้องสุขาประจำบ้านพักแรมแล้ว ได้จัดให้มีบริการห้องน้ำ-ห้องสุขาสาธารณะไว้บริการนักท่องเที่ยว จำนวน 7 หลัง

10. บ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน จำนวน 4 แห่ง คือ บ้านพึงเสียงสน บ้านพักคนงานหลังที่ 1 และหลังที่ 2 และบ้านเอื้องคำ



ภาพที่ 2-4 : แสดงบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง

กองบัญชาการวิจัยและพัฒนา หมายเลข: PND - 00 - 004 วันที่: 3 พ.ย. 00 เดือน:	วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน 3 ข้อ: เพื่อส่งเสริมและสนับสนุน การดำเนินงาน (๑) การพัฒนา	วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ๓ ข้อ: เพื่อส่งเสริมและสนับสนุน การดำเนินงาน (๑) การพัฒนา
--	--	--

อุทยานแห่งชาติภูกระดึง (Phu Kradung National Park)

อุทยานแห่งชาติภะนีได้รับการกำหนดให้เป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2502 และได้ประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 104 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2505

อุทยานแห่งชาติภูกระดึงคืออุทยานแห่งชาติที่ตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย ห่างจากตัวอำเภอ ไปทาง

ที่คณะวิศกประมาณ ๑ กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 34822 ตารางกิโลเมตร มีระยะทางรอบแนว เขต

คุณภาพแห่งชาติไทย 75.5 ก็โอเคแล้ว โดยมียอดลูกค้าเฉลี่ยมีทั้งที่ราประมาณ 80 ตารางกิโลเมตร อยู่เนื่องจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1200 เมตร เป็นที่ดึงดูดบริการนักท่องเที่ยวที่บริเวณทาง

2.3 เครื่องยนต์ดีเซลผลิตไฟฟ้า (Diesel Generator) ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญใน 3 ด้าน คือ

2.3.1 มลพิษทางอากาศที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล

2.3.1.1 แหล่งกำเนิดของมลพิษ (8)

เมื่อพิจารณาการทำงานของเครื่องยนต์และระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์จะพบว่า มีแหล่งกำเนิดมลพิษจากเครื่องยนต์ 3 แหล่งคือ

ก. การระเหย (fuel evaporation gas)

ได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอน ที่ระเหยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น จากถังน้ำมัน และคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งปริมาณและมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิของบรรยากาศ อุณหภูมิของเครื่องยนต์ และความสามารถในการระเหยของน้ำมัน ซึ่งอาจเทียบเป็น Reid Vapor Pressure (RVP) ได้ถ้า RVP ยิ่งสูง ก็จะยิ่งระเหยได้ดียิ่งขึ้น จากสัดส่วนของ HC ที่ปลดปล่อยออกมาทั้งหมดจากเครื่องยนต์ ประมาณได้ว่า จะมี HC ปลดปล่อยออกมา 20% จากระบบนี้ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อพิจารณาจุดเดือดของน้ำมันดีเซลจะพบว่า สูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมาก และองค์ประกอบของเครื่องยนต์ก็ไม่มีคาร์บูเรเตอร์ จึงไม่มีการปลดปล่อยของสารไฮโดรคาร์บอน เนื่องมาจากการระเหย

การเปิดปิดถังน้ำมันบ่อยจะทำให้มีน้ำมันระเหยออกมามากขึ้น โดยเฉพาะขณะที่เติมน้ำมัน ปริมาณที่น้ำมันระเหยจะเท่ากับปริมาตรของน้ำมันที่เติมเข้าไป สำหรับคาร์บูเรเตอร์ จะมีอุณหภูมิเท่ากับบรรยากาศ แต่เมื่อดับเครื่องยนต์ คาร์บูเรเตอร์จะดูดความร้อนของเครื่องยนต์ จะทำให้ร้อนขึ้น และน้ำมันในคาร์บูเรเตอร์ก็จะระเหยออกมาทางช่องคาร์บู เมื่อเครื่องยนต์ร้อนมากก็จะระเหยมากขึ้น การระเหยของเชื้อเพลิงทั้งจากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ ส่วนใหญ่จะเป็น HC ทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20 ของสารมลพิษทั้งหมดที่ออกจากเครื่องยนต์ดีเซล

ข. การปลดปล่อยจากกันอ่าว (crank case)

มลพิษจากกันอ่าวเกิดขึ้นจากการรั่วซึมในกระบอกสูบและลูกสูบลงมาถึงกันอ่าวในจังหวะอัดและจังหวะกำลัง ซึ่งโดยทั่วไปเรียกก๊าซพวกนี้ว่า Blow by gas ซึ่งมักจะเป็น HC ทั้งสิ้น โดยประมาณแล้วจะมาจาก HC กับอากาศประมาณ 85% และจากไอเสีย 15% ก๊าซเหล่านี้จำเป็นต้องปลดปล่อยจากกันอ่าว มิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายกับเครื่องยนต์ เพราะก๊าซและน้ำมันในกันอ่าวจะผสมกันเป็นตะกอน และทำปฏิกิริยาเกิดเป็นกรด กัดกร่อนโลหะต่าง ๆ ทำให้เครื่องยนต์เสียหาย และโดยประมาณสำหรับเครื่องยนต์เบนซินชนิด 4 จังหวะ HC จะปลดปล่อยออกจากระบบนี้ 25% ของ HC ทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากเครื่องยนต์ ส่วนเครื่องยนต์ดีเซลตามที่

ได้กล่าวแล้วว่าน้ำมันดีเซลมีการระเหยน้อย แหล่งกำเนิด HC จึงมาจากไอเสีย คือ ประมาณ 1% ของ HC ทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ดีเซล

ค. การปลดปล่อยจากระบบไอเสีย (exhaust)

มลพิษจากระบบนี้เป็นส่วนที่มีอันตรายและมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการสันดาปของเชื้อเพลิงและสารอื่น ๆ เช่น สารไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้ และที่เผาไหม้แล้วบางส่วน CO ที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และ NO_x ที่เกิดจากการเผาไหม้ของไนโตรเจน (ซึ่งปรากฏอยู่เดิมในอากาศที่เข้าไปสันดาป) กับอากาศที่อุณหภูมิสูง SO₂ SMP และตะกั่วที่ใช้เติมในน้ำมันเบนซิน และยังมีควันดำที่เป็นลักษณะเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลอีกด้วย ซึ่งปริมาณมลพิษต่าง ๆ เหล่านี้จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ อัตราการใช้เชื้อเพลิง สภาพการณ์ และสภาวะ โดยเฉพาะช่วงของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบอกสูบ ซึ่งไม่อาจทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ ตารางที่ 2-2 แสดงความแตกต่างของการปลดปล่อยมลพิษ 3 ชนิด คือ CO , HC และ NO_x

ตารางที่ 2-2 : สัดส่วนการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ประเภทต่าง ๆ

แหล่งกำเนิดมลพิษ	รถเบนซิน 4 จังหวะ			ดีเซล		
	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x
ปริมาณมลพิษ(ppm)						
Exhaust gas	100	55	100	100	99	100
Blow-by gas	-	25	-	-	1	-
Fuel evaporation gas	-	20	-	-	-	-

ที่มา :ชาญชัย อัครคม และคณะ (1)

เนื่องจากความแตกต่างของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิง รวมทั้งเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละเครื่องยนต์ ส่งผลให้ปริมาณของมลพิษที่ปลดปล่อยจากเครื่องยนต์แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ยังมีบางทฤษฎีกล่าวถึงแหล่งกำเนิดมลพิษในรถยนต์ และเปอร์เซ็นต์การปลดปล่อยที่แตกต่างกันออกไปอีก

James, P. Tomany, 1979 ได้กล่าวถึงแหล่งกำเนิดมลพิษและเปอร์เซ็นต์ของสารมลพิษจากแต่ละแหล่งกำเนิดได้แก่

 ก้นอ่าง : HC 25%, particulates 25%

 ถังน้ำมัน และคาร์บูเรเตอร์ : HC 20%

 ไอเสีย : HC 55%, CO 99%, NO_x 99%, SO_x 99%, particulates 75%

✓ 2.3.1.2 ก๊าซมลพิษที่เกิดจากจากเครื่องยนต์ดีเซล (9)

ในเครื่องยนต์ดีเซล สารมลพิษจากเครื่องยนต์ที่มีปริมาณมากที่สุดจากไอเสียคือ NO_x และอนุภาคของแข็ง (ควันดำ) HC และ CO แล้วแต่กรณี นอกจากนี้ภาวะมลพิษที่ถือว่าร้ายแรงอีก คือกลิ่นและเสียง และแอลดีไฮด์ /

✓ ก. คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ กระบวนการผลิต CO ในเครื่องยนต์ดีเซลมีส่วนคล้ายคลึงกับการเกิด CO ในเครื่องยนต์เบนซิน กล่าวคือ CO จะเกิดมากหากอัตราการให้อากาศเพิ่มและลดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นกระบวนการของการเกิดควันดำด้วย โดยทั่วไปจะเดินเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอากาศที่มีมากกว่าอยู่แล้ว คืออัตราการให้อากาศจะเป็น 1.2-10 เท่า ดังนั้นปริมาณ CO ที่เกิดจึงน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เบนซิน

อันตรายของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะเมื่อสูดดมก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เข้าไปกับลมหายใจ ก๊าซ CO จะซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตอย่างรวดเร็วแล้วเกาะตัวกับฮีโมโกลบินในเลือดอย่างรวดเร็วเนื่องจาก ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มีความไวในการจับกับฮีโมโกลบินมากกว่าออกซิเจนถึง 300 เท่า ทำให้ฮีโมโกลบินไม่สามารถทำหน้าที่ในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ได้ และเมื่อเซลล์ของร่างกาย โดยเฉพาะเซลล์สมองขาดออกซิเจน แม้เพียงเล็กน้อยก็จะมีอาการวิงเวียน มึนงง พบว่าหากมีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ อยู่ในอากาศมากกว่า 100 ppm ก็จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ หากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เพิ่มขึ้นเป็น 800 ppm จะทำให้ผู้ที่หายใจเข้าไปหมดสติภายใน 1 ชั่วโมงและอาจถึงแก่ความตายได้ภายในไม่กี่ชั่วโมง

ข. ไฮโดรคาร์บอน (HC) เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อย HC เนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และมีปริมาณออกมาน้อยมากด้วยเหตุผลเดียวกับการปล่อย CO/แต่ปริมาณ HC จะเพิ่มด้วยเหตุผลอื่นอีก คือ

- ส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่หนาจะสัมผัสผนังเสื้อสูบที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิด HC ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับ O_2 และไม่เกิดการเผาไหม้เลย
- หากส่วนผสมบางมากเกินไป เปลวไฟจะดับ ทำให้เกิด HC มาก
- น้ำมันที่หล่อล้นหัวฉีด ทำการฉีดแล้ว ส่วนที่เหลือเป็นหยดที่ไม่สามารถเผาไหม้ต่อไปได้ ทำให้เกิด HC
- เชื้อเพลิงหล่อลื่นในเสื้อสูบและกระบอกสูบเผาไหม้ไม่หมด จะทำให้เกิด HC

อันตรายของไฮโดรคาร์บอน . อันตรายโดยตรงของไฮโดรคาร์บอนมีไม่มาก แต่ไฮโดรคาร์บอนสามารถทำปฏิกิริยารวมตัวกับไนโตรเจนออกไซด์และโอโซน ทำให้เกิดเป็นหมอกควันพิษ(smog)ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ค. ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) การเกิด NO_x เป็นการยากที่จะบอกว่ปริมาณที่เกิดขึ้นเกิดมากหรือน้อยเป็นจำนวนเท่าใด และเกิดที่ไหนในกระบอกสูบ เนื่องจากอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงเท่ากับอุณหภูมินั้น เปลี่ยนแปรตามกันอย่างซับซ้อนมาก ระหว่างช่องของการเกิดการสันดาปในกระบอกสูบที่มี O_2 มาก จะเป็นการสันดาปที่ดีการเผาไหม้จะสมบูรณ์และรวดเร็ว ทำให้อุณหภูมิสูงมาก และอุณหภูมิจะสูงอยู่นาน NO_x จะเกิดในช่วงนี้มาก /

อันตรายของไนโตรเจนออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์เป็นผลรวมของ NO และ NO_2 ซึ่งเป็นออกไซด์ของไนโตรเจนที่เป็นพิษและมีอันตรายมาก พบว่าเมื่อให้สัตว์ทดลองหายใจเอาอากาศที่มีออกไซด์ของไนโตรเจนเข้าไปมากกว่า 100 ppm สัตว์เหล่านั้นจะตายเนื่องจากอาการปอดบวม และเมื่อนุ้มนุษย์หายใจเอาก๊าซนี้เข้าไป จะทำให้เยื่อปอดอักเสบและปอดอักเสบ และอาจถึงตายได้หากสูดดมเข้าไปในปริมาณมาก นอกจากนี้ออกไซด์ของไนโตรเจนยังทำให้พืชเติบโตช้าด้วย

ง. ควันดำ

เกิดจากบริเวณแกนกลางของลำน้ำมันที่ฉีดเข้ากระบอกสูบ แยกกระจายออกไปได้ยากและมีความหนาแน่นสูง เมื่อแกนน้ำมันนี้ปะทะอุณหภูมิสูงในกระบอกสูบและมี O_2 ช่วยในการสันดาป เนื่องจาก ถูกใช้ไปหมดแล้ว จะทำให้เกิดละอองคาร์บอนขึ้น เป็นผลให้เกิดควันดำ ขณะเดียวกัน เชื้อเพลิงที่ฉีดมาแตะกระบอกสูบ เลื้อยสูบ และเชื้อเพลิงหยดหลังการฉีดน้ำมันและทำให้เกิดเป็นควันดำด้วย ซึ่งควันต่างๆ มีผลทำให้เกิดเนืองอกในปอดได้

จ. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)

ก๊าซ SO_2 เกิดขึ้นได้เนื่องจากมีปริมาณซัลเฟอร์อยู่ในน้ำมัน สำหรับน้ำมันดีเซลมีปริมาณซัลเฟอร์หรือกำมะถัน(S) อยู่ประมาณ 0.5-1.0 % โดยน้ำหนัก ที่กำหนดตามกฎหมาย หลังจากผ่านกระบวนการกลั่นแล้ว พบว่าซัลเฟอร์ 0.3 % ในน้ำมันดีเซลจะปลดปล่อย SO_2 ออกมาประมาณ 100 ppm กับไฮโดรคาร์บอน ก๊าซ SO_2 เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลเฟอร์ดังสมการนี้



อันตรายของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน จะปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) ซึ่งเป็นก๊าซพิษออกมา ประมาณ 90 % ก๊าซนี้เป็นก๊าซที่มีกลิ่นฉุน เมื่อสัมผัสจะรู้สึกรคายตา เมื่อหายใจเข้าไปจะทำให้เยื่อปอดอักเสบและปอดอักเสบ หลอดลมหดแคบทำให้อากาศระบายเข้าออกได้น้อยลง และซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)ที่อยู่ในอากาศ เมื่อถูก

แสงแดดจะกลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์(SO₃) เมื่อรวมตัวกับละอองน้ำจะกลายเป็นกรดกำมะถันหรือกรดซัลฟูริก ตกลงมากับน้ำฝนทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรด เรียกว่า ฝนกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินปูนและโลหะสึกกร่อน ต้นไม้ตายและแหล่งน้ำมีความเป็นกรดสูง จนสัตว์น้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

2.3.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อมนุษย์ (1)

มลพิษทางอากาศ จะเข้าสู่คนโดยการหายใจ ระบบหายใจได้แก่ จมูก เยื่อจมูก ปาก คอ หลอดลม และหลอดเสียง จะทำปฏิกิริยากับ SO₂ ทำให้เกิดน้ำมูก เสมหะอักเสบ ทางเดินหายใจหายใจได้ไม่สะดวก และส่งผลต่อปอดทำให้เกิดปอดบวมได้ และหลอด Alveoli ซึ่งรับอากาศเข้าไปฟอกโลหิต เมื่อมีสารละอองขนาดเกิน 0.02 เซนติเมตร จะทำให้หลอดเลือดอุดตันและบวม ทำให้การฟอกโลหิตเกิดปัญหา นอกจากนั้น สาร Nox และ CO ยังสามารถแทรกซึมเข้าไปในถุงลมและผ่านเข้าไปผสมกับโลหิตเป็น COHb ซึ่งขัดขวางการทำงานของ O₂ ในการฟอกโลหิต ทำให้เกิดอันตรายถึงตายได้ และผลการวิจัยของมลพิษต่างๆ ต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 : ผลการวิจัยของมลพิษต่างๆ ต่อสุขภาพของมนุษย์

สารพิษ	ปริมาณ (ppm)	อาการ	เอกสารอ้างอิง
SO ₂ และสารละออง	1. 80 – 100 เฉลี่ยต่อปี	คนสูงอายุเกิน 50 ทำให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจ เป็นพิษต่อทางเดินหายใจของนักเรียน เป็นพิษต่อทางเดินหายใจและปอด คนสูงอายุป่วยและเป็นโรคปอดเพิ่มคนป่วยแผนกทางเดินหายใจ คนป่วยปอดอักเสบเพิ่มขึ้น และมีอาการร้ายแรง	Winklstein 1967
	2. SO ₂ และสารละอองอย่างละ 130		Douglas&Waller1966
	3. SO ₂ และสารละอองอย่างละ 130		Lunn et al 1967
	4. SO ₂ และสารละอองอย่างละ 130		Petrilli et al 1969
	5. SO ₂ เฉลี่ย 140-260 เฉลี่ย 24 ชม		Carnow et al 1969
	6. SO ₂ 300-500 และสารละอองน้อยมาก		Brasser et al 1967
	7. SO ₂ 630 และสารละออง 300		Lawther 1958
CO	1. ได้รับเป็นระยะ 35 นาที ใน 8 ชั่วโมง	ความจำเสื่อม	Schulte 1963
	2. ได้รับเป็นระยะ 35 นาที ใน 8 ชั่วโมง	เกิดอาการตามัว	Mc Farland et al 1904

ที่มา : พูนพร แสงบางปลา

2.3.1.3 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อพืช (1)

พืชจะดูดซับสารมลพิษได้โดยการหายใจเข้าเมื่อสารพิษเหล่านี้อยู่ที่ใบ สารประกอบของ SO_2 จะทำลายคลอโรฟิลล์ของพืช ทำให้พืชหยุดสังเคราะห์แสง เป็นเหตุให้พืชไม่เจริญเติบโต ไม่ออกผล และอาจถึงตายได้

2.3.1.4 ค่ามาตรฐานอากาศสำหรับบรรยากาศทั่วไป(ambient air) ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ 2535 ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 : แสดงค่ามาตรฐานอากาศสำหรับบรรยากาศทั่วไป(ambient air)

ค่ามาตรฐานอากาศสำหรับบรรยากาศทั่วไป (กรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ 2535)	ความเข้มข้นของก๊าซ (ppm) หรือ (หนึ่งในล้านในล้านส่วน)
คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)	30
ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	0.17
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	0.30

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

2.3.2 มลพิษทางเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซล (Noise Pollution) (9)

2.3.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษ

1) เสียงจากธรรมชาติ เช่น เสียงฟ้าร้อง ฟ้าผ่า เป็นต้น ซึ่งเสียงที่เกิดจากธรรมชาติส่วนมากมีความดังของเสียงไม่ถึงระดับที่เป็นมลพิษทางเสียง

2) เสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. แหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่(Stationary source) ได้แก่ เสียงที่เกิดจากสถานประกอบการต่างๆ เช่น โรงงานที่มีเครื่องจักร เครื่องยนต์ดีเซลชนิดต่างๆ เครื่องเจาะสถานเริงรมย์ สถานที่ก่อสร้าง เป็นต้น

ข. แหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่(Mobile source) ได้แก่ เสียงที่เกิดจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ เช่น รถยนต์ รถยนต์โดยสารประจำทาง รถจักรยานยนต์ สามล้อเครื่อง เรือหางยาว เครื่องบินโดยสาร เป็นต้น

2.3.2.2 อันตรายของเสียง แบ่งได้เป็น

1) อันตรายของเสียงต่อมนุษย์

ก. อันตรายกับประสาทหูโดยตรง คือ เสียงที่ดังเกินไปจะมีผลต่อการได้ยิน 2 ประการ คือ

- ระดับการได้ยินเปลี่ยนแปลงไปชั่วคราว(Temporary Threshold Shift) เกิดจากการต้องรับเสียงดังในช่วงเวลาที่ไม่นานนัก หูฟังไปชั่วคราว และรักษาให้กลับคืนได้
- ระดับการได้ยินเปลี่ยนแปลงถาวร (Permanent Threshold Shift) เกิดจากการรับเสียงดังในช่วงเวลานานติดต่อกันจนทำให้ระบบการได้ยินเสื่อมลง ในระยะแรกอาจสังเกตไม่เห็นอาการที่จะพบบ่งถึงอันตราย คือ เกิดอาการได้ยินเสียงรบกวนหลังจากได้ยินเสียง ดัง นั้นหลังจากนั้น 2-3 ชั่วโมง อาการนี้จะหายไป แต่ถ้าได้รับเสียงลักษณะเดียวกันอีกเป็นระยะเวลานานๆ ติดต่อกัน หูเสียการได้ยินอย่างถาวร ไม่อาจกลับคืนได้

2) อันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไปและจิตใจ

ระดับเสียงที่อยู่ในระดับตั้งแต่ประมาณ 80 เดซิเบล ขึ้นไป มักทำให้เกิดความรำคาญ แต่ที่ร่างกายมนุษย์ทนได้ต่อสภาวะแวดล้อมนี้เพราะเกิดความเคยชินสำหรับเสียงที่คนส่วนมากไม่ต้องการ และเมื่อได้ยิน อาจเกิดผลเสียหลายได้ดังนี้

ก. ผลเสียต่อร่างกาย ถ้าหูได้รับเสียงดังมากจนเกินไป สามารถทำให้หูหนวก(deafness) และอาจเป็นผลให้เส้นเลือดขยายตัว ความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อกระตุก ความต้านทานของร่างกายเสื่อมลง และเกิดความเหนื่อยอ่อน

ข. ผลทางอารมณ์ ความรำคาญมีผลต่ออารมณ์ ทำให้เกิดความเครียด และอาจเป็นโรคประสาทได้ง่าย ความรำคาญที่เกิดขึ้นมาน้อยต่างกันขึ้นกับคุณสมบัติของเสียงดังต่อไปนี้

- ความดัง(Loundness) เสียงที่ดังมาก ก่อให้เกิดความรำคาญมาก และเสียงที่ดังเกินกว่า 100 เดซิเบล ไม่ควรรับฟังเกิน 2 ชั่วโมง อาจเกิดอันตรายได้
- ความสูงต่ำของเสียง(Pitch) โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่มาก 15,000 รอบ / วินาที พบว่าทำให้เกิดความรำคาญได้มากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่านี้ ถึงแม้ว่าจะมีความดังเท่ากันก็ตาม
- เสียงดังแบบไม่มีระบบ ไม่มีจังหวะ(Intermittency and Irregularity) คือ เสียงที่ดังแบบไม่มีจังหวะ จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าเสียงที่เป็นแบบสม่ำเสมอ(Continuous and Unchange)

- ทิศทางที่มาของเสียง เสียงที่ดังมาจากทิศทางเดียวสม่ำเสมอ จะรำคาญน้อยกว่าเสียงที่มาจากหลายทิศทาง

3) อันตรายของเสียงต่องานที่ทำ

เสียงที่ดังมากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานหรือผลงานที่ได้ลดลง ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

ก. เสียงที่ไม่ดังเกินสมควร ไม่มีผลต่องานที่เคยทำอยู่มากนัก มักทำให้เกิดการกระทำที่ผิดๆ และอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

ข. เสียงที่ขาดตอน และเสียงที่มีความถี่สูง เป็นผลเสียมากกว่าเสียงที่ดังต่อเนื่องกัน และมีความดังสม่ำเสมอ เช่น เสียงที่เกิดจากการห้ามล้ออย่างกะทันหัน ทำให้ทำงานอย่างไม่มีความสุข

ค. ในที่ที่มีเสียงที่ดังจะมีผลต่อการอ่านและจดจำหรือเข้าใจข้อความได้น้อยกว่าเมื่ออ่านในที่เงียบสงบ

4) อันตรายของเสียงด้านอื่นๆ

อันตรายของเสียงที่ทำให้หูหนวก มีผลต่อบุคลิกภาพและอาจทำให้ถูกขาดออกจากสังคม หรือ ผลต่อสิ่งแวดล้อม เช่น บ้านเรือนที่อยู่อาศัยที่มีเสียงรบกวนจากการจราจร ทำให้เกิดความไม่สงบสุขในการอาศัย จึงจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อควบคุมเสียงรบกวนอีกด้วย ในด้านสัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ไป เนื่องจากไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเสียงรบกวนได้

2.3.3 มลพิษจากน้ำมัน (10)

2.3.3.1 ปฏิกิริยาที่มีผลต่อผลกระทบของน้ำมันต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อน้ำมันมีการรั่วไหลลงสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำ ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบและความเสียหายต่อทรัพย์สินของมนุษย์และความเสียหาย ต่อทรัพยากรสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ ตลอดจนความเสียหายต่อทรัพย์สินของมนุษย์ โดยที่ระดับความรุนแรงของผลกระทบจะมากน้อยเพียงไร จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน คือ

1. ปริมาณน้ำมันที่รั่วไหลออกมา
2. ชนิดของน้ำมัน
3. ระยะเวลาที่น้ำมันอยู่ในแหล่งน้ำ
4. ชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
5. สภาพภูมิประเทศของพื้นที่

6. สภาพทางอุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ของแหล่งน้ำ

7. ลักษณะทางอุทุนิยมวิทยา

กรณีที่น้ำมันรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จะมีระดับความรุนแรงมากกว่าผลกระทบที่เกิดจากน้ำมันรั่วไหลลงบนดิน เนื่องจากแหล่งน้ำไม่ว่าจะเป็นทะเลหรือแม่น้ำ มีทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตเกี่ยวข้องอย่างมากมาย ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

2.3.3.2 ผลกระทบด้านกายภาพ

เมื่อน้ำมันรั่วไหลลงสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะแหล่งน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากน้ำมันจะลอยตัวปกคลุมผิวน้ำ ทำให้แหล่งน้ำได้รับผลกระทบทางด้านกายภาพ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง เพราะน้ำมันจะเป็นเหมือนหรือเกราะก้ำบัง (Physical Barrier) ระหว่างน้ำกับอากาศ ซึ่งจะมีผลทำให้ออกซิเจนจากอากาศไม่สามารถละลายลงไปในน้ำได้

2. แสงส่องผ่านลงสู่ท้องน้ำไม่ได้ เพราะน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำจะบดบัง หรือกั้นแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงไปในน้ำได้โดยสะดวก ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ

3. ความร้อนในน้ำสูงขึ้น น้ำมันที่มีสีทึบ เช่น น้ำมันเตา น้ำมันดิบ จะสามารถดูดความร้อน (Heat absorption) จากแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าน้ำมันที่มีสีจาง (เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล) ทำให้น้ำในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

4. คราบน้ำมันเกาะติดและซึมเข้าไปในตะกอน เมื่อน้ำมันตกลงในแหล่งน้ำจะมีน้ำมันบางส่วนที่จมลงสู่ท้องน้ำ แล้วไปปนเปื้อนอยู่ในตะกอนในน้ำ และมีบางส่วนที่สามารถซึมเข้าไปในตะกอนได้ จึงทำให้น้ำมันคงตัวอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน

5. กระทบต่อทัศนียภาพ คราบน้ำมันที่ปนเปื้อนอยู่ตามชายฝั่งและทราย รวมทั้งที่ลอยอยู่บนผิวน้ำนั้น ทำให้ความสวยงามของสถานที่ลดน้อยลงหรือหมดไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความสกปรก และส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ จากแหล่งน้ำนั้นอีกด้วย เช่นการนำน้ำไปใช้ในโรงผลิตไฟฟ้า, การกลั่นน้ำจืด

2.3.3.3 ผลกระทบด้านชีวภาพ

สารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมัน เช่น ไฮโดรคาร์บอน เมื่อละลายในน้ำจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทำให้ธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะต้องใช้เวลานานในการที่ธรรมชาติจะสามารถฟื้นฟูสภาพกลับมาดังเดิม สิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเหล่านี้ คือ แพลงก์ตอน ปลาและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์หน้าดิน นกน้ำ เป็นต้น

2.3.3.4 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจสังคม

การเกิดผลกระทบจากน้ำมันทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ จะส่งผลกระทบต่อให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม ดังต่อไปนี้

1. ผลกระทบต่อแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เนื่องจากน้ำมันจะทำให้คุณภาพน้ำต่ำลง และสารพิษที่มีอยู่ในน้ำมัน จะทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตและเพิ่มผลผลิตต่อไปได้ หรือทำให้ผลผลิตที่จะได้รับต่ำลง จึงทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของประเทศ

2. ผลกระทบเกี่ยวกับความเดือดร้อนรำคาญ

เมื่อคราบน้ำมันลอยไปติดตามบ้านเรือน และทรัพย์สินของประชาชน จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน

3. ผลกระทบต่อความงามของแหล่งท่องเที่ยวและทัศนียภาพ

ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยวและพักผ่อน ซึ่งจะมีผลทางอ้อมต่อการสูญเสียของระบบเศรษฐกิจและรายได้ของท้องถิ่นและส่วนรวม

4. ผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจ

เนื่องจากคราบน้ำมันทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรต่าง ๆ จึงทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ จากทรัพยากรและการบริการ และในการขจัดคราบน้ำมัน และฟื้นฟูสภาพแวดล้อม จะต้องใช้ทรัพยากรทั้งกำลังคน เงิน และเวลา เป็นจำนวนมากมหาศาล

2.3.2.3 ระดับเสี่ยงมาตรฐาน

เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากเสี่ยงจึงได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานระดับเสี่ยงที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ โดยประกาศจากองค์การอนามัยโลก(WHO) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) และ ธนาคารโลก(World Bank) ได้เสนอระดับเสี่ยงที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชนดังแสดงใน ตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 : แสดงระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชนที่เสนอโดย WHO , World Bank และ US.EPA

หน่วยงาน	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่เสนอแนะ(เดซิเบล เอ)		
	ภายในที่พักอาศัยทั่วไป	ชุมชนทั่วไป	วิธีการวัด
องค์การอนามัยโลก(WHO)			
- เวลากลางวัน (7.00 – 22.00 น)	45	55	Leq
- เวลากลางคืน (22.00 – 7.00 น)	35	45	Leq
ธนาคารโลก(World Bank)			
- พื้นที่พักอาศัยนอกเมือง	45	55	Ldn
- พื้นที่พักอาศัยทั่วไป	45	-	Ldn
- โรงพยาบาล	45	55	Ldn
- สถานศึกษา	45	55	Leq(24)
องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA)			
-ชุมชนทั่วไปภายนอกที่พักอาศัยและสถานที่เงียบสงบ	-	55	Ldn
-พื้นที่ภายนอกซึ่งประชาชนจำกัดเวลาเสียงรบกวน เช่น สวนสาธารณะ	-	55	Leq(24)
- ภายในที่พักอาศัย	45	-	Ldn
- โรงเรียน สถาบันศาสนาและกิจกรรมภายในสถานที่ต้องการความเงียบ	45	-	Leq

ที่มา : การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง ฝ่ายคมนาคมขนส่ง กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ , เมษายน 2533

หมายเหตุ : Leq(Equivalent Continuous Sound Pressure Level) = ระดับเสียงต่อเนื่องที่มีพลังงานเทียบเท่ากันหรือเป็นค่าพลังงานเฉลี่ย

Ldn(Day-Night Level) = ระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน ปรับปรุงมาจากระดับเสียงเฉลี่ยช่วงกลางคืน(22.00-7.00น)ด้วยการบวก 10 dB เพื่อชดเชยความรู้สึกรบกวนรำคาญในช่วงเวลาดังกล่าว

การตรวจสอบคุณภาพเสียงในประเทศไทย ได้นำเอามาตรฐานของต่างประเทศมาประกอบการพิจารณากับข้อมูลที่มีอยู่ แล้วนำมาปรับปรุงให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม โดยเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 : มาตรฐานระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินที่กำหนดโดยหน่วยงานต่างๆ

ผู้ที่ได้รับการสัมผัสเสียง	หน่วยงาน / องค์กรที่เสนอ	ค่ามาตรฐานระดับเสียง/ข้อกำหนด					
บุคคลทั่วไป	WHO , World Bank และ US.EPA	Leq 8 ชั่วโมง = 75 dB (A) สำหรับทุกพื้นที่ Leq 24 ชั่วโมง = 70 dB (A) สำหรับทุกพื้นที่					
บุคคลที่รับสัมผัสเสียงอยู่เป็นประจำ หรือ ผู้ประกอบอาชีพ	OSHA (Occupational Safety and Health Administration of U.S Department of labor)	ระดับเสียงdB (A)	เวลาที่รับเสียง		ระดับเสียง dB(A)	เวลาที่รับเสียง	
			ชม.	นาที		ชม.	นาที
		90	8	00	103	1	15
		91	7	00	104	1	75
		92	6	00	105	1	00
		93	5	00	106	-	52
		94	4	30	107	-	45
		95	4	00	108	-	37
		96	3	30	109	-	33
		97	3	00	110	-	30
		98	2	30	111	-	26
		99	2	15	112	-	22
		100	2	00	113	-	18
		101	1	45	114	-	16
		102	1	30	115	-	15
	กระทรวงมหาดไทย	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ระดับเสียงที่ได้รับติดต่อกัน dB(A)		
		ไม่เกิน 7 ชั่วโมง			92		
		มากกว่า 7 แต่ไม่เกิน 8			90		
		มากกว่า 8			80		
		-			140		



2.4 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด (Electric Generation from clean energy)

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด เนื่องจากประกอบไปด้วยการทำงานร่วมกันระหว่างโซลาร์เซลล์และกังหันลมในการผลิตไฟฟ้าเป็นหลัก และมีการต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องชนิดดีเซลได้ในกรณีไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ และกังหันลมมีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

เหตุผลในการนำระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดมาใช้นั้นแทนการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องชนิดดีเซลกำเนิดไฟฟ้า คือ เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดต่างๆ ในการใช้เครื่องชนิดดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในการผลิตกระแสไฟฟ้าในอุทยาน และเพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในการรองรับเวลาที่มีการทางไฟฟ้าได้มากขึ้น จึงได้มีการนำเอาพลังงานสะอาด หรือที่เรียกอีกอย่างว่าพลังงานทดแทนเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม เป็นต้น ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและมีอยู่ทั่วไป สามารถใช้ได้ไม่มีวันหมดสิ้น มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้ โซลาร์เซลล์ และกังหันลม ในการเปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม ตามลำดับ ให้เป็นกระแสไฟฟ้า และเก็บสำรองไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อที่จะสามารถนำไฟฟ้ามาใช้ได้ตลอดเวลา และจะมีการใช้เครื่องชนิดดีเซลผลิตไฟฟ้า เฉพาะเมื่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอเท่านั้น เช่น ช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน ในฤดูฝน หรือช่วงที่ลมไม่สามารถพัดใบกังหันให้หมุนได้ เป็นต้น

2.4.1 ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด มีระบบย่อยต่างๆ ที่สำคัญได้แก่

- 1) ระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานสะอาด ซึ่งได้แก่ ระบบโซลาร์เซลล์ และระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า
- 2) ระบบแบตเตอรี่
- 3) ระบบแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ(Inverter)
- 4) ระบบชุดควบคุม(Control Unit)ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า
- 5) ระบบเครื่องชนิดดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะใช้งานเฉพาะเมื่อระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอ

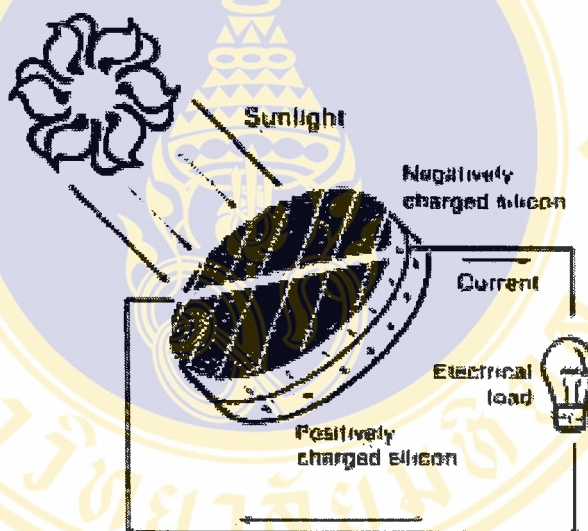
ซึ่งแต่ละส่วนประกอบของระบบมีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1.1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานสะอาด หรือพลังงานทดแทน มีอยู่ 2 ระบบ ได้แก่ (11,12)

1.1) ระบบโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic Array)

1.1.1) หลักการทำงาน

โซลาร์เซลล์เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ โดยการเปลี่ยนพลังงานรังสีดวงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงโดยกระบวนการโฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Effect) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นภายในสารกึ่งตัวนำ เมื่อแสงที่มีพลังงานมากพอตกกระทบสารกึ่งตัวนำ แล้วทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระบนสารกึ่งตัวนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังแสดง ในภาพที่ 2-5



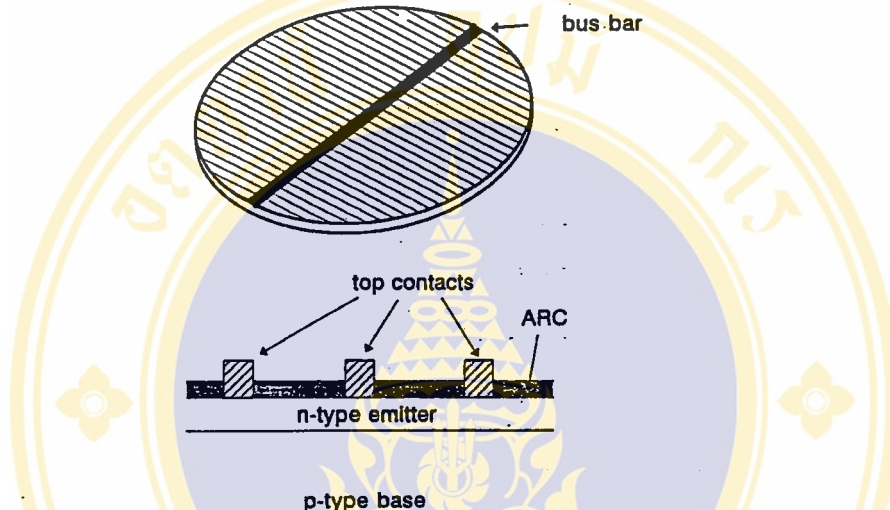
ภาพที่ 2-5 : แสดงการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าของเซลล์

