



ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขต
ทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปืลือกคี

พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รัศมี)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
พุทธศักราช ๒๕๖๐

(ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย)



Problems and Obstacles for Solar Cell Maintenance At
A School in Remote Area: Ban Pilo Kh
Border Patrol Police School.

Phra Wisit Dhammaramsi (Russamee)

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of
The Requirement for the Degree of
Master of Arts
(Social Development)

Graduate School
Mahachulalongkornrajavidyalaya University
C.E. 2017

(Copyright by Mahachulalongkornrajavidyalaya University)



ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ของโรงเรียนในเขต
ทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี
PROBLEMS AND OBSTACLES FOR SOLAR CELL MAINTENANCE AT A
SCHOOL IN REMOTE AREA : BAN PILOK KHI BORDER
PATROL POLICE SCHOOL

พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รัศมี)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
พุทธศักราช ๒๕๖๐



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย เรื่อง
“ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียน
ตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาพุทธศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม


.....
(พระมหาสมบุญ วุฑฒิโกโร, ดร.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจสอบบัณฑิตวิทยาลัย


..... ประธานกรรมการ
(พระมหาสมบุญ วุฑฒิโกโร, ดร.)


..... กรรมการ
(รศ.ดร.สุวิญ รักษิต)


..... กรรมการ
(ผศ.ดร. อุบลวรรณ ภาวกันันท์)


..... กรรมการ
(ผศ.ดร. นที ทองอุ่น)

คณะกรรมการควบคุมบัณฑิตวิทยาลัย

ผศ.ดร. อุบลวรรณ ภาวกันันท์ ประธานกรรมการ
ผศ.ดร. นที ทองอุ่น กรรมการ

ชื่อผู้วิจัย


.....
(พระวิศิษฐ์ รัชมี)

ชื่อวิทยานิพนธ์: ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียน
ในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

ผู้วิจัย: พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รัชมี)

ปริญญา: พุทธศาสตรมหาบัณฑิต (การพัฒนาสังคม)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:

- : ผศ.ดร. อุบลวรรณ ภาวนันท์, กศ.บ. (ชีววิทยา), กศ.ม. (จิตวิทยา
พัฒนาการ), Diploma in Gestalt Conselling, M.A. (Theoretical
Psychology), Ph.D. (Experimental Psychology with
specialization in Cognitive Psychology)
- : ผศ.ดร. นที ทองอุ่น, วศ.บ. (วิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด),
วศ.ม. (วิศวกรรมการวัดคุม), D.Eng. (Information Processing)

วันสำเร็จการศึกษา: ๑๐ มีนาคม ๒๕๖๑

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขในการบำรุงรักษา
ระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี
ตำบลปิล็อค อำเภอกงหรา จันทบุรี กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญในงานวิจัยครั้งนี้คือ ครู
๕ คน เจ้าหน้าที่ ๖ คน นักเรียน ๒๐ คน เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่
โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ๑ คน และเจ้าหน้าที่จากกรมการพัฒนาพลังงาน
ทดแทนจังหวัดจันทบุรี ๑ คน รวมทั้งสิ้น ๓๓ คน เครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ แบบ
สัมภาษณ์เชิงโครงสร้างปลายเปิด และใช้การวิเคราะห์ผลรวมที่ตรงกันจากทุกกลุ่มในการสรุป
และอภิปรายผลเป็นความเรียง

การลงทุนพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ทุรกันดาร ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของ
ประชาชนดีขึ้น การติดตั้งโซล่าเซลล์ในพื้นที่ห่างไกลถือเป็นการพัฒนาด้านพลังงานที่ไม่ส่งผล
กระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีความยั่งยืน แต่หากผู้นำปฏิบัติทำอย่างไม่มีประสิทธิภาพก็จะทำให้
เกิดความล้มเหลวได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยายามหาวิธีการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนอย่าง
แท้จริง

ผลการวิจัยพบว่า ระบบโซล่าเซลล์ในโรงเรียนมีการชำรุดทั้งที่เกิดจากการใช้งานปกติ
และความผิดพลาดในการบำรุงรักษา อุปสรรคที่เสียหายบ่อยที่สุด คือ อินเวอร์เตอร์ที่ชำรุดจาก
การถูกฟ้าผ่า รองลงมาคือแบตเตอรี่ และปัญหาเรื่องแผงโซล่าเซลล์เสียหายพบว่ามีน้อยที่สุด
ตามลำดับ สภาพอากาศ ฝุ่นละออง ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ การทำความสะอาดแผง ๒
เดือนต่อครั้งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของแผง และประสิทธิภาพของระบบดีขึ้น การขาดทักษะ
และความรู้ในการบำรุงรักษาระบบของบุคลากร ทำให้ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์วางแผนในการ
การดูแล ตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดความเสียหายหรือ
เสื่อมสภาพแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ เร็วขึ้นเช่นแบตเตอรี่ และผลการทดลองยังพบว่าบุคลากรที่ความรู้
ในระบบมากกว่า จะให้ความร่วมมือในการบำรุงรักษาระบบมากกว่า การที่บุคลากรขาดความรู้

ใจ และไม่มีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบ เพราะมองว่าหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบ เป็นหน้าที่ของคนใดคนหนึ่งเท่านั้น หรือมองว่าตนเองไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอ และงานประจำที่ตนเองต้องรับผิดชอบนั้นก็มียะเยอะอยู่แล้ว จึงหวังพึ่งพาการดูแลบำรุงรักษาระบบจากช่างผู้มาติดตั้งจะมาตรวจสอบให้เป็นประจำทุกปี ในส่วนนี้จัดว่าเป็นการขาดจิตสำนึกสาธารณะที่บุคลากรควรจะมี

สำหรับแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือ ควรพัฒนาบุคลากรให้มีศักยภาพ เพราะคนเป็นหัวใจที่สำคัญในการพัฒนาในด้านต่าง ๆ เช่น ควรมีการจัดอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ในแต่ละระบบแต่ละโซนให้มีความชัดเจนถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ว่ามีหน้าที่อย่างไร และแต่ละตัวต้องบำรุงรักษาอย่างไรบ้าง เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุด และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ และควรจัดทำตารางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ที่มีความกระชับ และครอบคลุม เพื่อเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการดูแลรักษาระบบ จากนั้นควรมีการการจัดแบ่งกลุ่มครู และนักเรียนให้มีหน้าที่เป็นเวรคอยดูแลระบบโซล่าเซลล์ในแต่ละอาคาร เพื่อเป็นการสร้างทักษะ และทบทวนความเข้าใจในการบำรุงรักษาระบบ เช่น การล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ทุก ๒ เดือน การตรวจสอบน้ำกลั่น ดูแลทำความสะอาดส่วนอื่นทุก ๑ เดือน เป็นต้น ทำยที่สุดผู้นำควรปลูกฝังจิตสำนึก ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้จากระบบโซล่าเซลล์ เพื่อสร้างจิตสำนึกสาธารณะให้ครู และนักเรียนเกิดความรู้สึกรักถึงความเป็นเจ้าของ และเต็มใจให้ความร่วมมือในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์.

Thesis Title: Problems and Obstacles for Solar Cell Maintenance
at A School in Remote Area: Ban Pilok Khi Border
Patrol Police School

Researcher: Phra Wisit Dhammaramsi (Russamee)

Degree: Master of Arts (Social Development)

Thesis Supervisory Committee:

: Asst. Prof. Dr. Ubolwanna Pavakanun,
B.Ed. (Biology), M.Ed. (Developmental Psychology),
M.A. (Theoretical Psychology), Ph.D. (Experimental
Psychology with specialization in Cognitive Psychology)

: Asst. Prof. Dr. Natee Thongun,
B.Eng. (Instrumentation System Engineering),
M.Eng. (Instrumentation Engineering), D.Eng. (Information
Processing)

Date of Graduation: 10 March 2018

Abstract

This study aims to investigate problems, obstacles, and solutions of solar cell maintenance at a school in remote area. The Ban Pilok Khi Border Patrol Police School is used as case study. The 33 key informants were 5 teachers, 6 staff, 20 students, a person who install solar system at Pilok Khi Border Patrol Police School, and an officer from the Department of Alternative Energy Development in Kanchanaburi. Open-ended structural interview is used and data were analyzed using content analysis from all groups.

Solar energy investment allows people in remote areas access to energy that improves their quality of life. It is recognized as clean and sustainable energy. However, it requires sufficient maintenance. Inadequate care for solar panels can

reduce the amount of energy it can generate. This is why the investigation on problems and obstacles for solar cell maintenance needs to be done.

The results showed that solar system of the school contains defected parts which is caused by both too long usage times and mismanagement of the system. Inverter is reported as out of order most frequency due to the lightning which often occurs. Batteries and solar panels are also damaged sometimes. Weather patterns and high volume of dust are main problem as it causes the system cannot work properly. The school staff do not arm with proper knowledge in maintenance the system. They do not aware on the importance of maintenance system. Thus many parts of the system including solar panels are left with dust. It would be better if they clean the system, particularly the panel, every two weeks.

However, it is understandable that the school have limited numbers of staff and they all are full with routine assignments. They lie the maintenance responsibility on the shoulders on the installers.

To solve the problems, training course about solar system maintenance should be provided to the school's staff. And they must provide a compact and comprehensive solar system maintenance schedule for help everybody can understand in the solar system maintenance. Then should be set a group of teachers and students for take care of the system in each building, it can improve their skills about solar system maintenance. For example, cleaning the solar panel every two months, cleaning the other part every 1 month. Finally, the leader should cultivate consciousness with all teachers and students, feeling ownership and willing to cooperate in the maintenance of solar cells.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเมตตากรุณา และการให้ความช่วยเหลือแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่มีพระคุณยิ่งของอาตมา ขอขอบคุณประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลวรรณ ภวกันันท์ ที่ยอมรับเป็นประธานที่ปรึกษาและสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขความเรียบร้อย ตลอดจนให้คำแนะนำ ความรู้และประสบการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ที่ดีเสมอมา ขอขอบคุณและขออนุโมทนาที่ท่านอาจารย์ได้ถวายอาหาร น้ำปานะ และถวายความสะดวกในการเดินทางในการทำวิทยานิพนธ์มาตลอด ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นที ทองอุ่น ที่ยอมรับเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำปรึกษา ตลอดจนแนะนำช่องทางในการหาข้อมูลงานวิจัยที่มีประโยชน์ให้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและเจริญพรขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาช่วยตรวจแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยพระเดชพระคุณ พระครูวิลาสกาญจนธรรม ,ดร., พระมหาสมกลยาโณ ,ดร., รศ.ดร.วิวัฒน์ หามนตรี, ดร.เดชา กัปโก, ดร.อัมพร ทองเหลือง ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจทานและแนะนำแก้ไขให้แบบสอบถามสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณและเจริญพรขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสาขาพัฒนาสังคมด้วยเช่นกัน

ขอเจริญพรขอบคุณ พ.ต.ต.สุธีระ สดแสง ครูใหญ่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี คณะครูและบุคลากรในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคีทุกท่านที่ให้การอนุเคราะห์ และการต้อนรับอย่างดีในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณพระเดชพระคุณ พระครูวิลาสกาญจนธรรม ,ดร. เจ้าอาวาสวัดท่าขนุน ที่คอยอบรมให้ความรู้ สอนให้ลูกศิษย์อดทน และมีเพียรพยายามในการทำความดี ตลอดจนให้การสนับสนุนค่าหอ และค่าใช้จ่ายในการศึกษาในครั้งนี้อย่างตั้งต้นจนจบการศึกษา

ขอเจริญพรขอบคุณ โยมน้อย ป่าดิว ป่าโม แม่ชีกัญและคณะ พ่อค้าแม่ค้าทุกคน ที่ได้ถวายข้าว ถวายน้ำ ทั้งของกินของใช้ อีกทั้งอำนวยความสะดวกด้านการเดินทางต่าง ๆ มาตลอดสองปีที่ผ่านมา

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอเจริญพรขอบคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดูและให้กำลังใจเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณพระคุณพระเสน รัชมี ที่คอยแนะนำและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมาและขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้เขียนค้นคว้าและได้นำมาอ้างอิงในการทำวิทยานิพนธ์ทั้งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พระวิศิษฐ์ ธมมรสี

๑๐ มีนาคม ๒๕๖๑

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ณ
สารบัญแผนภาพ	ญ
บทที่ ๑ บทนำ	๑
๑.๑ ความสำคัญของปัญหา	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์การวิจัย	๕
๑.๓ ปัญหาที่ต้องการทราบ	๕
๑.๔ ขอบเขตการวิจัย	๕
๑.๕ นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	๖
๑.๖ ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๗
บทที่ ๒ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๘
๒.๑ แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน	๘
๒.๒ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่ล่าเซลล์	๑๑
๒.๓ แนวคิดเรื่องการบำรุงรักษาระบบโซ่ล่าเซลล์	๒๔
๒.๔ แนวคิดปัญหา และอุปสรรค	๒๖
๒.๕ แนวคิดการมีส่วนร่วม	๒๘
๒.๖ แนวคิดแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram)	๔๑
๒.๗ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๔๕
๒.๗ กรอบแนวคิดในงานวิจัย	๕๑
บทที่ ๓ วิธีดำเนินการวิจัย	๕๒
๓.๑ รูปแบบการวิจัย	๕๒
๓.๒ กำหนดประชากร และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	๕๒
๓.๓ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๕๒
๓.๔ การเก็บรวบรวมข้อมูล	๕๓
๓.๕ การวิเคราะห์ข้อมูล	๕๓

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ ๔ ผลการวิจัย	๕๔
๔.๑ ผลของข้อมูลทั่วไป	๕๔
๔.๒ ผลการวิจัย	๕๗
๔.๒.๑ หลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	๕๗
๔.๒.๒ ปัญหา อุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	๖๔
๔.๒.๓ การมีส่วนร่วมของบุคลากร ในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์	๗๔
๔.๒.๔ ข้อเสนอแนะ ในการบำรุงรักษา และแก้การปัญหาระบบโซล่าเซลล์	๗๖
๔.๓ องค์ความรู้จากงานวิจัย	๘๐
 บทที่ ๕ สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	 ๘๒
๕.๑ สรุปผลการวิจัย	๘๒
๕.๑.๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	๘๒
๕.๑.๒ สรุปผลหลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	๘๓
๕.๑.๓ ปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	๘๕
๕.๑.๔ การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์	๘๙
๕.๑.๕ ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาระบบโซล่าเซลล์	๘๙
๕.๒ อภิปรายผลการวิจัย	๙๒
๕.๓ ข้อเสนอแนะ	๙๖
 บรรณานุกรม	 ๙๘
ภาคผนวก	๑๐๕
ก แบบสัมภาษณ์	๑๐๖
ข ผลของการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI)	๑๑๗
ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	๑๒๔
ง หนังสือขอความอนุเคราะห์สัมภาษณ์	๑๓๐
จ ภาพถ่ายในการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	๑๔๕
ประวัติผู้วิจัย	๑๕๒

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
๒.๑ แสดงระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน	๓๖
๔.๑ สรุปหลักการบำรุงรักษา แผงโซลาร์เซลล์	๕๙
๔.๒ สรุปหลักการบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ	๖๑
๔.๓ สรุปหลักการบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย	๖๒
๔.๔ สรุปการบำรุงรักษาแบตเตอรี่	๖๔
๔.๕ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)	๖๖
๔.๖ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)	๖๘
๔.๗ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)	๖๙
๔.๘ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)	๗๑
๔.๙ สรุป ปัญหา และอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)	๗๓
๔.๑๐ สรุป การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซลาร์เซลล์	๗๖
๔.๑๑ สรุป ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาของระบบโซลาร์เซลล์	๗๙
๕.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ และการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	๘๓
๕.๒ สรุปผลความรู้จากงานวิจัย เป็นตารางแสดงเป็น ปัญหา สาเหตุ วิธีแก้ปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา	๙๑

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
๒.๑	แสดงประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ ต่อจำนวนการทำความ สะอาดที่ต่างกัน โดยจำลองการวางแผงโซลาร์เซลล์ ที่มุม ๓๐ องศา	๔๙
๒.๒	แสดงกรอบแนวคิดในงานวิจัย	๕๑
๔.๑	แสดงองค์ความรู้เกี่ยวกับ ปัญหา อุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบ ด้วยโครงสร้างแผนผังแสดงเหตุ และผล (แผนผังก้างปลา)	๘๐
๔.๒	สรุปองค์ความรู้จากงานวิจัย แนวทางในการแก้ปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์	๘๑

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
๒.๑ ส่วนประกอบของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์	๑๗
๒.๒ การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว	๑๘
๒.๓ อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	๑๙
๒.๔ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	๒๑
๒.๕ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย	๒๒
๒.๖ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	๒๓
๒.๗ โครงสร้างแผนผังแสดงเหตุ และผล (แผนผังก้างปลา)	๔๒
๒.๘ แผนผังก้างปลา (4M 1E)	๔๓
๒.๙ การวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram)	๔๔

ภาคผนวก

๑ สัมภาษณ์ นายชวโรจน์ สว่างโลก	เลขาธิการมูลนิธิน้อมเกล้าฯ	๑๔๖
๒ สัมภาษณ์ จ.ส.ต. พรประสิทธิ์ พรพิบูลย์	ครูตำรวจตระเวนชายแดน	๑๔๖
๓ สัมภาษณ์ น.ส.บัวเย็น ทองผาผึ้ง	เจ้าหน้าที่ประจำโครงการสุขศาลาฯ	๑๔๗
๔ สัมภาษณ์ ด.ต.หญิง ปวรพรรณ คำจำปา	ครูตำรวจตระเวนชายแดน	๑๔๗
๕ สัมภาษณ์ น.ส. หฤทัย พนารักษ์	ครูอัตราจ้าง	๑๔๘
๖ สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม	สำนักงานคณะกรรมการกำกับ	๑๔๘
กิจการพลังงาน ประจำเขต ๙		
๗ สัมภาษณ์ น.ส. ชฎาพร ช่อผูก	ครูอัตราจ้าง	๑๔๙
๘ สัมภาษณ์ น.ส. ศิรินาท ใจวุฒิ	ครูอัตราจ้าง	๑๔๙
๙ สัมภาษณ์ จ.ส.อ.หญิง กฤษณา ประจงศิลป์	ครูตำรวจตระเวนชายแดน	๑๕๐
๑๐ สัมภาษณ์ น.ส. เนจี จิตสำเร็จ	ครูอัตราจ้าง	๑๕๐
๑๑ สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปืลอคคี		๑๕๑

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาวิกฤติพลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติที่ลดน้อยลง ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของเมือง การเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น จากการปฏิวัติอุตสาหกรรมในช่วงศตวรรษที่ ๑๘-๑๙ ที่มีการนำเอาเชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติมาใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างมากมาย และขยายวงกว้างออกไปทั่วโลก ในขณะที่แหล่งพลังงานต่าง ๆ โดยเฉพาะแหล่งพลังงานที่มาจากซากดึกดำบรรพ์นั้นมีอยู่อย่างจำกัด^๑ ซึ่งมีการทำนายว่าพลังงานเหล่านี้จะหมดไปในอนาคตอันใกล้ในอีก ๓๐ - ๔๐ ปีข้างหน้า^๒ จึงส่งผลให้เกิดความตระหนัก และตื่นตัวกับสถานการณ์ที่พลังงานลดน้อยและหมดลง ดังนั้นจึงมีความพยายามในการค้นหาพลังงานทดแทนที่ใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมาใช้ เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดความยั่งยืน มั่นคง ทางด้านทรัพยากร และด้านพลังงานในที่สุด

ในการประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ ๗๐ (The 70th session of the United Nations General Assembly) มีชาติสมาชิก ๑๙๓ ประเทศ ได้รับรองวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ.๒๐๓๐ (The 2030 Agenda for Sustainable Development) ซึ่งรวมถึงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ๑๗ ข้อ เมื่อวันที่ ๒๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘ ซึ่งจะเป็นทิศทางการพัฒนาทั้งของโลก และของประเทศไทย โดยหนึ่งในเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนก็คือ เป้าหมายพลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ (Affordable and Clean Energy) เชื่อถือได้ ยั่งยืน และทันสมัย จากรายงานพบว่าในระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๓๓ ถึงปี พ.ศ.๒๕๕๓ จำนวนประชากรมีการเข้าถึงไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ๑,๗๐๐ ล้านคนทั่วโลก และยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังมีการเรียกร้องถึงการเพิ่มพลังงานให้มากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานทดแทน และราคาของพลังงานที่ประหยัดกว่าในปัจจุบัน^๒ โดยการประชุมนี้ได้ก่อให้เกิดนโยบายเกี่ยวกับพลังงานทดแทนขึ้นในประเทศไทย

^๑ กระทรวงพลังงาน, สถานการณ์พลังงาน และการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดลอม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ๒๕๕๔.

^๒ UN Thailand, พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.un.or.th/globalgoals/th/global-goals/affordable-and-clean-energy/> [๑๑ ตุลาคม ๒๕๖๐].

ในประเทศไทยพบว่ามียัตราการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้น จากรายงานคุณภาพของพลังงานในประเทศไทย ปี ๒๕๕๗ จะเห็นได้ว่า อัตราการใช้พลังงานทดแทนในประเทศไทย โดยเฉพาะ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ในปี พ.ศ. ๒๕๕๕ ที่มีอัตราการใช้พลังงานคิดเป็น ๔๙๓ Gwh ,ในปี พ.ศ. ๒๕๕๖ ที่มีอัตราการใช้พลังงานคิดเป็น ๑,๒๕๒ Gwh และใน พ.ศ. ๒๕๕๗ มียัตราการใช้พลังงานคิดเป็น ๑,๙๒๘ Gwh^๓ โดยมีรายงานที่แสดงให้เห็นได้ว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้นกว่า ๔ เท่าในสามปีที่ผ่านมา อันเป็นไปตามนโยบายของการส่งเสริมด้านพลังงานทดแทน ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓)^๔ เพื่อการประหยัดหรือลดการใช้พลังงานที่จำเป็น และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน โดยจะกำหนดทั้งเป้าหมายระยะสั้น ๕ ปี และเป้าหมายระยะยาว ๒๐ ปี ในภาพรวมของประเทศ โดยมีเป้าหมายคือการลดการใช้พลังงานในขั้นสุดท้าย ให้ได้ ๒๐ % ภายในปี พ.ศ. ๒๕๗๓ และในแผนการพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓ ซึ่งกระทรวงพลังงานได้วางกรอบของแผนพลังงานเอาไว้ ๓ ด้านคือ ๑) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน ๒)ด้านความมั่นคงทางพลังงาน และ ๓)ด้านสิ่งแวดล้อม โดยเพิ่มอัตราส่วนการใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน และจากแผนการพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓ ที่ได้กำหนดยุทธศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทน เอาไว้ทั้งสิ้น ๖ ประเด็นคือ ๑) การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิต และ การใช้พลังงานทดแทนอย่างกว้างขวาง ๒) การปรับมาตรการจูงใจสำหรับการลงทุนจากภาคเอกชนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ๓) การแก้ไขกฎหมาย และกฎระเบียบที่ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาพลังงานทดแทน ๔) การปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบสายส่ง สายจำหน่ายไฟฟ้ารวมทั้งการพัฒนาสู่ระบบ Smart Grid ๕) การประชาสัมพันธ์ และสร้างความรู้ความเข้าใจต่อประชาชน ๖) การส่งเสริมให้งานวิจัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนแบบครบวงจร^๕ จากยุทธศาสตร์การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิต และ การใช้พลังงานทดแทน ได้ช่วยให้เกิดการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานทดแทนในชุมชน

ในส่วนของยุทธศาสตร์ส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิต และ การใช้พลังงานทดแทน เป็นการยกระดับชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ทุรกันดารหรือพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ให้มีความสะดวกสบายมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาทางด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญประการหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งมีอยู่หลายโครงการทั้งที่เป็นโครงการของหน่วยงานภาครัฐ จากหน่วยงานหรือองค์กรเอกชน และองค์กรทางด้านการศึกษาที่คอยให้การสนับสนุนงบประมาณการดำเนินการติดตั้งพลังงานทดแทนในรูปแบบที่ต่างกันตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ สำหรับพื้นที่ห่างไกลที่

^๓ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, “การผลิตพลังงานขั้นต้นภายในประเทศ”, รายงานคุณภาพของพลังงานในประเทศไทย ปี ๒๕๕๗, ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – ธันวาคม ๒๕๕๙), หน้า ๒๘.

^๔ กระทรวงพลังงาน, แผนอนุรักษ์พลังงาน ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓), (กรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๔), หน้า ๔๕.

^๕ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, “แผนการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓”, (กรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๔), หน้า ๑๗.

ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงนั้นระบบโซล่าเซลล์มีความสำคัญมาก เพราะเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นนอกจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่าไม่มีของเสียที่จะทำให้เกิดมลพิษในขณะทำงาน อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่มีปัญหาด้านความสึกหลอ หรือต้องบำรุงรักษาเหมือนอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบอื่น เช่น เครื่องปั่นไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซล เซลล์แสงอาทิตย์มีข้อเสียในเรื่องประสิทธิภาพ เพราะให้กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยไม่มากนัก จึงต้องใช้พื้นที่รับแสงอาทิตย์ค่อนข้างมาก เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าเพียงพอต่อการใช้งาน แต่ถ้าเทียบกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ที่ผลิตด้วยน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหิน จะเห็นได้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นเป็นทางเลือกหนึ่งที่ดี สำหรับใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยจุดเด่นของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่สำคัญคือ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทุกหนทุกแห่งที่มีแสงอาทิตย์ ไม่ว่าจะเป็นบนภูเขา ในทะเล หรือในท้องถิ่นทุรกันดารที่ไฟฟ้าจากระบบสายส่งเข้าไม่ถึง เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ต่อการใช้งานเฉพาะ เช่น ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แก่สถานีทวนสัญญาณบนภูเขา หรือในทะเล ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมืออณูนิยมิวิทยา เครื่องสูบน้ำ ตู้เย็นเก็บเวชภัณฑ์ ในท้องถิ่นห่างไกล เซลล์แสงอาทิตย์จึงมีบทบาทสูง ในการพัฒนาชนบท และเหมาะสมอย่างยิ่งกับประเทศที่กำลังพัฒนา^๖

จากข้อดีของพลังงานแสงอาทิตย์ที่กล่าวมา ทำให้การติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ในการผลิตไฟฟ้าก็เป็นโครงการที่ได้รับความนิยมมาก โดยเมื่อดูจากการรายงานคุณภาพของพลังงานในประเทศไทย ปี ๒๕๕๗ ตัวอย่างเช่น โครงการสานต่อพระราชปณิธานติดตั้งโซล่าเซลล์ในโครงการพระราชดำริเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายแดน โดยสำนักงานนโยบาย และแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงานร่วมมือกับกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) โครงการนี้จะมุ่งเน้นการพัฒนาพลังงานทดแทนภายในชุมชน เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับชุมชน ซึ่งเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนตามแนวชายแดน โดยโครงการนี้จะดำเนินการในพื้นที่ อำเภอปางมะผ้า และอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน ๑๐ หมู่บ้าน หมู่บ้านละ ๑๐๐ กิโลวัตต์^๗ หรือโครงการสื่อสาร และข่าวสารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการพัฒนาของชุมชน ตำบลแม่หละ อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก (สื่อสุริยะอาสา) ที่ได้ทำการติดตั้งระบบการกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบโทรทัศนผ่านดาวเทียม และระบบสังเกตการณ์ทางไกล จำนวน ๑๕ จุด ครอบคลุมพื้นที่ ๔ หมู่บ้าน ได้แก่บ้านกามาผาได้ บ้านป่าสัก บ้านตะโตะไกร และบ้านที่หนีเด ตำบลแม่หละ อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก โครงการได้รับการส่งเสริม และสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัย และพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ^๘ ซึ่งโครงการดังกล่าวเกิดจากการที่หน่วยงานได้เล็งเห็นถึงปัญหาของประชาชนในตำบลแม่หละบางพื้นที่ ยังมีปัญหาขาดแคลนระบบ

^๖ สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, “เซลล์แสงอาทิตย์”, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, ฉบับที่ ๒๐ ปี ๒๕๓๘, หน้า ๑๔๒.

^๗ ฐานเศรษฐกิจ, “สนพ.ร่วม กอ.รมน. ติดตั้งโซล่าเซลล์พัฒนาพื้นที่ชายแดน”, ฐานเศรษฐกิจ, (๓ มกราคม ๒๕๖๐).

^๘ สันติภาพ โคตทะเล, โครงการสื่อสาร และข่าวสารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการพัฒนาของชุมชน ตำบลแม่หละ อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก (สื่อสุริยะอาสา), (เอกสารเผยแพร่โครงการ หน่วยงานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ,๒๕๕๗), หน้า ๗๕.

กระแสไฟฟ้า และยังขาดแคลนในเรื่องระบบการสื่อสารโทรคมนาคมพื้นที่ห่างไกล ทั้งยังพบปัญหา ด้านความเหลื่อมล้ำทางสังคม อันสืบเนื่องมาจากประชาชนในพื้นที่ยังขาดแคลนปัจจัยพื้นฐานเรื่อง การสื่อสารในการดำเนินชีวิตเมื่อเทียบกับประชาชนในเมือง เมื่อโครงการดังกล่าวสัมฤทธิ์ผลผลจะ ช่วยสนับสนุนส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ด้อยโอกาสให้มีโอกาสเข้าถึง เทคโนโลยีโทรคมนาคม และการกระจายสัญญาณภาพโทรทัศน์ได้มากขึ้น และเสริมสร้างพัฒนาการ ด้านการศึกษาของเยาวชนให้เสมอภาค เท่าเทียม โดยการเพิ่มศักยภาพของครูในโรงเรียนให้สามารถใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือโปรแกรมช่วยด้านการเรียนการสอนด้วยภาพ เสียง เนื้อหาที่หลากหลาย เพื่อเติมเต็มในการสร้างจินตนาการ เช่น ทะเล สัตว์หายาก หรือแม้กระทั่งละครไทย จะช่วยเปิดโลกทัศน์ ใหม่ๆของนักเรียนในพื้นที่ห่างไกลที่ด้อยโอกาสได้เป็นอย่างดี

จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีโครงการมากมายที่เกี่ยวกับระบบโซลาร์เซลล์ ที่พยายามผลักดันให้ ทิศทางการใช้งานระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น เติบโต และก้าวไปข้างหน้าอย่างมั่นคง เมื่อดู จากรายงานผลการดำเนินโครงการ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ ๒๕๕๘^๙ มี โครงการหลายโครงการเกี่ยวกับการใช้พลังงานทดแทน พลังงานแสงอาทิตย์ และมีการแบ่งกลุ่มของ ประเภทงานในรายงานนี้ เช่น กลุ่มดำเนินงาน ,กลุ่มงานค้นคว้าวิจัย เพื่อการพัฒนา และส่งเสริม กลุ่ม งานโครงการสาธิตริเริ่ม กลุ่มงานโฆษณาประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ และกลุ่มงานพัฒนาบุคลากร เป็นต้น จะเห็นได้ว่าโครงการส่วนใหญ่มุ่งให้เกิดการพัฒนา การเพิ่มประสิทธิภาพ และเพื่อการส่งเสริม ให้เกิดการใช้งานพลังงานสะอาดที่แพร่หลายขึ้น แต่การส่งเสริมเหล่านั้นก็ยังมีปัญหาที่ตามมาอย่าง หลีกเลียงไม่ได้ นั่นก็คือ ปัญหาที่เกิดจากการเสื่อมสภาพ และการเสียหายของอุปกรณ์ในระบบโซลาร์ เซลล์ ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งประสิทธิภาพการทำงาน และสูญเสียงบประมาณ อันเกิดจากการดูแล บำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น จากงานวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการถ่ายทอด เทคโนโลยีการจัดการการผลิต ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์การบริหารส่วนตำบล” ที่ ทำการศึกษาใน “โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น” ที่ทำการติดตั้งในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๗ ถึงปี พ.ศ. ๒๕๔๘ จำนวน ๒๐๓,๐๐๐ ชุด ร้อยละ ๓๐ มีปัญหาจากการใช้งาน เมื่อระยะเวลาผ่านไป ๒ ถึง ๔ ปี โดยผลการวิจัยตอนหนึ่งได้สรุปว่า ความเสียหายของอุปกรณ์ และระบบโซลาร์เซลล์นั้น นอกจาก คุณภาพของตัววัสดุอุปกรณ์แล้ว ยังเกิดจากการที่บุคลากรขาดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งตัวแปรด้าน บุคลากร และผู้ใช้งานที่ขาดความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษานี้ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบ การผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์มากที่สุด คิดเป็นจำนวน ๔๐ % ของจำนวนนี้เสียหายทั้งหมด^{๑๐}

^๙ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, รายงานผลการดำเนินโครงการ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ ๒๕๕๘, (กรุงเทพมหานคร ,๒๕๕๙), หน้า ๑๔.

^{๑๐} ประวิทย์ สุตประเสริฐ และคณะ, “การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการการผลิต ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์การบริหารส่วนตำบล”, พัฒนาเทคนิคศึกษา, ปีที่ ๒๘ ฉบับที่ ๙๘ (เมษายน – มิถุนายน ๒๕๕๙): ๑๐๕ – ๑๑๒.

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาในส่วนของปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะส่งผลในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ที่อยู่ในถิ่นทุรกันดารไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ โซล่าเซลล์เป็นหลัก ว่ามีปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์อย่างไรบ้าง เช่น ปัญหาด้านบุคลากร การขาดความรู้ความชำนาญ การเสื่อมสภาพของระบบ หรือการขาดแคลนเครื่องมือในการซ่อมบำรุง หรือขาดความมีส่วนร่วมของบุคลากร หรือแม้แต่ปัญหาจากสภาพอากาศ และสภาพแวดล้อม เป็นต้น เพื่อหาแนวทางป้องกัน และแก้ไขที่เหมาะสม อันเป็นการยืดอายุการใช้งาน และช่วยระบบโซล่าเซลล์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การลงทุนระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อันจะเป็นการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านและช่วยลดความเหลื่อมล้ำในด้านต่าง ๆ อย่างยั่งยืน และหวังว่าการวิจัยนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับพื้นที่ห่างไกลอื่น ๆ ที่ต้องใช้ระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้การพัฒนาในด้านพลังงานทดแทนของเขตพื้นที่ห่างไกลต่าง ๆ มีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับคุณภาพของอุปกรณ์ อันจะเรียกได้ว่าการพัฒนาทางด้านพลังงานที่ยั่งยืนได้ในที่สุด

๑.๒ วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑.๒.๑ เพื่อศึกษาปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๒.๒ เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๓ ปัญหาการวิจัย

๑.๓.๑ ต้องการรู้ว่า มีอะไรบ้างที่จะเป็นปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๓.๒ ต้องการรู้แนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๔ ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” ได้ดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และมีการเก็บข้อมูลการวิจัยโดยการสัมภาษณ์ ดังนี้

๑.๔.๑ ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร จะมุ่งศึกษาในปัญหา และอุปสรรค เพื่อจะหาแนวทางในการลดปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ในจังหวัดกาญจนบุรี

๑.๔.๒ ขอบเขตกลุ่มเป้าหมาย และผู้ให้ข้อมูลสำคัญ การศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีสัมภาษณ์เชิงลึกกับบุคคลต่าง ๆ ที่มีส่วนร่วมในการดูแลระบบโซล่าเซลล์ ในพื้นที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี โดยการเลือกมาอย่างเจาะจงเป็นกลุ่มที่น่าสนใจ และการเลือกแบบเฉพาะหน้าขณะอยู่ในเหตุการณ์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายดังนี้ ครูตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน ๖ คน และเจ้าหน้าที่ประจำโรงเรียน ๖ คน โดยจะสัมภาษณ์บุคลากรทุกคนที่อยู่ในโรงเรียน ณ วันนั้น เจ้าหน้าที่มูลนิธิธรรมาพัฒน์ที่รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ ๑ คน เจ้าหน้าที่ชำนาญการจากกรมการพัฒนาพลังงานทดแทนจังหวัดกาญจนบุรี ๑ คน และนักเรียนจำนวน ๒๐ คน

๑.๔.๓ ขอบเขตด้านพื้นที่ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน ๑ โรงเรียน

๑.๔.๔ ขอบเขตด้านระยะเวลา ใช้ระยะเวลาในการศึกษาประมาณ ๕ เดือน เริ่มตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑

๑.๕ นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ปัญหา และอุปสรรค (Problems and Obstacles) หมายถึง ปัจจัยที่จะขัดขวางการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพใน ๕ ด้าน (4M 1E) คือ ด้านบุคลากร (Man), ด้านเครื่องจักร (Machine), ด้านกระบวนการ (Method), ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool) และด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

โซล่าเซลล์ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell หรือ PV) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงอาทิตย์ บนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสง เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง อันประกอบไปด้วย แผงโซล่าเซลล์ ,อินเวอร์เตอร์ (Inverter) หรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ,เครื่องควบคุมการชาร์จไฟ (Solar charge controller) และแบตเตอรี่ เป็นต้น

บุคลากร หมายถึง ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน เด็กนักเรียนที่เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ หรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

เขตทุรกันดาร (Remote Area) หมายถึง ดินแดน หรือพื้นที่ที่ยังไม่มีความเจริญ การเดินทางเข้าถึงได้ยาก และยังไม่มีการไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าถึงในพื้นที่ หมายถึง ในเขตโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอดงหลวง จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๖ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑.๖.๑ ทำให้รู้ถึงปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ที่แท้จริง ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อคคี อำเภอดงพญาณี จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๖.๒ ได้แนวทางการแก้ไขปัญหา อุปสรรค และการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี และสามารถนำไปปรับใช้ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีบริบททางพื้นที่ใกล้เคียงกันต่อไปได้

บทที่ ๒

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้จะมุ่งศึกษาเกี่ยวกับ “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่ทุรกันดาร” โดยได้ทำการรวบรวมแนวคิดทฤษฎี เอกสาร และการวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการนิยามตัวแปร และกรอบแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ตามหัวข้อดังนี้

- ๒.๑ แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน
- ๒.๒ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับโซล่าเซลล์
- ๒.๓ การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์
- ๒.๔ แนวคิดปัญหา และอุปสรรค
- ๒.๕ แนวคิดการมีส่วนร่วม
- ๒.๖ แนวคิดแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram)
- ๒.๗ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๒.๑.๑ แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน

“Sustainable development is development which meets the needs of Current generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs: World Commission on Environment and Development”^๑

“การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการพัฒนาที่สนองตอบความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ลดทอนความสามารถของคนรุ่นต่อมา ที่จะตอบสนองความต้องการของพวกเขา”

การพัฒนาที่ยั่งยืน คือการพัฒนาที่เน้นให้มนุษย์คำนึงถึงขีดจำกัดของทรัพยากรธรรมชาติ บนโลก และให้มีการดำเนินการพัฒนาควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมโดยให้เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนทั้งในยุคปัจจุบัน และยุคต่อ ๆ ไปอย่างเท่าเทียมกัน

หลักการที่สำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืน นั้นก็คือ การสร้างสมดุลระหว่าง ๓ มิติของการพัฒนา อันได้แก่

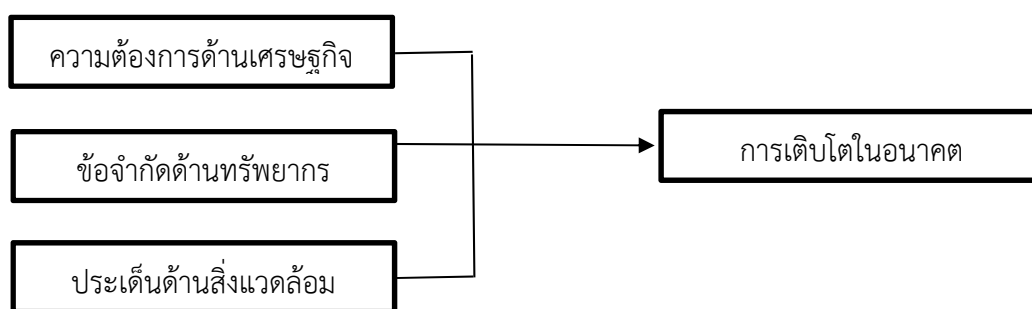
- ๑) มิติการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพกระจายรายได้ให้เอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ในสังคม โดยเฉพาะคนที่มีรายได้น้อย
- ๒) มิติการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีความรู้ มีสมรรถนะ และมีผลิตภาพสูงขึ้น ส่งเสริมให้เกิดสังคมที่มีคุณภาพ และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้

^๑ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน, (กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), ๒๕๕๖), หน้า ๑๑.

๓) มิติการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่ระบบนิเวศสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ การปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมในระดับที่ระบบนิเวศสามารถดูดซับและทำลายมลพิษนั้นได้ โดยให้สามารถผลิตมาทดแทนทรัพยากรประเภทที่ใช้แล้วหมดไปได้

ทั้งนี้การพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีระบบสังคมที่เป็นสังคมธรรมรัฐมีระบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่มั่นคง ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาความช่วยเหลือจากภายนอกมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีประชาชนรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า โดยเฉพาะการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อเป็นฐานในการผลิตเพื่อนำไปสู่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

บูรณิน รัตนสมบัติ กล่าวว่า แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนถือกำเนิดมาจากการพยายามหาทางออกจากความขัดแย้งอันเนื่องมาจากการมีมุมมองที่แตกต่างกันในเรื่องของการพัฒนาต่อไปในอนาคต โดยมีปัจจัยความต้องการทางด้านเศรษฐกิจ ข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรและปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุ ดังแสดงรายละเอียดในภาพด้านล่าง



แผนภูมิที่ ๒.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมกับการเติบโตในอนาคต^๒
(ที่มา : บูรณิน รัตนสมบัติ, ๒๕๕๗)

สำหรับแนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืน (ที่เกิดขึ้นอย่างจริงจังเมื่อทศวรรษที่ ๑๙๘๐) เกิดจากการนำเอาประสบการณ์หลายทศวรรษของความพยายามแห่งการพัฒนา กล่าวโดยทั่วไป การพัฒนาของประเทศอุตสาหกรรมมุ่งไปที่การผลิต ดังนั้น จึงไม่น่าแปลกใจว่า แบบจำลองของการพัฒนาที่ประเทศที่กำลังพัฒนานำมาใช้ในช่วงทศวรรษที่ ๑๙๕๐ และ ๑๙๖๐ นั้นเน้นการเติบโต หรือผลผลิตเป็นสำคัญ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดของประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (economic efficiency) จนเมื่อถึงช่วงเวลาของทศวรรษที่ ๑๙๗๐ ประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย จึงได้หันมาให้ความสนใจเรื่องของการกระจายผลประโยชน์ หรือการกระจายรายได้ (income distribution) ที่จำเป็นต้องให้ความสนใจในด้านนี้ ก็เพราะผลจากการเติบโตทางเศรษฐกิจนั้นไม่ได้แผ่กระจายลงสู่กลุ่มคนระดับล่างของสังคม มีความเปลี่ยนแปลงในแนวคิด (paradigm shift) ที่หันไปเน้นด้านการเติบโตที่เท่าเทียม (equitable growth) ซึ่งเป็นการให้ความสนใจวัตถุประสงค์ด้านสังคม โดยเฉพาะการลดระดับความ

^๒ บูรณิน รัตนสมบัติ, “การพัฒนาตัวแบบเชิงกลยุทธ์การจัดการธุรกิจอย่างยั่งยืนในอนาคตของวิสาหกิจขนาดใหญ่”, *วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต*, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศิลปากร, ๒๕๕๗), หน้า ๑๔.

ยากจน และการเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชากรส่วนใหญ่นั้น มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

ในระยะต่อมาการอนุรักษ์ หรือ คุ่มครองสิ่งแวดล้อมได้กลายมาเป็นวัตถุประสงค์ที่สามของการพัฒนา เนื่องจาก ในช่วงเวลาต้น ๆ ของทศวรรษที่ ๑๙๘๐ นั้น ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับที่รุนแรงที่ เป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งของการพัฒนา ดังนั้น แนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนจึงวิวัฒนาการขึ้นมาโดยในที่สุดก็คลุมถึงแง่มุมสามประการ คือ เศรษฐกิจ (economic) สังคม (social) และสิ่งแวดล้อม (environment)

แนวคิดทางเศรษฐกิจ ของความยั่งยืนนั้นเกี่ยวกับความพยายามทำรายได้ให้สูงสุดโดยยังคงรักษาไว้ซึ่งทรัพยากร หรือทุนที่จะนำมาซึ่งรายได้ หรือผลตอบแทนจึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับแนวคิดของการทำให้สูงสุด (optimality) และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจจากการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ปัญหาของวิธีการเช่นนี้เกิดขึ้นในการกำหนดชนิดของทุนที่จะพยายามที่จะคงรักษาไว้ (เช่น ทุนด้านอุตสาหกรรม ทุนธรรมชาติ และทุนมนุษย์) หรือจะให้เกิดเสถียรภาพ รวมทั้งการกำหนดมูลค่าของทุนเหล่านี้ โดยเฉพาะทรัพยากรนิเวศน์ นอกจากนี้ ประเด็นทางด้านความไม่แน่นอนต่าง ๆ ก็สร้างปัญหาได้เช่นกัน

แนวคิดทางสังคม เกี่ยวข้องกับคนในสังคมและเป็นการพยายามที่จะแสวงหาและรักษาไว้ซึ่งความมีเสถียรภาพของระบบทางสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งการสร้างความเท่าเทียมกันระหว่างรุ่น (generation) ของคน (รวมทั้งการกำจัดความยากจน) การรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางวัฒนธรรมในโลก การทำให้เกิดความมีส่วนร่วมของคนในทุกระดับของสังคม โดยเฉพาะระดับรากหญ้า (grassroots) ในกระบวนการตัดสินใจที่จะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

แนวคิดทางนิเวศน์วิทยา เน้นการรักษา หรืออนุรักษ์ระบบกายภาพและชีววิทยา เพื่อให้เกิดเสถียรภาพของระบบนิเวศน์ของโลก การปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพจึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญ ในขณะที่เดียวกัน ระบบดังกล่าวนี้จะต้องคลุมถึงสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นมาด้วย เช่น เมือง (หรือความเป็นเมือง) ดังนั้น แนวคิดนี้จึงให้ความสำคัญต่อการรักษาไว้ซึ่งความสามารถของระบบเหล่านี้ที่จะปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น

ถ้าพิจารณาจากส่วนประกอบทั้งสามของแนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนนี้แล้ว จะเห็นได้ชัดเจนว่าการที่จะบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นเป็นเรื่องที่ยากมาก เนื่องจาก จะต้องพยายามให้เกิดความมีสมดุลของทั้งสามด้านนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจและสังคมนั้น จะนำไปสู่ปัญหาของการกระจายรายได้และมุ่งเป้าไปที่การแก้ปัญหาให้คนยากจน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมนั้น ได้มีผลทำให้เกิดความชัดเจนในการกำหนดมูลค่าและการกำหนดต้นทุนผลกระทบของสิ่งแวดล้อม (ในกิจกรรมที่มนุษย์ทำ) และท้ายที่สุดความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมและสังคม จะนำไปสู่ความสนใจในความเท่าเทียมกันระหว่าง generation (คือ ปกป้องสิทธิของคนรุ่นหลัง) และการมีส่วนร่วมอย่างกว้างขวางของประชาชนในสังคม^๓

^๓ ศาสตราจารย์ ดร.ทองโรจน์ อ่อนจันทร์, “โลกาภิวัตน์ สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาแบบยั่งยืน”, รายงานเสนอในการประชุมสัมมนาเรื่อง “โลกาภิวัตน์กับทิศทางต่างประเทศของไทย”, (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกระทรวงต่างประเทศ, กรุงเทพฯ, ๑๐-๑๑ เมษายน ๒๕๔๔

๒.๒ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับ โซลาร์เซลล์

เซลล์แสงอาทิตย์ คืออะไร

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุด และมีมากที่สุดบนพื้นโลก มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจร จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้อง และเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

เซลล์พลังแสงอาทิตย์เปลี่ยนโฟตอนให้เป็นอิเล็กตรอน (Photovoltaic Cells: Converting Photons to Electrons)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่เราเห็นในเครื่องคิดเลขและดาวเทียมเรียกว่า เซลล์สุริยะ (Photovoltaic (PV) cells) : ซึ่งเป็นชื่อที่มีความหมาย (Photo หมายถึง “แสง” และ voltaic หมายถึง “ไฟฟ้า”) แปลงแสงแดดโดยตรงให้เป็นไฟฟ้า รูปแบบโมดูล คือเป็นกลุ่มของเซลล์ที่เชื่อมต่อกันด้วยรูปแบบระบบไฟฟ้า และบรรจุอยู่ภายในกรอบ (หรือที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์) ที่นำมารวมกลุ่มกันให้ใหญ่เป็นแนวเรียงกันเหมือนดังเช่นเดียวกับการปฏิบัติการที่ฐานทัพอากาศ Nellis ในรัฐเนวาดา

เซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ทำจากวัสดุพิเศษที่เรียกว่าสารกึ่งตัวนำ (semiconductors) ดังเช่น ซิลิคอน ซึ่งปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลายปกติธรรมดา โดยหลักการพื้นฐานทั่วไปเมื่อมีแสงมาตกกระทบบนที่เซลล์ บางส่วนของแสงจะถูกดูดซับสู่ภายในของวัสดุกึ่งตัวนำ นั้นหมายถึงพลังงานของแสงที่ถูกดูดซับจะถูกถ่ายโอนสู่วัสดุกึ่งตัวนำ พลังงานส่วนนี้ก็จะไปชนกระแทกอิเล็กตรอนให้หลุดออกมาและมีการไหลอย่างอิสระ

เซลล์แสงอาทิตย์ PV มีสนามไฟฟ้า ๑ สนาม หรือมากกว่า ที่จะทำหน้าที่ในการบังคับอิเล็กตรอนอิสระที่เกิดจากการดูดซับแสง ให้ไหลไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่ง การไหลของอิเล็กตรอนนี้ก็คือกระแสไฟฟ้า และโดยการนำโลหะมาวางสัมผัสไว้ที่จุดส่วนบน และส่วนล่างของ PV เซลล์ของเราก็จะสามารถนำเอากระแสไฟฟ้านี้ออกมาใช้งานภายนอกได้ เช่น นำมาให้พลังงานแก่เครื่องคิดเลข กระแสไฟฟ้านี้รวมกับแรงเคลื่อนความต่างศักย์ไฟฟ้า (ที่เป็นผลมาจากสนามไฟฟ้าสำเร็จรูป หรือ สนามไฟฟ้าอื่น ๆ) กำหนดให้เป็นพลังงาน (วัตต์) ที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ ในส่วนนี้คือกระบวนการพื้นฐาน แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีส่วนต่าง ๆ อีกมาก ต่อไปจะได้อธิบายลึกเข้าไปมากกว่านี้ ในตัวอย่างหนึ่งของเซลล์ PV ได้แก่ เซลล์แบบผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว

ซิลิคอนทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างไร (How Silicon Makes a Solar Cell)

ซิลิคอนมีสมบัติพิเศษทางเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบที่เป็นผลึก อะตอมของซิลิคอนมีอิเล็กตรอน ๑๔ อนุภาค ถูกจัดเรียงกันเป็นชั้น ๆ สามชั้นที่ต่างกัน ในสองชั้นแรกมีอิเล็กตรอน ๒

และ ๘ อนุภาค ตามลำดับ ซึ่งเป็นจำนวนที่เต็มอย่างสมบูรณ์แล้ว ในชั้นนอกสุด จะมีจำนวนอิเล็กตรอนเพียง ๔ อนุภาค อยู่ในสภาพครึ่งหนึ่งของจำนวนเต็มที่สมบูรณ์ ดังนั้นอะตอมซิลิคอนจึงต้องมองหาเส้นทาง ที่จะทำให้อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดอยู่ในสภาพเต็มสมบูรณ์ และจะเป็นไปได้ก็โดยการใช้อิเล็กตรอน ๔ อนุภาค รวมกันกับอะตอมข้างเคียง มันเหมือนกับแต่ละอะตอมจับมือร่วมกันกับอะตอมข้างเคียง เพียงแต่ว่าแต่ละอะตอมมีถึงสี่มือ ที่ใช้ร่วมกันกับอะตอมข้างเคียง ๔ อะตอม นี่คือนั่นที่เป็นรูปแบบของผลึก ซึ่งกลับกลายเป็นโครงสร้างที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ (PV cell) ชนิดนี้

ปัญหาเดียวที่เกิดขึ้นคือ ผลึกซิลิคอนที่บริสุทธิ์จะมีสภาพการนำไฟฟ้าได้ต่ำ ทั้งนี้เพราะไม่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งไม่เหมือนกับอิเล็กตรอนของทองแดง ที่มีความเหมาะสมในการนำไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ซิลิคอนในเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีการเจือด้วย “มลทิน” (impurities) ด้วยการนำอะตอมอื่น ๆ มาผสมกับอะตอมซิลิคอน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานเล็กน้อย เรามักจะคิดว่า มลทินคือบางสิ่งบางอย่างที่ไม่พึงประสงค์ แต่ในกรณีนี้ เซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานไม่ได้เลยถ้าไม่มีมลทิน ให้พิจารณาถึงซิลิคอนที่มีอะตอมของ “ฟอสฟอรัส” แทรกอยู่ที่นั่นบ้างและที่นั่นบ้าง อาจจะเป็นจำนวนหนึ่งในจำนวนซิลิคอนทุก ๆ ล้านอะตอม โดยที่ฟอสฟอรัสมีอิเล็กตรอน ๕ อนุภาค ในชั้นนอก (ไม่ใช่ ๔ อนุภาค) โดยมันจะมีพันธะกับกับอะตอมซิลิคอนที่อยู่ข้างเคียง แต่ทว่าฟอสฟอรัสยังคงมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่อีก ๑ อนุภาค ที่ไม่ได้มีอะตอมใดให้จับมือด้วย แต่มันถูกประจุบวกของโปรตอนในนิวเคลียส ดึงดูดเอาไว้ให้อยู่ในตำแหน่งของมัน

เมื่อพลังงานถูกใส่เพิ่มเข้าไปที่ซิลิคอนบริสุทธิ์ ตัวอย่างเช่น อาจจะเป็นในรูปของความร้อน มันจะเป็นสาเหตุทำให้อิเล็กตรอน ๒-๓ อนุภาค แตกออกเป็นอิสระจากพันธะและหลุดออกจากอะตอม ทำให้เกิดหลุมช่องว่างที่ถูกทิ้งไว้ในแต่ละกรณี อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า “ตัวพาอิสระ” (free carriers) แล้วก็มีการวิ่งสุ่มไปรอบ ๆ โครงข่ายผลึก เพื่อมองหาหลุมช่องว่าง ๆ อื่น ๆ ในการที่จะเติมเต็ม และเป็นตัวนำพาให้เกิดกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตามมันมีจำนวนที่น้อยมากในซิลิคอนบริสุทธิ์ และก็ไม่ได้มีประโยชน์ในการใช้งานที่มากมาย

แต่กรณีซิลิคอนไม่บริสุทธิ์ของเรา เกิดจากการทำให้ซิลิคอนเกิดมลทินด้วยอะตอมฟอสฟอรัสเช่นนี้ก็เป็นเรื่องที่แตกต่างไป ทั้งนี้เพราะมันไม่ได้ถูกผูกขึ้นด้วยพันธะกับอะตอมข้างเคียงใด ๆ จึงใช้พลังงานที่น้อยมากในการที่กระแทกอิเล็กตรอนพิเศษของฟอสฟอรัสนี้ให้หลุดออกมา ด้วยผลอันนี้ อิเล็กตรอนของมันส่วนมากจึงถูกทำให้แตกแยกออกมาเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ดังนั้นจึงมีตัวพาอิสระจำนวนมากเกินกว่าที่จะมีได้ในซิลิคอนบริสุทธิ์ กระบวนการเติมมลทินเพื่อ จุดประสงค์นี้เรียกว่า “การเจือสาร” หรือ “การโด๊ป” (Doping) และเมื่อมีการโด๊ปด้วยฟอสฟอรัส ซิลิคอนที่ได้จะเรียกว่า สารกึ่งตัวนำประเภทเอ็น (N-type, “n” for negative) เพราะมีอิเล็กตรอนอิสระที่โดดเด่นกว่าซิลิคอนประเภทเอ็นนี้จะเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าได้ดีกว่าซิลิคอนบริสุทธิ์

ในทำนองเดียวกัน ส่วนอื่น ๆ ของเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีการเจือด้วยธาตุโบรอน (Boron doping) ซึ่งมีอิเล็กตรอน เพียงแค่ ๓ อนุภาค ในชั้นนอกสุด แทนที่จะเป็นอิเล็กตรอน ๔ อนุภาค จึงกลายเป็นประเภทพี (P-type, “p” for positive) ซึ่งแทนที่จะมีอิเล็กตรอนอิสระ ประเภทพีจะมีช่องเปิดอิสระ และเป็นพาหะสำหรับประจุตรงกันข้าม (ประจุบวก) ต่อไปจะมองใกล้เข้าไปว่าจะเกิดอะไรขึ้น เมื่อสารสองชนิดนี้มีการกระทำต่อกัน

กายวิภาคของเซลล์แสงอาทิตย์ (Anatomy of Solar Cell)

ก่อนหน้านี้อิเล็กตรอนสองชนิดที่แยกจากกันจะมีความเป็นกลางทางไฟฟ้า แล้วสิ่งที่น่าสนใจก็เริ่มต้นขึ้นเมื่อนำเอา สองส่วนนี้มารวมกัน ทั้งนี้ก็เพราะถ้าไม่มีสนามไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้าก็จะไม่ทำงาน สนามไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอน N-type และ P-type ถูกนำมาสัมผัสกัน ทันใดนั้น อิเล็กตรอนอิสระด้าน N ก็จะมองเห็นส่วนที่เปิดโล่งทั้งหมดของด้าน P และจะมีการวิ่งมาเติมเต็มอย่างฉับพลันทันใด อิเล็กตรอนอิสระทั้งหมดวิ่งมาเติมเต็มหลุมว่างนี้ทั้งหมดจริงหรือไม่ คำตอบก็คือไม่ใช่แบบนั้น ถ้ามีการเติมเต็มกลุ่มช่องว่างได้จริงทั้งหมด การจัดการแบบนี้ก็จะมีประโยชน์มากมาย แต่อย่างไรก็ตาม ณ จุดมาบรรจบกัน จะมีการผสมผสานกัน และเกิดเป็นเสมือนอุปสรรคกำแพงกัน ทำให้มันเป็น การยากขึ้น และหนักหนาสาหัสขึ้น สำหรับอิเล็กตรอนด้าน N ที่จะเข้าไปยังอีกฟากฝั่งยังด้าน P แล้วในที่สุดก็เกิดความสมดุล เกิดเป็นสนามไฟฟ้าที่แยกทั้งสองด้านจากกัน สนามไฟฟ้านี้ทำหน้าที่เสมือนไดโอด (diode) ที่จะยอมให้อิเล็กตรอน (หรือที่จริงมันถึงกับผลักอิเล็กตรอน) ให้ไหลจากด้าน P ไปยังด้าน N ชนิดที่ไม่ยอมให้ไหลในทางกลับกัน คือมันเหมือนกับเนินเขาที่อิเล็กตรอนวิ่งลงจากเนินได้อย่างง่ายดาย (ไปยังด้าน N) แต่ไม่สามารถที่จะไต่ขึ้นเนิน (ไปยังด้าน P)

เมื่อแสงในรูปของโฟตอน (Photon) มาตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานของแสงจะแบ่งแยก คู่ของอิเล็กตรอน-หลุม (Electron-hole pairs) ออกจากกัน โดยปกติแต่ละโฟตอนจะมีพลังงานเพียงพอแค่การทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ ๑ อนุภาค ซึ่งก็ทำให้เกิดเป็นหลุมว่างเช่นเดียวกัน หากอุบัตการณ์นี้เกิดขึ้นใกล้ ๆ กับสนามไฟฟ้า หรือถ้าอิเล็กตรอนอิสระ และหลุมว่างที่เกิดขึ้นมีการเคลื่อนไปในระยะที่มีผลกับสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าก็จะส่งอิเล็กตรอนไปยังด้าน N และทำให้เกิดหลุมว่างที่ด้าน P ซึ่งก็ยิ่งขัดขวางความเป็นกลางทางไฟฟ้าต่อไป และถ้าเราสามารถจัดหาเส้นทางภายนอกให้กระแสอิเล็กตรอนเดินทางไปยังด้าน P เพื่อไปรวมกันกับหลุมที่สนามไฟฟ้าส่งไปที่นั่น ซึ่งพวกมันทำงานให้กับเราตลอดเส้นทาง กล่าวคือ การไหลของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ในขณะเดียวกันสนามไฟฟ้าของเซลล์ก็ทำให้ได้ผลเป็นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งทั้งกระแส และแรงดันไฟฟ้าก็เท่ากับว่าเราได้ “พลังงาน” ซึ่งก็คือผลคูณของกระแสกับแรงดันไฟฟ้านั่นเอง

ยังมีองค์ประกอบอื่นอีกสองสามอย่างก่อนที่เราจะสามารถใช้เซลล์ได้จริง ซิลิคอนวัสดุที่มีความมันวาวอย่างมาก ซึ่งสามารถสะท้อนโฟตอนให้กระเด็นออกกลับไป ดังนั้นก่อนที่จะทำหน้าที่ได้ จึงต้องมีการเคลือบป้องกันการสะท้อน (Antireflective coating) เพื่อลดการสูญเสียโฟตอน จากนั้นขั้นตอนสุดท้ายก็คือการติดตั้งบางสิ่งบางอย่างที่จะช่วยปกป้องเซลล์จากลมฟ้าอากาศ ส่วนมากจะใช้แผ่นครอบกระจก โดยทั่วไปโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ (PV module) จะนำเอาหน่วยเซลล์เดี่ยว ๆ สองสามเซลล์มาต่อรวมกันเพื่อให้ได้ระดับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ ใส่ไว้ในกรอบแข็งแรง ซึ่งเมื่อต่อด้วยขั้วไฟฟ้าบวกและขั้วไฟฟ้าลบ เซลล์นี้ก็สมบูรณ์

หากถามว่า PV เซลล์จะดูดซับพลังงานจากแสงแดดได้สักเท่าไร? น่าเสียดายว่าพลังงานที่มันดูดซับได้นั้นเล็กน้อยมาก ดังตัวอย่างในปี ๒๐๐๖ แผงโซลาร์เซลล์ส่วนมาก จะมีระดับประสิทธิภาพประมาณ ๑๒-๑๘% แผงเซลล์ระบบกึ่งนำที่สูงสุด (Cutting-edge) ในปีนั้น ในที่สุดก็สามารถก้าวข้าม “ประสิทธิภาพ ๔๐%” ที่เป็นอุปสรรคที่อยู่มายาวนานของโซลาร์เซลล์ โดยบรรลุถึงประสิทธิภาพ ๔๐.๓% ได้ (แหล่งข้อมูล USDOE) ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นความท้าทายนัก ที่จะดูดซับพลังงานให้ได้มากที่สุดในวันที่มีแสงแดดอันเจิดจ้า

การสูญเสียพลังงานในเซลล์แสงอาทิตย์ (Energy Loss in a Solar Cell)

แสงที่เรามองเห็นเป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) ที่ไม่ใช่มีเพียงแค่ส่วนเดียว มันประกอบขึ้นด้วยช่วงของความยาวคลื่นที่ต่างกัน และระดับพลังงานที่ต่างกันด้วย แสงสามารถแยกออกเป็นความยาวคลื่นที่ต่างกัน ในที่ที่เราสามารถเห็นได้จากในรูปแบบของรุ้งกินน้ำ ดังนั้นเมื่อแสงตกกระทบมาที่เซลล์แสงอาทิตย์จะมีโฟตอนที่มีความหลากหลายของช่วงพลังงาน มันมีบางส่วนที่ไม่มีพลังงานเพียงพอที่จะปรับเปลี่ยนให้เกิดเป็นช่องหลุมของคู่อิเล็กตรอน-หลุม (Electron-hole pair) จึงแค่เพียงทะลุผ่านเซลล์ไปราวกับว่าเซลล์โปร่งใส แต่ก็ยังมีโฟตอนอื่น ๆ ที่มีพลังงานมากเกินไป แต่พลังงานเพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่ต้องการสำหรับกระแทกให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา ซึ่งวัดออกมาในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ (eV) และขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำเซลล์ (ประมาณ ๑.๑ eV สำหรับผลึกของซิลิคอน) เราเรียกพลังงานในช่วงนี้ว่า “แถบช่องว่างพลังงานของวัสดุ” (Band gap energy of material) ถ้าโฟตอนมีพลังงานมากเกินไปพลังงานที่ต้องการ ดังนั้นพลังงานส่วนเกินก็จะสูญเสียไป (นั่นคือเว้นแต่ว่าโฟตอนจะมีพลังงานเป็นสองเท่าของพลังงานที่ต้องการ ก็จะสามารถทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-หลุม ได้มากกว่าหนึ่งคู่ แต่ผลอันนี้ไม่น่าสำคัญ) ผลของทั้งสองนี้เพียงอย่างเดียวก็ทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปถึง ๗๐ % ของพลังงานที่ตกกระทบลงบนเซลล์

ทำไมเราถึงไม่สามารถที่จะเลือกวัสดุที่มีช่วงแถบช่องว่างของพลังงานที่ต่ำกว่า เพื่อที่จะให้ใช้โฟตอนได้มากกว่า แต่เป็นที่น่าเสียดายที่แถบช่องว่างของพลังงานยังเป็นตัวกำหนดความเข้ม (แรงดัน) ของสนามไฟฟ้าด้วย ถ้ามันต่ำเกินไป ดังนั้นอะไรที่จะทำให้เกิดกระแสพิเศษ (โดยการดูดซับโฟตอนมากขึ้น) ก็จะมีการสูญเสีย ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กน้อยไปคงยังจำได้ว่า พลังงานเป็นผลมาจากผลของ จำนวนแรงดันกับกระแส แถบช่องว่างที่เหมาะสม ที่สมดุลของทั้งสองผลกระทบ ประมาณ ๑.๔ eV สำหรับเซลล์ที่ทำจากวัสดุชนิดเดียว

ยังมีการสูญเสียอื่น ๆ อีกเช่นกัน คือ อิเล็กตรอนต้องไหลจากด้านหนึ่งของเซลล์ไปยังอีกด้านผ่านวงจรที่ต่อจากภายนอก เราสามารถรอบด้านล่างของเซลล์ด้วยโลหะ เพื่อให้สามารถเป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ดี แต่ถ้าเราครอบด้านบนอย่างสมบูรณ์ด้วย ดังนั้น ก็จะทำให้โฟตอนไม่สามารถที่จะวิ่งผ่านตัวนำไฟฟ้าที่ทึบแสง และจะทำให้เกิดการสูญเสียกระแสทั้งหมด (ในบางเซลล์ ส่วนพื้นผิวด้านบนจะใช้ตัวนำที่โปร่งแสง แต่ไม่ใช่ทั้งหมดพื้นที่) ถ้าเราใส่จุดสัมผัสเชื่อมต่อเพียงแค่ด้านข้างของเซลล์ ดังนั้นก็จะทำให้อิเล็กตรอนต้องเคลื่อนที่ด้วยระยะทางที่ยาวไกลมาก เพื่อมายังจุดสัมผัสเชื่อมต่อ คงยังจำได้ว่า ซิลิคอนก็คือสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า ยังไม่ดีเท่ากับโลหะสำหรับการส่งกระแสไฟฟ้า มันมีความต้านทานภายใน (เรียกว่า series resistance) ที่ค่อนข้างสูง และความต้านทานที่สูงหมายถึงมีการสูญเสียที่สูงเช่นกัน เพื่อที่จะลดการสูญเสียให้น้อยลง แทนที่จะครอบเพียงแค่ส่วนเล็ก ๆ ของ พื้นผิวเซลล์ เซลล์เหล่านี้ก็ถูกครอบด้วยโครงข่ายของจุดเชื่อมต่อโลหะ เพื่อที่จะทำให้ระยะทางนั้นสั้นลงในการที่อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ กระนั้นก็ดี ก็ยังมีโฟตอนบางส่วนที่จะถูกขวางกั้นด้วยโครงข่ายโลหะนี้ ซึ่งโครงข่ายนี้จะเล็กเกินไปก็ไม่ได้ มิฉะนั้นความต้านทานของตัวมันเองก็จะสูงเกินไป ตอนนี้ก็รู้แล้วถึงวิธีการทำงานของโซล่าเซลล์ ก็มาดูต่อไปว่าอะไรที่จะนำมาซึ่งการให้พลังงานแก่บ้านเรือนด้วยเทคโนโลยีนี้

การแก้ประเด็นปัญหาพลังงานแสงอาทิตย์ (Solving Solar Power Issues)

ความคิดที่ว่าจะต้องดำรงชีวิตตามลมปากของผู้รายงานอากาศ อาจจะไม่สร้างความสยองให้กับคนส่วนใหญ่ แต่ตัวเลือกใหญ่ ๆ ๓ ประการ สามารถทำให้มั่นใจได้ว่าเราจะมีพลังงานใช้ แม้ว่าดวงอาทิตย์จะไม่อำนวยความสะดวกให้ ถ้าต้องการที่จะอยู่อย่างไม่ต้องอาศัยพลังงานจากโครงข่ายแต่ก็ไม่ไวใจในแผง PV ที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดได้ตามความต้องการเมื่ออยู่ในสถานะขัดสน เราสามารถใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเมื่อการจ่ายพลังงานจากโซล่าเซลล์ทำงานได้น้อยลง ข้อที่สองการใช้ระบบพึ่งพาตนเอง (stand-alone) แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ระบบแบตเตอรี่จะต้องทำให้มีค่าใช้จ่ายมาก รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ PV แต่เนื้อคือความจำเป็น ถ้าหากตอนนี้เราต้องการที่จะมีอิสระอย่างสมบูรณ์

ทางเลือกก็คือการเชื่อมต่อระบบของบ้านกับโครงข่ายบริษัทไฟฟ้า ซื้อพลังงานเมื่อต้องการ และขายออกไปเมื่อสามารถที่จะผลิตได้มากกว่าที่ต้องการใช้งาน โดยแนวทางนี้บริษัทที่ให้บริการกระทำเหมือนกับว่ามีระบบจัดเก็บแบบไม่มีที่สิ้นสุด และให้คิดคำนึงอยู่เสมอว่า กฎระเบียบปฏิบัติของราชการแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้ง และอาจจะมีการเปลี่ยนแปลง บริษัทท้องถิ่นที่เราใช้ประโยชน์อยู่อาจจะ หรืออาจจะไม่ต้องการการมีส่วนร่วม และราคาที่จ่ายคืนอาจจะมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีเครื่องมือพิเศษเพื่อให้แน่ใจว่าพลังงานที่จะขายคืนให้บริษัทไฟฟ้าต้องเข้ากันได้กับระบบของบริษัท ความปลอดภัยก็เป็นประเด็นเช่นกัน บริษัทต้องให้ความมั่นใจว่า ถ้าในกรณีเกิดไฟฟ้าดับขึ้นในละแวกบ้านที่พักอาศัย ระบบ PV ที่มีอยู่จะต้องหยุดการป้อนกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่ระบบ ซึ่งจะเป็นเหตุให้ผู้ดูแลระบบสายส่งเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นอันตรายมากที่เรียกว่า “islanding” ก็คือสถานการณ์ที่ไม่มีไฟฟ้าส่งมาจากระบบโครงข่าย แต่ระบบ PV ยังมีการป้อนไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสายส่งอยู่ แต่เหตุการณ์แบบนี้สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นได้ โดยการติดตั้ง anti-islanding inverter ซึ่งจะกล่าวถึงระบบนี้ต่อไป

หากมีการตัดสินใจที่จะใช้แบตเตอรี่แทน ก็ขอให้ระลึกอยู่ในใจได้ว่าจะต้องมีการบำรุงรักษา และต้องมีการเปลี่ยนใหม่ทดแทนหลังจากหนึ่งปี แผงโซล่าเซลล์ส่วนมากมีแนวโน้มที่จะมีอายุใช้งานประมาณ ๓๐ ปี (และจะพัฒนาให้มีอายุใช้งานที่ยาวขึ้นอีก ซึ่งเป็นเป้าหมายหนึ่งของการวิจัย) แต่แบตเตอรี่ก็ไม่มีชนิดใดที่ไม่มีผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์ แบตเตอรี่ในระบบของ PV ยังสามารถเป็นอันตรายอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะพลังงานที่มีการกักเก็บ และการที่มีสภาพการเป็นกรดของสารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ดังนั้นจึงต้องมีระบบระบายอากาศที่ดี และมีตู้ห่อหุ้มที่ไม่ใช่โลหะ

ถึงแม้ว่าจะมีแบตเตอรี่หลาย ๆ ชนิดที่ใช้กันทั่วไป ลักษณะหนึ่งของแบตเตอรี่ที่มีอยู่เหมือนกันคือ จะมีแบตเตอรี่แบบรอบลึก (deep-cycle battery) จะไม่เหมือนกับแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ ซึ่งเป็นแบบรอบตื้น (shallow-cycle battery) ทั้งนี้เพราะ deep-cycle batteries จะมีการปลดปล่อยพลังที่เก็บออกมามากกว่าในขณะที่ยังคงมีการใช้งานยาวนาน แบตเตอรี่รถยนต์จะมีการปลดปล่อยกระแสจำนวนมากในเวลาสั้น ๆ ในการที่จะเริ่มต้นใช้รถยนต์ และจะมีการจัดเก็บ พลังงานเพิ่มเติมทันทีขณะที่ขับรถ แบตเตอรี่ของ PV โดยทั่ว ๆ ไปจะต้องมีการปลดปล่อยกระแสจำนวนที่น้อยกว่า ในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน (ดังเช่นในตอนกลางคืน หรือระหว่างที่ไฟฟ้าดับ) ในขณะที่มีการจัดเก็บในระหว่างวัน deep-cycle batteries ที่ใช้กันมากที่สุดทั่ว ๆ ไปคือ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด

(lead acid batteries ซึ่งมีทั้งระบบที่ผนึกสนิท และระบบที่มีการระบาย) และแบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียม (nickel-cadmium battery) ซึ่งทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน^๔

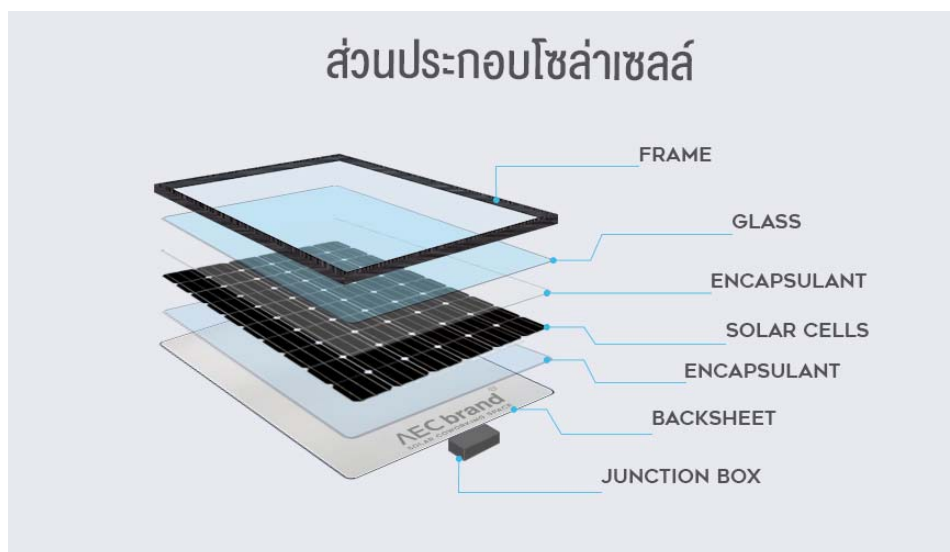
ส่วนประกอบของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงโซลาร์เซลล์จะประกอบไปด้วย เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กจำนวนมากหลายเซลล์ต่อกันโดยแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำมาก การนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวน และขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel)

การทำเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นแผงก็เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านหน้าของแผงเซลล์ ประกอบด้วย แผ่นกระจกที่มีส่วนผสมของเหล็กต่ำ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้แสงผ่านได้ดี และยังเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์อีกด้วย แผงเซลล์จะต้องมีการ ป้องกันความชื้นที่ดีมาก เพราะจะต้องอยู่กลางแจ้งกลางฝนเป็นเวลายาวนาน ในการประกอบจะต้องใช้วัสดุที่มีความคงทนและป้องกันความชื้นที่ดี เช่น ซิลิโคน และอีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) เป็นต้น เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์ จึง ต้องมีการทำกรอบด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง แต่บางครั้งก็ไม่มีควมจำเป็น ถ้ามีการเสริมความแข็งแรงของแผ่นกระจกให้เพียงพอ ซึ่งก็สามารถทดแทนการทำกรอบได้เช่นกัน ดังนั้นแผงเซลล์จึงมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ (laminated) ซึ่งสะดวกในการติดตั้ง

ตัวอย่างเช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว จะให้กระแสไฟฟ้าประมาณ ๒-๓ แอมแปร์ และให้แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดประมาณ ๐.๖ โวลต์ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่มากนัก ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้ามากเพียงพอสำหรับใช้งาน จึงมีการนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็น เรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Modules) ลักษณะการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับความต้องการกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า โดยการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น และการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น เป็นต้น

^๔ ยโกลม อังกูร์ตัน, โซลาร์เซลล์ทำงานอย่างไร, (สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), พฤศจิกายน ๒๕๕๕), หน้า ๓๖.

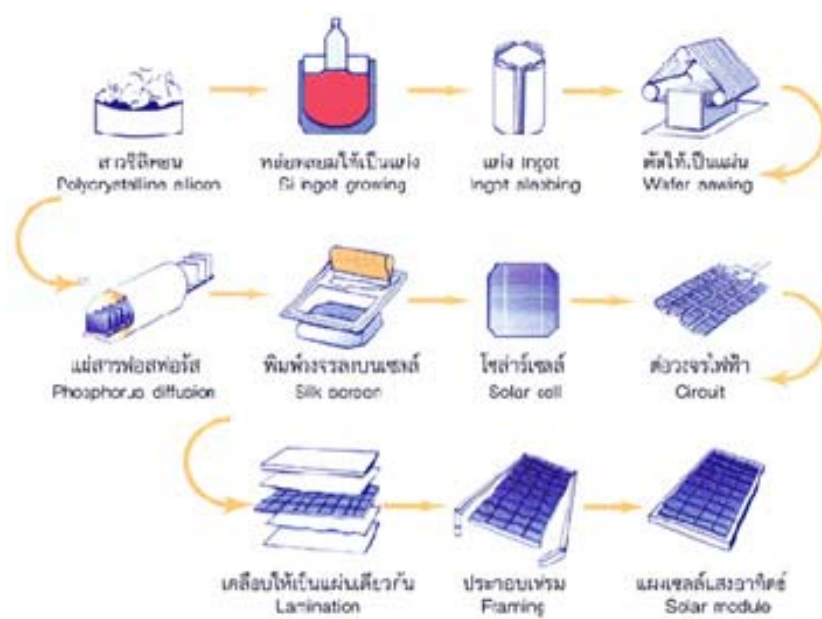


รูปที่ ๒.๑ ส่วนประกอบของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์

(ที่มา: <http://www.aecexport.com/solar-cell/how-to-solar-cell-process/>)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Mono-Crystalline

การเตรียมสารซิลิคอนชนิดนี้ เริ่มต้นจากนำสารซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก (๙๙.๙๙๙%) มาหลอมละลายในเตา Induction Furnace ที่อุณหภูมิสูงถึง ๑,๕๐๐ องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง ๖-๘ นิ้ว) พร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วทำให้เกิดการเย็นตัวจับตัวกันเป็นผลึกด้วย Seed ซึ่งจะตกผลึกมีขนาดหน้าตัดใหญ่ แล้วค่อยๆ ดึงแท่งผลึกนี้ขึ้นจากเตาหลอม ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก จะได้แท่งผลึกยาวเป็นรูปทรงกระบอก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ จากนั้นนำแท่งผลึกมาตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยลวดตัดเพชร (Wire Cut) ที่เรียกว่า เวเฟอร์ ซึ่งจะได้แผ่นผลึกมีความหนาประมาณ ๓๐๐ ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟออกใช้ ที่ผิวบนจะเป็นขั้วลบ ส่วนผิวล่างเป็นขั้วบวก ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้า เพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด ตอนนี้จะได้เซลล์ที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นก็นำไปประกอบเข้าแผงโดยใช้กระจกเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ และใช้ซิลิโคน และ อีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) ช่วยป้องกันความชื้น ในการใช้งานจริง เราจะนำเซลล์แต่ละเซลล์มาต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ได้ตามต้องการ



รูปที่ ๒.๒ การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว

(ที่มา:https://www.baanjomyut.com/library_2/extension-/solar_cell/08.html)

ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์โดยวิธีนี้ จะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าวิธีแรก คือการทำแผ่นเซลล์ จะใช้วิธีการหลอมสารซิลิคอนให้ละลายพร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อสารละลายซิลิคอนแข็งตัวก็จะได้เป็นแท่งซิลิคอนแบบผลึกรวม (ตกผลึกไม่พร้อมกัน) จากนั้นนำไปตัดเป็นแผ่นเช่นเดียวกับแบบผลึกเดี่ยว ความแตกต่างระหว่างแบบผลึกเดี่ยว และแบบผลึกรวมสังเกตได้จากผิวผลึก ถ้ามีโหนดที่แตกต่างกันซึ่งเกิดจากผลึกเล็ก หลายผลึกในแผ่นเซลล์จะเป็นแบบผลึกรวม ในขณะที่แบบผลึกเดี่ยวจะเห็นเป็นผลึกเนื้อเดียว คือ มีสีเดียวตลอดทั้งแผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตเซลล์ที่เหลือจะเหมือนกัน เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly Crystalline) จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยว ประมาณ ๒-๓ % อย่างไรก็ตามเซลล์ทั้ง ๒ ชนิด มีข้อเสียในการผลิต คือ แดกหักง่ายเช่นกัน

อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



รูปที่ ๒.๓ อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
(ที่มา: https://www.baanjomyut.com/library_2/extension-solar_cell/08.html)

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

- เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

- แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม แบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานกับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุดคือ แบตเตอรี่แบบจ่ายประจุสูง (Deep discharge /Deep cycle battery) เพราะถูกออกแบบให้สามารถจ่ายพลังงานปริมาณเล็กน้อยได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย เราสามารถใช้ไฟฟ้าที่เก็บอยู่ในแบตเตอรี่นี้ได้อย่างต่อเนื่องถึง 80% โดยแบตเตอรี่ไม่ได้รับความเสียหาย ซึ่งต่างจากแบตเตอรี่รถยนต์ที่ถูก

ออกแบบให้จ่ายพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้น ๆ ถ้าใช้ไฟฟ้ามากกว่า 20-30% ของพลังงานที่เก็บอยู่ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงได้ ส่วนมากแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบโซล่าเซลล์จะมีลักษณะที่ฝาครอบด้านบนเปิดออกได้เพื่อให้สามารถตรวจสอบเซลล์และเติมน้ำในเวลาที่เหมาะสมได้เรียกว่า แบตเตอรี่แบบเซลล์เปิด (Open cell หรือ Unsealed หรือ Flooded cell battery) มีบางชนิดที่ถูกปิดแน่นและไม่ต้องการการซ่อมบำรุง เรียกว่า แบตเตอรี่แบบไม่ต้องดูแลรักษา (Maintenance free หรือ Sealed battery) ซึ่งราคาสูงมาก ดังที่กล่าวมานี้เราจึง

- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast

- ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่ และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

คุณสมบัติ และตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

- ความเข้มของแสง โดยกระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศ ปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอก และวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ ๑๐๐ mW ต่อ ตร.ซม. หรือ ๑,๐๐๐ W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM ๑.๕ (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม ๖๐ องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ ๗๕ mW ต่อ ตร.ซม. หรือ ๗๕๐ W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM ๒ กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM ๑.๕ เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

- อุณหภูมิ โดยกระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ ๑ องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง ๐.๕ % และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V_{oc}) ที่ ๒๑ V ณ อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส จะเท่ากับ ๒๑ V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า ๒๕ องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง ๒.๕ % (๐.๕ % x ๕ องศา

เซลล์) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V_{oc} จะลดลง 0.525 V ($21\text{ V} \times 2.5\%$) เหลือเพียง 20.475 V ($21\text{ V} - 0.525\text{ V}$) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้แผงแสงอาทิตย์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง $1,000\text{ W ต่อตร.เมตร ณ อุณหภูมิ } 20\text{ องศาเซลเซียส}$ ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง $1,000\text{ W ต่อตร.เมตร}$ และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า จากสาเหตุดังกล่าวผู้ที่เลือกใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย

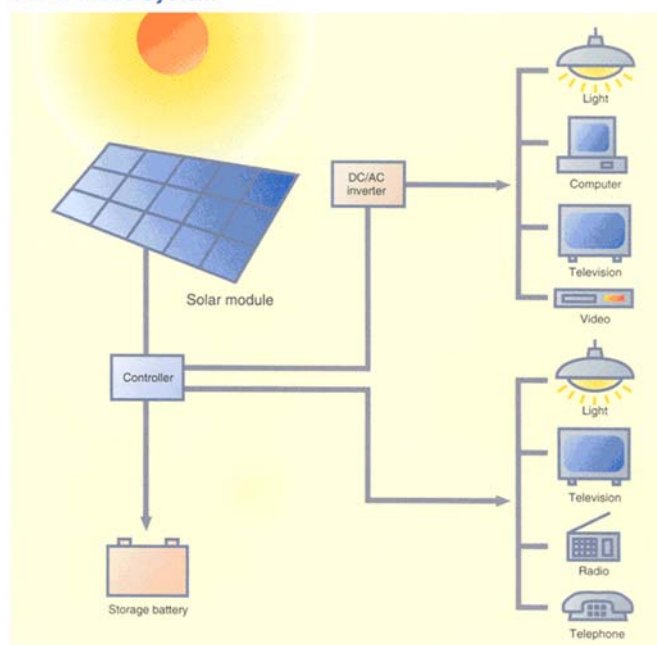
การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น ๓ ระบบ คือ

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้า ที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

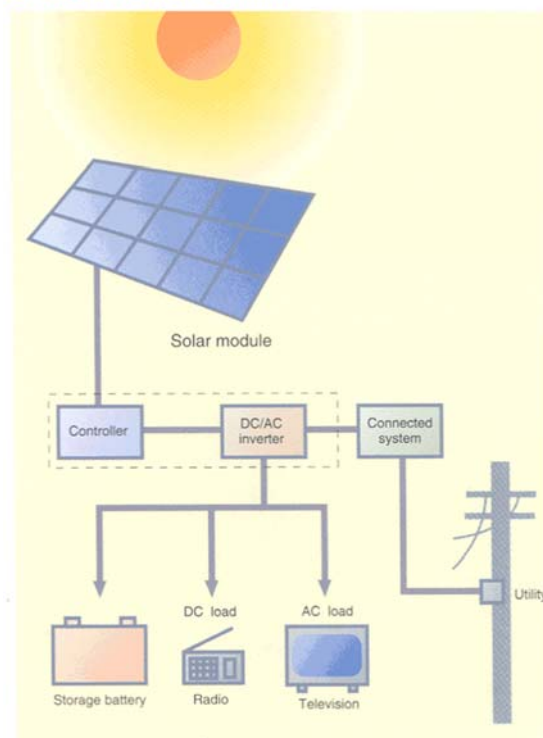
Stand-Alone System



รูปที่ ๒.๔ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ
(ที่มา: [http://www3.egat.co.th/re/solar cell/solarcell.htm](http://www3.egat.co.th/re/solar%20cell/solarcell.htm))

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า^๕

Grid Connected System

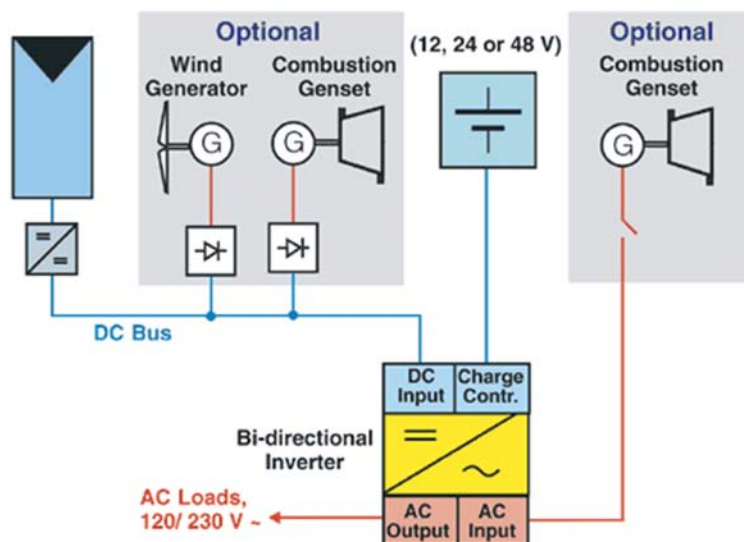


รูปที่ ๒.๕ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย
(ที่มา: <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>)

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซลระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับกรออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ^๖

^๕ กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, การดำเนินการด้านธุรกิจพลังงานทดแทน, (สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, ๒๕๕๘), หน้า ๑๔-๑๘.

^๖ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์, [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm> [๑๑ มิถุนายน ๒๕๖๐].



รูปที่ ๒.๖ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน
(ที่มา: [http://www3.egat.co.th/re/solar cell/solarcell.htm](http://www3.egat.co.th/re/solar%20cell/solarcell.htm))

ข้อดีของเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาด และบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
 - เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่า และไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้
 - สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
 - ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศ และน้ำ
 - ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
 - ไม่เกิดเสียง และไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
 - เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหลอ
 - ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
 - อายุการใช้งานยืนยาว และประสิทธิภาพคงที่
 - มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก และรวดเร็ว
 - เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
 - ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ

จุดเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

- ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียง
- ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากขบวนการผลิตไฟฟ้า
- มีการบำรุงรักษาน้อยมาก และใช้งานแบบอัตโนมัติได้ง่าย
- ประสิทธิภาพคงที่ไม่ขึ้นกับขนาด
- สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้สามารถผลิตได้ปริมาณมาก
- ผลิตไฟฟ้าได้แม้มีแสงแดดอ่อนหรือมีเมฆ
- เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรี และมีไม่สิ้นสุด
- ผลิตไฟฟ้าได้ทุกมุมโลกแม้บนเกาะเล็ก ๆ กลางทะเล บนยอดเขาสูง และในอวกาศ
- ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด^๗

๒.๓ แนวคิดเรื่องการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์

การบำรุงรักษา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการช่วยยืดอายุการใช้งาน และรักษาประสิทธิภาพ ในการผลิตไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์ของเราโดยทั่วไปจะมีการตรวจสอบ และบำรุงรักษาอุปกรณ์หลัก ๆ ของระบบ ได้แก่

๒.๓.๑ การบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels)

อย่างที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าแผงพลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ควรตรวจเช็คระบบโซลาร์เซลล์ว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามปกติ ตรวจเช็คทุกวัน หรืออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งนั้นผู้ใช้งานควรมีการตรวจสอบดูแล และบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนี้

- ทำความสะอาดคราบสกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด และเช็ดคราบสกปรกออก บางครั้งคราบสกปรกจะเป็นพวกยางหรือมูลนกซึ่งมาลดทอนแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวแผง ทำให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลงเกือบ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ การล้างทำความสะอาดควรทำเวลาเช้า ไม่ควรทำเวลากลางวัน เพราะเมื่อกระจกแผงที่ร้อนเจอกับน้ำเย็นอาจจะทำให้กระจกแตกได้ ให้ใช้น้ำเย็นทำล้าง และขัดด้วยฟองน้ำ ข้อควรระวังในการทำ ความสะอาดแผงพลังงานแสงอาทิตย์คือ ห้ามใช้แปรงที่มีขนเป็นโลหะทำความสะอาดผิวของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ผงซักฟอกก็ไม่ควรใช้ในการทำความสะอาดเพราะอุปกรณ์ และน้ำยาทำความสะอาดดังกล่าวจะทำให้เกิดรอยที่ผิวแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้

- ตรวจสอบดูสภาพแผงพลังงานแสงอาทิตย์ว่ายังมีสภาพที่สมบูรณ์หรือไม่ เช่น รอยร้าว, รอยแตก, รอยผ้าที่บริเวณผิว, มีรอยร้าวของน้ำภายในผิวแผงพลังงานแสงอาทิตย์ และสีของแผงเปลี่ยน เป็นต้น ให้มีการจดบันทึก และสังเกตการณ์สิ่งผิดปกติต่าง ๆ ถ้าประสิทธิภาพลดลง อาจจะมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีปัญหาดังกล่าว

^๗ บ้านจอมยุทธ์, เซลล์แสงอาทิตย์, [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.baanjomayut.com/library_2/extension-2/solar_cell/08.html [๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑].

- ตรวจสอบอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ควรตรวจสอบส่วนที่ยึดโซล่าเซลล์ โครงเหล็ก น๊อต และสกรูต่าง ๆ ให้นำนาคืออยู่เสมอ หากมีข้อผิดพลาดให้ทำการแก้ไขให้เร็วที่สุด

๒.๓.๒ การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ (Inverter and Control Charger)

ระบบแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ ควรมีสภาพที่สะอาดปราศจากฝุ่นเกาะสะสม ฉะนั้นควรใช้ผ้าแห้งเช็ดทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะอุปกรณ์เหล่านี้ และใช้ไฟฉาย LED ส่องดูในช่องที่ตรวจสอบได้ยากเช่น รอยต่อต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่ หากมีสภาพที่ไม่พร้อมใช้งานหรือชำรุด เช่น สายไฟมีการหลุดออกมา ถ้าตรวจพบให้ทำการแก้ไขให้เร็วที่สุด นอกจากนี้ต้องตรวจสอบกล่องที่ครอบอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ต้องไม่มีแมลงหรือหนูมาทำรัง หากมีให้กำจัดทิ้งเพื่อป้องกันแมลง และหนูมาทำให้ระบบมีปัญหา

๒.๓.๓ การบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสายต่าง ๆ (Wiring and Connections)

การตรวจสอบระบบสายไฟ และระบบเชื่อมต่อต่าง ๆ นั้นควรตรวจสอบว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีสภาพที่บ่งบอกถึงความไม่สมบูรณ์หรือชำรุดหรือไม่ เช่น รอยร้าว รอยแตก ความเสื่อมสภาพของฉนวน และท่อ รอยกัดกร่อนต่าง ๆ รอยไหม้ การเกิดประกายไฟตอนสับสวิตช์ไฟ สภาพของสายดิน เป็นต้น หากเกิดปัญหาดังกล่าวให้แจ้งผู้ที่มาติดตั้งมาซ่อมบำรุงให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้

๒.๓.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Backup)

แบตเตอรี่ใช้ในระบบที่ต้องการสำรองไฟฟ้าเอาไว้ใช้นั้น ต้องมีการตรวจสอบสภาพแบตเตอรี่ เช่น ปริมาณสารละลายอิเล็กโทรไลต์ รอยแตกร้าวบริเวณก้นแบตเตอรี่ รอยกัดกร่อนบริเวณขั้วแบตเตอรี่ ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ เป็นต้น แบตเตอรี่ที่มีสภาพดีควรสะอาด ไม่มีฝุ่นหรือคราบสกปรก และไม่ควรมีรอยกัดกร่อน และการรั่วของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ การเกิดปัญหาที่กล่าวมาให้ทำการซ่อมบำรุงดังนี้

- หากปริมาณสารละลายอิเล็กโทรไลต์น้อยเกินไปให้ทำการเติมสารละลายเข้าไปเพิ่มให้อยู่ในระดับที่ใช้งานปกติ

- การเกิดรอยกัดกร่อนบริเวณขั้วให้ทำความสะอาดซึ่งลักษณะการกัดกร่อนบริเวณขั้วจะเป็นคราบ สีขาว โดยปกติให้ทำความสะอาดเดือนละครั้ง

- ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ควรมีการตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีความผิดปกติให้ทำการตรวจสอบ ซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนกอนแบตเตอรี่นั้น^๔

- สำหรับแบตเตอรี่แบบ Flooded Lead-Acid (หรือแบตเตอรี่ที่ต้องเติมน้ำกลั่น) ควรเติมน้ำกลั่นเป็นประจำอย่างน้อยทุก ๑ เดือน อย่าให้น้ำกลั่นในแบตเตอรี่แห้ง อายุการใช้งานจะสั้นลง และทุก ๆ ๓ - ๔ เดือน ควรจะมีการกระตุ้นแบตเตอรี่โดยวิธีการที่เรียกว่า Equalization (การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่าปกติ ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแบตเตอรี่แต่ละราย)

^๔ สุรเชษฐ ยานวารี, การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์, [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://ienergyguru.com/2016/06/บำรุงรักษาโซล่าเซลล์/> [๑๙ สิงหาคม ๒๕๖๐].