1.1.2) โครงสร้างของโซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์ที่ใช้ในปัจจุบัน เป็นแบบที่เรียกว่า หัวต่อพี-เอ็น หรือ p-n junction ซึ่งค้นพบโดย นักวิจัย ชื่อ Gerald Pearson แห่ง Bell laboratories เมื่อปี ค.ศ 1954 แสดงในภาพที่ 2-6 โซลาร์เซลล์ประกอบด้วยแผ่นบางๆของสารกึ่งตัวนำ โดยส่วนมากจะเป็นธาตุซิลิกอนที่ผ่านกระบวนการเติมเจือสารเจือเพื่อแบ่งเนื้อสารออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นซิลิกอนชนิดพี และซิลิกอนชนิดเอ็น ในส่วนของซิลิกอนชนิดพีใช้สารเจือที่เป็นโบรอนเพื่อทำให้เกิดการขาดอิเล็กตรอน ส่วนซิลิกอนชนิดเอ็นใช้ฟอสฟอรัสเป็นสารเจือเพื่อทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนอิเล็กตรอน และการแบ่งเนื้อของสารกึ่งตัวนำออกเป็นสองส่วนทำให้เกิดรอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) อยู่ภายในระหว่างซิลิกอนชนิดพีกับชนิดเอ็น ผิวด้านบนของสารกึ่งตัวนำสำหรับรับแสงจะมี

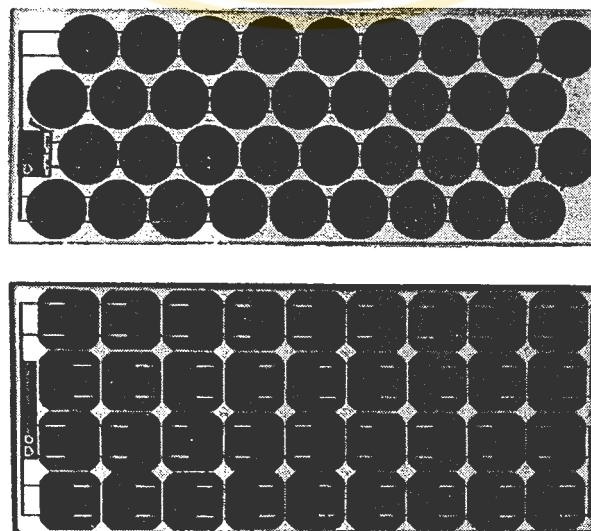
อิเล็กโตรดปกคลุมอยู่บางส่วน และมีสารเคลือบกันสะท้อน(Antireflection Coating)ฉาบที่ผิวด้านหน้าของสารกึ่งตัวนำ เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด ส่วนด้านล่างจะมีอิเล็กโตรดเคลือบปิดผิวทั้งหมด

สำหรับโซลาร์เซลล์ จะสร้าง P-N Junction ขึ้นเป็นหน่วยพื้นฐาน เรียกว่า เซลล์ ให้แรงดันไฟฟ้าในระดับ 0.5 โวลต์ ส่วนกระแสไฟฟ้านั้นแปรผันตามพื้นที่ของเซลล์ในการรับแสง

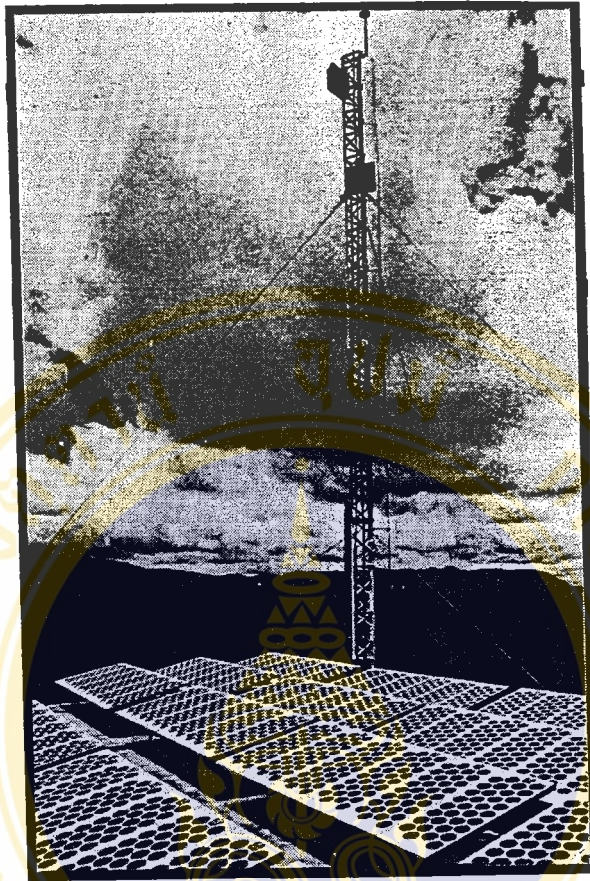


ภาพที่ 2-6 : โครงสร้างของโซลาร์เซลล์

จากนั้นมีการนำแต่ละเซลล์มาต่อขนานกันเป็นหน่วยใหญ่ขึ้นมามาก เรียกว่าหน่วยใหญ่ที่ว่า โมดูล เมื่อเอาแต่ละโมดูล มาประกอบกันเข้าเป็นแผงที่พร้อมจะไปติดตั้งใช้งาน จึงเรียกว่า แผงโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic Array) ดังแสดงในภาพที่ 2-7 และภาพที่ 2-8 ตามลำดับ



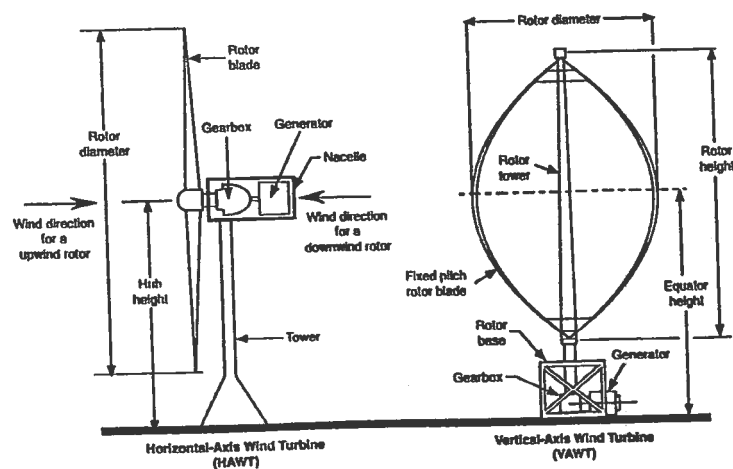
ภาพที่ 2-7 : แสดงโมดูล



ภาพที่ 2-8 : แสดงแผงโซลาร์เซลล์

1.2) ระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า(Wind Turbine Generators)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม เป็นระบบที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมเป็นพลังงานกลโดยใบพัดของกังหันลม และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเรียกว่า ไดนาโม ซึ่งต่ออยู่กับเพลาของกังหันลม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 2-9

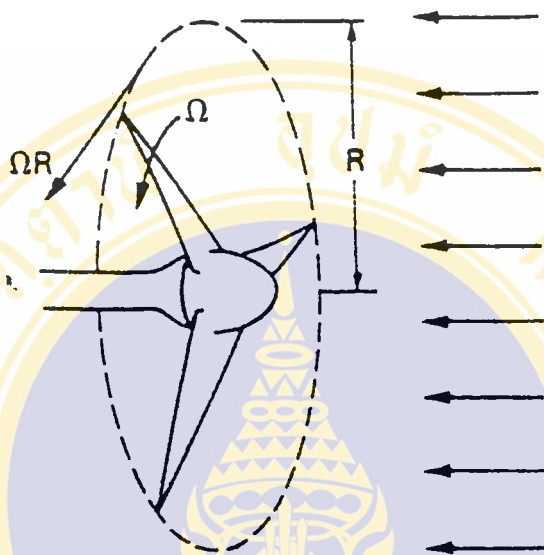


Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 2-9 : แสดงภาพตัดขวางของกังหันลม และไดนาโม

1.2.1) หลักการทำงาน และการเปลี่ยนพลังงานของกังหันลม

ความสามารถของกังหันลม ในการเปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้านั้น ขึ้นอยู่กับ ตัวแปรต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 : แสดงการผลิตไฟฟ้าของกังหันลม

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมที่ความเร็วลมต่างๆกัน สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P_w = 1/2 C_p * \rho * A * V^3$$

เมื่อ P_w คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม (วัตต์)

C_p คือ ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนพลังงานลม(Power Coefficient)

ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศที่ระดับน้ำทะเล มีค่า 1.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

A คือ พื้นที่กวาดของใบพัด (ตารางเมตร)

V คือ ความเร็วลม (เมตร / วินาที)

ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วลมยกกำลังสาม เมื่อความเร็วลมเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเปลี่ยนแปลงไปมาก และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ กับความเร็วที่เพลาของกังหันลม ดังแสดงในภาพที่ 2.10 พบว่า จุดทำงานของกังหันลมที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเปลี่ยนแปลงตามความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ กับความเร็วที่เพลาของกังหันลม ดังนั้นถ้ามีการควบคุมความเร็วของเพลาให้สัมพันธ์กับความเร็วลมตลอดเวลา การทำงานของกังหันลมจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลาด้วย

1.2.2) ประเภทของกังหันลม

กังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีใช้งานในปัจจุบันมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาด 50วัตต์ ไปจนถึงหลายกิโลวัตต์ สามารถแบ่งออกตามขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าของกังหันลมได้ 3 ขนาด คือ

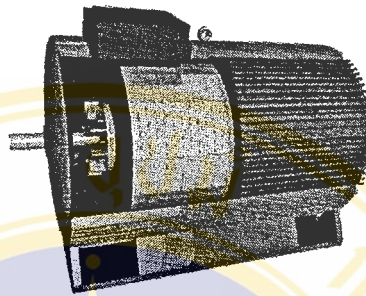
- ก. กังหันลมขนาดเล็ก(Small Unit) เป็นกังหันลมที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าระหว่าง 50 วัตต์ ถึง 5 กิโลวัตต์ เป็นขนาดกังหันลมที่เหมาะสมสำหรับการประจุแบตเตอรี่
- ข. กังหันลมขนาดกลาง(Medium Unit)เป็นกังหันลมที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าระหว่าง 5 กิโลวัตต์ ถึง 50 กิโลวัตต์ เป็นขนาดกังหันลมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในรูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระ
- ค. กังหันลมขนาดใหญ่(Larger Unit) เป็นกังหันลมที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 50 กิโลวัตต์ ขึ้นไป เป็นขนาดกังหันลมที่มีการใช้งานในระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อสายส่งกำลังไฟฟ้าเท่านั้น ไม่เหมาะสมที่จะใช้งานในรูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าแบบอิสระ และแบบผสมผสาน



ภาพที่ 2-11 : แสดงกังหันลมชนิดต่างๆ

1.2.3) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลที่เพลของกังหันลมเป็นพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันมีหลายประเภท สามารถแบ่งออกตามลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าได้ 2 ประเภท คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ดังแสดงในภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 : แสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกังหันลม

2). ระบบแบตเตอรี่ (11)

แบตเตอรี่เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ต่อเข้าด้วยกันทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในรูปของพลังงานเคมี แบตเตอรี่ที่ใช้งานในระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนในปัจจุบันมีหลายชนิด โดยทั่วไปการแบ่งประเภทของแบตเตอรี่สามารถแบ่งออกตามเกณฑ์ต่างๆ ได้ดังนี้

ก. แบ่งตามชนิดของธาตุที่ใช้ทำแบตเตอรี่เช่น แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด (Pb-acid) แบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียม(Ni-Cd) แบตเตอรี่แบบโซเดียม-ซัลเฟอร์(Na-S) เป็นต้น

ข. แบ่งตามลักษณะของสารละลาย เช่น แบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น แบตเตอรี่แบบแห้ง เป็นต้น

ค. แบ่งตามประเภทการใช้งาน เช่น แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ แบตเตอรี่สำหรับไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน แบตเตอรี่สำหรับระบบโซลาร์เซลล์ เป็นต้น

ง. แบ่งตามลักษณะการใช้งาน เช่น แบตเตอรี่แบบประจุกลับมาใช้งานได้(Secondary Cell) แบตเตอรี่แบบประจุกลับมาใช้งานไม่ได้(Primary Cell) เป็นต้น

ในระบบที่เป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทน แบตเตอรี่เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ในช่วงที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ หรือจากกังหันลมในช่วงที่มีความเร็วลมสูงๆ และคายประจุกระแสไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ช่วงกลางคืน หรือช่วงที่ไม่มีความเร็วลม ซึ่งในแต่ละวันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความจุภายในแบตเตอรี่ตลอดเวลา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภาระทางไฟฟ้า การเปลี่ยนความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ และการเปลี่ยนความเร็ว

2.1) เกณฑ์ในการเลือกแบตเตอรี่เพื่อใช้งานในระบบผลิตไฟฟ้า

จากโซลาร์เซลล์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่างๆดังนี้

- มีอายุการใช้งานสูง สำหรับการใช้งานแบบสัดส่วนการติดตั้งประจำตัว
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อย
- มีประสิทธิภาพในการประจุไฟฟ้าสูง
- สามารถคายประจุไฟฟ้าสูงสุดได้ตามที่ระบุไว้ได้อย่างสมบูรณ์

โดยไม่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วกว่ากำหนด

- มีอัตราการคายประจุไฟฟ้าต่ำ ขณะไม่ได้ใช้งาน
- สามารถจ่ายพลังงานได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ
- มีสมรรถนะในการทำงานได้ค่อนข้างคงที่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด

จากคุณสมบัติดังกล่าว แบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนในปัจจุบัน ได้แก่ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด และแบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมียม

2.2) โครงสร้างของแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

2.2.1) แผ่นธาตุ (Plate Grids) ประกอบด้วยแผ่นกริดที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับเคลือบวัสดุเคมี(Active Material) โดยปกติแผ่นกริดจะทำจากตะกั่วบริสุทธิ์ ตะกั่วผสม เช่น พลวง เพื่อเพิ่มความแข็งแรง หรือเคลือบผิวเพื่อลดสภาวะการเกิดก๊าซ

แผ่นกริดที่เคลือบด้วยวัสดุเคมีจะแยกออกเป็นแผ่นธาตุบวกและแผ่นลบส่วนผสมของวัสดุเคมีที่ใช้เคลือบแผ่นธาตุบวกเป็นสารละลายของตะกั่วและกรดซัลฟิวริก ส่วนแผ่นธาตุลบเป็นสารประกอบของตะกั่วออกไซด์และกรดซัลฟิวริก

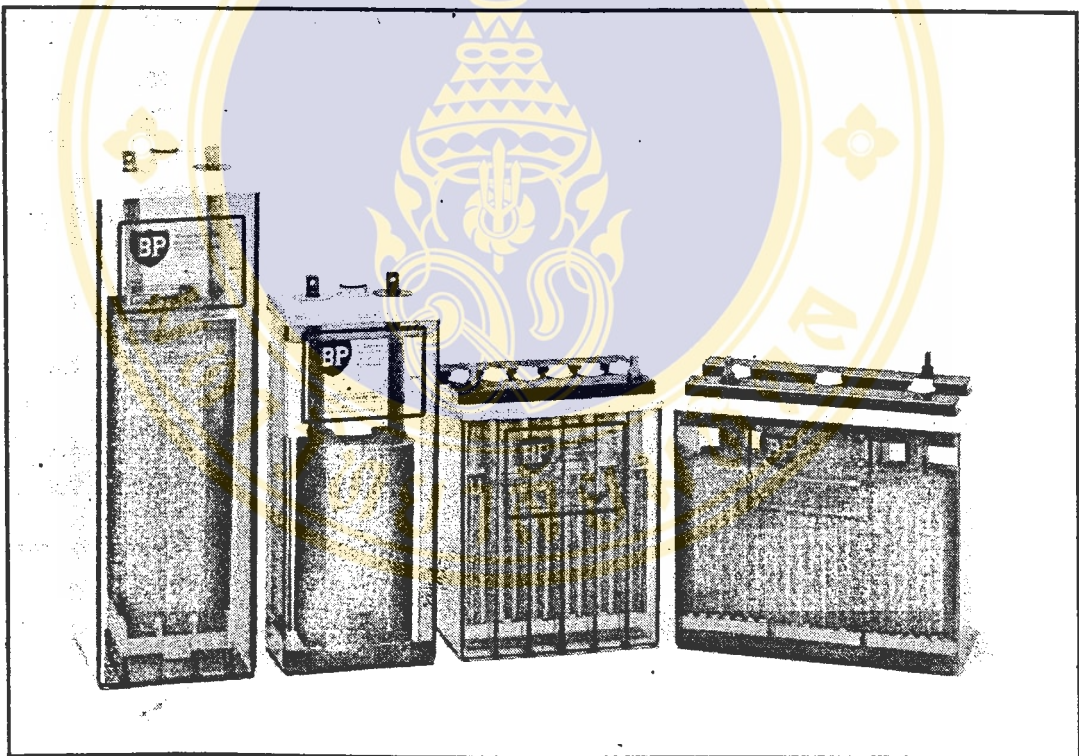
2.2.2) แผ่นกั้น(Separators) เป็นตัวกั้นระหว่างแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ เพื่อป้องกันการลัดวงจรจากการคายประจุของแผ่นธาตุ แผ่นกั้นทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าแผ่นบางๆ โดยประจุไฟฟ้าลบของสารละลายนำไฟฟ้าได้สามารถผ่านไปมาระหว่างแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบได้

2.2.3) สารละลายนำไฟฟ้า(Electrolyte) สารละลายนำไฟฟ้าในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดประกอบด้วย กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 32 % โดยน้ำหนัก หรือ 21 % โดยปริมาตร มีความถ่วงจำเพาะ 1.22 kg / dm³ เมื่อมีการประจุไฟฟ้าเต็ม

2.2.4) กลุ่มแผ่นธาตุ(Element) เป็นกลุ่มของแผ่นธาตุที่นำมารวมกันทั้งแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบซึ่งคั่นกลางด้วยแผ่นกั้น กลุ่มแผ่นธาตุมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับจำนวนแผ่นธาตุ

2.2.5) กล่องแบตเตอรี่(Container) เป็นที่บรรจุกลุ่มแผ่นธาตุ อาจเป็นกลุ่มเดียวหรือหลายกลุ่มที่คั่นด้วยแผ่นกั้น แต่ละกลุ่มแผ่นธาตุจะวางอยู่เหนือฐานของกล่อง แบตเตอรี่ เพื่อเว้นช่องว่างไว้สำหรับการตกตะกอนของแผ่นธาตุที่อาจจะทำให้เกิดการลัดวงจร โดย ปกติกล่องแบตเตอรี่จะทำจากยางแข็งและออกแบบให้ยกได้

2.2.6) ช่องเติมน้ำกลั่น(Vent Plug) เป็นช่องที่ออกแบบไว้ สำหรับเติมน้ำกลั่น หรือเป็นช่องสำหรับใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายนำ ไฟฟ้า บริเวณฝาปิดช่องเติมน้ำกลั่นจะมีช่องเล็กๆสำหรับเปิดให้ก๊าซที่เกิดจากการคายประจุถ่ายเท ออกสู่ภายนอก



ภาพที่ 2-13 : แบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบโซลาร์เซลล์และกังหันลม

3) ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) (11)

เนื่องจากโซลาร์เซลล์ กังหันลมผลิตไฟฟ้า และระบบแบตเตอรี่มีการผลิตไฟฟ้า แบบกระแสตรง (Direct Current) ต้องมีอุปกรณ์ในการแปลงกระแสไฟฟ้าที่เรียกว่า”อินเวอร์เตอร์” ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงจากแบตเตอรี่ ให้เป็นไฟฟ้ากระแส สลับที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่แน่นอน

4). ระบบชุดควบคุม(Control Unit) (11)

ชุดควบคุมในระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

4.1) อุปกรณ์ป้องกัน(Safety Subsystem)

ในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์จะต้องคำนึงถึงระบบป้องกันอันตรายต่อผู้ใช้ไฟฟ้า หรือลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากระบบผลิตไฟฟ้าให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันต่างๆดังต่อไปนี้

4.1.1) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟ(Electrical Shock)

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 50 โวลต์ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า ดังนี้

ก. ระบบกราวด์(Structure Grounding) เป็นส่วนที่ใช้ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว โดยต่อแท่งกราวด์เข้ากับโครงสร้างของระบบแผงโซลาร์เซลล์และตู้ควบคุมของระบบ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ดูแลระบบ ในกรณีที่มีการสัมผัสกับโครงของแผงโซลาร์เซลล์หรือตู้ควบคุม

ข. ระบบป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน (Line Fault Detector / Relay) เป็นระบบที่ใช้ในการป้องกันอันตรายในกรณีที่มีการรั่วของกระแสไฟฟ้า ลงดิน ระบบจะทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน โดยส่วนควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจจับการรั่วลงดินและส่งสัญญาณควบคุมไปยังระบบตัดตอนเพื่อตัดส่วนที่มีการรั่วลงดินออกจากระบบ

ค. ฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Fuse and Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายจากการลัดวงจรหรือกระแสไฟฟ้าเกิน

4.1.2) ระบบย่อยแบตเตอรี่ (Battery Subsystem)

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากระบบแบตเตอรี่ ได้แก่ อันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร การกระจายตัวของก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากการประจุแบตเตอรี่ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากระบบแบตเตอรี่ดังนี้

ก. อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร โดยปกติจะใช้ฟิวส์เพื่อป้องกันการลัดวงจรของระบบย่อยแบตเตอรี่ติดตั้งอยู่ใกล้ๆกับแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการละลายของสายไฟฟ้า เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกิน

ข. อุปกรณ์ป้องกันการประจุเกิน/แรงดันต่ำ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ป้องกันการใช้งานแบตเตอรี่เกินพิกัดเพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น

4.1.3) ระบบย่อยโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic Subsystem)

อุปกรณ์ป้องกันในระบบโซลาร์เซลล์โดยทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ อิเลคทรอนิกส์ 2 ประเภท คือ

ก. บล็อกกิ้งไดโอด (Blocking Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ทางเดียว ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลจากแผงโซลาร์เซลล์ผ่านตัวบล็อกกิ้ง ไดโอดไปยังแบตเตอรี่และภาระทางไฟฟ้าได้ แต่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่กลับไปยังแหล่งพลังงานทดแทนในช่วงที่แหล่งพลังงานทดแทนผลิตพลังงานไฟฟ้าไม่ได้

ข. บายพาสไดโอด (Bypass Diode) เป็นไดโอดที่ต่อล่อมระหว่างแถวของเซลล์ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดขาคงจรซึ่งจะทำให้เกิดการไหม้ (Hot spot) บนเซลล์เมื่อมีเงามาบังเซลล์บางเซลล์ในแผงโซลาร์เซลล์ ในขณะที่งานปกติบายพาสไดโอดจะต่ออยู่ในลักษณะรีเวิร์สไบอัส แต่เมื่อเซลล์ใดเซลล์หนึ่งในแผงโซลาร์เซลล์ถูกเงาบัง บายพาสไดโอดจะถูกต่ออยู่ในลักษณะฟอเวิร์สไบอัส (Forward bias) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านไดโอดแทน โดยไม่ไหลผ่านแถวของเซลล์ที่ถูกเงาบัง

4.1.4) ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ที่ใช้งานในบริเวณที่มีปรากฏการณ์ฟ้าผ่าบ่อยๆ จำเป็นต้องมีระบบป้องกันฟ้าผ่าเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ระบบป้องกันฟ้าผ่าประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

4.1.4.1) ระบบล่อฟ้า เป็นระบบที่ใช้กำหนดจุดให้ฟ้าลงในจุดที่กำหนด เพื่อไม่ให้ฟ้าผ่าลงที่ระบบผลิตไฟฟ้า ระบบล่อฟ้าประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ

ก. หัวล่อฟ้า (Air Terminal) เป็นเสาแหลม หรือ สามง่ามทำหน้าที่คอยประจุไฟฟ้า ซึ่งจะติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดเพื่อให้มีรัศมีกระจายครอบคลุมทั่วบริเวณ

ข. สายตัวนำลงดิน (Down Conductor) ปกติจะใช้ทองแดงขนาดใหญ่เพียงพอแก่การนำประจุไฟฟ้าลงสู่ดินได้อย่างรวดเร็ว ในการใช้งานทั่วไปขนาดของสายตัวนำลงดินควรมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 mm²

ค. หัวสายดิน (Earth Electrode or Ground Rod) เป็นแท่งทองแดงโลหะหรือแผ่นโลหะที่ไม่ผุกร่อน ฝังลึกลงไปในดินจนถึงชั้นของดินที่มีความชื้นมากพอที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทและกระจายประจุไฟฟ้าจากฟ้าผ่าลงไปในดินได้อย่างรวดเร็ว

4.2) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน การที่มีปรากฏการณ์ฟ้าผ่าผ่านออกมาจะเกิดผลเสียหายโดยตรงต่อโครงสร้างของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แล้ว ปรากฏการณ์ฟ้าผ่ายังทำให้เกิดความเข้มของแสงสูงมากจนส่งผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขนาดสูงมากขึ้นในระบบ ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใน เช่น อินเวอร์เตอร์ ชุดควบคุม ได้รับความเสียหายได้ จากปัญหาดังกล่าวสามารถป้องกันผลของการเกิดแรงดันไฟฟ้าสูงๆ ได้โดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดัน ไฟฟ้าเกินประเภท Metal Oxide Varistor (MOV) ระหว่างสายบวกกับสายลบ และกราวด์

2.5 ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว (ศูนย์วังสวน) และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

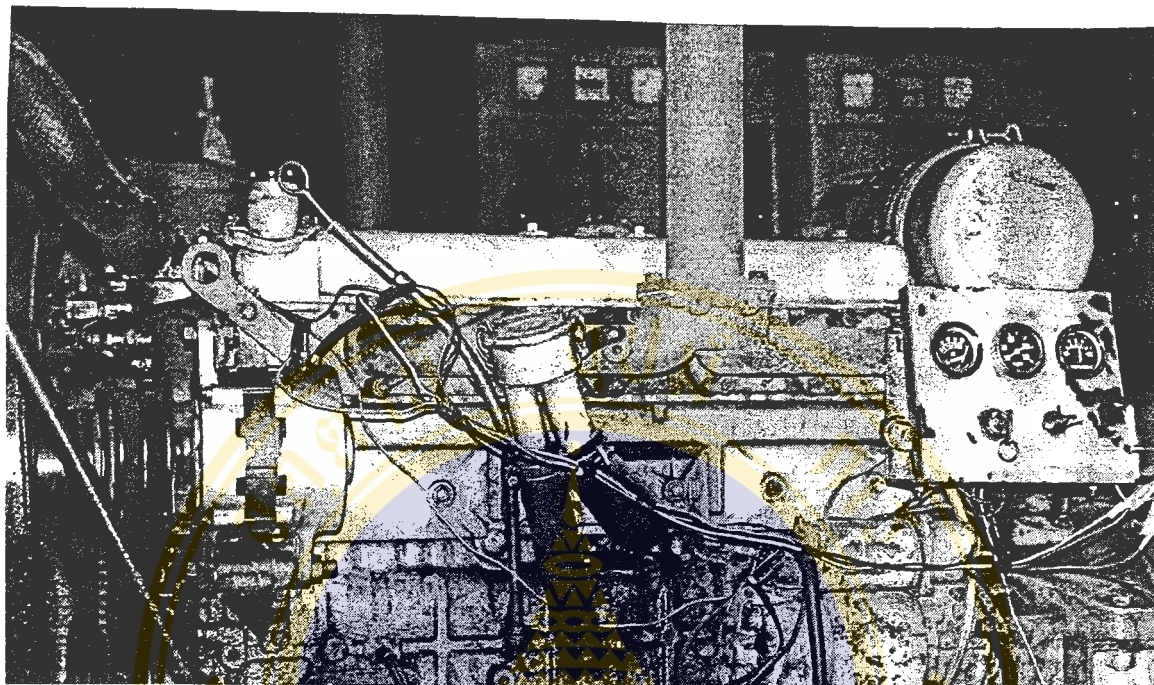
2.5.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ซึ่งเป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในอุทยานตั้งแต่อดีต-เดือนธันวาคม 2542 โดยใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า จำนวนทั้งหมด 4 เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 2-14

2.5.1.1 ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

1) เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อจอห์นดีเลอร์(John Deere) จำนวน 2 เครื่อง ขนาด 4 สูบระบายความร้อนด้วยพัดลมพ่วงไดนาโม ยี่ห้อซีเน็กซ์(XENIX) ขนาด 41 กิโลวัตต์-แอมป์(KVA) 3 phase จำนวนรอบ 15,000 RPM 60 Am-P.S ที่แรงดันไฟฟ้า 220/380 โวลต์ พร้อมตู้ควบคุม 1 ชุด ยี่ห้อซีเน็กซ์ เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 41 กิโลวัตต์ อัตราการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 12 ลิตร/ ชั่วโมง

2.) เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อ อีซูซุ(IZUSU) จำนวน 2 เครื่อง ขนาด 6 สูบ เครื่องยนต์ดีเซลพ่วงไดนาโม ยี่ห้อสแตนดาร์ด(STANDARD) ขนาด 40 กิโลวัตต์-แอมป์(KVA) 3 phase จำนวนรอบ 15,000 RPM 60 Am-P.S ที่แรงดันไฟฟ้า 220/380 โวลต์ พร้อมตู้ควบคุม 1 ชุด ยี่ห้อสแตนดาร์ด เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 40 กิโลวัตต์ อัตราการใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 10 ลิตร/ ชั่วโมง



ภาพที่ 2-14 : แสดงภาพเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ผลิตไฟฟ้าที่ภูกระดึง

2.5.1.2 การจัดการการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ในอดีตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าภายในอุทยาน คือ ตั้งแต่อดีต จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ 2542 เป็นดังนี้

ช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยว(เดือนตุลาคม-พฤษภาคม) : มีการทำงานเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิต และจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00 ถึง 22.00 น. ของทุกวัน โดยมีการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า วันละ 2 เครื่อง คือ ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อจอห์นดีเออร์ (John Deere) และเครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อ อิซูซุ (ISUZU)

-เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อจอห์นดีเออร์ (John Deere) ทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปให้กับบริเวณที่ทำการอุทยาน บ้านพักแรมนักท่องเที่ยว และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน (LOAD A)

-เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้ออิซูซุ (ISUZU) ทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปให้กับบริเวณร้านค้า-ร้านอาหารสำหรับบริการนักท่องเที่ยว บริเวณที่กางเต็นท์สำหรับนักท่องเที่ยว และห้องน้ำ – ห้องสุขาสาธารณะ (LOAD B)

ช่วงนอกฤดูกาลท่องเที่ยว(เดือนมิถุนายน- กันยายน) : บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวปิดบริการ ดังนั้นจึงมีการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อจอห์นดีเออร์ 1 เครื่อง ในเวลา 18.00 ถึง 22.00 น. ของทุกวัน และทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปให้กับที่ทำการอุทยาน และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยานเท่านั้น

2.5.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด (5)

เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นหลักในปัจจุบัน คือ ตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ 2542 เป็นต้นมา มีการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเป็นหลัก ซึ่งออกแบบและติดตั้งโดยกลุ่มระบบพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ดังแสดงใน ภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-15 : แสดงระบบไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

2.5.2.1 ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน

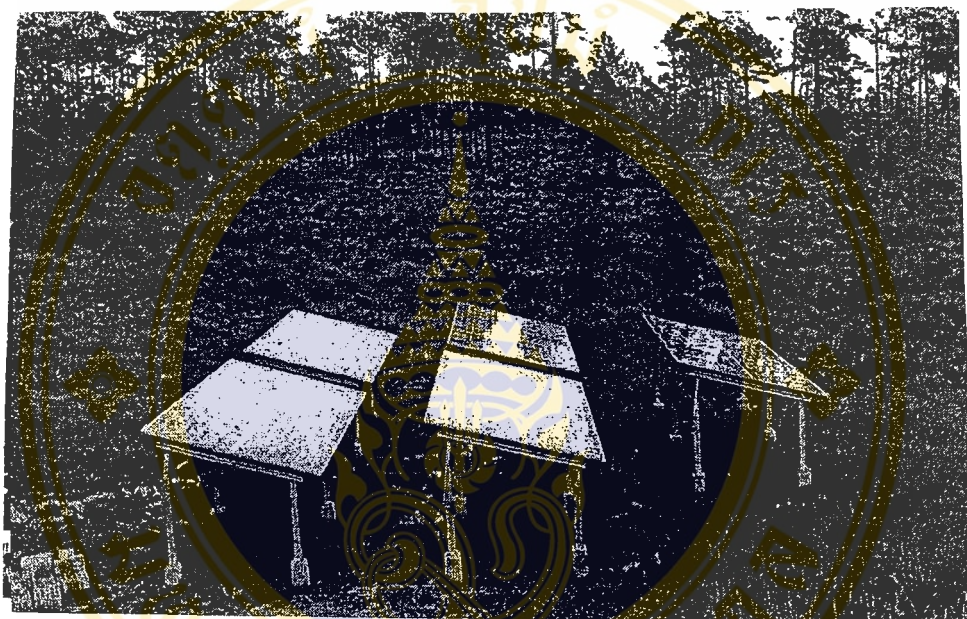
สะอาด (5)

การออกแบบระบบ ได้ทำการติดตั้งระบบย่อยโซล่าเซลล์ขนาด 7.5 วัตต์ (kWp) และระบบย่อยกังหันลมขนาด 2.5 กิโลวัตต์(kWp) ระบบหม้อแปลง(Inverter) ระบบ แบตเตอรี่ขนาด 234 กิโลวัตต์-ชั่วโมง(kWh) ระบบประจุแบตเตอรี่ ขนาด 50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWp) ระบบควบคุมการทำงานและความปลอดภัย รวมทั้งเครื่องย่นตัดีเซลล์ ขนาด 40 กิโลวัตต์ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าสำรอง

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 39 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน เพื่อจ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าทางไฟฟ้ารายวันอยู่ในช่วงประมาณ 24.36 – 36 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ วัน

ส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1) ระบบย่อยโซล่าเซลล์ (Photovoltaic Array) แผงโซล่าเซลล์แบบผลึกเดี่ยว ของบริษัท SIEMENS รุ่น SP 75 จำนวน 100 แผง เพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดประมาณ 217 โวลต์ กระแสไฟฟ้าลัดวงจรประมาณ 48 แอมแปร์ ในการประจุแบตเตอรี่ 120 โวลต์ รวมกำลังไฟฟ้าสูงสุด 7.5 กิโลวัตต์สูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-16 : โซล่าเซลล์

2) ระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า(Wind Turbine Generation)

กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบ 3 ใบพัด ขนาด 2.5 กิโลวัตต์ ชนิด Light Wind Model ของบริษัท G.P & G.F HILL PLY.LTD ติดตั้งบนเสาสูง 18 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2.17 : กังหันลม

1.3) ระบบย่อยแบตเตอรี่ (Battery Bank)

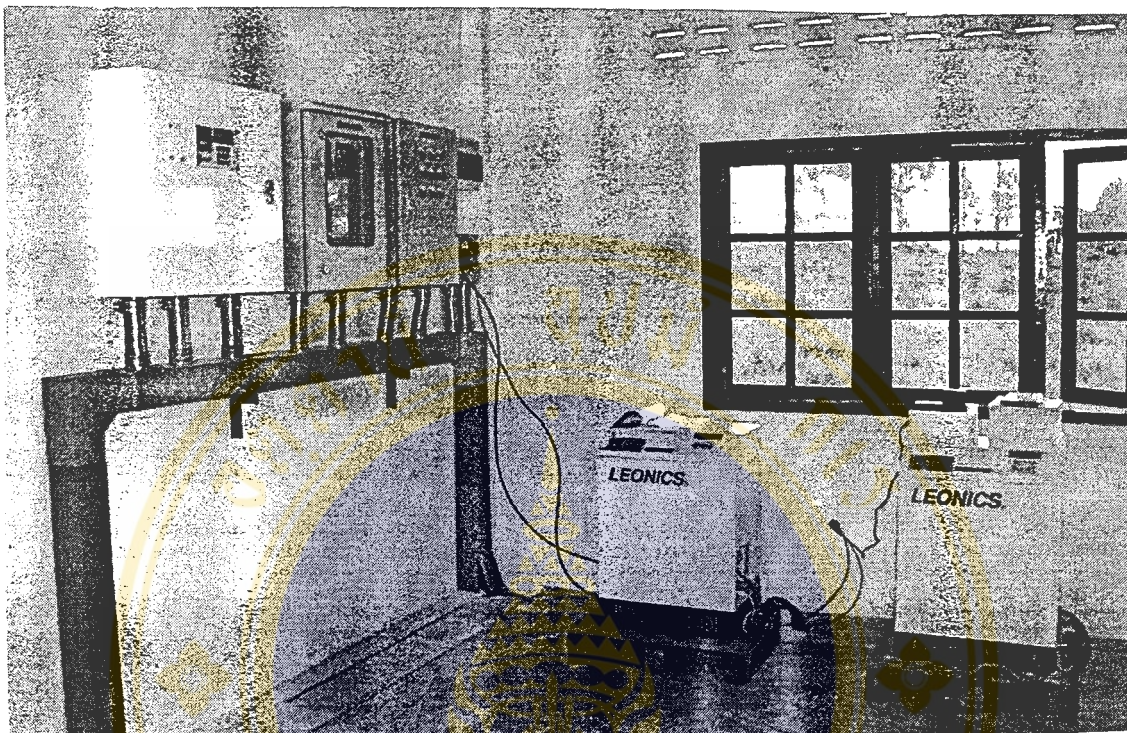
ใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดแบบสเตชันเนอรี ยี่ห้อ FUMEN รุ่น SOLAR 650 จำนวนทั้งหมด 180 ลูก มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 120 โวลต์ ความจุไฟฟ้า 1950 แอมแปร์-ชั่วโมง(Ah) พลังงานไฟฟ้ารวมของระบบย่อยประมาณ 234 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2.18 : แบตเตอรี่

1.4) อินเวอร์เตอร์ (Invertor)

เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ที่สร้างรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับแบบ Sine Wave ของบริษัท ทีโอ อีเลคทรอนิกส์ รุ่น LEONICS APOLLO S – 304 ขนาด 5 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 95-165 โวลต์ จากแบตเตอรี่ และเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต มีพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 120 % ของภาระทางไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 2-19



ภาพที่ 2-19 : อินเวอร์เตอร์

1.5 ชุดประจุแบตเตอรี่จากดีเซลเจนเนอเรเตอร์ (Charger)

ประจุแบตเตอรี่จากดีเซลเจนเนอเรเตอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับจากดีเซลเจนเนอเรเตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับประจุแบตเตอรี่ เมื่อแรงดันไฟฟ้าของระบบย่อยแบตเตอรี่ต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าใช้งานต่ำสุด(Disconnect Voltage)ที่ 113 โวลต์ โดยชุดควบคุมจะตัดระบบย่อยแบตเตอรี่จากอินเวอร์เตอร์และภาระทางไฟฟ้า และควบคุมให้ดีเซลเจนเนอเรเตอร์และชุดประจุแบตเตอรี่จากดีเซลเจนเนอเรเตอร์ทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อใช้พลังงานที่ผลิตได้ประจุแบตเตอรี่ เลือกใช้ ยี่ห้อ LEONIC รุ่น C5-120-100 ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้า 50 kW จำนวน 1 เครื่อง รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านเข้า 220 V เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 120 V สำหรับประจุแบตเตอรี่

1.6 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าเมื่อภาวะประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่ซึ่งได้จากการประจุไฟฟ้าจากระบบโซล่าเซลล์และกังหันลมไม่เพียงพอในการดึงมาใช้ หรือช่วงเวลาที่มิภาระทางไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-20 : เครื่องยนต์ดีเซลยี่ห้อฮิสซุ

1.7) ชุดควบคุม(Control Unit)

ชุดควบคุมในระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1.7.1) อุปกรณ์ป้องกัน (Safety Subsystem)

ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ดังนี้

ก. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า (Electrical Shock)

ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า คือ ระบบกราวด์ และระบบตัดตอน

ข. ระบบย่อยแบตเตอรี่ (Battery Subsystem) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากระบบแบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร ใช้ฟิวส์ ขนาด 100 A สำหรับตัดระบบย่อยแบตเตอรี่ ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรของระบบย่อยแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการละลายของสายไฟฟ้าเนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกิน

ค. ระบบย่อยโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic Subsystem) ใช้บล็อกกิ้งไดโอด (Blocking Diode) ขนาด 50 A 250 V และฟิวส์ขนาด 6 A ต่อกับระบบย่อยโซลาร์เซลล์แต่ละแถว ยึดติดกับแผ่นระบายความร้อน ติดตั้งภายในตู้ควบคุม(Junction Box) เป็นอุปกรณ์ป้องกันในระบบย่อยโซลาร์เซลล์ เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลจากระบบย่อยแบตเตอรี่กลับไปยังระบบย่อยโซลาร์เซลล์ ในช่วงที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่ำหรือช่วงเวลากลางคืน

ง. ระบบป้องกันฟ้าผ่า(Lightning Protection) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ระบบล่อฟ้า ที่ติดตั้งด้านหลังระบบย่อยโซลาร์เซลล์ เพื่อป้องกันฟ้าผ่าลงที่แผงโซลาร์เซลล์หรือระบบควบคุม และอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน โดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้า

เกินประเภท Metal Oxide Varistor (MOV) ระหว่างสายบวกกับสายลบของระบบย่อยโซล่าเซลล์แต่ละแถวกับกราวด์

1.7.2) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า(Kilowatthour Meter)

ติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียว สำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าโดยระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ติดตั้งในห้องควบคุม ส่วนที่สองเป็นเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบสามเฟส ติดตั้งในห้องดีเซลเจนเนอเรเตอร์ สำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าและประจุแบตเตอรี่โดยดีเซลเจนเนอเรเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาสมรรถนะของระบบเบื้องต้น

1.7.3) ชุดควบคุมการทำงานแบบสลับแหล่งพลังงาน (Interlock Unit)

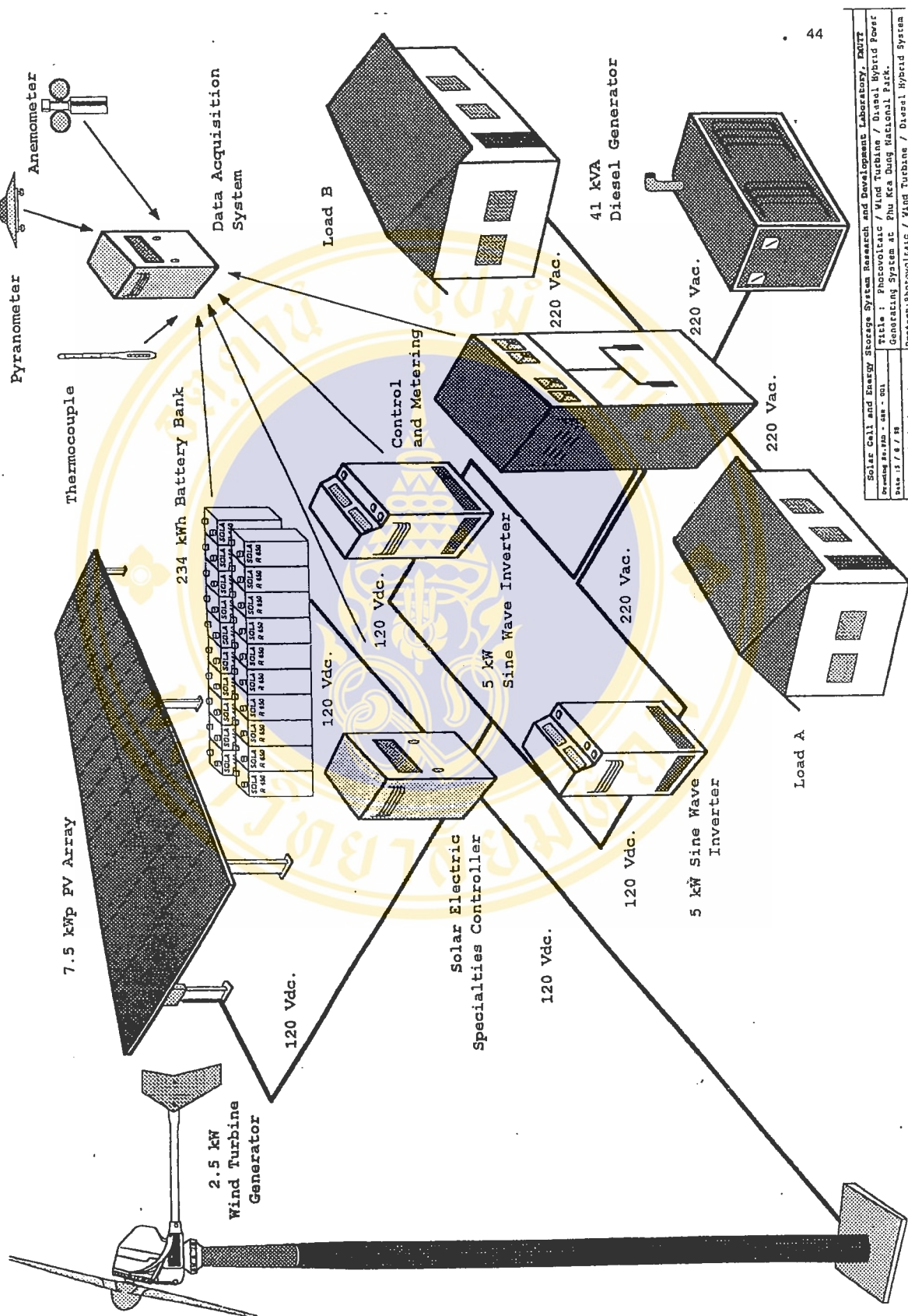
เป็นชุดควบคุมที่ทำหน้าที่แยกจ่ายพลังงานให้กับภาระทางไฟฟ้าระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และดีเซลเจนเนอเรเตอร์



ภาพที่ 2-21 : แสดงชุดควบคุม

1.8) ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

แนวสายส่งกำลังไฟฟ้าภายในบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยานของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง เป็นระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยการเดินสายไฟฟ้าใต้ดินทั้งหมด ในการเดินสายในท่อ เลือกใช้สายไฟแบบ TWH ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิได้ประมาณ 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 : ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.6 ทศนคติ(Attitude) และการวัดทศนคติ

2.6.1 ความหมายและทฤษฎีเกี่ยวกับทศนคติ (13)

Carter V. Good กล่าวว่า ทศนคติ หมายถึง แนวโน้มและท่าทีที่มีต่อสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ หรือค่านิยมหนึ่ง โดยจะมีความรู้สึกและอารมณ์มาเกี่ยวข้องอยู่ในความเห็นนั้น ซึ่งทศนคติสังเกตไม่ได้ แต่อารมณ์จะอนุมานได้จากพฤติกรรมทั้งที่เป็นวาจา และท่าทาง

Martin E. Hahn กล่าวว่า ทศนคติ เป็นแรงจูงใจที่บุคคลจะกระทำตามความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งซึ่งทำให้เกิดพฤติกรรมอันมีพื้นฐานมาจากความเชื่อ เช่น เชื่อว่าสิ่งใดถูก จะเกิดทศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ดังนั้นทศนคติจึงอาจเกิดขึ้นได้จากสิ่งต่อไปนี้

- ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
- ตัวอย่างในการสอนจากผู้อื่น
- การได้รับข่าวสารทำให้เกิดทศนคติแตกต่างไปจากเดิม
- ประเภทของบุคลิกลักษณะของบุคคล

สงวน สุทธิเลิศอรุณและคณะ กล่าวว่า ทศนคติหมายถึงสภาพจิตใจหรือความรู้สึกนึกคิดของบุคคล หรือความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด พฤติกรรมที่แสดงออกมาเป็นที่ปรากฏต่อบุคคลหรือสาธารณะชนก็ตาม เป็นการกระทำอันเกิดจากทศนคติที่มีอยู่ทั้งสิ้น

ประภาเพ็ญ สุวรรณ กล่าวว่า ทศนคติ เป็นความคิดที่มีอารมณ์เป็นส่วนประกอบ เป็นส่วนที่พร้อมจะมีปฏิกิริยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อสภาพการณ์ภายนอก

ฉลอง ภิมรัตน์ ได้กล่าวถึงทศนคติไว้ว่า

- เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือ การได้รับประสบการณ์มิใช่เป็นสิ่งที่ได้รับมาแต่กำเนิด

- เป็นแนวทางในการแสดงพฤติกรรม กล่าวคือถ้ามีทศนคติที่ดี ก็จะมีแนวโน้มที่จะเข้าหาหรือแสดงพฤติกรรมนั้น ตรงกันข้ามกับทศนคติที่ไม่ดีก็จะมีแนวโน้มไม่เข้าหาโดยการถอยหนีหรือต่อต้านการแสดงพฤติกรรมนั้นๆ

- ทศนคติสามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้
- เป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากทศนคติเป็นสิ่งที่ได้มาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ถ้าการเรียนรู้ประสบการณ์นั้นเปลี่ยนแปลงไป ทศนคติก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์ ได้กล่าวไว้ว่าทศนคติ คือ ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจะแสดงออกให้เห็นได้จากคำพูดหรือพฤติกรรมที่สะท้อนทศนคตินั้นๆ คนแต่ละคน

มีทัศนคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมากน้อยแตกต่างกัน ทัศนคติแม้จะเป็นนามธรรมแต่เป็นจริงเป็นจังสำหรับบุคคลที่มีทัศนคตินั้นๆ

จากแนวคิดและทัศนคติที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ทัศนคติ คือ ความพร้อมที่จะกระทำหรือให้ความร่วมมือ เป็นความพร้อมทางจิตใจที่แสดงความรู้สึก หรือความนึกคิดออกมาในลักษณะของพฤติกรรมและการปฏิบัติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในเชิงบวกหรือเชิงลบ ซึ่งขึ้นกับพื้นฐานความเชื่อการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับของแต่ละบุคคล การแสดงออกของทัศนคติจึงมี 2 รูปแบบ คือ

2.1 ทัศนคติในเชิงบวก(Positive Attitude) คือ พฤติกรรมที่แสดงออกในทางพึงพอใจ หรือในทางยอมรับ

2.2 ทัศนคติในเชิงลบ(Negative Attitude) คือ พฤติกรรมที่แสดงออกในทางไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย หรือไม่ยอมรับ

2.6.2 องค์ประกอบของทัศนคติ (14)

องค์ประกอบของทัศนคติแบ่งได้ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจ(The cognitive component) การรับรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าเป็นส่วนประกอบด้านความรู้ของทัศนคติ ซึ่งจะช่วยในการประเมินค่าและสรุปผลต่อสิ่งเร้าต่างๆ ทัศนคติจะแสดงออกมาในลักษณะของความเชื่อว่าอะไรถูกอะไรผิด

2. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึก(The affective component) เป็นส่วนประกอบทางด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ที่สืบเนื่องมาจากที่บุคคลได้รับประเมินความรู้สึกต่อสิ่งเร้านั้นทำให้ทราบทิศทางของอารมณ์หรือความรู้สึกว่าเป็นไปในทิศทางของอารมณ์หรือความรู้สึกในทางบวกหรือลบได้ ทัศนคติจะแสดงออกมาในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พึงใจหรือไม่พึงใจ

3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรมหรือด้านปฏิบัติ(The behavioral component) เป็นส่วนประกอบที่แสดงแนวโน้มของบุคคลที่จะประพฤติหรือการแสดงออก ทัศนคติจึงแสดงออกมาในลักษณะของการยอมรับหรือปฏิเสธ

องค์ประกอบทั้ง 3 ด้านนี้ ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน เช่น บางคนจะมีความรู้สึกน้อยมากเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแต่กลับมีความรุนแรงมากกับเรื่องนั้นๆ และพยายามกระทำการปกป้องหรือต่อต้านสิ่งนั้นๆ แต่ในทางกลับกันบุคคลนั้นอาจมีความรู้เรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี แต่ความรู้ที่ได้รับทราบมา เช่น รู้ว่าการสูบบุหรี่เป็นโทษและเป็นอันตรายต่อสุขภาพแต่ก็ยังคงปฏิบัติอยู่คือ สูบบุหรี่ทุกวัน เป็นต้น

2.6.3. ปัจจัยที่ทำให้เกิดทัศนคติ (14)

ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่เกิดเอง สิ่งแวดล้อมต่างๆ จึงมีอิทธิพลต่อทัศนคติซึ่งได้แก่ ศาสนา ความเชื่อในสังคม ขนบธรรมเนียมประเพณีของสังคม สื่อมวลชนต่างๆ ดังนั้นปัจจัยที่กำหนดทัศนคติของบุคคล อาจแยกได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ ซึ่งได้แก่การอบรมสั่งสอนอันจะเป็นการสะสมประสบการณ์เอาไว้เป็นจำนวนมาก
2. ประสบการณ์ส่วนตัวของบุคคลโดยตรง
3. เหตุการณ์ประทับใจใน 2 ข้อแรกนั้นจะเป็นการสะสมประสบการณ์หลายๆครั้งและเกิดทัศนคติ แต่ทัศนคติก็สามารถเกิดขึ้นได้หากได้รับเหตุการณ์เพียงครั้งเดียว และรู้สึกประทับใจ ซึ่งอาจจะเป็นทางบวกหรือทางลบก็ได้
4. การรับเอาแบบทัศนคติของผู้อื่นมาเป็นของตนโดยจะยอมรับเอาทัศนคติของผู้ที่เหนือกว่ารับมาปฏิบัติต่อ
5. เกิดจากลักษณะบุคลิกภาพของแต่ละคน
6. เกิดจากอิทธิพลจากสื่อมวลชน สื่อมวลชนเป็นแหล่งให้ข้อมูลที่ก่อให้เกิดทั้งความเข้าใจและอารมณ์ ชักจูงไปสู่การปฏิบัติได้

2.6.4 การวัดทัศนคติ (13)

วิธีที่นิยมใช้ในการวัดทัศนคติ มีดังนี้

2.6.4.1 สเกลจัดอันดับ(Rating Scale)

เป็นวิธีที่รู้จักแพร่หลายที่สุดวิธีหนึ่ง เพราะง่ายต่อการวัด ไม่มีกระบวนการที่ซับซ้อน มีความง่ายในการสร้างและการใช้แบบวัด โดยเฉพาะในกลุ่มที่กลัวการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

2.6.4.2 ลิเกทสเกล(Likert Scale)

เป็นวิธีที่รู้จักแพร่หลายวิธีหนึ่ง เพราะง่ายต่อการวัด การวัดทัศนคติแบบลิเกท เริ่มด้วยการรวบรวมหรือเรียบเรียงข้อความที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติที่ต้องการจะศึกษา ข้อความแต่ละข้อจะมีทางเลือกให้ตอบได้ 5 ทาง คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง การให้คะแนนข้อมูลมีลักษณะเป็นบวกและเป็นลบจะกลับกัน

2.6.4.3 เทอสโตนสเกล(Thurstone Scale)

เป็นวิธีที่เน้นปัญหาด้านการมีช่วงเท่ากัน(หรือดูเหมือนว่าจะเท่ากัน) มากกว่าการวัดแบบอื่น ซึ่งในทางปฏิบัติหมายถึงวิธีการให้น้ำหนักหรือคะแนนแต่ละข้อความที่

ประกอบขึ้นเป็นสเกล ข้อความในแต่ละข้อจะมีน้ำหนักในแต่ละช่วงเท่ากัน วิธีการวัดช่วงที่เท่ากันของเทอส์โตนนี้กระทำโดยอาศัยสมมติฐาน 4 ประการ

- ก. เจตคติของบุคคลในแต่ละเรื่อง เป็นช่วงของความชอบที่แยกส่วนไม่ได้
- ข. ความคิดที่แสดงออก เป็นดัชนีของระดับเจตคติ
- ค. ความคิดเห็นในแต่ละเรื่อง ของแต่ละบุคคลชี้ได้ว่าบุคคลมีเจตคติในระดับแต่ละช่วงความชอบ ฉะนั้นความคิดเห็นนี้ จึงต้องกำหนดค่าในระดับใดในช่วงความชอบ
- ง. ระดับของเจตคติ ในช่วงของความชอบ ได้แก่ ระดับในเกณฑ์เฉลี่ยของความคิดเห็นที่แสดงออก ความคิดเห็นแต่ละข้อของบุคคลเดี่ยวย่อมมีช่วงของความชอบใกล้เคียงกัน

การสร้างมาตรวัด ตามวิธีวัดช่วงเท่ากันของเทอส์โตน มีขั้นตอนสำคัญ 2 ประการ คือ ขั้นแรกเป็นการเลือกข้อความ และขั้นตอนหลังเป็นวิธีการกำหนดค่ามาตรวัดให้กับแต่ละข้อความ การเลือกข้อความเริ่มจากการกำหนดโครงสร้างเนื้อหาของเจตคติที่ต้องการวัด ควรมีจำนวนข้อความไว้ให้เลือกเป็นจำนวนมากและมีทั้งข้อความที่เป็นบวกและลบผสมกัน

2.6.4.4 กัทแมนสเกล(Gutman Scale)

เป็นวิธีการวัดทัศนคติที่สร้างขึ้นโดยกัทแมน เรียกว่าการวิเคราะห์มาตราส่วน (scalogram analysis) วิธีการนี้พยายามหาชุดของข้อความวัดทัศนคติที่มีลักษณะเป็นมาตรวัดได้ (scalable) กล่าวคือในชุดของข้อความวัดทัศนคติหนึ่งๆนั้น ถ้าหากผู้ตอบเห็นด้วยกับข้อความที่สองแล้ว ผู้ตอบจะต้องเห็นด้วยกับข้อความที่หนึ่งมาก่อนและถ้าหากเห็นด้วยกับข้อความที่สามก็ต้องเห็นด้วยกับข้อความที่หนึ่งและสองมาก่อน เป็นต้น การวัดทัศนคติแบบนี้สามารถเห็นแบบแผนของทัศนคติที่มีต่อเรื่องนั้นของกลุ่มบุคคลที่วัดได้อีกด้วย

2.7 เศรษฐศาสตร์การเงินของโครงการ (15)

ในการศึกษาเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ จะเป็นการวิเคราะห์ถึงการลงทุนและผลตอบแทนของโครงการ

2.7.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ

โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายในการทำโครงการมักประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

2.7.1.1 ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาโครงการ (Research and Development cost) ในการที่จะเริ่มดำเนินโครงการบางประเภทมักจะมีค่าใช้จ่ายสำหรับการวิจัยขั้นต้นก่อนการดำเนินการ เช่นการวิจัยเกี่ยวกับการตลาด เป็นต้น จึงจะเริ่มทำโครงการนั้นได้ และค่าใช้จ่ายประเภทนี้จึงถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่จมหรือค่าใช้จ่ายในอดีต(Sunk cost) มักไม่นำมาพิจารณาผลประโยชน์หรือต้นทุน เพราะถือว่าการจ่ายเงินประเภทนี้ไม่มีผลต่อการจะทำหรือไม่ทำโครงการ ถ้าผลการวิเคราะห์

เป็นที่พอใจ โครงการก็อาจจะดำเนินต่อไป หรือผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่พอใจ โครงการก็อาจจะยกเลิกไป ค่าใช้จ่ายจำนวนนั้นก็จะสูญเสียไป หากการผลิตเป็นขององค์กรรัฐบาล หรือรัฐวิสาหกิจ ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและการพัฒนาในลักษณะนี้จะไม่นำมาพิจารณาเป็นต้นทุนของโครงการ แต่สำหรับธุรกิจเอกชน ค่าใช้จ่ายดังกล่าวถือเป็นต้นทุนในระยะแรกเริ่ม แม้ต้นทุนดังกล่าวไม่อาจเป็นต้นทุนของผลผลิตในปีแรกทั้งหมด ก็จะต้องนำมาจัดสรรเป็นต้นทุนทางอ้อมของการผลิตในแต่ละปี

2.7.1.2 ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา(Investment cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อทำให้เกิดความพร้อมที่จะดำเนินการผลิตได้ แต่ยังไม่ผลิต ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ประกอบด้วย ค่าที่ดิน ค่าอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ เครื่องจักรและการติดตั้ง ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในติดตั้งน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์(ไม่รวมค่าโทรศัพท์และค่าไฟฟ้า) ค่าจ้างผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและทดสอบ อุปกรณ์ต่างๆในระบบ ค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อ Technical Know-How สูตรที่จะใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ ค่าขนพาหนะ ค่าขนส่งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ค่าติดตั้งระบบความปลอดภัย ฯลฯ ค่าใช้จ่ายเหล่านี้มักจะเกิดในระยะขั้นต้นของโครงการ ถ้าเป็นโครงการเล็กอาจจะเกิดเฉพาะปีแรกของโครงการ แต่ถ้าเป็นโครงการใหญ่อาจจะเกิดในระยะ 1-5 ปีของการทำโครงการ แต่บางครั้งค่าใช้จ่ายประเภทนี้อาจจะเกิดในระหว่างทำโครงการได้

ค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะต้องนำไปคิดเป็นต้นทุนทั้งในโครงการของภาคเอกชนและภาครัฐบาล รวมทั้งภาครัฐวิสาหกิจด้วย

2.7.1.3 ค่าดำเนินการ(Operating cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบางส่วน เช่น ค่าจัดซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าโทรศัพท์ ค่าแรง ค่าขนส่ง ค่าโฆษณาประชาสัมพันธ์ ค่าบำบัดน้ำเสีย ค่าประกันต่างๆ ค่าฝึกอบรม ค่าอะไหล่ ค่าที่ปรึกษา ฯลฯ เป็นค่าใช้จ่ายจำนวนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนผลผลิต แม้ว่าในขณะใดขณะหนึ่งหน่วยธุรกิจจะทำการผลิตมากขึ้นหรือน้อยลง ค่าใช้จ่ายดำเนินการส่วนนี้ก็ยังคงเท่าเดิม

2.7.1.4 ค่าบำรุงรักษา(Maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร และสิ่งก่อสร้าง เพื่อให้ดำเนินการต่อไปได้ตลอดอายุของโครงการ ซึ่งการของบประมาณในส่วนนี้ทั้งผู้ขอและผู้อนุมัติโครงการมักจะลืมรายจ่ายที่สำคัญคือ ค่าบำรุงรักษา จึงทำให้อายุการใช้งานของอาคารและสิ่งก่อสร้าง เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือค่าลงทุน มีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติ บางโครงการต้นทุนต่ำแต่เงินค่าบำรุงรักษาสูง ในการทำโครงการทุกครั้งจะต้องรวมค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบำรุงรักษาไว้ด้วย

ข้อแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์โครงการด้านเศรษฐกิจกับด้านการเงิน วิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ภาษี ถ้าเป็นโครงการของรัฐกับรัฐวิสาหกิจ เพื่อจะหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจะ

ต้องนำเอาค่าภาษีหักออกจากรายจ่ายต่างๆ เสียก่อน เพื่อจะได้ไม่รวมเงินโอนเข้าไปในรายจ่าย ส่วนการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการให้ถือว่าภาษีเป็นส่วนหนึ่งของรายจ่าย

2. เงินอุดหนุน ถ้าเป็นโครงการของรัฐบาล ที่มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจให้นำเอาเงินอุดหนุนไปรวมเข้ากับรายจ่ายที่จ่ายจริง จะได้ผลลัพธ์ในรูปของรายจ่ายโดยไม่มีเงินอุดหนุน แต่ ถ้าเป็นการวิเคราะห์ทางการเงินก็ให้ใช้รายจ่ายจริง ซึ่งเป็นรายจ่ายที่มีเงินอุดหนุน แต่ถ้ากรณีที่ให้รายจ่ายที่ไม่มีเงินอุดหนุนและยังได้รับการอุดหนุนจากรัฐบาล ก็ให้เงินอุดหนุนไปรวมเป็นรายรับ หรือผลประโยชน์ของโครงการ

2.7.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการ (15)

ผลตอบแทนของโครงการ คือ ผลผลิตทั้งหมดของโครงการ รวมทั้งกิจกรรมส่วนควบอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ

ผลตอบแทนของโครงการ ประกอบไปด้วย ผลตอบแทนทางตรง(direct benefits) หรืออาจเรียกว่าผลตอบแทนขั้นต้น(Primary benefits) ซึ่งได้แก่ มูลค่าของสินค้าและบริการที่ผลิตได้โดยตรงจากโครงการ และผลตอบแทนทางอ้อม(Indirect benefits) หรืออาจเรียกว่าผลตอบแทนขั้นรอง (Secondary benefits) ซึ่งได้แก่มูลค่าของสินค้าและการให้บริการที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน หรือเป็นผลตอบแทนที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการ

2.7.2.1 ผลตอบแทนทางตรง(direct benefits) คือ ผลตอบแทนของโครงการที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของโครงการ จัดว่าเป็นผลตอบแทนโดยตรงของโครงการนั้น เช่น การสร้างเขื่อน ผลตอบแทนทางตรงได้แก่ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นหรืออยู่ในรูปของมูลค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น หรือ โครงการชลประทานเพื่อการเกษตรกรรม ผลตอบแทนโดยตรงได้แก่ ปริมาณพื้นที่ดินที่สามารถใช้เพาะปลูกได้มากขึ้น หรืออาจอยู่ในรูปของมูลค่าของปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการขยายพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น

2.7.2.2 ผลตอบแทนทางอ้อม(Indirect benefit) คือ ผลดีอื่นๆ ของโครงการซึ่งไม่ใช่ผลที่ตั้งใจจะได้รับ แต่เป็นผลพลอยได้ของโครงการ ก็จัดว่าเป็นผลตอบแทนทางอ้อม หรืออีกในความหมายหนึ่งคือผลตอบแทนซึ่งอยู่ในรูปมูลค่าของสินค้าและบริการที่ได้เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมส่วนควบอื่นๆ ซึ่งเป็นผลตอบแทนที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการ

ผลกระทบทางอ้อมอาจเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ ดังนี้

ก. ผลตอบแทนที่เกิดจากผลทางตรงชักนำให้เกิดขึ้น เช่น ในกรณีสร้างเขื่อน ผลตอบแทนทางตรงได้แก่ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นหรืออยู่ในรูปของมูลค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มากขึ้น ซึ่งอาจชักนำให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น หรือในกรณีโครงการ

การชลประทานเพื่อการเกษตรกรรม ผลตอบแทนโดยตรงได้แก่ ปริมาณพื้นที่ดินที่สามารถใช้เพาะปลูกได้มากขึ้นและผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจชักนำให้เกิดมูลค่าของกิจกรรมใหม่ๆที่เกี่ยวข้อง เช่น พ่อค้ารับซื้อข้าวเปลือก ผู้ประกอบการโรงสีข้าว ผู้ประกอบการขนส่ง และอื่นๆมีรายได้และกำไรเพิ่มขึ้น เมื่อนำกำไรในขั้นตอนต่างๆดังกล่าวมารวมกันมีมูลค่าเท่าไร ผลตอบแทนทางอ้อมก็จะมีค่าเท่ากับเท่านั้นด้วย

ข. ผลตอบแทนที่ช่วยทำให้มีการว่าจ้างงานเกิดขึ้น กล่าวคือ เมื่อมีโครงการใหม่ๆเกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ นอกจากจะก่อให้เกิดผลทางตรงในรูปของผลผลิตหรือรายได้ที่สูงขึ้นแล้ว ยังจะก่อให้เกิดผลตอบแทนทางอ้อมในรูปของการมีงานทำ เมื่อแรงงานมีงานทำก็จะทำให้แรงงานเหล่านั้นมีรายได้ก็จะใช้จ่ายเงินส่วนหนึ่งไปซื้อสินค้าและบริการ กิจกรรมที่ผลิตสินค้าและบริการที่เกี่ยวข้องก็จะขยายตัว และรายได้ประชาชาติก็จะขยายตัวตามไปด้วย

ค. ผลตอบแทนทางอ้อมที่เกิดจากการประหยัดภายนอก(External economy) เช่น เมื่อมีโครงการสร้างโรงงานผลิตกระเบื้องหินอ่อน เจ้าของกิจการได้สร้างถนนเพื่อขนส่งวัตถุดิบและสินค้าผลิตเสร็จแล้วส่งออกสู่ตลาด ชาวบ้านที่อาศัยในชุมชนบริเวณนั้นต่างก็ได้รับประโยชน์ด้านการประหยัดเวลาในการเดินทาง และเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง ผลประโยชน์ทางอ้อมจึงเกิดกับชาวบ้านที่อาศัยบริเวณชุมชนนั้น และผลตอบแทนทางอ้อมที่เกิดจากการประหยัดภายนอกในอีกกรณีหนึ่งก็คือการที่เจ้าของโครงการได้ส่งพนักงานไปฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะ หลังจากฝึกอบรมแล้วทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานสูงขึ้นซึ่งเป็นผลตอบแทนโดยตรงที่เจ้าของโครงการได้รับ แต่ผลตอบแทนทางอ้อมจะเกิดขึ้นในกรณีที่พนักงานคนนั้นได้ย้ายไปทำงานที่ใหม่ โดยได้นำทักษะที่ได้จากการฝึกอบรมจากงานเดิมติดตัวไปที่ทำงานใหม่ด้วย

2.7.2.3 ผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน(Intangible benefit)

คือ ผลตอบแทนของโครงการที่ปรากฏอยู่ในรูปที่ไม่มีตัวตนและตีเป็นราคาได้ยาก เนื่องจากการยากที่จะหาราคาอุปสงค์และผลตอบแทนประเภทนี้ ถึงแม้จะมีความยากลำบากในการตีค่า แต่ก็ต้องมีการคำนึงถึงผลตอบแทนประเภทนี้ด้วยเช่นกันในการวิเคราะห์โครงการ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีความพยายามที่จะตีราคาผลผลิตที่ไม่มีตัวตนออกมา เช่น การเพิ่มหรือลดความแออัด ผลตอบแทนด้านอนามัย การพักผ่อนหย่อนใจ ค่าของเวลา ค่าของชีวิต และผลกระทบด้านมลภาวะต่างๆ เป็นต้น โดยพยายามประยุกต์หลักเกณฑ์บางประการ เช่น หลักการชดเชยที่ต่างกัน(Compensating variation) หรือการชดเชยรายได้ในอนาคตที่สูญเสียไป อันเป็นความพยายามที่จะวัดถึงความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อหาค่าของผลตอบแทนออกมานั่นเอง หลักการดังกล่าวตั้งอยู่บนแนวความคิดของ Pareto Improvement กล่าวคือเป็นการปรับปรุงที่บางคนจะได้ดีขึ้นและคน

อื่นไม่ได้เลวลง ฉะนั้น โครงการที่ก่อให้เกิดโอกาสเสีย น้ําสี ผลตอบแทนของโครงการนี้จึงต้องมีมากพอที่จะสามารถจ่ายเป็นค่าชดเชยให้กับคนที่ได้รับผลกระทบเพื่อที่จะได้ไม่ต้องมีความเป็นอยู่ในสภาพที่เลวลง หลักการชดเชยที่แตกต่างกันจึงเป็นเรื่องที่ชุมชนมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลตอบแทน ส่วนในกรณีของค่าใช้จ่ายก็เป็นเรื่องที่ชุมชนต้องการชดเชยเพื่อที่จะได้มีความเป็นอยู่ไม่เลวไปกว่าเดิม

แต่เนื่องจากผลตอบแทนประเภทนี้ไม่มีราคาตลาด จึงวัดโดยตรงไม่ได้ จำเป็นที่ต้องใช้วิธีวัดผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตนแบบทางอ้อม โดยอาศัยหลักค่าใช้จ่ายต่ำสุด



โดยในขั้นแรกต้องกำหนดให้ได้ว่าผลตอบแทนมีอะไรบ้าง และในปริมาณเท่าใด แล้วจึงหามูลค่าได้ แต่บ่อยครั้งที่ขั้นตอนแรกนี้ก็เป็นขั้นตอนที่ยาก และเป็นปัญหาย่อยมากในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะประเภทผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตนดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามหากสามารถระบุผลตอบแทนประเภทนี้ออกมาให้ชัดเจน จะช่วยให้สามารถกำหนดค่าใช้จ่ายที่จำเป็นเพื่อให้มีผลตอบแทนดังที่ระบุนมาได้ ซึ่งอาจมีหลายวิธี จากวิธีที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least-cost method) สามารถใช้เป็นมูลค่าของผลตอบแทนดังกล่าว

2.7.3 เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน (15)

หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจการลงทุน ของโครงการนั้นที่นิยมใช้กันคือการปรับค่าของเวลาในการวัดมูลค่าที่คิดเป็นต้นทุนของต้นทุนและผลตอบแทน หรือผลต่างของต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆให้อยู่เวลาเดียวกันที่ปัจจุบัน เช่น ณ ปัจจุบัน โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจดังนี้

2.7.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present Value method หรือ NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิในปัจจุบันของโครงการคือ ผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว โครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนคุ้มหรือไม่ ขึ้นอยู่กับว่าถ้าค่าของ NPV ที่ได้มากกว่า 0 หรือเป็นบวก ก็เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า แต่ถ้า NPV ออกมาเป็นค่าลบ แสดงว่าการลงทุนตามโครงการนั้นไม่คุ้มค่า เกณฑ์นี้นำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการได้

สูตรการคำนวณ

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

เมื่อ NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ 1, 2, ...n

C_t = ค่าใช้จ่ายในปีที่ 1, 2, ...n

i = อัตราดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของทุน

t = ปีของโครงการคือปีที่ 1, 2, ...n

n = อายุของโครงการ

2.7.3.2 อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(Benefit-Cost Ratio หรือ B/C

Ratio)

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุนเป็นวิธีหลักที่ใช้ในการลงทุนมีค่ามากกว่า 1 เป็นบวก จะเทียบได้กับกรณีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่มีค่ามากกว่า 1 คือกฎเกณฑ์มาตรฐานของการยอมรับขั้นต่ำ

เกณฑ์นี้แสดงถึง อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย ซึ่งในที่นี้ค่าใช้จ่ายทางด้านทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษา หรือหมายถึงค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นที่ไม่มีการแบ่งแยกว่าเป็นค่าใช้จ่ายประเภทใด

สูตรการคำนวณ

$$B/C = \frac{\text{PV of Benefits}}{\text{PV of Cost}}$$

$$\text{หรือ} \quad = \frac{\sum_{t=1}^n [B_t / (1+i)^t]}{\sum_{t=1}^n [C_t / (1+i)^t]}$$

เมื่อ B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในปีที่ t

i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t = ปีของโครงการคือปีที่ 1, 2, ...n

2.7.3.3 ผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return หรือ IRR)

หลักการของอัตราผลตอบแทนการลงทุน คือ จะหาค่าของ IRR ของโครงการมาเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในท้องตลาด โดยที่การพิจารณาเลือกโครงการจะต้องรู้ค่าของอัตราส่วนลดในท้องตลาด (r) อัตราส่วนลดนี้จะแตกต่างกันไปตามประเภทของการลงทุน ถ้าหากการพบว่าอัตราดอกเบี้ยในท้องตลาดต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนก็จะลงทุนโครงการนั้น การเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งจากหลายๆโครงการโดยใช้หลักในการเลือกโครงการที่มีอัตราผลตอบแทนสูงสุด (Maximum Internal Rate of Return)

$$\text{สูตร IRR คือค่า } i \text{ (อัตราคิด) ที่จะทำให้ } \sum_{t=0}^n [(B_t - C_t) / (1+i)^t] = 0$$

อัตราคิดลด คือ ร้อยละที่นำมาปรับค่าของเงิน การใช้อัตราส่วนลดในการประเมินโครงการมีความหมายคือ จะใช้อัตราค่าตอบแทนระดับใดเป็นส่วนลด เพื่อหาค่าปัจจุบันซึ่งทำให้ค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตจากการลงทุนนั้นเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุน ทั้งนี้เพราะการลงทุนย่อมหวังผลตอบแทนในอัตราที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปจากการกู้ยืมเงินลงทุน

ในการศึกษาครั้งนี้ โครงการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดเป็นโครงการที่คาดว่าจะช่วยในการลดปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ดังนั้นดอกเบี้ยที่ใช้คิดควรอยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินไปเนื่องจากลงทุนจากภาครัฐ โดยใช้อัตราดอกเบี้ย 10 % เป็นอัตราคิดลด

2.8 การประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อม (16)

การวัดมูลค่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพสิ่งแวดล้อมการหามูลค่าของผลได้หรือประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่สูงไป เนื่องจากปล่อยให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย อาจวัดได้จากการสร้างสิ่งทดแทนในสินค้าและบริการที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมที่ถูกทำลาย หรืออาจวัดได้จากต้นทุนในการสร้างสิ่งทดแทนในสินค้าและบริการที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมที่ถูกทำลายไป การประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อม

2.8.1 การกำหนดค่าและประเมินมูลค่าของผลที่ได้เป็นตัวเงิน

- ก. วิธีประเมินรายได้ที่พึงได้รับตลอดอายุไข (Human capital Approach)
- ข. วิธีการวัดความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to pay)



2.8.2 วิเคราะห์โดยใช้แนวเส้นดีมานด์

ก. Revealed preference method

- Travel cost method (TCM)
- Hedonic pricing method (HPM)

ข. Express preference method

- Contingent valuation method (CVM)

2.8.1 การกำหนดค่าและประเมินมูลค่าของผลที่ได้เป็นตัวเงิน

ก. วิธีประเมินรายได้ที่พึงได้รับตลอดอายุไข (Human capital Approach)

วิธีนี้ ถือว่าทรัพยากรมนุษย์เป็นทรัพยากรประเภททุน มูลค่าการมีชีวิตอยู่ของบุคคลหนึ่งก็คือ มูลค่าของผลผลิตที่บุคคลนั้นสามารถผลิตได้ระหว่างช่วงอายุของเขา ดังนั้นมูลค่าของผลได้ของบริการสาธารณสุขที่สามารถทำให้ชีวิตของบุคคลหนึ่งยืยาวออกไปได้อีก 10 ปี ก็คือมูลค่าของผลผลิต ที่บุคคลนั้นสามารถผลิตได้ในช่วงเวลาดังกล่าว

ตัวอย่าง สมมติว่าโครงการให้วัคซีนป้องกันโรคหัดทำให้ลดการตายด้วยโรคหัดของเด็กไปได้รวม 1,000 คน ซึ่งหากไม่มีโครงการนี้ เด็ก 1,000 คน จะตายด้วยโรคหัดเมื่ออายุ 4 ขวบ (ค่าอายุไขเฉลี่ย หรือค่าคาดคะเนความยาวของอายุ = 65 ปี)

วิธีการคำนวณผลเป็นตัวเงินของผลได้ทางตรง ในการให้วัคซีนป้องกันโรคหัด โดยวิธี Human capital Approach จะพิจารณาว่าหากไม่มีโครงการวัคซีนป้องกันโรคหัด คน 1,000 คน จะสูญเสียโอกาสที่จะทำรายได้ ให้กับครอบครัว และสังคม คิดเป็นจำนวนปีของการทำรายได้เท่าใด

โดยช่วงอายุของการทำรายได้ = $60 - 15 = 55$ ปี

ดังนั้นคน 1,000 คน ที่สามารถรอดจากการตายด้วยโรคหัดเมื่ออายุ 4 ขวบ และถือว่ายืนยาวไปได้ เท่ากับค่าอายุไขเฉลี่ยของประชากรนั้น จะคิดเป็นจำนวนปีของการทำรายได้ = 45,000 คน ทุน ปี