เพื่อให้ประจุแบตเตอรี่แบบน้ำมีการแลกเปลี่ยนปฏิกิริยาทางเคมีภายใน ทำให้กลับมาคงสถานะสมดุลอีกครั้ง ช่วยยืดอายุแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น

- สำหรับแบตเตอรี่แบบ Seal Lead-Acid(หรือแบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น) ช่วงระยะเวลาหนึ่งควรจะมีการใช้ไฟฟ้าที่เก็บอยู่ในแบตเตอรี่บ้าง ถ้าแบตเตอรี่ไม่ได้ถูกใช้งานเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ^๙

๒.๔ แนวคิดปัญหา และอุปสรรค

ปัญหา หมายถึงประเด็นที่เป็นอุปสรรค ความยากลำบาก ความต้านทาน หรือความท้าทาย หรือเป็นสถานการณ์ใด ๆ ที่ต้องมีการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาจะรับรู้ได้จากผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาหรือผลงานที่นำไปสู่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ประเด็นปัญหาแสดงถึงทางออกที่ต้องการควบคู่กับความบกพร่อง ข้อสงสัยหรือความไม่สอดคล้องที่ปรากฏขึ้น ซึ่งขัดขวางมิให้ผลลัพธ์ประสบผลสำเร็จ^{๑๐}

อุปสรรค หมายถึง เครื่องขัดข้อง ความขัดข้อง หรือเครื่องขัดขวาง เช่น อุปสรรคทำให้เราแข็งแกร่งขึ้น คนที่ไม่เคยเผชิญอุปสรรคจะไม่รู้จักความสามารถที่แท้จริงของตนเอง นอกจากนี้ คำ อุปสรรค ยังใช้เรียกส่วนที่เติมข้างหน้าคำบาลีหรือสันสกฤต ให้ความหมายต่างไปจากเดิม หรือมีความหมายตรงข้ามกับความหมายเดิมเป็นต้น โดยให้ถือเป็นคำเดียวกับคำนั้น ๆ เพราะอุปสรรคจะไม่ใช้ตามลำพัง^{๑๑}

การพิชิตปัญหา และอุปสรรคในการทำงาน

อุปสรรคเกิดจากอะไรบ้าง เวลาทำอะไรที่ตั้งใจมาก ๆ แล้วไม่ได้ผลตอบแทนแบบที่คาดหวังเอาไว้ มันเป็นเรื่องอุปสรรคขึ้นใหญ่ที่เกิดขึ้นในชีวิต มันบ่อนทำลาย มันทำให้เราท้อแท้ มันทำให้เราเบื่อ และเลิกที่จะพยายาม มันทำลายทุกอย่าง ความฝัน และความตั้งใจของเรา และวิธีการในการเอาชนะอุปสรรค ต้องรู้จักเอาชนะใจตัวเอง และอดทน

ความขัดแย้ง (Conflict)

ความขัดแย้งตามความหมายของราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง การไม่ลงรอยกัน ซึ่งหากจะแยกพิจารณาคำว่า

- “ขัด” หมายถึง การไม่ทำตาม ฝ่าฝืน ผิดไว้ และคำว่า
- “แย้ง” หมายถึง ไม่ตรงหรือไม่ลงรอยกัน ด้านไว้ ทานไว้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า “การที่ทั้งสองฝ่ายจะไม่ทำตามกันแล้วยังพยายามที่จะต้านเอาไว้อีกด้วย”

^๙ Solar smile knowledge, การดูแลและบำรุงรักษาระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบโซลาร์เซลล์, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://solarsmileknowledge.com/2015/02/20/การดูแลและบำรุงรักษาระบบ/> [๒ มีนาคม ๒๕๖๑].

^{๑๐} Wikipedia, ปัญหา, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://th.wikipedia.org/ปัญหา> [๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].

^{๑๑} สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, อุปสรรค, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.royin.go.th/knowledges=อุปสรรค-๒๗-มกราคม-๒๕๕๗> [๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].

ความขัดแย้งเกิดจากความคิดเห็น คำพูด หรือการกระทำที่ไม่ตรงกัน ไม่สอดคล้องกัน ระหว่างบุคคล ๒ คนหรือมากกว่า โดยที่ใดมีความขัดแย้งเกิดขึ้นที่นั่นย่อมมีปัญหา ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการในการแก้ปัญหา

กระบวนการในการแก้ไขปัญหา

๑. กำหนดปัญหา
๒. หาสาเหตุของปัญหา
๓. หาวิธีแก้ไขปัญหา
๔. ตัดสินใจว่าวิธีใดดีที่สุด
๕. ลงมือแก้ไข
๖. ประเมินผล

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

- ขั้นตอนที่ ๑ วิเคราะห์ และกำหนดรายละเอียดของปัญหา
- ขั้นตอนที่ ๒ วางแผนในการแก้ปัญหา
- ขั้นตอนที่ ๓ ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้
- ขั้นตอนที่ ๔ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

หลักการในการแก้ไขปัญหา

วิธีการแบบแพ้ทั้งคู่ (Lose-Lose Method)

- เป็นวิธีที่ทำให้ทั้งสองฝ่ายไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการได้ทั้งหมด แต่อาจได้มาเป็นบางส่วนเท่านั้น ได้แก่ การประนีประนอม หรือการเจรจาต่อรอง (Compromise) วิธีนี้บางครั้งอาจต้องใช้คนกลางหรือบุคคลที่สามเข้ามาไกล่เกลี่ย หรือแม้กระทั่งให้คู่กรณีส่งตัวแทนมาต่อรองกัน เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด

- จุดอ่อน ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ไขสาเหตุของความขัดแย้งได้อย่างแท้จริง ความขัดแย้งอาจจะยุติเพียงชั่วคราวเท่านั้น

วิธีการแบบแพ้-ชนะ (Lose-Win Method) หมายถึง ต้องมีฝ่ายที่ชนะ และฝ่ายที่แพ้ โดยฝ่ายที่ชนะอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น

- ใช้กำลังหรือบีบบังคับ (Forcing) โดยฝ่ายชนะมีอำนาจเหนือกว่า การใช้ข้อได้เปรียบทางฐานะของการมีอำนาจบังคับบัญชา ด้วยการสั่งให้ทำ ออกกฎระเบียบมาบังคับ วิธีนี้อาจนำไปสู่การคิดแค้น

- ทำให้สถานการณ์สงบลง (Smoothing) เป็นวิธีที่ทำให้ความขัดแย้งสงบลงชั่วคราว โดยการขอร้อง วิธีนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ

- ลดข้อขัดแย้งด้วยการหลีกเลี่ยง (Avoidance) คือถอยหนี การเฉยเมย หรือไม่รับรู้ (ทั้งที่รู้) ไม่ยอมเข้าไปแก้ไขปัญหายืดเวลาไม่ยอมตัดสินใจ วิธีนี้ไม่ก่อให้เกิดแก้ไขปัญหา

วิธีการแบบชนะทั้งคู่ (Win-Win Method)

- เป็นวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ตามที่ต้องการ และเน้นความพอใจทั้งสองฝ่าย ซึ่งกระทำได้ยาก และต้องใช้เวลามาก วิธีที่นิยมใช้ คือ การแก้ไข

ปัญหาร่วมกัน (Integrative problem solving) ในลักษณะเผชิญหน้าซึ่งกันและกัน ระหว่างกลุ่มที่กำลังมีข้อขัดแย้งเกิดขึ้น

- วิธีนี้ใช้เพื่อจุดหมายในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

การสื่อความหมาย คือ การถ่ายทอดความคิดหรือความรู้สึกให้เห็นพ้องต้องกันของบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลหนึ่ง โดยผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น การพูดคุย กริยา ท่าทาง การแสดงสีหน้า ภาษาเขียน ภาษาภาพองค์ประกอบของการสื่อความหมาย

- ผู้ส่ง: อาจเป็นเพียง ๑ คน หรือกลุ่มคนก็ได้ ซึ่งเป็นผู้นำเรื่องราวข่าวสาร เพื่อส่งไปยังผู้รับ โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการเข้ารหัสเพื่อให้ผู้รับเข้าใจ
 - ข่าวสาร: เนื้อหาของสารหรือสาระของเรื่องราวที่ส่งออกมา
 - สื่อ หรือช่องทางในการสื่อความหมาย: ได้แก่ตัวกลาง ที่ช่วยถ่ายทอดเหตุการณ์ บทเรียน ที่ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอดอาจเป็นภาษาพูด ภาษาเขียน ภาษามือ และภาษากายก็ได้
- ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้รับข่าวสารเรื่องราวต่าง ๆ จากผู้ส่ง
- ผล ได้แก่ การรับรู้ข่าวสารของผู้รับ ซึ่งผู้รับจะเข้าใจข่าวสารมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งที่ใช้ในสถานการณ์ และทัศนคติของผู้รับในขณะนั้น
 - ข้อมูลป้อนกลับ ได้แก่ การแสดงกิริยาตอบสนองของผู้รับต่อข้อมูลข่าวสารให้ผู้ส่งรับรู้การสื่อความหมาย

อุปสรรคที่ทำให้การสื่อความหมายล้มเหลว

- ข้อมูลข่าวสารมากเกินไปจนจำเป็น
- ได้ข่าวสารไม่ครบสมบูรณ์ ทำให้สื่อความหมายผิดๆ
- บันทึกว่าที่ตนเห็นคือความจริง
- ด่วนสรุปข่าวสารเร็วเกินไป

แนวทางปฏิบัติ เพื่อบริหารเวลาในการทำงานของตนเอง

- สำรวจ ตรวจสอบ รวบรวม งานที่จะต้องทำทั้งหมดว่ามีอะไรบ้าง
- จัดลำดับงานทั้งหมดตามความเร่งด่วน
- จัดบันทึกงานที่จะต้องทำในสมุด Planner
- กำหนดวันเวลาที่จะต้องทำให้สำเร็จ^{๑๒}

๒.๕ แนวคิดการมีส่วนร่วม

แนวคิดการมีส่วนร่วมนี้เป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับคน เพราะคนคือทรัพยากรที่สำคัญในการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ซึ่งองค์กรทุกองค์กรควรจะให้ความสำคัญ การเปิดโอกาสให้บุคลากรได้เข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการองค์กร การตัดสินใจ การสื่อสารข้อมูล การให้รางวัล การ

^{๑๒} พัทธธีรา สมทรง, การพิชิตปัญหา และอุปสรรคในการทำงาน, [ออนไลน์], แหล่งที่มา:

<http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=ajarnben&month=15-08-2009&group=12&gblog=32>

[๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].

เสริมสร้างพัฒนาระดับความรู้ความสามารถ และสติปัญญา โดยที่สมาชิกทุกคนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการบริหาร การกำหนดเงื่อนไข หรือการแสดงความเห็นต่อความต้องการของตนในด้านต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้องค์กรได้รับความช่วยเหลือ สนับสนุน และการทำประโยชน์จากบุคคลในองค์กรเพิ่มมากขึ้น

๒.๕.๑ ความหมายของการมีส่วนร่วม

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา^{๓๓} ได้สรุปความหมายของการมีส่วนร่วมว่า การมีส่วนร่วม คือ การที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดที่ไม่เคยได้เข้าร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ หรือเข้าร่วมการตัดสินใจหรือเคยมาเข้าร่วมด้วยเล็กน้อยได้เข้าร่วมด้วยมากขึ้น เป็นไปอย่างมี อิสรภาพ เสมอภาค มีใช้มีส่วนร่วมอย่างผิวเผินแต่เข้าร่วมด้วยอย่างแท้จริงยิ่งขึ้น และการเข้าร่วมนั้นต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายของโครงการ

Erwin William^{๓๔} การมีส่วนร่วมหมายถึง กระบวนการให้ประชาชนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานพัฒนา ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ แก้ปัญหาของตนเอง เน้นการมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องอย่างแท้จริงของ บุคคล แก้ไขปัญหา ร่วมกับการใช้วิทยาการที่เหมาะสม และสนับสนุนติดตามการ ปฏิบัติงานขององค์กร และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

วันรักษ์ มิ่งมณีนาคนิ^{๓๕} ได้สรุปว่า การมีส่วนร่วมของประชาชน หมายถึง การเข้าร่วมอย่างแท้จริง และอย่างเต็มที่ของกลุ่มบุคคลผู้มีส่วนได้เสียในทุก ขั้นตอนของโครงการหรืองานพัฒนาชนบท โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีส่วนร่วมในอำนาจการตัดสินใจ และหน้าที่ความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมเข้าร่วมจะเป็นเครื่องประกันว่าสิ่งที่ ผู้มีส่วนได้เสียต้องการที่สุดนั้น จักได้รับการตอบสนอง และทำให้มีความเป็นไปได้มาก ขึ้นว่าสิ่งที่ทำไปนั้นจะตรงกับความต้องการที่แท้จริง และมั่นใจมากขึ้นว่าผู้เข้าร่วม ทุกคนจะได้รับประโยชน์เสมอหน้ากัน

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ^{๓๖} ได้ให้ความหมายว่า การมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายแขนงทั้งทางด้านจิตวิทยาสังคมซึ่งได้อธิบายถึงความหมายของการมีส่วนร่วมว่า การมีส่วนร่วมเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องทางจิตใจ และอารมณ์ของบุคคลหนึ่งในสถานการณ์กลุ่ม การเข้าไปมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของสังคม ทางด้านการเมืองให้ทัศนะว่าการมีส่วนร่วมเป็นการกระจายอำนาจในการตัดสินใจให้แก่สมาชิกในสังคม สร้างความเท่าเทียมกัน และเพิ่มพลังอำนาจให้แก่สมาชิกทุกคนทางด้านการพัฒนายังให้ความหมายของการมีส่วนร่วมว่า เป็นกระบวนการที่ผู้มีส่วนได้เสียในการพัฒนาได้เข้ามามี

^{๓๓} นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. การมีส่วนร่วม หลักการพื้นฐาน เทคนิค และกรณีตัวอย่าง. (กรุงเทพมหานคร : ๒๕๔๖), หน้า ๔.

^{๓๔} Erwin William, Participation Management : Concept Theory and Implementation (Atlanta Ga: Georgia State University, 1976),p. 17-20. อ้างถึงใน แชน ชื่นชีวา, “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมชนบท เฉพาะกรณีอำเภอบึงไพร จังหวัดศรีสะเกษ”, (ภาคนิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาคณะพัฒนาศักดิ์ สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์, ๒๕๓๘), หน้า ๘.

^{๓๕} วันรักษ์ มิ่งมณีนาคนิ. การพัฒนาชนบทไทย. (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ : ๒๕๓๑) หน้า ๑๐.

^{๓๖} เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. “การวิจัยการมีส่วนร่วมทางส่งเสริมการเกษตร”. ปรมวลสารระชุดวิชาการวิจัยเพื่อการพัฒนาการส่งเสริมการเกษตรหน่วยที่ ๙, (คณะรัฐศาสตร์ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ๒๕๔๔), หน้า ๑๕๐.

ส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการพัฒนาด้วยตัวเอง พร้อมทั้งมีส่วนรับผลประโยชน์ และผลเสียที่เกี่ยวข้องจากการพัฒนา

เจมส์แอล เครตัน^{๑๗} (James L.Creighton) ได้ให้ความหมายว่า “การมีส่วนร่วมของประชาชน คือกระบวนการที่ความกังวลความต้องการ และคุณค่าของประชาชน ได้รับการบูรณาการในกระบวนการตัดสินใจของภาครัฐ ผ่านกระบวนการสื่อสารแบบสองทาง โดยมีเป้าหมายโดยรวมเพื่อที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีขึ้น และได้รับการสนับสนุนจากประชาชน” นอกจากนี้ผู้เขียนยังอธิบายเพิ่มเติมถึงประเด็นว่าจริงหรือไม่ว่า การมีส่วนร่วมนั้นจะหมายถึงการที่ประชาชนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นก่อนการตัดสินใจจะเกิดขึ้น หรือหมายความว่าผู้มีอำนาจตัดสินใจจะสามารถตัดสินใจใด ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชนได้ก็ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากประชาชนก่อนเท่านั้น

โคเฮน และนอร์แมน^{๑๘} (John M.Cohen & Norman T) ได้ให้ความหมายว่า การมีส่วนร่วมโดยทั่วไปในขั้นตอนการวางแผน และตัดสินใจไม่ได้หมายความว่า จะเป็นการตัดสินใจ และวางแผนได้เพียงอย่างเดียว ยังใช้การวางแผน และตัดสินใจควบคู่ไปกับขั้นตอนการปฏิบัติการด้วยการวางแผน และตัดสินใจยังเกี่ยวข้องกับประชาชนในเรื่องของการรับผลประโยชน์ และการตรวจสอบ และประเมินผลในกิจการพัฒนาด้วย จะเห็นว่าการวางแผน และตัดสินใจนั้นเกี่ยวข้องเกือบโดยตรงกับการปฏิบัติ และก็เกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ และการตรวจสอบ และประเมินผลด้วย นอกจากนี้ก็จะมีผลสะท้อนกลับจากการตรวจสอบ ประเมินผล และการปฏิบัติการกลับไปสู่การตัดสินใจอีกด้วย

เคิร์ท เลวิน^{๑๙} (Kurt Lewin) ได้ศึกษาเรื่อง Group Decision and Social Change พบว่า การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาบางอย่างทำให้บุคคลที่มีส่วนร่วมนั้นเกิดความรู้สึกว่า ตนเองมีการลงทุนในการให้ความคิด การให้การตัดสินใจ ได้ปรับเปลี่ยนแปลงความคิดความรู้เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่ไม่ลงรอยกับการตัดสินใจ และอุทิศพลังงานทุกอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหา

สุพจน์ พงษ์พิสุทธิบุบผา^{๒๐} ได้ให้ความหมายว่า การมีส่วนร่วม หมายถึง การร่วมมือร่วมปฏิบัติ ร่วมแก้ไขปัญหา การดำเนินการ และร่วมรับผิดชอบร่วมกันไม่ว่าจะเป็นของปัจเจกบุคคล หรือของกลุ่มเพื่อให้เกิดการดำเนินการพัฒนา และเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ต้องการเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ และเกี่ยวข้องทางด้านจิตใจ และอารมณ์ (Mental and Emotional Involvement) ของ

^{๑๗} James L Creighton. A guide book for involving citizens in community, (Creighton University, 2005), P.7.

^{๑๘} John M Cohen and Norman T, **Rural – Development Participation : Concepts and Measures for Project Design**, Implementation and valuation, (The Rural Development Committee Center for International Studies Cornell University, 1977), P. 56.

^{๑๙} Kurt Lewin, อ้างใน ประภาเพ็ญ สุวรรณ, **ทัศนคติการวัดการเปลี่ยนแปลง และพฤติกรรมอนามัย**, พิมพ์ครั้งที่ ๒, (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาการพิมพ์, ๒๕๒๖), หน้า ๑๑๓ - ๑๑๔.

^{๒๐} สุพจน์ พงษ์พิสุทธิบุบผา, “การมีส่วนร่วมของราษฎรในการอนุรักษ์ป่าชุมชนภายใต้การชี้แนะของพระสงฆ์ : กรณีศึกษาป่าชุมชนวัดชลประทานราชดำริ ตำบลสูงเนิน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์”, วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๔๓).

สภาวะสถานการณ์กลุ่ม (Group Situation) อันเป็นเหตุเร้าใจให้กระทำ (Contribution) เพื่อบรรลุจุดหมายของกลุ่ม

วิช วิรัชนิภาวรรณ^{๒๑} ได้ให้ความหมายว่า คือ กระบวนการที่ส่งเสริม ชักนำสนับสนุน และสร้างโอกาสให้ชาวบ้านทั้งในรูปของส่วนบุคคล และกลุ่มคนต่าง ๆ ให้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งหรือหลายกิจกรรม โดยจะต้องเป็นไปด้วยความสมัครใจมิใช่เข้าร่วมเพราะการหวังรางวัลตอบแทน และที่สำคัญคือการมีส่วนร่วมนั้นจะต้องไม่สอดคล้องกับชีวิตความจำเป็นความต้องการ และวัฒนธรรมของคนส่วนใหญ่ในชุมชนด้วย

ประสพสุข ตีอินทร์^{๒๒} ได้ให้ความหมายว่า การมีส่วนร่วมของประชาชน คือ การที่ประชาชนได้มีโอกาสเข้าร่วมในการดำเนินงาน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้าย โดยที่การมีส่วนร่วมอาจรวมในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือจนครบทุกขั้นตอนก็ได้ การเข้าร่วมรับผิดชอบเพื่อดำเนินการพัฒนา และเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ต้องการเพื่อให้บรรลุถึงการเปลี่ยนแปลงที่พึงประสงค์

สรุปได้ว่า การมีส่วนร่วมหมายถึงการที่ประชาชนแสดงเจตนาทั้งด้วยการให้ความคิดเห็น และการลงมือกระทำเพื่อแก้ไขปัญหา หรือดำเนินการพัฒนาให้เกิดผลในอันที่จะนำการเปลี่ยนแปลงในทางที่ชอบที่ควรเป็นประโยชน์ต่อตนเอง กลุ่มชน และสังคมโดยรวม ซึ่งผลที่เกิดขึ้นเป็นความตั้งใจที่แท้จริงของประชาชน โดยที่การมีส่วนร่วมอาจรวมในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือจนครบทุกขั้นตอนก็ได้

๒.๕.๒ หลักการพื้นฐานของการมีส่วนร่วม

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบได้ว่าหลักการพื้นฐานของการมีส่วนร่วมมีนักวิชาการหลากหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา^{๒๓} ได้ให้ความหมายว่า หลักการพื้นฐานของการมีส่วนร่วมมี ๑๐ ประการที่ควรคำนึงถึง คือ

๑. เชื่อว่ามนุษย์ต่างมีความคิด และมีศักดิ์ศรีเท่าเทียมกัน
๒. เชื่อว่าทุกคนไม่ได้ชั่วตั้งแต่เกิด โดยเหตุที่เขาอาจจนอยู่นั้นมิใช่จากกรรม
๓. ต้องคิดว่ามนุษย์มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ เพราะถ้ามีการใช้เทคโนโลยีโดยที่มนุษย์ไม่มาร่วมคิด ร่วมกันรู้ หรือเข้าใจเพียงพอ ก็อาจไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควร หรือตรงข้ามกลับใช้เพื่อทำลายเพื่อนมนุษย์ด้วยกันเอง หรือสิ่งแวดล้อมได้
๔. เชื่อว่าชาวชุมชนต่าง ๆ มักมีภูมิปัญญาที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของตนในระดับหนึ่งบางเรื่องที่ชาวชุมชนยึดถือจึงต้องค่อย ๆ ให้ปรับตัวผสมผสานกับวิทยาการภายนอก
๕. ต้องคิดว่ามนุษย์มีความสามารถพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของตนให้ได้ดี ถ้าได้รับโอกาสที่จะร่วมคิด ร่วมเข้าใจ และร่วมจัดการ (Active partner) เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม การที่มนุษย์บาง

^{๒๑} วิรัช วิรัชนิภาวรรณ, ปัญหา และอุปสรรคที่สำคัญของการพัฒนาชุมชน : ประชาชนข้าราชการ และผู้นำรัฐบาล, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, ๒๕๓๐), หน้า ๖๑.

^{๒๒} ประสพสุข ตีอินทร์, “การมีส่วนร่วมต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของกำนันผู้ใหญ่บ้าน ในภาคเหนือ”, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๓๗).

^{๒๓} นรินทร์ชัย พัฒนพงศา, การมีส่วนร่วม หลักการพื้นฐาน เทคนิค และกรณีตัวอย่าง. (กรุงเทพมหานคร : ๒๕๔๖), หน้า ๕.

กลุ่มปฏิเสธเทคโนโลยีอย่างสิ้นเชิง ก็เป็นไปตามระดับการเข้าใจในเทคโนโลยีนั้นอย่างถูกต้องหรือไม่ และมีกลวิธีปรับความเข้าใจนั้นมาสู่ระดับที่แต่ละฝ่ายยอมรับได้เพียงใด ซึ่งต้องให้ได้รับโอกาสที่จะเข้าใจ และยอมปรับให้เหมาะสมกับตนอย่างเหมาะสม

๖. การมีส่วนร่วมยังมีเพิ่มขึ้น เมื่อมีสภาพที่เหมาะสมต่อไปนี้

๖.๑ ประชาชนในท้องถิ่นได้รู้สึกว่าเขาได้ควบคุมโชคชะตาของตนเอง แทนที่จะเป็นบุคคลอื่นที่ “เขาไม่รู้จัก” หรือที่ “เขาไม่ไว้วางใจ” ที่บอกวามช่วยเหลือเขา แต่บ่อยครั้งไม่ได้ช่วยจริงจัง

๖.๒ ผู้ที่จะเข้าร่วมต้องมีอิสรภาพ ได้รับความเสมอภาค และได้รับความจริงใจให้เข้ามีส่วนร่วม ดังนั้นการมีส่วนร่วมจะเกิดอย่างเต็มที่ และจริงจังเมื่อบุคคลนั้น ๆ ไม่ถูกบังคับให้จำยอมเข้าร่วมและที่สำคัญคือต้องเข้าร่วมด้วยโดยเท่าเทียมกับผู้มาร่วมด้วยทุกคนอีกทั้งโครงการให้ความจริงใจด้วย

๖.๓ ผู้ที่จะเข้าร่วมต้องมีความสามารถพอที่จะมีส่วนร่วมได้ กิจกรรมหลายเรื่องประชาชนทั่วไปอาจมีส่วนร่วมด้วยได้ แต่ที่เป็นกิจกรรมเฉพาะ เช่น การแพทย์ การก่อสร้าง อาคารสูง การทหาร ฯลฯ หากประชาชนเข้าร่วมด้วยอาจไม่ได้ผล หรืออาจเกิดความเสียหาย

๖.๔ มีการสื่อสาร ๒ ทางเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมได้รับข้อมูลอย่างถูกต้อง และสมบูรณ์ หากผู้มีส่วนได้-เสีย ได้รับข้อมูลไม่ถูกต้อง และครบถ้วน หรือสื่อสารได้ไม่ดีพอก็จะไม่เข้าใจได้ดีพอว่าโครงการจะทำให้เกิด ผลดี-ผลเสีย อย่างไร อาจนำไปสู่การไม่ยอมรับโครงการได้

๖.๕ ประชาชนมีส่วนร่วมรับทราบ-ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจในโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจะทำให้ต้องการเข้ามาร่วมกับโครงการมากยิ่งขึ้น การร่วมงานกันตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุดการตัดสินใจในโครงการนั้น ๆ ในระยะยาวจะเกิดผลดียิ่งยืนกว่าการที่จะให้ร่วมด้วยเพียงบางส่วน หรือเข้าไป

๖.๖ ประชาชนมีทัศนคติที่ดีต่อเจ้าหน้าที่โครงการ และต่อโครงการนั้น ๆ และเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมด้วย

๖.๗ การมีส่วนร่วมนั้นต้องไม่ทำให้ประชาชนเสียค่าใช้จ่ายมากเกินไปจนกว่าผลตอบแทนที่เขาประเมินว่าจะได้รับ

๖.๘ เมื่อเข้ามามีส่วนร่วมแล้วจะไม่กระทบกระเทือนสถานภาพในหน้าที่การงาน หรือทางสังคมให้ลดน้อยลง

๖.๙ มีกลวิธีการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างโครงการและผู้มีส่วนได้เสีย

๗. เชื่อว่าตนต่างกับชาวบ้านอยู่ไม่น้อย และชาวบ้านเองก็แตกต่างกันอยู่บ้างดังนั้นการจะให้มีส่วนร่วมจะเอาใจเราฝ่ายเดียวไม่ได้

๘. อาจใช้การมีส่วนร่วมในหลายรูปแบบ เช่น (๑) รูปแบบโดยตรง คือมีส่วนร่วมโดยตัวบุคคลแต่ละคน หรือ (๒) ประชาชนก่อตั้งองค์กรขึ้นมามีส่วนร่วม หรือ (๓) ให้มีตัวแทนมีส่วนร่วม โดยอ้อม ซึ่งย่อมขึ้นกับบริบทของแต่ละพื้นที่เช่น ในพื้นที่ที่ประชาชนมีศรัทธาในตัวแทนของเขามาก การมีตัวแทนร่วมด้วยก็เพียงพอ แต่กรณีที่ไม่หมู่บ้านมีประชาชนหลากหลายกลุ่ม จึงควรมีตัวแทนของกลุ่มจากหลายภาคส่วนมีส่วนร่วมเพิ่มเติม

๙. ไม่มีสิ่งใด ได้มาฟรี ต้องแลกเปลี่ยนกัน มีเสียไปบ้าง เพื่อจะได้มา

๑๐. การมีส่วนร่วมต้องนึกถึงใจของผู้อื่นให้มากมิใช่เอาแต่ใจเราฝ่ายเดียว

สรุปได้ว่า หลักการพื้นฐานของการมีส่วนร่วม โดยที่มนุษย์ได้มาร่วมคิด ร่วมกันรู้ เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ที่เกี่ยวกับหลักการเพื่อให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร ที่ได้ร่วมตัดสินใจในโครงการตั้งแต่เริ่มต้น การร่วมงานกันตั้งแต่เริ่มต้น จนสิ้นสุดการตัดสินใจในโครงการนั้น ๆ

๒.๕.๓ กระบวนการมีส่วนร่วม

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบได้ว่ากระบวนการมีส่วนร่วม มีนักวิชาการหลาย ๆ ท่านได้กล่าวไว้หลายมุม ดังนี้

โกวิทย์ พวงงาม^{๒๔} ได้สรุปถึงการมีส่วนร่วมที่แท้จริงของประชาชนในการพัฒนา ควรจะมี ๔ ขั้นตอน คือ

๑. การมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหา และสาเหตุของปัญหาของแต่ละท้องถิ่น กล่าวคือ ถ้าหากชาวบ้านยังไม่สามารถทราบถึงปัญหา และเข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา ในท้องถิ่นของตนเป็นอย่างดีแล้ว การดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาของท้องถิ่นย่อมไร้ประโยชน์ เพราะชาวบ้านจะไม่เข้าใจ และมองไม่เห็นถึงความสำคัญของการดำเนินงานเหล่านั้น

๒. การมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินกิจกรรม เพราะการวางแผนดำเนินงาน เป็นขั้นตอนที่จะช่วยให้ชาวบ้านรู้จักวิธีการคิด การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักการ นำเอาปัจจัยข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผน

๓. การมีส่วนร่วมในการลงทุน และการปฏิบัติงาน แม้ชาวบ้านส่วนใหญ่จะมี ฐานะยากจน แต่ก็มีความสามารถที่สามารถใช้เข้าร่วมได้ การร่วมลงทุน และปฏิบัติงาน จะทำให้ชาวบ้านสามารถคิดค้นทุนดำเนินงานได้ด้วยตนเอง ทำให้ได้เรียนรู้การดำเนินกิจกรรมอย่างใกล้ชิด

๔. การมีส่วนร่วมในการติดตาม และประเมินผลงาน ถ้าหากการติดตามงาน และประเมินผลงาน ขาดการมีส่วนร่วมแล้วชาวบ้านย่อมจะไม่ทราบด้วยตนเองว่างานที่ทำไปนั้นได้รับผลดี ได้รับประโยชน์หรือไม่อย่างไร การดำเนินกิจกรรมอย่างเดียวกันในโอกาสต่อไป จึงอาจจะประสบความยากลำบาก

สมบูรณ์ อัมพนพนาร์ต^{๒๕} ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการวางแผนที่แท้จริง หรือ สมบูรณ์ จะต้องประกอบด้วยกระบวนการ ๔ ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการวางแผน (Planning) ซึ่งประชาชนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา จัดลำดับความสำคัญ ตัดสินใจ กำหนดวิธีการใช้ทรัพยากรในการบริหารและจัดการการใช้ทรัพยากร ขั้นการใช้ประโยชน์ (Utilization) ประชาชนจะเข้ามามีบทบาท ลักษณะของการควบคุม และเป็นการเพิ่มระดับของการพึ่งพาตัวเอง และขั้นการได้รับผลประโยชน์ (Obtaining Benefits) โดยประชาชนจะต้องได้รับการแจกจ่ายผลประโยชน์จากชุมชน ในพื้นฐานที่เท่ากันติดตามประเมินผล ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม (Implementation) โดยประชาชนมีส่วนร่วม

^{๒๔} โกวิทย์ พวงงาม. การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน. (ม.ป.ท. : ๒๕๔๕).

^{๒๕} สมบูรณ์ อัมพนพนาร์ต, “การมีส่วนร่วมของชุมชนในการป้องกันไฟป่า : กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาสามหลัน จังหวัดสระบุรี”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๔๒), หน้า ๕๘.

ฟอนารอฟ (Fonarof)^{๒๖} ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ประกอบด้วยอย่างน้อย ๑ ใน ๔ ประเภของการมีส่วนร่วม คือ

๑. การวางแผน ซึ่งรวมทั้งการตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมาย กลวิธี ทรัพยากร ที่ใช้ ตลอดจนการติดตาม และประเมินผล

๒. การดำเนินงาน

๓. การใช้บริการจากโครงการ

๔. การมีส่วนร่วมในการได้รับประโยชน์

สรุปได้ว่า กระบวนการมีส่วนร่วม ประชาชนทุกคนต้องได้เข้ามามีส่วนร่วมเริ่มต้นจาก ขั้นตอนการวางแผน (Planning) ซึ่งประชาชนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันจัดลำดับ ความสำคัญของปัญหา และตัดสินใจกำหนดวิธีการแก้ไขร่วมกัน และใช้ทรัพยากรในการบริหารให้เกิด

ประโยชน์ร่วมกันการดำเนินงานพัฒนา ร่วมคิดตัดสินใจแก้ปัญหของตนเอง เน้นการมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องอย่างแท้จริงของประชาชน โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์

๒.๕.๔ ระดับของการมีส่วนร่วม

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา^{๒๗} ได้กล่าวถึงระดับของการมีส่วนร่วมตาม หลักการทั่วไปว่า แบ่งเป็น ๕ ระดับ คือ

๑. การมีส่วนร่วมเป็นผู้ให้ข้อมูล ของตน/ครอบครัว/ชุมชนของตน

๒. การมีส่วนร่วมรับข้อมูลข่าวสาร

๓. การมีส่วนร่วมตัดสินใจ โดยเฉพาะในโครงการที่ตนมีส่วนได้เสีย โดยแบ่งเป็น ๓ กรณี แล้วแต่กิจกรรมในตนอยู่ในขั้นตอนใดต่อไปนี้

๓.๑ ตนมีน้ำหนักการตัดสินใจน้อยกว่าเจ้าของโครงการ

๓.๒ ตนมีน้ำหนักการตัดสินใจเท่ากับเจ้าของโครงการ

๓.๓ ตนมีน้ำหนักการตัดสินใจมากกว่าเจ้าของโครงการ

๔. การมีส่วนร่วมทำ คือร่วมในขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด

๕. การมีส่วนร่วมสนับสนุน คืออาจไม่มีโอกาสร่วมทำ แต่มีส่วนร่วมช่วยเหลือ ในด้านอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งระดับของการมีส่วนร่วมเป็นระดับของการมีส่วนร่วม ตาม แนวทางพัฒนาชุมชน เป็นการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน โดยได้ แบ่งไว้ดังนี้

๑. ร่วมค้นหาปัญหาของตนให้เห็นว่าสิ่งใดที่เป็นปัญหารากเหง้าของปัญหา

๒. ร่วมค้นหาสิ่งที่จำเป็นของตนในปัจจุบันคืออะไร

๒.๑ ร่วมคิดช่วยตนเองในการจัดลำดับปัญหา เพื่อจะแก้ไขสิ่งใดก่อนหลัง

^{๒๖} Fonarof, อังใน สมศักดิ์ สุวรรณเจริญ, “ขั้นของการมีส่วนร่วมของคณะกรรมการบริหารองค์การบริหารส่วนตำบลในการวางแผนพัฒนาตำบล ขององค์การบริหารส่วนตำบล จังหวัดกำแพงเพชร”, (บัณฑิต วิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๔๒), หน้า ๑๗.

^{๒๗} นรินทร์ชัย พัฒนพงศา, การมีส่วนร่วม หลักการพื้นฐาน เทคนิค และกรณีตัวอย่าง, (กรุงเทพมหานคร : ๒๕๔๖), หน้า ๑๗.

๒.๒ วางแผนแก้ไขปัญหานั้นเป็นเรื่อง ๆ

๒.๓ ร่วมระดมความคิดถึงทางเลือกต่าง ๆ และเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อ แก้ไขปัญหาที่วางแผนนั้น

๒.๔ ร่วมพัฒนาเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้

๒.๕ ร่วมดำเนินการแก้ไขปัญหานั้น ๆ

๒.๖ ร่วมติดตามการดำเนินงานและประเมินผลการดำเนินงาน

๒.๗ ร่วมรับผลประโยชน์/หรือร่วมเสียผลประโยชน์จากการดำเนินงาน

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ^{๒๘} ได้สรุปแนวความคิดเกี่ยวกับกรณีมีส่วนร่วม ซึ่งจำแนกประเภทของการมีส่วนร่วมไว้ โดยมีรูปแบบต่าง ๆ คือ การจำแนกจากการพิจารณาถึงระดับการอาสาสมัครเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งมีทั้งการถูกบังคับ และไม่ถูกบังคับ การจำแนกตามวิธีการ ที่เข้าไปเกี่ยวข้อง ประกอบด้วยการมีส่วนร่วมโดยตรง และโดยอ้อม การจำแนกตามการเข้าไปเกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการวางแผนการพัฒนา การจำแนกตามลักษณะขั้นขององค์การโดยพิจารณาจากโครงสร้างขององค์การ การจำแนกตามความเข้มข้น และความดีของสังคม และการจำแนกตามระดับการเข้ามามีส่วนร่วม ดังนี้

๑. การมีส่วนร่วมในฐานะผู้ส่งเสริม (สนับสนุน) ประกอบด้วยการมีส่วนร่วมในการเลือกตั้ง ซึ่งจะส่งเสริมให้บุคคลมีความเอาใจใส่เข้ามามีส่วนร่วมกิจกรรมกับองค์การบริหารส่วนตำบล หรืออาจลงรับสมัครเลือกตั้ง การมีส่วนร่วมด้านกฎหมาย เช่น การปฏิบัติตามกฎหมาย การเสียภาษีตามกฎหมาย เป็นต้น และการมีส่วนร่วมในด้านความร่วมมืออาจอยู่ในรูปของการสละแรงงาน เงิน การร่วมทำงาน การร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อพิจารณาสนับสนุน หรือคัดค้าน

๒. การมีส่วนร่วมในฐานะของผู้รับบริการ อาจกระทำในลักษณะการแก้ปัญหา หรือ ความเดือดร้อน รวมทั้งการทำหน้าที่สะท้อนภาพให้ผู้บริหารได้เห็นภาพของการบริการที่ประชาชนได้รับ

๓. การมีส่วนร่วมในฐานะผู้ตรวจสอบ ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ร่วมตรวจสอบพฤติกรรมของสมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบล ตรวจสอบแผนพัฒนาขององค์การบริหารส่วนตำบล ตรวจสอบการจัดทำข้อบัญญัติงบประมาณรายจ่าย ตรวจสอบโครงการต่าง ๆ การเข้าร่วมฟังการประชุมสภา ร่วมทั้งการตรวจสอบการทำงานของฝ่ายบริหาร เป็นต้น ฯ

ไพรัตน์ เตชะรินทร์^{๒๙} ได้กล่าวถึงขั้นตอนการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ของนโยบายการพัฒนา คือ

๑. ร่วมทำการศึกษา ค้นหาปัญหา สาเหตุปัญหา และการลดปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน รวมถึงลดจนความต้องการของชุมชน

^{๒๘} เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ, “การวิจัยการมีส่วนร่วมทางส่งเสริมการเกษตร”, (ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการส่งเสริมการเกษตรหน่วยที่ ๙), หน้า ๒๙๓.

^{๒๙} ไพรัตน์ เตชะรินทร์, นโยบาย และกลวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชนในยุทธศาสตร์การพัฒนาปัจจุบันในการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชนบท, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศักดิ์โสภณการพิมพ์, ๒๕๒๗), หน้า ๗.

๒. ร่วมคิดหา และสร้างรูปแบบวิธีการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหา และลดปัญหาของชุมชน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน หรือสนองความต้องการของชุมชน

๓. ร่วมวางนโยบาย หรือแผนงานหรือโครงการหรือกิจกรรมเพื่อจัด และแก้ไขปัญหา สอนองความต้องการของชุมชน

๔. ร่วมตัดสินใจการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัด ให้เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

๕. ร่วมจัดหรือปรับปรุงระบบบริหารงานพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

๖. ร่วมกันลงทุนในกิจกรรม โครงการของชุมชนตามขีดความสามารถของตนเอง และของ หน่วยงาน

๗. ร่วมปฏิบัติตามนโยบายแผนงาน โครงการ และกิจกรรมให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

๘. ร่วมควบคุม ติดตาม ประเมินผล และร่วมบำรุงรักษาโครงการ และกิจกรรมที่ได้ทำไว้ ทั้งโดยเอกชน และรัฐบาล ให้ใช้ประโยชน์ได้ตลอดไป

นนท์ กอแก้วทองดี^{๓๐} ได้แบ่งระดับการมีส่วนร่วมเป็น ๓ ระดับ คือ

๑. ระดับที่ประชาชนไม่มีส่วนร่วม

๒. ระดับที่ประชาชนมีส่วนร่วมปานกลาง

๓. ระดับที่ประชาชนมีส่วนร่วมด้วยเต็มที่

ตารางที่ ๒.๑ แสดงระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน

ระดับการมีส่วนร่วม	ขั้นตอนการมีส่วนร่วม
๑. ประชาชนไม่มีส่วนร่วม	๑) รัฐคือผู้กำหนด (คิดให้แทน) ๒) รัฐคือผู้จัดการให้ ๓) รัฐบอกให้ทราบว่า “มีอะไรบ้าง”
๒. ประชาชนมีส่วนร่วมปานกลาง	๔) ประชาชนได้รับการปรึกษา (โดยมีการถาม ความต้องการบ้าง) ๕) รัฐให้ประชาชนเข้าร่วมได้บางส่วน เช่น เป็นที่ ปรึกษา, เข้าเป็นกรรมการ (แต่เพียงส่วนน้อย)
๓. ประชาชนมีส่วนร่วมด้วยเต็มที่	๖) ประชาชน และรัฐมีส่วนร่วมเท่ากัน (โดยรัฐถือว่าประชาชนเป็น“หุ้นส่วน”) ๗) ประชาชนได้ “ควบคุม” “บางส่วน” ๘) ประชาชนคือผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการ และ ร่วมกันจัดการ

^{๓๐} นนท์ กอแก้วทองดี, การประชุมเชิงปฏิบัติการผู้นำประชาคมตำบล เรื่องเวทีประชาคมพร้อมใจ เลือกตั้ง, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการเลือกตั้ง, ๒๕๕๓), หน้า ๕๖.

อรอนงค์ ธรรมกุล^{๓๑} ได้สรุปลักษณะของการเข้าไปมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชน นั้นมีอยู่ ๕ ขั้นตอน คือ

๑. การมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาในการพิจารณาปัญหา และจัดระดับความสำคัญของปัญหา ตลอดจนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ
๒. การมีส่วนร่วมในการค้นหาสาเหตุของปัญหา
๓. การมีส่วนร่วมในการค้นหา และพิจารณาแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหา
๔. การมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหา
๕. การมีส่วนร่วมในการประเมินผลของกิจกรรม

สรุปได้ว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนนั้น ควรจะเริ่มตั้งแต่การสร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนให้เขามีความรู้สึกเป็นเจ้าของโครงการ กิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดการหวงแหนรักษากิจกรรมต่าง ๆ เสมือนเป็นของตนเอง และการใช้ประโยชน์ หรือการรับประโยชน์จากโครงการก็จะเกิดประโยชน์สูงสุด คัมค้ำกับการลงทุน

๒.๕.๕ ขั้นตอนการมีส่วนร่วม

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบได้ว่าขั้นตอนการมีส่วนร่วมมีนักวิชาการหลาย ๆ ท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

นันทวัฒน์ บรมานันท์^{๓๒} ได้แบ่งขั้นตอนการมีส่วนร่วมออกเป็น ๔ ขั้นตอนคือ การมีส่วนร่วมในการร่วมคิดร่วมตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ทุกขั้นตอนมีความสัมพันธ์โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมที่ขั้นตอนการตัดสินใจเป็นประการสำคัญ ซึ่งในแนวทางการมีส่วนร่วมนั้นมุ่งเน้นให้ประชาชนเป็นผู้คิดค้นปัญหา เป็นผู้ที่มีบทบาทในทุก ๆ เรื่อง ไม่ใช่ที่กำหนดให้ประชาชนปฏิบัติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทุกอย่างต้องเป็นเรื่องของประชาชนที่จะคิด ซึ่งแนวความคิดนี้มีกรอบพื้นฐาน และการวิเคราะห์การมีส่วนร่วม ดังนี้

๑. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (Decision Making) ประกอบด้วย การริเริ่มตัดสินใจ ดำเนินการตัดสินใจ และตัดสินใจปฏิบัติการ
๒. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (Implementation) ประกอบด้วย การสนับสนุนด้านทรัพยากร การบริหาร และการประสานขอความช่วยเหลือ
๓. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (Benefits) ประกอบด้วย ผลประโยชน์ทางวัตถุ ผลประโยชน์ทางด้านสังคม และส่วนบุคคล
๔. การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (Evaluation) เป็นการควบคุม ตรวจสอบการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด และเป็นการแสดงถึงการปรับตัวในการมีส่วนร่วม

^{๓๑} อรอนงค์ ธรรมกุล, “การมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น”, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, (บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ๒๕๓๙), หน้า ๖๒.

^{๓๒} นันทวัฒน์ บรมานันท์, การบริการสาธารณะในระบบกฎหมายปกครองของฝรั่งเศส, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สำนักนิติธรรม, ๒๕๔๑), หน้า ๖.

วิรัช วิรัชนิการวรรณ^{๓๓} ได้กล่าวว่า กระบวนการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชนบทมี ๔ ขั้นตอน คือ

๑. การศึกษาชุมชน คือ การค้นหาปัญหา และความต้องการของชุมชน และเรียนรู้สภาพความเป็นอยู่ของชาวบ้าน ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในชุมชนร่วมกับประชาชนโดยวิธีการสังเกต และสัมภาษณ์ทั้งทางตรง และทางอ้อม ข้อมูลบางส่วนอาจหาได้จากเอกสาร และงานวิจัย

๒. การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการรวมกลุ่มอภิปราย ถกเถียงแสดงความคิดเห็น ชาวบ้านควรได้มีโอกาสเข้ามาร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

๓. การลงมือปฏิบัติตามแผน หรือวิธีการที่ได้ร่วมกันตัดสินใจแล้วจากขั้นตอนที่ ๒ โดยประชาชนมีส่วนร่วมในขั้นตอนนี้จะต้องได้ร่วมด้วยความศรัทธา และเชื่อมั่นในตนเองที่จะพัฒนาชุมชน

๔. การประเมินผลงาน โดยชาวบ้าน และนักพัฒนาจะร่วมกันกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำงานประเมินผล ตลอดจนดูแลปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างประเมินผล เพื่อที่จะแก้ไขได้ทันที

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการมีส่วนร่วม ประชาชนทุกคนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ทุกขั้นตอนมีความสัมพันธ์เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่เกิดความสามัคคี

๒.๕.๖ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน

จิต นิลพานิช และกุลธณ ธนาพงศธร^{๓๔} ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนมี ดังนี้

๑. หลักการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันระหว่างทางราชการกับประชาชน โดย ยึดถือความศรัทธาของประชาชนที่มีต่อหน่วยงานหรือต่อบุคคล

๒. หลักการจัดความขัดแย้ง ความขัดแย้งในเรื่องผลประโยชน์ และความคิด จะมีอิทธิพลต่อการดำเนินงานพัฒนาเป็นอย่างมากเพราะจะทำให้งานหยุดชะงัก และล้มเหลว

๓. หลักการสร้างอุดมการณ์และค่านิยมในด้านความซื่อสัตย์ ความอดทน การร่วมมือ การซื่อสัตย์ และการพึ่งตนเอง เพราะอุดมการณ์เป็นเรื่องที่จะจูงใจประชาชนให้ ร่วมสนับสนุนนโยบาย และเป้าหมายการดำเนินงาน และอาจก่อให้เกิดขวัญ และกำลังใจในการปฏิบัติงาน

๔. การให้การศึกษอบรมอย่างต่อเนื่องเป็นการส่งเสริมให้คนมีความรู้ความคิด ของตนเอง ช่วยให้ประชาชนมั่นใจในตนเองมากขึ้น การให้การศึกษอบรมโดยให้ ประชาชนมีโอกาสทดลองคิด ปฏิบัติ จะช่วยให้ประชาชนสามารถคุ้มครองตนเองได้ รู้จักวิเคราะห์เห็นคุณค่าของงาน และนำไปสู่การเข้าร่วมในการพัฒนา

๕. หลักการทำงานเป็นทีม สามารถนำมาใช้เพื่อหาความร่วมมือในการพัฒนาได้

^{๓๓} วิรัช วิรัชนิการวรรณ, ปัญหา และอุปสรรคที่สำคัญของการพัฒนาชุมชน : ประชาชนข้าราชการ และผู้นำรัฐบาล, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, ๒๕๓๐), หน้า ๖๓.

^{๓๔} จิต นิลพานิช และกุลธณ ธนาพงศธร, “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชนบท”, เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปสำหรับการพัฒนาระดับตำบล หมู่บ้าน, (พิมพ์ครั้งที่ ๓, หน่วยที่ ๘ .นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช : ๒๕๓๒), หน้า ๓๖๒.