การประเมินมูลค่า คน ทุน ปี ออกเป็นตัวเงินนั้นอาจทำได้ 3 วิธี คือ

- 1) ทุนด้วยมูลค่าผลผลิตรวมประชาชาติเฉลี่ยต่อคน
- 2) ทุนด้วยรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อคน (Income per capita)
- 3) ทุนด้วยค่าแรงเฉลี่ย หรืออัตราค่าแรงขั้นต่ำ

ซึ่ง 3 วิธีดังกล่าวจะได้ค่าแตกต่างกันมาก ส่วนจะกำหนดค่าตัวคุณตัวใด นั้นขึ้นอยู่กับวินิจัยของนักวิเคราะห์ ที่จะตัดสินใจว่าตัวคุณตัวใดน่าจะเหมาะสมที่สุด และอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใด

วิธีการที่กล่าวมาข้างต้นมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดี คือ เป็นวิธีที่ตรงไปตรงมา คำนวณได้ง่ายกว่าวิธีอื่นๆ แต่ข้อเสียก็คือการสมมุติว่าเด็กทั้ง 1,000 คน ที่รอดตายด้วยโรคหัด เมื่ออายุ 4 ขวบนั้น จะมีอายุไปถึงอายุขัยเฉลี่ยของประชากรทั้งประเทศ หรืออย่างน้อยถึงอายุ 60 ปี การใช้ผลิตผลรวมประชาชาติเฉลี่ยต่อคน หรือค่ารายได้ประชาชาติต่อหัวประชากร หรือค่าแรงขั้นต่ำ เป็นการกำหนดค่าของการมีชีวิตอยู่นั้น ต่างก็มีจุดบกพร่อง และอาจไม่ได้สะท้อนรายได้ที่แท้จริงของกลุ่ม 1,000 คน ซึ่งรอดชีวิตนั้น เช่นกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มแรงงาน กลุ่มวิชาชีพที่มีรายได้สูง เป็นต้น นอกจากนั้นข้อบกพร่องอีกประการหนึ่ง ซึ่งสำคัญก็คือ ไม่ได้คำนึงถึงผลทางอ้อมอันเป็นผลได้ทางจิตใจซึ่งวัดไม่ได้

ข. วิธีการวัดความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay Approach)

การวัดความเต็มใจที่จะจ่าย สำหรับการมองในด้านผลได้ การนับเป็นผลได้คือการนับว่า การดำเนินงาน / กิจกรรม / โครงการสาธารณสุขนั้น จะป้องกันไม่ให้เกิดการเจ็บป่วย ป้องกันความพิการ หรือยืดระยะเวลาการตาย ซึ่งประเมินออกมาว่า ผู้ที่อาจเจ็บป่วย อาจพิการ หรืออาจตายด้วยสาเหตุต่าง ๆ นั้น เมื่อไม่เกิดการเจ็บป่วย พิการหรือตาย มีความยินดีจะจ่ายค่าตอบแทนเป็นเงินเท่าใด การกำหนดค่าด้วยวิธีนี้ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ภาวะเศรษฐกิจ ฐานะของกลุ่ม จะสัมพันธ์โดยตรงกับมูลค่าซึ่งเขายินดีที่จะจ่าย นอกจากนั้น ทักษะคิดเกี่ยวกับการเจ็บป่วย ความพิการ ระดับอรรถประโยชน์ของการไม่เจ็บป่วยและไม่พิการ และสภาพแวดล้อมของสังคมก็จะมีส่วนทำให้ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเปลี่ยนไปได้มาก การประเมินโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ ทำง่ายและสอดคล้องกับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ มูลค่าของความเต็มใจที่จะจ่ายอาจแตกต่างกันมากสำหรับแต่ละคน ซึ่งจะทำให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง และค่าเฉลี่ยที่ยึดถือ อาจมีความหมายน้อยในการแสดงความจริง

2.8.2 พิจารณาโดยใช้แนวเส้นติมานต์

เมื่อเราต้องการประเมินค่าสิ่งแวดลอม อย่างรอบด้านเช่นนี้ ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ ทำอย่างไรเราจึงจะหาค่าสิ่งแวดลอมได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีตลาด หรือไม่มีราคาตลาดกำหนดไว้ ในระยะหลังๆ เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดลอมได้พัฒนาและปรับปรุงเทคนิคการประเมินค่าให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้จากตำราและเอกสารซึ่งมีมากมายในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ในที่นี้จะยกตัวอย่างการวิเคราะห์แนวที่ใช้เส้นติมานต์ (Demand Curve Approach) เรามีกรรมวิธี 2 แบบ คือ

2.8.2.1 Revealed preference method

เป็นวิธีที่ผู้วิเคราะห์ต้องการรู้ว่าแต่ละคน ประเมินค่าทางสิ่งแวดล้อมอย่างไร โดยมองว่า เรามีพฤติกรรมการซื้อสินค้าที่มีราคาตลาดอย่างไร(เช่น ซื้อบ้าน) และราคาเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ในเขตที่เราศึกษา) อย่างไร ผลที่ปรากฏออกมาจะเปิดเผยให้เราเห็นถึงความชอบของแต่ละคนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆ (โดยใช้ข้อมูลข้างเคียง เช่น ราคาบ้าน และพฤติกรรมการซื้อ) โดยจะแบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อยคือ

ก. Travel cost method (TCM)

เป็นวิธีที่หาความต้องการของประชาชน ในการที่จะไปเยี่ยมชมสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (เช่น ป่าเขา ทะเล) ซึ่งจะสามารถทำให้ทราบว่าประชาชนมีความนิยมชมชอบสถานที่เหล่านั้น (สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ) มากน้อยเพียงใด ข้อสมมุติฐานของวิธีนี้คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการเดินทางไปพักผ่อน (เช่น ค่าน้ำมันรถ) จำนวนครั้งในการเดินทาง ซึ่งจะทำให้เราสามารถประเมินความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางกับจำนวนครั้งของการเดินทางว่า โดยเฉลี่ยนักท่องเที่ยว 1 คน จะเดินทางไปสถานที่พักผ่อนนั้นๆปีละกี่ครั้ง แต่ละครั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร ซึ่งเมื่อเอาค่าของแต่ละคนมาคูณจำนวนนักท่องเที่ยวที่มาเยือน เราก็จะได้ total recreational value ของสิ่งแวดล้อมที่เรากำลังศึกษา

ข. Hedonic pricing method (HPM)

วิธีนี้จะเป็นการประเมินค่าบริการทางสิ่งแวดล้อม (เช่น คุณภาพของน้ำ คุณภาพของอากาศ) ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อราคาตลาดบางอย่าง มีการใช้ วิธีนี้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์ ตลาดเกี่ยวกับที่อยู่อาศัย ตัวอย่างเช่น ความแตกต่างของราคาบ้านจะถูกกำหนดโดย สิ่งแวดล้อมที่มีคุณภาพต่างกัน เช่น ถ้าในพื้นที่ที่มีมลภาวะสูง ราคาบ้านก็จะต่ำลง HPM จะช่วยให้เราประเมินค่าทางสิ่งแวดล้อมได้ โดยให้คำตอบว่า ถ้ามลพิษในเขตใดเขตหนึ่งเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ราคาบ้านจะลดลงไปที่เปอร์เซ็นต์ ค่าของมลพิษที่เพิ่มขึ้นคือเปอร์เซ็นต์ ที่ลดลงของราคาบ้านนั่นเอง

2.8.2.2 Express preference method วิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีข้างต้นคือ วิธี Revealed preference method จะถามถึงความต้องการที่จะซื้อสินค้าและบริการที่มีราคาตลาด (เช่น น้ำมันที่ใช้ในการเดินทาง) ซึ่งให้เห็นถึงความนิยมชมชอบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนวิธีนี้นักคิดแต่ละคนโดยตรงเลยว่า เรามีความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to pay : WTP) เท่าไรเพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ก. Contingent valuation method (CVM)

วิธีนี้ จะสามารถประเมินทรัพยากรทางสิ่งแวดล้อมได้ โดยที่ประชาชนอาจไม่เคยใช้ หรือใช้บริการจากทรัพยากรนั้นๆ เช่น ไม่ได้ใช้ริมน้ำ ไม่เคยใช้แม่น้ำ แต่ประชาชนเหล่านั้น จะตอบเราว่า พวกเขาเต็มใจที่จะจ่ายเงินจำนวนหนึ่งเพื่อรักษาคุณภาพแม่น้ำ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า แม้พวกเขาจะไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือไม่มีวันได้ใช้ แต่พวกเขาก็ต้องการให้แม่น้ำสายนั้น ยังคงอยู่ตลอดไปอย่างมีคุณภาพน้ำที่ดี ถ้ามีมลภาวะก็พร้อมจะจ่ายเพื่อแก้ไขปัญหานี้ การแสดงออกทางคำนิยามแบบนี้สอดคล้องกับสิ่งที่เราเรียกว่า ให้ความสำคัญสูงแก่ค่าของการรักษาระบบนิเวศ (existence value)

2.10 การประเมินเทคโนโลยี (Technology Assessment) (17)

ก. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเทคโนโลยี

การประเมินเทคโนโลยีควรจะใช้เครื่องมือ และเทคนิค ที่มีความสัมพันธ์กันแบบสหวิทยาการ และมีวิธีการหลายวิธีดังนี้

1. วิธีการมุ่งสู่ทิศทางการคิดเห็น (Intuitive Methods) เช่น

- 1.1 การรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinion)
- 1.2 การลงคะแนนและการตั้งคณะกรรมการ (Poll and Panel)
- 1.3 เดลฟายน์ (Delphi)
- 1.4 การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกี่ยวข้องกัน (Cross – Impact Analysis)

2. วิธีการวิเคราะห์แบบแยกส่วน (Decomposition Methods) เช่น

- 2.1 การวิเคราะห์ส่วนที่สัมพันธ์กันในแต่ละส่วน (Relevance Tree)
- 2.2 การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะ (Morphological Analysis)
- 2.3 การวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น (Analytic Hierarchy)

3. วิธีการแบบให้ค่าความสำคัญ หรือ ลำดับ (Wholistic Methods) เช่น

- 3.1 การลำดับทางเลือก (Scenario)
- 3.2 เมตริกซ์ (Matrix)

4. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Methods)

- 4.1 การวิเคราะห์ต้นทุน/กำไร (Cost – Benefit Analysis)
- 4.2 การใช้รูปแบบสมการวิเคราะห์ (Simulation Model)

นอกจากเทคนิคและวิธีการดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ ลักษณะ และปริมาณการวัดค่าทางเทคนิควิธีการ สิ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจ การพยากรณ์ หรือการคาดคะเน การแปลงค่าต่างๆ ตาม

รูปแบบการวิจัย หรือการนำข้อมูลไปใช้ แบบสอบถาม การมีส่วนร่วมทางความคิดเห็น และการมองปัญหาอย่างตรงไปตรงมา ตามที่เป็นอยู่ เป็นต้น

การประเมินเทคโนโลยี จึงเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยป้องกันความไม่เหมาะสมและความคลุมเครือทางกายภาพ และช่วยในการตัดสินใจตามขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้จะมี รายละเอียดที่แตกต่างกัน ตามลักษณะของปัญหาของเทคโนโลยีหรือกิจกรรมที่จะทำการประเมิน ตลอดจนขอบเขตการศึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการกำหนดตัวแปรของปัจจัยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทั้งระบบอีกด้วย

ข. เทคนิคการวิจัย

เทคนิคเดลฟายน์ (Delphi Technique) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการคาดการณ์อนาคตที่พัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 1963 โดยนักวิจัยของบริษัท Rand Corporation คือ Olaf Helmer (Will G. et al., 1972) ในระยะแรกเทคนิคนี้นำมาใช้ในการทำนายและวางแผนล่วงหน้า สูงกว่าเทคนิคอย่างอื่น และได้รับการขนานนามตามชื่อเมืองเดลฟายน์ ของประเทศกรีก ในปัจจุบันเดลฟายน์เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในเกือบทุกวงการไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ การเมือง การทหาร เศรษฐกิจ สาธารณสุข การศึกษาและด้านอื่นๆ นอกจากจะเป็นเทคนิคในการคาดการณ์อนาคตแล้วยังเป็นเทคนิคในการสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้รับข่าวสาร และเปลี่ยนความเชี่ยวชาญกันโดย ไม่มีการเผชิญหน้ากัน โดยตรง เช่น การระดมสมอง (Brain Storm) หรือการประชุมกลุ่มแบบอื่นๆ

เดลฟายน์รูปแบบเดิมมีลักษณะเฉพาะต่อมาภายหลังก็มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปบ้าง แต่หลักการและระเบียบวิธีหลักๆ ยังคงเดิม คือการศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอย่างเป็นระบบโดยการขอให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการคาดการณ์ว่าแนวโน้มหรือเหตุการณ์แต่ละอย่างจะเกิดขึ้นเมื่อใดหรือทำการคาดการณ์ว่าภายในเวลา 20 ปีข้างหน้าจะมี แนวโน้มใดเกิดขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยก็จะนำเอาข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ และป้อนผลการวิเคราะห์กลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาอีกครั้ง เทียบกับของกลุ่มแล้วทำการคาดการณ์หรือตอบตามรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนดอีกครั้ง ผู้วิจัยก็จะนำคำตอบไปวิเคราะห์ใหม่แล้วอาจป้อนข้อมูลที่ได้อีกจากการวิเคราะห์กลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้ง โดยปกติกระบวนการทำซ้ำ แบบนี้จะดำเนินต่อไปราวๆ 2 หรือ 3 รอบ หรือจนกว่าจะได้คำตอบที่เป็นฉันทามติ (Consensus) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จุดมุ่งหมายของการทำซ้ำก็เพื่อที่จะกรองความเชี่ยวชาญของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญนั่นเอง ขั้นตอนที่สำคัญของเทคนิคเดลฟายน์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Panel Experts) ผู้เชี่ยวชาญจะต้องมีความรอบรู้และความชำนาญในเรื่องที่จะทำการศึกษา ส่วนจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยตามหลักวิธีการของ

1. กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Panel Experts) ผู้เชี่ยวชาญจะต้องมีความรอบรู้และความชำนาญในเรื่องที่จะทำการศึกษา ส่วนจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยตามหลักวิธีการของเดลฟายน์นั้นมิใช่การสำรวจความคิดเห็นที่ขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง แต่เป็นในลักษณะเมื่อกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญที่ถูกเลือกก็จะเป็นการที่ทำให้เกิดกลไกทางการสื่อสารขึ้นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นก็เพื่อถ่วงดุลความคิดเห็น ดังนั้นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในตามเทคนิคเดลฟายน์นี้จึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหา และจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีอยู่จริงเป็นสำคัญรวมไปถึงจุดมุ่งหมายของการวิจัย ความซับซ้อนของเรื่องที่จะศึกษา เวลาและงบประมาณ โดยปกติจะมีตั้งแต่ 10 คนขึ้นไป จนอาจเป็น ถึง 100 คนได้ แต่การศึกษาวิจัยของ Thomas T. Macmillan พบว่าหากจำนวนผู้เชี่ยวชาญมีตั้งแต่ 17 คนเป็นต้นไป อัตราการลดลงของความคาดเคลื่อนจะมีน้อยมาก

2. กำหนดประเด็น แนวโน้มและสร้างเครื่องมือในงานวิจัย โดยทั่วไปมักจะอยู่ในรูปของแบบสอบถาม (Questionnaire Series) หรือการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่ตรงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จึงมีการขออนุญาตหลายรอบ

3. ทำเดลฟายน์รอบที่ 1 โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามอาจกำหนดด้วยตนเอง หรือจากการศึกษาจากเอกสารต่างๆ หรือการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เมื่อได้กรอบของเรื่องแล้วจึงนำมาสร้างเป็นแบบสอบถาม ซึ่งจะเป็นคำถามกว้างๆ และส่วนมากเป็นคำถามปลายเปิดเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบ โดยการส่งแบบสอบถามไปให้ ผู้เชี่ยวชาญหรือการสัมภาษณ์ หรือทำการประชุมทางไกล (Teleconferencing) โดยผ่านระบบสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

4. ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลรอบแรกของผู้เชี่ยวชาญเข้าไว้ด้วยกัน โดยตัดเอาสิ่งที่ซ้ำซ้อนหรือส่วนเกินที่กรอบการวิจัยที่กำหนดไว้ออกไปและสร้างแบบสอบถามรอบที่ 2

5. ทำการเดลฟายน์รอบที่ 2 โดยรอบนี้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะได้รับป้อนข้อมูลกลับเชิงสถิติ (Statistical Feedback) เป็นกลุ่มโดยส่วนรวม เช่นค่าร้อยละ ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของกลุ่ม ผนวกกับคำตอบเดิมของตนเองและให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตอบใหม่

6. ทำเดลฟายน์รอบที่ 3, 4,... โดยในแต่ละรอบนี้ ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะได้รับข้อมูลป้อนกลับเชิงสถิติที่เป็นกลุ่มโดยส่วนรวม เช่นรอบปีที่ผ่านมา ซึ่งในจำนวนรอบนี้ขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของเรื่องที่จะศึกษา ความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญ ความเป็นเอกฉันท์ของคำตอบของผู้เชี่ยวชาญเป็นประเด็นสำคัญซึ่งไม่สามารถกำหนดแน่นอนตายตัวลงไปได้

7. สรุปและอภิปรายผล โดยการเสนอแนวโน้มที่มีนัยตามทิศทางเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว และอภิปรายเสนอแนะจากผลการศึกษาวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ลักษณะงานวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบสำรวจ(survey Research) เพื่อศึกษาความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่ติดตั้งที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง (ศูนย์วังกกวาง) โดยทำการศึกษาร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ในประเด็นสิ่งแวดล้อม และด้านทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ

โดยด้านสิ่งแวดล้อม ทำการศึกษาเรื่องมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำในดิน โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดก๊าซและเสียง และเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ด้านทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ จะทำการศึกษาร่วมกับทัศนคติของนักท่องเที่ยว เจ้าหน้าที่ของอุทยาน และเจ้าของร้านค้า โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลทางด้านการรบกวนของมลพิษ ความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า และการจัดการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า(สอบถามเฉพาะเจ้าหน้าที่อุทยาน) รวมทั้งการประเมินความเหมาะสมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน จะทำการศึกษาร่วมกับต้นทุนและผลประโยชน์ โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสารและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ส่วนในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ใช้แบบสอบถามต่อกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าตามวิธี CVM (Contingent Valuation Method) และสุดท้ายในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จะศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญใช้แบบสอบถาม เก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบวิธีเดลฟายน์

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา แบ่งตามหัวข้อต่างๆที่จะทำการศึกษา ได้ดังนี้

3.2.1 การศึกษาเปรียบเทียบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด ในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

3.2.1.1 ด้านมลพิษทางอากาศที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้า

ก. มลพิษทางอากาศที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล
ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณก๊าซ CO_2 CO NO_2 NO_x และ SO_2 ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล
กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณก๊าซ CO_2 CO NO_2 NO_x และ SO_2 ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บনขอด ภูกระดึง ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น

ข. มลพิษทางอากาศที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด
ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณก๊าซ CO_2 CO NO_2 NO_x และ SO_2 ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด
กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณก๊าซ CO_2 CO NO_2 NO_x และ SO_2 ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด ที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บনขอด ภูกระดึง

3.2.1.2 ด้านมลพิษทางเสียงเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้า

ก. มลพิษทางเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล
ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ระดับเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ระดับเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บনขอด ภูกระดึง ช่วงเวลา 18.00-20.00 น

ข. มลพิษทางเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ระดับเสี่ยงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ระดับเสี่ยงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง

3.2.1.3 ด้านการปนเปื้อนของน้ำมันในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้า

ก. การปนเปื้อนของน้ำมันในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น

ข. การปนเปื้อนของน้ำมันในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่ผลิตไฟฟ้าที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง

3.2.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แบ่งกลุ่มประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ

3.2.2.1 นักท่องเที่ยว

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว และพักค้างคืนบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง ในฤดูกาลท่องเที่ยว ปี 2543

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว และพักค้างคืนบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง ไม่ต่ำกว่า 1 คืน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนนักท่องเที่ยวฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ 2543 โดยคิดการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนนักท่องเที่ยวตลอดฤดูกาลท่องเที่ยวปี พ.ศ 2540-2541 จำนวน 77,526 คน โดยใช้หลักการของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ขนาดตัวอย่างตามความคลาดเคลื่อน 10% ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษ จำนวน 100 คน

3.2.2.2 เจ้าหน้าที่อุทยาน

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึงที่ประจำการ และพักอาศัยอยู่บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง จำนวน 20 คน

3.2.2.3 เจ้าของร้านค้า

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ เจ้าของร้านค้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ เจ้าของร้านค้าที่เปิดร้านค้าขาย และพักอาศัยอยู่บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บนยอดภูกระดึง จำนวน 30 คน

3.2.3 การศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ในประเด็นด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

เก็บรวบรวมข้อมูลด้านการเงินต่างๆของโครงการ คือ จำนวนเงินในการลงทุน และผลประโยชน์ของโครงการ นำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนตลอดอายุโครงการ 20 ปี

3.2.4 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว ในฤดูกาลท่องเที่ยว ปี 2543 เจ้าหน้าที่อุทยานภูกระดึง และเจ้าของร้านค้าที่เปิดร้านอยู่ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว และพักค้างคืนบริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง ไม่ต่ำกว่า 1 คืน สุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษ จำนวน 100 คน เจ้าหน้าที่อุทยานที่ประจำการและพักอาศัยอยู่บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอด

ภูกระดึง และ เจ้าของร้านค้าที่เปิดร้านค้าขาย และพักอาศัยอยู่บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวบนยอดภูกระดึง

3.2.5 การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า
ด้านสิ่งแวดล้อม และ ด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่อยู่ในประเทศไทย
กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า
ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 12 คน

3.3 การดำเนินการวิจัย

แบ่งการศึกษาตามประเด็นต่างๆ ที่ทำการศึกษา ดังนี้

3.3.1 การศึกษาในด้านสิ่งแวดล้อม

การเลือกตัวแปรเพื่อศึกษาในด้านสิ่งแวดล้อมจะอาศัยหลักการแจกแจงรายการผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environment Impact Statement) โดยพิจารณาตัวแปรที่จะนำมาเปรียบเทียบผลด้านสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

3.3.1.1 ด้านมลพิษทางอากาศที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล
เปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดก๊าซคือเครื่อง Gas Analyzer รุ่น KM9160

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณของก๊าซมลพิษที่ตรวจวัดได้ มาเปรียบเทียบปริมาณก๊าซมลพิษที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ว่ามีความแตกต่างจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่

4) สถิติที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณครั้งนี้คือ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซมลพิษที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

3.3.1.2 ด้านมลพิษทางเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการตรวจวัดระดับเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล โดยตรวจวัดระดับเสียงที่เกิดขึ้นที่บริเวณตำแหน่งติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซล ,บริเวณร้านค้า ,บริเวณบ้านพักนักท่องเที่ยว บริเวณพื้นที่กึ่งถาวร และบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งมีระยะห่างจากเครื่องยนต์ดีเซลต่างกัน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยใช้อุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัด คือเครื่องตรวจวัดระดับเสียง (Integrating Impulse Sound Level Meter รุ่น CEL-283) มาตรฐานความเที่ยงตรงตาม IEC 651 ที่มีการปรับแต่งเครื่องตรวจวัดระดับเสียงให้เป็นมาตรฐาน(Calibrate) ด้วยเครื่องควบคุมเสียงมาตรฐาน CEL-184โดยที่มีการปรับแต่งเครื่องตรวจวัดระดับเสียงที่ช่วงคลื่น 90 เดซิเบล เอ ซึ่งในตัวเครื่อง มีวงจรถ่วงน้ำหนักชนิด A (A Weight Sound Pressure Level , L_A) และมีวงจรตอบสนองสัญญาณแบบ FAST SLOW และ IMPULSE

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณของระดับเสียงที่ตรวจวัดได้มาทำการเปรียบเทียบกับระดับเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ว่ามีความแตกต่างจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

4)สถิติที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณครั้งนี้คือ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของระดับเสียงที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

3.3.1.3 การปนเปื้อนของน้ำมันในดินบริเวณตำแหน่งที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการตรวจวัดปริมาณการปนเปื้อนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Grease and oil) ในดินที่อยู่รอบบริเวณตำแหน่งที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาโดยใช้อุปกรณ์ทำการเก็บตัวอย่างดินที่บริเวณโดยรอบตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซล 3 ตำแหน่ง ขุดลึกลงไปจากหน้าดิน ประมาณ 5 เซนติเมตร(13) ไปตรวจหาค่า Grease & Oil ที่ปนเปื้อนในดิน ในห้องปฏิบัติการเคมี ตามวิธี Grease & Oil Method

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการตรวจวัดปริมาณ Grease & Oil ที่ปนเปื้อนในดินบริเวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล มาทำการเปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่

4) สถิติที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ครั้งนี้คือ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า Grease & Oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

3.3.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดและระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เครื่องยนต์ดีเซล

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด เปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือนักท่องเที่ยว เจ้าหน้าที่อุทยาน และเจ้าของร้านค้า

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Description Analysis)

เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เก็บจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ในเรื่องทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย เป็นต้น

3.2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

เป็นการเปรียบเทียบทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มในเรื่องทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ ในประเด็นด้านการรบกวนของมลพิษ ความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า และการจัดการและดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า(เฉพาะเจ้าหน้าที่อุทยาน) ว่าแตกต่างกันหรือไม่

4) สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

3.3.3 การศึกษาในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางการเงินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ทำการศึกษาความเหมาะสมในการลงทุน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ

1:1) การหาต้นทุนและ ผลประโยชน์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ซึ่งยังไม่ได้รวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม(Environmental Benefit)

การหาต้นทุน : รวบรวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้นในการดำเนินโครงการระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง ๑ ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายดำเนินการ และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า

การหาผลประโยชน์ตอบแทน : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการระบบผลิตไฟฟ้า เช่น การประหยัดค่าจัดซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง การประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง การประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้า

1.2) การหาต้นทุนและผลประโยชน์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ซึ่งมีการรวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม(Environmental Benefit) ของโครงการเข้าไปด้วย

การหาต้นทุน : รวบรวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้นในการดำเนินโครงการระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายดำเนินการ และค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า

การหาผลประโยชน์ตอบแทน : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการระบบผลิตไฟฟ้า เช่น การประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง การประหยัดค่าขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง การประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้า และผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม (ทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมดีขึ้น) ซึ่งการประเมินมูลค่าผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม ทำโดยการสอบถามความเต็มใจของนักท่องเที่ยวที่จะยินดีจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ดังที่จะกล่าวถึงในข้อ 3.3.4

2) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทางการเงินของระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ คำนวณหาเกณฑ์ในการตัดสินใจการลงทุน ตามหลักที่นิยมใช้กัน คือ แบบปรับค่าของเวลา ในการวัดมูลค่าที่คิดเป็นตัวเงิน ของต้นทุนและผลประโยชน์ หรือผลต่างของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆ ให้อยู่ในเวลาเดียวกัน ในปัจจุบัน โดยคำนวณหาค่าเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน 3 แบบ ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value method หรือ NPV)
2. อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal – Rate of Return หรือ IRR)
3. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit – Cost Ratio หรือ B/C Ratio

การคำนวณ : โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ หาค่า NPV , IRR และ B/C Ratio ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แล้วนำผลการคำนวณมาเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 3 เกณฑ์ คือ ค่า NPV ต้องมีค่าเป็นบวก ค่า IRR ต้องมากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้อ้างอิงและค่า B/C Ratio ต้องมากกว่า 1 ขึ้นไป เมื่อค่าที่คำนวณได้ผ่านทั้ง 3 เกณฑ์นี้ จึงจะสรุปได้ว่าระบบผลิตไฟฟ้านั้นๆ มีความคุ้มค่าในการลงทุน

3.3.4 การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

จะทำการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ออกมาเป็นจำนวนเงิน โดยวิธี Contingent Valuation method (CVM) ซึ่งเป็นการสอบถามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าถึงความเต็มใจที่จะจ่ายเงิน (Willingness to pay) เพื่อให้ได้ระบบผลิตไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสอบถามจากความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ใช้แบบสอบถามตามแบบวิธี Contingent Valuation method คือ การประเมินมูลค่าความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภคที่ได้จากการใช้ประโยชน์จากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดนั้นๆ ในปัจจุบัน (Use Value) โดยสอบถามจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม

ลักษณะแบบสอบถาม

ใช้เทคนิคการถามคำถามตามวิธีการ CVM แบบปลายเปิด ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าแสดงความเต็มใจที่จะจ่ายเป็นตัวแทนได้อย่างอิสระ ถึงจำนวนเงินสูงสุดที่เต็มใจที่จะจ่ายเพื่อเป็นค่าดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าระบบ ว่าเป็นเท่าใด

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า และเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีผลทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าแตกต่างกัน

4) สถิติที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณครั้งนี้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และการทดสอบความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่างๆ กับจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่าย

3.3.5 การประเมินเทคโนโลยี

ในการศึกษาวิจัยในส่วนของการประเมินเทคโนโลยีนี้ เป็นการศึกษาวิจัยแบบสำรวจ ซึ่งเป็นการรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อที่จะคัดเลือกระบบผลิตไฟฟ้าลงไปติดตั้งในอุทยานแห่งชาติ

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า สิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่อยู่ในประเทศไทย จำนวน 12 คน โดยทำการรวบรวมข้อมูลตามแบบวิธีเดลฟายน์เทคนิค การกำหนดจำนวนผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 คนนี้ จะทำการคัดเลือกแบบเจาะจง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตามแบบวิธีเดลฟายน์เทคนิค โดยมีวิธีในการสอบถามดังนี้ ดังนี้

1. การสอบถามรอบที่ 1 ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยใช้คำถามแบบเปิด เป็นการสอบถามในเรื่องที่ว่า เมื่อจะมีการคัดเลือกเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อที่จะไปติดตั้งไว้ใช้งานในพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติ ปังจายใดบ้างที่จะต้องนำมาพิจารณาเป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการคัดเลือกเทคโนโลยี ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ

2. จากนั้นจึงทำการสรุปข้อมูลรอบแรกของผู้เชี่ยวชาญเข้าด้วยกัน โดยสรุปปัจจัยที่สำคัญในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าจากการตอบรอบแรกของผู้เชี่ยวชาญ ให้เป็นคำถามแบบปลายปิด แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตอบใหม่ โดยให้มีการให้ค่าคะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัยที่สรุปไว้ จากแบบสอบถาม มีมาตราส่วนในการประเมินค่าความเหมาะสมของปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3. การสัมภาษณ์ในรอบที่ 2 จะนำเอาคำตอบที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อพิจารณาความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ โดยหาค่ามัธยฐาน และความแตกต่างระหว่างมัธยฐาน และฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (หลักการวัดการกระจายของข้อมูล) คือ ข้อความที่มีผลต่างระหว่างค่ามัธยฐาน กับ ฐานนิยมไม่เกิน 1.00 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในส่วนของคุณภาพนั้น และ ค่าพิสัย

ระหว่างควอไทล์ (ควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1) ต้องมีค่าไม่เกิน 1.99 จึงจะถือว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

4. ถ้าผู้เชี่ยวชาญยังมีความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกัน ให้สอบถามในรอบที่ 3 โดยสร้างแบบสอบถามฉบับใหม่ ที่ใช้ข้อความเดิม แต่เพิ่มเติมข้อมูลเชิงสถิติเกี่ยวกับข้อความที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกตอบในเรื่องปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี จากตำแหน่งมัชฐาน ฐานนิยม และ ช่วงพิสัยระหว่างควอไทล์ ของแต่ละปัจจัยเทียบกับที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตอบ

ในการตอบแบบสอบถามรอบที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญจะทราบว่าตนเองมีความเห็นที่แตกต่างหรือไม่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดอย่างไร และได้พิจารณาอีกครั้งเพื่อความสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ จากนั้นก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่ามัชฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างค่ามัชฐานและฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ แล้วนำผลที่ได้สุดท้ายนี้ไปสรุปเป็นผลการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

หมายเหตุ ถ้าการสัมภาษณ์รอบที่ 2 ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่า มัชฐาน ฐานนิยม ค่าความแตกต่างระหว่างมัชฐานกับฐานนิยม และค่าพิสัยควอไทล์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันแล้ว ก็ให้ยุติการสอบถามที่รอบ 2 นี้ แต่ถ้าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญยังไม่สอดคล้องกัน ก็ให้ทำการสอบถามในรอบที่ 3 ต่อไป

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อพิจารณาความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ดังนี้

จากแบบสอบถาม มีมาตราส่วนในการประเมินค่าความเหมาะสมของปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1) คำมัธฐาน

คำมัธฐานที่คำนวณได้จากคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

- ขอบเขตมัธฐานเท่ากับ 4.50-5.00 แสดงว่า ปัจจัยข้อนั้นเหมาะสมมากที่สุด
- ขอบเขตมัธฐานเท่ากับ 3.50-4.49 แสดงว่า ปัจจัยนั้นเหมาะสมมาก
- ขอบเขตมัธฐานเท่ากับ 2.50-3.49 แสดงว่า ปัจจัยนั้นเหมาะสมปานกลาง
- ขอบเขตมัธฐานเท่ากับ 1.50-2.49 แสดงว่า ปัจจัยนั้นเหมาะสมน้อย
- ขอบเขตมัธฐานเท่ากับ 0.50-1.49 แสดงว่า ปัจจัยนั้นเหมาะสมน้อยที่สุด

3.2) ฐานนิยมและผลต่างระหว่างคำมัธฐานกับฐานนิยม

ทำการคำนวณค่าของฐานนิยมในแต่ละข้อความ แล้วนำมาหาค่าผลต่างระหว่างมัธฐานกับฐานนิยมที่ได้ในแต่ละรายข้อที่ตรงกัน เพื่อเป็นการสนับสนุนความสอดคล้องต้องกันของความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง จากสถิติการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางคำมัธฐานกับฐานนิยมมีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำค่าทั้งสองมาหาผลต่างและพบว่าข้อความที่มีผลต่างระหว่างคำมัธฐานกับฐานนิยมไม่เกิน 1.00 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในข้อความนั้น

3.3) ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

คำนวณหาค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ โดยการคำนวณค่าความแตกต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 ค่านี้จะใช้พิจารณาความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แปลตามความหมายตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัย กำหนดไว้ดังนี้

- น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1.50 แสดงว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกัน
- 1.51 – 1.99 แสดงว่า ความคิดเห็นสอดคล้องกันพอสมควร
- เท่ากับ หรือมากกว่า 2.00 แสดงว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไม่สอดคล้องกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเรื่อง การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ซึ่งประกอบด้วยระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด(โซลาร์เซลล์และกังหันลม)ที่ผลิตไฟฟ้าเป็นหลัก และมีเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเป็นระบบผลิตไฟฟ้าสำรอง กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล(อย่างเดียวกัน) ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการทดสอบในภาคสนาม และการวัดทัศนคติโดยใช้แบบสอบถาม สรุปผลการวิจัยจำแนกตามหัวข้อที่ทำการศึกษา ได้ดังนี้

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบด้านมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำมันในดิน

4.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

4.2 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

4.4 การศึกษาด้านการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีเดลฟายน์

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบด้านมลพิษทางอากาศ , มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำมันในดิน แบ่งเป็นประเด็นต่างๆ ดังนี้

4.1.1 การศึกษาด้านมลพิษทางอากาศ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบทางด้านมลพิษทางอากาศที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ ที่ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว โดยใช้เครื่องมือ Gas Analyzer รุ่น KM 9160 โดยตรวจวัดที่ปล่องไอเสีย และที่ระยะห่างจากปล่องไอเสีย 5 เมตร ผลการศึกษาที่ได้ดังแสดงในตาราง 4-1

ตารางที่ 4-1 : แสดงผลการตรวจวัดปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ,ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์(NO) ,ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂), ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO₂) ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบผลิตไฟฟ้า ทั้ง 2 ระบบ	ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซมลพิษจากเครื่องยนต์ ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า			
ก๊าซที่ตรวจวัด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
CO ₂ (%)	4.2	4.8	5.1	5.8
CO (ppm)	177	264	317	372
NO (ppm)	941	970	1031	1081
NO ₂ (ppm)	27	33	45	55
NO _x (ppm)	968	1003	1076	1136
SO ₂ (ppm)	0	0	0	0

จากตารางที่ 4-1 ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซมลพิษต่างๆ จากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลพบว่า ในการตรวจวัดครั้งที่ 4 จะมากกว่าครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 3 ตามลำดับ นั่นแสดงว่าเมื่อเครื่องยนต์ดีเซลใช้เวลาในการผลิตไฟฟ้าเป็นระยะเวลานานขึ้น จะมีปริมาณก๊าซมลพิษเพิ่มมากขึ้นกว่าตอนที่เริ่มต้นเดินเครื่องยนต์ดีเซล

และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่ปล่องไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า และค่าของก๊าซมลพิษที่บรรยากาศทั่วไป(วัดที่ระยะห่างจากปล่อง 5 เมตร) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอากาศที่บรรยากาศทั่วไป(Standard Air Ambient) ซึ่งกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 : แสดงค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่ปล่องไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า และค่าของก๊าซมลพิษที่บรรยากาศทั่วไป เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอากาศที่บรรยากาศทั่วไป

ค่ามาตรฐานอากาศที่บรรยากาศทั่วไป (กรมควบคุมมลพิษ , 2535)	ปริมาณก๊าซจากเครื่องยนต์ ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าของศูนย์ บริการนักท่องเที่ยวภูกระดึง วัดที่ปล่องไอเสีย (ppm)	ปริมาณก๊าซจากเครื่อง ยนต์ดีเซลของศูนย์บริการ นักท่องเที่ยวภูกระดึง วัดที่บรรยากาศทั่วไป (วัดที่ระยะห่างจากปล่อง 5 เมตร) (ppm)
CO = 30	283.03	8
NO ₂ = 0.17	40.67	0.13
SO ₂ = 0.30	0	0

หมายเหตุ หน่วย ppm เท่ากับ หนึ่งในล้านในล้านส่วน

พบว่า ค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่วัดที่ปล่องไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล จะมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานอากาศที่บรรยากาศทั่วไปทุกตัว ยกเว้น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่บรรยากาศทั่วไป(วัดที่ระยะห่าง 5 เมตรจากปล่องไอเสีย)ทุกตัวจะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานอากาศที่บรรยากาศทั่วไป

4.1.2 การศึกษาด้านมลพิษทางเสียง

ผลการตรวจวัดระดับเสียงจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง Sound Level Meter ทำการตรวจวัดที่แหล่งกำเนิดมลพิษ และที่ Receptor ต่างๆ (ตามระยะทางสถานที่ที่มีชุมชนอยู่) เป็นการศึกษาผลกระทบของเสียงที่มีต่อผู้รับเสียง ผลการศึกษาที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 : แสดงผลการตรวจวัดระดับเสียงในสถานที่ต่างๆภายในอุทยาน

ระดับเสียง ตำแหน่งที่ตรวจวัด	ระยะห่างจากตำแหน่งที่ ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซล	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เครื่องยนต์ดีเซล	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสม ผสานด้วยพลังงานสะอาด (เสียงจากสภาพแวดล้อม)
	เมตร	ระดับเสียง (เดซิเบล เอ)	ระดับเสียง (เดซิเบล เอ)
1.บริเวณที่ตั้งเครื่องยนต์ ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	0	98	40
2. ร้านค้า	10-25 เมตร	69	40
3.บ้านพักนักท่องเที่ยว	40-50 เมตร	54	40
4.เต็นท์กางเต็นท์	50-70 เมตร	45	40
5.บ้านพักเจ้าหน้าที่	70-100 เมตร	40	40

จากตาราง 4-3 แสดงให้เห็นว่า ระดับเสียงบริเวณที่ตั้งเครื่องยนต์ดีเซลเท่านั้นที่มีระดับเสียงสูงที่สุด คือ 98 เดซิเบล เอ และสถานที่อื่นๆ ระดับเสียงที่ตรวจวัดได้มีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่ห่างออกไปจากบริเวณที่ตั้งเครื่องยนต์ดีเซลตามลำดับ ในขณะที่ระดับเสียงจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดเสียงดังที่ผิดปกติจากการตรวจวัด เป็นเพียงเสียงของสภาพแวดล้อม เท่ากับ 40 เดซิเบล เอ ในทุกระยะการเก็บข้อมูล เฉพาะบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งระดับเสียงจากระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกันต่างมีค่า 40 เดซิเบล เอ เท่ากัน

4.1.3 การศึกษาด้านการปนเปื้อนของน้ำมันดีเซลในดิน

จากการตรวจวัดการปนเปื้อนของน้ำมันในดินโดยวิธี FOG Method (Grease and oil Method) โดยทำการเก็บตัวอย่างตามแบบวิธีการของนวลฉวี ไชยวัฑฒ์แลคณะ(18) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 : แสดงค่า Grease and oil Method ที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ครั้งที่	ค่า Grease and oil Method (mg / m)
1	40,030
2	42,530
3	48,206
เฉลี่ย	43,588.67

จากตารางที่ 4-4 ผลการตรวจวัดค่า Grease and oil Method จากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล พบว่า ในการตรวจวัดครั้งที่ 3 จะมากกว่าครั้งที่ 1 นั้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อ เมื่อยิ่งเดินเครื่องเป็นเวลานานขึ้น จะมีปริมาณ Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินมากกว่าเมื่อตอนเริ่มแรก

และเมื่อทำการเปรียบเทียบ ค่า Grease and oil Method ที่ตรวจวัดได้จากอุทยานแห่งชาติภูกระดึง อุทยานแห่งชาติตะรุเตา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ได้ผลดังแสดงในตาราง 4-5

ตารางที่ 4-5: แสดงค่า Grease and oil Method ที่ปนเปื้อนในดินบริเวณที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เปรียบเทียบระหว่างอุทยานแห่งชาติภูกระดึง , อุทยานแห่งชาติตะรุเตา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

จำนวนครั้ง	Grease and oil Method (มิลลิกรัม/ลิตร)		
	ภูกระดึง	ตะรุเตา	ห้วยขาแข้ง
1	40,030	38,305	60,428
2	42,530	33,645	60,460
3	48,206	47,920	60,444
เฉลี่ย	43,588.67	39956.67	60,444.00

และจากตารางที่ 4-5 ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณค่า Grease and oil Method ที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกันทั้ง 3 สถานที่ ได้ผลดังแสดงในตาราง ข้างล่างนี้

ตารางที่ 4-6 : แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า Grease and oil ที่เกิดจากเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกันทั้ง 3 สถานที่

ANOVA					
FOG					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.2E+08	2	3.6E+08	15.247	.004
Within Groups	1.4E+08	6	2.4E+07		
Total	8.6E+08	8			

จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ค่าP-value = .004 แสดงว่า ปริมาณค่า Grease and oil Method ที่ตรวจวัดได้ของทั้ง 3 สถานที่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า Grease and oil ของทั้ง 3 สถานที่ที่เป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่าค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จะแตกต่างกับค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดินที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง (P-value =.005) และอุทยานแห่งชาติตะรุเตา (P-value = .002) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ซึ่งค่า Grease and oil เฉลี่ยที่ปนเปื้อนในดินบริเวณที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง และที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตา

4.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

โดยกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าตัวอย่าง 3 กลุ่ม ที่ทำการศึกษา คือ

4.2.1 นักท่องเที่ยว ทำการสุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวจำนวน 100 คน ได้ผล คือ

4.2.1.1 .ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางเศรษฐกิจ-สังคม กลุ่มนักท่องเที่ยว

ตารางที่ 4-7 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว

เพศ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ชาย	46	46 %
หญิง	54	54 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีจำนวนทั้งหมด 100 คน นักท่องเที่ยวเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 54 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดส่วนนักท่องเที่ยวที่เป็นชาย คิดเป็นร้อยละ 46 ของตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4-8 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว

อายุ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
14 - 20 ปี	24	24 %
21- 30 ปี	61	61 %
31- 40 ปี	10	10 %
41- 50 ปี	5	5 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในครั้งนี้ พบว่านักท่องเที่ยวมีอายุต่ำสุด เท่ากับ 14 ปี อายุสูงสุด เท่ากับ 50 ปี อายุเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวเท่ากับ 25.05 ปี ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 61 ของตัวอย่างทั้งหมด และกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุช่วง 41-50 ปี มีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5 ของตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4-9 : แสดงจำนวนร้อยละของการศึกษาสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว

การศึกษาสูงสุด	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ประถมศึกษา	4	4 %
มัธยมศึกษา/ปวช.	14	14 %
อนุปริญญา/ปวส.	7	7 %
ปริญญาตรี	70	70 %
สูงกว่าปริญญาตรี	5	5 %

นักท่องเที่ยวกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมด มีระดับการศึกษาสูงสุดตั้งแต่ ประถมศึกษาจนถึงระดับสูงกว่าปริญญาตรี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 70 ของตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมด และที่จบระดับประถมศึกษามีจำนวนน้อยที่สุด มีเพียง ร้อยละ 4 ของตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4-10 : แสดงจำนวนร้อยละของอาชีพหลักของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว

อาชีพหลัก	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	28	28 %
พนักงาน/ลูกจ้างเอกชน	8	8 %
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	7	7 %
นักเรียน	14	14 %
นักศึกษา	42	42 %
แม่บ้าน/ไม่ได้ประกอบอาชีพ	1	1 %

นักท่องเที่ยวกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่ จะเป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 42 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนที่เป็นแม่บ้านหรือไม่ได้ประกอบอาชีพ มีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 1 ของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4-11 : แสดงจำนวนร้อยละของรายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว

รายได้ต่อเดือน	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ต่ำกว่า 5,000 บาท	52	52 %
5,001 – 10,000 บาท	32	32 %
10,001 – 20,000 บาท	14	14 %
20,001 – 30,000 บาท	1	1 %
30,001 – 40,000 บาท	-	-
40,001 – 50,000 บาท	1	1 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีรายได้ในช่วงตั้งแต่ ไม่มีรายได้ – 50,000 บาท/เดือน โดยเฉลี่ยมีรายได้เท่ากับ 7,333 .55 บาท / เดือน ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่มีรายได้ในช่วง ต่ำกว่า 5,000 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 52 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4-12 : แสดงจำนวนร้อยละของจำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยวของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว

จำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
เดินทางมาครั้งแรก	80	80 %
เดินทางมาครั้งที่ 2	12	12 %
เดินทางมาครั้งที่ 3	6	6 %
เดินทางมาครั้งที่ 5	1	1 %
เดินทางมาครั้งที่ 6	1	1 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนใหญ่เดินทางมาเป็นครั้งแรก คิดเป็นร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เดินทางมาเป็นครั้งที่ 5 และ 6 มีจำนวนน้อยที่สุดเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 1 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4-13 : แสดงจำนวนร้อยละของระยะเวลาที่พักค้างคืนของกลุ่มตัวอย่าง
นักท่องเที่ยว

ระยะเวลาที่พักค้างคืน	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
2 คืน	10	10 %
3 คืน	37	37 %
4 คืน	48	48 %
5 คืน	15	55 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนใหญ่จะพักค้างแรม 4 คืน คิดเป็นร้อยละ 48 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และกลุ่มตัวอย่างที่พักค้างคืนเป็นระยะเวลา 5 คืน มีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4-14 : แสดงจำนวนร้อยละของสถานที่พักค้างคืนของกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว

สถานที่พัก	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
บ้านพักนักท่องเที่ยว	45	45 %
เตนท์กึ่งถาวร	40	40 %
เตนท์ชั่วคราว	15	15 %

นักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จะพักอยู่ที่บ้านพักนักท่องเที่ยวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด รองลงไป คือ กลุ่มตัวอย่างที่พักที่เตนท์กึ่งถาวร คิดเป็นร้อยละ 40 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และที่น้อยที่สุด คือ กลุ่มตัวอย่างที่กางเตนท์ชั่วคราวอยู่ มีเพียง ร้อยละ 15 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

4.2.1.2 การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ของกลุ่มนักท่องเที่ยวจำแนกตามตัวแปรต่างๆ

ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ จำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว ระยะเวลาที่พักค้างคืน และสถานที่พัก

4.2.1.2.1) ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่านักท่องเที่ยว มีคะแนนทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 25.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 79.19 %

4.2.1.2.2) การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-test ได้ว่า T-cal เท่ากับ .525 และค่า P-value มีค่า = .601 นั้นหมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวเพศหญิงแตกต่างจากเพศชาย อย่างมีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-15 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ของนักท่องเที่ยว จำแนกตามอายุ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CLEAN	Between Groups	51.669	3	17.223	2.281	.044
	Within Groups	724.771	96	7.550		
	Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .044)



เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่าง นักท่องเที่ยวที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มอายุ 21- 30 ปี กับ กลุ่มอายุ 41 – 50 ปี ($P\text{-value} = .035$) และ กลุ่มอายุ 31- 40 ปี กับ กลุ่มอายุ 41-50 ปี ($P\text{-value} = .026$)

3) การศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-16 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามการศึกษาสูงสุด

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.004	4	2.751	.341	.849
Within Groups	765.436	95	8.057		
Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของ นักท่องเที่ยวทั้ง 5 กลุ่มการศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($P\text{-value} = .849$)

4) อาชีพหลัก

ตารางที่ 4-17 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามอาชีพหลัก

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75.025	4	18.756	2.520	.046
Within Groups	699.601	94	7.443		
Total	774.626	98			

จากค่าสถิติที่ได้ แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของ นักท่องเที่ยวทั้ง 5 กลุ่มอาชีพหลัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P\text{-value} = .046$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่าง นักท่องเที่ยวที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีอาชีพบริษัทเอกชนกับ กลุ่มเป็นข้าราชการ หรือ พนักงานรัฐวิสาหกิจ ($P\text{-value} = .005$) กลุ่มที่มีอาชีพบริษัทเอกชนกับ กลุ่มนักศึกษา

(P-value = .047) และ กลุ่มที่มีอาชีพบริษัทเอกชนกับ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย (P-value = .020)

5) รายได้

ตารางที่ 4-18 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามรายได้

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35.180	3	11.727	1.519	.215
Within Groups	741.260	96	7.721		
Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้นั้น แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มรายได้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .215)

6) จำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว

ตารางที่ 4-19 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามจำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26.219	4	6.555	.830	.509
Within Groups	750.221	95	7.897		
Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวทั้ง 5 กลุ่มจำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

(P-value = .509)

7) ระยะเวลาที่ปักค้างคืน

ตารางที่ 4-20 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามระยะเวลาที่ปักค้างคืน

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.117	3	5.372	.678	.567
Within Groups	760.323	96	7.920		
Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มระยะเวลาในการปักค้างคืน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

(P-value = .567)

8) สถานที่พัก

ตารางที่ 4-21 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยว จำแนกตามสถานที่พัก

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.062	2	15.531	2.021	.039
Within Groups	745.378	97	7.684		
Total	776.440	99			

จากค่าสถิติที่ได้นั้น แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของนักท่องเที่ยวทั้ง 3 กลุ่มสถานที่พัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .039)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่พักบ้านพัก และกลุ่มที่พักเต็นท์กึ่งถาวร (P-value = .047)

4.2.1.2.3) ทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

พบว่านักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวมีคะแนนทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลเฉลี่ย เท่ากับ 12.81 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หรือ คิดเป็นร้อยละ 64.05

4.2.1.2.4) การเปรียบเทียบทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-test ได้ค่า P-value มีค่า = .735 จึงสรุปได้ว่าทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวเพศชายแตกต่างจากเพศหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-22: แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามอายุ

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.968	3	5.989	.765	.516
Within Groups	751.422	96	7.827		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้นั้น แสดงว่าทักษะการคิดที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P-value = .516)

3) การศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-23 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วย
เครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามการศึกษาสูงสุด

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.054	4	9.514	1.236	.301
Within Groups	731.336	95	7.698		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้นั้น แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว
ทั้ง 5 การศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .301)

4) อาชีพหลัก

ตารางที่ 4-24 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วย
เครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามอาชีพหลัก

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.878	5	7.976	1.028	.406
Within Groups	729.512	94	7.761		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้นั้น แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว
ทั้ง 6 กลุ่มอาชีพหลัก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .406)

5) รายได้

ตารางที่ 4-25 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามรายได้

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.624	3	6.541	.838	.477
Within Groups	749.766	96	7.810		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มรายได้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($P\text{-value} = .477$)

6) จำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว

ตารางที่ 4-26 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามจำนวนครั้งในการมาท่องเที่ยว

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.890	4	4.222	.533	.712
Within Groups	752.500	95	7.921		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้ นั้นแสดงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวทั้ง 5 กลุ่มการมาท่องเที่ยว แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($P\text{-value} = .712$)

7) ระยะเวลาที่ปักค้างคืน

ตารางที่ 4-27 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามระยะเวลาที่ปักค้างคืน

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37.130	3	12.377	1.623	.041
Within Groups	732.260	96	7.628		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มตามระยะเวลาที่ปักค้างคืน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .041)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่ค้างคืน 2 คืน กับ กลุ่มที่ค้างคืน 4 คืน (P-value=.034) และกลุ่มที่ค้างคืน 3 คืน กับกลุ่มที่ค้างคืน 4 คืน (P-value = .031)

8) สถานที่พัก

ตารางที่ 4-28 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยว จำแนกตามสถานที่พัก

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.379	2	11.189	1.453	.045
Within Groups	747.011	97	7.701		
Total	769.390	99			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของนักท่องเที่ยวทั้ง 3 กลุ่มตามสถานที่พัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .045)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่พักบ้านพัก และกลุ่มที่พักเต็นท์กึ่งถาวร (P-value = .030)

4.2.1.3 ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน
สะอาดสำหรับนักท่องเที่ยว

จากผลการศึกษา พบว่านักท่องเที่ยวมีความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการดูแลรักษา
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด เฉลี่ย เท่ากับ 22.98 บาท / การมาเที่ยว 1 ครั้ง โดยนักท่องเที่ยว
มีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด 100 บาท / ครั้ง มีความเต็มใจที่จะจ่ายน้อยที่สุด 5 บาท / ครั้ง และ
พบว่าจำนวนเงินช่วงที่นักท่องเที่ยวเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด คือ 11-20 บาท / ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 64
ของตัวอย่างทั้งหมด ถัดมาคือ เต็มใจที่จะจ่าย 31-40 บาท คิดเป็นร้อยละ 13 ของตัวอย่างทั้งหมด
รองลงมาคือ เต็มใจที่จะจ่าย ต่ำกว่า 10 บาท และ 21-30 บาท คิดเป็น ร้อยละ 9 ของตัวอย่างทั้งหมด
ดังแสดงในตาราง 4-29

ตารางที่ 4-29 : แสดงค่าร้อยละของจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยว

ความเต็มใจที่จะจ่าย (บาท/ครั้ง)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 10 บาท	9
11 – 20 บาท	64
21 – 30 บาท	9
31 – 40 บาท	13
41 – 50 บาท	2
61 – 70 บาท	1
71 – 80 บาท	1
91 – 100 บาท	1

4.2.2. เจ้าหน้าที่อุทยาน ที่ทำการศึกษาทั้งหมด 16 คน

4.2.2.1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่อุทยาน

ตารางที่ 4-30 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่อุทยาน

เพศ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ชาย	13	81.3 %
หญิง	3	18.8 %

เจ้าหน้าที่อุทยานที่ทำการศึกษามีจำนวนทั้งหมด 16 คน มีเจ้าหน้าที่ชายจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.3 ของจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการศึกษาและเป็นหญิง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 18.8 ของจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4-31 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่อุทยาน

อายุ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
18 – 28 ปี	5	31.3 %
29 – 38 ปี	4	43.8 %
39 – 48 ปี	4	25.0 %

เจ้าหน้าที่ตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วง 18-46 ปี ทั้งนี้อายุน้อยของเจ้าหน้าที่เท่ากับ 32.13 ปี ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 29-38 ปี คิดเป็นร้อยละ 43.8 ของตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุอยู่ในช่วง 18 – 28 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.3 ของตัวอย่างทั้งหมด และกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุช่วง 39-48 ปีมีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25 ของเจ้าหน้าที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้ง

ตารางที่ 4-32 : แสดงจำนวนร้อยละของระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่อุทยาน

การศึกษาสูงสุด	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ประถมศึกษา	4	25 %
มัธยมศึกษา/ปวช.	11	68.8 %
อนุปริญญา/ปวส.	1	6.3 %

เจ้าหน้าที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษามีระดับการศึกษา ตั้งแต่ ประถมศึกษาจนถึงชั้นอนุปริญญา หรือปวส. ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยม หรือปวช. คิดเป็นร้อยละ 68.8 ของเจ้าหน้าที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมด และที่จบระดับอนุปริญญาหรือปวส.มีเพียงร้อยละ 6.3 ของเจ้าหน้าที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษา

4.2.2.2 การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของกลุ่มเจ้าหน้าที่อุทยานจำแนกตามตัวแปรต่างๆ

เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ เพศ อายุ และ ระดับการศึกษา

4.2.2.2.1) ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่าเจ้าหน้าที่มีคะแนนทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 36.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 52 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 71.03

4.2.2.2.2) การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-test ได้ค่า P-value มีค่า = .293 นั้น หมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่เพศหญิงแตกต่างจากเพศชาย อย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-33 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามอายุ

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.538	3	9.846	1.293	.322
Within Groups	91.400	12	7.617		
Total	120.938	15			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่ทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .322)

3) การศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-34: : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามการศึกษาสูงสุด

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.301	2	1.151	.126	.883
Within Groups	118.636	13	9.126		
Total	120.937	15			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าหน้าที่ทั้ง 3 กลุ่มการศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .883)

4.2.2.2.3) ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

พบว่าเจ้าหน้าที่มีคะแนนทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

เฉลี่ย 35.86 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 59.79

4.2.2.2.4) การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-Test ได้ว่า ค่า P-value มีค่า = .107 นั้น หมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่เพศชายแตกต่างจากเพศหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-35 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามอายุ

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	156.183	3	52.061	1.325	.312
Within Groups	471.567	12	39.297		
Total	627.750	15			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่ทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .312)

3) ระดับการศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-36 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่อุทยาน จำแนกตามระดับการศึกษา

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	52.841	2	26.420	.597	.565
Within Groups	574.909	13	44.224		
Total	627.750	15			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่ทั้ง 3 กลุ่มการศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .565)

4.2.2.4 ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด สำหรับเจ้าหน้าที่อุทยาน

จากผลการศึกษา พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด คิดเป็นร้อยละ 56.2 ของกลุ่มตัวอย่าง ไม่เต็มใจที่จะจ่าย ร้อยละ 43.8 จำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย เท่ากับ 26.56 บาท / เดือน โดยเจ้าหน้าที่ที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด 85 บาท / เดือน และพบว่าจำนวนเงินช่วงที่เจ้าหน้าที่เต็มใจที่จะจ่าย มากที่สุด คือ 30-50 บาท/เดือน คิดเป็น ร้อยละ 50 ของตัวอย่างทั้งหมด รองลงมา คือ เต็มใจที่จะจ่ายช่วง 71-100 บาท คิดเป็นร้อยละ 6.3 ของตัวอย่างทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 4-37 และภาพที่ 4-2

ตารางที่ 4-37 : แสดงค่าร้อยละของจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าหน้าที่อุทยาน

ความเต็มใจที่จะจ่าย (บาท/เดือน)	ร้อยละ
30-50	50
71-100	6.2

* ไม่เต็มใจที่จะจ่าย คิดเป็นร้อยละ 43.8 ของเจ้าหน้าที่ตัวอย่างทั้งหมด

4.2.3. เจ้าของร้านค้า สอบถามทั้งหมด 27 ร้านค้า

4.2.3.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า

ตารางที่ 4-38 : แสดงจำนวนร้อยละของเพศของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า

เพศ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ชาย	4	14.8 %
หญิง	23	85.2 %

เจ้าของร้านค้าตัวอย่างที่ทำการศึกษามีจำนวนทั้งหมด 27 เจ้าของร้านค้าที่เป็นหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 85.2 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และเป็นชาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 14.8 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4-39 : แสดงจำนวนร้อยละของอายุของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า

อายุ	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
15 – 25 ปี	6	22.2 %
26 – 35 ปี	6	22.2 %
36 - 45 ปี	5	18.5%
46 – 55 ปี	7	29.5 %
56 - 65 ปี	3	11.1 %

เจ้าของร้านค้าตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วง 17-64 ปี ทั้งนี้อายุน้อยที่สุดของเจ้าของร้านค้าเท่ากับ 39.11 ปี ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 45-55 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.9 ของตัวอย่างทั้งหมด และกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุช่วง 55-65 ปี มีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 11.1 ของเจ้าของร้านค้าตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 4 –40 : แสดงจำนวนร้อยละของการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้า

การศึกษาสูงสุด	จำนวนตัวอย่าง(คน)	ร้อยละ(%)
ประถมศึกษา	14	51.9 %
มัธยมศึกษา/ปวช.	10	37.0 %
อนุปริญญา/ปวส.	2	7.4 %
ปริญญาตรี	1	3.7%

เจ้าของร้านค้าตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีระดับการศึกษาตั้งแต่ ประถมศึกษาจนถึงชั้นปริญญาตรี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 51.9 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา และเจ้าของร้านค้าที่จบปริญญาตรี มีจำนวนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.7 ของกลุ่มตัวอย่าง

4.2.3.2 การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วย
พลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของกลุ่มเจ้าของร้านค้า

จำแนกตามตัวแปรต่างๆ

เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน
ด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ เพศ อายุ
และระดับการศึกษา

4.2.3.2.1) ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลัง
งานสะอาด

พบว่าเจ้าของร้านค้ามีคะแนนทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน
ด้วยพลังงานสะอาดเฉลี่ย 18.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 77.62

4.2.3.2.2) การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสม
ผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-test ได้ค่า P-value มีค่า = .789 นั่นคือ
ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าของร้านค้าเพศชายแตกต่างจากเพศหญิง
อย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-41 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงาน
สะอาดของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามอายุ

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.568	4	2.642	1.271	.311
Within Groups	45.729	22	2.079		
Total	56.296	26			

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน
สะอาดของเจ้าของร้านค้าทั้ง 5 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ(P-value = .311)

3) การศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-42 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามการศึกษาสูงสุด

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.939	3	5.313	3.028	.048
Within Groups	40.357	23	1.755		
Total	56.296	26			

จากค่าสถิติที่ได้ หมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้าทั้ง 3 กลุ่มการศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .048)

4.2.3.2.3) ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

เจ้าของร้านค้ามีคะแนนทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลเฉลี่ย 16.22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 67.58

4.2.3.2.4) การเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพศ

จากการทดสอบด้วย T-test ได้ค่า P-value มีค่า = .291 นั่นคือทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้าเพศชายแตกต่างจากเพศหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) อายุ

ตารางที่ 4-43 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วย
เครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามอายุ

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	155.605	4	38.901	3.067	.038
Within Groups	279.062	22	12.685		
Total	434.667	26			

จากค่าสถิติที่ได้ หมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของ
เจ้าหน้าที่ทั้ง 5 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .048)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่าง
เจ้าของร้านค้าที่มีทัศนคติแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มอายุ 15- 25 ปี กับ กลุ่มอายุ 36 – 45 ปี
(P-value =. 004) กลุ่มอายุ 15- 25 ปี กับ กลุ่มอายุ 46-55 ปี (Sig = .038) และกลุ่มอายุ 15- 25 ปี กับ
กลุ่มอายุ 55-65 ปี (P-value = .020)

2.2.2) ระดับการศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4-44 : แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วย
เครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าของร้านค้า จำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุด

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	88.452	3	29.484	1.959	.148
Within Groups	346.214	23	15.053		
Total	434.667	26			

จากค่าสถิติที่ได้ หมายถึงว่าทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเจ้าหน้าที่ทั้ง
4 กลุ่มการศึกษาสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P-value = .048)

4.2.2.4 ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสำหรับเจ้าของร้านค้า

จากผลการศึกษา พบว่าเจ้าของร้านค้าส่วนใหญ่ มีความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการมีได้ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด เฉลี่ย เท่ากับ 92.78 บาท / เดือน โดยเจ้าของร้านค้ามีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด 185 บาท / เดือน มีความเต็มใจที่จะจ่ายน้อยที่สุด 75 บาท / เดือน และพบว่าจำนวนเงินช่วงที่เจ้าของร้านค้าเต็มใจที่จะจ่าย มากที่สุด คือ 50-100 บาท/เดือน คิดเป็น ร้อยละ 77.8 ของตัวอย่างทั้งหมด จำนวนเงินช่วงที่เต็มใจที่จะจ่ายน้อยที่สุดเท่ากัน คือ ช่วง 101-150 บาท คิดเป็นร้อยละ 11 และจำนวนเงินช่วง 171-200 บาท คิดเป็นร้อยละ 11 ของตัวอย่างทั้งหมด ดังแสดงใน ตารางที่ 4-45

ตารางที่ 4-45 : แสดงค่าร้อยละของจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้า

ความเต็มใจที่จะจ่าย (บาท/เดือน)	ร้อยละ
50-100	77.8
101-150	11
171-200	11

4.2.4 การวิเคราะห์ทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลและทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด ในแต่ละกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ นักท่องเที่ยว เจ้าหน้าที่ และเจ้าของร้านค้า ผลการวิเคราะห์ แสดงได้ ดังนี้

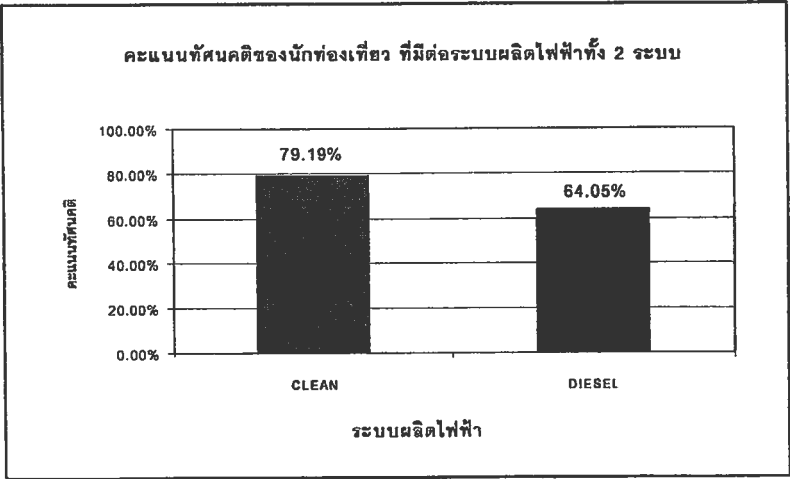
4.2.4.1 นักท่องเที่ยว

การวิเคราะห์ทัศนคติของกลุ่มนักท่องเที่ยว เปรียบเทียบระหว่างทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด กับ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล ได้ผลดังแสดงในตาราง 4-46

ตารางที่ 4-46 : เปรียบเทียบทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล กับ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1	12.5300	3.8989	.3899	11.7564	13.3036	32.138	99	.000

จากการทดสอบค่า Sig = .000 นั่นคือ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบของกลุ่มนักท่องเที่ยวแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4-1 : แสดงทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิต ไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ

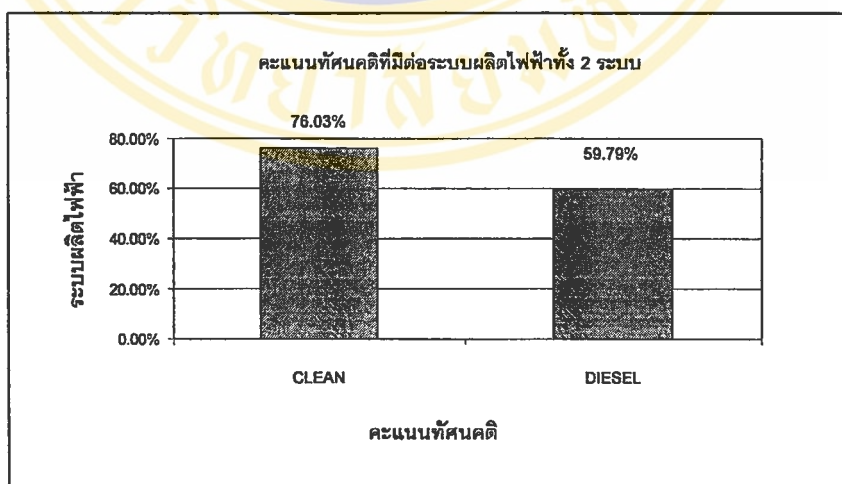
4.2.4.2 เจ้าหน้าที่อุทยาน

การวิเคราะห์ทัศนคติของกลุ่มเจ้าหน้าที่อุทยาน เปรียบเทียบระหว่างทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด กับ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-47

ตารางที่ 4-47 : เปรียบเทียบทัศนคติของเจ้าหน้าที่อุทยานที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล กับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1	1.0625	6.9711	1.7428	-2.6521	4.7771	.610	15	.551

จากการทดสอบค่า Sig = .000 นั่นคือ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบฯของกลุ่มเจ้าหน้าที่อุทยานแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4-2 : แสดงทัศนคติของเจ้าหน้าที่อุทยานที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ

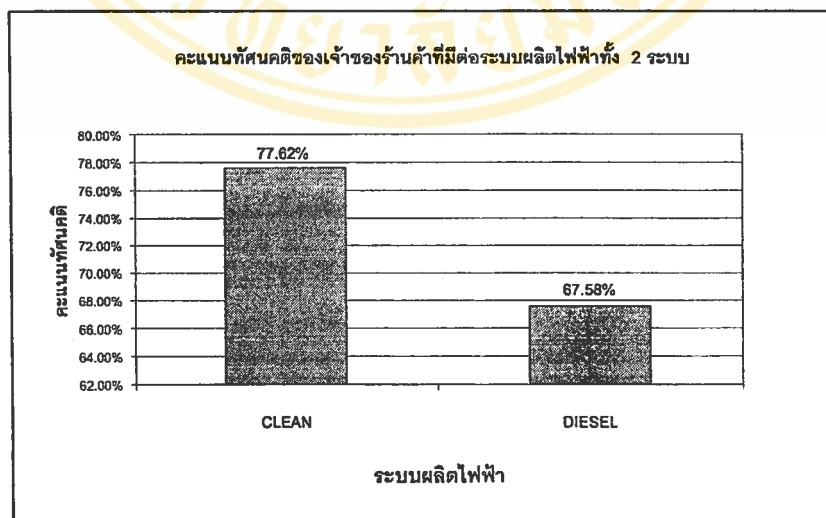
4.2.4.3 เจ้าของร้านค้า

การวิเคราะห์ทัศนคติของกลุ่มเจ้าของร้านค้าเปรียบเทียบระหว่างทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล ดังแสดงในตารางที่ 4-48

ตารางที่ 4-48 : เปรียบเทียบทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบกับทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1	2.4074	4.3876	.8444	.6717	4.1431	2.851	26	.008

จากการทดสอบค่า Sig = .008 นั่นคือ ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ ของกลุ่มเจ้าของร้านค้าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ



แผนภูมิที่ 4-3 : แสดงทัศนคติของเจ้าของร้านค้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบ

4.2.5 การเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดจำแนกตามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

4.2.5.1 นักท่องเที่ยว

จากการวิจัยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ที่ทำการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4-50

ตารางที่ 4-49 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวจำแนกตามตัวแปรต่างๆ

ตัวแปร	F- cal	P-Value (Sig of 2-tailed)
เพศ	.972	.326
* อายุ	3.039	.033 *
ระดับการศึกษาสูงสุด	.402	.807
รายได้	1.682	.176
* อาชีพ	2.044	.048 *
จำนวนครั้งในการมาเที่ยว	.901	.467
จำนวนคืนที่พักค้างคืน	.684	.586
* สถานที่พัก	4.996	.009 *

หมายเหตุ * คือ พบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พบว่า อายุ อาชีพ และสถานที่พัก ที่แตกต่างกัน จะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน อธิบายจำแนกตามตัวแปรต่างๆ ได้ดังนี้

(1) อายุ

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ (P-value = .033)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี กับ กลุ่มอายุ 31-40 ปี (P-value = .024) และกลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี กับกลุ่มอายุ 41-50 ปี (P-value = .012)

(2) อาชีพ

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\text{-value} = .048$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มนักท่องเที่ยวที่เป็นนักเรียนกับ กลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ($P\text{-value} = .041$) และกลุ่มกลุ่มนักท่องเที่ยวที่เป็นนักศึกษา กับ นักท่องเที่ยวที่มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ($P\text{-value} = .046$)

(3) สถานที่พัก

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวทั้ง 3 กลุ่มสถานที่พักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\text{-value} = .009$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่พักบ้านพักกับ กลุ่มที่พักเดินที่ถึงถาวร ($P\text{-value} = .013$)

4.2.5.2 เจ้าหน้าที่อุทยาน

จากการวิจัยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ที่ทำการศึกษ ดังแสดงในตาราง 4-51

ตารางที่ 4-50 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าหน้าที่อุทยานจำแนกตามตัวแปรต่างๆ

ตัวแปร	F- cal	P-Value (Sig of 2-tailed)
* เพศ	5.584	.033 *
อายุ	.462	.714
ระดับการศึกษาสูงสุด	1.272	.343

หมายเหตุ * คือ พบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าเจ้าหน้าที่เพศชายกับเจ้าหน้าที่เพศหญิงมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกันมีนัยสำคัญ ($P\text{-value} = .033$)

4.2.5.3 เจ้าของร้านค้า

จากการวิจัยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ที่ทำการศึกษา ดังแสดงในตาราง 4-52

ตารางที่ 4-51 : เปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าจำแนกตามตัวแปรต่างๆ

ตัวแปร	F- cal	P-Value (Sig of 2-tailed)
* เพศ	5.654	0.025 *
* อายุ	1.027	.042 *
ระดับการศึกษาสูงสุด	.303	.823

หมายเหตุ * คือ ผ่านการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พบว่า ตัวแปร เพศ และอายุ ที่แตกต่างกัน จะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน อธิบายจำแนกตามตัวแปรต่างๆ ได้ดังนี้

(1) เพศ

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าของร้านค้าเพศชายกับเจ้าของร้านค้าเพศหญิงมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกันมีนัยสำคัญ(P-value = .025)

(2) อายุ

จากค่าสถิติที่ได้ พบว่าความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าทั้ง 4 กลุ่มอายุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P-value = .042)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายคู่ โดยวิธี LSD พบว่า กลุ่มตัวอย่างเจ้าของร้านค้าที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มอายุ 15-25 ปี กับกลุ่มอายุ 46-55 ปี (P-value = .034)

4.3 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน สะอาด และการประเมินมูลค่าของระบบผลิตไฟฟ้า

ลักษณะของโครงการ : มีลักษณะเป็นสาธารณะประโยชน์ มีอายุโครงการครอบคลุม 20 ปี โดยรัฐ
เป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด อัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ 12 %

4.3.1 การวิเคราะห์หาค่า NPV, IRR , B/C Ratio ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Hybrid System) ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

4.3.1.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้น

(1) ค่าลงทุน หรือค่าจัดหา(Investment Cost) ประกอบด้วย

ตารางที่ 4-52 : แสดงค่าลงทุน หรือค่าจัดหา(Investment Cost)

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)	มูลค่ารวม (บาท)	อายุการใช้ งาน(ปี)
1	แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 7.5 กิโลวัตต์	100 แผง	16,500.00	1,650,000.00	20
2	กังหันลม ขนาด 2.5 กิโล วัตต์	1 ตัว	250,201.19	250,201.19	10
1	อินเวอร์เตอร์ ขนาด 5 กิโล วัตต์	2 เครื่อง	335,044.29	670,088.58	10
4	แบตเตอรี่ 2 โวลท์ , 650 Ah	180 ลูก	7,480.00	1,346,400.00	10
5	โครงสร้างแผงโซลาร์เซลล์	1 ชุด	112,433.75	112,433.75	20
6	โครงสร้างกังหันลม	1 ชุด	284,800	284,800.00	20
7	ชุดประจุแบตเตอรี่	1 เครื่อง	140,000	140,000.00	10
8	ระบบควบคุม	1 ชุด	458,333.00	458,333.00	10
- 9	โรงเรือนระบบแบตเตอรี่	1 หลัง	494,559.90	494,559.90	20
10	ค่าหลอดไฟฟ้าที่เปลี่ยน ให้เป็นหลอดขนาด 13 วัตต์	600 หลอด	250	150,000	10
11	ค่าขนส่งวัสดุ-อุปกรณ์			1,700,000	
	รวม			7,256,816.42	

(2) ค่าดำเนินการ(Operating Cost) ประกอบด้วย

ตารางที่ 4-53 : แสดงค่าดำเนินการ(Operating Cost)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ลิตร / ปี)	มูลค่ารวม (บาท)
1	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(ลิตร / ปี)	1,090	15,848.60

หมายเหตุ : อัตราน้ำมันดีเซล = 12 บาท / ลิตร

(4) ค่าบำรุง และดูแลรักษา(Maintenance Cost)

ตารางที่ 4-54 : แสดงค่าบำรุง และดูแลรักษา(Maintenance Cost)

ลำดับ ที่	รายการ	อายุการใช้ งาน (ปี)	อัตราค่าบำรุงรักษา (เท่าของมูลค่ารวม)	มูลค่าของ อุปกรณ์รวม (บาท)	เงินในการบำรุง รักษาโครงการ (บาท)
1	แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 7.5 กิโลวัตต์	20	0.005	1,650,000.00	8,250.00
2	กังหันลม ขนาด 2.5 กิโลวัตต์	10	0.01	250,201.19	2,502.01
3	อินเวอร์เตอร์ ขนาด 5 กิโลวัตต์	10	0.03	670,088.58	20,102.66
4	แบตเตอรี่ 2 โวลท์ , 650 Ah	20	0.03	1,346,400.00	40,392.00
5	โครงสร้างแผงโซลาร์ เซลล์	20	0.01	112,433.75	1,124.34
6	โครงสร้างกังหันลม	20	0.01	284,800.00	2,848.00
7	ชุดประจุแบตเตอรี่	10	0.03	140,000.00	4,200.00
8	ระบบควบคุม	10	0.02	458,333.00	9,166.66
	รวม				88,585.67

ค่าบำรุง และดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า(Maintenance Cost) ตลอดอายุการใช้งาน 20 ปี

เท่ากับ 88,585.67บาท หรือ คิดเป็น 4,429.28 บาท / ปี

4.3.1.2 ผลตอบแทนของโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน

สะอาด(Hybrid System)