๖. หลักการสร้างพลังชุมชน การรวมกลุ่มกันทำงานจะทำให้เกิดพลังในการทำงาน และทำให้งานเกิดประสิทธิภาพ

๒.๕.๗ ประโยชน์ของการมีส่วนร่วม

นวนน้อย ตรีรัตน์ และคณะ^{๓๕} ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการมีส่วนร่วมเอาไว้ว่า โดยทั่วไปแล้วกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการมากพอสมควร อย่างไรก็ตามข้อดีของการมีส่วนร่วม คือ ก่อให้เกิดการผลิตนโยบาย และบริการสาธารณะ ที่สอดคล้องกับความต้องการของสาธารณชน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากรของสาธารณะให้สูงขึ้น โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนก่อให้เกิดประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

๑. เพิ่มคุณภาพของการตัดสินใจ กระบวนการปรึกษาหารือกับสาธารณชนช่วยให้เกิดความกระจ่างในวัตถุประสงค์ และความต้องการของโครงการหรือนโยบายนั้น ๆ ได้อยู่เสมอ สาธารณชนสามารถที่จะผลักดันให้เกิดการทบทวนข้อสันนิษฐานที่ปิดบังอยู่ ซึ่งอาจจะปิดบังไม่ให้เห็นทางออกที่มีประสิทธิภาพที่สุด

๒. ลดค่าใช้จ่าย และการสูญเสียเวลา โดยทั่วไปกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างเต็มรูปแบบมักจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเสียเวลา แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การมีส่วนร่วมของประชาชนมาตั้งแต่ต้น สามารถที่จะลดความล่าช้า และลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งของประชาชนได้ การมีส่วนร่วมของประชาชนสามารถเกิดผลในการยอมรับอย่างสูงต่อการตัดสินใจ โดยกลุ่มซึ่งมีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจนั้น ๆ

๓. การสร้างฉันทามติ โครงการมีส่วนร่วมของประชาชนสามารถที่จะสร้างข้อตกลงที่มั่นคงและยืนยาว และการยอมรับระหว่างกลุ่ม ซึ่งก่อนหน้านี้ อาจจะมีความเห็นขัดแย้งกันคนละทาง ก่อให้เกิดความเข้าใจระหว่างคู่กรณี ลดความขัดแย้งทางการเมือง และก่อให้เกิดความชอบธรรมในการตัดสินใจของรัฐ

๔. ความสำเร็จ และผลในการปฏิบัติของโครงการ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทำให้คนเรามีความรู้ถึงความเป็นเจ้าของการตัดสินใจนั้น ตลอดจนรู้สึกกระตือรือร้นในการที่จะช่วยให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

๕. การหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้า หรือหลีกเลี่ยงความขัดแย้งที่รุนแรง ความขัดแย้งในโครงการอาจนำไปสู่การเป็นปฏิปักษ์อันยากที่จะแก้ไข กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนก่อให้เกิดโอกาสที่คู่กรณีจะแสดงความต้องการของกลุ่มเขา และความห่วงกังวลที่ปราศจากความรู้สึกที่เป็นปฏิปักษ์ การมีส่วนร่วมของประชาชนตั้งแต่ต้นสามารถลดการเผชิญหน้ากันอย่างรุนแรงที่อาจจะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามการมีส่วนร่วมของประชาชนไม่ใช่ยาวิเศษ มันไม่อาจที่จะละ หรือกำจัดความขัดแย้งในทุก ๆ กรณีได้

^{๓๕} นวนน้อย ตรีรัตน์ และคณะ, การมีส่วนร่วมของประชาชนในการตรวจสอบการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนตำบล, (กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ : ๒๕๔๕), หน้า ๓๘๑.

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา^{๓๖} ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการมีส่วนร่วมไว้ดังนี้

๑. ทำให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การมีส่วนร่วมกันทำกิจกรรม ทำให้แต่ละฝ่ายได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จนไปสู่การยอมรับความแตกต่างในรูปร่าง ความรู้ นิสัย ค่านิยม ต่าง ๆ อันเป็นรากฐานสำคัญของประชาธิปไตย

๒. ทำให้งานที่ยากบางอย่างสำเร็จขึ้นมาได้ งานหลายอย่างหากทำเพียงผู้เดียว หรือทำน้อยคนอาจไม่สำเร็จ ต้องให้ผู้มาร่วมงานหลายคนจึงจะสำเร็จ เช่น การสร้างบ้าน สร้างเจดีย์ สร้างสิ่งมหัศจรรย์ของโลก เช่น หัซมาฮัล กำแพงเมืองจีน หรืองานบางอย่างต้องการความร่วมมือโดยตลอด เช่น การลดปริมาณขยะ จึงต้องให้คนทั้งชุมชนเห็นด้วย และร่วมมือกันปฏิบัติ

๓. ทำให้บุคคลคิดช่วยตนเอง เพราะถ้ารัฐเป็นฝ่ายทำให้ก็จะรอความช่วยเหลือ หากมาร่วมกันพิจารณาอาจทำบางสิ่งได้เอง และจะร่วมดูแลรักษาสิ่งนั้นมากขึ้น

๔. ทำให้ความช่วยเหลือนั้นตรงกับที่ต้องการ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในขั้นการระบุประเด็นปัญหา และความต้องการ จึงไม่เกิดปัญหาที่สร้างไว้เพื่อใช้ แล้วไม่ใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ที่อ่านหนังสือในหมู่บ้าน สะพานลอยให้คนข้ามซึ่งทำแล้วไม่มีผู้ใช้ก็เสียประโยชน์

๕. จะทำให้ประหยัดทรัพยากรลงได้ เพราะการช่วยตรงกับความต้องการที่จะใช้ จะทำและยังอาจมีแรงงานจากการมีส่วนร่วมมาช่วยได้ อาจมีบ้าง ถ้ามีส่วนร่วมจนวุ่นวาย ไม่มีการจัดการที่ดีก็อาจสิ้นเปลืองทรัพยากรมากกว่าที่ควร หรืออาจเกิดความเสียหายก็ได้

๖. ทำให้รู้สึกเป็นเจ้าของ การมาร่วมคิดร่วมทำ ทำให้รู้สึกเป็นเจ้าของ ก็มาร่วมกันดูแลรักษา ซ่อมแซม และมีความภูมิใจในสิ่งที่ตนร่วมกันทำขึ้นมา สิ่งของที่บุคคลได้ร่วมกันมาจึงอยู่คงทน

๗. เพิ่มทางเลือกที่ดีเพื่อการตัดสินใจ การได้รับรู้ในโครงการอย่างละเอียดทำให้ช่วยกันค้นหาทางเลือก (ทางออก) หลายทางที่สมบูรณ์ และเหมาะสมที่สุด ทำให้เกิดผลเสียน้อยลง หรือเกิดผลดีมากกว่าการไม่ให้เข้ามามีส่วนร่วม

๘. เกิดการสร้างฉันทามติ (Consensus building) หรือการเห็นพ้องต้องกันขึ้นมาได้ โดยในประเทศตะวันตกการมีส่วนร่วมของประชาชน มักทำให้เกิดความเข้าใจระหว่างคู่กรณี เกิดการสร้างข้อตกลงที่มั่นคงยั่งยืนได้

๙. ทำให้ชุมชนหรือสังคมเข้มแข็ง เพราะชุมชนที่เข้มแข็งควรต้องมีส่วนร่วมกันตัดสินใจ ร่วมดูแลปกครองพิทักษ์ผลประโยชน์ของชุมชนหรือสังคมนั้นเอง โดยการมีส่วนร่วมคิดร่วมทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมเสมอ ๆ ทำให้ชุมชนรู้สึกว่าได้ควบคุมโชคชะตาของตนเอง แทนที่จะเป็นผู้ชำนาญที่อื่นที่ “เขาไม่รู้จัก” หรือไม่ไว้วางใจมาควบคุม-สั่งการ

๑๐. ทำให้การดำเนินงานของชุมชนหรือสังคมนั้นโปร่งใส เพราะการมีส่วนร่วมเพื่อกิจการสาธารณะอยู่เสมอทำให้ผู้ที่จู่จวนติดโกงก็หวั่นเกรง กระทำได้ยากขึ้น กลัวพลังการมีส่วนร่วมของประชาสังคม (Civil society) แม้นักการเมือง ข้าราชการระดับสูงที่ไม่ค่อยปฏิบัติงาน ก็กลัวการเสนอให้ออกจากตำแหน่ง

^{๓๖} เรื่องเดียวกัน, หน้า ๒๙.

๑๑. ทำให้บุคคลที่อาจยอมรับยาก ยอมรับโครงการนั้นได้ โดยยอมรับว่าเมื่อมีโครงการแล้วตนอาจเสียประโยชน์ไปบ้าง แต่เมื่อมีค่าชดเชยที่เหมาะสม และคนอื่น ๆ ยอมรับโครงการนั้น ก็เห็นแก่ประโยชน์ของคนส่วนใหญ่

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการมากพอสมควร อย่างไรก็ตาม ข้อดีของการมีส่วนร่วม คือ ก่อให้เกิดการผลิตนโยบาย และบริการสาธารณะที่สอดคล้องกับความต้องการของสาธารณชน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากรของสาธารณะให้สูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ โดยการมาร่วมคิดร่วมทำ ทำให้รู้สึกเป็นเจ้าของ ก็มาร่วมกันดูแลรักษา ซ่อมแซม และมีความภูมิใจในสิ่งที่ตนร่วมกันทำขึ้นมา สิ่งของที่บุคคลได้ร่วมกันมาจึงอยู่คงทน

๒.๖ แนวคิดแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram)^{๓๗}

แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) หรือผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือถ้าเรียกเป็นภาษาอังกฤษอาจจะใช้ตัวย่อว่า CE Diagram ซึ่งมีนิยามปรากฏในมาตรฐานของญี่ปุ่น หรือ JIS Standards (Japanese Industrial Standards) ในมาตรฐาน JIS ได้ระบุนิยามของ CE Diagram ไว้ดังนี้คือ "เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา" คือผลที่เกิดขึ้นจากเหตุ ซึ่งก็คือปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นต้นเหตุของคุณลักษณะอันนั้นหรืออาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นแผนผังที่ใช้ในการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุต่าง ๆ ว่ามีอะไรบ้างที่มาเกี่ยวข้องกัน สัมพันธ์ต่อเนื่องกันอย่างไรจึงทำให้ผลปรากฏตามมาในขั้นสุดท้าย โดยการระดมความคิดอย่างเป็นอิสระของทุกคนในกลุ่มกิจกรรมด้านการควบคุมคุณภาพ

แผนผังสาเหตุ และผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุ และผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) " เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของ แผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. ๑๙๔๓ โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

โดยจะใช้แผนผังสาเหตุ และผลเมื่อ

๑. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
๒. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น

^{๓๗} วันรัตน์ จันทกิจ, ๑๗ Problem Solving Devices : ๑๗ เครื่องมือนักคิด, (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร : ๒๕๔๗), หน้า ๗๘ – ๘๘.

๓. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุก ๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุ และผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน ๖ ขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา โดยหลีกเลี่ยงคำเชื่อมต่าง ๆ อันได้แก่ และ แล้ว ซึ่งอัน เพื่อ เนื่องจากหัวปลาหัวหนึ่ง จะแทนปัญหาเพียงปัญหาเดียวเท่านั้น (หากมีคำเชื่อม จะกลายเป็น ๒ ปัญหา หรือ ๒ ประโยค)

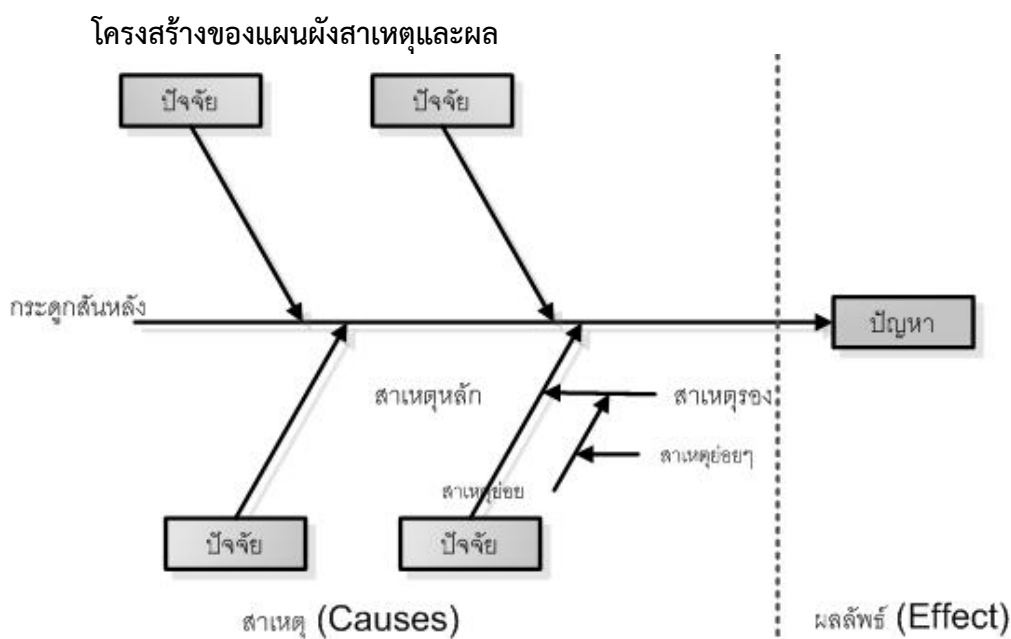
๒. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหา อันเป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลต่อหัวปลานั้น

๓. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย โดยใช้คำถามซ้ำ ๆ ว่า “ทำไม ทำไม” แล้วแตกกิ่งในข้อสองเป็นก้านรองลงมา

๔. ระดมสมองอย่างต่อเนื่องเพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา โดยคำถามว่า “ทำไม ทำไม” จนหมดคำถาม ไม่สามารถถามได้อีก หรือจนคำถามที่ตั้งผิดประเด็นไปจากปัญหาที่หัวปลา

๕. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ โดยให้ตรวจสอบดูจากก้างปลาที่ย่อยที่สุดก่อน แล้วจึงตรวจสอบไล่ขึ้นมาเป็นลำดับ ว่าสิ่งนี้เป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้หรือไม่ ค่อยๆตรวจสอบดูทีละก้างปลา ถ้าหากพบว่าก้างปลาส่วนไหน ไม่สมเหตุสมผลให้ทำการตัดก้างปลานั้นทิ้งออกไป

๖. เมื่อยืนยันความเป็นเหตุเป็นผลแล้วให้ ทดลองถามทำไมจากก้างที่ย่อยที่สุดอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่า ไม่มีสาเหตุที่ลึกลงไปกว่านี้อีกแล้ว และถือเบื้องต้นว่า “ก้างที่ย่อยที่สุดเป็นสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ”



รูปที่ ๒.๗ โครงสร้างแผนผังแสดงเหตุ และผล (แผนผังก้างปลา)

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

>> ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

>> ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- o ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่ปัญหา (หัวปลา)
- o สาเหตุหลัก
- o สาเหตุย่อย

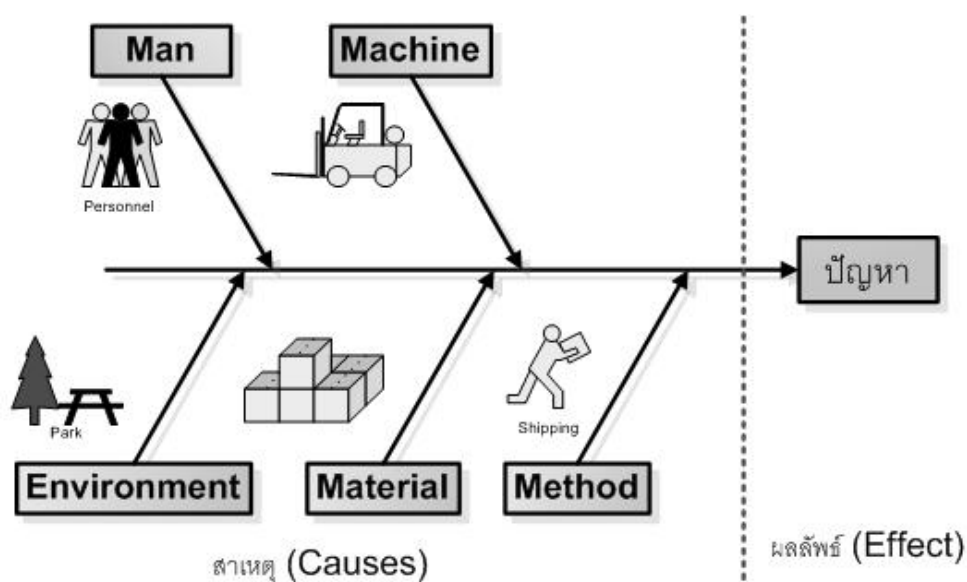
ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะ และกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล

โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

- o M Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
- o M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
- o M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
- o M Method กระบวนการทำงาน
- o E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน



รูปที่ ๒.๘ แผนผังก้างปลา (4M 1E)

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป หากแต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยนำเข้าที่ต่างกันตามสถานการณ์ โดยเมื่อปัจจัยนำเข้า (input) ต่างออกไป กระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น

4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสิทธิภาพในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

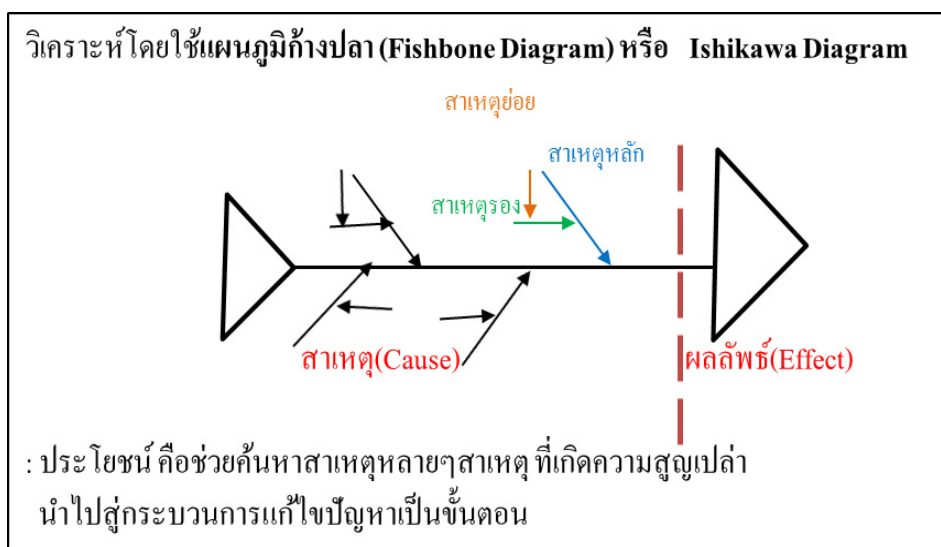
การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจน และมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานมากขึ้นในการทำก้างปลา

การกำหนดปัญหาที่หัวปลา ตัวอย่างเช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงาน ของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น หรือปัญหาในการดูแลซ่อมบำรุงระบบ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ โดยมีเทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

วิธีการสร้างแผนภูมิก้างปลา

- ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) จะแสดงอยู่ที่หัวปลา
- ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
 - ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาจะเขียนไว้ที่ก้างหลักของหัวปลา
 - สาเหตุหลัก จะเขียนไว้ต่อย่อยในก้างหลักแต่ละก้าง
 - สาเหตุย่อย จะเขียนไว้ย่อยต่อย่อยจากก้างหลัก ซึ่งอาจมีย่อยต่อหลายข้อได้ไม่มีบังคับ

โดยสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก



รูปที่ ๒.๙ การวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram)

(ที่มา: <http://www.ophconsultant.com/blog/viewtopic.php?id=55>)

สิ่งสำคัญต้องทำ คือ ทำเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน ๖ ขั้นตอน

๑. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา (ที่สำคัญคือให้ทำการกำหนดในเชิงลบ) ปัญหาละ ๑ หัวปลาต่อปลา ๑ ตัว

๒. กำหนดกลุ่มปัจจัยนำเข้าที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ ที่บริเวณก้างปลาหลัก

- (ปัญหาการผลิตใช้หลัก 4M 1E : Man, Machine, Material, Method, Environment)
- (ปัญหาสินค้า การทำงานใช้หลัก 4P :Place, Procedure, People, Policy)
- (ปัญหากระบวนการผลิตใช้หลัก 4S :Surrounding, Supplier, System ,Skill)
- (ปัญหาการบริหารใช้ MILK : Management, Information, Leadership, Knowledge)

๓. ระดมสมองหาสาเหตุหลักของปัญหาแต่ละก้างรอง

๔. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุย่อยในแต่ละปัจจัยที่ก้างย่อย

๕. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุเป็นข้อ ๆ

๖. เลือกสาเหตุของปัญหา มาทำการแก้ไขปรับปรุงด้วยเครื่องมือ (Tools) การพัฒนาต่าง ๆ เช่น ไคเซน P D C A ระบบคัมบัง SOP ,ISO จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน เป็นต้น

ในการทำแผนภูมิแก้างปลานั้น ยิ่งระดมแนวคิดหลักแนวคิดย่อย ได้มากเท่าไรยิ่งเป็นผลดีต่อการวิเคราะห์หาเครื่องมือการแก้ปัญหานั้นได้ง่าย และตรงจุดมากที่สุด

ดังนั้นผู้เขียนแนะนำว่า การเขียนแผนภูมิแก้างปลาจึงเป็นการวิเคราะห์หาเครื่องมือ (Tools) ที่เหมาะสม ในการพัฒนาแก้ปัญหที่เกิดขึ้น ช่วยให้ผู้บริหาร หัวหน้างาน พนักงาน พบข้อบกพร่องหรือข้อแก้ไขได้ดียิ่งขึ้นทีเดียว ทั้งการทำงานด้านอุตสาหกรรมภาคการผลิต หรือการทำงานในสำนักงาน^{๓๔}

๒.๗ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติศักดิ์ ลามกิจ, กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์^{๓๕} ได้วิจัยเรื่อง “การศึกษาแนวทางเชิงวิศวกรรมเพื่อการตัดสินใจในการล้างแผงโซลาร์ กรณศึกษา โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง” ผลการศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมโดยรอบเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อกำลังการผลิตซึ่งจะมีเรื่องความเข้มแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุด โดยจะสังเกตเห็นว่าถ้ามีการทำความสะอาดล้างแผงโซลาร์เซลล์ตามแผน Preventive Maintenance ในการล้างแผงโซลาร์เซลล์ กำลังการผลิตไฟฟ้าจะดีขึ้น เมื่อเทียบกับค่า

^{๓๔} วีรญา กวินรวีบริรักษ์, **วิธีทำแผนภูมิแก้างปลา (Fish-Bone Diagram)**, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.ophconsultant.com/blog/viewtopic.php?id=55> [๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑].

^{๓๕} กิตติศักดิ์ ลามกิจ และ กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์, “การศึกษาแนวทางเชิงวิศวกรรมเพื่อการตัดสินใจในการล้างแผงโซลาร์ กรณศึกษา โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง”, **รายงานวิจัย**, (ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ๒๕๕๙), หน้า ๗๒.

แสงอาทิตย์ก่อนและหลังการล้างที่เข้ามาระบบเท่า ๆ กัน โดยวิธีการศึกษาคือใช้ข้อมูลจริงจากแผนการล้างแผงโซลาร์ปี ๒๐๑๕ จากการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูร้อนจะมีผลกระทบมากที่สุดต่อการเข้าไปล้างแผงโซลาร์เซลล์ อาทิ โรงไฟฟ้าลำปาง มีค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ๕.๙๐% คิดเป็นเงิน ๔๖,๐๗๐ บาท จากผลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปปรับใช้ในการวางแผนการล้างแผงโซลาร์เซลล์ปี ๒๐๑๖ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ธนาพล ตันติสัตยกุล^{๔๐} ได้วิจัยเรื่อง “การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต” ผลการศึกษาพบว่า โครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ระหว่าง ๘.๕๐ % ถึง ๘.๖๙ % ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในงานวิจัยนี้ (๖.๒๕ %) และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ ๑๐ ปี ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงที่ละปัจจัย ได้แก่ (๑) อายุการใช้งานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (๒) อัตราการเพิ่มของอัตราค่าไฟฟ้า และ (๓) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา สรุปได้ว่า โครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เมื่ออายุการใช้งานระบบมากกว่า ๑๗ ปี อัตราการเพิ่มของอัตราค่าไฟฟ้ามากกว่า ๑.๑๒ % ต่อปี ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบต่อปีต่ำกว่า ๒.๖ % ของต้นทุนระบบ ตามลำดับ ความเสี่ยงเหล่านี้สามารถบริหารจัดการเพื่อลดหรือจำกัดได้ด้วยการเลือกอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ และน่าเชื่อถือ มีระยะเวลารับประกันที่ครอบคลุม ประกอบกับการทำสัญญาบำรุงรักษาระบบระยะยาวกับผู้รับผิดชอบติดตั้งระบบ นอกจากนี้ ได้แสดงผลวิเคราะห์สถานการณ์ (Scenario analysis) เมื่อปัจจัยเสี่ยงเปลี่ยนแปลงพร้อมกันในรูปแบบกราฟเพื่อช่วยประเมินและตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

นันทนา คชเสนี และคณะ^{๔๑} ได้วิจัยเรื่อง “การประเมินผลระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชิงบูรณาการ กรณีศึกษาการจัดตั้งระบบในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน” การศึกษาค้นคว้าครอบคลุมโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนทั้งสิ้นจำนวน ๓๘ แห่งทั่วประเทศ โดยผลการศึกษาพบว่าโครงการนี้เป็นโครงการที่เป็นประโยชน์อย่างมากก่อให้เกิดการพัฒนาและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของคนในพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นการสร้างขวัญ และกำลังใจให้กับบุคลากรในพื้นที่ที่ได้มีไฟฟ้าใช้ในการเรียนการสอน ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเกิดประโยชน์ในการพัฒนา และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลดีต่อประเทศโดยรวมอีกด้วย และมีประเด็นเสนอแนะที่สำคัญที่ไม่ควรละเลยคือการดูแลบำรุงรักษา และตรวจสอบเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งถ้าครูและผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับการสอน และเข้าใจวิธีการดูแลรักษาที่ถูกต้องก็ย่อมเป็นประโยชน์ให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมีการเสนอให้มีการจัดทำสื่อ และคู่มือในการ

^{๔๐} ธนาพล ตันติสัตยกุล, “การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต”, รายงานวิจัย, (สาขาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ๒๕๖๐), หน้า ๘๙.

^{๔๑} นันทนา คชเสนี และคณะ, “การประเมินผลระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชิงบูรณาการ กรณีศึกษาการจัดตั้งระบบในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, (กรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๙), หน้า ๒๒.

บำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกต้องเพื่อมอบให้แก่ครู และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จะได้ใช้ในการทบทวนวิธีการในการดูแลรักษาตลอดเวลาที่เกิดปัญหา และข้อสงสัยขึ้น.

นภัทร วัจนเทพินท์ และคณะ^{๔๒} ได้วิจัยเรื่อง “การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” บทความนี้เป็นการประเมินผลของผู้ใช้ไฟฟ้า จากการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามโครงการของรัฐบาล จำนวน ๓,๗๕๕ คริวเรือนจาก ๒๐๓,๐๐๐ คริวเรือนที่ได้รับการติดตั้งทั่วประเทศไทย โดยทำการประเมินผลในด้านต่าง ๆ คือ ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคม ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ไฟฟ้า ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ต่อโครงการ และเพื่อเสนอแนะมาตรการ การใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยั่งยืน จากการศึกษาพบว่า ทั้งภาคประชาชน และองค์การบริหารส่วนตำบล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางต่อโครงการดังกล่าว และจากการประเมินโครงการทางด้านสังคมพบว่า คุณภาพชีวิตของประชาชนหลังการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าคุณภาพชีวิตของผู้ใช้เปลี่ยนแปลงไปหลายๆ ด้าน ดังนี้ ๑) คุณภาพชีวิตทางการศึกษา การรับรู้เสริม รู้ข่าวสารทันต่อเหตุการณ์ ของบุคคลในครอบครัวดีขึ้น ๒) คุณภาพชีวิตทางการเงินบางครอบครัวดีขึ้น เนื่องจากมีรายได้จากการประกอบอาชีพเสริมในช่วงเวลากลางคืน อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของการซื้ออุปกรณ์ในการให้ความสว่างแบบเก่า ๓) ประชาชนมีสุขภาพจิตที่ดีขึ้น เนื่องจากแสงสว่างจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้มีความปลอดภัย สะดวกสบายในช่วงเวลากลางคืน ๔) ทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคคลในครอบครัว ๕) ความต้องการในการหาเครื่องอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันมากขึ้น แต่โครงการนี้ก็พบว่ามีปัญหาการที่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ไม่สามารถใช้งานได้ถึง ร้อยละ ๘.๘๐ % และปัญหา และอุปสรรคที่ต้องแก้ไขก็คือ ปัญหาอุปสรรคที่เกิดจากคุณภาพของอุปกรณ์ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากบุคคลที่ขาดความรู้ความเข้าใจในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากภัยธรรมชาติ ซึ่งยากต่อการควบคุม รวมถึงองค์กรที่ดูแลระบบ ต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีหลักการในการบริหารจัดการที่ดี เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

จิรศักดิ์ สุรังคพิพรรณ และคณะ^{๔๓} ได้วิจัยเรื่อง “พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าแบบพอเพียง ก่อนและหลังการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืน ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี” ได้สรุปว่า ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืนที่ติดตั้งให้ประชาชนในพื้นที่ มีขนาดเล็กเกินไปไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้ไฟฟ้าของคนในชุมชนเมือง ประชาชนจึงไม่ค่อยเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทนเท่าที่ควร และ

^{๔๒} นภัทร วัจนเทพินท์ และคณะ, “การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”, การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๔, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, ๑๔ - ๑๖ พฤษภาคม ๒๕๕๑.

^{๔๓} จิรศักดิ์ สุรังคพิพรรณ และคณะ, “พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าแบบพอเพียงก่อนและหลังการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืน ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี”, รายงานการวิจัย, (คณะศิลปศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ๒๕๕๒), หน้า ๖๓.

ปัจจุบันส่วนประกอบบางส่วนของระบบโซลาร์เซลล์ ได้เสื่อมสภาพลง เช่นแบตเตอรี่เก็บประจุไฟได้น้อยเมื่อใช้งาน เช่น เปิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด ๑๐ วัตต์ มักจะมีเสียงเตือนดังจากเครื่องอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น ทำให้ชาวบ้านบางส่วนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับระบบโซลาร์เซลล์ เกิดความรู้สึกกลัวและไม่กล้าที่จะใช้งานระบบอีกต่อไป ประกอบกับเมื่อส่งแบตเตอรี่ให้กับบริษัทที่อ้างว่าจะนำไปเปลี่ยนแบตเตอรี่รุ่นใหม่ให้ก่อนหมดสัญญา ซึ่งปัจจุบันก็ยังไม่ได้รับคืน โดยไม่ทราบว่าจะประสานงานกับหน่วยงานผู้รับผิดชอบที่ใด จึงทำให้ระบบโซลาร์เซลล์ ถูกปล่อยไว้ไม่ได้ใช้งาน ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาดูแลแก้ไขปัญหาแก่ประชาชน เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องต่อสมรรถนะการใช้งานระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม) ว่าวัตถุประสงค์ของภาครัฐที่ได้ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ให้แก่ครัวเรือนดังกล่าวคืออะไร และที่สำคัญคือการส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมต่อการตัดสินใจในการดำเนินการเพื่อการดูแลรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ภายในชุมชนหรือหมู่บ้าน อันจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ประชาชนมีพฤติกรรมในการใช้ไฟฟ้าแบบพอเพียงหลังการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืน ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานีตลอดไป

Michael Perdue^{๔๔} ได้วิจัยเรื่อง “Energy yields of small grid connected photovoltaic system: effects of component reliability and maintenance” กล่าวถึง ความเสี่ยงต่อความล้มเหลวของระบบโซลาร์เซลล์ในประเทศขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมที่มีอยู่แล้วนำมาเป็นสถิติในการทดลองเพื่อหาค่าความล้มเหลว และการซ่อมแซมต่อระบบ โดยพบว่า คนทั่วไปมีความเชื่อว่าระบบเหล่านี้ไม่มีความต้องการหรือความจำเป็นในการบำรุงรักษาระบบ แต่จริง ๆ แล้วก็จะพบว่าสิ่งเหล่านั้นทำให้ประสิทธิภาพของระบบนั้นด้อยลงไป โดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพจะลดลงประมาณ ๑๐ % ภายในระยะเวลา ๑ เดือน ดังนั้นจำความต้องมีการบำรุงรักษาระบบทุก ๆ เดือนเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ

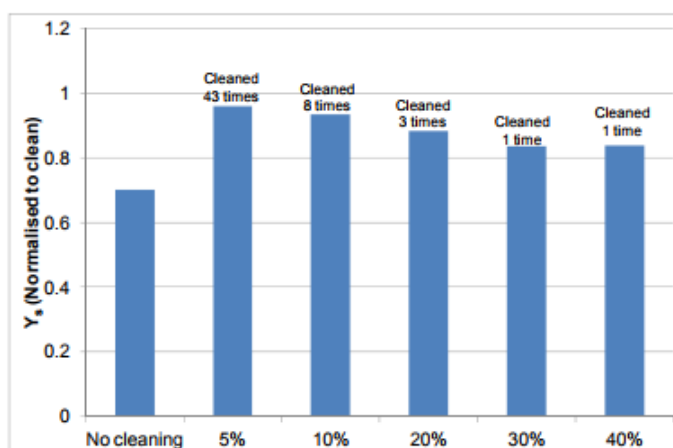
Dr.Hassan Qasem^{๔๕} อดีตเคยเป็น General Manager of the Alternative Energy Project Company (AEPC) ได้วิจัยเรื่อง “Effect of Accumulated Dust on the Performance of Photovoltaic Modules” ที่ได้วิจัย ในเรื่องผลของฝุ่นละอองสะสม กับผลกระทบของประสิทธิภาพในการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์ ที่ประเทศคูเวต โดยการทดลองทดสอบวัดค่าสเปกตรัมของฝุ่นละออง ที่ความหนาแน่นต่างกัน และความยาวคลื่นต่างกัน เพื่อหาการกระจายตัวของค่าสเปกตรัม ต่อความยาวคลื่น ซึ่งผลการทดลองพบว่าฝุ่นเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ และประสิทธิภาพจะลดลงเรื่อย ๆ จะกว่าแผงโซลาร์เซลล์จะได้รับการล้างด้วยแรงงาน หรือฝนตก ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบเพิ่มขึ้นได้

^{๔๔} Michael Perdue, “Energy yields of small grid connected photovoltaic system: effects of component reliability and maintenance”, *IET Renewable Power Generation*, (Volume: 9, Issue: 5, 7), 2015.

^{๔๕} Hassan Qasem, *Effect of Accumulated Dust on the Performance of Photovoltaic Modules*, (A Doctoral Thesis of Loughborough University, 2013) P. iii.

ในการทดลองการวางแผงโซลาร์เซลล์ที่มุมเอียงต่างกัน (๓๐ องศา และแนวระนาบ) ทำให้เกิดรูปแบบการกระจายตัวของฝุ่นละอองบนพื้นผิวของแผงโซลาร์เซลล์ที่ต่างกัน เมื่อนำเอารูปแบบการกระจายตัวของฝุ่นทั้งระยะยาวและระยะสั้น มาทำแบบจำลอง ระหว่างการสะสมของฝุ่นเพียงเล็กน้อย (๑ วัน) และการสะสมของฝุ่นที่มากขึ้นในระยะยาว (๓ เดือน) จากรูปแบบทั้งสองพบว่า การสะสมของฝุ่นที่มากกว่า จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่ำกว่า โดยพบว่าประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ลดลง ๑๙.๔ % เมื่อเทียบกับการสะสมของฝุ่นที่น้อย ที่มีประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงเพียง ๑๔.๘ % จากการจำลองยังพบว่า เมื่อปล่อยให้ฝุ่นสะสมตัวนานขึ้น จะทำให้ฝุ่นเหล่านั้นลงมาปกคลุมที่ด้านล่างของแผงโซลาร์เซลล์ ถ้าหากว่าฝุ่นเหล่านั้นปกคลุมเซลล์ใดเซลล์หนึ่งของแผงได้เต็มทีก็จะมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดความเสียหายในเซลล์ที่ถูกปกคลุมนั้นได้

ในการทดลองระยะยาว เมื่อกำหนดให้ความหนาแน่นของฝุ่น ไม่เกิน ๘.๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ในระยะยาวพบว่า ควรทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ทุก ๔๘ วัน สำหรับมุมเอียง ๐ องศา และ ๕๐ วัน สำหรับมุมเอียง ๓๐ องศา เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบเฉลี่ยประมาณ ๙๐ % เฉลี่ยปีละ ๘ ครั้ง จากการวิจัยพบว่า การล้างแผงโซลาร์เซลล์เฉลี่ยที่ ๕๐ วัน ต่อหนึ่งครั้ง จะมีความคุ้มค่าทางธุรกิจมากกว่า



แผนภูมิที่ ๒.๑ แสดงประสิทธิภาพการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ ต่อจำนวนการทำความสะอาดที่ต่างกัน โดยจำลองการวางแผงโซลาร์เซลล์ ที่มุม ๓๐ องศา

F. Mejia, J. Kleissl, J. L. Bosch^{๔๖} จาก Center for Renewable Resources and Integration, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, San Diego ได้วิจัยเรื่อง “The effect of dust on solar photovoltaic systems” ผลการวิจัยพบว่า ความสกปรก และฝุ่นที่สะสมในแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบโซลาร์เซลล์ลดลง ในการวิจัยได้ทำการทดลองที่ระบบโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในเชิง

^{๔๖} F. Mejia, J. Kleissl, J. L. Bosch, *The effect of dust on solar photovoltaic systems*, (Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, 2013).

พาณิชย์ขนาดใหญ่ (๘๖.๔ kWdc) ทำการทดลองในช่วงฤดูร้อน ในช่วงปี พ. ศ. ๒๕๕๓ โดยในพื้นที่ข้างเคียงมีผลตกในรัศมีห่างประมาณ ๓.๔ กิโลเมตร ซึ่งตรวจสอบได้จากระบบดาวเทียม โดยผลการทดลองพบว่า ผลกระทบจากฝุ่นทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง ๐.๒๑ เปอร์เซนต์ต่อวัน และพบว่าประสิทธิภาพรวมของระบบลดลงจาก ๗.๒ เปอร์เซนต์ เป็น ๕.๖ เปอร์เซนต์ ในระยะเวลา ๑๐๘ วัน ในช่วงฤดูร้อน และหลังจากที่มีฝนตก ทำให้ประสิทธิภาพของระบบกลับคืนสู่ระดับ ๗.๑ เปอร์เซนต์ในที่สุดโดยไม่ต้องล้างทำความสะอาดเอง นั่นก็คือฝนที่ตกลงมาในฤดูฝนช่วยชะล้างฝุ่นละออง และคราบสกปรกที่แผงโซลาร์เซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์ที่ลดลงจากการสะสมของฝุ่นละออง กลับมาสู่ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงสูงที่สุดของระบบได้

ผศ.สุรางคณา ณ นคร^{๔๗} จากสาขาการสื่อสารการตลาด คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสื่อสารเพื่อการเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะขององค์กรภาคธุรกิจ กับภาคประชาชน” ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มองค์กรภาคธุรกิจมีความเข้าใจว่า “จิตสำนึกสาธารณะ” เป็นเรื่องที่มีนัยยะเดียวกับ “ความรับผิดชอบต่อสังคม” เป็นหน้าที่ที่องค์กรธุรกิจพึงกระทำในฐานะที่เป็นสถาบันทางสังคม และเป็นการให้เพื่อสังคม ส่วนภาคประชาชนเข้าใจว่า “จิตสำนึกสาธารณะ” คือการรู้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่ต้องมีส่วนร่วมกันในการทำประโยชน์ หรือช่วยเหลือสังคมโดยไม่หวังผลตอบแทนด้วยการเสียสละผลประโยชน์ส่วนตัว เช่น การบริจาคเงิน/เลือด หรือการเป็นอาสาสมัคร โดยรูปแบบการสื่อสารทั้งภายใน และภายนอกที่องค์กร และภาคธุรกิจใช้เพื่อเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะกับภาคประชาชน จะมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เป็นทั้งการสื่อสารทางเดียว/สองทาง แนวตั้ง/แนวนอน จากบนลงล่าง/จากล่างขึ้นบน เป็นทางการ/ไม่เป็นทางการ ใช้ภาษาพูดและลายลักษณ์อักษร ผ่านช่องทางการสื่อสารที่หลากหลาย โดยเฉพาะสื่อบุคคล และกิจกรรม ส่วนปัจจัยสนับสนุนที่เป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารมีทั้งปัจจัยที่เป็นภายในและภายนอกองค์กร

ซึ่งผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า ปัญหาการขาดความร่วมมือของพนักงาน เพราะพนักงานบางคนยังเข้าใจว่า ความรับผิดชอบต่อ ชุมชน/สังคม เป็นหน้าที่ของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่ได้รับมอบหมาย การลงไปทำกิจกรรมเพื่อสังคม โดยเฉพาะโครงการ/กิจกรรมพัฒนาชุมชน/สังคม เป็นการเพิ่มภาระจากงานประจำ ทำให้ไม่สนใจในการร่วมกิจกรรม ในขณะที่บางส่วนแม้จะเห็นว่าการทำสิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องดี แต่ตนเองก็ยังไม่มีความพร้อม อย่างไรก็ตามถ้ามีโอกาสก็ยินดีจะเข้าร่วม

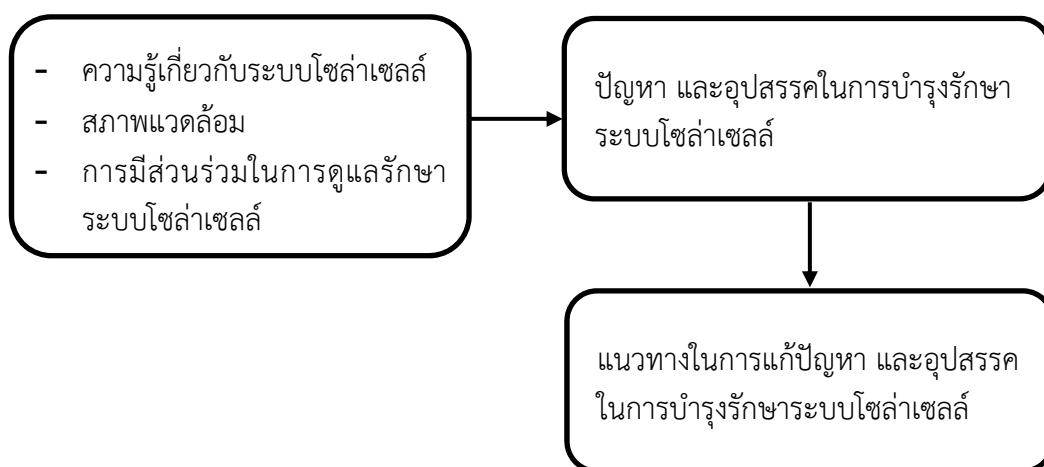
สรุป การทบทวนงานวิจัยพบว่า โครงการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้น เป็นโครงการที่เป็นประโยชน์อย่างมาก่อให้เกิดการพัฒนาและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของคนในพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นการสร้างขวัญ และกำลังใจให้กับบุคลากรในพื้นที่ให้ได้มีไฟฟ้าใช้ทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่ระบบโซลาร์เซลล์ในหลายโครงการ ต่างก็ยังพบกับปัญหา และอุปสรรคในด้านต่าง ๆ มากมาย

^{๔๗} สุรางคณา ณ นคร, “การสื่อสารเพื่อการเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะขององค์กรภาคธุรกิจ กับภาคประชาชน”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, (โครงการวิจัยชุด”การสื่อสารจิตสำนึกสาธารณะ” มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, ๒๕๕๐ - ๒๕๕๕), หน้า i.