(1) ผลตอบแทนด้านการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง(น้ำมันดีเซล)

การผลิตไฟฟ้าในอุทยานนี้เมื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ใช้ น้ำมันดีเซล 12,000 ลิตร / ปี ส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ใช้ น้ำมันดีเซล 1,090 ลิตร / ปี

ฉะนั้นจะมีการประหยัดการใช้ น้ำมันดีเซลลงได้เมื่อนำเอาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานมาใช้แทนระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เท่ากับ $12,000 - 1,090 = 10,910$ ลิตร ต่อ ปี และคิดเป็นราคาค่าน้ำมันดีเซลที่ประหยัดลงได้ เท่ากับ $10,910 * (14.54 + 13.99) = 311,262$ บาท ต่อ ปี

* ราคาค่าน้ำมันดีเซล คิดที่อัตรา 14.54 บาท / ลิตร (ข้อมูลเดือน พฤษภาคม 2544)

ราคาค่าขนส่งน้ำมัน คิดที่อัตรา 13.99 บาท / ลิตร

(2) การประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษา(Maintenance Cost)

ตารางที่ 4 -55 : แสดงค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost)

เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า	จำนวนเชื้อเพลิงที่ ใช้งานในแต่ละปี	อัตราค่าบำรุง รักษา(บาท / ชั่วโมง)	ค่าบำรุงรักษาต่อปี (บาท / ปี)
ก่อนการดำเนิน โครงการระบบผลิต ไฟฟ้าแบบผสมผสาน	1,460	1.75	2,555
เมื่อมีการดำเนิน โครงการระบบผลิต ไฟฟ้าแบบผสมผสาน	32	1.75	56

การประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost) เมื่อนำเอาโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานมาใช้แทนระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เท่ากับ $2,555 - 56 = 2,499$ บาท / ปี

รวมเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost)และน้ำมันเชื้อเพลิง เท่ากับ $311,262 + 2,499 = 313,761$ บาท ต่อ ปี

ดังนั้น ค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน คือ

ค่าลงทุน(Investment Cost) ในปีแรก = 7,256,816.42 บาท

ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ในปีที่ 10 (Replacement Cost) = 3,015,022.77 บาท

ค่าดำเนินการ(Operation Cost) = 8,904 บาท / ปี

ค่าดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost) = 4,429.28 บาท / ปี

รวมค่าดำเนินการ+ค่าดูแลรักษา(O&M Cost) = 13,333.28 บาท / ปี

ผลตอบแทนทั้งหมดจากโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน คือ

ค่าผลตอบแทนการประหยัดค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซล = 311,262 บาท / ปี

ค่าผลตอบแทนการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำรุงรักษา(Maintenance Cost)
= 2,499 บาท / ปี

รวมเป็น $895,884 + 2,499 = 313,761$ บาท ต่อปี

ตารางที่ 4-56 : แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ 20 ปีโดยที่ไม่ได้รวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเข้าไปในการวิเคราะห์

ปีที่	cost const	O&M	Total Cost	Benefit	Net cash flow
1	7,256,816.42	13,333.28	7,270,149.70	268,484.80	-7,001,664.90
2		13,333.28	13,333.28	306,451.00	293,117.72
3		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
4		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
5		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
6		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
7		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
8		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
9		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
10	3,015,022.77	13,333.28	3,028,356.05	313,761.00	-2,714,595.05
11		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
12		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
13		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
14		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
15		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
16		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
17		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
18		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
19		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72
20		13,333.28	13,333.28	313,761.00	300,427.72

NPV = -5,249,018.60

B/C Ratio = 0.590

IRR = -7.050%

สรุปได้ว่า : มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเมื่อปรับค่าอัตราดอกเบี้ยแล้วเท่ากับ - 5,249,018.60 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เท่ากับ 0.59 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เท่ากับ -7.05 %

4.3.2 การประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อมของโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

โครงการนี้จะมีผลทำให้ลดการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ การประเมินมูลค่าของโครงการนี้ออกมาโดยวิธี contingent valuation method ซึ่งเป็นการประเมินความเต็มใจที่จะจ่ายอันเนื่องมาจากการได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากโครงการ โดยสอบถามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าถึงจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายเพื่อบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด พบว่า

4.3.2.1 กลุ่มนักท่องเที่ยวตัวอย่าง จำนวน 100 คน

มีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 22.98 บาท/การมาท่องเที่ยว 1 ครั้ง / คน ซึ่งจากข้อมูลสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวภูกระดึงในแต่ละปี เป็นจำนวน 52,748 คน/ปี ดังนั้นมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายรวม เท่ากับ 1,212,149 บาท/ปี

4.3.2.2 กลุ่มเจ้าหน้าที่อุทยานตัวอย่าง จำนวน 16 คน

มีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 26.56 บาท/คน/เดือน จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ประจำการอยู่ข้างบนภูกระดึง มีประมาณ 20 คน ดังนั้น มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายรวม เท่ากับ 531.2 บาท/เดือน หรือ คิดเป็น 6,374.4 บาท/ปี

4.3.2.3 กลุ่มเจ้าของร้านค้าตัวอย่าง จำนวน 27 คน

มีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 92.78 บาท/คน/เดือน จำนวนเจ้าของร้านที่เปิดร้านประจำอยู่ข้างบนภูกระดึงตลอดฤดูท่องเที่ยว มีประมาณ 30 คน ดังนั้น มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายรวม เท่ากับ 2783.4 บาท/เดือน หรือ คิดเป็น 22,267.2 บาท/ 1 ฤดูกาลท่องเที่ยว (8 เดือน) ดังนั้น มูลค่าของความเต็มใจที่จะจ่ายในการดูแลรักษาและซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดรวม ของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด เท่ากับ 1,240,790.6 บาท/ปี

ผลวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน เมื่อรวมมูลค่าผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefit) ที่เกิดจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด ซึ่งเป็นมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายรวม ของทั้ง 3 กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

กำหนดสมมติฐานว่า : มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายรวมที่ได้จากการสัมภาษณ์ จะมีมูลค่าเท่ากันทุกปี ตลอดอายุของโครงการ และ อัตราดอกเบี้ย 10 %

ตารางที่ 4-57 : แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ 20 ปีโดยที่รวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเข้าไปในการวิเคราะห์

O&M	Total Cost	Benefit	Environmental Benefit	Cash flow
13,333.28	7,270,149.70	268,484.80	1,240,790.60	-5,760,874.30
13,333.28	13,333.28	306,451.00	1,240,790.60	293,117.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	3,028,356.05	313,761.00	1,240,790.60	-2,714,595.05
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72
13,333.28	13,333.28	313,761.00	1,240,790.60	300,427.72

NPV= 5,314,531.24

B/C Ratio = 2.95

IRR = 24.53%

สรุปได้ว่า : มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการซึ่งรวมมูลค่า Environmental Benefit แล้ว เมื่อปรับค่าอัตราดอกเบี้ยแล้ว เท่ากับ 5,314,531.41 บาท , อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เท่ากับ 2.95 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เท่ากับ 24.53%

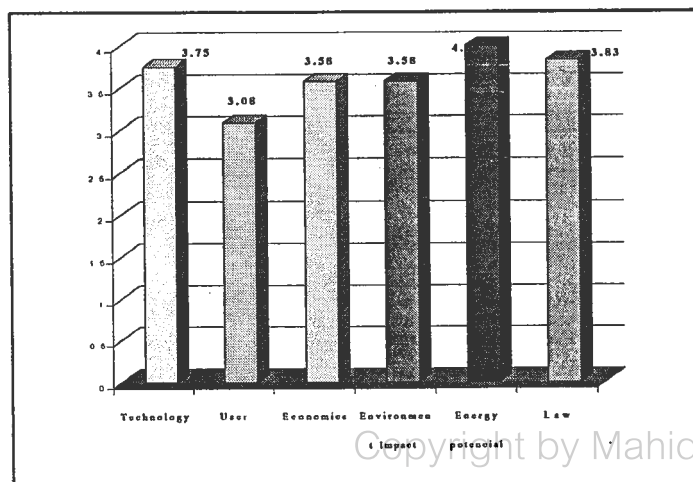
4.4 สรุปความคิดเห็นในการให้คะแนน(Weighting) ในแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งชาติ

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน ได้ผลการให้คะแนนการประเมินความสำคัญของแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าเรียงตามลำดับคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-59 และภาพที่ 4-4

ตารางที่ 4-58 สรุปคะแนนปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าจากความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
- ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่	48	4.00
- ความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม	46	3.83
- ความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยี	45	3.75
- ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์	43	3.58
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า	43	3.58
- ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า ในการพึ่งพาการใช้พลังงานที่ทดแทนใหม่ได้ จากเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลัก	37	3.08

จากผลการศึกษา พบว่า แต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี มีคะแนนใกล้เคียงกันมาก ปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่ามีค่ามากที่สุดในการประเมินเทคโนโลยี คือ ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่ และปัจจัยที่ให้คะแนนน้อยที่สุดคือ ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้าในการพึ่งพาการใช้พลังงานที่ทดแทนใหม่ได้ จากเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลัก



ภาพที่ 4-4 แสดงคะแนนของแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อพิจารณาความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ดังนี้ (19)

จากแบบสอบถาม มีมาตราส่วนในการประเมินค่าความเหมาะสมของปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี 5 ระดับ ดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | เหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | เหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด |

1. ค่ามัธยฐาน

ค่ามัธยฐานที่คำนวณได้จากคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

- | | | | |
|----------------------|-----------|---------|-------------------------|
| ขอบเขตมัธยฐานเท่ากับ | 4.50-5.00 | แสดงว่า | ข้อนี้เหมาะสมมากที่สุด |
| ขอบเขตมัธยฐานเท่ากับ | 3.50-4.49 | แสดงว่า | ข้อนี้เหมาะสมมาก |
| ขอบเขตมัธยฐานเท่ากับ | 2.50-3.49 | แสดงว่า | ข้อนี้เหมาะสมปานกลาง |
| ขอบเขตมัธยฐานเท่ากับ | 1.50-2.49 | แสดงว่า | ข้อนี้เหมาะสมน้อย |
| ขอบเขตมัธยฐานเท่ากับ | 0.50-1.49 | แสดงว่า | ข้อนี้เหมาะสมน้อยที่สุด |

2. ฐานนิยม และผลต่างระหว่างค่ามัธยฐานกับฐานนิยม

ทำการคำนวณค่าของฐานนิยมในแต่ละข้อความ แล้วนำมาหาค่าผลต่างระหว่างมัธยฐานกับฐานนิยมที่ได้ในแต่ละรายข้อที่ตรงกัน เพื่อเป็นการสนับสนุนความสอดคล้องต้องกันของความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง จากสถิติการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางค่ามัธยฐานกับฐานนิยมมีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำค่าทั้งสองมาหาผลต่างระหว่างค่ามัธยฐานกับค่าฐานนิยมมีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำค่าทั้งสองมาหาผลต่างจะพบว่าข้อความที่มีผลต่างระหว่างค่ามัธยฐาน กับ ฐานนิยมไม่เกิน 1.00 แสดงว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันกับข้อความนั้น

3. ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

กำหนดค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ โดยการคำนวณค่าความแตกต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 คำนี้นำมาใช้พิจารณาความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แปลตามความหมายตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัย กำหนดไว้ดังนี้

- น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1.50 แสดงว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกัน
- 1.51 – 1.99 แสดงว่า ความคิดเห็นสอดคล้องกันพอสมควร
- เท่ากับ หรือมากกว่า 2.00 แสดงว่า ความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน

ผลการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 4-59

ตารางที่ 4-59 : แสดงค่า มัธยฐาน ฐานนิยม ผลต่างมัธยฐานกับ ฐานนิยม และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ในแต่ละปัจจัย

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	มัธยฐาน	ฐานนิยม	ผลต่างระหว่างมัธยฐานกับ ฐานนิยม	ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์
- ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่	4	4	0	1.75
- ความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม	4	4	0	1.75
- ความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยี	4	4	0	1.75
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า	4	4	0	1.75
- ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์	4	4	0	1.75
- ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า ในการพึ่งพาการใช้พลังงานที่ทดแทนใหม่ได้ จากเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลัก	3	2	1	1.00

จากตารางที่ 4-59 แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละหัวข้อปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน

4.4.2 การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยย่อยในแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า ของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง

ตารางที่ 4-60 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยี

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
1. ความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยี	3.75
- ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า(ความเพียงพอของไฟฟ้าที่ผลิตได้กับการใช้ไฟฟ้า)	1.50 ให้น้ำหนักคะแนน $3.75 \times 1.50 = 5.625$
- ความสามารถในการดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า	1.58 ให้น้ำหนักคะแนน $3.75 \times 1.58 = 5.925$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อย ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญ ต่อปัจจัยย่อยด้านประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อย ด้านความสามารถในการดูแลรักษาและซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้าเป็นลำดับถัดไป

ตารางที่ 4-61 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้าน ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
2. ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า ในการพึ่งพาการใช้พลังงานที่ทดแทนใหม่ได้ จากเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลัก	3.08
- ความต้องการของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาาระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องดีเซล	2.33 ให้น้ำหนักคะแนน $3.08 \times 2.33 = 7.176$
- การยอมรับของผู้ใช้ไฟฟ้า ต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่	1.92 ให้น้ำหนักคะแนน $3.08 \times 1.92 = 5.914$
- การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า และทัศนคติที่มีต่อการประหยัดพลังงานจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า	2.08 ให้น้ำหนักคะแนน $3.08 \times 2.08 = 6.406$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญ ต่อปัจจัยย่อยด้านความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยด้านการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นลำดับถัดไป และปัจจัยย่อยที่ให้น้ำหนักคะแนนน้อยที่สุด คือ ปัจจัยย่อยด้านการยอมรับของผู้ใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 4-62 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
3. ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์	3.58
- ค่า NPV (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ)	2.42 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 2.42 = 8.664$
- ค่า IRR (อัตราผลตอบแทนภายใน)	2.67 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 2.67 = 9.559$
- ค่า B/C Ratio (อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน)	2.50 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 2.50 = 8.950$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญต่อปัจจัยย่อยด้านอัตราผลตอบแทนภายในเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยด้านอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนเป็นลำดับถัดไป และปัจจัยย่อยที่ให้น้ำหนักคะแนนน้อยที่สุด คือ ปัจจัยย่อยด้านมูลค่าปัจจุบันสุทธิ

ตารางที่ 4-63 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า	3.58
- มลพิษทางอากาศ	2.17 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 2.17 = 7.769$
- มลพิษทางเสียง	2.42 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 2.42 = 8.664$
- การปนเปื้อนของคราบน้ำมันในดิน	1.67 ให้น้ำหนักคะแนน $3.58 \times 1.67 = 5.979$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญต่อผลกระทบที่เกิดจากเทคโนโลยี ต่อปัจจัยย่อยด้านมลพิษทางเสียงเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนน ปัจจัยย่อยด้านมลพิษทางอากาศเป็นลำดับถัดไป และปัจจัยย่อยที่ให้น้ำหนักคะแนนน้อยที่สุด คือ การปนเปื้อนของคราบน้ำมันในดิน

ตารางที่ 4-64 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
5. ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่	4.00
- พลังงานแสงแดด	3.00 ให้น้ำหนักคะแนน $4.00 \times 3.00 = 12.000$
- พลังงานลม	1.75 ให้น้ำหนักคะแนน $4.00 \times 1.75 = 7.000$
- การจัดหาน้ำมันเชื้อเพลิง	1.33 ให้น้ำหนักคะแนน $4.00 \times 1.33 = 5.320$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญ ต่อปัจจัยย่อยด้านพลังงานแสงแดดเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยด้านพลังงานลม เป็นลำดับถัดไป และปัจจัยย่อยที่ให้น้ำหนักคะแนนน้อยที่สุด คือ ปัจจัยย่อยด้านน้ำมันเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4-65 : การให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยของปัจจัยในด้านความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ
6. ความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม	3.83
- ความสอดคล้องกับนโยบายของกรมป่าไม้	1.58 คะแนนรวม $3.83 \times 1.58 = 6.051$
- ความสอดคล้องกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม	1.75 คะแนนรวม $3.83 \times 1.75 = 6.703$

จากการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า พิจารณาให้คะแนนความสำคัญ ต่อปัจจัยย่อยด้านความสอดคล้องกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมเป็นอันดับแรกก่อน และจะให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยย่อยด้านความสอดคล้องกับนโยบายกรมป่าไม้เป็นลำดับถัดไป

4.4.3 สรุปผลการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

ตารางที่ 4-66: แสดงผลการให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	คะแนน	การให้น้ำหนักคะแนน
1. ความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยี		
- ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า(ความเพียงพอของไฟฟ้าที่ผลิตได้กับการใช้ไฟฟ้า)	1.50	5.625
- ความสามารถในการดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า	1.58	5.925
2.ความพร้อมของผู้ใช้ไฟฟ้า ในการพึ่งพาการใช้พลังงานที่ทดแทนใหม่ได้ จากเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหลัก		
- ความต้องการของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่เพื่อแก้ไขปัญหา ระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล	2.33	7.176
- การยอมรับของผู้ใช้ไฟฟ้า ต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่	1.92	5.914
- การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า และทัศนคติที่มีต่อการประหยัดพลังงานจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า	2.08	6.406
3. ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์		
- ค่า NPV (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ)	2.42	8.664
- ค่า IRR (อัตราผลตอบแทนภายใน)	2.67	9.559
- ค่า B/C Ratio (อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน)	2.50	8.950
4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า		
- มลพิษทางอากาศ	2.17	7.769
- มลพิษทางเสียง	2.42	8.664
- การปนเปื้อนของคราบน้ำมันในดิน	1.67	5.979
5. ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่		
- พลังงานแสงแดด	3.00	12.000
- พลังงานลม	1.75	7.000
- การจัดหา น้ำมันเชื้อเพลิง	1.33	5.320
6. ความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงาน/เป้าหมายของนโยบายกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม		
- ความสอดคล้องกับนโยบายของกรมป่าไม้	1.58	6.051
- ความสอดคล้องกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม	1.75	6.703

4.5 สรุปการเปรียบเทียบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง

ตารางที่ 4-67: แสดงจุดเด่นและจุดด้อยของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด	
จุดเด่น	จุดด้อย
1. ด้านเทคนิค - การดูแลรักษา ซ่อมแซมต่ำ / น้อยครั้ง - การดูแลรักษาง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน - อายุการใช้งานนาน ประมาณ 20 ปี - แหล่งพลังงานสะอาด คือ พลังงานแสงแดด และ พลังงานลม สามารถหาได้ง่าย มีอยู่โดยทั่วไป ใช้ได้ไม่มีวันหมดสิ้น ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อ - ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ได้ถึงปีละ 106,142 บาท	1. ด้านเทคนิค - ต้องการพื้นที่ว่างค่อนข้างมากในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และกังหันลม - ความมั่นคงทางไฟฟ้า(Reliability)ของระบบผลิตไฟฟ้าต่ำ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ขึ้นกับพลังงานแสงแดดและพลังงานลม ซึ่งแปรผันตามสภาพดินฟ้าอากาศ ซึ่งอาจไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอในบางช่วงขณะ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องยนต์ดีเซลเป็นระบบ Back Up - ต้องมีแบตเตอรี่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ เพื่อจะสามารถใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา
2. ด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน - เมื่อรวมผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ ประเมินมูลค่าจากจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งเท่ากับ 1,240,791 บาท/ปี จากการวิเคราะห์โครงการนี้พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน 3,690,581 บาท	2. ด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน - เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงมาก - จากการวิเคราะห์โครงการนี้ ตลอดอายุโครงการ 20 ปี ใช้อัตราดอกเบี้ย 10 % พบว่าไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากเมื่อสิ้นสุดโครงการต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ตอบแทน 5,577,433 บาท
3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม - ไม่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำมันในดิน	3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม —

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด (ต่อ)	
จุดเด่น	จุดด้อย
4. ด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้า และการจัดการในการใช้ไฟฟ้า - สามารถได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น และใช้ไฟฟ้าได้เป็นระยะเวลานานขึ้น - นักท่องเที่ยว (คะแนน 79.19%) เจ้าหน้าที่อุทยาน (คะแนน 71.03%) และเจ้าของร้านค้า (คะแนน 77.%) มีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาดสูง - ส่วนใหญ่ให้การยอมรับให้มีการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าในอุทยานนี้สูงถึง นักท่องเที่ยว (88%) เจ้าหน้าที่อุทยาน (100%) และเจ้าของร้านค้า (100%)	4. ด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้า และการจัดการในการใช้ไฟฟ้า - ต้องมีการจำกัดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟสูง และ ต้องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด อาจทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้ารู้สึกที่ไม่ได้รับความสะดวกสบาย - ต้องมีการจัดการในการใช้ไฟฟ้าอย่างเคร่งครัด และการปฏิบัติอย่างจริงจัง ระบบผลิตไฟฟ้าถึงจะสามารถใช้ได้อย่างเพียงพอ



ตารางที่ 4-68: แสดงจุดเด่นและจุดด้อยของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล	
จุดเด่น	จุดด้อย
1. ด้านเทคนิค - ระบบผลิตไฟฟ้ามีความมั่นคงทางพลังงานสูง (Reliability) - สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องจำกัดการใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟฟ้าสูง	1. ด้านเทคนิค - ทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ หากไม่ได้ใช้ไฟฟ้าอย่างเต็มที่ - ใช้น้ำมันเป็นแหล่งเชื้อเพลิงทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อน้ำมันสูงถึงปีละ 174,480 บาท และการขนส่งน้ำมันเป็นไปอย่างยากลำบาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน และน้ำมันมีแนวโน้มที่มีราคาสูงมากขึ้นในอนาคต - ต้องมีการดูแลรักษาเครื่องยนต์ดีเซลบ่อยครั้ง และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องยนต์ปีละประมาณ 3,000 บาท - อายุการใช้งานต่ำ ประมาณ 10-15 ปี
2. ด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน - เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่สูงมาก	2. ด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน - เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าสูง เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อน้ำมันดีเซล , ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการดูแลเครื่องยนต์ หรือค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องยนต์
3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ขณะเครื่องยนต์ดีเซลผลิตไฟฟ้า ทำให้เกิดภาวะมลพิษสู่สภาพแวดล้อม คือ - การปลดปล่อยก๊าซมลพิษต่างๆจากเครื่องยนต์ดีเซล เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกสู่สภาพแวดล้อม - การเกิดมลพิษทางเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซล - การปนเปื้อนของน้ำมันในดิน

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล(ต่อ)	
จุดเด่น	จุดด้อย
4. ด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้า และการจัดการในการใช้ไฟฟ้า - สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องจำกัดมากการใช้ / สามารถใช้ได้เต็มประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า	4. ด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้า และการจัดการในการใช้ไฟฟ้า - สามารถใช้ไฟฟ้าได้ในระยะเวลาที่จำกัด คือ เฉพาะในช่วง เวลา 18.00 – 22.00 น ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจไม่ได้รับความสะดวกสบาย หากต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงหลังจากที่มีการปิดไฟฟ้าจากเครื่องยนต์แล้ว - ทำให้มีทัศนคติต่อการใช้ไฟฟ้าต่ำในเรื่องการใช้อย่างประหยัดพลังงาน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง การประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติภูกระดึง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์ การลงทุน ด้านทัศนคติของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า และการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

ซึ่งสามารถอภิปรายผลการศึกษา จำแนกตามประเด็นที่ทำการศึกษา ดังนี้

5.1 การศึกษาเปรียบเทียบด้านมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของ น้ำมันในดินของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เครื่องยนต์ดีเซล

5.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วย พลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

5.3 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วย พลังงานสะอาด

5.4 การศึกษาด้านการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงาน สะอาด จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธีเดลฟายน์

5.1 การศึกษาเปรียบเทียบด้านมลพิษทางอากาศ , มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของ น้ำมันในดินของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วย เครื่องยนต์ดีเซล

ด้านมลพิษทางอากาศ พบว่าก๊าซมลพิษต่างๆ จากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล จะมีปริมาณก๊าซมลพิษต่างๆ มากกว่าระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดจากการ ตรวจวัดทุกครั้ง อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ทั้ง 2 ระบบผลิตไฟฟ้า แต่ความเข้มข้นของก๊าซมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลที่บรรยากาศทั่วไป มีค่าไม่เกิน ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ การที่ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากทั้ง 2 ระบบผลิตไฟฟ้ามีค่า เป็นศูนย์ อธิบายได้ว่า จากการตรวจวัดไม่พบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ระลอกจากเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องมาจากการที่ในปัจจุบัน ได้มีข้อกำหนดที่จะให้มีปริมาณซัลเฟอร์เจือปนในน้ำมัน ได้ไม่เกิน

0.05% โดยน้ำหนัก ประกอบกับเครื่องชนิดดีเซลที่ตรวจวัดเป็นเครื่องที่ค่อนข้างใหม่ มีอายุการใช้งานน้อย จึงทำให้สภาพเครื่องชนิดนี้มีประสิทธิภาพดี ส่งผลให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมาน้อยมาก ซึ่งในความเป็นจริงปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาไม่ได้มีค่าเป็นศูนย์ แต่อยู่ในช่วง ตั้งแต่ 0.1 – 0.9 ppm ซึ่งถือว่ามิต่ำน้อยมาก เนื่องจากช่วงในการวัดของเครื่องมือ Gas Analyzer อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ppm – 5,000 ppm นั้น คือ ต้องมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาอย่างน้อยเท่ากับ 1 ppm จึงจะแสดงผลออกมาได้ เมื่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมา อยู่ในช่วงต่ำกว่า 1 (0.1 – 0.9) เครื่องมือจะชี้วัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาเท่ากับศูนย์ หรือไม่ตรวจพบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ด้านมลพิษทางเสียง พบว่าระดับเสียงบริเวณที่ติดตั้งเครื่องชนิดดีเซล มีค่ามากที่สุดคือ 98 เดซิเบล เอ ส่วนระดับเสียงจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องชนิดดีเซลในบริเวณอื่นๆ จะมีระดับเสียงลดลงตามระยะห่างจากบริเวณที่ติดตั้งเครื่องชนิดดีเซลออกไปตามลำดับ ส่วนระดับเสียงจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดเสียงดังที่ผิดปกติจากการตรวจวัด เป็นเพียงเสียงของสภาพแวดล้อม เท่ากับ 40 เดซิเบล เอ ในทุกระยะการตรวจวัด เฉพาะบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ ซึ่งระดับเสียงจากระบบผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกัน คือ ต่างมีค่า 40 เดซิเบล เอ เท่ากัน และพบว่าระดับเสียงจากบริเวณตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องชนิดดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้นที่มีค่าเกินค่ามาตรฐานระดับเสียงในชุมชนที่กำหนดไว้

ด้านการปนเปื้อนของน้ำมันในดิน พบว่า ค่า Grease and oil ที่ปนเปื้อนในดิน จากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องชนิดดีเซล จะมีปริมาณค่อนข้างสูง แต่ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมันจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และค่า Grease and oil ของอุทยานแห่งชาติภูกระดึงแตกต่างจากที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตาอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่จะมีความแตกต่างจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งอย่างมีนัยสำคัญ

ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าระดับมลพิษทั้งทางด้านอากาศ มลพิษทางเสียง และการปนเปื้อนของน้ำมันดีเซลจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องชนิดดีเซล เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานทางอากาศในบรรยากาศทั่วไป หรือมาตรฐานระดับเสียงในชุมชนที่กำหนดไว้ ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน แต่จะถือว่ามลพิษต่างๆที่เกิดจากเครื่องชนิดดีเซลไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ได้ เนื่องจากค่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมที่นำมาคิดเป็นค่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้โดยทั่วไป ไม่ได้เจาะจงว่าเป็นค่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมเฉพาะในเขตอุทยานหรือพื้นที่อนุรักษ์ (เนื่องจากประเทศไทยยังไม่ได้มีการจัดทำ) ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และเป็นสถานที่ที่ละเอียดอ่อนกว่าที่อื่นๆ ทั่วไปเพราะเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ค่ามาตรฐานต่างๆที่กำหนดไว้เป็น

ระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจมีผลกระทบต่อสัตว์ป่าชนิดต่างๆ เช่น เสี่ยงดังอาจมีผลต่อลูกอ่อนของสัตว์ และน้ำมันที่รั่วไหลลงไปแหล่งน้ำอาจส่งผลกระทบต่อลูกปลาขนาดเล็กรวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยและแหล่งพักตัวของตัวอ่อนของสัตว์น้ำได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อน้ำมันในแหล่งน้ำ เมื่อนกบินเข้าไป หรือมีคราบน้ำมันติดอยู่ตามขนนก จะทำให้ความสามารถในการกั้นน้ำของขนนกลดลง มีผลทำให้ความสมดุลความร้อนในร่างกายนกเสียไป ส่งผลให้นกวางไข่น้อยลง เป็นผลให้นกในวัยเยาว์ลดลง ก่อให้เกิดการลดลงของประชากรสัตว์บางประเภทในระบบนิเวศน์

ดังนั้นการคัดเลือกเทคโนโลยีที่สามารถลดผลกระทบมลพิษต่างๆ เหล่านี้โดยสิ้นเชิง หรือการนำพลังงานสะอาดอย่าง 100% โดยไม่ต้องใช้เครื่องยนต์ดีเซลในเขตอุทยานอีกต่อไป อาจทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนมากขึ้น

5.2 การศึกษาทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และความเต็มใจที่จะจ่ายค่าในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

โดยอภิปรายผลตามกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำการศึกษาคือ

นักท่องเที่ยว

พบว่านักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะดังนี้ เป็นเพศหญิงร้อยละ 54 ส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 61 โดยมีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 25.05 ปี มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งจัดว่า เป็นกลุ่มที่มีการศึกษาระดับสูง เป็นนักศึกษาถึงร้อยละ 42 รายได้เฉลี่ย 7,733.55 บาท/เดือน ส่วนใหญ่เดินทางมาเที่ยวเป็นครั้งแรก คิดเป็นร้อยละ 80 มีระยะเวลาที่พำนักค้างคืน 4 วัน คิดเป็นร้อยละ 48 และ ส่วนใหญ่พักที่เด่นที่ถ้ำถาวร และเด่นที่ชั่วคราว คิดเป็นร้อยละ 55

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่านักท่องเที่ยวมีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ได้คะแนนเฉลี่ย 25.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 79.19 %

พบว่า ปัจจัย อายุ อาชีพ และสถานที่พัก ที่แตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการศึกษาในแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

อายุ นักท่องเที่ยวที่อายุแตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่า นักท่องเที่ยวกลุ่มที่มีอายุ 41-50 ปี มีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสูงกว่ากลุ่มอายุ

อื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากบุคคลที่มีอายุแตกต่างกัน ย่อมมีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ต่อสิ่งต่างๆ ไม่เท่ากัน จึงส่งผลให้มีทัศนคติ ความเชื่อหรือพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปได้ จากการที่มีอายุมากกว่า ทำให้มีประสบการณ์ในชีวิตมากกว่า จึงมีความเข้าใจถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงผลของการทำลายสิ่งแวดล้อม ได้มากกว่าคนอายุน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธรรมาธิยานนท์(2539) ที่ว่า พนักงานที่มีอายุมากมีความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิม ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานดีกว่าพนักงานที่มีอายุน้อย แต่ขัดแย้งกับงานวิจัยของพันพร โชติพฤษ์ชุกกุล (อ้างถึงในธรรมาธิยานนท์,2539)ที่ว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่ำกว่า มีพฤติกรรมการจัดสภาพแวดล้อมในที่พักอาศัยในเชิงบวกมากกว่ากลุ่มที่มีอายุสูง และงานวิจัยของจันทร์สม แสงทอง(2539) พนักงานที่มีอายุต่างกัน ไม่ได้ทำให้มีความคิดเห็นที่ต่างกันในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

อาชีพ นักท่องเที่ยวที่อาชีพแตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่านักเรียน/นักศึกษา และข้าราชการ จะมีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากกลุ่มคนที่มีอาชีพต่างกัน ย่อมมีประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ ความชำนาญที่ต่างกันไปตามอาชีพที่ตนเองทำอยู่นั้น และสอดคล้องกับการศึกษาของนิตยา วิรุฬรัตน์(อ้างถึงใน อภิรัตน์ เงินวิจิตร,2541) ที่ว่า ข้าราชการและนักศึกษามีความคิดเห็นในทางบวกต่อมลพิษและการป้องกันสภาพแวดล้อมมากกว่าพ่อค้า นักธุรกิจที่มีแนวคิดในการต่อต้านการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ หรือมีแนวคิดที่จะปฏิบัติเพื่อประโยชน์ของตนเองเป็นหลัก

สถานที่พัก นักท่องเที่ยวที่พักอยู่ในสถานที่พัก ที่แตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากการที่กลุ่มตัวอย่างที่พักอยู่ที่บ้านพัก ได้มีโอกาสสัมผัสกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด หรือมีความถี่ในการใช้ประโยชน์จากไฟฟ้ามากกว่า จึงมีทัศนคติแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่พักที่เดินที่ถ้ำถาวร หรือเดินที่ชั่วคราว ซึ่งก็ได้รับผลประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าเหมือนกัน แต่มีความถี่ที่จะได้ใช้ประโยชน์จากไฟฟ้าน้อยกว่า จึงส่งผลให้มีทัศนคติที่แตกต่างกัน

ส่วนปัจจัย เพศ การศึกษา และรายได้ ที่แตกต่างกันนั้น ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของในจิตทิพย์ ภักธีรียนนท์(2542) ที่ว่า ความรู้เกี่ยวกับ

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบุคลากรเพศชายและหญิงของมหาวิทยาลัยมหิดล(สาธิต)ไม่แตกต่างกัน แต่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของสุทธีวรรณ จันทรมินทร์ (อ้างถึงในอภิรดี เงินวิจิตร,2542) เรื่องทัศนคติของประชาชนที่มีต่อสภาพแวดล้อมของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งพบว่า ผู้ที่มีการศึกษาสูงจะคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมที่ดี การอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าของทรัพยากรธรรมชาติมากกว่าผู้ที่มีการศึกษาน้อย และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของอรรษา ถินานนท์ (2542) ที่พบว่าพนักงานองค์กรเอกชนที่มีเงินเดือนสูงจะมีความรู้และทัศนคติเกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงานมากกว่าพนักงานที่มีเงินเดือนน้อย

แต่ทั้งนี้ก็เป็นเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันในเรื่องการศึกษา ส่วนใหญ่ ร้อยละ 70 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี และรายได้ ส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท ส่วนเพศ ที่ไม่มีผลทำให้ทัศนคติแตกต่างกันเนื่องจากโอกาสในการเปิดรับข่าวสาร การศึกษาต่างๆทำให้เกิดความรู้สึกมีทัศนคติไม่แตกต่างกัน ประกอบกับในปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนมีการรณรงค์ในเรื่องความสำคัญในเรื่องการประหยัดพลังงาน และสิ่งแวดล้อมผ่านสื่อต่างๆและสถาบันการศึกษากันมาก ทำให้นักท่องเที่ยวที่มีลักษณะทางสังคมต่างกันแต่มีการรับรู้ข่าวสารและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีทัศนคติไม่แตกต่างกัน

ส่วนปัจจัยจำนวนครั้งที่เดินทางมาเที่ยว และจำนวนคืนที่พัก ที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากบุคคลถึงแม้จะมีจำนวนครั้งในการมาเที่ยว หรือจำนวนคืนที่พัก ที่แตกต่างกันก็สามารถใช้ประโยชน์/ได้รับความสะดวกสบายจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบฯได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้มีทัศนคติไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอภิรดี เงินวิจิตร (2542) ที่ว่าบุคคลที่มีโอกาสได้รับประโยชน์จากโครงการบำบัดน้ำเสียบึงพระรามเก้าเท่าเทียมกัน จะทำให้บุคคลมีทัศนคติต่อความต้องการ โครงการไม่แตกต่างกัน

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

พบว่านักท่องเที่ยวมีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ได้คะแนนเฉลี่ย 12.81 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หรือ คิดเป็นร้อยละ 64.05

พบว่า ปัจจัยจำนวนคืนที่พัก และสถานที่พัก ที่แตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการศึกษาในแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

จำนวนคนที่พัก ทั้งนี้เนื่องจากนักท่องเที่ยวที่พักค้างคืนเป็นระยะเวลาต่างกันจะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่านักท่องเที่ยวที่มีจำนวนคนที่พักนานกว่าจะมีทัศนคติต่อนักท่องเที่ยวที่พำนักร้อยคืนกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก คำถามด้านเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับนักท่องเที่ยวจะเป็นไปในด้านการสอบถามถึงผลกระทบของมลพิษที่มีต่อแต่ละบุคคล ซึ่งนักท่องเที่ยวที่มีระยะเวลาพักค้างคืนมากกว่าจะมีทัศนคติที่แตกต่างเนื่องจากได้รับผลกระทบของมลพิษ เช่น เสียงดังจากเครื่องยนต์ดีเซล ได้มากกว่า

สถานที่พัก หรือระยะห่างจากเครื่องยนต์ดีเซล นักท่องเที่ยวที่พักในสถานที่ต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่านักท่องเที่ยวที่พักริเวณเต็นท์กึ่งถาวรซึ่งอยู่ใกล้กับตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าที่อื่นมีทัศนคติต่อนักท่องเที่ยวที่พักริเวณอื่น ทั้งนี้เนื่องจากนักท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้โรงไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าย่อมมีโอกาสได้รับผลกระทบจากมลพิษต่างๆ เช่น ระดับเสียงที่ดังมาก หรือควัน เหม่า กลิ่นน้ำมันเผาไหม้ ได้มากกว่ากลุ่มที่พักริเวณไกลออกไป

ส่วน เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา รายได้ และ จำนวนครั้งในการมาเที่ยว ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคำถามสำหรับนักท่องเที่ยว เป็นไปในเชิงสอบถามถึงผลกระทบจากมลพิษ แม้ว่าปัจจัยส่วนบุคคลเหล่านี้จะต่างกัน แต่อาจจะมีโอกาสที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษในระดับได้ใกล้เคียงกัน จึงมีทัศนคติต่อเครื่องยนต์ดีเซลไม่แตกต่างกัน

ความเต็มใจที่จะจ่าย นักท่องเที่ยว มีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 22.98 บาท / การมาเที่ยว 1 ครั้ง โดยช่วงจำนวนเงินที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด คือช่วง 11-20 บาท / ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 64 ของตัวอย่างทั้งหมด และพบว่า อายุ,อาชีพ และสถานที่พัก ที่แตกต่างกัน จะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของนักท่องเที่ยวต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน อธิบายได้ว่า

อายุ ที่แตกต่างกันจะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และพบว่า กลุ่มที่อายุต่ำกว่า 20 ปีจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริวุฒิ อยู่ตรีรักษ์ (อ้างถึงใน กนกวรรณ ภิบาลสุข,2534)

ซึ่งเกี่ยวกับความเต็มใจจะจ่ายของประชาชนในการอนุรักษ์สวนลุมพินีไว้ พบว่า ประชาชนที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มอายุ 50-59 ปี ส่วนบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีมีความเต็มใจจ่ายน้อยที่สุด และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ สวนใจ (2533) ที่ว่า บุคคลที่มีอายุมากจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากกว่าบุคคลที่อายุน้อย เนื่องจากการที่มีอายุมากนั้นทำให้มองเห็น หรือคำนึงถึงตัวเอง และผู้ใกล้ชิดว่า สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้

อาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยจะมีความรับผิดชอบในด้านการระดมเงินของครอบครัวน้อยจึงทำให้มีความเต็มใจที่จะจ่ายได้มากกว่า ส่วนผู้ที่มีอายุมากต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ในครอบครัวสูงและต้องจัดการการใช้เงินอย่างประหยัดจึงทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจงรักษ์ นิมพงษ์ศักดิ์(2536) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอุดรธานี มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมาก

อาชีพ ที่แตกต่างกันจะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และพบว่ากลุ่มนักศึกษาจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอาชีพอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากนักศึกษา มีโอกาสได้เรียนรู้ประเด็นที่ทันสมัยมากกว่าบุคคลในกลุ่มอาชีพอื่นๆ ประกอบกับในปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนมีการรณรงค์ในเรื่องความสำคัญในเรื่องการประหยัดพลังงาน และมลพิษสิ่งแวดล้อมต่อชีวิตมนุษย์ ในสถาบันการศึกษากันมาก นักศึกษาจึงมีความรู้ ความใจในระบบผลิตไฟฟ้าหรือพลังงานทดแทนได้ค่อนข้างมากกว่ากลุ่มอาชีพอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของอนันต์ สุขเจริญ(2537) ซึ่งพบว่า กลุ่มคนที่อายุน้อยจะมีความรู้ด้านมลพิษมากกว่ากลุ่มที่อายุมากเพราะเป็นช่วงแห่งการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ และมีการศึกษามากกว่า จึงมีความเข้าใจในระบบผลิตไฟฟ้าและส่งผลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย

และจากการศึกษายังพบว่า กลุ่มนักเรียน/นักศึกษา และข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายสูงกว่ากลุ่มธุรกิจเอกชน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิติยา วิรุฬรัตน์ (อ้างในกนกวรรณ ภิบาลสุข , 2534) พบว่า ข้าราชการและนักศึกษามีความเห็นในทางบวกต่อเรื่องการควบคุมมลพิษ ในด้านการใช้และการป้องกันสภาพแวดล้อม ส่วนพ่อค้า นักธุรกิจมีแนวคิดที่จะปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อประโยชน์ต่ออาชีพของตนมากกว่าบุคคลอาชีพอื่นๆ

เจ้าหน้าที่อุทยาน

พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะ ดังนี้ เป็นเพศชายร้อยละ 81.3 มีอายุระหว่าง 29-38 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.8 โดยมีอายุเฉลี่ย 32.13 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา หรือปวช. คิดเป็นร้อยละ 68.8

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่าเจ้าหน้าที่มีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ได้คะแนนเฉลี่ย 36.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 52 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 71.03

พบว่า เพศ อายุ และระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการศึกษาดังนี้

เพศ อายุ และระดับการศึกษา ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มเจ้าหน้าที่เกือบทุกคนได้รับการอบรมความรู้ในเรื่อง ความเป็นมา วิธีการทำงาน/ใช้งาน ตลอดจนการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยเท่าเทียมกัน เจ้าหน้าที่จึงมีความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งเจ้าหน้าที่แต่ละคนได้เคร่งครัดในการให้ความร่วมมือตามนโยบายของผู้บังคับบัญชา หรือหน่วยงานนั้นๆ และมีโอกาสได้ใช้ไฟฟ้า และระยะเวลาในการใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงกันด้วย ส่งผลให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอกชัย สุนทรภาส(2540)ที่พบว่าปัจจัยเพศ อายุ และระดับการศึกษา ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของพนักงานบริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

พบว่าเจ้าหน้าที่มีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ได้คะแนนเฉลี่ย 35.86 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 59.79

พบว่า อายุ ระดับการศึกษา ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการศึกษาในแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

เพศ อายุ และระดับการศึกษา ของกลุ่มเจ้าหน้าที่ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้

เนื่องจากคำถามที่ทำการสอบถามด้านมลพิษ เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่จะอาศัยในบ้านพักบริเวณใกล้เคียงกัน จึงมีโอกาสได้รับผลกระทบต่อเสียงจากเครื่องยนต์ หรือกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ คว้น เขม่าจากเครื่องยนต์ได้ใกล้เคียงกันด้วย และจากการที่เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ได้ใช้ไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นระยะเวลานานมาก จึงมีความเข้าใจในการใช้งานและดูแลรักษาได้ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ทัศนคติไม่แตกต่างกัน

ความเต็มใจที่จะจ่าย เจ้าหน้าที่ที่มีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 26.56 บาท / เดือน โดยช่วงจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด คือช่วง 30-50 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 50 ของตัวอย่างทั้งหมด พบว่า เพศ ที่แตกต่างกัน จะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าหน้าที่เพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน

สามารถอธิบาย ได้ว่า เจ้าหน้าที่เพศชายมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด สูงกว่าเจ้าหน้าที่หญิง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เจ้าหน้าที่ชายมีความพร้อมในการเรียนรู้เทคนิควิทยาการต่างๆจากการอบรมการใช้งาน และดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ชายส่วนใหญ่จะมีพื้นฐานการเป็นช่างเทคนิค ช่างไฟฟ้า จากประสบการณ์ หรือความสนใจ จึงทำให้มีโอกาสถูกคัดเลือกและรับผิดชอบในการดูแลระบบฯมาก จึงเห็นประโยชน์ของระบบผลิตไฟฟ้าค่อนข้างสูง ส่งผลถึงความเต็มใจที่จะจ่ายด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธรรมา ถินานนท์(2542) ที่พบว่าพนักงานองค์กรเอกชน เพศชายและเพศหญิงที่ได้รับการอบรมแล้ว พนักงานชายจะมีการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติต่องานเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พนักงานหญิงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เจ้าของร้านค้า

พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะ ดังนี้ เป็นเพศหญิงร้อยละ 85.2 มีอายุระหว่าง 46-55 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.9 โดยมีอายุเฉลี่ย 39.11 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 51.9

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่าเจ้าของร้านค้ามีทัศนคติที่คาดหวังต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ได้คะแนนเฉลี่ย 18.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 77.62

พบว่า ระดับการศึกษา ที่แตกต่างกันทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อภิปรายผลการศึกษา ได้ดังนี้

ระดับการศึกษา เจ้าของร้านค้าที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่าเจ้าของร้านค้าที่มีการศึกษาสูงมีทัศนคติสูงกว่าเจ้าของร้านค้าที่มีการศึกษาน้อย ทั้งนี้เพราะกลุ่มเจ้าของร้านค้าจะมีแตกต่างกัน/หลากหลายในระดับการศึกษามาก คือร้อยละ 51.9 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนอีกร้อยละ 48.1 เป็นผู้ที่มีการศึกษาดังแต่มีชั้นจนถึงปริญญาตรี ดังนั้นผู้ที่มีการศึกษาสูง จะมีความรู้ความเข้าใจ และมีความตระหนักถึงประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า น่าจะเป็นผู้ที่โอกาสในการรับรู้ และพร้อมที่จะเปิดกว้างในการยอมรับสิ่งใหม่ได้ดีกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุทธิธรรม จันทรภูมิรินทร์ (อ้างใน อรรถา ถินานนท์, 2542) ที่ว่า ผู้ที่มีการศึกษาสูงจะคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมที่ดี การอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าของทรัพยากรธรรมชาติมากกว่าผู้ที่มีการศึกษาต่ำ และสอดคล้องกับงานวิจัยของฉวีวรรณ สุขมงคลรัตน์ (2540) ที่ว่าผู้ประกอบการที่มีการศึกษาสูง จะเห็นประโยชน์ของการอนุรักษ์ประการังอุทยานแห่งชาติเกาะช้าง มากกว่าผู้ประกอบการที่มีการศึกษาน้อยกว่า

เพศ และ อายุ เจ้าของร้านค้าที่มีเพศและอายุที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากที่ทางร้านค้ายัง ไม่มีโอกาสได้ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จึงยังไม่มีความรู้ หรือประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดมากนัก แต่ส่วนใหญ่ทราบว่าระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดมีข้อดีหลายประการ และการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดจะทำให้ได้รับความสะดวกสบายขึ้น ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดไม่แตกต่างกัน

ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

พบว่าเจ้าของร้านค้ามีทัศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลได้คะแนนเฉลี่ย 16.22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 67.58

พบว่า อายุ ที่แตกต่างกันทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการศึกษาในแต่ละตัวแปร ได้ดังนี้

อายุ เจ้าของร้านค้าที่มีอายุแตกต่างกัน จะทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่าเจ้าของร้านค้าที่มีอายุมากกว่ามีทัศนคติต่ำกว่าผู้ที่อายุน้อยกว่า มีทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มเจ้าของร้านค้าจะอยู่ที่พักใกล้ชิดกับตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลมาก และส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีอายุค่อนข้างมาก(อายุช่วง 46-65 ปี) สูงถึงร้อยละ 41 ซึ่งผู้ที่มีอายุมากกว่าย่อมได้รับผลกระทบจากเสียงดัง หรือกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ เหม่า ควัน จากเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าผู้ที่อายุน้อย และผู้ที่มีอายุน่าจะมีความอดทน/การต้านทาน ได้น้อยกว่าผู้ที่อายุน้อย เนื่องมาจากสุขภาพร่างกายที่ไม่แข็งแรงเท่ากับผู้ที่อายุน้อย จึงมีความเป็นห่วงสุขภาพมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของอนันต์ สุขเจริญ(2537)ที่ว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกัน มีความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศต่างกัน โดยกลุ่มที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป มีความรู้มากกว่า กลุ่มอายุ 27-40 ปี และอายุต่ำกว่า 26 ปีลงไป โดยผู้ที่มีอายุ ช่วง 27-40 ปี เป็นช่วงที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง จึงยังไม่ตระหนักในเรื่องสุขภาพ อนามัย และไม่ให้ความสำคัญในการป้องกันตนเองมากเท่ากลุ่มคนที่อายุมาก และปริมาณมลพิษที่สะสมในร่างกายยังมีน้อย จึงไม่แสดงอาการและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยเพศ และผลงานวิจัยของวินา ลอยกุลนันท์(2538) ที่ได้ศึกษาและพบว่า ผู้ขับขีจักรยานยนต์ ที่มีอายุแตกต่างกัน มีความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เพศ และระดับการศึกษา ที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก เจ้าของร้านค้าจะมีที่พักอยู่ในบริเวณเดียวกัน และอยู่ใกล้กับโรงไฟฟ้าของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้ามาก ในระยะไม่เกิน 20-50 เมตร จึงต่างได้รับผลกระทบจากเสียงดังจากเครื่องยนต์ดีเซล หรือ กลิ่นเผาไหม้ของน้ำมัน เหม่า ควัน ได้ใกล้เคียงกันด้วย ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์ดีเซล จึงไม่แตกต่างกัน

ความเต็มใจที่จะจ่าย เจ้าของร้านค้ามีความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย 92.78 บาท / เดือน โดยช่วงจำนวนเงินที่เต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด คือช่วง 50-100 บาท / เดือน คิดเป็นร้อยละ 77.8 ของตัวอย่างทั้งหมด พบว่า เพศ และอายุ ที่แตกต่างกัน จะทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าเพื่อระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดแตกต่างกัน

อภิปรายผลการศึกษาในแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

เพศ ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าแตกต่างกัน โดยพบว่าเพศชายมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจงรักษ์ นุ่มพงษ์ศักดิ์

(2536) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นชายมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการกำจัดขยะมูลฝอยมากกว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิง

อายุ ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความเต็มใจที่จะจ่ายของเจ้าของร้านค้าแตกต่างกัน โดยพบว่า เจ้าของร้านที่มีอายุมากมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวุฒิ อยู่ตรีรักษ์ (อ้างถึงในกนกวรรณ ภิบาลสุข, 2534) เกี่ยวกับ ความเต็มใจจะจ่ายของประชาชน ในการอนุรักษ์สวนลุมพินี พบว่า ประชาชนที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จะมีความเต็มใจที่จะจ่ายมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มอายุ 50-59 ปี ส่วนบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีมีความเต็มใจจ่ายน้อยที่สุด

5.3 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด

พบว่าจากการวิเคราะห์ผลการหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการการดำเนินโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่มีอายุโครงการ 20 ปี ด้วยการประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับในรูปมูลค่าปัจจุบัน เมื่อมีอัตราดอกเบี้ย 10 % ปรากฏว่าโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด เมื่อพิจารณาจนถึงการสิ้นสุดอายุโครงการ ถือว่าไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจาก ค่า NPV (- 5,577,433.47) ติดลบ , B/C Ratio(0.59) มีค่าน้อยกว่า 1 และค่าIRR(-7.05 %) น้อยกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่นำมาลงทุนในโครงการ นั่นคือ เมื่อสิ้นสุดโครงการมีต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ ถึง 5,577,433.47 บาท ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจาก

การที่ต้นทุนของโครงการมีราคาสูง เนื่องมาจากเกิดปัญหาด้านการขนส่งที่ยากลำบากมาก ทำให้โครงการล่าช้า งบประมาณไม่ต่อเนื่อง ประกอบกับขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง ประเทศไทยประสบกับภาวะค่าเงินบาทลอยตัว ค่าวัสดุอุปกรณ์เกือบทั้งหมดของโครงการต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้ราคาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆในระบบปรับตัวสูงขึ้นกว่าตอนที่ประเมินไว้ตอนเริ่มต้นโครงการ นอกจากนี้ยังมีรายจ่ายที่ไม่คาดคิดเช่น ค่าขนส่งอุปกรณ์มากกว่าที่คาดการณ์ไว้ในตอนเริ่มต้นโครงการ จึงทำให้ต้นทุนของโครงการสูงมากกว่าที่ควรจะเป็น

แต่เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการของรัฐบาล และเป็นโครงการที่ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงควรจะรวมผลตอบแทนด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเข้ามาด้วย โดยได้ใช้วิธีการประเมินความเต็มใจที่จะจ่ายอันเนื่องมาจากการได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ซึ่งพบว่าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึงได้รับประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม เป็นมูลค่า 1,240,790.60 บาท/ปี และจากการที่ได้นำรวมผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมเข้าไปในโครงการแล้วมีผลทำให้ โครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด มีความคุ้มค่าในการลงทุน ค่า NPV เป็นบวก (5,314,531.24) B/C Ratio (2.95) มีค่ามาก

กว่า 1 และค่า IRR (24.53%) ซึ่งสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยที่นำมาคิดในโครงการ นั่นคือ เมื่อสิ้นสุดโครงการมีผลประโยชน์มากกว่าต้นทุน 5,314,531.24 บาท

ดังนั้นโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด ที่มีอายุการดำเนินงาน 20 ปี มีอัตราคิดลดของโครงการ เท่ากับ 100 % หากพิจารณาผลประโยชน์โดยตรงจากการประหยัดค่าจัดซื้อน้ำมันดีเซลและค่าขนส่ง รวมทั้งการค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีได้รวมผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในโครงการพบว่า โครงการนี้ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากเมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ จะมีต้นทุนมากกว่า ผลประโยชน์ 5,577,433.47 บาท ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของยุพิน ประจวบเหมาะ (อ้างถึงในอภิรดี เงินวิจิตร, 2544) ที่พบว่าโครงการ การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในทกม. พบว่าผลประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับต้นทุนของโครงการ โดยคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว ต้นทุนจะสูงกว่าผลประโยชน์

แต่เมื่อพิจารณามูลค่าผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมรวมเข้าในด้านผลประโยชน์ตอบแทนของโครงการ จะทำให้โครงการนี้กลับมีความคุ้มค่าในการลงทุนได้

5.4 การศึกษาด้านการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธี Delphi

พบว่า ปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญที่สุดในการนำมาประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด หรือกล่าวคือปัจจัยที่สำคัญในการที่พิจารณาการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าลงไปในพื้นที่อุทยาน อันดับแรก คือ ศักยภาพของแหล่งพลังงาน ก็จะต้องพิจารณาก่อนว่าในพื้นที่นั้นมีแหล่งพลังงานใดที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และอันดับรองลงมาเรื่อยๆ ที่จะนำมาผลิตไฟฟ้าได้ จากนั้นจึงนำไปสู่การพิจารณาถัดไปว่า มีนโยบายหรือกฎหมายของอุทยานว่า มีสิ่งใดบ้างที่อนุญาตให้ทำหรือไม่ให้ทำ จากนั้นจึงเป็นการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะนำมาติดตั้ง ซึ่งก็จะต้องพิจารณาถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากระบบผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเป็นพื้นที่อนุรักษ์ และด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งไม่ได้พิจารณาปัจจัยนี้เป็นอันดับแรกเหมือนโครงการของเอกชนโดยทั่วไป เนื่องจากเป็นโครงการของรัฐ ซึ่งมุ่งเน้นในด้านให้สวัสดิการแก่สังคม มากกว่าการทำกำไร ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดส่วนใหญ่มีราคาแพงมากอยู่แล้ว ผลประโยชน์ที่ได้รับเมื่อพิจารณาเฉพาะด้านการเงิน อาจจะไม่คุ้มค่าในการลงทุน แต่เมื่อคำนึงถึงผลประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น ลดการใช้ น้ำมัน ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง การลดผลกระทบด้านมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การมีความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งค่อนข้างยากในการตีค่าเป็นตัวเงิน ก็จะทำให้มีความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้ง

โครงการ ส่วนปัจจัยอันดับสุดท้ายที่พิจารณา คือ ด้านของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถอบรมหรือให้ความรู้ความเข้าใจได้ อีกทั้งส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้ไฟฟ้า ก็คือเจ้าหน้าที่อุทยาน ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามนโยบายของอุทยานอยู่แล้ว

ข้อเสนอแนะ

การประเมินด้านผลประโยชน์ยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วน ทำให้ผลประโยชน์ที่ประเมินได้อาจ โอกาสต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากมูลค่าผลประโยชน์ของโครงการได้จากความเต็มใจที่จะจ่าย อันเนื่องมาจากการได้รับผลประโยชน์โดยตรงเท่านั้น

นอกจากนี้โครงการยังประกอบไปด้วยผลประโยชน์ทางอ้อม อีกมาก เช่น ผลประโยชน์จากการประหยัดเวลาในการเดินทางไปเอาน้ำมัน ทำให้ทางเจ้าหน้าที่อุทยานมีเวลาในการดูแลป่ามากขึ้น ลดความเสี่ยงภัยในการไปขนน้ำมัน เจ้าหน้าที่มีโอกาสได้รับทราบข่าวสารมากขึ้น ทำงานตอนกลางคืนได้ยาวนานขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการประเมินผลประโยชน์ทางอ้อมก็ยังคงมีอุปสรรคในการเรื่องของข้อมูลและมีความยุ่งยากซับซ้อนอยู่มาก นอกจากนี้ เมื่อสิ้นสุดโครงการ ณ ปีที่ 20 แล้ว ผลประโยชน์ของโครงการก็ยังคงมีในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆและสิ่งก่อสร้างที่อาจใช้งานต่อไปได้อีก หรือนำไป Recycle ใช้ได้ อีก นอกจากนี้โครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด เป็นการลงทุนเพื่อสิ่งแวดล้อม ถือได้ว่าเป็นสินค้าสาธารณะ(Public Goods) เนื่องจากไม่สามารถแบ่งแยกผู้บริโภคออกจากกันได้ การดำเนินโครงการทำให้ทุกคนได้รับผลประโยชน์โดยไม่จำเป็นต้องจ่ายเงิน จึงพบว่าสินค้าสาธารณะมักประสบปัญหาที่แต่ละคนขาดแรงจูงใจในการจ่ายเพื่อให้มีโครงการ เพราะถึงไม่จ่ายก็ได้รับประโยชน์อยู่แล้ว

รายการอ้างอิง

1. พูลพร แสงบางปลา. ใโอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลและการควบคุม. กรุงเทพมหานคร . สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2537.
2. รัฐพล อินทร์ , การเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างเรือไฟฟ้าชนิดผสมกับเรือหางยาวเครื่องยนต์ดีเซล กรณีศึกษาคลองผดุงกรุงเกษมและคลองมหาสวัสดิ์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร]. นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2540.
3. กล้า มณีโชติ .การศึกษาระดับเสียงและระดับการได้ยินของพนักงานขับรถดีเซลไฟฟ้าของการรถไฟแห่งประเทศไทย [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2541.
4. จารุวรรณ โพธิ์แจ้ง. การเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างเรือไฟฟ้าชนิดผสมกับเรือหางยาวเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อประกอบการขนส่ง กรณีศึกษา : คลองผดุงกรุงเกษม [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร]. นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2540.
5. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการอนุรักษ์ และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสิ่งแวดล้อม วันที่ 23-24 กรกฎาคม 2541. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิจัยและพัฒนา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2541.
6. กลุ่มระบบพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. รายงานความก้าวหน้าฉบับสุดท้ายโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสำหรับอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า. กรุงเทพมหานคร ; 2543.
7. บริษัททีเอ็ม คอลล์แดนท์ จำกัด. รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 โครงการศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบและวิธีการจัดการด้านนันทนาการ/การท่องเที่ยวแบบยั่งยืน อุทยานแห่งชาติภูกระดึง. กรุงเทพมหานคร ; 2541.
8. ชาญชัย อัครคม และคณะ . การประเมินวงจรชีวิตของถุงพลาสติกแบบ LDPE ในประเทศไทย. [ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี]. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ; 2540
9. มูลนิธิโลกสีเขียว. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ 2541. กรุงเทพมหานคร ; 2542 .

10. Yaron B , Calvet R , Prost R . Soil pollution process and dynamics. Springer-Varlag
Berlin Heide berg . New York ; 1996
11. อุดาห์ บุญบำรุง. สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานโซลาร์เซลล์ – เครื่องกำเนิด
ไฟฟ้า ณ ศูนย์วิจัยสัตว์ป่าตะเข้เกรา [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีพลังงาน] กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ;
2540.
12. Markvart . Solar electricity. University of Southamton . Southamton ; 1994
13. จุฑามณี แสงสว่าง. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติป่าพรุโต๊ะแดง
[วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม].นครปฐม :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2542 .
14. จุลลดา ไข้ววดเจริญ. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในครัวเรือนของ
แม่บ้านในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
สิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2536.
15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม
และสวัสดิการสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 2 . นนทบุรี ; 2528 .
16. ปรีชา เปี่ยมพงศ์สานต์. เศรษฐศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ. คณะเศรษฐศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร ; 2542
17. จิตวัฒน์ ยวงเกตุ. การศึกษาเปรียบเทียบและประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
ระหว่างรถสามล้อไฟฟ้ากับรถสามล้อเครื่องก๊าซ LPG กรณีศึกษา: เกาะรัตน
โกสินทร์ชั้นใน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่
เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร] นครปฐม:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2541.
18. จวีวรรณ ไบบัวเทศ และคณะ. มลพิษทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร ; 25444
19. Ken C , Greengerg S. Migration and Photovoltaic Demand-Side Results From the U.S
Environment Protection Agency Lincoln Center . Massachusetts ; 1995.
20. งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. มลพิษทางอากาศจากรถยนต์ .
กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ; 2530.

21. ชูติมา สันธนาวิวงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบและประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระหว่างรถสามล้อไฟฟ้ากับรถสามล้อเครื่องก๊าซ LPG กรณีศึกษา : เกาะรัตนโกสินทร์ชั้นใน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2541.
22. Seeling – Hochmuth G.C. Energy for of Development Center. A combined Optimization Concept for The Design and Operation strategy of Hybrid – PV Energy System. Solar Energy volume 61. No. 2 . 1997 ; 77-87
23. สมพร อิศวิลานนท์. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : คณะเศรษฐศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2541.
24. ศ.ดร. อุทุมพร จามรมาน. การสู่ตัวอย่างทางการศึกษา. คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร ; 2530
25. บริษัทโซลาร์ตรอน. คู่มือการใช้งานและการดูแลรักษาระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพมหานคร; 2541.
25. Pierzynski M, Thomas Sims J, Vance F. Soil and environmental quality. Lewis publishers. London ; 1994.
26. พงนิย จูมมงคล. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ เรื่อง พลังงาน วันที่ 26-27 ตุลาคม 2535. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ; 2535
27. American Institute of Chemical Engineers'Center for Waste Reduction Technologies. Total cost assessment methodology. July 22, 1999.
28. ฉัตรชัย เจียมอมรรัตน์. การศึกษาคำนิยมในการประหยัดพลังงานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2542.
29. ชิตหทัย ภักธริยานนท์. ความรู้เจตคติ และการปฏิบัติของบุคคลากรในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2542 .
30. จันทร์สม์ แสงทอง. ความคิดเห็นในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันของพนักงานในองค์กรเอกชน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2539.

31. รัตนา ตั้งอมร. ความสำนึกในเรือ่งการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนมัธยมต้น ในเขต กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2529.
32. อภริดี เงินจิตร. ความเต็มใจที่จะจ่ายโครงการบำบัดน้ำเสียรวม : โครงการบึงพระรามเก้า อันเนื่องมาจากพระราชดำริ [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2541.
33. ปาริชาติ สวนใจ. ความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสีย ศึกษาเฉพาะกรณีชุมชนหาดจอมเทียน [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2533.
34. นันทนา ลิ้มประยูร. การประเมินมูลค่าอุทยานแห่งชาติ เกาะเสม็ด [วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์].กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2539.
35. สมบัติ แซ่เฮ้ และคณะ. การตีค่าบริการด้านสิ่งแวดล้อมของอุทยานแห่งชาติ : กรณีศึกษาถอยอินทนนท์. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพมหานคร ; 2541
36. กนกวรรณ ภิบาลสุข. ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสียของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2534.
37. จงรักษ์ นิ่มพงษ์ศักดิ์. ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการค่ากำจัดขยะมูลฝอย ศึกษากรณี ศึกษาเฉพาะกรณีเทศบาลเมือง อุดรธานี [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2532.
38. ชวดี นิรัตน์ตระกูล. ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการบำบัดน้ำเสียเมืองพัทยา[วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2532 .
39. อนันต์ สุขเจริญ. การศึกษาเรื่องความตระหนักของผู้ขับขีรถจักรยานยนต์ในเขต กรุงเทพมหานคร ที่มีต่อมลพิษทางเสียง [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2538.

40. วิณา ลอยกุลนันท์. การศึกษาเรื่องความตระหนักของผู้จับปืร์ถจักรยานยนต์ในเขต กรุงเทพมหานคร ที่มีต่อมลพิษทางเสียง [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา].นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2538.



ภาคผนวก ก
ตารางแสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับทัศนคติของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม

1. ทักษะคตินักท่องเที่ยว กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 100 คน

1.1 ทักษะคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล

ข้อความ	คะแนนทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน	2.38	.9825
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้	2.07	.8558
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน	3.05	.8454
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน	3.12	.8200
5. หมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้	2.19	.9713

1.2 ทักษะที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด

ข้อความ	คะแนนทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1. ขณะกั้นหันลมพัดหรือหมุน มีเสียงดังเกิดขึ้นและก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน	3.64	.5029
2. เสียงดังที่เกิดจากกังหันลม มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้	3.52	.6273
3. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า	3.08	.8725
4. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง	3.07	.7946
5. การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้	3.66	.6849
6. การลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000 บาท ท่านเห็นด้วย หรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมมีราคาแพงมาก	2.11	.9417
7. ถ้าที่บริเวณบ้านคำมีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม เหมือนกับที่บ้านพักนักท่องเที่ยว และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน ท่านเห็นด้วยมากน้อยเพียงใด	3.28	.8297
8. จากข้อจำกัดที่ว่า ในช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง โซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม ยังคงมีความเหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานนี้	2.98	.8406

9. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า	ค่าร้อยละ (%)
(1) เครื่องปั่นไฟ	-
(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด	100

10. ระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับอุทยานแห่งนี้	ค่าร้อยละ (%)
(1) ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก	7
(2) ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม	5
(3) ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเป็นหลักแต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วยเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซลาร์เซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง	88

2. ทศนคติของเจ้าหน้าที่อุทยาน กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน

2.1 ทศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล

ข้อความ	คะแนนทศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน	1.625	1.0247
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้	3	1.0954
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน	3	1.0328
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน	2	1.0328
5. หมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้	2.31	.7932
6. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง	3.13	1.3102
7. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า	1.25	.4472
8. น้ำมันดีเซลของเครื่องปั่นไฟมีราคาแพง	1.56	.5123
9. การจัดหาและขนส่งน้ำมันดีเซลเป็นไปอย่างยากลำบาก	3.56	.6292
10. ระบบผลิตไฟฟ้ามีอายุการใช้งานนาน	1.81	.9106
11. ต้องมีการดูแล/ซ่อมแซมเครื่องปั่นไฟบ่อยครั้ง	2.81	.6551
12. การดูแลเครื่องปั่นไฟไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน	3.06	1.2894
13. เมื่อเครื่องปั่นไฟชำรุด เจ้าหน้าที่สามารถซ่อมแซม/เปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆได้เอง	2.38	1.3102
14. เมื่อเครื่องปั่นไฟชำรุด สามารถหาอุปกรณ์ต่างๆมาเปลี่ยนได้โดยง่าย	2.81	1.2764
15. เครื่องปั่นไฟสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย	2.81	1.286

2.2 ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด

ข้อความ	ระดับทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1. ขณะกักกันลมพัดหรือหมุน มีเสียงดังเกิดขึ้นและก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน	3.56	.5123
2. เสียงดังที่เกิดจากกังหันลม มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้	3.50	.5164
3. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า	3.44	1.0935
4. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง	2.06	1.1815
5. ต้องมีการดูแล/ซ่อมแซมปัญหาพื้นฐานของระบบผลิตไฟฟ้าบ่อยครั้ง	1.69	.9465
6. การดูแลเครื่องปั่นไฟไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน	2.81	.6551
7. เมื่อระบบผลิตไฟฟ้าชำรุด เจ้าหน้าที่ไม่สามารถซ่อมแซม/เปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆได้เอง ต้องติดต่อหน่วยงานที่ติดตั้งระบบเท่านั้นที่มาซ่อมให้	1.88	1.1475
8. เมื่อระบบผลิตไฟฟ้าชำรุด สามารถหาอุปกรณ์ต่างๆมาเปลี่ยนได้โดยง่าย	2.19	1.1673
9. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย	3.81	.5439
10. การใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม ทำให้ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟ	3.69	.4787
11. บริเวณร้านค้ามีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน	2.63	1.2583

ข้อความ	คะแนนทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
12. การลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000บาท ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ และกังหันลม มีราคาแพงมาก	1.56	1.0308
13. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้	3.88	.3416

14. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า	ค่าร้อยละ (%)
(1) เครื่องปั่นไฟ	-
(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด	100

15. ระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับอุทยานแห่งนี้	ค่าร้อยละ (%)
(1) ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก	-
(2) ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม	-
(3) ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเป็นหลัก แต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วย เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซลาร์เซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง	100

3. ทศนคติเจ้าของร้านค้า จำนวนร้านค้าตัวอย่างทั้งสิ้น 27 ร้าน

3.1 ทศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล

ข้อความ	ระดับทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน	1.85	1.06
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้	2.37	1.1145
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เขม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน	3.22	.8916
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน	2.89	1.0127
5. หมอกควัน เขม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้	2.59	1.1522
6. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง	3.30	.9533

3.2 ทัศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด

ข้อความ	คะแนนทัศนคติ	
	ค่าเฉลี่ย	S.D
1.จากการที่ท่านได้เห็นบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่และบ้านพักนักท่องเที่ยวดูได้ใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม ท่านรู้สึกว่าการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้านี้ จะทำให้ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟ	3.85	.3620
2.การลงทุนติดตั้งโซล่าเซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000บาท ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ และกังหันลม มีราคาแพงมาก	1.56	.8473
3. ท่านต้องการให้บริเวณร้านค้ามีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน	3.78	.4237
4.การได้ใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม ซึ่งจะทำให้ท่านมีไฟฟ้าใช้ตลอดเวลา แต่ต้องจำกัดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ให้ลดลงจากเดิมที่เคยใช้และต้องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ท่านเห็นด้วยที่จะยอมรับหรือไม่	2.96	1.0554
5. จากข้อจำกัดที่ว่า ในช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง โซล่าเซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม ยังคงมีความเหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานนี้	2.81	.7863
6. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้	3.67	.4804



7. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้า	ค่าร้อยละ (%)
(1) เครื่องปั่นไฟ	22.2
(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด	77.8

8. ระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับอุทยานแห่งนี้	ค่าร้อยละ (%)
(1) ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก	-
(2) ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม	-
(3) ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเป็นหลัก แต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วย เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซลาร์เซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง	100



แบบสอบถาม ชุมนักท่องเที่ยว

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และ / หรือเขียนตัวเลข / ข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ

☐ 1. ชาย☐ 2. หญิง

2. อายุ ปี(เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)

3. การศึกษาสูงสุด

☐ 1. ประถมศึกษา☐ 2. มัธยมศึกษา / ปวช.☐ 3. อนุปริญญา / ปวส.☐ 4. ปริญญาตรี☐ 5. สูงกว่าปริญญาตรี☐ 6. อื่นๆ ระบุ.....

4. อาชีพหลัก

☐ 1. ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ☐ 2. พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน☐ 3. ค้าขาย / ธุรกิจส่วนตัว☐ 4. เกษตรกร☐ 5. นักเรียน☐ 6. แม่บ้าน / ไม่ได้ประกอบอาชีพ☐ 7. อื่นๆ ระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน.....บาท/เดือน(ถ้าเป็นนักเรียน/นักศึกษาให้ถือเป็นรายรับ)

6. ท่านเดินทางมาเที่ยวบนยอดภูกระดึงกี่ครั้ง(รวมครั้งนี้ด้วย)

☐ 1. เดินทางมาเป็นครั้งแรก☐ 2. เดินทางมาเป็นครั้งที่

7. ท่านจะพักอยู่บนยอดภูกระดึงเป็นระยะเวลา.....คืน

8. ท่านพักอยู่บริเวณใด

☐ 1. บ้านพักนักท่องเที่ยว โปรดระบุชื่อบ้านพัก☐ 2. เต้นท์ อยู่ในบริเวณ

ส่วนที่ 2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

(1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟซึ่งเกิดจากเครื่องปั่นไฟที่ติดตั้งอยู่ในโรงไฟฟ้าติดกับบริเวณร้านค้า และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณร้านค้า เปิดใช้งานช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น.

ข้อความ	ระดับทักษะการคิด			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
1. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน				
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้				
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เหม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน				
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน				
5. หมอกควัน เหม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้				

(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงแดด และพลังงานลมเป็นหลัก โดยใช้โซลาร์เซลล์และกังหันลมซึ่งติดตั้งที่บริเวณด้านหน้าอุทยาน ติดกับศูนย์อำนวยการนักท่องเที่ยว และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณบ้านพักนักท่องเที่ยว บ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน บริเวณที่กางเต็นท์ และห้องน้ำสาธารณะ

ข้อความ	ระดับทักษะการคิด			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
1. ขณะกังหันลมพัดหรือหมุน มีเสียงดังเกิดขึ้นและก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน				
2. เสียงดังที่เกิดจากกังหันลม มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้				
3. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า				
4. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง				
5. การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้				

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
6. การลงทุนติดตั้งโซล่าเซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000 บาท ท่านเห็นด้วย หรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมมีราคาแพงมาก				
7. ถ้าที่บริเวณร้านค้ามีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม เหมือนกับที่บ้านพักนักท่องเที่ยว และบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน ท่านเห็นด้วยมากน้อยเพียงใด				
8. จากข้อจำกัดที่ว่า ในช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง โซล่าเซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม ยังคงมีความเหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานนี้				

9. ท่านคิดว่าระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมของอุทยานแห่งชาตินี้

- ☐ 1. ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก
- ☐ 2. ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม
- ☐ 3. ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมเป็นหลักแต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วยเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซล่าเซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซล่าเซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง

10. จากการที่รัฐได้ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งชาติแห่งนี้ ต้องใช้งบประมาณสูงถึงประมาณ 7,000,000 บาท ถ้าทางอุทยานจะขอความร่วมมือในการจัดเก็บเงินค่าใช้ไฟฟ้าเพื่อเป็นกองทุนในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้านี้(เงินจำนวนนี้จะเก็บเพิ่มจากบัตรผ่านเข้าชมอุทยาน) ท่านคิดว่าจำนวนเงินที่เหมาะสมที่ท่านจ่ายได้ คือ บาท/ คน / ครั้ง

แบบสอบถาม ชุดเจ้าของร้านค้า

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และ / หรือเขียนตัวเลข / ข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ

☐ 1. ชาย

☐ 2. หญิง

2. อายุ.....ปี (เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)

3. การศึกษาสูงสุด

☐ 1. ประถมศึกษา

☐ 2. มัธยมศึกษา / ปวช.

☐ 3. อนุปริญญา / ปวส.

☐ 4. ปริญญาตรี

☐ 5. สูงกว่าปริญญาตรี

☐ 6. อื่นๆ ระบุ

ส่วนที่ 2 ทศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูระดัง

(1) ทศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเกิดจากเครื่องปั่นไฟที่ติดตั้งอยู่ในโรงไฟฟ้าติดกับบริเวณร้านค้า และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณร้านค้า เปิดใช้งานช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น.

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
2. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน				
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้				
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เหม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน				
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ที่กระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน				
5. หมอกควัน เหม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้				
6. ตลอดช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้า มักจะเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง หรือไม่ติดบ่อยครั้ง				

(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงแดด และพลังงานลม เป็นหลัก โดยใช้โซลาร์เซลล์และกังหันลมซึ่งติดตั้งที่บริเวณด้านหน้าอุทยาน ติดกับศูนย์อำนวยการนักท่องเที่ยว และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณบ้านพักนักท่องเที่ยว บ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน บริเวณที่กางเต็นท์ และห้องน้ำสาธารณะ

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
1. จากการที่ท่านได้เห็นบริเวณบ้านพักเจ้าหน้าที่ และบ้านพักนักท่องเที่ยวได้ใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม ท่านรู้สึกว่าการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้านี้จะทำให้ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟ				
2. การลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000 บาท ท่านเห็นด้วย หรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมมีราคาแพงมาก				
3. ท่านต้องการให้บริเวณร้านค้ามีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน				
4. การได้ใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม ซึ่งจะทำให้ท่านมีไฟฟ้าใช้ตลอดเวลา แต่ต้องจำกัดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ให้ลดลงจากที่เคยใช้เดิม และต้องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ท่านเห็นด้วยที่จะยอมรับหรือไม่				
5. จากข้อจำกัดที่ว่า ในช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง โซลาร์เซลล์และกังหันลมจะผลิตไฟฟ้าไม่ได้ ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม ยังคงมีความเหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานนี้				
6. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้				

7. หนึ่ง จากการที่ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจำกัดเวลาในการใช้ไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น. แต่ท่านสามารถนำอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ามาใช้ได้อย่างเต็มที่ หรือ สอง การใช้ไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมทำให้ท่านสามารถใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา แต่ต้องมีการจำกัดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าให้ลดลงจากเดิมที่เคยใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไฟสูงจะมีการห้ามใช้ ท่านพึงพอใจกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบใดมากกว่า ดังต่อไปนี้

- ☐ 1. เครื่องปั่นไฟ ☐ 2. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลม

8. ท่านคิดว่าระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมของอุทยานแห่งชาตินี้

- ☐ 1. ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก
- ☐ 2. ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม
- ☐ 3. ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์และกังหันลมเป็นหลักแต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วยเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซล่าเซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซล่าเซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง

9. จากการที่รัฐได้ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งชาติแห่งนี้ ต้องใช้งบประมาณสูงถึงประมาณ 7,000,000 บาท ถ้าทางอุทยานจะขอความร่วมมือในการจัดเก็บเงินค่าใช้ไฟฟ้าเพื่อเป็นกองทุนในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้านี้

ท่านคิดว่าจำนวนเงินที่เหมาะสมที่ท่านจ่ายได้ คือ บาท / วัน/ เดือน

แบบสอบถาม ชุดเจ้าหน้าที่อุทยาน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ และ / หรือเขียนตัวเลข / ข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ

☐ 1. ชาย☐ 2. หญิง

2. อายุ.....ปี (เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)

3. การศึกษาสูงสุด

☐ 1. ประถมศึกษา☐ 2. มัธยมศึกษา / ปวช.☐ 3. อนุปริญญา / ปวส.☐ 4. ปริญญาตรี☐ 5. สูงกว่าปริญญาตรี☐ 6. อื่นๆ ระบุ

ส่วนที่ 2 ทศนคติต่อระบบผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติภูระดัง

(2) ทศนคติที่มีต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องยนดีเซล ซึ่งเกิดจากเครื่องปั่นไฟที่ติดตั้งอยู่ในโรงไฟฟ้าติดกับบริเวณร้านค้า และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณร้านค้า เปิดใช้งานช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น.