ที่จะทำให้ระบบไม่สามารถที่จะทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม คุณภาพของอุปกรณ์ในการติดตั้ง ความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน และการดูแลรักษา ระบบโซล่าเซลล์ และการขาดความร่วมมือร่วมใจกันของบุคลากร ประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เน้นไปทางด้านการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์ หรือการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ แต่การวิจัยเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์นั้นยังไม่ได้ได้รับความสนใจเท่าที่ควร

ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาด้านพลังงานระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่ทุรกันดารประสบความสำเร็จที่แท้จริง อันจะเป็นการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านและช่วยลดความเหลื่อมล้ำในด้านต่าง ๆ อย่างยั่งยืน จึงต้องทำให้ระบบโซล่าเซลล์ที่มีอยู่แล้วนั้นสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานยาวนาน เพื่อให้การลงทุนด้านพลังงานระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษา ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ เพื่อที่จะให้เป็นองค์ความรู้ในการปรับปรุงการทำงานในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ระบบมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมต่อไป

๒.๗ กรอบแนวคิดงานวิจัย



แผนภูมิที่ ๒.๒ แสดงกรอบแนวคิดในงานวิจัย

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการวิจัย

๓.๑ รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อศึกษาถึงปัญหาอุปสรรค และแนวทางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

๓.๒ กำหนดประชากร และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ประชากรคือ ครูตำรวจตระเวนชายแดน บุคลากร และนักเรียนในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญเป็นการเลือกแบบเจาะจงกลุ่มที่น่าสนใจ และการเลือกแบบเฉพาะหน้าขณะอยู่ในเหตุการณ์ ซึ่งอยู่ในพื้นที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ณ วันเก็บข้อมูลซึ่งมีจำนวน ๓๓ คน โดยแบ่งเป็น ๔ กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ ๑ ผู้เชี่ยวชาญด้านโซล่าเซลล์	๒	คน
กลุ่มที่ ๒ ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี	๕	คน
กลุ่มที่ ๓ ครูอัตราจ้าง และบุคลากรประจำโรงเรียน	๖	คน
กลุ่มที่ ๔ นักเรียนที่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์	๒๐	คน

๓.๓ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างปลายเปิดของปัญหาอุปสรรค และแนวทางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี โดยโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์สร้างจากนิยามที่สังเคราะห์มาจาก เอกสารข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของความรู้ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ กระบวนการในการมีส่วนร่วม และแนวคิดแนวคิดแผนผังก้างปลา (4M 1E) ในการช่วยหาถึงสาเหตุของปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ โดยแบบสัมภาษณ์จะเป็นปลายเปิดเพื่อให้ได้ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อคิดข้อเสนอแนะ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบสัมภาษณ์จะได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากผู้เชี่ยวชาญ ๗ ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านสังคมศาสตร์ ๓ ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางในพื้นที่ ๒ ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางเกี่ยวกับ

ระบบโซล่าเซลล์ ๑ ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตวิทยา ๑ ท่าน ซึ่งแบบสัมภาษณ์จะถูกปรับจนได้คำว่า “ผ่าน” จากผู้เชี่ยวชาญทุกคนจึงนำไปใช้ได้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

๓.๔ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑. วิจัยเอกสาร (Documentary Research) เพื่อรวบรวมข้อมูลแนวคิด และผลงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ใช้ในการสร้างเครื่องมือ กำหนดทิศทางการอบการศึกษา โดยเฉพาะปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้ระบบโซล่าเซลล์ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพว่ามีสาเหตุเกิดจากอะไรได้บ้าง รวมถึงแนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชุมชน
๒. สร้างแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างปลายเปิดเพื่อให้ได้ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วนำไปหาคุณภาพเครื่องมือจนได้มาตรฐาน หลังจากนั้นจึงนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล
๓. ทำการลงพื้นที่เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๔ กลุ่ม แล้วนำข้อมูลที่ได้กลับมาวิเคราะห์
๔. นำผลที่วิเคราะห์มาสรุป อภิปรายผลและจัดทำเป็นรายงานเพื่อนำเสนอต่อสาธารณะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปฏิบัติงาน และข้อมูลเชิงวิชาการต่อไป

๓.๕ การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมา แยกแยะ เรียบเรียง และจัดหมวดหมู่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) การสังเคราะห์เนื้อหา (Synthesis) พรรณนาแยกแยะลดส่วนของข้อมูล (Data Reduction) ตีความข้อมูลจัดหมวดหมู่ เพื่อหาความเหมือน ความแตกต่าง ความเชื่อมโยง และความเห็นที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ แล้วนำเสนอข้อมูลเป็นความเรียง

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามความมุ่งหมายของการวิจัยมีการนำเสนอ ดังนี้

๔.๑ ผลของข้อมูลทั่วไป

๔.๑.๑ คุณลักษณะของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญเป็นการเลือกแบบเจาะจงกลุ่มที่น่าสนใจ และการเลือกแบบเฉพาะหน้าขณะอยู่ในเหตุการณ์ ซึ่งอยู่ในพื้นที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ณ วันเก็บข้อมูล ซึ่งมีจำนวน ๓๓ คน โดยแบ่งเป็น ๔ กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ ๑	ผู้เชี่ยวชาญด้านโซล่าเซลล์	๒	คน
กลุ่มที่ ๒	ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี	๕	คน
กลุ่มที่ ๓	ครูอัตราจ้าง และบุคลากรประจำโรงเรียน	๖	คน
กลุ่มที่ ๔	นักเรียนที่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์	๒๐	คน

๔.๑.๒ ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียน และลักษณะพื้นที่ และสภาพอากาศ

โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภothongผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโรงเรียนที่อยู่ในถิ่นทุรกันดาร ปัจจุบันมีนักเรียนจำนวน ๒๗๑ คน เป็นนักเรียนชายจำนวน ๑๓๔ คน และเป็นนักเรียนหญิง จำนวน ๑๓๗ คน มีครูตำรวจตระเวนชายแดนจำนวน ๖ นาย ครูอัตราจ้างจาก อบต. ครูอัตราจ้างจาก อบจ. และลูกจ้างชั่วคราว จำนวน ๕ คน และเจ้าหน้าที่ประจำโครงการสุขศาลาพระราชทานฯ ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อีกจำนวน ๑ คน

ที่ตั้งของโรงเรียนตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านของชาวกะเหรี่ยงมีประชากรประมาณ ๓๐๐ ครัวเรือน ชาวกะเหรี่ยงที่หมู่บ้านส่วนใหญ่นับถือศาสนาคริสต์มากกว่าร้อยละ ๙๐ โดยส่วนใหญ่ปลูกบ้านอยู่เป็นกลุ่มในพื้นที่ และชาวบ้านบางส่วนปลูกบ้านกระจายอยู่ตามเกาะแก่งต่าง ๆ ในบริเวณเขื่อนวชิราลงกรณ อาชีพของประชากรส่วนใหญ่ได้แก่การทำไร่ปลูกมันสำปะหลัง การเดินทางจากตัวอำเภothongผาภูมิ ไปสู่บ้านปิล็อคคีทำได้สองทางคือทางเรือ ที่ขึ้นจากบ้านท่าแพ อำเภothongผาภูมิ โดยมีเรือโดยสารเข้าออกหมู่บ้านทุกวันวันละหนึ่งเที่ยว โดยขาเข้าหมู่บ้านเรือจะออกจากบ้านท่าแพช่วงเวลาประมาณ ๑๐.๓๐ น. - ๑๒.๐๐ น. ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและความพร้อมของคนขับเรือโดยสาร และขาออกจากหมู่บ้านปิล็อคคีเรือจะออกเวลาประมาณ ๐๖.๓๐ น. ซึ่งมีเที่ยวเดียวต่อวัน โดยค่าโดยสารต่อคนต่อเที่ยวประมาณ ๙๐บาท และใช้เวลาเดินทางประมาณ ๔๕ นาที หรือถ้าจะเหมาเรือเล็กเข้าหมู่บ้านก็จะมีเรือบริการที่ทำแพโดยอัตราค่าเช่าเหมาเรืออยู่ที่ประมาณ ๑,๐๐๐-

๒,๐๐๐ บาท ขึ้นอยู่กับขนาดของเรือและจำนวนผู้โดยสาร จะเห็นได้ว่าการเดินทางในการเข้าออกหมู่บ้านกับแผ่นดินใหญ่ไม่มีความสะดวกมากนักซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการหาซื้ออุปกรณ์ และอะไหล่ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ไม่มีสายส่งไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึง พลังงานไฟฟ้าที่สำคัญในพื้นที่ทั้งที่โรงเรียน และชาวบ้านในพื้นที่จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบโซล่าเซลล์เป็นหลัก และเครื่องปั่นไฟฟ้าในบางกรณี จากการสำรวจพบว่าชาวบ้านในหมู่บ้านเคยได้รับแจก ระบบโซล่าเซลล์จากรัฐบาลในโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System Project) ให้หมู่บ้านที่อยู่ตามภูเขาสูงและเกาะต่าง ๆ ในสมัยนายกทักษิณ เมื่อประมาณปี พ.ศ. ๒๕๔๗^๑ โดยพบว่าบางครัวเรือนยังสามารถใช้แผงโซล่าเซลล์เดิมมาต่อพ่วงกับระบบโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งใหม่เพื่อใช้งานได้อยู่ แต่ตัวชาร์จเจอร์กับแบตเตอรี่เดิมพังไปนานแล้ว และส่วนใหญ่ระบบเสียหายไปตั้งแต่ติดตั้งไปได้ประมาณ ๕ ปี^๒ สมัยนั้นระบบที่ได้รับแจกจะใช้ไฟแสงสว่างได้ประมาณ ๒ ดวง และดูทีวีได้ประมาณ ๓-๔ ชั่วโมงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศด้วย โครงการนั้นทำให้ชาวบ้านมีความเป็นอยู่ดีขึ้น สะดวกสบายขึ้น และก็รับรู้ข่าวสารได้จากการดูทีวีด้วยเป็นโครงการที่ดี แต่เวลาระบบพังหรือแบตเตอรี่เสื่อมก็ต้องช่วยตัวเอง เพราะไม่มีหน่วยงานรัฐมาช่วยดูแล

นอกจากนี้ความสำคัญของพลังงานไฟฟ้าระบบโซล่าเซลล์ในพื้นที่ห่างไกลอย่างเช่น พื้นที่หมู่บ้านปิล็อคคี ยังมีประโยชน์อีกหลายประการ ทั้งในด้านของการศึกษาที่ทำให้เด็กนักเรียน และคุณครูในโรงเรียนสามารถใช้สื่อการสอนที่ทันสมัย และคอมพิวเตอร์มาสอนนักเรียน เป็นการเปิดโลกแห่งการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างจินตนาการที่สำคัญให้แก่เด็กในวัยเรียนและยังช่วยให้เด็กนักเรียนมีแสงสว่างไว้ในการทบทวนตำราหรือทำการบ้านได้ในเวลากลางคืนอีกด้วย ทั้งนี้ระบบโซล่าเซลล์ยังมีส่วนช่วยในด้านของสาธารณสุขอีกด้วย มีการใช้ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในโครงการสุขศาลาพระราชทานฯ ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อให้แสงสว่างในอาคาร และเป็นแหล่งพลังงานให้กับเครื่องมือทางการแพทย์ และเป็นแหล่งพลังงานให้แก่ระบบสื่อสารทางไกลผ่านดาวเทียมในการปรึกษาหมออาสาผ่านระบบดาวเทียม เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของชาวบ้านให้มีสุขภาพดีขึ้นไม่ต้องเดินทางไปหาหมอถึงในเมืองเพราะการเดินทางลำบาก อีกทั้งยังเป็นการยกระดับชีวิตให้แก่ชาวบ้านโดยรวมให้ได้มีแสงสว่างในตอนกลางคืนและสามารถดูทีวีเพื่อให้ทันข่าวสารบ้านเมือง เพิ่มโอกาสในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารถือเป็นการลดความเหลื่อมล้ำอีกประการหนึ่งด้วยเช่นกัน ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบโซล่าเซลล์จึงจัดเป็นการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในพื้นที่หมู่บ้านปิล็อคคี เพื่อให้ชาวบ้านทุกคนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และหากการศึกษาวิจัยนี้จะสามารถช่วยให้ชาวบ้าน และโรงเรียนสามารถบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ด้วยตนเองได้ก็จะช่วยให้การพัฒนานี้เกิดความยั่งยืนมากขึ้น

^๑ สำนักข่าวประชาธรรม, (24 กรกฎาคม 2549), “แนะรัฐแจกการดูแลโซล่าเซลล์แก่ชาวบ้านเหตุอุปกรณ์เสื่อมเร็ว ชาวบ้านหันกลับใช้ตะเกียง”, ผู้จัดการออนไลน์, [ออนไลน์], ๗ย่อหน้า, แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/Politics/ViewNews.aspx?NewsID=9490000094592> [24 กรกฎาคม 2549].

^๒ สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

จากการสำรวจพบว่า โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี มีระบบโซล่าเซลล์ที่ได้รับการสนับสนุน และการบริจาค จากหน่วยงานทั้งทางราชการ และหน่วยงานภาคเอกชนจำนวนหลายครั้ง โดยระบบโซล่าเซลล์ที่เก่าที่สุดที่ได้รับการติดตั้งมีอายุการใช้งานมากกว่า ๑๐ ปี ตั้งแต่โรงเรียนเพิ่งก่อตั้ง และในปัจจุบันมีระบบโซล่าเซลล์ในโรงเรียน มากถึง ๗ จุด คือ รวมกำลังการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ ๒๗ kw

- ๑ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๕ kw จ่ายไฟให้บ้านพักครู และนักเรียนบ้านไกลหญิง
- ๒ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๑๐ kw เป็นระบบหลัก ใช้สำหรับอาคารเรียน และห้องสมุด
- ๓ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๒ kw เป็นระบบที่ใช้สำหรับอาคารสุขศาลาพระราชทาน ฯ
- ๔ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๒ kw ใช้ในอาคารเรียนอนุบาล
- ๕ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๕ kw สำหรับห้องเรียนคอมพิวเตอร์ และสำหรับระบบสื่อสาร
- ๖ ระบบโซล่าเซลล์ ขนาด ๓ kw สำหรับระบบการเรียนการสอนในห้องเรียน
- ๗ ระบบโซล่าเซลล์สำหรับตู้แช่อาหาร เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ในโรงอาหาร

๔.๑.๓ ข้อมูลด้านสภาพอากาศ

ด้านสภาพอากาศ ในพื้นที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี มีสภาพอากาศที่แตกต่างกันมากในแต่ละฤดูกาล โดยปกติแล้วที่โรงเรียนจะมีลมพัดแรงตลอดทั้งปี เนื่องจากตัวโรงเรียนตั้งอยู่บริเวณที่เป็นเนินและเป็นช่วงของช่องเขา ทำให้บริเวณโรงเรียนมีลมพัดผ่านตลอดทั้งปี ส่งผลให้โรงเรียนมีฝุ่นเกาะเยอะมาก

โดยในฤดูร้อนมี จะอากาศที่ร้อนมากในตอนกลางวัน และจะเย็นในช่วงกลางคืนทำให้ระบบโซล่าเซลล์ในช่วงฤดูร้อนนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มีประสิทธิภาพค่อนข้างดี เพราะแสงแดดเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ แต่ความร้อนที่สูงมากในช่วงฤดูร้อนก็เป็นปัจจัยด้านลบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ด้วยเช่นกัน โดยพบจากการศึกษาพบว่าระบบจะประสิทธิภาพเต็มที่ที่อุณหภูมิที่แผงโซล่าเซลล์เท่ากับ ๒๕ องศาเซลเซียส และประสิทธิภาพจะลดลงร้อยละ ๐.๕ ทุกอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ๑ องศาเซลเซียส^๓ อีกทั้งยังมีปัญหาในเรื่องของฝุ่นละอองที่มีมากในพื้นที่ ทำให้การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ในฤดูร้อนเป็นเรื่องที่ละเลยไม่ได้

สำหรับในฤดูหนาวก็หนาวมากเช่นกัน โดยในตอนกลางคืนจะมีน้ำค้างแข็งซึ่งน้ำค้างเหล่านี้จะเกาะอยู่ที่แผงโซล่าเซลล์ ถ้าหากแผงโซล่าเซลล์มีฝุ่นเกาะอยู่เดิมแล้ว เมื่อถูกน้ำค้างเพิ่มก็จะทำให้เกิดเป็นคราบเหนียว ๆ คล้ายโคลนเกาะอยู่ที่ผิวของแผงโซล่าเซลล์ โดยคราบสกปรกเหล่านี้ส่งผลกระทบเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบโดยตรง อีกทั้งหากปล่อยให้คราบเหล่านี้สะสมอยู่เป็นเวลานานก็อาจจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เซลล์แสงอาทิตย์ในบริเวณที่เป็นคราบนั่นได้ ส่งผลให้การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ในฤดูหนาวก็เป็นเรื่องที่ละเลยไม่ได้เช่นกัน

สำหรับในฤดูฝนมีฝนตกบ่อย และมีเมฆมาก ในบางครั้งฝนตกติดต่อกันเป็นระยะเวลานานสามวันติด ส่งผลให้ระบบโซล่าเซลล์ไม่สามารถเก็บพลังงานได้เลย ทำให้การใช้งานในระบบ

^๓ ยโกมล อังกรรัตน์, โซลาร์เซลล์ทำงานอย่างไร, (สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), พฤศจิกายน ๒๕๕๕), หน้า ๓๘.

โซล่าเซลล์ในช่วงฤดูฝนนี้ ต้องมีการประชุมวางแผนการใช้งานร่วมกันของครูใหญ่และบุคลากร เพื่อให้สามารถใช้พลังงานกับระบบส่องสว่างในตอนกลางคืนได้เพียงพอ^๔ โดยห้ามใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทออกไปก่อน ต่างกับช่วงฤดูร้อน และฤดูหนาวที่สามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างอิสระ สิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างในการใช้ระบบโซล่าเซลล์ในช่วงฤดูฝนนี้ก็คือต้องระวังไม่เปิดระบบโซล่าเซลล์ ในตอนที่ฝนตก และฟ้าร้องเพื่อป้องกันฟ้าผ่า โดยพบว่าระบบอินเวอร์เตอร์ของโรงเรียนเสียไปแล้วสองครั้งจากการโดนฟ้าผ่าในขณะที่ใช้งาน แต่ในระบบโซล่าเซลล์ระบบใหม่ที่เพิ่งติดตั้งให้สามารถใช้ตอนที่ฝนตกฟ้าร้องได้เลย เพราะว่าอุปกรณ์ในระบบใหม่นี้มีระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วย โดยในการทำความสะอาดในฤดูฝนนี้พบว่าไม่มีความจำเป็นมากนัก เนื่องจากฝนจะช่วยชำระล้างคราบสกปรกที่แผงโซล่าเซลล์ให้เองโดยไม่ต้องไปดูแลมากนัก

๔.๒ ผลการวิจัย

ในการสัมภาษณ์เรื่อง เรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกคี ตำบลปิล็อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี” มีประเด็นที่สัมภาษณ์แบ่งออกเป็น ๔ ตอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำมาประกอบในการวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลสามารถสรุปประเด็นที่สัมภาษณ์ได้ดังนี้

๔.๒.๑ หลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

๔.๒.๑.๑ ผลการสัมภาษณ์หลักการบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels)

“ตัวเซลล์แสงอาทิตย์นี้ไม่ต้องการการดูแลมากมาย ส่วนมากก็แค่การทำความสะอาด เช่น การเช็ดคราบสกปรกหรือไม่ก็ดูพวกขึ้นนก อย่างที่มันจะเป็นยาง ๆ นะครับ เวลาวิธีเช็ดก็จะเป็นฟองน้ำ แต่ไม่ต้องใช้น้ำยาใด ๆ ทั้งสิ้นนะครับ ก็แค่ใช้น้ำเปล่าแล้วก็เอาน้ำลูบที่แผงโซล่าเซลล์ได้เลย จากนั้นก็จะเป็นพวกการตรวจเช็คสภาพของแผงครับว่าสภาพสมบูรณ์ไหม เช่น มีรอยต่างหรือรอยแตก รอยผ้า รอยมันที่ผิว หรือว่ามีน้ำรั่วเข้าไปในแผงหรือไม่ สมมุติว่ามีรอยแตกร้าวมีรอยร่วนะครับ เราก็จะมาตรวจเช็คเกี่ยวกับการทำงานของแผง ว่ากำลังการผลิตลดลงไหม ลดลงเยอะไหม ถ้าลดลงเยอะเราอาจจะต้องมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแผงไปเลยนะครับ เพราะว่าแผงพวกนี้ซ่อมไม่ได้ แต่ถ้าต้องซ่อมก็ต้องเปลี่ยนยกแผงเลยนะครับ อันนี้เป็นการดูแลแผงเพราะว่าแผงโซล่าเซลล์นี้จะไม่ขึ้นตอนมากมายนะครับ แค่อุณหภูมิเช็คทำความสะอาดเดือนละ ๒ ครั้งนะครับ คือทำให้ดีที่สุดก่อนขึ้นนกก็เป็นอีกอย่างที่ทำให้กำลังการผลิตมีระดับถดถอยลงนะครับ อย่างชัดเจนด้วย ส่วนการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ก็อยากให้ในช่วงเช้ามีดก่อนที่แสงอาทิตย์จะขึ้นนะครับจะดีที่สุดครับ คือว่าจะมีประสิทธิภาพเต็มที่เลย คือถ้าล้างแผงตอนกลางคืนเนี่ยบางทีเราไม่รู้ว่ตอนเช้ามืดมันจะเกิดคามผิดพลาดอะไรบ้าง อย่างเช่นแสงเวลาที่เราทำงานบางทีเราอาจจะดูเลไม่ทั่วถึง เพราะว่ามืดแล้ว มาตอนเช้าเนี่ยล้างเสร็จแล้วแผงจะมีคุณภาพมีประสิทธิภาพก็จะรับแสงได้เต็มที่เลย”^๕

^๔ สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^๕ สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“การบำรุงแผง นอกจากล้างทำความสะอาดเดือนละครั้ง นอกนั้นก็ทำอะไรไม่ได้มาก ถ้าเราตรวจสอบแล้วพบว่าแผงชำรุดเสียหาย เราก็ซ่อมบำรุงเองไม่ได้ ทำอะไรไม่ได้ แผงที่แตกก็มีอยู่แต่เราก็ทำอะไรเองไม่ได้ ก็ต้องปล่อยเอาไว้แบบนี้”^๖

“วิธีการล้างแผงโซลาร์เซลล์ ก็ใช้แค้ใช้สายยางฉีดน้ำ แล้วก็เอาฟองน้ำมาล้างทำความสะอาด”^๗

“การทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ก็ไม่มีอะไรมาก ใช้น้ำล้างเหมือนถูกระจกเลย แล้วเช็ดให้สะอาด สักเดือนละครั้งแค่นี้ก็พอแล้ว”^๘

“ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าแผงไหนที่มีรอยขีดข่วนลึก หรือมีรอยแตก แผงนั้นก็เสียไปเลย แผงนั้นจ่ายไฟไม่ได้แล้ว”^๙

“จะมีเจ้าหน้าที่ที่เขามาติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์มาตรวจสอบระบบให้ปีละครั้ง แต่ไม่รู้ว่าเขาตรวจสอบอะไรบ้าง ทำอะไรบ้าง”^{๑๐}

“การทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ควรทำทุกสัปดาห์นะครับ แล้วก็ควรต้องจัดเวรหมั่นสำรวจความสะอาดด้วย พวกการตรวจสอบโครงเหล็กกับแผงนั้นไม่ได้สนใจกันเลยครับ แข็งแรงแบบนี้ไม่พังหรอก อีกอย่างเขา (ผู้มาติดตั้ง) ทำมาดีด้วยถ้าจะพังก็แผงพังก่อน”^{๑๑}

สรุป บุคลากรในโรงเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในการบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับที่ดี และเห็นว่าการบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์นั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะแผงโซลาร์เซลล์เป็นส่วนที่มีหน้าที่ในการรับแสงแดด เป็นหน้าที่รับพลังงานแสงอาทิตย์แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อบรรจุลงแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่รู้ว่าต้องทำการตรวจสอบแผงโซลาร์เซลล์อย่างไรบ้าง เช่น ตรวจรอยร้าว รอยแตก รอยฝุ่น และรอยต่างต่าง ๆ ด้วยสายตา และรู้ถึงวิธีการล้างทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ว่าวิธีที่ดีที่สุดคือการใช้น้ำล้าง จากนั้นทำความสะอาดด้วยฟองน้ำ แล้วเช็ดด้วยผ้า โดยในการล้างทำความสะอาดต้องระวังไม่ให้เกิดรอยถลอกที่แผงโซลาร์เซลล์ และควรมีการตรวจสอบและการล้างทำความสะอาดเดือนละครั้ง หรือสองครั้งเพื่อให้แผงโซลาร์เซลล์สามารถรับแสงแดดได้เต็มที่ อันจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ดีขึ้น และผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบโครงเหล็ก น็อต และสกรูต่าง ๆ เพราะเห็นว่าไม่มีความจำเป็นส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญ โดยเห็นว่าไม่มีความจำเป็น เพราะมั่นใจในคุณภาพของการติดตั้งระบบของผู้ที่มาติดตั้งและมาตรฐานของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ว่ามีความมั่นคงและแข็งแรงดีอยู่แล้ว และที่ผ่านมาก็ไม่เคยมีปัญหาเรื่องพวกนี้มาก่อน

^๖ สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^๗ สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^๘ สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ,เลขาธิการมูลนิธิน้อมเกล้าพัฒนา ,๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^๙ สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี ที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๐} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๑} สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ,เลขาธิการมูลนิธิน้อมเกล้าพัฒนา ,๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

หลักการบำรุงรักษา แผงโซลาร์เซลล์	
การตรวจสอบ	วิธีการ
- ตรวจสอบรอยร้าว รอยแตก รอยฝ้า	- ตรวจสอบด้วยสายตา
- การทำความสะอาดคราบสกปรก	- ใช้น้ำเปล่าล้าง และเอาผ้าเช็ดให้แห้ง
- เดือนละครั้ง หรือ สองเดือนครั้ง	

ตารางที่ ๔.๑ สรุปหลักการบำรุงรักษา แผงโซลาร์เซลล์

๔.๒.๑.๒ การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ (Inverter and Control Charger)

“เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก อย่างตัว charger จะเป็นตัวที่เอาไฟจากแผงมาเข้าที่แบตเตอรี่ ส่วนตัว Inverter เป็นตัวที่แปลงไฟกระแสตรงจากแบตเตอรี่ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เป็นไฟปกติ”^{๑๒}

“รู้ว่ายูนิทเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากตัวหนึ่ง ตัวนี้มันเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระจายไฟฟ้าที่อื่น ๆ ที่รู้จักเพราะว่ามันเคยช็อต แล้วมันก็เสียทำงานไม่ได้ พอมันเสียไฟฟ้าเลยดับ แล้วก็เลยไม่มีไฟฟ้าใช้กัน”^{๑๓}

“ก็รู้ว่าห้องเก็บอุปกรณ์พวกนี้อยู่ที่ไหนนะค่ะ แต่ไม่รู้ว่ามันมีไว้ทำอะไร รู้แต่ว่าถ้าไม่มีตัวนี้ก็คงใช้ไฟไม่ได้”^{๑๔}

“ที่ห้องจ่ายไฟฟ้า ตัวนั้นเขาเรียกว่าตัวจ่ายไฟใช้ไหมค่ะ ถ้าไม่มีตัวนี้ ระบบก็ทำงานไม่ได้เพราะไม่มีตัวจ่ายไฟ”^{๑๕}

“เขาเรียกว่า อินเวอร์เตอร์ ใช้หรือเปล่าครับ จำได้ว่ามีหน้าที่เอาไว้อจ่ายไฟฟ้า หรือส่งไฟฟ้าไปยังที่ต่าง ๆ ครับ”^{๑๖}

“ก็มีการตรวจสอบตัวเลขที่หน้าปัดนะครับ ว่าตัวเลขนั้นที่แสดงผลปกติอยู่หรือไม่ แต่ก็จำค่าตัวเลขตอนที่เขาติดตั้งเสร็จใหม่ ๆ ไม่ได้แล้ว ที่เหลือก็แค่ต้องคอยดูแลพวกฝุ่นที่เกาะที่ตู้อย่าให้มันเยอะมาก เพราะถ้าฝุ่นเยอะมากมันก็จะระบายความร้อนได้ไม่ดี”^{๑๗}

“มันอยู่ในห้อง ถูกล็อกกุญแจไว้ เราก็ไม่ได้เข้าไปดูเพราะมันไม่ใช่หน้าที่เรา อันนี้เป็นหน้าที่ครูผู้ขาย”^{๑๘}

^{๑๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๕ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๓} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๔} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๕} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๖} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๗} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๕ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๑๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“ส่วนใหญ่ก็แค่ช่วงที่ฝนตกฟ้าร้อง ถึงจะให้คนวิ่งไปปิดเบรกเกอร์สักครั้งหนึ่ง กันฟ้าผ่า แล้วเดี๋ยวเครื่องจะพัง ครูทุกคนรู้อยู่ว่าต้องปิดเบรกเกอร์ตัวไหน ตรงไหน ครูก็จะบอกเด็กสอนเด็ก เอาไว้ด้วย จะได้ช่วยครูเปิดปิดเบรกเกอร์ เวลาฝนตกทีแต่ละคนก็ดูแลในเขตของตัวเองไป ถือเป็นการรับผิดชอบ อย่างครูที่สอนอนุบาลก็ต้องปิดของที่อาคารอนุบาล ครูที่สอนประถมก็ต้องปิดของตัวเอง ต่างคนต่างมีพื้นที่รับผิดชอบของตัวเอง ถ้ามีคนรู้คนเดียวแล้วให้คนเดียวรับผิดชอบวิ่งเปิดปิดทั้งโรงเรียนไม่ไหวแน่”^{๑๙}

“การบำรุงรักษาพวงกระบอกไฟที่อยู่ในตู้ จะเป็นพวกอุปกรณ์สวิตช์อะไรต่าง ๆ กับการบำรุงรักษาจะไม่มียอะไรมาก ก็จะต้องดูว่ามีฝุ่นเยอะไหมมีพวกแมลงหรือว่าหนูเข้าไปทำรังไหม ถ้ามีเยอะก็จะเป็นพวกผ้าแห้งเช็ดทำความสะอาด แล้วก็หมั่นตรวจเช็คสวิตช์ว่ารอยต่อเชื่อมกันแน่นไหม ขั้วหลวมหรือไม่ แล้วก็มีการถอดจากอุปกรณ์ใหม่หรือเปล่า สมมุติว่ามี เราไม่ใช่ผู้ติดตั้งเราก็ไม่ต้องทำอะไรเอง เราก็เรียกผู้ติดตั้งมาซ่อมบำรุงได้เลย อย่าไปทำเองครับเพราะว่าอุปกรณ์พวกนี้ เราไม่ค่อยทราบนะครับ”^{๒๐}

สรุป บุคลากรส่วนใหญ่รู้ว่าตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ของแต่ละระบบติดตั้งอยู่ที่ไหนบ้าง และรู้ว่าเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ของระบบที่มีความสำคัญ เพราะอินเวอร์เตอร์เคยเสียเพราะถูกฟ้าผ่าทำให้ไม่สามารถใช้ไฟได้มาแล้ว (แต่พบว่าอินเวอร์เตอร์รุ่นใหม่ ๆ ที่ติดตั้งมากับระบบในช่วงสองปีหลังมานี้มีระบบป้องกันฟ้าผ่าติดตั้งมาด้วยทำให้สามารถใช้งานได้แม้ว่าฝนจะตกอยู่ก็ตาม) แต่ส่วนใหญ่ไม่รู้ว่ายินเวอร์เตอร์ และคอนโทรลชาร์จเจอร์มีหน้าที่เอาไว้ทำอะไร และส่วนใหญ่รู้แต่เพียงว่าต้องดูแลในเรื่องของความสะอาดพื้นฐานคือ ระวังพวกหนูและแมลงมาทำรังเพ่งเท่านั้น ไม่รู้ถึงวิธีการตรวจสอบที่หน้าจอแสดงผลเพื่อตรวจสอบระบบว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยอุปกรณ์เหล่านี้อยู่ในห้องควบคุมซึ่งประตูถูกล็อกกุญแจเอาไว้ ทำให้การตรวจสอบก็ตรวจสอบพวกถังหนูแมลง แล้วก็ทำความสะอาดฝุ่น กับตรวจดูรอยไหม้กับคราบสกปรก จะถูกดำเนินการจากการสั่งงานของครูผู้ที่มีหน้าที่ในการดูแลระบบ และมีกุญแจห้องควบคุมเท่านั้น การดูแลรักษาระบบนี้ก็ควรทำประมาณเดือนละครั้ง โดยการดูแลระบบอินเวอร์เตอร์กับคอนโทรลชาร์จเจอร์นี้ ควรจะมีคู่มือการดูแลเป็นรูปภาพให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และควรมีการตรวจสอบที่หน้าจอแสดงผล เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบโดยรวม เช่นพลังงานที่สามารถผลิตได้ในปัจจุบัน เมื่อเทียบกับกำลังการผลิตของระบบนั้น ๆ โดยเมื่อทราบถึงประสิทธิภาพของระบบว่าดีมาน้อยแค่ไหน สิ่งเหล่านี้จะช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

^{๑๙} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๐} สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

หลักการบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ	
การตรวจสอบ	วิธีการ
- ตรวจสอบฝุ่น รังหนู รังแมลง	- ทำความสะอาดโดยใช้ผ้าแห้งเช็ด
- ตรวจสอบรอยไหม้รอยดำจากการช็อตที่ขั้ว	- ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าผิดปกติให้แจ้งเจ้าหน้าที่
- เดือนละครั้ง	

ตารางที่ ๔.๒ สรุปหลักการบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ

๔.๒.๑.๓ การบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย (Wiring and Connections)

“ตรวจสอบพวกเทปพันสายไฟครับ ว่าสภาพยังดีอยู่ไหม ถ้าไม่ตีกัพันใหม่ ควรมีหนูแทะสายไฟหรือเปล่า ถ้าหนูแทะก็พันสายใหม่ แต่ต้องตัดไฟก่อน ไฟรั่วต้องตัดไฟก่อนแล้วค่อยเอาเทปพันสายไฟพันสาย ที่นี้หนูเยอะครับ ต้องคอยดูเรื่อย ๆ”^{๒๑}

“สายไฟก็ต้องดูเรื่อย ๆ ครับ ดูทั้งโรงเรียน ไม่ใช่แค่จากแผงโซลาร์เซลล์มาที่แบตเตอรี่ แต่ต้องดูทั้งโรงเรียน เพราะเด็กเคยโดนไฟดูด สายถลอก ก็ต้องพันสายใหม่ ตอนแรกก็ไม่คิดว่าไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์จะแรงขนาดทำให้ไฟดูดได้เหมือนกัน ที่นี้พอเคยเกิดเรื่องขึ้นมาแล้วก็ต้องหมั่นตรวจสอบให้ดี”^{๒๒}

“การบำรุงรักษาระบบสายไฟนะครับสายไฟก็ไม่มีอะไรมากนะครับ ก็คือครับดูเกี่ยวกับรอยต่อแผงต่อแผงจะมีขั้วต่อกัน ต่ออนุกรมกันจะมีสวิตต่อกันนะครับ สมมุติว่าถ้ามีขั้วหลวมก็อาจเกิดการสปีกไฟไหม้ได้ แล้วเราต้องก็ไปดูว่าอุปกรณ์ที่เราติดตั้งมีมาตรฐานด้วยหรือเปล่า เช่นสวิตซ์ที่เสียบคือขั้วบวกต่อขั้วบวก คือแผงจะเชื่อมต่อมาสุดท้ายก็มาต่ออินเวอร์เตอร์ตัวเดียวกัน ก็คือหมั่นตรวจขั้ว ตรวจสายไฟ สรุปหลักที่สำคัญก็คือเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานจะดีที่สุด ควรมีรอยร้าว รอยแตก หรือไม่ รอยเสื่อมสภาพบริเวณฉนวนหรือไม่ ประกายตอนสับสวิตซ์ สภาพของสายดิน สายดินอย่างที่เคยตรวจมา การไฟฟ้าจะกำหนดมาเลย สายที่จะเป็นอลูมิเนียมที่ปักลงไปดิน อย่างตามบ้านจะขนาดประมาณสัก ๑๐ มิลลิเมตร ใหญ่ๆเลย ปักลึกลงไปสักเมตรกว่า ๆ”^{๒๓}

สรุป การบำรุงรักษาสายไฟในระบบโซลาร์เซลล์ จะมีการตรวจสอบสายไฟว่ามีสายถลอกหรือไม่ เพราะบางครั้งมีพวกหนูกัดสาย กัดฉนวน ถ้ามีก็ต้องใช้เทปพันสายไฟให้ดี แล้วก็ตรวจพวกขั้วสายไฟต่าง ๆ ว่าหลวม หลุด หรือมีรอยไหม้รอยช็อตหรือไม่ และตรวจดูรอยต่อระหว่างแผงโซลาร์เซลล์ โดยการใช้การตรวจสอบด้วยสายตา หรืออาจเอามือขยับขั้วสายไฟเพื่อตรวจสอบความแน่น เป็นต้น

^{๒๑} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๒๓} สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

หลักการบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย	
การตรวจสอบ	วิธีการ
- ตรวจสอบฉนวน เทปพันสาย ให้อยู่ในสภาพที่ดี	- ตรวจสอบด้วยสายตา
- ตรวจสอบรอยไหม้ จากการช็อตที่ขั้วสายไฟ	- ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าผิดปกติให้แจ้งเจ้าหน้าที่
- ตรวจสอบความแน่นของรอยต่อ และขั้วสายไฟ	- ตรวจสอบด้วยสายตา และใช้มือขยับเบา ๆ

ตารางที่ ๔.๓ สรุปหลักการบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย

๔.๒.๑.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up)

“การตรวจสอบแบตเตอรี่ ของที่อาคารสุษศาลาฯ ก็ประมาณ ๒ เดือนเข้าไปดูสักครั้ง เพราะระบบของที่สุษศาลาใช้เป็นแบตเตอรี่แบบแห้ง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น เสียก็เปลี่ยนเลย อย่างดีก็แค่ เช็ดฝุ่นปัดฝุ่น”^{๒๔}

“การดูแลแบตเตอรี่ก็ให้ตรวจสอบระดับน้ำกลั่นอย่าให้แห้ง เพราะน้ำกลั่นส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเก็บไฟ แล้วถ้าน้ำกลั่นแห้งแล้วยังมีการใช้งานต่อไป แบตเตอรี่อาจจะระเบิดได้ นะครับ เคยมีมาแล้วครับ การตรวจสอบก็ให้ดูที่ขั้วแบตเตอรี่ด้วยว่ามีการกัดกร่อนไหม แล้วก็คอยทำความสะอาดพวกฝุ่นบ้าง การตรวจสอบก็ให้ตรวจสอบเดือนละครั้ง ขึ้นอยู่กับประเภทแบตเตอรี่ด้วย ครับ ส่วนการตรวจสอบระดับแรงดันที่แบตเตอรี่ ความจริงไม่สำคัญมากนักครับ ไม่ต้องวัดแรงดันประจำ เราสามารถตรวจสอบระดับแรงดันของแบตเตอรี่ได้ที่อินเวอร์เตอร์อยู่แล้วครับ ถ้าจะต้อง ตรวจสอบแรงดัน ก็ตรวจสอบตอนที่คิดว่าแบตเตอรี่ลูกนั้น เสียจริงหรือไม่เท่านั้นครับ”^{๒๕}

“การตรวจดูน้ำกลั่นก็ให้ดูจากขีดบอกระดับ มันมีขีดบอกระดับอยู่ ถ้าน้ำกลั่นหมด หรือน้อยก็เติมให้พอดี ส่วนการตรวจสอบก็ประมาณเดือนละครั้งค่ะ”^{๒๖}

“การดูแลรักษาแบตเตอรี่ ผมก็จะดูน้ำกลั่น มันจะมีก้านบอกระดับถ้าน้ำกลั่นแห้ง ตัวก้านนี้ก็จะลดลงมาถึงระดับขีดด้านล่าง แล้วก็ตรวจสอบสายไฟที่ต่อเข้าขั้วแบตเตอรี่ แล้วก็ขั้วแบตเตอรี่ว่ามีคราบขึ้นเกล็ดขึ้นบ้างไหม ถ้ามีก็เช็ดออกให้สะอาด ส่วนการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ ก็มีทำบ้างโดยการเอามิเตอร์ไปวัดแรงดันที่แบตเตอรี่ครับ การตรวจสอบแบตเตอรี่ก็เข้าไปตรวจสอบแค่ประมาณเดือนละครั้งครับ”^{๒๗}

“เราตรวจสอบแบตเตอรี่ประมาณเดือนละครั้งครับ ก็โดยการสังเกตจากขั้วแบตเตอรี่ ตรงหัวจุกมันจะมีแท่งพลาสติกบอกระดับของน้ำกลั่นอยู่ หรืออีกรุ่นก็ดูระดับน้ำกลั่นตรงแถบด้านข้าง ได้เลยถ้าน้ำกลั่นหมดยัง ถ้าเหลือน้อยหรือหมดก็เติม การตรวจพวกขั้วแบตเตอรี่ก็ดูว่ามีการรื้อซึมของ

^{๒๔} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๕} สัมภาษณ์ นายวิระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๖} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๗} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๓๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

น้ำกลั่นหรือเปล่าครับ เราซื้อน้ำกลั่นมาตอนเอาไว้อยู่ครับ ถ้าแบตเตอรี่เราที่เติมได้เลย ถ้าไม่มีสำรองเอาไว้ต้องเข้าไปหาซื้อน้ำกลั่นในเมือง เสียเวลาแย่เลยครับ ส่วนการวัดระดับแรงดันที่แบตเตอรี่เราไม่ได้วัดครับ เพราะอย่างที่แผงแบตเตอรี่รุ่น ๕ กิโลวัตต์ มีจอแสดงผลที่บอกระดับแรงดันแบตเตอรี่อยู่ด้วยครับ”^{๒๘}

“เวลาดูน้ำกลั่นก็ว่าน้ำกลั่นลดหรือไม่ลด ก็ดูจากด้านข้างตัวแบตเตอรี่เลยละ สักสองถึงสามเดือน ก็เข้าไปดูครั้งหนึ่ง เวลาเข้าไปดู นอกจากดูน้ำกลั่นแล้วก็ทำความสะอาดฝุ่นด้วย ไม่ให้มีฝุ่น แล้วก็คราบที่ตัวแบตเตอรี่ กับขั้วแบตเตอรี่”^{๒๙}

“ต้องตรวจสอบคอยเติมน้ำกรดแบตเตอรี่ตลอด สำหรับการตรวจเช็คก็ให้ดูที่เข็มวัดระดับน้ำกรด แล้วก็ต้องตรวจดูขั้วแบตเตอรี่เพราะบางครั้งก็ขึ้นขี้เกลือต้องคอยเช็ดทำความสะอาด โดยการนำเปล้าล้างออกหรือใช้ผ้าเช็ด ส่วนการวัดระดับแรงดันที่แบตเตอรี่ก็ให้ดูที่มัลติมิเตอร์ตรงอินเวอร์เตอร์ได้เลย”^{๓๐}

“การตรวจสอบแบตเตอรี่ ก็ประมาณ ๕ เดือน ถึง ๖ เดือน สักครั้งครับ แล้วแต่ว่าคุณครูจะให้เข้าไปทำความสะอาดตอนไหน แล้วแต่คำสั่งครูครับ ถ้าต้องดูน้ำกลั่นด้วย เวลาดูระดับน้ำกลั่นก็ดูด้วยตาเลยครับ”^{๓๑}

“การดูแลรักษาระบบโซลาร์เซลล์หลัก ๆ ก็เป็นการดูแลแบตเตอรี่นี้แหละครับ ถ้าน้ำกลั่นไม่หมด น้ำกลั่นไม่แห้งก็ใช้ได้ครับ”^{๓๒}

สรุป การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ ให้ตรวจระดับน้ำกลั่นอย่าให้แห้ง เพราะน้ำกลั่นส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเก็บไฟ การตรวจดูน้ำกลั่นก็ให้ดูจากขีดบอกระดับ มันมีขีดบอกระดับอยู่ ถ้าน้ำกลั่นหมด หรือน้อยก็เติมให้พอดี แล้วก็ตรวจสายไฟที่ต่อเข้าขั้วแบตเตอรี่ กับขั้วแบตเตอรี่ว่ามีคราบขี้เกลือขึ้นบ้างไหม ถ้ามีก็เช็ดออกให้สะอาด โดยการใช้เปล้าล้างออกหรือใช้ผ้าเช็ด แล้วดูว่ามีการรั่วซึมของน้ำกลั่นหรือไม่ ส่วนการวัดระดับแรงดันที่แบตเตอรี่ก็ให้ดูที่มัลติมิเตอร์ตรงอินเวอร์เตอร์ได้เลย การตรวจสอบก็ให้ตรวจสอบเดือนละครั้ง ขึ้นอยู่กับประเภทแบตเตอรี่ด้วยเพราะแบตเตอรี่แต่ละชนิดก็มีความต้องการในการดูแลรักษาที่ต่างกัน

^{๒๘} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๒๙} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๐} สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ,เลขานุการมูลนิธิน้อมเกล้าพัฒนา ,๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๑} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

หลักการบำรุงรักษาแบตเตอรี่	
การตรวจสอบ	วิธีการ
- ตรวจสอบน้ำกลั่น	- ดูที่ขีดบอกระดับ (ขึ้นกับชนิดของแบตเตอรี่)
- ตรวจสอบคราบที่เกลือที่ขั้วต่อสาย และฝุ่น	- ใช้ผ้าแห้งเช็ดทำความสะอาด
- ดูว่าแบตเตอรี่บวม หรือมีน้ำกลั่นรั่วหรือไม่	- ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าพบให้แจ้งเจ้าหน้าที่
- เดือนละครั้ง	

ตารางที่ ๔.๔ สรุปการบำรุงรักษาแบตเตอรี่

สรุปหลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ในส่วนของการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์ บุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจมากที่สุด ความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ และระบบสายไฟของบุคลากรมีน้อยตามลำดับ และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอินเวอร์เตอร์ และคอนโทลชาร์จเจอร์ของบุคลากรมีน้อยที่สุด ในการบำรุงรักษาระบบ บุคลากรจะเน้นที่การดูแลทำความสะอาดอุปกรณ์ให้สะอาด และการตรวจสอบระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่ ในส่วนของการตรวจวัดประสิทธิภาพของระบบโดยการตรวจที่หน้าจอแสดงผลที่อินเวอร์เตอร์จะเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้มาติดตั้งระบบ ที่จะเข้ามาตรวจสอบให้ปีละหนึ่งครั้ง

๔.๒.๒ ปัญหา อุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

ปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ตามหัวข้อที่ได้กำหนดเอาไว้ตามแนวคิดทฤษฎีแก๊งปลา ที่แบ่งออก ๕ ส่วน หรือเรียกว่า 4M 1E ที่ประกอบไปด้วย Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร ,Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก , Maintenance tool เครื่องมือ วัสดุดิบอะไหล่ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ ,Method วิธีการ หรือกระบวนการทำงาน และ Environment สภาพอากาศ สถานที่ และฝุ่นละออง ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล สามารถสรุปข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

๔.๒.๒.๑ ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)

“หนูอยากให้มีการอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาโดยตรงเลยคะ หรือพอระบบเบื้องต้นเกี่ยวกับโซล่าเซลล์ก็ได้ โดยที่ผ่านมาก็ได้รับการอบรมจากหน่วยงานของการไฟฟ้าที่มาติดตั้งระบบให้แต่ก็ลืม ๆ ไปเยอะแล้ว ส่วนตำแหน่งการติดตั้งแผงหนุว่าอยู่บนหลังคาก็ดีนะคะ สามารถรับแสงแดดได้เยอะดี”^{๓๐}

“เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์มาแล้วจากทีมช่างที่มาติดตั้ง แต่ก็ยังงงอยู่ ถ้ามีโอกาสได้รับการอบรมเพิ่มเติมก็น่าจะดี สำหรับคนดูแลระบบถ้ามีคนเพิ่มก็ดี เพราะบางทีครูผู้ช่วย

^{๓๐} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

ไม่อยู่เพราะต้องไปราชการ เหลือแต่ครูผู้หญิง ถ้าระบบมีปัญหาขึ้นมาก็ทำอะไรกันไม่ได้ ต้องรอครูผู้ชายกลับมา”^{๓๔}

“หนูอยากอบรมว่าระบบโซล่าเซลล์มันทำงานอย่างไรคะ ส่วนแผงโซล่าเซลล์ที่อยู่บนหลังคานั้นมันสูงไป หนูปีนไปล้างไม่ถึงหรอก เพราะหนูเตี้ย จะหาบันไดมาพาดแล้วปีนก็ลำบาก ส่วนเรื่องโอกาสที่คนจะทำผิดพลาดจนทำให้ระบบขัดข้อง ส่วนใหญ่จะเป็นพวกรู้มาก พวกที่ชอบซ่อมเอง แล้วก็ฟังเอง ด้วยตัวเองแบบนี้”^{๓๕}

“ผมเคยอบรมเกี่ยวกับการใช้งาน และการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์มาแล้วครับ ๑ วันเต็ม ๆ แต่ถ้าเลือกได้ผมก็อยากอบรมเพิ่มครับ มีเรื่องที่ยังไม่รู้อีกเยอะ ถ้าเขาจะมาสอนอะไรผมก็อยากเรียนทั้งหมดแหละครับ ในเรื่องของการติดตั้งแผงที่อยู่ข้างบน (บนหลังคา) ดูเลยมากกว่าแต่ก็รับแสงได้ดีกว่า ติดอยู่ข้างล่างมันก็ดูแล่ง่ายกว่า แต่มันก็มีทั้งข้อดีข้อเสียต่างกัน อยู่ต่ำ ๆ ดีียวถ้าเด็กไปเล่นเข้ามันก็พัง”^{๓๖}

“เคยอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ และการต่อวงจรไฟฟ้า (ต่อไฟให้ติด) มาแล้วครับ เขามาอบรมที่โรงเรียน ๒ - ๓ วัน แต่ถ้าจะมีมาอบรมให้อีกก็อยากจะเข้าอบรมด้วยครับ แต่ไม่รู้ว่าอยากจะอบรมเรื่องอะไรดี สำหรับการติดตั้งระบบก็อยากจะให้อาจารย์โซล่าเซลล์บนหลังคาลงมาไว้ข้างล่าง จะได้ดูแลได้ง่ายขึ้น ถ้าคนเราจะทำอะไรผิดพลาด ก็เคยเอาสายมอเตอร์ไปเหยียบลัดไฟ ทำให้ไฟช็อตทำให้เบรกเกอร์ตัด แต่ก็ไม่ถึงกับพังครับ พอเอาสายออกเปิดเบรกเกอร์ใหม่ก็ใช้ได้ ระบบไม่ถึงกับเสียครับ”^{๓๗}

“การอบรมที่ผ่าน ๆ มายังไม่เพียงพอ เพราะยังไม่รู้เรื่องเลย เวลาในการอบรมน้อยเกินไป ถ้าเป็นไปได้อยากให้มาอบรมเลย สัก ๒ - ๓ วัน ให้รู้ไปเลยว่าตัวนี้คืออะไร ตัวนั้นคืออะไร ไม่ใช่แค่อบรมแบบผ่าน ๆ ไปที่ ส่วนตำแหน่งติดตั้งก็คิดว่ามันอยู่สูงเกินไป อยากได้แบบเตี้ย ๆ มากกว่า”^{๓๘}

“ถึงจะเคยได้รับการอบรมมาแล้ว แต่ก็อยากอบรมเพิ่ม อยากให้มีการอบรมเกี่ยวกับการใช้งาน และการดูแลรักษา แบบว่าก็เดือนหรือก็วันจะต้องเติมน้ำกลั่น ถ้ามีอาการแบบนี้ตัวไหนที่เสีย อยากได้แบบนี้ อย่างคนมาติดตั้งเวลาเขาจะอบรมให้เรา เขาต้องบอกให้เราารู้ได้ว่า ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์มันมีอะไรบ้างที่ต้องรู้ต้องดูแล คือนี่เขาไม่ระบุไว้ว่าต้องทำยังไง ไม่มีความชัดเจน ไม่เห็นมีตารางการตรวจสอบเลยว่า ต้องทำอะไรดูแลอะไรเมื่อไหร่บ้าง”^{๓๙}

“อยากให้มืออบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องการดูแลรักษา และการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นครับ สำหรับการอบรมที่เขาอบรมให้หลังการติดตั้งระบบ ในตอนนั้นเขาก็มีบอกอยู่ครับว่าต้องดูแลอะไรบ้าง มีอะไรบ้าง การอบรมก็ใช้เวลาประมาณครึ่งวัน แต่พออบรมเสร็จแล้วมันไม่เกิดปัญหาพอนาน ๆ มันก็ลืม พอเจอปัญหาก็นึกไม่ออกว่าต้องทำยังไง สำหรับเรื่องตำแหน่งของการติดตั้งระบบตอนนี้ไม่มีผลให้เราดูแลรักษาลำบากขึ้นเลย ยิ่งตัวแผงโซล่าเซลล์อยู่บนหลังคาก็ติดอยู่แล้ว ถ้าจะให้ลง

^{๓๔} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๕} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๗ ถึง ๓๒ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๖} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๗} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๘} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๓๙} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

เอามาไว้ข้างล่างก็พื้นที่ก็ไม่พอให้ติดตั้งอีก ส่วนความผิดพลาดที่เกิดจากคน ก็มีแค่ทำไฟฟ้าช็อต แล้วเบรกเกอร์ตัดแค่นั้นครับ”^{๔๐}

“ผมว่าไม่จำเป็นต้องอบรมอะไรเพิ่มเติมแล้วครับ เพราะว่าเรารู้ระบบหมดแล้ว ถ้าเสียก็ต้องแจ้งซ่อมอย่างเดียว ถ้าจะให้เราซ่อมเองก็คงไม่ไหว ซ่อมเองไม่ได้ อย่างตอนที่ช่างอบรมให้หลังติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ก็ได้รับการแนะนำประมาณ ๓๐ นาที ว่ามีอะไรบ้าง ทำงานยังไง ส่วนการดูแลรักษาก็ให้ดูแลน้ำกลั่นอย่างเดียว ถ้าเสียก็ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ที่ดูแลอย่างเดียว เพราะว่าทางโรงเรียนซ่อมเองไม่ได้ ส่วนการติดตั้งที่ดูแล้วเป็นอุปสรรคในการทำงาน ก็เป็นเรื่องของแบตเตอรี่ที่อยู่ในห้องควบคุม มันทำให้การทำงานในการเติมน้ำกลั่น หรือการตรวจสอบทำได้ยาก เพราะวางแบตเตอรี่ซ้อนกันเป็นชั้น ๆ”^{๔๑}

สรุป บุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์น้อย จึงมีความต้องการการอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ การใช้งาน และการแก้ไขปัญหาของระบบเบื้องต้น เช่นก่เดือนหรือก่วันจะต้องเติมน้ำกลั่น หรือต้องล้างแผงโซล่าเซลล์ ถ้ามีอาการแบบนี้ตัวไหนที่เสีย อยากให้มีความชัดเจนในการบำรุงรักษา และก็อยากได้บุคลากรที่จะช่วยในการดูแลระบบโซล่าเซลล์เพิ่ม เพราะปัจจุบันมีแต่ครูผู้ขายที่ดูแลระบบได้ถ้าครูผู้ขายไปราชการก็ไม่มีคนทำได้อีก ส่วนเรื่องโอกาสที่คนจะทำให้เกิดความผิดพลาดจนทำให้ระบบขัดข้องจะเป็นพวกรู้มาก พวกที่คิดว่าตัวเองเป็นช่างทั้งที่มีความรู้ไม่พอ ซ่อมเองแล้วก็พังเอง สุดท้ายแผงโซล่าเซลล์ที่อยู่บนหลังคาอยู่สูงเกินไปทำความสะอาดลำบาก ทำให้ไม่เคยมีการทำความสะอาด

สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)	
ปัญหา	สาเหตุ
- บุคลากรไม่มีความรู้ในการบำรุงระบบ	- ขาดการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพ
- บุคลากรดูแลระบบโซล่าเซลล์มีจำนวนน้อย	- บุคลากรที่มีความรู้จริง ๆ มีน้อย
- การตรวจสอบ และเติมน้ำกลั่นทำได้ยาก (ในบางระบบ)	- ในการติดตั้ง ไม่เผื่อพื้นที่ในการซ่อมบำรุง ทำให้การทำงานยาก

ตารางที่ ๔.๕ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)

๔.๒.๒.๒ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)

“เครื่องมือที่ใช้ก็มีแค่มิเตอร์วัดไฟ (แคลมป์มิเตอร์) กับพวกไขควงวัดไฟ ส่วนตารางการตรวจสอบ และการบำรุงรักษา ของเราน่าจะมีอยู่ณะคะแต่ไม่รู้ว่าจะอยู่ที่ไหน แต่คิดว่ามันน่าจะช่วยให้

^{๔๐} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๑} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

เรารู้ว่าไฟที่ได้แต่ละวันลดลงหรือเพิ่มขึ้น มีความผิดปกติหรือไม่ แล้วจะทำให้รู้ว่าแบตเตอรี่เสื่อมหรือไม่ ส่วนเครื่องมือที่ต้องใช้พวกมิเตอร์หรือไขควง ก็อยู่ที่ครูสมบัติค่ะ”^{๔๒}

“พวกเครื่องมือของเรามีนะ เก็บอยู่กับครูสมบัติ ก็มีพวกมิเตอร์แบบที่เอาไว้นับ ๆ ผมไม่แน่ใจว่าเรียกว่าอะไร (แคลมป์มิเตอร์) กับพวกไขควงวัดไฟ โดยปกติเครื่องมือพวกนี้เราก็ไม่ค่อยได้ใช้งานถ้าไม่มีระบบไฟเสียเราก็ไม่ค่อยได้ตรวจเช็ค ถ้ามันมีไฟฟ้าลัดวงจรถึงได้เอาออกมาใช้ ส่วนเรื่องของ check list ผมตอบได้เลยว่าไม่มี เพราะส่วนมากก็เป็นครูใหญ่ กับครูสมบัติคอยเดินดูเดินตรวจระบบอยู่ตลอดอยู่แล้ว”^{๔๓}

“เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ก็มี คีมปลอกสายไฟ คีมปากจิ้งจก มิเตอร์วัดไฟ ค้อน ไขควง ไขควงวัดไฟ แล้วก็คลิปแอมป์ (แคลมป์มิเตอร์) แล้วก็รู้ครึบว่าเครื่องมือเก็บไว้ที่ไหนบ้าง เพราะผมเก็บไว้เองครับ ส่วนตารางการตรวจสอบไม่มีหรอกครับ แต่เราก็เข้าไปดูบ้างอยู่แล้ว ยังไงบริษัทที่ตรวจสอบเขาก็มาดูแลให้ปีละครั้งครับ อย่างอื่นที่มีปัญหาอีกก็พวกอะไหล่ที่ต้องใช้ พวกฟิวส์ หรือน้ำกลั่นครับ ช่วงแรก ๆ ไม่มีอะไหล่สำรองไว้ เสียทีก็ต้องรอเป็นวัน ๆ กว่าจะออกไปซื้อมาเปลี่ยนมาใช้สักที คือไม่มีงบโดยตรงต้องขอจากครูใหญ่เอา หรือบางทีก็บอกพวกที่เขามาบริจาคของว่าที่โรงเรียนอยากได้อะไรบ้าง”^{๔๔}

“สำหรับเครื่องมือพื้นฐานในการบำรุงรักษาระบบมีครบเลยละ ทีมที่มาติดตั้งเขามอบไว้ให้เป็นเซตเลย เช่น มิเตอร์ ไขควงวัดไฟ กล่องเครื่องมือเก็บไว้ที่ครูสมบัติ สำหรับตารางในการบำรุงรักษาระบบ ไม่มีนะค่ะ”^{๔๕}

“เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ก็จะมีพวก คีมตัดสายไฟ เทปพันสายไฟ คีมปากจิ้งจก มีดคัตเตอร์ ไขควง ไขควงวัดไฟ เครื่องมือพวกนี้อยู่กับคุณครูสมบัติครับ ตารางการตรวจสอบคืออะไรไม่รู้จักครับ ไม่มีหรอกครับ”^{๔๖}

“อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการดูแลรักษาระบบเนี่ยไม่ต้องมีอะไรเลยครับ แค่ว่าอย่างเดียวเอาไว้อยู่ดูแล คอยเช็คทำความสะอาดปกตินี้แหละครับ ไม่ต้องทำอะไรมาก ขอแค่ใส่ใจอย่างเดียวแค่นี้ก็พอแล้วครับ”^{๔๗}

สรุป เครื่องมือพื้นฐานในการบำรุงรักษาระบบที่โรงเรียนมีครบ เพราะทีมที่มาติดตั้งเขามอบไว้ให้ครบเลย เช่น มิเตอร์ ไขควงวัดไฟ กล่องเครื่องมือเก็บไว้ที่ครูสมบัติ โดยปกติเครื่องมือพวกนี้เราก็ไม่ค่อยได้ใช้งานถ้าไม่มีระบบไฟเสียเราก็ไม่ค่อยได้ สำหรับตารางในการบำรุงรักษาระบบไม่มีส่งผลให้การบำรุงรักษาระบบขาดประสิทธิภาพ สุดท้ายคือไม่มีงบประมาณในส่วนของการบำรุงรักษาระบบโดยตรง โดยต้องนำเงินจากส่วนอื่นมาใช้ซื้ออะไหล่ต่าง ๆ เช่น น้ำกลั่น หรือฟิวส์ เป็นต้น

^{๔๒} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๓} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๔๔} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๕} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๖} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๗} สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)	
ปัญหา	สาเหตุ
- ไม่มีตารางตรวจสอบในการซ่อมบำรุง	- ไม่มีความรู้ความเข้าใจ และไม่เห็นถึงความสำคัญของตารางตรวจสอบในการซ่อมบำรุง
- ไม่มีอุปกรณ์หรืออะไหล่ในการซ่อมบำรุง	- ขาดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์เพื่อการซ่อมบำรุง และการเดินทางที่ยากลำบาก

ตารางที่ ๔.๖ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)

๔.๒.๒.๓ ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)

“หนูคิดว่าระบบที่ติดตั้งได้มาตรฐานนะ แล้วเขาก็บอกขั้นตอนในการเปิดปิดระบบที่ชัดเจนดีด้วย ส่วนขั้นตอนในการบำรุงรักษาระบบก็ทำการตรวจสอบแบตเตอรี่ น้ำกลั่น ดูขั้วแบตเตอรี่ว่าชำรุดหรือไม่ แล้วก็คอยไป เปิด-ปิด เบรกเกอร์ตอนที่ฟ้าผ่า คนที่มาแนะนำในการบำรุงรักษาระบบก็คือคนที่เขามาติดตั้งให้แหละค่ะ”^{๔๘}

“ระบบมันได้มาตรฐานอยู่แล้ว มันขึ้นอยู่กับว่าเราจะใช้ไฟได้เพียงพอหรือเปล่า แต่สำหรับที่โรงเรียนเพียงพอครับ นี่ยังมีระบบโซล่าเซลล์ที่ NECTEC^{๔๙} มาติดตั้งให้ใหม่ แต่ระบบนี้ยังไม่ได้ใช้ขนาด ๕ กิโลวัตต์ ใช้สำหรับเสาของระบบ AIS^{๕๐} ส่วนผู้แนะนำในการบำรุงรักษาระบบก็คือผู้มาติดตั้งให้”^{๕๑}

“ระบบโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งได้มาตรฐานที่สุดคือที่อาคารอนุบาล เพราะไม่เคยมีปัญหาอะไรเลยตั้งแต่ใช้มา นอกจากไฟหมด (ในฤดูฝน) ในส่วนของการดูแลรักษา ที่ทำได้เองก็คือดูแลเรื่องความสะอาด เช็ดที่ตัวอินเวอร์เตอร์บ้าง (ตู้ในห้องควบคุม) นอกนั้นก็คอยดูพวกสายไฟ หลอดไฟ ปลั๊กไฟ ว่าถ้ามันเสีย หรือมีไฟรั่วก็แจ้งให้ทางครูสมบัติมาช่วยแก้ไขให้ คนที่สอนก็พวกที่เขามาติดตั้งให้อันไหนที่เราอยากรู้เราก็ถามเพิ่มเติมเอา ส่วนระบบที่มันเคยใช้ไม่ได้เพราะมีอยู่ครั้งหนึ่งที่เด็กนักเรียนเอาเบรกเกอร์ลง (ตอนที่ฝนตก) แล้วไม่ได้เอาเบรกเกอร์ขึ้นเพื่อชาร์จไฟ”^{๕๒}

“ในเรื่องความมีมาตรฐานของระบบผมไม่ห่วงครับได้มาตรฐานทุกอันแหละครับ สำหรับขั้นตอนในการซ่อมบำรุงก็ดูที่การใช้งาน เช่นเราเคยใช้ไฟได้เท่านี้พอวันหนึ่งมันเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าได้น้อยลง เรารู้แล้วว่ามันไม่ค่อยดีแล้ว เราก็จะต้องไปตรวจสอบ ที่นี้ก็ต้องดูว่าแผงโซล่าเซลล์นั้นต้องทำความสะอาดหรือยัง ดูพวกรอยขีดข่วนด้วย ถ้าฝุ่นเยอะก็ทำความสะอาด โดยการรดน้ำแล้วเช็ดให้

^{๔๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๔๙} ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC).

^{๕๐} เอไอเอส ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์ (AIS).

^{๕๑} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๕๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

สะอาด สำหรับตู้ควบคุมก็เข้าไปดูแลปิดฝุ่นเช็ดฝุ่น ส่วนแบตเตอรี่ก็ให้น้ำกรวดว่าหมดหรือยัง สำหรับความผิดพลาดที่ชัดเจนในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของที่นี่ก็คือ เราไม่ได้ทำตามแผนที่สมควรจะทำ เช่นการตรวจเช็คทุกเท่าอนั้นเท่านี้วัน เราแค่ดูตามความเหมาะสม หรือมีปัญหาที่ก็เข้าไปตรวจสอบกันสักที”^{๕๓}

“ระบบที่ติดตั้งที่นี่ได้มาตรฐานดีนะครับ เพราะเขามีวิศวกรมาด้วยตอนติดตั้ง มีแบบมาด้วยทำตามแบบ”^{๕๔}

“หนูว่าการติดตั้งตอนนี้ได้มาตรฐานค่ะ หนูเห็นมีสายดิน เป็นการไฟฟ้ามาติดตั้งให้เอง ต่างกับระบบเก่าที่ใช้ที่บ้านพักครู อันนั้นเหมือนไม่ได้มาตรฐาน ต้องคอยไปปิดเบรกเกอร์ทุกครั้งเวลาที่ฝนตก ส่วนการบำรุงรักษาก็ทำแค่ล้างแผงโซล่าเซลล์ ดูน้ำกลั่น แล้วไปดูตัวเลขที่หน้าจอแสดงผลว่ามันมีอะไรผิดปกติหรือไม่ เรื่องพวกนี้เจ้าหน้าที่ที่เขามาติดตั้งบอกไว้หมดเลยล่ะ”^{๕๕}

“การติดตั้งระบบก็น่าจะได้มาตรฐานนะครับ เพราะว่าติดตั้งแล้วก็ใช้ไฟได้ แล้วครูก็ให้ช่วยดูแลเรื่องความสะอาดในห้องควบคุม แล้วก็ไล่ตรวจเช็คสายไฟว่ามึนรื้อ มันหลุดหรือเปล่า คนที่แนะนำผมก็มีครูสมบัติ แล้วก็ได้รับการอบรมจากเจ้าหน้าที่ที่เขามาติดตั้งระบบให้ที่ห้องคอมพิวเตอร์”^{๕๖}

สรุป พบว่าระบบโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งอยู่ที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปลื้มคี่เป็นไปตามมาตรฐานในการติดตั้ง วิธีการในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของบุคลากรในโรงเรียนได้รับความรู้และการอบรมมาจากเจ้าหน้าที่ที่ติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ ส่วนขั้นตอนในการดูแลรักษาก็ตรวจเช็คน้ำกลั่นของแบตเตอรี่ ตรวจดู ทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ อินเวอร์เตอร์ และคอนโทลชาร์จเจอร์ แต่ปัญหาที่สำคัญคือโรงเรียนไม่มีตารางการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ทำให้การดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์อาจจะทำได้ไม่ครบถ้วน

สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)	
ปัญหา	สาเหตุ
- ถึงแม้จะได้รับการอบรมแล้ว แต่การตรวจสอบการซ่อมบำรุงระบบยังทำได้ไม่สมบูรณ์ ยังไม่มีขั้นตอน และแบบแผนที่ชัดเจน	- ไม่มีตารางตรวจสอบในการซ่อมบำรุง

ตารางที่ ๔.๗ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)

^{๕๓} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๕๔} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๓๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๕๕} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๕๖} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

๔.๒.๒.๔ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)

“อินเวเตอร์ครับ เสียบ่อยกว่าเพื่อนเพราะเปลี่ยนมาแล้ว”^{๕๗}

“แบตเตอรี่เร็วอะ เพราะน้ำกลั่นหมด”^{๕๘}

“อินเวเตอร์เสียบ่อยที่สุดเลย ที่เห็นก็เพราะตอนฟ้าผ่าแล้วปิดไม่ทัน”^{๕๙}

“เจอตัวคอนโทลนชาจเจอร์เสีย เพราะตอนชาจไปนาน ๆ แล้วมันเกิดประกายไฟขึ้นมาเอง เวลาใช้ ๆ ไป ก็จะมีเสียง ตืด ตืด ๆ ๆ พอปล่อยไปนาน ๆ มันก็ช็อตไปเลย แต่หนูก็ไม่รู้ว่ามันเป็นอะไรนะอะ”^{๖๐}

“อินเวเตอร์มีปัญหามากที่สุดเลยครับ เสียมา ๒ - ๓ ครั้งแล้วอะ”^{๖๑}

“ก็มีอินเวเตอร์นี้แหละครับที่เสียบ่อยสุด ๒ - ๓ ครั้ง ต้องเอาไปซ่อมเอง เพราะรอให้เจ้าหน้าที่เขามาเปลี่ยนให้ไม่ไหว (เจ้าหน้าที่จากกรมพลังงานทดแทน) รอที่เป็นเดือน ค่าซ่อมก็ ๓,๕๐๐ บาท ถ้าใช้น้ำมันปั่นไฟฟ้าใช้แทนก็ใช้น้ำมันวันละประมาณ ๓ ลิตร เลยต้องยกไปซ่อมเอง ส่วนสาเหตุก็ยังไม่แน่ใจว่าเกิดจากอะไร อาจจะเป็นที่ฟ้าผ่าหรือสายไฟลัดวงจรก็ไม่แน่ใจ แล้วก็ฟิวส์ที่แผงสวิทช์ก็เคยขาด ตอนหลังก็ต้องมีซื้อสำรองเอาไว้”^{๖๒}

“ปัญหาหลักที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ก็พวกแผงโซล่าเซลล์แตก กับเรื่องฝุ่นเกาะที่แผงโซล่าเซลล์ครับ ส่วนใหญ่ก็โดนลูกปืน ลูกหิน แล้วฝุ่นก็เยอะมาก ทั้งฝุ่นจากธรรมชาติ แล้วก็ฝุ่นที่เกิดจากการเผาพืช เผาขยะ”^{๖๓}

“อินเวเตอร์ครับ เพราะไฟช็อต เพราะเขาเล่นปลั๊กไฟ เด็กนักเรียนชอบเอาของที่มีมันเสียแล้วไปลองเสียบปลั๊กเล่น”^{๖๔}

“ปัญหาส่วนใหญ่ก็เกิดจากแบตเตอรี่พัง เพราะไม่ได้เติมน้ำกรด ปล่อยให้ น้ำกรดแห้งสามารถทำให้แบตเตอรี่ระเบิดได้เลย ส่วนแผงโซล่าเซลล์ก็มีพังบ้างแต่น้อยกว่า แล้วสายไฟก็สมควรเป็นสายที่ใช้เฉพาะของโซล่าเซลล์เท่านั้น อายุการใช้งานก็จะต่างกัน”^{๖๕}

สรุป ส่วนใหญ่พบว่าอินเวเตอร์เสีย เนื่องจากการใช้งานขณะฝนตกแล้วไม่ได้ปิดเบรกเกอร์แล้วเกิดฟ้าผ่าจนทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย หรือเกิดจากการเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ได้มาตรฐานมาต่อเข้าระบบซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรทำให้อินเวเตอร์เสียหายได้ หรือบางส่วนเชื่อว่าการต่อสายดินให้ได้มาตรฐานจะช่วยลดความเสี่ยงที่จะทำให้อินเวเตอร์เสียหายได้อีกทางหนึ่ง

^{๕๗} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๕๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๕๙} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๐} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๗ ถึง ๓๒ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๑} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๖๓} สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม, เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙, ๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๔} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๕} สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์, เลขานุการมูลนิธิอินทรีพัฒนา, ๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

แต่สำหรับระบบอินเวอร์เตอร์ในรุ่นใหม่ๆ ที่มีระบบป้องกันฟ้าผ่าในตัวช่วยให้การทำงานให้ขณะที่ฝนตก หรือฟ้าร้องสามารถทำได้

รองลงมาคือปัญหาของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่พังหรือน้ำกลั่นแห้ง ต้องหมั่นตรวจเช็ค น้ำกลั่นทุกเดือน จากการลงพื้นที่พบว่าการดูแลรักษาในการเติมน้ำกลั่น หรือการดูแลทำความสะอาด ชั่วแบตเตอรี่ หรือบริเวณที่เก็บแบตเตอรี่ขาดการดูแลเอาใจใส่มากที่สุด

และสุดท้ายก็เรื่องฝุ่น และคราบสกปรกที่แผงโซลาร์เซลล์ ที่ต้องล้างทำความสะอาดทุกเดือนพบว่า การทำความสะอาดของที่โรงเรียนเคยให้เด็กช่วยล้างแผงโซลาร์เซลล์เฉพาะที่ติดตั้งอยู่ ด้านข้างอาคารเท่านั้น ส่วนโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาซึ่งมีประมาณ ๔ ระบบในโรงเรียนไม่เคยได้รับการทำความสะอาดเลย เนื่องจากอ้างว่า การทำความสะอาดไม่สะดวกและอันตรายเกินไป และสุดท้ายขาดพวกอะไหล่ที่ต้องใช้ เช่น ฟิวส์ เพราะทางโรงเรียนไม่มีงบประมาณโดยตรงต้องหาเงินมาซื้อเอง เป็นต้น

สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)	
ปัญหา	สาเหตุ
- อินเวอร์เตอร์เสียบ่อย	- ฟ้าผ่า ไม่มีระบบสายดิน หรือมีการเอาอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐานมาต่อเข้ากับระบบ
- แบตเตอรี่เก็บไฟไม่ดี	- น้ำกลั่นแห้ง ขาดการตรวจสอบเป็นประจำ
- แผงโซลาร์เซลล์เสียหาย และมีฝุ่นเยอะ	- จากอายุการใช้งานที่นาน สภาพอากาศ และขาดความใส่ใจในการทำความสะอาดแผง

ตารางที่ ๔.๘ สรุป ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)

๔.๒.๒.๕ ปัญหา และอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

“ที่นี้อากาศร้อนก็ร้อนจัด ฝนก็ฝนมาก มีฟ้าผ่าฟ้าร้องก็ต้องรีบวิ่งไปปิดระบบ ไม่งั้นระบบก็พัง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า คือฝุ่นเยอะไฟก็ไม่เข้าส่วนใหญ่เราจะเช็คแผงเฉพาะเมื่อมีฝุ่น หรือฤดูร้อน ส่วนฤดูฝนเราไม่ได้ทำอะไรเลย สำหรับการทำ ความสะอาดก็เอาน้ำราด แล้วเอาที่รีดน้ำ รีดน้ำออกจากแผง ก็รู้ว่าการทำความสะอาดมันจำเป็นนะ แต่ก็ไม่ได้ทำความสะอาดบ่อย”^{๖๖}

“อากาศฤดูร้อนดีมากเลย ใช้ไฟได้มาก ฤดูฝนใช้ไฟได้น้อย ฤดูหนาวก็ใช้ไฟได้ปกติดี สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง กับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า ก็น่าจะมีแค่เพราะถ้าฝุ่น เกาะเยอะมันก็ไม่ทำงาน คิดว่าการทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์นั้นจำเป็นนะค่ะ เพราะว่ามันก็เหมือนคนแหละ เราต้องเอาใจใส่มันบ้าง”^{๖๗}

^{๖๖} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๗} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“ฤดูฝนไม่ดีไม่มีแดดเลย ผลิตไฟไม่ได้เลยถึงได้แต่น้อยมาก สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า ก็รู้ว่าจำเป็นต้องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์บ่อย ๆ ถ้าหากมีฝุ่นละอองเยอะ เพราะว่าถ้าฝุ่นเยอะก็ผลิตไฟได้ไม่มาก แต่ก็ไม่ค่อยได้ล้างอยู่ดี พูดยังไงก็อายตัวเองเพราะ เหมือนรู้แล้วไม่ได้ทำ”^{๖๘}

“มีแค่ช่วงฝนตกเยอะ ๆ ก็จะทำให้ไม่มีไฟใช้ เพราะฤดูฝนก็มีแต่ฝนอย่างเดียวเลยไม่มีแดดเลย ถ้าแดดออกก็ใช้ไฟได้เต็มที่ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า เรื่องฝุ่นมันก็ทำให้การดูแลระบบยุ่งยากขึ้น คือต้องไปเช็ดบ่อยขึ้น เพราะว่าถ้าแผงโซล่าเซลล์สะอาดมันก็รับแสงได้เต็มที่ก็จะดูหนังได้ด้วย การล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ก็ไม่แน่นอน ไม่มีเวลาแน่นอน ดูว่าถ้าสกปรกมาก ๆ ก็ไปเช็ด”^{๖๙}

“สภาพอากาศที่นี่ก็มีฝุ่นเยอะแล้วก็ลมแรง ก็ทำให้การบำรุงรักษายากขึ้นอีกนิด สำหรับสภาพอากาศส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบชัดเจนมากครับ เพราะว่าถ้าอากาศดีก็ใช้ไฟได้เยอะ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง กับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า มันมีผลโดยตรงครับมีผลอยู่แล้ว แต่เราก็ไม่ได้ไปเช็ดทำความสะอาดบ่อยอยู่ดี”^{๗๐}

“ถ้าฝนตกแดดไม่มีก็ไม่มีไฟใช้ ถ้าฤดูฝนแทบจะทำอะไรไม่ได้เลยฝนตกตลอด ๒๔ ชั่วโมง ส่วนฤดูหนาวก็กลางคืนหนาวกลางวันร้อน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า เรื่องฝุ่นมันก็ทำให้ดูแลระบบยากขึ้นเพราะฝุ่นเยอะมาก ยิ่งฤดูหนาวฝุ่นยิ่งเยอะเพราะลมแรง ดังนั้นจำเป็นต้องทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์บ้าง เพราะว่าถ้าฝุ่นเยอะก็สร้างไฟได้น้อยลงแต่ที่นี้นะ พอถึงหน้าแล้งก็แดดดีมีไฟ แต่ไม่มีน้ำใช้ พอถึงหน้าฝนก็มีน้ำใช้ แต่ไม่มีไฟ”^{๗๑}

“มีผลกระทบมากช่วงฤดูฝน พายุเข้าที่ ๓ วันไม่มีแดด ไฟก็ไม่มีจะชาร์จ อากาศขึ้นมาก ฝนตกชุกมาก พออากาศร้อนก็ร้อนมากหนาวก็หนาวมาก สรุปลมฤดูฝนมีปัญหาหนักที่สุด ฤดูร้อน กับฤดูหนาว ไฟพอใช้งานไม่มีผลกระทบอะไร แต่ถึงฤดูแล้งฝุ่นจะเยอะเพราะเป็นช่องลมพอดี เด็กก็เล่นกันที่สนามก็ฝุ่นเยอะอีก แต่นั่นก็ไม่ได้ถือว่าเป็นผลกระทบอะไร ฝุ่นเยอะก็เยอะไป ฝุ่นเยอะเราก็ล้างทีหนึ่งคือก็ถือว่าไม่ได้เป็นปัญหาอะไรในการบำรุงรักษา เพราะมันจำเป็นต้องล้างอยู่แล้วสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า มีผลกระทบมากเพราะว่าถ้าฝุ่นหนามากก็จะไปบังแสงแดด ถ้าบังแสงนาน ๆ ตรงนั้นก็แทบจะเสียไปเลย”^{๗๒}

“แบบร้อน ๆ ก็ดีกว่าได้ไฟเยอะ หนาวก็ยังมีไฟใช้อยู่ ถ้าฝนก็ได้ไฟน้อยหน่อย สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า คิดว่าถ้าฝุ่นเยอะก็ทำให้รับแสงได้น้อยก็ชาร์จไฟได้น้อยถ้าเราไม่ล้างแผงโซล่าเซลล์ เราเลยจำเป็นต้องล้างแผงโซล่าเซลล์ทุกเดือนเพราะว่ามีฝุ่นเยอะ ความคิดผมนะ ถ้าแผงโซล่าเซลล์สะอาดมากเท่าไรก็ชาร์จไฟได้มากเท่านั้น”^{๗๓}

^{๖๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๖๙} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๗ ถึง ๓๒ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๐} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๑} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๔ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๗๓} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“สภาพอากาศมีผลกระทบครับ เช่นถ้าแดดดี ๆ ก็ได้ไฟเยอะ ถ้าฝนตกก็ใช้ไฟได้น้อย เราก็ต้องประหยัด สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า คือถ้าแผงสกปรกฝุ่นเยอะ ก็จะทำให้แผงเสียเร็วแต่ถ้าเราล้างแผงโซลาร์เซลล์บ่อย ๆ ก็จะทำให้เราใช้ไฟได้นานกว่า ผมคิดว่าที่ครูสมบัติบอกให้ล้างตกเทอมละ ๔ ครั้งได้”^{๗๔}

“เรื่องสภาพอากาศมีผลกระทบมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์ ถ้าแดดร้อนระบบโซลาร์เซลล์ก็มีประสิทธิภาพดีมาก การล้างแผงโซลาร์เซลล์ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบมากนะ หลังล้างแผงแค่ ๕ นาทีไปตรวจดูได้ระบบจะทำงานได้ดีขึ้น ถือว่าจำเป็นมากครับ”^{๗๕}

สรุป เรื่องสภาพอากาศมีผลกระทบมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์มาก โดยฤดูร้อนกับฤดูหนาวที่มีแดดดีก็ได้ไฟมากขึ้น ฤดูฝนมีฝนตกมากก็ได้ไฟน้อยจนบางที่ไม่พอใช้ก็มี ส่วนเรื่องของฝุ่นที่มีมากในพื้นที่ก็ส่งผลให้ต้องล้างแผงโซลาร์เซลล์ทุกบ่อย ๆ เพราะยังแผงโซลาร์เซลล์สะอาดมากเท่าไรก็ได้ไฟมากขึ้น แผงโซลาร์เซลล์จุดไหนที่มีฝุ่นเกาะหนา ๆ เป็นเป็นเวลานานจะทำให้แผงโซลาร์เซลล์จุดนั้นเสียหายได้

สรุป ปัญหา และอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)	
ปัญหา	สาเหตุ
- ไฟที่ผลิตได้ไม่พอใช้งานในฤดูฝน	- ในพื้นที่ฝนตกชุกติดต่อกันหลายวัน ไม่มีแดด
- แผงโซลาร์เซลล์เสียหาย และผลิตไฟได้น้อย	- ที่โรงเรียนมีฝุ่นเยอะ ช่วงเช้ามีดอกอากาศเย็นมีน้ำค้างเยอะ เมื่อน้ำค้างรวมกับฝุ่นที่เกาะที่แผงยิ่งทำให้เป็นคราบทำความสะอาดได้ยาก ยิ่งถ้าปล่อยเอาไว้เนิ่นนานก็เสี่ยงที่แผงจะเสียหายได้

ตารางที่ ๔.๙ สรุป ปัญหา และอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

สรุปปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ที่แบ่งออกเป็น ๕ ส่วนประกอบไปด้วย Man ,Machine , Maintenance tool ,Method และ Environment พบว่าบุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์น้อย ควรมีการจัดอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ การใช้งาน และการแก้ไขปัญหาของระบบเบื้องต้น ในด้านเครื่องมือทางโรงเรียนขาดตารางในการบำรุงรักษาระบบส่งผลให้การบำรุงรักษาระบบขาดประสิทธิภาพ และบุคลากรในโรงเรียน ได้รับความรู้และการอบรมวิธีการในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์มาจากเจ้าหน้าที่ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์จากการอบรมหลังการติดตั้งโดยใช้เวลาประมาณ

^{๗๔} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๕} สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ,เลขานุการมูลนิธิน้อมเกล้าพัฒนา ,๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

๓๐ นาที ปัญหาด้านวัสดุพบมากที่สุดก็คือ อินเวอร์เตอร์เสียฟ้าผ่า หรือเกิดจากการเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ได้มาตรฐานมาต่อเข้าระบบซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร รองลงมาคือปัญหาของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ฟุ้งหรือน้ำกลั่นแห้ง และสุดท้ายเรื่องสภาพอากาศมีผลกระทบมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์มาก เรื่องของฝุ่นที่มีมากในพื้นที่ก็ส่งผลให้ต้องล้างแผงโซลาร์เซลล์บ่อยขึ้น เพราะโซลาร์เซลล์ยิ่งสะอาดมากก็สามารถผลิตไฟได้มาก เป็นต้น

๔.๒.๓ การมีส่วนร่วมของบุคลากร และเจ้าหน้าที่ในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซลาร์เซลล์

“ถ้าระบบโซลาร์เซลล์มีปัญหา เช่นเครื่อง (เครื่องอินเวอร์เตอร์) ร้องเสียงดัง ก็เดินไปกดปุ่มปิดเสียง แล้วก็ไปตามครูสมบัติมาดูแล”^{๗๖}

“ถ้าหนูพบปัญหาอะไรที่เกี่ยวกับระบบ หนูก็ตามครูสมบัติแหละค่ะ น้ำไม่ไหลหรือไฟดับ หนูก็ตามครูสมบัติค่ะ”^{๗๗}

“ถ้ามีปัญหาอะไรเกิดขึ้น ก็ตามหาครูสมบัติ หรือครูใหญ่ ถ้ามันเสียมาก ๆ เดี่ยวครูเขาก็จะติดต่อเจ้าหน้าที่เอง หนูทำได้แค่ไปเปิดปิดเบรกเกอร์ได้ อย่างเช่นตอนฝนตก”^{๗๘}

“ถ้าระบบโซลาร์เซลล์มีปัญหา คือถ้าเราเจอปัญหา ก็ไปบอกกับครูสมบัติ หรือครูใหญ่ ในกรณีที่ครูสมบัติ หรือครูใหญ่ ไม่สามารถตรวจสอบหรือแก้ไขได้เอง ก็จะติดต่อประสานงานเจ้าหน้าที่ที่เขาติดตั้ง ให้เขาเข้ามาซ่อมบำรุงระบบให้ แต่ถ้าอันไหนที่ซ่อมเองได้ครูสมบัติก็ทำเอง”^{๗๙}

“หน้าที่ในการดูแลพวกนี้จะเป็นหน้าที่ของครูใหญ่กับครูสมบัติ ส่วนระบบโซลาร์เซลล์ชุดไหนถ้าเกิดปัญหาขึ้นก็ดูว่าหมดสัญญาในการดูแลซ่อมบำรุงให้หรือยัง ถ้ายังไม่หมดสัญญาก็จะตามคนขายนั้นแหละมาซ่อมให้ แต่ถ้าหมดสัญญาแล้วก็ต้องซ่อมกันเอง”^{๘๐}

“ถ้าหนูเจอปัญหาอะไรหนูก็แจ้งครูสมบัติ เพราะว่าครูสมบัติมีความรู้ด้านไฟฟ้าบ้าง แล้วก็ได้รับการอบรมเรื่องไฟฟ้า และโซลาร์เซลล์มากกว่า ความจริงเมื่อก่อนเป็นหน้าที่ของครูอีกท่านหนึ่งแต่ท่านย้ายออกไปแล้ว คราวนี้มีอะไรก็เลยแจ้งครูสมบัติ สำหรับการวางแผนในการแก้ปัญหาที่มีการคุยกันเช่นการวางแผนในการใช้ไฟฟ้า การสลับช่วงการใช้งาน เพื่อให้ไฟมีเพียงพอต่อการใช้งาน ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ด้วย เวลาวางแผนก็จะมีการประชุมครู และเจ้าหน้าที่กันทั้งโรงเรียน ต้องตกลงร่วมกัน จะได้เข้าใจตรงกันว่าอะไรที่ใช้ไฟได้ และอะไรที่ใช้ไฟไม่ได้ในช่วงนี้ ส่วนในการปฏิบัติงานในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ หรือการซ่อมบำรุงระบบ ก็เป็นหน้าที่ของครูสมบัติกับครูใหญ่ หนูไม่ได้เข้าไปยุ่งด้วย เพราะหนูทำไม่เป็น”^{๘๑}

“ครู หรือเจ้าหน้าที่ทุกคน เวลาที่พบเจอปัญหาก็มาบอกครูสมบัติ ปัญหาไหนที่แก้เองได้ก็แก้เองบ้าง ไม่ว่าจะเป็นระบบโซลาร์เซลล์ หรือระบบไฟฟ้า สำหรับการวางแผนนั้นไม่มีครับ ดูกันตาม

^{๗๖} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๗} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๗๙} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๗ ถึง ๓๒ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๐} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๑} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

หน้างาน ดูตามสถานการณ์เลยว่ามันเกิดอะไรขึ้น รู้แล้วก็ทำเลยไม่ต้องมีแผนเยอะ แต่ถ้ามีแผนการทำงานมาให้ ก็คงต้องทำตามแผนนั้น สำหรับการประเมินผลในการดำเนินการ หรือการแก้ปัญหา ต้องบอกว่าไม่เคยมีการประเมินเลย ถ้าระบบยังทำงาน ยังใช้งานได้แค่นี้ก็พอแล้ว หมายถึงถ้าไม่มีปัญหาอะไรก็ปล่อยเอาไว้แบบนั้นไม่ต้องไปแก้ไขเลย”^{๘๒}

“เวลาที่ครูพบปัญหาต่าง ๆ เช่นเจอไฟช็อตหรือลัดวงจร ก็จะมาแจ้งให้ครูผู้ชายไปซ่อมให้ โดยครูแต่ละคนเขาก็จะมีพื้นที่ดูแล พื้นที่รับผิดชอบของแต่ละคน ตรงไหนเสีย ก็มาแจ้งครูผู้ชาย การวางแผนในการแก้ปัญหา ก็อย่างเช่นถ้าระบบช็อตสักจุด ก็ต้องวางแผนในการไล่แก้ไข คือทำงานเป็นทีม ลองวัดค่าแล้วปิดเบรกเกอร์ทีละจุดจนหาเจอว่าปัญหายู่ตรงไหน เอาให้แคบลงไปเรื่อย ๆ หรืออย่างระบบโซล่าเซลล์ในบริเวณห้องครัว มีรอยการไหม้อยู่ก็ต้องวางแผนในการดับไฟกัน แล้วก็ซ่อมจนใช้ได้ สำหรับการติดตามและประเมินผล ก็คือครู และเจ้าหน้าที่ที่เขาดูแลในพื้นที่แหละ ถ้าเขาไม่ติดต่อกลับมาบอกว่าเสียแล้ว ก็แสดงว่าที่ทำไปแล้วนั้นใช้ได้”^{๘๓}

“ถ้าเจอปัญหาอะไรก็จะบอกครูสมบัติก่อนครับ แล้วถ้าอันไหนที่ครูสมบัติดูแล้วครูเห็นว่าเราสามารถแก้ไขเองได้ ครูก็จะคอยบอกว่าต้องทำยังไงบ้าง คือทำตามครูบอกได้ครับ ถ้าไม่ยากมาก เราก็ทำได้ อย่างเช่นพันสายไฟใหม่ หรือการไขน็อต ส่วนการติดตามผลก็มีแน่นอนครับ เราทำเสร็จแล้วเราก็ต้องลองว่ามันใช้ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ต้องแก้ไขใหม่”^{๘๔}

“ตอนแรก เวลามีปัญหาอะไรขึ้นมากก็จะไปบอกครู ครูก็จะสอนว่าต้องทำอะไรยังไงบ้าง ตอนหลังเราเริ่มทำเป็น คราวนี้ครูก็ใช้ให้ทำ อย่างเช่นให้ไปรีเซ็ตสวิตช์ที่อินเวอร์เตอร์ เป็นต้น สำหรับการช่วยเหลือมือปฏิบัติ ก็พวกการตรวจระดับน้ำกลั่น ว่าหมดหรือไม่ ถ้าหมดครูก็ให้เราเติม คือก็ทำงานตามครูสั่งให้ทำครับหรืออย่างตอนที่ไฟดับแล้วอินเวอร์เตอร์ร้องเราก็ไปปิดสวิตช์ แล้วก็ไปหาว่าตรงไหนที่มันช็อต แล้วก็ไปแจ้งครูสมบัติ”^{๘๕}

สรุป การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์ในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ผลพบว่าบุคลากรส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการดูแลรักษา ระบบโซล่าเซลล์น้อย โดยส่วนใหญ่เมื่อพบปัญหาก็จะแจ้งให้ทางครูผู้ชายทราบเพื่อทำการแก้ไขปัญหา ในเบื้องต้น ในส่วนของเด็กนักเรียนก็จะมีส่วนร่วมในการช่วยงานในการบำรุงรักษาก็ต่อเมื่อได้รับคำสั่งโดยตรงจากคุณครูผู้ดูแลเท่านั้น อย่างเช่นให้ไปทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ หรือการไปทำความสะอาดภายในห้องควบคุม และการเติมน้ำกลั่นแบตเตอรี่ เป็นต้น โดยในการทำงานเหล่านี้ก็จะได้รับการอบรมก่อนการทำงาน และถูกควบคุมการทำงานจากครูอย่างใกล้ชิด ยกเว้นการเปิดปิดเบรกเกอร์ ในช่วงที่ฝนฟ้าคะนอง เด็กนักเรียนที่ได้รับการอบรมแล้วจะรู้ว่าต้องทำอะไรบ้างอยู่แล้ว

สำหรับปัญหาที่ทางบุคลากรแก้ไขเองไม่ได้ก็จะแจ้งให้เจ้าหน้าที่รับผิดชอบที่มาติดตั้งระบบเข้ามาแก้ไขให้ โดยบุคลากรส่วนใหญ่มองว่าหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ไม่ใช่หน้าที่ของตน เป็นหน้าที่ของครูผู้ชาย หรือเจ้าหน้าที่ระบบโซล่าเซลล์เท่านั้น

^{๘๒} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๓} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๘๔} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๕} สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๑ ถึง ๑๗ ปี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

สรุป การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์	
ปัญหา	สาเหตุ
- การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์มีน้อย	- ขาดความรู้ ความเข้าใจในการบำรุงรักษา ระบบโซล่าเซลล์ ทำให้ไม่กล้าที่จะเข้ามาช่วย ดูแลระบบ
	- ขาดทักษะ และประสบการณ์การปฏิบัติในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ จึงไม่กล้าที่จะเข้ามาช่วยเพราะกลัวระบบจะเสียหาย
	- ขาดจิตสำนึกสาธารณะ และความรู้ถึง ความเป็นเจ้าของ

ตารางที่ ๔.๑๐ สรุป การมีส่วนร่วมของบุคลากร ในการบำรุงรักษา

และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์

๔.๒.๔ ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาระบบโซล่าเซลล์

สำหรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะนั้น ผู้ให้สัมภาษณ์ได้แสดงความคิดเห็นและความต้องการเอาไว้หลากหลายประเด็น เช่น

“ในการติดตั้งต้องเพื่อในเรื่องของการซ่อมบำรุงด้วย ต้องดูให้มีพื้นที่ในการตรวจเช็คแผงโซล่าเซลล์ หรือเมื่อเรื่องของการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ ในเรื่องของสายไฟก็ให้หมั่นตรวจเช็ค หมั่นทำความสะอาดอุปกรณ์ ปัญหาอีกอย่างของพวกโรงเรียนพวกอะไรเนี่ยคือเขาได้รับมา มันไม่เหมือนกับพวกบริษัทใหญ่ ๆ คือว่าเค้าลงทุนไปแล้วเนี่ยเขาก็จะต้องดูแลใช้งานให้ได้คุ้มทุนที่สุดคุ้มค่าที่สุด เขาจะต้องได้กำไรครับ เขาจะต้องดูแลให้ใช้งานให้คุ้มที่สุด แต่พวกโรงเรียนนะ เขาได้รับมาฟรีก็ใช้ไปเรื่อย ๆ ของเขาครับ”^{๘๖}

“ปัญหามันเกี่ยวกับสภาพดินฟ้าอากาศ มันก็แก้ไขอะไรไม่ได้ อย่างไฟดับในฤดูฝน หรือพอฟ้าผ่าฟ้าร้องมันก็ช็อต”^{๘๗}

“คิดว่าแผงโซล่าเซลล์มันติดตั้งไว้สูงไปป็นชิ้นไปดูแลลำบาก แล้วก็อยากให้มีแผงโซล่าเซลล์เยอะ ๆ จะได้ใช้ไฟได้เยอะ”^{๘๘}

^{๘๖} สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม ,เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙ ,๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๗} สัมภาษณ์ บุคลากรชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๘๘} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“ที่นี่ยังขาดเจ้าหน้าที่ ที่จะดูแลเรื่องระบบโซล่าเซลล์โดยตรง คืออยากได้เจ้าหน้าที่มาทำหน้าทีนี้โดยตรงครับ หรือจะให้เจ้าหน้าที่ของการฟักก็ได้มาอบรมให้สัก ๒ - ๓ วัน เพื่อให้ได้รู้ระบบได้เยอะ ๆ จะได้ไม่ได้มีแค่ครูแค่ ๒ - ๓ คนที่รู้เรื่องระบบโซล่าเซลล์จริง ๆ หรือว่ามีแค่ครูสมิตแค่คนเดียว คนอื่นก็น่าจะทำได้บ้าง ส่วนปัญหาที่พบเยอะ ๆ ก็คือน้ำกลั่นแห้งไวถ้าปล่อยไว้อาจจะเกิดประกายไฟได้เลยต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย”^{๘๙}

“ปัญหาที่พบบ่อยที่สุดในการบำรุงรักษา ก็เป็นความสะอาดของแผงโซล่าเซลล์ค่ะ คือฝุ่นเยอะแผงเลยสกปรกง่าย”^{๙๐}

“ปัญหาหลัก ๆ ก็น่าจะการขาดการอบรมในเรื่องของการดูแลรักษาระบบที่ดีพอ คือไม่ค่อยรู้เรื่อง”^{๙๑}

“ปัญหาก็คือที่ต้องคอยเปลี่ยนน้ำกลั่นบ่อย ๆ ที่แบตเตอรี่มีผงขาว ๆ ที่หัวของแบตเตอรี่ แล้วก็แบตเตอรี่เสื่อมไว ถ้าเรื่องไฟฟ้าไม่พอ หรือไฟช็อต ก็มาจากการที่เด็กเอาอุปกรณ์มาเสียบ ทำให้ไฟช็อต เช่นพัดลม หรือหม้อหุงข้าว เมื่อถามว่าย่างขาดอะไรอีกบ้างก็ได้คำตอบว่า ไอ้ที่ขาดไม่มีแล้วค่ะ เพราะเราก็เห็นว่าเขาเอามาให้เยอะเหมือนกัน แต่บางครั้งก็ยังไม่พอใช้อยู่ดี เช่น ถูฝุ่น แต่อย่างถูร้อนก็ใช้ ๆ ไปเถอะ ไฟพออยู่แล้ว”^{๙๒}

“อยากได้แผงโซล่าเซลล์แล้วก็ตัว charger ของระบบโซล่าเซลล์ขนาด ๕ Kw (โซล่าเซลล์ระบบเก่าที่สุดที่ใช้สำหรับบ้านพักครูและบ้านพักนักเรียนบ้านไกลหญิง) เพราะมันเก่าแล้วเสียบ่อย บำรุงรักษาไม่ไหวแล้ว แล้วก็อยากได้หลอดไฟเป็นพวกหลอด LED จะได้ใช้ไฟได้นานขึ้น”^{๙๓}

“ปัญหาโซล่าเซลล์ก็เกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่นฤดูฝนทำให้ไฟไม่พอ ส่วนปัญหาไฟช็อตก็ไม่ว่ามาจากอะไรเพราะว่าบางทีก็มีเด็กเสียบอุปกรณ์เอาไว้โดยที่เราไม่รู้ ส่วนตัวคิดว่าอยากได้โซล่าเซลล์เพิ่มให้กับบ้านพักครู แล้วก็เด็กบ้านไกลหญิง แต่เมื่อดูจากบริบทของพื้นที่ ระบบโซล่าเซลล์ที่มีตอนนี้ถือว่าดีมากแล้ว”^{๙๔}

“ปัญหาก็มีพวกสายไฟขาด สายไฟช็อต สายไฟเก่า แบตเสื่อมสภาพ แล้วก็แบตเตอรี่เก็บไฟไม่ค่อยอยู่ ใช้ไฟได้ไม่นาน แผงโซล่าเซลล์ผลิตไฟได้มากกว่าแบตเตอรี่ที่เก็บไฟได้”^{๙๕}

“ปัญหาก็มีพวกฟิวส์ขาด ไม่มีอะไหล่ ใส่ฟิวส์ไม่เป็น ความจริงแล้วประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์มันดีอยู่แล้ว เพียงแต่การบำรุงรักษา และความใส่ใจระบบจะช่วยให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นมากกว่าเดิมได้ ถ้าดูแลมันดีก็จะอยู่ได้นาน ๕ ปี ถึง ๑๐ ปี แล้วก็อยากให้เจ้าหน้าที่มาติดตั้งมาตรวจเช็คให้บ่อยขึ้น อยากให้มาทุก ๖ เดือน เพราะมาปีละครั้งมันนานไป”^{๙๖}

^{๘๙} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๗ ถึง ๓๒ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๐} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๑} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๒} สัมภาษณ์ บุคลากรหญิง อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๐ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๓} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๔} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๕} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๓๐ ปี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

^{๙๖} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปีที่, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.