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
1. มีเสียงดังเกิดขึ้นขณะเครื่องปั่นไฟทำงาน และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน				
2. เสียงดังที่เกิดจากเครื่องปั่นไฟ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้				
3. ขณะเครื่องปั่นไฟผลิตไฟฟ้ามีหมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองปรากฏให้เห็นบริเวณที่พักของท่าน				
4. มีกลิ่นก๊าซ และกลิ่นน้ำมันเผาไหม้ฟุ้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณที่พักของท่านขณะที่เครื่องปั่นไฟทำงาน และทำให้เกิดความรำคาญแก่ท่าน				
5. หมอกควัน เหมม่า และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสัตว์ป่าในบริเวณนี้				
6. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง				

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
7. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า				
8. น้ำมันดีเซลของเครื่องปั่นไฟมีราคาแพง				
9. การจัดหาและขนส่งน้ำมันดีเซลเป็นไปอย่างยากลำบาก				
10. ระบบผลิตไฟฟ้ามีอายุการใช้งานนาน				
11. ต้องมีการดูแล/ซ่อมแซมเครื่องปั่นไฟบ่อยครั้ง				
12. การดูแลเครื่องปั่นไฟไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน				
13. เมื่อเครื่องปั่นไฟชำรุด เจ้าหน้าที่สามารถซ่อมแซม/เปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ได้เอง				
14. เมื่อเครื่องปั่นไฟชำรุด สามารถหาอุปกรณ์ต่างๆ มาเปลี่ยนได้โดยง่าย				
15. เครื่องปั่นไฟสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย				

(2) ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงแดด และพลังงานลมเป็นหลัก โดยใช้โซลาร์เซลล์และกังหันลมซึ่งติดตั้งที่บริเวณด้านหน้าอุทยาน ติดกับศูนย์อำนวยการนักท่องเที่ยว และจ่ายไฟฟ้าไปยังบริเวณบ้านพักนักท่องเที่ยว บ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน บริเวณที่กางเต็นท์ และห้องน้ำสาธารณะ

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
1. ขณะกังหันลมพัดหรือหมุน มีเสียงดังเกิดขึ้นและก่อให้เกิดความรำคาญแก่ท่านขณะที่ท่านพักผ่อน				
2. เสียงดังที่เกิดจากกังหันลม มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้				
3. ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้า				
4. ตลอดระยะเวลาที่ใช้ไฟฟ้า เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่ติดบ่อยครั้ง				
5. ต้องมีการดูแล/ซ่อมแซมปัญหาพื้นฐานของระบบผลิตไฟฟ้าบ่อยครั้ง				
6. การดูแลเครื่องปั่นไฟไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน				

ข้อความ	ระดับทัศนคติ			
	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วย
7. เมื่อระบบผลิตไฟฟ้าชำรุด เจ้าหน้าที่ไม่สามารถซ่อมแซม/เปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆได้เอง ต้องติดต่อหน่วยงานที่ติดตั้งระบบเท่านั้นที่มาซ่อมให้				
8. เมื่อระบบผลิตไฟฟ้าชำรุด สามารถหาอุปกรณ์ต่างๆมาเปลี่ยนได้โดยง่าย				
9. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย				
10. การใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม ทำให้ท่านได้รับความสะดวกสบายในการใช้ไฟฟ้ามากกว่าการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟ				
11. บริเวณร้านค้ามีการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม แทนการใช้เครื่องปั่นไฟที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบัน				
12. การลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งนี้ รัฐบาลต้องใช้งบประมาณถึง 7,000,000บาท ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าราคาของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ และกังหันลม มีราคาแพงมาก				
13. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับอุทยานแห่งนี้				

14. หนึ่ง จากการที่ใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจำกัดเวลาในการใช้ไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลา 18.00 – 22.00 น. แต่ท่านสามารถนำอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ามาใช้ได้อย่างเต็มที่ หรือ สอง การใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมทำให้ท่านสามารถใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา แต่ต้องมีการจำกัดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าให้ลดลงจากเดิมที่เคยใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไฟสูงจะมีการห้ามใช้ ท่านพึงพอใจกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบใดมากกว่า ดังต่อไปนี้

☐ 1. เครื่องปั่นไฟ

☐ 2. ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลม

15. ท่านคิดว่าระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมของอุทยานแห่งชาตินี้

- ☐ 1. ควรเปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเพียงอย่างเดียว โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องปั่นไฟไว้ใช้งานอีก
- ☐ 2. ควรใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟเพียงอย่างเดียวเหมือนเดิม
- ☐ 3. ควรใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และกังหันลมเป็นหลักแต่ก็ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองไว้ด้วยเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าแทนโซลาร์เซลล์และกังหันลม เฉพาะในช่วงที่โซลาร์เซลล์และกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ได้ เช่น ช่วงที่ไม่มีแสงแดดติดต่อกันหลายวัน หรือช่วงที่ไม่มีลมพัดแรง

16. จากการที่รัฐได้ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์และกังหันลมที่อุทยานแห่งชาติแห่งนี้ ต้องใช้งบประมาณสูงถึงประมาณ 7,000,000 บาท ถ้าทางอุทยานจะขอความร่วมมือในการจัดเก็บเงินค่าใช้ไฟฟ้าเพื่อเป็นกองทุนในการดูแลรักษาระบบผลิตไฟฟ้านี้

ท่านคิดว่าจำนวนเงินที่เหมาะสมที่ท่านจ่ายได้ คือ บาท / คน / เดือน



ภาคผนวก ค
แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

**คำถามในการประเมินเทคโนโลยี
เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีเดลฟายน์**

ขอความกรุณาผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 ท่าน ในการให้คะแนนปัจจัยแต่ละตัว ในการประเมินเทคโนโลยี/การคัดเลือกระบบผลิตไฟฟ้าที่จะนำไปติดตั้งในเขตอุทยานแห่งชาติ ทั้ง 6 ปัจจัยนี้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้จากการสอบถามแบบเปิด(open)ในรอบแรก โดยเรียงตามลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยตามความคิดเห็นของแต่ละท่าน โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน โดย

- 5 หมายถึง ปัจจัยนี้มีความสำคัญมากที่สุด
- 4 หมายถึง ปัจจัยนี้มีความสำคัญมาก
- 3 หมายถึง ปัจจัยนี้มีความสำคัญปานกลาง
- 2 หมายถึง ปัจจัยนี้มีความสำคัญน้อย
- 1 หมายถึง ปัจจัยนี้มีความสำคัญน้อยที่สุด

ปัจจัยในการประเมินเทคโนโลยี	ระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย				
	5	4	3	2	1
ความเหมาะสมของการคัดเลือกเทคโนโลยี					
ความพร้อมของผู้ใช้ระบบผลิตไฟฟ้า					
ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์					
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า					
ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่					
ความสอดคล้องกับนโยบายของกรมป่าไม้ / กฎหมายสิ่งแวดล้อม					

ข้อมูลเพิ่มเติมของปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย

ความเหมาะสมในการคัดเลือกเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

- สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้า (ความเพียงพอต่อการใช้งาน)
- ความสามารถในการดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า

ความเหมาะสมของผู้ใช้งานระบบ

- ความต้องการของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะแก้ไขปัญหาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ดีเซล
- การยอมรับของผู้ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่จากเดิมที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
- การจัดการในการใช้ระบบผลิตไฟฟ้า และทัศนคติการประหยัดพลังงานจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าในการนำระบบผลิตไฟฟ้ามาใช้

ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

- ค่า NPV (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ)
- ค่า IRR (อัตราผลตอบแทนภายใน)
- ค่า B/C Ratio (อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน)
-

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

- มลพิษทางอากาศ
- มลพิษทางเสียง
- การปนเปื้อนของคราบน้ำมันในดิน

ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่

- พลังงานแสงแดด
- พลังงานลม
- น้ำมันเชื้อเพลิง

ความสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงานตามนโยบายของกรมป่าไม้ และกฎหมายสิ่งแวดล้อม

- นโยบายของกรมป่าไม้
- กฎหมายสิ่งแวดล้อม

เกณฑ์การให้คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัย

โดยที่ 1 หมายถึง ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับแรก ในหัวข้อย่อยของแต่ละปัจจัย โดยพิจารณาทีละพื้นที่ และคะแนน 2, 3, ... ตามลำดับความสำคัญลดลงไป ถ้าข้อใดที่ท่านเห็นว่ามีความสำคัญเท่ากันก็ให้ใส่คะแนนเท่ากัน

คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่					
1. ความเหมาะสมของการคัดเลือกเทคโนโลยี	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
สมรรถนะของระบบผลิต (ความเพียงพอต่อการใช้งาน)	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปีเท่ากับ 38 kwh/day ในขณะที่มี Load ในการใช้งาน เฉลี่ยรายปี เท่ากับ 33 kwh/day ซึ่งถือว่าระบบผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับ Load ได้อย่างเพียงพอ และ มีการใช้ดีเซลเจนเนอเรเตอร์ผลิตไฟฟ้าเสริมในช่วงฤดูฝน และในช่วงฤดูท่องเที่ยวที่บางวันมี Load ไฟฟ้าสูง	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปีเท่ากับ 39 kwh/day ในขณะที่มี Load ในการใช้งานเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 20 kwh/day ซึ่งถือว่าระบบผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับ Load ได้อย่างเพียงพอ และ มีการใช้ดีเซลเจนเนอเรเตอร์ผลิตไฟฟ้าเสริมในช่วงฤดูฝน และในช่วงฤดูท่องเที่ยวที่บางวันมี Load ไฟฟ้าสูง	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปีเท่ากับ 30 kwh/day ในขณะที่มี Load ในการใช้งานเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 7.92 kwh/day ซึ่งถือว่าระบบผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับ Load ได้อย่างเพียงพอ และ มีการใช้ดีเซลเจนเนอเรเตอร์ผลิตไฟฟ้าเสริมในช่วงฤดูฝน	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลาง ถึงระดับต่ำ ถึงร้อยละ 88 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจในระบบในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี มีเพียงร้อยละ 12	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลาง ถึงระดับต่ำ ถึงร้อยละ 88 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจในระบบในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี มีเพียงร้อยละ 12
ประสิทธิภาพของระบบ	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ เพียง ร้อยละ 24.6 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจระบบฯในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี ถึงร้อยละ 75.4	จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบ ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ ถึง 81.2 %	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลาง ถึงระดับต่ำ ถึงร้อยละ 88 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจในระบบในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี มีเพียงร้อยละ 12	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลาง ถึงระดับต่ำ ถึงร้อยละ 88 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจในระบบในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี มีเพียงร้อยละ 12	จากแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความคิดเห็นในด้านความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน , การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า ด้วยพลังงานสะอาด ในระดับปานกลาง ถึงระดับต่ำ ถึงร้อยละ 88 ส่วนที่มีความรู้ ความเข้าใจในระบบในการใช้งาน การดูแลรักษา และซ่อมแซมระบบผลิตไฟฟ้า อย่างดี มีเพียงร้อยละ 12

ความพร้อมของผู้ใช้งานระบบ (ต่อ)	คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่				
	ตระรูเตา	คะแนน	ถูกระดิง	คะแนน	ห่วยขาแ่ง
● การจัดการในการใช้ไฟฟ้า และ ทัศนคติการประหยัดพลังงานจากกลุ่ม ผู้ใช้ไฟฟ้า ในการนำระบบผลิตไฟฟ้า มาใช้	ทางอุทยานได้มีการจัดอบรมใน การใช้ไฟฟ้า และได้มีการจำกัด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไฟสูงมี การจัดเวลาในการการใช้ไฟฟ้า มี การณรงค์ให้ใช้ไฟฟ้าอย่าง ประหยัด	คะแนน	ทางอุทยานได้มีการจัดอบรมในการใช้ ไฟฟ้า และได้มีการจำกัดเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่สิ้นเปลืองไฟสูง มีการจัดเวลาในการ การใช้ไฟฟ้า มีการณรงค์ให้ใช้ไฟฟ้า อย่างประหยัด	คะแนน	ทางอุทยานได้มีการจัดอบรมใน การใช้ไฟฟ้า และได้มีการจำกัด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไฟสูง มีการจัดเวลาในการการใช้ไฟฟ้า มีการณรงค์ให้ใช้ไฟฟ้าอย่าง ประหยัด
	และจากแบบสอบถาม กลุ่มผู้ใช้ ไฟฟ้าทั้ง 2 กลุ่ม คือ เจ้าหน้าที่ 86.1 % และ นักท่องเที่ยว 75 % เห็นด้วยกับการจัดการในการใช้ ไฟฟ้าของอุทยานที่มีการใช้ไฟฟ้า อย่างประหยัด และจำกัดเครื่องใช้ ไฟฟ้าที่กินไฟสูงให้ใช้ลดลง	คะแนน	และจากแบบสอบถาม กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า ทั้ง 3 กลุ่ม คือ เจ้าหน้าที่ 78.5 % และ เจ้าของร้านค้า 74.1% เห็นด้วยกับการ จัดการในการใช้ไฟฟ้าของอุทยานที่ให้ มีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด และจำกัด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟสูงให้ใช้ลดลง	คะแนน	และจากแบบสอบถาม กลุ่มผู้ใช้ ไฟฟ้าทั้ง 2 กลุ่ม คือ เจ้าหน้าที่ 88 % และ เจ้าของร้านค้า 81 % เห็นด้วยกับการจัดการในการใช้ ไฟฟ้าของอุทยานที่มีการใช้ ไฟฟ้าอย่างประหยัด และจำกัด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟสูงให้ใช้ ลดลง

2. ความพร้อมของผู้ใช้งานระบบ		คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่					คะแนน	
		คะแนน	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	คะแนน	คะแนน
● ความต้องการของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะแก้ไขปัญหาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ดีเซล	คะแนน	คะแนน	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	คะแนน	คะแนน
	คะแนน	คะแนน	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	คะแนน	คะแนน
● การยอมรับของผู้ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่จากเดิมที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล	คะแนน	คะแนน	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	คะแนน	คะแนน
	คะแนน	คะแนน	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	การตั้ง	คะแนน	คะแนน

3. ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์	คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่					
	ตะรุเตา	คะแนน	ภูกระดึง	คะแนน	ห้วยขาแข้ง	คะแนน
เกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์						
● ค่า NPV (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ) เหมาะสมในการลงทุนเมื่อ NPV มีค่าเป็นบวก			- 5,249,018.60			
● ค่า IRR (อัตราผลตอบแทนภายใน) เหมาะสมในการลงทุนเมื่อ IRR มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ใช้ในการลงทุน (12%)			-7.05 %			
● ค่า B/C Ratio (อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน) เหมาะสมในการลงทุนเมื่อ B/C Ratio มีค่ามากกว่า 1			0.59			

พื้นที่ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาด / คะแนนตามลำดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่													
มาตรฐานการปลดปล่อยมลพิษทั่วไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15/2540		อุทยานแห่งชาติตะรุเตา		คะแนน		อุทยานแห่งชาติภูกระดึง		คะแนน		เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง		คะแนน	
● มลพิษทางอากาศ (ppm)	มาตรฐานเฉลี่ย 1 ชม. ในบรรยากาศทั่วไป	ตรวจวัดที่แหล่งกำเนิด	ตรวจวัดที่บรรยากาศทั่วไป	.....	.....	ตรวจวัดที่แหล่งกำเนิด	ตรวจวัดที่บรรยากาศทั่วไป	.....	.....	ตรวจวัดที่แหล่งกำเนิด	ตรวจวัดที่บรรยากาศทั่วไป	.....	.....
		46.75	0.02			283.03	8			928	20		
		6.50	0			40.67	0.13			0	0		
		0	0			0	0			4	0		
● มลพิษทางเสียง (dBA)	- มาตรฐานค่าระดับเสียงสูงสุดในชุมชน (L _{max})=115 dBA - การได้ยินนานติดต่อกันไม่เกิน 7 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 92 dBA	ตรวจวัดเฉลี่ยรายชั่วโมง ที่เปิดระบบฯ ใช้งาน คือ 18.00 น.-22.00 น.		.....	.....	ตรวจวัดเฉลี่ยรายชั่วโมง ที่เปิดระบบฯ ใช้งาน คือ 18.00 น.-22.00 น.		.....	.....	ตรวจวัดเฉลี่ยรายชั่วโมง ที่เปิดระบบฯ ใช้งาน คือ 18.00 น.-22.00 น.		.....	.....
		93				98				101			
● การปนเปื้อนของคราบน้ำมันในดิน (mg/l)	มาตรฐานค่า Oil & Grease ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ต้องไม่เกิน 47,996	ตรวจวัดโดยการสุ่มแบบเจาะจงในบริเวณที่มีการปนเปื้อน		.....	.....	ตรวจวัดโดยการสุ่มแบบเจาะจงในบริเวณที่มีการปนเปื้อน		.....	.....	ตรวจวัดโดยการสุ่มแบบเจาะจงในบริเวณที่มีการปนเปื้อน		.....	.....
		39,956				43,588				60,444			

5. ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่	คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่				
	ตระรู้เท่า	คะแนน	ถูกระดิ่ง	ห้วยชาแข็ง	คะแนน
พลังงานแสงอาทิตย์ ค่ามาตรฐานสำหรับประเทศไทย : ที่ความเข้มแสงตั้งแต่ 200 w/m² ขึ้นไป แสงโซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์อยู่ในช่วง 9 -13 %	จากการตรวจวัดความเข้มแสง พบว่าความเข้มแสงเฉลี่ย ในฤดูฝน 600w/m² ช่วงฤดูร้อนและหนาว 900 w/m² โซลาร์เซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปี 168.32 kWh/ m² .year และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ประมาณ 9 %		จากการตรวจวัดความเข้มแสง พบว่าความเข้มแสงเฉลี่ยในฤดูฝน 500w/m² ช่วงฤดูร้อนและหนาว 700 w/m² โซลาร์เซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปี 160 kWh/ m² .year และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ประมาณ 9 %	จากการตรวจวัดความเข้มแสงพบว่าความเข้มแสงเฉลี่ยในฤดูร้อน 300 w/m²ช่วงฤดูร้อนและหนาว 600 w/m² โซลาร์เซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยรายปี 163.5 kWh/m² .year และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ประมาณ 9 %	
พลังงานลม ความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย : บริเวณชายฝั่งทะเลภาคใต้ด้านตะวันตก (อุทยานแห่งชาติตะรุเตา) มีค่าเฉลี่ย 15 km/hr ส่วนบริเวณอุทยานแห่งชาติภูกระดึง มีค่าเฉลี่ย 7 km/hr	จากการวัดความเร็วลมของกิ่งหันลม ขนาด 10 kw ติดตั้งสูง 18 เมตร พบว่ามีความเร็วลมเฉลี่ยรายปี 2.32 -3.1 m/s ความเร็วลมสูงสุดช่วงฤดูมรสุม 7.642 m/s		จากการวัดความเร็วลมของกิ่งหันลม ขนาด 2.5 kw ติดตั้งสูง 18 เมตร พบว่ามีความเร็วลมเฉลี่ยรายปี 2 -3.2 m/s ความเร็วลมสูงสุดช่วงฤดูมรสุม 7.241 m/s	ไม่ได้อัดตั้งกิ่งหันลม	

ความเหมาะสมของศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่ (ต่อ)	คะแนนตามลำดับความสำคัญของการปัจจัยในแต่ละพื้นที่				
	ตระруเตา	คะแนน	อุปกรณ์	คะแนน	ห่วยขานแข่ง
● การจัดหาน้ำมัน	การจัดหาน้ำมันสำหรับติดตั้งเครื่องจักร : โดยการจัดหาน้ำมันสำรอง 1 ครั้ง โดยขมทางอุทยาน เดือนละ 6 ถึง (ถึงขนาด 200 ลิตร) หรือ คิดเป็น 1,200 ลิตร/เดือน เสียค่าใช้จ่าย ในการจัดซื้อน้ำมันติดตั้ง 15,600 บาท/เดือน ติดตั้งเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าได้ 48 kWh		การจัดหาน้ำมันสำหรับติดตั้งเครื่องจักร : โดยการจัดหาน้ำมันสำรอง 1 ครั้ง โดยขมทางอุทยาน เดือนละ 6 ถึง (ถึงขนาด 200 ลิตร) หรือ คิดเป็น 1,200 ลิตร/เดือน เสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อน้ำมันติดตั้ง 15,600 บาท/เดือน ติดตั้งเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าได้ 40 kWh		การจัดหาน้ำมันสำหรับติดตั้งเครื่องจักร : โดยการจัดหาน้ำมันสำรอง 1 ครั้ง โดยขมทางอุทยาน เดือนละ 3 ถึง (ถึงขนาด 200 ลิตร) หรือ คิดเป็น 600 ลิตร เสียค่าใช้จ่าย ในการจัดซื้อน้ำมันติดตั้ง 7,800 บาท/เดือน ติดตั้งเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าได้ 50 kWh
	ปัญหา คือ ช่วงมรสุม ทะเลมีคลื่นแรง ทำให้ขนส่งน้ำมันลำบากมาก		ปัญหา คือ ในรั้วด้านทางอุทยานต้องขนน้ำมันเองเนื่องจากทางกองทัพอากาศจะย้ายฐานทัพไปที่อื่น		ปัญหา คือ ช่วงฤดูฝน ถนนถูกตัดขาดทำให้ขนส่งน้ำมันลำบาก

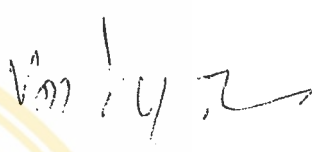
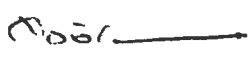
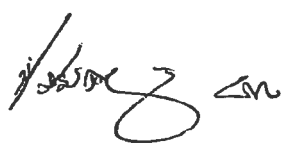
คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่					
6.ความสอดคล้องกับนโยบายของกรมป้าไม้ / กฎหมายสิ่งแวดล้อม	ตระรูเตา	คะแนน	อุปกรณ์	ห้วยขาแข้ง	คะแนน
● นโยบายของกรมป้าไม้ จากคำสั่งของกรมป้าไม้ ที่ 1709 / 2541 ได้ มีนโยบายที่จะจัดหาพลังงานสะอาดสำหรับ หน่วย ย าน ข อ ง ลำ นั ก อ นุ รั ก ษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อใช้ในการอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่และค่าบริการต่างๆ อีกทั้งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย	จากเดิมที่เคยใช้เครื่องยนต์ ดีเซลผลิตไฟฟ้า ประมาณ 1,200 ลิตร /เดือน เสียค่าใช้จ่าย ในการจัดซื้อ น้ำมันดีเซล15,600 บาท/เดือน		จากเดิมที่เคยใช้เครื่องยนต์ ดีเซลผลิตไฟฟ้า ประมาณ 1,200 ลิตร /เดือน เสียค่าใช้จ่าย ในการจัดซื้อน้ำมันดีเซล 15,600 บาท	จากเดิมที่เคยใช้เครื่องยนต์ ดีเซลผลิตไฟฟ้า ประมาณ 600 ลิตร /เดือน เสียค่าใช้จ่ายใน การจัดซื้อน้ำมันดีเซล 7,800 บาท/เดือน	
	หลังจากเปลี่ยนมาใช้ระบบ ผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ด้วยพลังงานสะอาด ปริมาณ การใช้น้ำมันลดลงเหลือเดือน ละ 600 ลิตร เสียค่าจัดซื้อ น้ำมันเพียง 7,800 บาท/เดือน อีกทั้งการศึกษากลับระบบ ด้านมลพิษในข้างต้น ระบบ ผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงาน สะอาดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม		หลังจากเปลี่ยนมาใช้ระบบ ผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ด้วย พลังงานสะอาด ปริมาณการใช้ น้ำมันลดลงเหลือเดือนละ 640 ลิตร เสียค่าจัดซื้อน้ำมันเพียง 8,400 บาท/เดือน อีกทั้งการศึกษากลับระบบด้าน มลพิษในข้างต้น ระบบผลิตไฟ ฟ้าด้วยพลังงานสะอาดมีผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อม	หลังจากเปลี่ยนมาใช้ระบบ ผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วย พลังงานสะอาด ปริมาณการใช้ น้ำมันลดลงเหลือเดือนละ 300 ลิตร เสียค่าจัดซื้อน้ำมันเพียง 3,900 บาท/เดือน อีกทั้งการศึกษากลับระบบด้าน มลพิษในข้างต้น ระบบผลิตไฟ ฟ้าด้วยพลังงานสะอาดมีผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย	

6.ความสอดคล้องกับนโยบายของกรมป้ามี /กฎหมายสิ่งแวดล้อม (ต่อ)	คะแนนตามลำดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละพื้นที่				
	ตระรู้เตา	คะแนน	ถูกระถึง	คะแนน	ห่วยขาแข่ง
กฎหมายสิ่งแวดล้อม จากพระราชบัญญัติ อุทยานแห่งชาติ ฉบับปี 2504 หมวด 3 เรื่องการคุ้มครองและดูแลรักษาภายในอุทยานแห่งชาติตามมาตรา 16 ที่ห้ามมิให้ผู้ใดให้เกิดเสียงดังอันเป็นการรบกวน หรือเป็นที่เดือดร้อน รำคาญ แก่คน และสัตว์ ซึ่งค่ามาตรฐานระดับเสียงในชุมชน กำหนดค่าระดับเสียงสูงสุด(L _{max}) เท่ากับ 115 dBA (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 2540)	ระดับเสียงสูงสุด (เครื่องปั่นตีเหล็ก) = 93 dBA		ระดับเสียงสูงสุด(เครื่องยนต์ดีเซล) = 98 dBA		ระดับเสียงสูงสุด(เครื่องยนต์ดีเซล) = 101 dBA

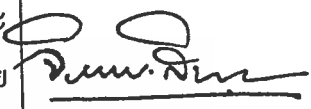
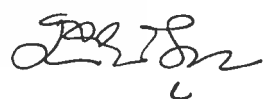
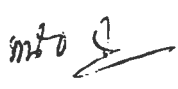
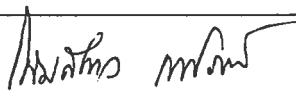


รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้า

รายชื่อนักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเทคโนโลยี

ชื่อ – นามสกุล	ตำแหน่ง/สถานที่ทำงาน	ลายมือชื่อ
1. ศ.ดร.ปริดา วิบูลย์สวัสดิ์	ผู้อำนวยการและศาสตราจารย์ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	
2. นาย ชาย ชีวเกตุ	ที่ปรึกษาด้านพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานคณะกรรมการนโยบาย พลังงานแห่งชาติ	
3. นาย มานิตย์ ศิริวรรณ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผน- สิ่งแวดล้อม	
4. ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ	ศาสตราจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
5. รศ.ดร. จงจิตร หิรัญลาก	คณบดีคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี	
6. นายไชยวัฒน์ ผลลาก	ที่ปรึกษาฝ่ายติดตามประเมินผล โครงการ กองอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบาย- พลังงานแห่งชาติ	

รายชื่อนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเทคโนโลยี (ต่อ)

ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง/สถานที่ทำงาน	ลายมือชื่อ
7. ผศ.ดร.จิรพล สีนธนาภา	อาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหิดล	
8. ผศ.ดร.สมชาย จันทร์ชาวนา	หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม เครื่องกล, ผู้ช่วยอธิการบดี ฝ่าย วิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	
9. ผศ.ดร.อดิสร อิศรางกูร ณ อยุธยา	อาจารย์คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหาร- ศาสตร์, นักวิจัย สถาบันวิจัย เพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI)	
10. ผศ.ดร.ศันสนีย์ ชูแว	อาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหิดล	
11. รศ.ดร.พจน์ย์ ขุมมงคล	ประธานสายวิชาเทคโนโลยีสิ่ง แวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	
12. ผศ.ดร.โสมสกา เพชรานนท์	อาจารย์คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวคุณฐิ นิลบล
วันเดือนปีเกิด	12 ตุลาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2535-2539 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2540-2544 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร) สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย กลุ่มระบบพลังงานสะอาด สถาบันพัฒนาและฝึกอบรม โรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Executive Summary

Technology Assessment For Electricity Generation From Hybrid Clean Energy

: Phukradueng National Park ,Lei Province

Dutsadee Nilubol

Appropriate Technology For Resources Development

Faculty of Environment and Resources Studies , Mahidol University

Summary of Abstract

The objective of this research was to evaluate electricity generation from hybrid Clean energy at Phukradueng National Park , in terms of environmental impact , attitude of users , economic viability and technology assessment for electric generation. The data was analyze by T-test , analysis of variance , percentage , mean , median , mode , median and mode range value and interquartile range value .

The results showed that electric generation from hybrid clean energy had statistically less impact on the environment than diesel generators ,except in terms of sulphurdioxide released, which was equal to the diesel electric generator.

Electricity users on the sample of 100 tourists , 16 National Park 's officers and 27 shop owners resulted in that all groups of users had attitudes on clean energy with score levels higher than attitudes on diesel score levels. Tourists average score was 25.34 (full score of 32) for attitudes on hybrid clean energy score levels or 79.19 % , tourists with different ages , jobs and a homes showed significant attitudes on hybrid clean energy score levels. The national park's officers had attitudes on hybrid clean energy score levels average was 36.94 (full score of 52) for attitudes on hybrid clean energy score levels or 59.79 % . No different factors showed significant attitudes on hybrid clean energy score levels. Shop owners showed average was 18.63 (full score of 24) for attitude on hybrid clean energy score levels, Shop owner with different education showed significant attitude on clean energy score levels.

In addition to conduct cost-benefit analysis this project used a 10% reduction rate with a 20 year project duration showing that it was economically unviable , but when include environment benefit this project had economical viability .

The technology assessment on electric generators from experts showed that the criteria for selection of the electric generator and location in the national park was the first criteria for the potential of the energy source in the area. The second was to follow the National policy or the environmental law. The third was the appropriate electric generator technology. The fourth was economical viability and the environmental impact from the electric generator. The last criteria was the potential of electricity's users.

Introduction

In the past, the diesel generators were used to generate the electricity for tourists service center on the plateau of Phukradueng national park in the Lei province because the available power grid is quite a distant away from the plateau. Diesel electric generator, however, were some environmental problems such as air pollution, noise pollution and oil leak which may harm the public health and the flora and fauna around the Park. In addition, the diesel generator had high maintenance cost and transportation of diesel fuel was extremely difficult in rain season. To get to the top, a person must hike up approximately 5 kilometers along steep narrow trail. During Phukradueng travel season. On average, There are 52,748 tourists visiting Phukradueng National Park in a year.

Phukradueng national park used two 40 kW diesel electric generators to generate and supply electrical loads during 18.00 – 22.00 P.M every day in the travel season and external travel only one diesel generator to supply national park officer's load. The park need 12,000 liter of diesel oil for the generator and had to pay the fuel bill about 174,480 Baht annually. Maintenance expends of 3,000 Baht were also incurred each year.

To solve these problems, a clean energy hybrid system supported financially by National Energy Policy Office has been installed at Phukradueng national park by Clean Energy System Group, King Mongkut University of Technology Thonburi since December, 1999. It provides electricity around the clock for a tourists service center and communication equipments and all night for living quarters, public toilets and campground.

The electricity generating system consists of 7.5 kWp Photovoltaic solar array, 2.5 kWp wind turbine generator, 234 kW-h Battery Bank, two 5 kW inverter, 50 Kw battery charger and one 40 kW diesel generator as back-up. Initial result indicates that Photovoltaic solar's array

efficiency is 9-13 % on days with high solar insolation. The Photovoltaic solar array and the wind turbine can charge the battery bank and supply electrical loads by Inverter. Currently only shop area still were diesel generator during 18.00-22.00 P.M.

The data from Clean Energy System Group , King Mongkut University of Technology Thonburi has shown that the clean energy on average generate 39 kWh/day of electricity. Average electrical load is 36 kWh/day , thus the system should be able to supply the load. Directly benefit is to reduce the fuel bill diesel oil by about 106,142 Baht per year. The other, are time saving from diesel oil transportation , decreasing risk from transporting oil by helicopter and improving the quality of the environment and quality of life.

The aimed would be to replace the diesel electric generator in all sectional parks with clean energy hybrid system.

The objective of this research and methodology

- To compare suitability between the electricity generation from hybrid clean energy and diesel electric generator in term of environmental impact by using the equipment for collecting a pollution data
- To compare an attitude toward both electricity generating system among 3 user group. Questionnaires were completed by 100 tourists , 16 national park officers and 27 shop owners.
- To evaluate economical viability of the electricity generation from hybrid clean energy using benefit-cost analysis.
- To gather expert's opinion on the electricity generating technology assessment utility Delphi Technique.

Expected usefulness

- Finding out how suitable the electric generation from hybrid clean energy is for Phukradueng National Park in terms of environmental effect, attitude and economics.
- What criteria should be used to an evaluate or select an electric generating system in the national park.
- The result of this research can be used as guidelines for future consideration to installed an electric generating system in other national park with the same feature.

Results and discussions

Results of the study of Technology Assessment For Electricity Generation From Hybrid Clean Energy at Phukradueng National Park ,Lei Province can be summarized as followed :

The environmental impact

The environmental impacts from the hybrid system in term of noise pollution and oil spill are significantly less than diesel generator. However only the level of noise around the diesel generator (98 dB A) is higher than the World Health Organization Standard for hazardous noise to human (80 dB A).

But in term of air pollution environmental impacts form the hybrid clean energy system significantly less than diesel generator, except sulphurdioxide released which is insignificantly different from diesel generator cause of sulphurdioxide released from diesel generator have very few , then can't detect from the gas analyzer . And gas release from diesel generator were not higher than ambient air quality standard.

Even though the environmental impacts from diesel generator were not higher than the environmental Standard for hazardous to human health , so that it not dangerous on human health or it is not considered an environmental problem but probability it will had a impact on the flora and fauna such as loud noise effect baby animals and oil spill in the water it produce widespread heavy metal sediment problems in aquatic life and water fowl and their habitat. The effect of oil spill in the water are generally manifested by reduction in diversity , productivity and density of aquatic organisms and water fowl . Then some species of animals population in the ecosystem were decrease or lost.

So that , selection electricity generation system that decrease environmental impact or using clean energy for electricity generation system absolutely, abandon diesel generator anymore it will increase species , productivity of animals population.

User's attitude toward both electricity generating system.

Factors influence attitude toward electricity generation from hybrid clean energy and diesel electric generator of each user group can be summarized as following :

The tourists

The tourists have statistically significant different attitude toward clean energy and diesel generator at 0.05 level. Tourists average score was 25.34 (full score of 32) for attitudes toward hybrid clean energy score levels or 79.19 % . And average score was 12.81 (full score of 20) for attitudes toward diesel generator score levels or 64.05 %

Statistically , once age , job and accommodation tend to have different attitude, toward toward hybrid clean energy . And tourists with different amount of overnight stay and accommodation tend statistically have significantly different toward diesel generator.

The tourists , on average are willing to pay 22.98 Baht per for the generation from hybrid clean energy.

The National Park officers

The Nation Park officers have statistically significant different attitude toward clean energy and diesel generator at 0.05 level. Nation Park officers average score was 36.94 (full score of 52) for attitudes toward hybrid clean energy score levels or 71.03 % . And average score was 35.86 (full score of 60) for attitudes toward diesel generator score levels or 59.79 %

None of the factors both attitude toward hybrid clean energy and attitude toward diesel generator .

The National Park officer , willingness to pay for the generation from hybrid clean energy is 26.56 Baht per month, on average.

The shop owners

The shop owners have statistically significant different attitude toward clean energy and diesel generator at 0.05 level. Shop owners average score was 18.63 (full score of 24) for attitudes toward hybrid clean energy score levels or 77.62 % . And average score was 16.22 (full score of 24) for attitudes toward diesel generator score levels or 67.58 %

Statistically , once education to have different attitude toward toward hybrid

Statistically, once education to have different attitude toward toward hybrid clean energy. And shop owners with different age statistically have significantly different toward diesel generator.

This group's willingness to pay for the generation from hybrid clean energy equal to 92.78 Baht per, on average.

Benefit-cost analysis of electricity generation from hybrid clean energy project

Benefit-cost analysis of the project at 10% discount rate assuming 20 year project life shows that it is not viable since the NPV equals to -5,314,531.24 Baht, B/C Ratio equals to 0.59 and IRR equals to -7.05 %. Transportation difficulty and delayed installation are the cause. The other reason are uncontinue budgets, most instruments of this project are import when the project has been unfortunately affected by the current economic slump. Disrupted funding and depreciation of Baht has made the project were expensive than estimated.

But if environmental benefit (total willingness to pay by tourists, national park officer and shop owners for electricity generation from hybrid clean energy is 1,240,790.60 Baht per year) is includes, the project turns out to be economical viability.

Technology assessment for electricity generation from hybrid clean energy

The experts agree that the first selection criteria for electric generating system to be installed in national park must be the potential of energy source in the area. Next on the list are compatibility with the national policy or the environmental law, appropriateness of electric generating technology, economic viability, the environmental impact from the electric generating system and users readiness.

The experts weighing's score for technology assessment of electricity generation from hybrid clean energy at Phukradueng national park imply the following: in term of potential of energy source in the Phukradueng national park area solar energy is the first choice. Wind energy and diesel fuel supply is second and third respectively. Compatibility with the National policy or the environment law, the weigh should be given to the environmental law. Appropriateness of electric generating technology, users potential to operate and maintain the electricity generating system should be considered before efficiency of electricity generating



The shop owners with different education have statistically significantly different attitude on clean energy. And shop owners with different age have statistically significantly different attitude on diesel generation.

This group 's willingness to pay for the generation from hybrid clean energy equals to 92.78 Baht per month ,on average.

The conclusion

The electricity generation from hybrid clean energy system is suitable toward environment , attitude and acceptance of the electricity system. Economic viability when environmental benefits are included. Potential of renewable energy source in the area is agree to be the criteria to considered first among in decision making to install an generating in national park.