“ปัญหาด้านงบประมาณ คือไม่มีงบในการซื้ออุปกรณ์ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ เช่น น้ำกลั่น พิวส์ แล้วก็ในการทำเรื่องเพื่อขอให้หน่วยงานที่ช่วยดูแลเข้ามาตรวจสอบก็ใช้เวลานาน ประมาณ ๒ - ๔ เดือน คือหน่วยงานที่เขาดูแลเขาไม่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ แล้วก็ต้องการอยากให้หน่วยงานที่เขาดูแลรับผิดชอบมาดูแลให้บ่อยขึ้น จากเดิมปีละครั้ง เป็นปีละสองครั้งก็จะดีกับทางโรงเรียน”^{๗๗}

“ปัญหาที่พบได้บ่อยที่สุดในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เป็นแบตเตอรี่ ส่วนการทำให้แผงโซล่าเซลล์ทำงานได้ ๑๐๐ % นั่นก็คือการทำทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้สม่ำเสมอ อันนี้เป็นความเห็นส่วนตัวนะครับ ผมว่าต่อไปโซล่าเซลล์จะราคาถูกลง เพราะฉะนั้นต่อไป โรงเรียน หรือ วัด จะติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ง่ายขึ้น เพราะแผงโซล่าเซลล์นั้นผลิตจาก จีน ไต้หวัน อีกหน่อยถ้าเจอว่าอุปกรณ์ขึ้นไหนพังแล้วก็เปลี่ยนเลย (ต่อไปคงไม่ต้องซ่อมแล้ว) แล้วแบตเตอรี่ก็น่าจะถูกลง แต่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกอย่างคือในเมื่อทางโรงเรียนได้ของมาฟรี ๆ เขาก็จะไม่บำรุงรักษา ก็จะเป็นรอรับ”^{๗๘}

สรุป ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และแก้การปัญหาระบบโซล่าเซลล์ ผลสรุปว่าในการติดตั้งต้องเพื่อในเรื่องของการซ่อมบำรุงด้วย คือต้องดูให้มีพื้นที่ในการตรวจเช็ค และทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ อย่างแผงโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งไว้สูงก็ปีนขึ้นไปดูแลลำบาก การขาดเจ้าหน้าที่ในการดูแลเรื่องระบบโซล่าเซลล์โดยตรง และการขาดความรู้ความเข้าใจในระบบของบุคลากรก็เป็นปัญหาที่ทำให้การดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรจัดให้มีการอบรมในการบำรุงรักษาระบบ โซล่าเซลล์ การใช้งาน และการแก้ปัญหาของระบบให้แก่บุคลากรในโรงเรียน ซึ่งถ้าบุคลากรมีความรู้และความเข้าใจการบำรุงรักษาระบบที่ดีพอ ก็จะช่วยเหลือความเสื่อมสภาพของระบบจากอายุการใช้งานได้ ซึ่งความจริงแล้วประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์มันดีอยู่แล้ว เพียงแต่ว่าการบำรุงรักษา และความใส่ใจระบบจะช่วยให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นมากกว่าเดิมได้ เรื่องของงบประมาณในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ก็มีความสำคัญ โดยในปัจจุบันก็ไม่มีงบประมาณมาสนับสนุนในส่วนนี้โดยตรง ต้องเอาเงินจากส่วนอื่นมาใช้ในการช่วยดูแลบำรุงรักษา และสุดท้ายอยากให้เจ้าหน้าที่มาตรวจสอบระบบให้บ่อยขึ้น อยากให้มาทุก ๖ เดือน จากที่ปกติมาปีละครั้ง

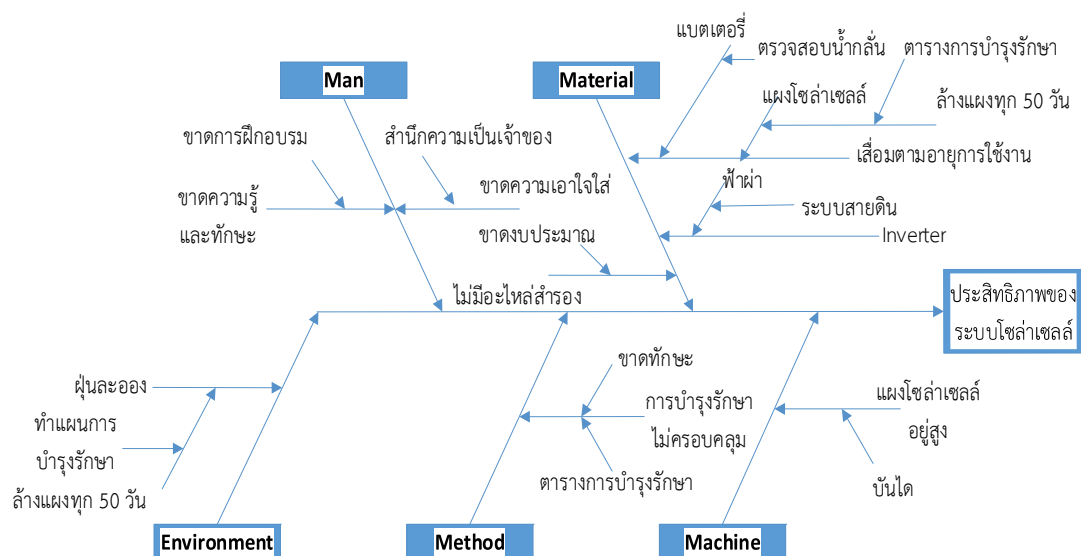
^{๗๗} สัมภาษณ์ ครูตำรวจตระเวนชายแดนชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.

^{๗๘} สัมภาษณ์ ผู้รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ ,เลขาธิการมูลนิธิน้อมเกล้าพัฒนา ,๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.

สรุป ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาระบบโซล่าเซลล์	
ปัญหา	สาเหตุ
- การตรวจสอบ การซ่อมบำรุง และการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ ในบางจุดทำได้ยาก	- เจ้าหน้าที่ไม่ได้คิดเผื่อ ในเรื่องพื้นที่การทำงาน ในการดูแลรักษาระบบ และการซ่อมบำรุง
- ไม่มีเจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบโดยตรง	- บุคลากรที่ช่วยดูแลระบบ ก็มีงานมีหน้าที่ประจำของตน ทั้งการสอน และงานโครงการ ทำให้ไม่มีเวลาในการบำรุงรักษาระบบ ต้องรอให้ระบบมีปัญหาเสียก่อนจึงจะเข้ามาดูแล
- บุคลากรมีความรู้เกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ น้อย	- การอบรมส่วนใหญ่เป็นการอบรมหลังงานติดตั้งระบบเสร็จ ซึ่งใช้เวลาในการอบรมน้อย โดยเฉลี่ยประมาณ ๓๐ นาที ซึ่งส่งผลให้บุคลากรอาจได้ความรู้ไม่ครบถ้วน
- ขั้นตอนในการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงระบบไม่ชัดเจน ทำให้ทำงานได้ลำบากและไม่ทั่วถึง	- ไม่มีตารางในการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงรักษาระบบที่ชัดเจน
- งบประมาณในการจัดหาอะไหล่บางประเภท	- ขาดงบประมาณในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์โดยตรง ต้องหาเงินจากส่วนอื่นมาใช้จ่าย

ตารางที่ ๔.๑๑ สรุป ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาระบบโซล่าเซลล์

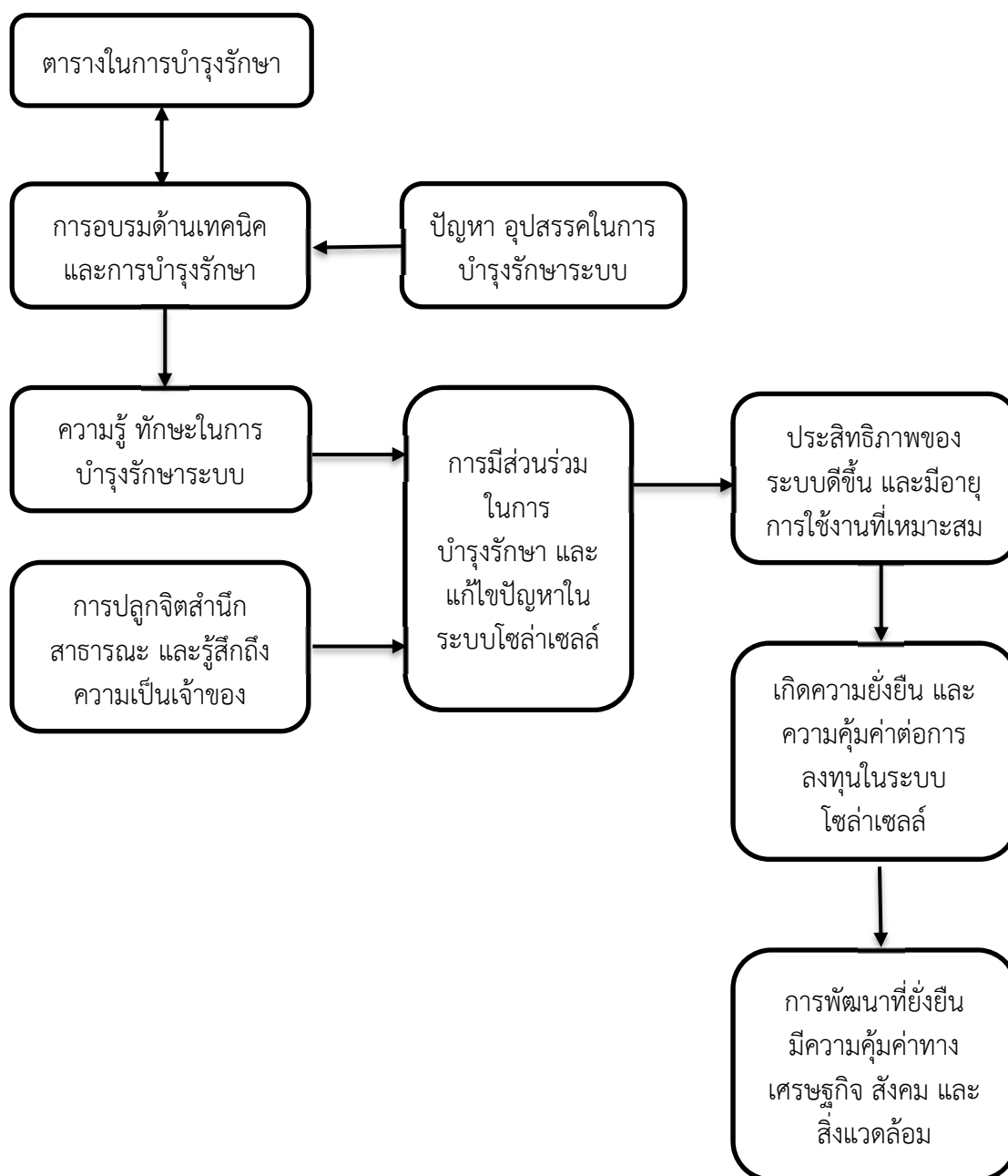
๔.๓ องค์ความรู้จากงานวิจัย



แผนภูมิที่ ๔.๑ แสดงองค์ความรู้เกี่ยวกับ ปัญหา อุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ด้วยโครงสร้างแผนผังแสดงเหตุ และผล (แผนผังก้างปลา)

สำหรับแผนภูมิที่ ๔.๑ ได้แสดงองค์ความรู้เกี่ยวกับ ปัญหา อุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์เท่านั้น ด้วยการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังแสดงเหตุ และผล (แผนผังก้างปลา) สำหรับในแผนภูมิที่ ๔.๒ เป็นการสรุปองค์ความรู้โดยรวม โดยการนำปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว นำมาวิเคราะห์ต่อเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ เพื่อให้การพัฒนาด้านพลังงานทดแทนในพื้นที่ทุรกันดารเกิดความคุ้มค่า และคุ้มค่าทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้ดังนี้

สรุปองค์ความรู้จากงานวิจัย พบว่าปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปลื้มคี่ นั้นเกิดจากการใช้งานปกติ และความผิดพลาดในการทำงานเนื่องจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ของบุคลากร การจัดการอบรมเกี่ยวกับระบบโซลาร์เซลล์ และการจัดทำตารางในการบำรุงรักษาระบบให้ชัดเจนจะช่วยให้การดูแลระบบมีประสิทธิภาพ และครอบคลุมมากขึ้น อีกทั้งจากการวิจัยยังพบว่า ผู้ที่มีความรู้ในการบำรุงรักษามีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบมากขึ้นด้วย และเพื่อให้บุคลากรมีความเต็มใจในการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์เพิ่มมากขึ้น นอกจากการเพิ่มความรู้ให้กับบุคลากร การปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีให้กับบุคลากรก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การดูแลระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น สิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นถ้าทำได้ก็ถือเป็นการพัฒนาบุคลากรที่สำคัญ และจะช่วยให้ระบบโซลาร์เซลล์นี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามอายุการใช้งาน ไม่เสียง่ายพังไว และจะทำให้เกิดความมั่นคง และยั่งยืนทางด้านพลังงานทดแทน ส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนในระบบโซลาร์เซลล์ อันหมายถึงการพัฒนานี้จะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อไป



แผนภูมิที่ ๔.๒ สรุปองค์ความรู้จากงานวิจัย แนวทางในการแก้ปัญหา และอุปสรรคในการ บำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

บทที่ ๕

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อคคี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี” มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

๑.๒.๑ เพื่อศึกษาปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

๑.๒.๒ เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในลักษณะการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ครู เจ้าหน้าที่ในโรงเรียน นักเรียน และเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี แบ่งเป็น ครูตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน ๕ คน ครูอัตราจ้างและเจ้าหน้าที่ในโรงเรียน ๖ คน นักเรียนจำนวน ๒๐ คน เจ้าหน้าที่ชำนาญการจากกรมการพัฒนาพลังงานทดแทนจังหวัดกาญจนบุรี ๑ คน และเจ้าหน้าที่ที่ดูแลการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์จากมูลนิธิอานันทมหิดลพัฒนา ที่ไปติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ๑ คน รวมทั้งสิ้น ๓๓ คน โดยการเก็บข้อมูลจะใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และใช้เทคนิคในการวิเคราะห์เนื้อหาประกอบบริบท (Content Analysis Technique) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

๕.๑ สรุปผลการวิจัย

๕.๑.๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผลการวิจัยพบว่าผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคีที่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์จากองค์กร NECTEC มาแล้ว โดยมีอายุระหว่าง ๑๑-๑๗ ปี คิดเป็นร้อยละ ๖๐ ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด ครูอัตราจ้างและบุคลากรประจำโรงเรียน ซึ่งมีอายุ ๒๐-๔๕ ปี คิดเป็นร้อยละ ๑๘ เป็นครูตำรวจของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ซึ่งมีอายุ ๒๐-๕๐ ปี คิดเป็นร้อยละ ๑๕ และผู้เชี่ยวชาญด้านโซล่าเซลล์ ซึ่งมีอายุ ๒๓-๓๕ ปี คิดเป็นร้อยละ ๖ ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด โดยผลการรวบรวมข้อมูลพบว่าเด็กนักเรียนส่วนใหญ่ กว่าร้อยละ ๙๐ ของจำนวนที่ให้ข้อมูล ไม่มีความรู้ในเรื่องของหลักการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาโซล่าเซลล์ ในส่วนของกลุ่มครูอัตราจ้างและบุคลากรประจำโรงเรียนพบว่าบุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษาโซล่าเซลล์ และการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบน้อยกว่ากลุ่มของครูตำรวจของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคีค่อนข้างมาก ดังนั้นผลในการวิจัย

นี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากครุตำราวจของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบโซล่าเซลล์ กลุ่มครูอัตราจ้างและบุคลากรประจำโรงเรียน และนักเรียนในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตามลำดับ

	มีความรู้ในหลักการบำรุงรักษาระบบ	มีความรู้ใน ปัญหา และอุปสรรค ของระบบ	มีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบ
เด็กนักเรียน	๑๐ %	๒๐ %	๑๕ %
ครูอัตราจ้าง	๕๐ %	๕๐ %	๓๓ %
ครู ตชด.	๘๐ %	๘๐ %	๖๐ %
ผู้เชี่ยวชาญ	๑๐๐ %	๑๐๐ %	๐ %

ตารางที่ ๕.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ และการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผลจากตารางที่ ๕.๑ ทำให้สามารถสรุปได้ว่าความรู้ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ โดยพบว่ายังบุคลากรมีความรู้ในหลักการบำรุงรักษาระบบมากขึ้น จะเพิ่มโอกาสในการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์มากขึ้น

๕.๑.๒ สรุปผลหลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

การนำเสนอการสรุปผลหลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ตามความมุ่งหมายของการวิจัยมีการนำเสนอ ดังนี้

๕.๑.๒.๑ หลักการบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels)

การบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์นั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะแผงโซล่าเซลล์เป็นส่วนที่มีหน้าที่ในการรับแสงอาทิตย์แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อบรรจุลงแบตเตอรี่ ถ้าหากแผงโซล่าเซลล์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ก็จะมีส่วนทำให้ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมเพิ่มขึ้นแต่ถ้าขาดการบำรุงรักษาที่ดีก็จะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบลดลง และอาจส่งผลถึงความเสียหายเสื่อมสภาพ และทำให้อายุการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์ลดลงได้

การล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ควรทำเดือนละครั้งหรือสองเดือนครั้ง เพื่อให้แผงโซล่าเซลล์มีประสิทธิภาพในการรับแสงแดดได้เต็มที่ อันจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของฝุ่นและคราบสกปรกที่สะสมซึ่งมีความแตกต่างกัน ในแต่ละฤดูกาล

การล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์นั้น ทำได้โดยการล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วใช้ฟองน้ำหรือผ้าสะอาดเช็ดให้ทั่ว แต่การล้างก็ต้องคอยระวังอย่าทำให้แผงโซล่าเซลล์เป็นรอยถลอก หรือรอยขีดข่วนซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อแผงโซล่าเซลล์ได้

ในด้านของการตรวจสอบรอยผิดปกติ (รอยร้าว, รอยแตก, รอยผ้า) ที่บริเวณผิวของแผงโซลาร์เซลล์ ส่วนใหญ่ก็มีการดูควบคู่กันกับตอนที่ล้างแผงโซลาร์เซลล์ ก็ดูว่าแผงนั้นมีรอยร้าวหรือรอยร้าวซึมของน้ำบริเวณแผงหรือไม่เพราะถ้ามีน้ำรั่วซึมบริเวณแผงก็ต้องเปลี่ยนยกแผง การตรวจสอบรอยผิดปกติของแผงพวกนี้เราสามารถตรวจสอบเองได้ แต่ถึงเรารู้ว่าแผงโซลาร์เซลล์เสียก็ซ่อมเองไม่ได้อยู่ดีก็ต้องรอให้เจ้าหน้าที่ที่มาดูแลระบบ ที่มาปีละครั้งให้ช่วยซ่อมให้หรือเปลี่ยนให้ ถือว่าเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่

การตรวจสอบโครงเหล็ก ส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบโครงเหล็ก น็อต และสกรูต่าง ๆ เพราะเห็นว่าไม่มีความจำเป็นเพราะมั่นใจในคุณภาพของการติดตั้งระบบของผู้ที่ติดตั้ง และมาตรฐานของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ว่ามีความมั่นคงและแข็งแรงดีอยู่แล้ว และที่ผ่านมาก็ไม่เคยมีปัญหาเรื่องพวกนี้มาก่อน

๕.๑.๒.๒ การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ (Inverter and Control Charger)

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รู้ว่า ห้องควบคุมของระบบโซลาร์เซลล์แต่ละชุดอยู่ที่ไหนบ้าง แต่มีผู้ถูกสัมภาษณ์เพียงไม่กี่คนที่สามารถตอบได้ว่ามีความสำคัญต่อระบบอย่างไร เมื่อถามต่อไปถึงความรู้เรื่องวิธีการในการตรวจสอบการดูแลระบบ และบำรุงรักษา กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบได้ว่าต้องดูแลรักษาอย่างไรบ้าง โดยให้เหตุผลว่าปกติห้องพวกนี้จะถูกล็อกกุญแจไว้ ดังนั้นการดูแลรักษา และการซ่อมบำรุงส่วนใหญ่จะให้เป็นหน้าที่ของคุณครูผู้ช่วย แต่วิธีการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาที่ได้รับการอบรมมาก็แค่เข้าไปดูหน้าจอแสดงผลว่ามันยังแสดงผลปกติอยู่หรือไม่ รู้ว่ามันมีจอแสดงผลเล็ก ๆ มีตัวเลขโชว์อยู่บนหน้าจอ แต่ไม่รู้วาระบบที่เป็นปกติจะแสดงตัวเลขแบบไหนบ้าง และระบบที่ไม่เป็นปกติจะแสดงตัวเลขแบบไหนบ้าง แต่ก็ต้องดูแลทำความสะอาดพวกฝุ่นให้สะอาดคอยปิดฝุ่นบ้างเป็นบางครั้ง แล้วก็ดูขั้วสายไฟไม่ให้หลวมหรือหลุด

ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ฝนตกหรือฟ้าร้องขึ้นมา ก็จะได้ให้นักเรียนวิ่งไปปิดเบรกเกอร์จ่ายไฟเอาไว้ก่อน เพราะถ้าไม่ปิดเบรกเกอร์เอาไว้แล้วฟ้าผ่าขึ้นมา ตัวที่อยู่ในห้องควบคุม (อินเวอร์เตอร์) ก็จะเสีย เพราะที่โรงเรียนเคยโดนฟ้าผ่าแล้วอินเวอร์เตอร์เสียมาแล้ว ๒ ครั้ง แต่แต่ละครั้งกว่าจะซ่อมเสร็จก็เกือบครึ่งเดือน แล้วต้องเสียเงินค่าซ่อมเองด้วย เพราะถ้ารอให้ทางเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบแล้วเอาไปซ่อมให้ ต้องรอเวลานานกว่า ๒ เดือน รอนานขนาดนั้นไม่ได้ เพราะไม่มีไฟฟ้าใช้ก็ลำบาก เพราะฉะนั้น บุคลากรครู เจ้าหน้าที่ หรือนักเรียนจำเป็นต้องรู้ระบบเอาไว้บ้าง อย่างน้อยให้รู้จักที่จะรักษาของให้มันอยู่ได้นานขึ้นอีกนิดก็ยิ่งดี โดยการดูแลทำความสะอาดก็ถือว่าเป็นสิ่งที่ต้องทำ แต่บุคลากรส่วนใหญ่ก็คิดว่าเป็นหน้าที่ของคุณครูผู้ช่วยเท่านั้น

๕.๑.๒.๓ การบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย (Wiring and Connections)

พบว่าบุคลากรส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการตรวจสอบ หรือดูแลเกี่ยวกับสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสายเลย มีเพียงครูผู้ช่วยจำนวนหนึ่งที่พอมีความรู้ความสามารถเรื่องระบบไฟฟ้าเท่านั้นที่คอยตรวจสอบดูแลในส่วนนี้โดยใช้วิธีการตรวจสอบด้วยสายตา ก็ตรวจดูลักษณะภายนอกว่าสายหลุดหรือไม่ มีรอยถลอกที่ฉนวนหรือไม่ หรือดูพวกเทปพันสายไฟที่พันตามจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ ว่าหลุดลอกหรือเสื่อมสภาพหรือยัง ถ้าดูว่าเสื่อมสภาพแล้วก็พันเทปใหม่ให้เรียบร้อย ที่โรงเรียนเคยมีเด็กนักเรียนโดนไฟ

ดูด้วย ตอนแรกไม่คิดว่าไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์จะทำให้ไฟดับได้ด้วย พอเกิดเรื่องแบบนั้นต่อมาก็เลยต้องดูแลกันมากขึ้นกว่าเดิม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

๕.๑.๒.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up)

ตรวจสอบระดับน้ำกลั่น โดยวิธีการตรวจระดับน้ำกลั่นก็มีหลายแบบแตกต่างกันไปตามประเภทของแบตเตอรี่ที่ใช้ เพราะที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกค์ มีการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ไว้หลายจุดหลายระบบ แต่ละระบบก็ใช้อุปกรณ์แตกต่างกันออกไปอย่างเช่น แบตเตอรี่บางชุดก็ต้องเปิดจุกน้ำกลั่นเพื่อตรวจระดับของน้ำกลั่น แบตเตอรี่บางชุดก็จะมีเป็นแท่งพลาสติกเป็นสัญลักษณ์ในการบอกระดับของน้ำกลั่นว่าถ้าแท่งพลาสติกยุบหายไป แสดงว่าน้ำกลั่นหมดแล้ว ให้เติมน้ำกลั่นเข้าไป บางชุดก็เป็นแบตเตอรี่คล้ายแบตเตอรี่รถยนต์เลย ก็สังเกตระดับน้ำกลั่นด้านข้างได้เลย และจากผลการสัมภาษณ์ พบว่าไม่มีระยะเวลาในการตรวจสอบระดับน้ำกลั่นที่แน่นอน โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า เราต้องไปดูน้ำกลั่นประมาณเดือนละครั้ง เพราะถือน้ำกลั่นเป็นองค์ประกอบสำคัญของแบตเตอรี่ที่ทำให้แบตเตอรี่สามารถเก็บไฟได้มากขึ้น แต่โดยมากไปเติมน้ำกลั่นถ้ารู้สึกว๊วไฟที่ได้น้อยลง คือไฟหมดเร็วกว่าปกติก็จะไปดูน้ำกลั่นสักครั้ง เรียกได้ว่ารอให้เกิดปัญหขึ้นก่อนถึงจะเข้าไปดูแลระบบ

๕.๑.๓ ปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

ในการศึกษาปัญหา และอุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ หรือปัจจัยที่ขัดขวางการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาได้แบ่งออกเป็น ๕ ด้านคือ ด้านบุคลากร (Man), ด้านเครื่องจักร (Machine), ด้านกระบวนการ (Method), ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool) และ ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)^๑

๕.๑.๓.๑ ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)

สำหรับปัญหา และอุปสรรคในด้านบุคลากร ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีความเห็นที่สอดคล้องกัน คือผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ทุกท่านนั้นเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์มาแล้ว จากผู้ที่มาติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ให้กับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกค์ โดยที่ผ่านมามีการมาติดตั้งจากทีมช่างหลายส่วน ทุกครั้งที่มาติดตั้งแล้วเสร็จ ช่างก็จะมีอบรมหรือแนะนำเกี่ยวกับระบบ และอุปกรณ์แต่ละตัวว่าติดตั้งไว้ที่ไหน แต่ละตัวเรียกว่าอะไร มีหน้าที่อะไร และการดูแลรักษาเบื้องต้นต้องทำอะไร วิธีการตรวจสอบน้ำกลั่นแบตเตอรี่ การดูค่าที่จอแสดงผลที่ตัวอินเวอร์เตอร์ โดยที่ช่างแต่ละชุดก็จะใช้เวลาในการอบรมประมาณ ๓๐ นาที ถึง ๑ ชั่วโมง โดยประมาณ โดยมีความคิดเห็นว่าการที่ช่างเขาพูดให้ฟังตอนนั้นก็เข้าใจง่ายดี แต่เวลาช่างเขากลับไปแล้วก็ลืมหมด อาจจะเป็นเพราะว่าเป็นการอบรมแล้วก็ทิ้งไปเลยไม่ได้มีการทบทวน ไม่นานก็ลืมที่ช่างสอนไปหมด เป็นต้น

ดังนั้นผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่จึงมีความต้องการในการอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น เพื่อให้สามารถที่จะดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ได้อย่างถูกวิธี

^๑ วันรัตน์ จันทกิจ. 17 Problem Solving Devices : ๑๗ เครื่องมือนักคิด. (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร : ๒๕๔๗), หน้า ๗๘.

หรือบางส่วนก็อยากอบรมเพิ่มเติม เกี่ยวกับเรื่องระบบการทำงานของโซล่าเซลล์ ถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ว่าอุปกรณ์แต่ละตัวมีหน้าที่อะไรบ้าง บางส่วนก็แค่รู้สึกว่าอบรมที่ผ่านมาแล้วนั้นยังไม่เพียงพอจึงอยากอบรมเพิ่มเติมก็มี แต่ก็มีส่วนน้อยที่บอกว่าเรื่องของการจัดอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์นั้นไม่จำเป็นแล้ว เพราะที่ผ่านมามีการอบรมมาเยอะมากแล้วแต่จำกันไม่ได้เอง เพราะไม่ได้เข้าไปดูแลด้วยตัวเอง อบรมเท่าไรก็ลืมหมดเป็นต้น

ในเรื่องของจำนวนบุคลากรที่ดูแลระบบโซล่าเซลล์ ในปัจจุบันก็มีหลัก ๆ อยู่ ๔ ท่านแต่เวลามีปัญหาจริงขึ้นมาจริง ๆ ก็จะมีเรียกแค่ครูสมบัติ นอกจากครูสมบัติไม่อยู่ถึงจะไปตามท่านอื่นโดยส่วนใหญ่มีความเห็นว่าจำนวนบุคลากรในการดูแลรักษานั้นเพียงพอแล้วไม่ต้องการเพิ่ม ในเรื่องของความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของบุคลากร ที่อาจจะเกิดเป็นสาเหตุทำให้ระบบได้รับความเสียหายในเรื่องนี้มีความเห็นว่า ถ้าระบบโซล่าเซลล์จะพังเพราะคนเป็นต้นเหตุ เกิดจากคนประเภทรู่มากพวกที่ไม่รู้เรื่องจะไม่ค่อยกล้าที่จะทำอะไร แต่พวกที่รู่มากนี้น่ากลัวบางทีรู้แล้วรู้ไม่จริง สลับอุปกรณ์ไปมาจนพังทั้งระบบก็มี

อุปสรรคอีกส่วนที่ผู้ให้ข้อมูลหลายท่านมีความคิดใกล้เคียงกันก็คือ เพื่อให้จะทำให้การทำงานในการดูแลรักษาระบบสะดวกขึ้นนั่นก็คือ ตำแหน่งในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ที่บางจุดติดตั้งแผงโซล่าเซลล์อยู่บนหลังคา มีความเห็นว่าเป็นจุดที่ยากในการดูแลรักษา และในการทำความสะดวกโดยจากข้อมูลที่ได้รับมา ยังไม่เคยมีการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาเลยทำความสะอาดแต่แผงที่ติดอยู่บริเวณด้านล่างเท่านั้น แต่บางท่านก็เห็นแย้งว่าติดบนหลังคาก็ดีประหยัดพื้นที่ได้ ไม่เปลืองพื้นที่ แล้วสามารถรับแสงแดดได้เต็ม หรือบางคนก็ตอบว่าถ้าแผงตั้งอยู่ข้างล่างน่าจะเสี่ยงที่จะพังเพราะมือเด็กนักเรียน เพราะเด็กก็ซนมาก อีกประเด็นก็คือการวางแบตเตอรี่ซ้อนกันเป็นชั้นในห้องควบคุม ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งได้ก็จริง แต่ไม่ได้รับความสะดวกในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะเวลาที่ต้องเติมน้ำกลั่น จะทำได้ยากมาก

๕.๑.๓.๒ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)

จากการสัมภาษณ์พบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ไม่ได้เป็นอุปสรรคในการดูแลรักษา เพราะมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันว่า เครื่องมือพื้นฐานเกี่ยวกับการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ที่โรงเรียนมีครบแล้ว เพราะเครื่องมือที่ต้องใช้มีจำนวนไม่เยอะ ก็มีแค่ มิเตอร์(แคลมป์ มิเตอร์) คีมตัด คีมอเนกประสงค์ คัตเตอร์ ไขควง และไขควงวัดไฟ เนื่องจากได้รับมอบมาจากทางผู้ที่ติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้ว ทางผู้ติดตั้งมอบเครื่องมือมาให้เป็นกล่องเลยเป็นเซตเลย โดยที่เครื่องมือจะเก็บอยู่ที่ครูสมบัติ ซึ่งก็ไม่มีปัญหาในการใช้งาน เพราะถ้าต้องการดูแลตรวจสอบ หรือซ่อมบำรุงขึ้นมา ก็เป็นหน้าที่ของครูสมบัติอยู่แล้ว ดังนั้นเครื่องมือเก็บไว้ที่ครูสมบัติก็ถูกต้องแล้ว โดยหลักแล้วในการตรวจสอบก็ดูทางกายภาพเป็นหลัก ดูด้วยตา แค่อู่นุ่น ดูน้ำกลั่น ถ้าไม่มีอะไรเสียหายจริง ๆ ก็แทบไม่ต้องหยิบเครื่องมือพวกนี้ขึ้นมาใช้เลยด้วยซ้ำ ปัญหาอีกประการคือการที่โรงเรียนไม่มีงบประมาณในส่วนของการบำรุงรักษาระบบโดยตรง โดยต้องนำเงินจากส่วนอื่นมาใช้ซื้ออะไหล่ต่าง ๆ เช่น น้ำกลั่น หรือฟิวส์ เป็นต้น

สำหรับตารางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ (Check lists or maintenance plan) ผู้ให้ข้อมูลบางท่านตอบว่า ตารางแบบนี้คงไม่ต้องใช้ เพราะปกติก็มีครูคอยเดินตรวจสอบอยู่เรื่อย ๆ

อยู่แล้ว เพราะไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์เป็นสิ่งที่จำเป็นกับโรงเรียนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคอยเดินตรวจสอบอยู่เสมออยู่แล้ว เพียงแต่ไม่มีเวลาที่เจาะจงแน่นอน ขึ้นอยู่กับความสะดวก และสถานการณ์ แต่ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เกิดความสงสัยว่า คืออะไร มีด้วยหรือ ไม่เคยเห็นเลย แล้วมันเอาไว้ทำอะไร แต่ก็มียางพาราที่รู้จัก บางคนก็บอกว่ามี หรือเคยเห็นว่ามี ที่เป็นตารางเป็นช่อง ๆ ที่ให้ตรวจเช็คตามช่อง แต่ก็ไม่ว่าจะเก็บเอาไว้ที่ไหนแล้ว เมื่อมีการอธิบายถึงประโยชน์ของตารางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้ฟัง ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีความรู้สึก ว่า ตารางในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมาก เพราะช่วยให้การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์มีความครอบคลุมชัดเจนมากขึ้น ทำให้รู้ในสิ่งที่ต้องตรวจสอบทั้งหมด ว่าอุปกรณ์ตัวไหนต้องตรวจสอบอย่างไร และบ่อบแคไหน

๕.๑.๓.๓ ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)

จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับ ปัญหาและอุปสรรค ด้านกระบวนการ (Method) อันหมายถึงปัจจัยที่ขัดขวางการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การติดตั้งระบบที่มีมาตรฐานก็สามารถส่งผลต่อความ ยาก-ง่าย ในการบำรุงรักษา ขั้นตอนการปฏิบัติงาน หรือคำแนะนำในการปฏิบัติงานที่ไม่ชัดเจน ก็สามารถก่อให้เกิดปัญหา และความผิดพลาดในการทำงานตามมาได้ จากข้อมูลทำให้ทราบได้ว่า ระบบที่มาติดตั้งที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปลื้มคึกแห่งนี้ ก็ได้มาตรฐานมีคุณภาพทุกจุด เพราะวก่อนมาติดตั้งเขาก็มีการออกแบบมาแล้ว มีการเลือกอุปกรณ์ และการติดตั้งโดยผู้เชี่ยวชาญทุกชุด ไม่ได้ไปทำเองเพราะไม่มีความรู้ ในเมื่อเป็นช่างที่มีประสบการณ์มาติดตั้งให้ แล้วอย่างบางหน่วยงานที่มาติดตั้งก็เป็นหน่วยงานของการไฟฟ้า ยิ่งทำให้เชื่อมั่นในคุณภาพได้เลยว่าระบบที่มาติดตั้งนั้นมีคุณภาพดีแล้ว หลังติดตั้งเสร็จเขาก็ต้องตรวจสอบว่าได้ค่าตามที่ออกแบบเอาไว้หรือไม่ ซึ่งผลก็ออกมาดี เพราะเชื่อมั่นในคุณภาพและมาตรฐานของการติดตั้ง

ส่วนในเรื่องของขั้นตอนในการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ก็มีความเห็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกันในประเด็นของการตรวจสอบแบตเตอรี่ การดูแลน้ำกลั่นที่แบตเตอรี่ และการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ โดยขั้นตอนเหล่านี้ไม่มีการกำหนดเป็นลำดับขั้นตอนหรือระยะเวลาที่ตายตัว ขึ้นอยู่กับโอกาสว่าจะเริ่มทำส่วนไหนก่อนหรือหลังก็ได้ แต่โดยทั่วไปในขั้นตอนในการดูแลรักษานี้จะเป็นหน้าที่ของครูสมบัติ หรือครูผู้ชาย ครูหรือบุคลากรหญิงจึงไม่ได้ยุ่งเกี่ยวในการบำรุงรักษามากนัก อย่างดีก็วิ่งไปปิดเบรกเกอร์ตอนที่ฝนฟ้าคะนอง เพื่อป้องกันฟ้าผ่า เพราะคิดว่าในเมื่อเราดูแลและซ่อมบำรุงช่วยครูผู้ชายไม่ได้ อย่างน้อยก็สารพัดช่วยป้องกันไม่ให้ระบบโซล่าเซลล์มันพังไวขึ้นได้ ขอแค่ช่วย ๆ กันดูแลในพื้นที่รับผิดชอบของตน

สำหรับคำแนะนำในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์นั้นส่วนใหญ่ตอบตรงกันว่า ได้จากการอบรมจากช่างที่มาติดตั้งบ้าง และจากครูสมบัติบ้าง แต่เมื่อถามว่ารู้เรื่องขนาดไหนกับคำแนะนำที่ได้มา ส่วนใหญ่ก็ต้องใช้เวลาฝึกค่อนข้างนานกว่าจะนึกออก ซึ่งแสดงถึงความไม่รู้ ไม่เข้าใจในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์อย่างแท้จริง หรือหลาย ๆ คนก็นึกไม่ออกเลย แต่ก็มีบางส่วนที่ตอบได้อย่างทันทีทันใด แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับขั้นตอนในการดูแลรักษาระบบของตัวผู้ตอบแบบสัมภาษณ์คนนั้น

๕.๑.๓.๔ ปัญหา และอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)

จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine) เพื่อให้ทราบ ว่าอุปกรณ์อะไรบ้างที่เป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุด หรือสำคัญที่สุดอันจะสามารถส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ของระบบได้ ผลที่ได้ความเห็นส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์กล่าวว่า สำหรับที่โรงเรียนตำรวจ ตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี อินเทอร์เน็ตเป็นอุปกรณ์ที่เสียบ่อยที่สุดมีปัญหามากที่สุด โดยที่ผ่านมา เอาไปซ่อมมา ๒-๓ ครั้งแล้ว ส่วนสาเหตุยังน่าจะเกิดจากฟ้าผ่าหรือไม่ก็จากการลัดวงจรของไฟที่เกิด จากสายไฟรั่ว หรือแม้แต่การที่เด็กเอาอุปกรณ์ที่อาจจะไม่ได้มาตรฐานมาเสียบปลั๊กเล่นกัน ส่วน อุปกรณ์ที่เป็นปัญหา และเสียบ่อยรองลงมา ได้แก่ แบตเตอรี่เสื่อม สายไฟช็อต และคอนโทรลเลอร์ เสียบางไฟไม่เข้า ส่วนแผงโซล่าเซลล์ และฟิวส์เสียหายนั้นพบน้อยที่สุด โดยแผงโซล่าเซลล์ที่ เสียหายระแวก น่าจะเกิดจากหนึ่งสติก และบางแผงก็เสียเป็นรอยแบบใส ๆ โปร่งแสง สาเหตุน่าจะ เกิดจากการใช้งานมายาวนาน

๕.๑.๓.๕ ปัญหา และอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ปัญหาและอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) ทำให้ ทราบได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีความเห็นว่า สภาพอากาศ และสิ่งแวดล้อม ถือเป็นหนึ่งในอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ หรือต่อการใช้งานระบบ โซล่าเซลล์อย่างมาก เพราะวาระบบโซล่าเซลล์ต้องพึ่งพาแสงแดดในการเปลี่ยนจากพลังงาน แสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อน ดังนั้นถ้าฤดูไหนที่แดดดีอย่างเช่น ฤดูร้อน และฤดูหนาว ก็จะทำให้ สามารถผลิตพลังงานได้อย่างเต็มที่ มีใช้งานได้เต็มที่ แต่อย่างฤดูฝน ที่โรงเรียนตำรวจตระเวน ชายแดนบ้านปิล็อคคี นั้นฝนตกทั้งวันทั้งคืน บางครั้ง ๒ - ๓ วันไม่มีแดดเลยก็มี ในเมื่อไม่มีแดดก็ไม่มี ไฟฟ้าใช้ ก็ลำบากมากขึ้น

ในเรื่องของฝุ่นที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ก็มีฝุ่นเยอะมาก เพราะที่ โรงเรียนตั้งอยู่บนเนินเขา เป็นช่องลมผ่านพอดี ช่วงฤดูร้อนลมแรง และฝุ่นเยอะ ฝุ่นก็จะไปเกาะที่แผง โซล่าเซลล์เยอะ ก็ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลงได้ ถ้าหากไม่ได้ทำความสะอาด แผง โซล่าเซลล์บ่อย ๆ ส่วนฤดูหนาวก็ไม่แพ้กันเพราะอากาศที่หนาว มีหมอกจัดในตอนเช้า หมอกจะจับตัว เป็นหยดน้ำเกาะอยู่ตามแผงโซล่าเซลล์ เวลาที่ลมพัดฝุ่นขึ้นม ฝุ่นก็จะเกาะที่แผงโซล่าเซลล์ได้ง่าย กลายเป็นก้อนหนา จนเกาะเป็นเมือก ๆ ในที่สุด แล้วจะทำความสะอาด และการดูแลรักษาได้ยากขึ้น ไปอีก

ทุกคนยังให้ความเห็นในการทำมาสะอาดแผงโซล่าเซลล์ต่อด้วยว่า มีความจำเป็นมาก เพราะฝุ่นที่มีเยอะ ฝุ่นละอองพวกนี้จะไปบังแสงอาทิตย์ไม่ให้ไปถึงแผงโซล่าเซลล์ได้ พอแสงไปถึงแผง โซล่าเซลล์ได้น้อยลงก็ ทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าทำได้น้อยลง ถ้าอยากให้ระบบทำงานได้ดีขึ้น ได้ไฟ มากขึ้น ก็ต้องมีการล้างแผงโซล่าเซลล์บ่อย ๆ แต่ก็ก็มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เห็นว่าสภาพอากาศไม่ จัดเป็นปัญหาต่อการบำรุงรักษาระบบ เพราะว่าไม่ว่าฝุ่นจะเยอะหรือน้อยก็ต้องการทำความสะอาด อยู่ดี ถึงจะต้องทำความสะอาดบ่อยขึ้นก็ตาม แบบนั้นจึงไม่จัดเป็นอุปสรรคในการดูแลรักษาระบบแต่ อย่างใด

๕.๑.๔ การมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

กระบวนการให้บุคลากร และเจ้าหน้าที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานพัฒนา ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ แก้ปัญหาของตนเอง ขั้นตอนการมีส่วนร่วมแบ่งออกเป็น ๔ ระดับคือ การมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหา และสาเหตุของปัญหา การมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน และการมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผลงาน เมื่อสรุปผลจากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของบุคลากร และเจ้าหน้าที่ ในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์มีคำตอบที่สอดคล้องกัน โดยความเห็นส่วนใหญ่มองว่าตัวเองเป็นเพียงผู้ใช้งาน โดยหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เป็นหน้าที่ของบุคลากรที่เป็นผู้ชาย ซึ่งเป็นเพียงส่วนน้อยในโรงเรียน ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เมื่อตรวจพบปัญหาหรือความผิดปกติเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์หรือระบบไฟฟ้าก็จะเอาปัญหาเหล่านั้นไปบอกกับเจ้าหน้าที่ผู้ชาย และจบลงแค่นั้น สำหรับการวางแผนในการแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และการติดตามผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นั้นเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบเท่านั้น

ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์หน้าที่หลักจะเป็นของครูตำรวจตระเวนชายแดนที่มีความรู้มากที่สุดในโรงเรียนเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ แต่ด้วยหน้าที่รับผิดชอบทั้งการสอนหนังสือ หน้าที่การเป็นหัวหน้าโครงการเกษตร และโครงการอื่น ๆ ตามนโยบายของโรงเรียนทำให้การตรวจสอบและการซ่อมบำรุงระบบทำได้อย่างไม่ทั่วถึง ในการทำงานบางครั้งจึงต้องให้นักเรียนเป็นคนปฏิบัติการ โดยมีครูเป็นผู้สอนถึงวิธีการปฏิบัติงาน และคอยควบคุมการทำงานจะเห็นได้ว่าเด็กนักเรียน จะช่วยดูแลรักษาระบบก็ต่อเมื่อได้รับคำสั่งเท่านั้น ถ้าครูไม่สั่งให้ทำก็ไม่ทำ

จากการสังเกตในเรื่องของการมีส่วนร่วมของบุคลากร เจ้าหน้าที่ และนักเรียน ในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกค์ก็พอจะให้ความเห็นได้ว่า บุคลากรในโรงเรียน ขาดความกระตือรือร้นในการพยายามที่จะดูแล และบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการใช้งาน เพราะทุกคนรู้สึกว่ระบบที่เป็นอยู่ในตอนนี้เพียงพอแล้วในการใช้งาน คือไม่มีความรู้สึกว่ขาดแคลนในด้านพลังงานไฟฟ้า สมมุติว่ระบบโซล่าเซลล์จะสามารถผลิตพลังงานได้ประสิทธิภาพเพียงแค่ ๗๐ % ของความสามารถจริงของระบบ แต่ถ้าหาก ๗๐ % นี้เพียงพอแล้วสำหรับการใช้งานในโรงเรียน ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องเสียเวลาไปบำรุงรักษาให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ถ้ายังใช้ไฟได้ ถ้าเครื่องไม่พังจริง ๆ ก็ไม่มีความเดือดร้อน เป็นต้น

๕.๑.๕ ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาระบบโซล่าเซลล์

สำหรับข้อเสนอแนะกลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์ได้แสดงความคิดเห็นเอาไว้หลากหลาย แต่ก็มีความเห็นที่เกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้ดีขึ้น หรือเพื่อให้ตนเองนั้นทำงานได้ง่ายขึ้นหรือสะดวกขึ้น เช่น ในขั้นตอนในการออกแบบ และการติดตั้งต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบเอาไว้ด้วย ในส่วนปัญหาด้านฝุ่นที่ทำให้แผงโซล่าเซลล์สกปรก คงแก้ที่ต้นเหตุไม่ได้เพราะต้นเหตุมาจากธรรมชาติมาจากดินฟ้าอากาศ ในการแก้ที่ปลายเหตุนั้นก็ให้หมั่นทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้บ่อยขึ้น สำหรับความรู้ของเจ้าหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์บุคลากรส่วนใหญ่ยังต้องการให้มีการอบรมเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น เพราะการอบรมที่ผ่านมา ยังถือว่าน้อยเกินไปหรือบางส่วนก็บอกว่าอบรมแล้วแต่ก็ลืมไปหมดแล้ว บางคนก็ต้องการให้เจ้าหน้าที่

ที่จะเข้ามาตรวจสอบดูแลระบบมาให้ดีขึ้น จากปีละครั้งเป็นปีละสองครั้ง และสุดท้ายคือทางโรงเรียนไม่มีงบประมาณในการตรวจสอบ และบำรุงระบบโซล่าเซลล์ หรือเงินที่ต้องใช้ในการซื้อ น้ำกลั่น ซื้อฟิวส์มาสำรอง ที่ทางโรงเรียนไม่มีงบประมาณในส่วนนี้

สรุปผลการวิจัย เกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา ระบบโซล่าเซลล์ หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วได้ทำการจำแนก จัดหมวดหมู่ และเรียบเรียงความเห็นที่สอดคล้องกันเพื่อนำมาสรุปเป็นผลการวิจัย โดยใช้หลักการแก้ปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผลเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ หรือที่ส่วนใหญ่รู้จักกันในชื่อของ แผนผัง ก้างปลา โดยจะกำหนดเป็นปัญหาขึ้นมา และกำหนดหาสาเหตุย่อยไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะทราบสาเหตุที่แท้จริง และแนวทางในการปัญหานั้น (ดูแผนภูมิที่ ๔.๑) เมื่อนำมาพิจารณาแล้วหลักการของแผนภูมิแสดงเหตุและผล ก็เหมือนกับหลักอริยสัจ ๔ ในพระพุทธศาสนานั้นก็คือ ๑. ทุกข์ คือ เหตุแห่งความไม่สบายกาย ไม่สบายใจ ในที่นี้ก็หมายถึง ปัญหา และอุปสรรค ๒. สมุทัย คือ เหตุให้ทุกข์เกิด ในที่นี้ก็หมายถึง สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ ๓. นิโรธ คือ ความดับทุกข์ ในที่นี้ก็หมายถึงวิธีแก้ปัญหา และ ๔. มรรค คือ ข้อปฏิบัติให้ถึงความดับทุกข์ ในที่นี้หมายถึงแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สัมฤทธิ์ผลนั่นเอง โดยสามารถสรุปความรู้จากงานวิจัยออกเป็นปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดังตารางดังต่อไปนี้

ลำดับ ที่	ปัญหา (ทุกข์)	สาเหตุ (สมุทัย)	วิธีแก้ปัญห (นิโรธ)	แนวทางในการแก้ปัญห (มรรค)		หมายเหตุ
๑	แผงโซลาร์ เซลล์ผลิต ไฟได้น้อย	ฝุ่น, คราบ สกปรก	ล้างทำความสะอาด สะอาด ทุก ๒ เดือน	จัดทำทำ ตารางการ บำรุงรักษา ให้ชัดเจน	จัดเวรดูแล ตรวจสอบ และทำ ความ สะอาด	ปัจจัยจาก สภาพอากาศ สิ่งแวดล้อม และการขาด ความรู้ความ เข้าใจในการ บำรุงรักษา ระบบ
๒	แผงโซลาร์ เซลล์เสีย	คราบสกปรก ที่เกาะนาน				
๓	แบตเตอรี่ เก็บไฟได้ไม่ นาน	น้ำกลั่นแห้ง	ตรวจสอบน้ำ กลั่น เดือน ละครึ่ง			
๔	Inverter เสีย	ฟ้าผ่า	ใช้ไฟตอนฝน ตก	ปิดเบรกเกอร์ ตอนฝนตก		
			ระบบสายดิน	ทำระบบสายดินใหม่		
๕	การมีส่วน ร่วมในการ บำรุงรักษา ระบบโซลาร์ เซลล์ของ บุคลากรมี น้อย	ขาดความรู้	อบรม เกี่ยวกับ ระบบ	จัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับ ระบบและการบำรุงรักษา โซลาร์เซลล์ให้แก่ครู บุคลากร		
		ขาด ประสบการณ์	ให้มีส่วนร่วม ในการ บำรุงรักษา ระบบ	จัดแบ่งเวรให้ทุกคนได้มี ส่วนร่วมในการ บำรุงรักษาระบบโซลาร์ เซลล์		
		ขาด ความรู้สึ กการเป็น เจ้าของ	สร้าง จิตสำนึกที่ดี ให้เห็นประ โยชน์ของโซ ลาร์เซลล์	ปลูกฝังให้เห็นคุณค่าของ โซลาร์เซลล์		

ตารางที่ ๕.๒ สรุปผลการวิจัยวิจัยเป็นตารางแสดง ปัญหา สาเหตุ วิธีแก้ปัญห และ
แนวทางในการแก้ปัญห

๕.๒ อภิปรายผลการวิจัย

๕.๒.๑ ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ จากการศึกษาพบว่า มีหลายเหตุหลายปัจจัยด้วยกัน โดยเมื่อพิจารณาและจัดหมวดหมู่แล้ว จะพบว่าปัญหาที่เด่นชัดที่สุด น่าจะเกิดจาก ๔ ส่วนด้วยกัน คือ ๑) ปัญหาที่เกิดจาก อุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมสภาพ ทั้งที่เกิดจากการใช้งานเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน และที่เกิดจากความบกพร่องจากการใช้งาน ๒) ปัจจัยสภาพอากาศ และฝุ่นละอองที่มีเยอะในพื้นที่ ๓) บุคลากรส่วนใหญ่ขาดความรู้ และทักษะในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ที่ดี ๔) ขาดความใส่ใจในการ ให้ความร่วมมือในการบำรุงรักษาของบุคลากรในโรงเรียน

๕.๒.๑.๑. ปัญหาที่เกิดจาก อุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมสภาพ ทั้งที่เกิดจากการใช้งาน เป็นระยะเวลาที่ยาวนาน และการบกพร่องในบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ โดยพบว่าอุปกรณ์ที่เสียหาย บ่อยที่สุดได้แก่ อินเวอร์เตอร์ ส่วนสาเหตุยังน่าจะเกิดจากฟ้าผ่าหรือไม่ก็จากการลัดวงจรของไฟที่เกิดจากสายไฟรั่ว หรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่พบปัญหาบ่อยรองลงมาก็คือ แบตเตอรี่เสื่อม ทั้งที่เสื่อมจากอายุการใช้งานก็ดี หรือเสื่อมจากการขาดการบำรุงรักษาหมั่นตรวจสอบสภาพของน้ำกลั่นก็ดี ต่อมาคือ สายไฟแล้วอุปกรณ์เชื่อมต่อช็อต และปัญหาแผงโซลาร์เซลล์เสียหายพบว่าน้อยที่สุดตามลำดับ ซึ่งผลจากการวิจัยที่ได้มีความสอดคล้องกับบทความจาก ผู้จัดการออนไลน์^๒ ที่อ้างถึง นางสาวสารลณี **ถาวรานันต์** นักวิจัยอิสระด้านพลังงาน ที่กล่าวว่า จากนโยบายการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ของภาครัฐ เป็นโครงการที่ดีทำให้ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลได้โอกาสในการรับรู้ข่าวสารและมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น แต่การลงพื้นที่สำรวจใน อ.แม่ระมาด และอ.ท่าสองยาง จ.ตาก พบว่าอุปกรณ์เสื่อมคุณภาพเร็ว ทั้งที่มีการรับประกันระบบความเสียหาย ๕ ปี แต่การดำเนินโครงการเพิ่งผ่านมาแค่ ๒ ปี อุปกรณ์มีความเสียหายในภาพรวมมากถึงร้อยละ ๒๒.๕ เช่น อินเวอร์เตอร์ เสียหายร้อยละ ๑๐.๑ แบตเตอรี่ เสียหายร้อยละ ๕.๔ แผงโซลาร์เซลล์ ร้อยละ ๐.๗ อีกทั้งยังขาดอุปกรณ์สำรองเป็นผลให้ชาวบ้านไม่มีไฟฟ้าใช้ต้องกลับมาใช้เทียนหรือตะเกียงดังเดิม สาเหตุมาจากการดำเนินงานของทางภาครัฐยังขาดการวางแผนงานที่ดีไม่มีการอบรมให้ความรู้แก่ชาวบ้านในการบำรุงรักษา และเมื่ออุปกรณ์เสียหายขาดอุปกรณ์เปลี่ยน อยากให้ภาครัฐติดตามประเมินผลการดำเนินงานด้วย ไม่อยากให้โครงการฯ ใด ๆ ต้องหยุดชะงัก สำหรับการป้องกันอุปกรณ์เหล่านี้ให้เสียหายน้อยลง และช่วยยืดอายุการใช้งานของระบบสามารถทำได้โดยการอบรมเพิ่มความรู้ให้แก่เจ้าหน้าที่ ครู นักเรียน พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษาที่เข้าใจง่าย และการสร้างตารางในการตรวจสอบ และการบำรุงรักษา ระบบก็จะช่วยให้การบำรุงรักษาระบบมีประสิทธิภาพขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับบทความจาก ผู้จัดการออนไลน์^๓ ที่อ้างถึง **รศ.ดร.สุทธิชัย** เปรมฤดีปริชาชาญ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้รับผิดชอบโครงการนำร่องระบบผลิตไฟฟ้าด้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนบ้านสองธาร (บ้านขี้มูก) หมู่ ๑ ต.บ้านทับ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ กล่าวถึงผลการวิจัยในพื้นที่

^๒ สำนักข่าวประชาธรรม, (๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๙), “แนะรัฐแจกการดูแลโซลาร์เซลล์แก่ชาวบ้านเหตุ อุปกรณ์เสื่อมเร็ว ชาวบ้านหันกลับใช้ตะเกียง”, ผู้จัดการออนไลน์, [ออนไลน์], ๗ย่อหน้า, แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/Politics/ViewNews.aspx?NewsID=9490000094592> [๒ กรกฎาคม ๒๕๖๑].

^๓ เรื่องเดียวกัน, หน้า ๘๓.

อ.แม่ระมาด และ อ.ท่าสองยาง จ.ตาก ว่าต้องพิจารณาปัจจัยรอบด้านทั้งด้านการดำเนินงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และชาวบ้านเพราะอุปสรรคอาจเกิดจากความแตกต่างของการใช้ภาษาหรือการดำเนินของของภาครัฐก็ได้ ทั้งนี้ต้องหาสาเหตุที่แท้จริง เพื่อจะแก้ไขปัญหาดังตรงจุด และผลการดำเนินงานของโครงการนำร่องที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เริ่มดำเนินโครงการตั้งแต่ปี ๒๕๔๖ มาถือว่าประสบความสำเร็จ เนื่องจากอุปกรณ์ยังสามารถใช้งานได้ดี ส่วนปัญหาเรื่องของอุปกรณ์เสื่อมคุณภาพพบน้อยมาก อาจเนื่องมาจากการออกแบบโครงสร้างการจำหน่ายกระแสไฟจากแผงโซล่าเซลล์ที่มีคุณภาพ และมีการจัดอบรมให้ความรู้ทางด้านการใช้งาน และการบำรุงรักษาให้กับช่างไฟประจำหมู่บ้านและชาวบ้านหลังจากที่มีการติดตั้งเสร็จ โดยการอบรมทางเราได้จัดทำสื่อที่เข้าใจง่ายและมีรูปภาพประกอบคนที่อ่านหนังสือไม่ออกก็สามารถที่จะเข้าใจ อีกทั้งได้ทำการประเมินผลและติดตามการดำเนินงานทุก ๆ ๑๒ เดือน

๕.๒.๑.๒. สำหรับปัญหา และอุปสรรคที่เกิดจากปัจจัยสภาพอากาศ และฝุ่นละออง ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเป็นอย่างมาก เพราะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ลดลง ระบบผลิตพลังงานได้น้อยลง หากปล่อยให้ฝุ่นละอองหรือคราบที่สกปรกสะสมอยู่เป็นเวลานาน ก็อาจทำให้แผงโซล่าเซลล์เสียหายได้ โดยผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ว่ามีความจำเป็นที่ต้องทำความสะอาดเป็นประจำ เพื่อเป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์ และเพื่อให้ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยช่วงเวลาในการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ควรจะมีการทำความสะอาดทุก ๑ เดือน หรือ ๒ เดือนต่อครั้งในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว สำหรับในช่วงฤดูฝนการล้างแผงโซล่าเซลล์ไม่มีความจำเป็นมากนัก เนื่องจากฝนที่ตกมาตามธรรมชาติสามารถช่วยให้ประสิทธิภาพของระบบกลับมามีเทียบเท่าการล้างแผงโซล่าเซลล์ตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ **F. Mejia, J. Kleissl, J. L. Bosch**^๔ ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง “The effect of dust on solar photovoltaic systems” ซึ่งผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า ผลกระทบจากฝุ่นทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง ๐.๒๑ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และพบว่าประสิทธิภาพรวมของระบบลดลงจาก ๗.๒ เปอร์เซ็นต์ เป็น ๕.๖ เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา ๑๐๘ วัน ในช่วงฤดูร้อน และหลังจากที่มีฝนตก ทำให้ประสิทธิภาพของระบบกลับคืนสู่ระดับ ๗.๑ เปอร์เซ็นต์ในที่สุดโดยไม่ต้องล้างทำความสะอาดเอง นั่นก็คือฝนที่ตกลงมาในฤดูฝนช่วยชะล้างฝุ่นละออง และคราบสกปรกที่แผงโซล่าเซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ที่ลดลงจากการสะสมของฝุ่นละออง กลับมาสู่ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงสูงสุดของระบบดั้งเดิมได้ และ การทำความสะอาดเป็นประจำจะช่วยยืดอายุการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ **Hassan Qasem**^๕ ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง “Effect of Accumulated Dust on the Performance of Photovoltaic Modules” ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ควรทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ทุก ๔๘ ถึง ๕๐ วัน เพื่อให้ประสิทธิภาพของ

^๔ F. Mejia, J. Kleissl, J. L. Bosch, **The effect of dust on solar photovoltaic systems**, (Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, 2013).

^๕ Hassan Qasem, **Effect of Accumulated Dust on the Performance of Photovoltaic Modules**, (A Doctoral Thesis of Loughborough University, 2013) P. 131.

ระบบไม่ต่ำกว่า ๙๐ % ซึ่งหากมีความถี่ในการทำความสะอาดที่บ่อยกว่านี้ จะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณในการทำสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ มากกว่าประสิทธิภาพของระบบที่ได้กลับมา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ **Michael Perdue**^๖ ที่ได้วิจัยเรื่อง “Energy yields of small grid connected photovoltaic system: effects of component reliability and maintenance” ซึ่งกล่าวถึง ความเสี่ยงต่อความล้มเหลวของระบบโซลาร์เซลล์ในประเทศขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมที่มีอยู่แล้วนำมาเป็นสถิติในการทดลองเพื่อหาค่าความล้มเหลว และการซ่อมแซมต่อระบบ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คนทั่วไปมีความเชื่อว่าระบบเหล่านี้ไม่มีความต้องการหรือความจำเป็นในการบำรุงรักษาระบบ แต่จริง ๆ แล้วก็จะพบว่าสิ่งเหล่านั้นทำให้ประสิทธิภาพของระบบนั้นด้อยลงไปโดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพจะลดลงประมาณ ๑๐ % ภายในระยะเวลา ๑ เดือน ดังนั้นจำความต้องการมีการบำรุงรักษาระบบทุก ๆ เดือนเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ

๕.๒.๑.๓. บุคลากรส่วนใหญ่ขาดความรู้ และทักษะในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ที่ดี จัดว่าเป็นอุปสรรคที่สำคัญอย่างหนึ่งในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ เพราะทำให้ไม่สามารถที่จะวางแผนในการดูแล ตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะในโซลาร์เซลล์หนึ่งระบบประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลายอย่าง อุปกรณ์แต่ละอย่างก็มีความต้องการในการบำรุงรักษาที่ต่างกัน ระยะเวลาหรือความถี่ที่ต้องการในการบำรุงรักษาระบบก็ต่างกันเช่นแบตเตอรี่หากไม่ได้รับการบำรุงรักษาที่เหมาะสมก็จะทำให้อายุการใช้งานเสื่อมเร็วขึ้น ดังนั้น เมื่อบุคลากรส่วนใหญ่ขาดความรู้และทักษะที่ดีพอก็จะทำให้การบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ **นภัทร วัจนเทพินท์ และคณะ**^๗ ที่ได้วิจัยเรื่อง “การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” ซึ่งผลการส่วนหนึ่งวิจัยพบว่า ปัญหา และอุปสรรคที่ต้องแก้ไขเกิดจากคุณภาพของอุปกรณ์ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากบุคคลที่ขาดความรู้ความเข้าใจในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดจากภัยธรรมชาติ ซึ่งยากต่อการควบคุม รวมถึงองค์กรที่ดูแลระบบต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีหลักการในการบริหารจัดการที่ดี เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

๕.๒.๑.๔. ในเรื่องของความร่วมมือของบุคลากรในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ พบว่าการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาระบบในระดับที่ต่ำ ซึ่งผลการวิจัยได้พบว่าเกิดจากการที่บุคลากรไม่มีความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ที่ดีพอ จึงทำให้เกิดความกลัวที่จะเข้าไปร่วมทำในงานที่ตนเองไม่มีความรู้ ทั้งที่ทุกคนเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของระบบโซลาร์เซลล์ ที่สามารถช่วยในการให้ความสะดวกในการทำงาน การสื่อสาร และในชีวิตประจำวัน แต่ก็ยังมองว่าหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบ เป็นหน้าที่ของบุคลากรคนใดคนหนึ่งที่ได้รับมอบหมายหน้าที่

^๖ Michael Perdue, “Energy yields of small grid connected photovoltaic system: effects of component reliability and maintenance”, **IET Renewable Power Generation**, (Volume: 9, Issue: 5, 7), 2015.

^๗ นภัทร วัจนเทพินท์ และคณะ, “การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”, **การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๔**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, ๑๔ - ๑๖ พฤษภาคม ๒๕๕๑.

โดยตรง หรือมองว่าเป็นหน้าที่ของบุคลากรผู้ขายเท่านั้น โดยส่วนใหญ่มองว่าตนเองไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอในการช่วยเหลือในการช่วยบำรุงรักษา และงานประจำที่ตนเองรับผิดชอบอยู่นั้นก็มีอยู่แล้ว อีกทั้งยังหวังพึ่งพาการดูแลบำรุงรักษาระบบจากช่างผู้มาติดตั้ง ซึ่งมีกำหนดจะมาตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบให้ปีละหนึ่งครั้ง ซึ่งอาจจะเป็นการโยนความรับผิดชอบในการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้กับทีมงานที่ติดตั้งในที่สุด ในส่วนนี้จัดว่าเป็นการขาดจิตสำนึกสาธารณะ ที่ทุกคนจะต้องมี ดังนั้นการที่จะทำให้เรื่องของการใช้ระบบโซล่าเซลล์มีความยั่งยืน ต้องให้บุคลากรเข้ามามีส่วนร่วมในฐานะของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย และในการรับประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ผศ.สุรางคณา ฌ นคร^๔ จากสาขาการสื่อสารการตลาด คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสื่อสารเพื่อการเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะขององค์กรภาคธุรกิจ กับภาคประชาชน” ซึ่งผลการส่วนหนึ่งวิจัยพบว่า ปัญหาการขาดความร่วมมือของพนักงาน เพราะพนักงานบางคนยังเข้าใจว่า ความรับผิดชอบต่อ ชุมชน/สังคม เป็นหน้าที่ของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่ได้รับมอบหมาย การลงไปทำกิจกรรมเพื่อสังคม โดยเฉพาะโครงการ/กิจกรรมพัฒนาชุมชน/สังคม เป็นการเพิ่มภาระจากงานประจำ ทำให้ไม่สมัครใจในการร่วมกิจกรรม ในขณะที่บางส่วนแม้จะเป็นว่าการทำงานเหล่านี้เป็นเรื่องดี แต่ตนเองก็ยังไม่มีความพร้อม อย่างไรก็ตามถ้ามีโอกาสก็ยินดีจะเข้าร่วม และจากการวิจัยยังพบว่าเพื่อให้บุคลากรมีความเต็มใจในการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เพิ่มมากขึ้น นอกจากการเพิ่มความรู้ให้กับบุคลากร การปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีให้กับบุคลากรก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การดูแลระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น สิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นถ้าทำได้ก็ถือเป็นการพัฒนาบุคลากรที่สำคัญ และจะช่วยให้ระบบโซล่าเซลล์นี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามอายุการใช้งาน ไม่ให้ไม่เสียง่ายพังไว และจะทำให้เกิดความมั่นคง และยั่งยืนทางด้านพลังงานทดแทน ส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนในระบบโซล่าเซลล์ อันหมายถึงการพัฒนาขึ้นจะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อไป

๕.๒.๒ สำหรับข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่ได้จากการวิจัยพบว่าปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์นั้นเกิดได้จากหลายส่วนมาประกอบกัน ทั้งส่วนที่เกิดจากวัสดุอุปกรณ์เช่น แบตเตอรี่ สายไฟหรืออินเวอร์เตอร์ ส่วนที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาระบบของบุคลากรในโรงเรียนเอง ที่ถึงแม้จะได้รับการอบรมการบำรุงรักษามาแล้ว แต่ก็ยังขาดความชำนาญ ปัญหาจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติที่ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ เช่นฝุ่นละออง หรือในช่วงฤดูฝน และปัญหาในการจัดการ ในเรื่องของการซ่อมบำรุงระบบที่ได้มาตรฐาน เช่น ไม่มีแผนในการซ่อมบำรุงระบบที่ชัดเจน โดยจะซ่อมบำรุงระบบหรือตรวจระดับน้ำกลั่นเมื่อเวลาเกิดปัญหาขึ้นมาแล้ว ซึ่งถือได้ว่าเข้าเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทนา คชเสนี และคณะ^๕ ได้วิจัยเรื่อง “การประเมินผล

^๔ สุรางคณา ฌ นคร, “การสื่อสารเพื่อการเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะขององค์กรภาคธุรกิจ กับภาคประชาชน”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, (โครงการวิจัยชุด”การสื่อสารจิตสำนึกสาธารณะ” มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, ๒๕๕๐ - ๒๕๕๕) หน้า.๑๗๖.

^๕ นันทนา คชเสนี และคณะ, “การประเมินผลระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชิงบูรณาการกรณีศึกษาการจัดตั้งระบบในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, (กรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๙), หน้า ๒๒.

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชิงบูรณาการ กรณีศึกษาการจัดตั้งระบบในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน” โดยผลการศึกษารายงานพบว่า มีประเด็นเสนอแนะที่สำคัญที่ไม่ควรละเลยคือการดูแลบำรุงรักษา และตรวจสอบเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งถ้าครูและผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับการสอน และเข้าใจวิธีการดูแลรักษาที่ถูกต้องก็ย่อมเป็นประโยชน์ให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมียอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมีการเสนอให้มีการจัดทำสื่อ และคู่มือในการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกต้องเพื่อมอบให้แก่ครู และบุคลากรที่เกี่ยวข้องจะได้ใช้ในการทบทวนวิธีการในการดูแลรักษาตลอดเวลาที่เกิดปัญหา และข้อสงสัยขึ้น.

๕.๓ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อคคี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี” เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่แก่บุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหลายชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และจะได้นำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ต่อไป โดยมีประเด็นเสนอแนะ ดังนี้

๕.๓.๑ ควรจัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบโซลาร์เซลล์ให้กับบุคลากร เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในระบบโซลาร์เซลล์ให้มากขึ้น อันจะส่งผลให้เกิดความร่วมมือของบุคลากรเพิ่มขึ้นได้ อีกทั้งการพัฒนาคน จัดว่าเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา เมื่อบุคลากรมีศักยภาพแล้วการบำรุงรักษาระบบย่อมมีประสิทธิภาพขึ้น

๕.๓.๒ ทางโรงเรียนควรมีจะตารางในตรวจสอบการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ (Maintenance Plan Schedule) เพื่อให้การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์มีระบบการทำงานที่ชัดเจน และมีความครอบคลุมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าต้องตรวจสอบส่วนไหนบ้าง ส่วนไหนตรวจสอบแล้ว และส่วนไหนยังไม่ตรวจสอบ

๕.๓.๓ ควรมีการจัดกลุ่มให้ครู และนักเรียนให้เป็นเวรดูแลทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ในห้องควบคุมเป็นประจำ พร้อมทั้งบอกถึงประโยชน์ และความสำคัญในการช่วยกันดูแลรักษาระบบโซลาร์เซลล์ควบคู่กันไปเพื่อเป็นการปลูกฝัง และก่อให้เกิดการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการทำงาน และการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ โดยมีคุณครูเป็นผู้ควบคุมดูแล และถ่ายทอดความรู้

๕.๓.๔ ผู้นำควรปลูกฝังจิตสำนึก ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ และความสะดวกสบายที่ได้จากระบบโซลาร์เซลล์ และชี้ให้เห็นถึงปัญหาต่าง ๆ หากระบบโซลาร์เซลล์เสียหาย หรือไม่สามารถใช้งานได้ และสร้างจิตสำนึกสาธารณะให้ครู และนักเรียนเกิดความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของ เพื่อให้เกิดความยินดี และเต็มใจให้ความร่วมมือในการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

๑. ควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องของการพัฒนาจิตสำนึกสาธารณะ ในการร่วมมือกันเพื่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ทั้งในเรื่องของการดูแลรักษาระบบโซลาร์เซลล์ หรือในการด้านการพัฒนา

โรงเรียนในด้านต่าง ๆ เพราะถ้าสามารถเข้าใจวิธีการสร้างหรือปลูกฝังจิตสำนึกสาธารณะสู่บุคคลต่าง ๆ ได้ก็เท่ากับว่าเป็นการพัฒนาคน ที่นับเป็นหัวใจหลักของการพัฒนาได้ในที่สุด

๒. ควรมีการศึกษา ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าถึง เพื่อดูความแตกต่างว่าเมื่อบริบทพื้นที่ และความจำเป็นในการใช้ระบบโซล่าเซลล์ต่างกัน จะมีปัญหาและอุปสรรคต่างกันหรือไม่

๓. ควรมีศึกษา ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ สำหรับองค์กรหรือภาคประชาชน ที่มีความแตกต่างกันในด้านของที่มาของโซล่าเซลล์ ระหว่าง องค์กรหรือภาคประชาชน ที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้วยงบประมาณขององค์กรหรือภาคประชาชนเอง กับ องค์กรหรือภาคประชาชน ที่ติดตั้งโซล่าเซลล์โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณ จากภาครัฐหรือองค์กรเพื่อการกุศลอื่น ๆ ว่าบริบทที่มาของระบบโซล่าเซลล์ที่ต่างกัน จะทำให้มีปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ที่ต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

๑. ภาษาไทย

(๑) หนังสือ

กระทรวงพลังงาน. สถานการณ์พลังงาน และการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดลอม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ๒๕๕๔.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. เซลล์แสงอาทิตย์. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, ฉบับที่ ๒๐ (ปี ๒๕๓๘).

ไพรัตน์ เตชะรินทร์. นโยบายและกลวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชนในยุทธศาสตร์การพัฒนา ปัจจุบันในการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชนบท. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศักดิ์โสภณการพิมพ์, ๒๕๒๗.

วิรัช วิรัชนิการวรรณ. ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญของการพัฒนาชุมชน : ประชาชนข้าราชการ และผู้นำรัฐบาล. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, ๒๕๓๐.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. ทศนคติการวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พิระพัฒนาการพิมพ์, ๒๕๒๖.

กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. การดำเนินการด้านธุรกิจพลังงานทดแทน. สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม: สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, ๒๕๕๘.

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. การมีส่วนร่วม หลักการพื้นฐาน เทคนิคและกรณีตัวอย่าง. กรุงเทพมหานคร , ๒๕๔๖.

วันรักษ์ มิ่งมณีนาคน. การพัฒนาชนบทไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ๒๕๓๑.

วันรัตน์ จันทกิจ. 17 Problem Solving Devices: ๑๗ เครื่องมือนักคิด. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร, ๒๕๔๗.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), ๒๕๕๖.

(๒) บทความ :

สันติภาพ โคตทะเล. “โครงการสื่อสารและข่าวสารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการพัฒนาของชุมชน ตำบลแม่หละ อำเภอสองยาง จังหวัดตาก (สี่สุริยาอาสา)”. เอกสารเผยแพร่โครงการหน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก, ๒๕๕๔.

ยโกมล อังกูรัตน์. “โซลาร์เซลล์ทำงานอย่างไร”. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ: องค์การมหาชน, ๒๕๕๕.

บรรณานุกรม (ต่อ)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. “การผลิตพลังงานขั้นต้นภายในประเทศ”. รายงาน
คุณภาพของพลังงานในประเทศไทย ปี ๒๕๕๗, ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – ธันวาคม
๒๕๕๗).

ชิต นิลพานิช และกุลธน ธนาพงศธร. “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา ชนบท”. เอกสาร
การสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปสำหรับการพัฒนาระดับตำบล หมู่บ้าน. พิมพ์ครั้งที่ ๓,
หน่วยที่ ๘ .นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ๒๕๓๒.

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. “การวิจัยการมีส่วนร่วมทางส่งเสริมการเกษตร”. ประมวลสาระชุดวิชาการ
วิจัยเพื่อการพัฒนาการส่งเสริมการเกษตรหน่วยที่ ๙. คณะรัฐศาสตร์ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ๒๕๔๔.

ศาสตราจารย์ ดร.ทองโรจน์ อ่อนจันทร์. “โลกาภิวัตน์ สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาแบบยั่งยืน”.
รายงานเสนอในการประชุมสัมมนาเรื่อง “โลกาภิวัตน์กับทิศทางการพัฒนาประเทศไทย”.
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกระทรวงต่างประเทศ. กรุงเทพฯ, ๒๕๔๔.

(๓) บทความจากหนังสือรวบรวมบทความ

ประวิทย์ สุตประเสริฐ และคณะ. “การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการการผลิต
ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขององค์การบริหารส่วนตำบล”. พัฒนาเทคนิคศึกษา. ปีที่
๒๘ ฉบับที่ ๙๘ (เมษายน – มิถุนายน ๒๕๕๙).

ชิต นิลพานิช และกุลธน ธนาพงศธร. “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา ชนบท”. เอกสาร
การสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปสำหรับการพัฒนาระดับตำบล หมู่บ้าน. (พิมพ์ครั้งที่ ๓, หน่วย
ที่ ๘ .นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช : ๒๕๓๒).

(๔) วิทยานิพนธ์ :

กิตติศักดิ์ ลาภกิจ และ กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์. “การศึกษาแนวทางเชิงวิศวกรรมเพื่อการตัดสินใจใน
การล้างแผงโซลาร์ กรณีศึกษา โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของ
บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง”. วิศวกรรมบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม :
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ๒๕๕๙.

ประสพสุข ดีอินทร์. “การมีส่วนร่วมต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของกำนันผู้ใหญ่บ้าน ใน
ภาคเหนือ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย :
มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๓๗.

อรนงค์ ธรรมกุล. “การมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น”. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ๒๕๓๙.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สุพจน์ พงษ์พิสุทธิบุบผา. “การมีส่วนร่วมของราษฎรในการอนุรักษ์ป่าชุมชนภายใต้การชี้นำ ของ พระสงฆ์: กรณีศึกษาป่าชุมชนวัดชลประทานราชดำริ ตำบลสูงเนิน อำเภอกระสัง จังหวัด บุรีรัมย์”. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๔๓.
- สมบูรณ์ อำพนพนารัตน์. “การมีส่วนร่วมของชุมชนในการป้องกันไฟป่า: กรณีศึกษาอุทยาน แห่งชาติ เขาสามหลัน จังหวัดสระบุรี”. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**. บัณฑิต วิทยาลัย : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๔๒.
- สมศักดิ์ สุวรรณเจริญ. “ขั้นตอนการมีส่วนร่วมของคณะกรรมการบริหารองค์การ บริหารส่วนตำบลใน การวางแผนพัฒนาตำบล ขององค์การบริหารส่วนตำบล จังหวัดกำแพงเพชร”. **บัณฑิต วิทยาลัย : มหาวิทยาลัยมหิดล**, ๒๕๔๒.
- ธนาพล ตันติสตัยกุล. “การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สำหรับ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต”. **วิทยาศาสตร์บัณฑิต**. (สาขาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน : คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต), ๒๕๖๐.
- นันทนา คชเสนี และคณะ. “การประเมินผลระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชิงบูรณาการ กรณีศึกษาการจัดตั้งระบบในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน”. **สำนักงานคณะกรรมการ วิจัยแห่งชาติ**. (กรุงเทพมหานคร), ๒๕๔๔.
- นภัทร วัจนเทพินทร์ และคณะ. “การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้า โดยระบบผลิต กระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”. **การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ ๔**. (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ), ๒๕๕๑.
- บุรณิน รัตนสมบัติ. “การพัฒนาตัวแบบเชิงกลยุทธ์การจัดการธุรกิจอย่างยั่งยืนในอนาคตของวิสาหกิจ ขนาดใหญ่”. **วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต**. (มหาวิทยาลัยศิลปากร), ๒๕๕๗.

(๕) รายงานวิจัย :

- สุรางคณา ณ นคร. “การสื่อสารเพื่อการเชื่อมร้อยจิตสำนึกสาธารณะขององค์กรภาคธุรกิจ กับภาค ประชาชน”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. **รายงานวิจัย**. โครงการวิจัยชุด “การ สื่อสารจิตสำนึกสาธารณะ” มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, ๒๕๕๐ – ๒๕๕๕.
- จิรศักดิ์ สุรังคพิพรรธน์ และคณะ. “พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าแบบพอเพียงก่อนและหลังการติดตั้งระบบ ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืน ในเขตพื้นที่จังหวัด ปทุมธานี”. **รายงานวิจัย**. คณะศิลปศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ๒๕๕๒.

บรรณานุกรม (ต่อ)

นวนน้อย ตีรรัตน์ และคณะ. “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการตรวจสอบการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนตำบล”. รายงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ๒๕๔๕.

(๖) เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ :

กระทรวงพลังงาน. “แผนอนุรักษ์พลังงาน ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓)”. กรุงเทพมหานคร ๒๕๕๔. (อัดสำเนา).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. “แผนการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๗๓”. กรุงเทพมหานคร ๒๕๕๔. (อัดสำเนา).

นันทวัฒน์ บรมานันท์. “การบริการสาธารณะในระบบกฎหมายปกครองของฝรั่งเศส”. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์สำนักนิติธรรม, ๒๕๔๑. (อัดสำเนา).

นนท์ กอแก้วทองดี. การประชุมเชิงปฏิบัติการผู้นำประชาคมตำบล เรื่องเวทีประชาคมพร้อมใจเลือกตั้ง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการเลือกตั้ง, ๒๕๔๓. (อัดสำเนา).

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. “รายงานผลการดำเนินโครงการ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ ๒๕๕๔”. กรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๔. (อัดสำเนา).

ผศ.ดร.ประจักษ์ ภูมิทัศน์. “การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย”. เอกสารประกอบการฝึกอบรมสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. ๒๕๕๔. (อัดสำเนา).

โกวิทย์ พวงงาม. การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน. (ม.ป.ท.), ๒๕๔๕. (อัดสำเนา).

(๗) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ :

UN Thailand. พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<http://www.un.or.th/globalgoals/th/global-goals/affordable-and-clean-energy/> [๑๑ ตุลาคม ๒๕๖๐].

Wikipedia. ปัญหา. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/ปัญหา> [๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. อุปสรรค. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.royin.go.th/?knowledges=อุปสรรค-๒๗-มกราคม-๒๕๕๗> [๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm> [๑๑ มิถุนายน ๒๕๖๐].

สุรเชษฐ ย่านาวารี. การบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://ienergyguru.com/2016/06/บำรุงรักษาโซลาร์เซลล์/> [๑๙ สิงหาคม ๒๕๖๐].

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พัทธ์ธีรา สมทรง. การพิชิตปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=ajarnben&month=15-08-2009&group=12&gblog=32> / [๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๐].
- บ้านจอมยุทธ, เซลล์แสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/solar_cell/08.html [๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑].
- วิยรรฐา กวินรวีบริรักษ์. วิธีทำแผนภูมิแก๊งปลา (Fish-Bone Diagram). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.ophconsultant.com/blog/viewtopic.php?id=55> [๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑].
- สำนักข่าวประชาธรรม (24 กรกฎาคม 2549). “แนะรัฐเร่งการดูแลโซลาเซลล์แก่ชาวบ้านเหตุอุปกรณ์เสื่อมเร็ว ชาวบ้านหันกลับใช้ตะเกียง”. ผู้จัดการออนไลน์. [ออนไลน์]. ๗ ย่อหน้า. แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/Politics/ViewNews.aspx?NewsID=9490000094592> [24 กรกฎาคม 2549].
- Solar smile knowledge. การดูแลและบำรุงรักษาระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบโซลาร์เซลล์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://solarsmileknowledge.com/2015/02/20/การดูแลและบำรุงรักษา/> [๒ มีนาคม ๒๕๖๑].

(๘) หนังสือพิมพ์:

- ฐานเศรษฐกิจ. “สนพ.ร่วมกอ.รมน.ติดตั้งโซลาร์เซลล์พัฒนาพื้นที่ชายแดน”. ฐานเศรษฐกิจ (๓ มกราคม ๒๕๖๐).

(๙) สัมภาษณ์ :

- สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม, เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙, ๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ นายชาโรจน์ สว่างโลก, เลขาธิการมูลนิธิอินอมเกล้าพัฒนา, ๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศชาย อายุประมาณ ๔๕ ถึง ๕๕ ปี, ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน บ้านปิล็อคคี, ๗ มกราคม ๒๕๖๑.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน บ้านปิล็อคคี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปี, ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน บ้านปิล็อคคี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปี, ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน บ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศชาย อายุประมาณ ๓๕ ถึง ๔๕ ปี, ครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน บ้านปิล็อคคี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปี, ครูอัตราจ้างโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๓๐ ถึง ๔๐ ปี, ครูอัตราจ้างโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปี, ครูอัตราจ้างโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปี, ครูอัตราจ้างโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศหญิง อายุประมาณ ๒๕ ถึง ๓๕ ปี, เจ้าหน้าที่ประจำโครงการสุขศาลาพระราชทาน, ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ บุคลากรเพศชาย อายุประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ ปี, ลูกจ้างชั่วคราวประจำโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.
- สัมภาษณ์ เด็กนักเรียนชาย อายุประมาณ ๑๒ ถึง ๑๘ ปี, นักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี, ๒๐ ธันวาคม ๒๕๖๐.

๒. ภาษาอังกฤษ

- John M Cohen and Norman T. **Rural – Development Participations: Concepts and Measures for Project Design, Implementation and valuation.** The Rural Development Committee Center for International Studies Cornell University, 1977.
- James L Creighton. **A guide book for involving citizens in community.** Creighton University, 2005.
- Erwin William. **Participation Management: Concept Theory and Implementation.** Atlanta Ga: Georgia State University, 1976.
- Hassan Qasem. **Effect of Accumulated Dust on the Performance of Photovoltaic Modules.** A Doctoral Thesis of Loughborough University, 2013.
- Michael Perdue. **Energy yields of small grid connected photovoltaic system: effects of component reliability and maintenance.** IET Renewable Power Generation. Volume 9 Issue 5, 2015.

บรรณานุกรม (ต่อ)

F. Mejia, J. Kleissl, J. L. Bosch. **The effect of dust on solar photovoltaic systems.**
(Department of Mechanical and Aerospace Engineering. University of California, 2013).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
แบบสัมภาษณ์



แบบสัมภาษณ์ / แบบสอบถาม
เรื่องระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทรกันดาร :
โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

คำชี้แจงในการตอบแบบสัมภาษณ์

๑. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี ตำบลปิล็อค อำเภอนาทม จังหวัดน่าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

การตอบแบบสัมภาษณ์ของท่านเป็นสิ่งสำคัญ คณะผู้ศึกษา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสัมภาษณ์ตามความเป็นจริง เพื่อนำผลไปพัฒนาปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และช่วยยืดอายุการใช้งานของระบบโซล่าเซลล์ให้มีอายุในการใช้งานได้เหมาะสม และขอรับรองว่าการตอบแบบสัมภาษณ์ครั้งนี้ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จะได้รับการปกปิดไม่เผยแพร่สู่สาธารณะ และจะไม่มีผลกระทบต่อนานแต่อย่างใดทั้งสิ้น

๒. แบบสัมภาษณ์มี ๕ ตอน

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ ๒ คำถามเกี่ยวกับหลักการ ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

ตอนที่ ๓ คำถามเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

ตอนที่ ๔ คำถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของบุคลากร และเจ้าหน้าที่ ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

ตอนที่ ๕ เป็นคำถามเกี่ยวกับความเห็นและข้อเสนอแนะ ของผู้ที่ตอบแบบสัมภาษณ์ ที่ส่งผลในการบำรุงรักษาระบบ โซล่าเซลล์

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ.....นามสกุล.....
 อายุ.....ปี ตำแหน่ง.....

ตอนที่ ๒ หลักการบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์

๒.๑ การบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Panels)

๑. คุณทำความสะอาดคราบสกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผงโซลาร์เซลล์ บ้างหรือไม่? โดยวิธีใด?

.....

๒. คุณตรวจสอบรอยผิวดปกติ (รอยร้าว, รอยแตก, รอยฝ้า) บริเวณผิวของแผงโซลาร์เซลล์ บ้างหรือไม่? โดยวิธีใด?

.....

๓. คุณตรวจสอบ โครงเหล็ก น๊อต และสกรูต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอหรือไม่? โดยวิธีใด?

.....

๔. คุณตรวจสอบ แผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และการทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ บ่อยแค่ไหน?

.....

๒.๒ การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ (Inverter and Control Charger)

๕. คุณรู้ไหมว่า ตัวควบคุมของระบบโซลาร์เซลล์ อยู่ที่ไหน และสำคัญอย่างไร?

.....

.....

.....

๖. คุณมีวิธีตรวจสอบ การทำงานอุปกรณ์ควบคุมของระบบโซลาร์เซลล์ อย่างไร? (ตรวจสอบการทำงาน เช่น สัญญาณไฟ สายไฟ)

.....

.....

.....

๗. คุณมีการตรวจสอบกล่องควบคุมต่าง ๆ อย่างไรบ้าง? (ความสะอาด, หนู, แมลง)

.....

.....

.....

๒.๓ การบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย (Wiring and Connections)

๘. คุณมีวิธีการตรวจสอบ สายไฟ และจุดเชื่อมต่อ อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

๒.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up)

๙. คุณตรวจสอบแบตเตอรี่เป็นประจำหรือไม่ อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

๑๐. คุณตรวจสอบระดับน้ำกลั่นของแบตเตอรี่บ่อยแค่ไหน อย่างไร?

.....

.....

.....

๑๑. คุณตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่ อย่างไรบ้าง?คุณตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่ อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

๑๒. คุณได้ตรวจสอบแบตเตอรี่โดยการวัดแรงดันหรือไม่ โดยวิธีใด?

.....

.....

.....

ตอนที่ ๓ ปัญหา อุปสรรค ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์

๓.๑ ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)

๑๓. คุณต้องการอบรมการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์เพิ่มเติมหรือไม่ ในเรื่องอะไร?

.....

.....

.....

๑๔. คุณต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้ทำงานสะดวกขึ้นบ้างหรือไม่ อย่างไร?

.....

.....

.....

๑๕. ในการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ คุณเคยทำอะไรผิดพลาดบ้างหรือไม่? อย่างไร? (ไม่ได้ตรวจสอบตามตารางการบำรุงรักษา, ปล่อยให้ น้ำกลั่นแห้ง, ไม่ทำความสะอาดแผง)

.....

.....

.....

๓.๒ ปัญหาและอุปสรรค ด้านด้านเครื่องมือ (Maintenance tool)

๑๖. ท่านช่วยบอกเครื่องมือพื้นฐานในการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาว่า มีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

๑๗. ตารางการตรวจสอบการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ว่า ท่านมีหรือไม่ มีไว้ใช้ทำอะไร?

.....

.....

.....

๑๘. ท่านทราบหรือไม่ว่า เครื่องมือในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ เก็บไว้ที่ไหน และมีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

๑๙. ท่านต้องการให้มีการจัดเรียงเครื่องมือต่าง ๆ อย่างไร ให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น?

.....

.....

.....

๒๐. ท่านต้องการให้มีการจัดเก็บเครื่องมือต่าง ๆ อย่างไร เพื่อให้มีความสะดวกในการทำงาน?

.....

.....

๓.๓ ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)

๒๑. ระบบโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งนั้นได้มาตรฐานหรือไม่ ท่านรู้ได้อย่างไร?

.....

.....

.....

๒๒. คุณตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

๒๓. ท่านมีขั้นตอนในการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างไร?

.....

.....

.....

๒๔. คุณเคยได้รับคำแนะนำในการบำรุงรักษามาจากใคร อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

๒๕. คุณพบความผิดพลาด ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่ อย่างไร?

.....

.....

.....

๓.๔ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)

๒๖. คุณทราบหรือไม่ว่า วัสดุหลักของระบบโซล่าเซลล์มีอะไรบ้าง?

.....

๒๗. คุณทราบหรือไม่ว่า วัสดุย่อยของระบบโซลาร์เซลล์มีอะไรบ้าง?

๒๘. ระหว่างวัสดุหลัก และวัสดุย่อย อะไรสำคัญกว่ากัน เพราะอะไร?

๒๙. วัสดุที่คุณใช้ มีปัญหาอย่างไร อะไรบ้าง?

๓.๕ ปัญหาและอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

๓๐. สภาพอากาศที่นี่เป็นอย่างไรบ้าง แล้วทำให้การบำรุงรักษาระบบง่ายขึ้นหรือยากขึ้น อย่างไร?

๓๑. สภาพอากาศส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบอย่างไร? (ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น หรือ ความสูญเสียในระบบน้อย)

๓๒. ฝุ่นละออง ส่งผลให้การบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ลำบากขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

๓๓. ความสะอาดของแผงโซล่าเซลล์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ อย่างไร? (ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น หรือ ความสูญเสียในระบบน้อย)

.....

.....

.....

๓๔. คุณคิดว่าการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ จำเป็นหรือไม่ อย่างไร?

.....

.....

.....

๓๕. คุณคิดว่าบรรยากาศการทำงานที่ดี จะทำให้การดูแลรักษาของระบบโซล่าเซลล์ ง่ายขึ้นหรือไม่ อย่างไร? (ความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน, แสงสว่างในพื้นที่ทำงาน)

.....

.....

.....

ตอนที่ ๔ คำถามต่อไปนี้จะเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของบุคลากร และเจ้าหน้าที่ ในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซล่าเซลล์

๓๖. เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบโซล่าเซลล์ มีใครบ้างที่เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น?

.....

.....

.....

.....

๓๗. คุณมีส่วนร่วมในการวางแผนในการแก้ปัญหา การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่ อย่างไร?

.....

.....

.....

๓๘. คุณได้นำแผนการแก้ปัญหา มาดำเนินการอย่างไร?

.....

.....

.....

๓๙. คุณ มีส่วนร่วมในการติดตาม และประเมินผลงาน ที่เกี่ยวข้องกับระบบโซล่าเซลล์ อย่างไร?

.....

.....

.....

ตอนที่ ๕ เป็นคำถามเกี่ยวกับความเห็นและข้อเสนอแนะ

๔๐. คุณคิดว่าปัญหาที่พบได้บ่อยในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ มีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

๔๑. ท่านยังขาดสิ่งใดบ้าง ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ให้ดีขึ้น?

.....

.....

.....

.....

๔๒. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ อย่างไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

๔๓. ข้อเสนอแนะ อื่น ๆ

.....

.....

.....

จบ

ภาคผนวก ข.

ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา **CVI (Content Validity Index)**

แบบบันทึกผลการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ในการวิจัย (CVI)
เรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร :
โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปลื้มคี่ ตำบลปลื้มคี่ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี”

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ ประกอบด้วย

- ๑) ผศ.ดร. อุบลวรรณ ภาวนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาพัฒนาสังคม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- ๒) ผศ.ดร. นที ทองอุ่น รองหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ๓) พระมหาสม กลยาโณ ,ดร. อาจารย์ประจำภาควิชาพัฒนาสังคม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- ๔) พระครูวิลาสกาญจนธรรม ,ดร. อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หอเรียน วัดไชยชุมพลชนะสงคราม
- ๕) รศ.ดร. วิวัฒน์ หามนตรี อาจารย์ประจำภาควิชาพัฒนาสังคม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- ๖) ดร. เดชา กัปโก อาจารย์ประจำภาควิชาพัฒนาสังคม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- ๗) ดร. อัมพร ทองเหลือง อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หอเรียน วัดไชยชุมพลชนะสงคราม

คำชี้แจง

- ๑) การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มาตราประเมินความสอดคล้องจะมี ๔ ระดับ คือ
 - ๑ – ไม่สอดคล้อง (not relevant)
 - ๒ – สอดคล้องบางส่วน (somewhat relevant)
 - ๓ – ค่อนข้างสอดคล้อง (quite relevant)
 - ๔ – มีความสอดคล้องมาก

เวลานำไปคำนวณหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ข้อที่ได้รับการประเมิน ๓ หรือ ๔ เท่านั้นจึงจะนับว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังนั้นในลักษณะการคำนวณจริง จึงมีลักษณะเป็นข้อมูลทวิ (dichotomous) คือ ไม่สอดคล้อง (๑ หรือ ๒) และ สอดคล้อง (๓ หรือ ๔) โดยมีสูตรในการคำนวณในรายข้อ ดังนี้

$$I-CVI = N_c/N$$

เมื่อ N_c แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินข้อคำถามในระดับสอดคล้อง
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

- ๒) ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบเครื่องมือ และให้ระดับคะแนนในประเด็นตามแบบสอบถามดังต่อไปนี้

ผลการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ในการวิจัย (CVI)

เรื่อง “ปัญหา และอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร :
โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปลื้มคี่ ตำบลปลื้มคี่ อำเภอนาทอง หนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู”

ข้อ ที่	รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					สรุป	
		๑	๒	๓	๔	๕	ค่า CVI	แปลผล
	๒.๑ หลักการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์							
๑	คุณทำความสะอาดรอกปรกและฝุ่นที่เกาะบนแผงโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่? โดยวิธีใด?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒	คุณตรวจสอบรอยผิปกติ (รอยร้าว, รอยแตก, รอยฝ้า) บริเวณผิวของแผงโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่? โดยวิธีใด?	๔	๔	๔	๓	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓	คุณตรวจสอบ โครงเหล็ก น๊อต และสกรูต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอหรือไม่? โดยวิธีใด?	๔	๔	๔	๓	๔	๑.๐	ใช้ได้
๔	คุณตรวจสอบ แผงโซล่าเซลล์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ บ่อยแค่ไหน?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
	๒.๒ การบำรุงรักษาตัวแปลงกระแสไฟฟ้า และตัวควบคุมการชาร์จ (Inverter and Control Charger)							
๕	คุณรู้ไหมว่า ตัวควบคุมของระบบโซล่าเซลล์อยู่ที่ไหน และสำคัญอย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๖	คุณมีวิธีตรวจสอบ การทำงานอุปกรณ์ควบคุมของระบบโซล่าเซลล์ อย่างไร? (ตรวจสอบการทำงาน เช่น สัญญาณไฟสายไฟ)	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๗	คุณมีการตรวจสอบกล่องควบคุมต่าง ๆ อย่างไรบ้าง? (ความสะอาด, หนู, แมลง)	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
	๒.๓ การบำรุงรักษาระบบสายไฟ และจุดเชื่อมต่อสาย (Wiring and Connections)							
๘	คุณมีวิธีการตรวจสอบ สายไฟ และจุดเชื่อมต่อ อย่างไรบ้าง?	๓	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้

ข้อ ที่	รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					สรุป	
		๑	๒	๓	๔	๕	ค่า CVI	แปลผล
	๒.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ (Battery, The system with Battery Back-up)							
๙	คุณตรวจสอบแบตเตอรี่เป็นประจำหรือไม่ อย่างไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๑๐	คุณตรวจสอบระดับน้ำกลั่นของแบตเตอรี่ บ่อยแค่ไหน อย่างไร?	๔	๔	๓	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๑๑	คุณตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่ อย่างไรบ้าง? คุณตรวจสอบขั้วแบตเตอรี่ อย่างไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๑๒	คุณได้ตรวจสอบแบตเตอรี่โดยการวัด แรงดันหรือไม่ โดยวิธีใด?	๔	๔	๓	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
	ตอนที่ ๓ ปัญหา อุปสรรค ในการ บำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์							
	๓.๑ ปัญหาและอุปสรรค ด้านบุคลากร (Man)							
๑๓	คุณต้องการอบรมการบำรุงรักษาระบบโซ ล่าเซลล์เพิ่มเติมหรือไม่ ในเรื่องอะไร?	๔	๔	๔	๓	๔	๑.๐	ใช้ได้
๑๔	คุณต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้ง ระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้ทำงานสะดวกขึ้น บ้างหรือไม่ อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๑๕	ในการดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ คุณเคย ทำอะไรผิดพลาดบ้างหรือไม่? อย่างไร? (ไม่ได้ตรวจสอบตามตารางการบำรุงรักษา, ปล่อยให้น้ำกลั่นแห้ง, ไม่ทำความสะอาด แผง)	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
	๓.๒ ปัญหาและอุปสรรค ด้านด้าน เครื่องมือ (Maintenance tool)							
๑๖	ท่านช่วยบอกเครื่องมือพื้นฐานในการ ตรวจสอบ และการบำรุงรักษาว่า มี อะไรบ้าง?	๔	๔	๓	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้

ข้อ ที่	รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					สรุป	
		๑	๒	๓	๔	๕	ค่า CVI	แปลผล
๑๗	ตารางการตรวจสอบการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ว่า ท่านมีหรือไม่ มีไว้ใช้ทำอะไร?	๔	๔	๓	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๑๘	ท่านทราบหรือไม่ว่า เครื่องมือในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ เก็บไว้ที่ไหน และมีอะไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๑๙	ท่านต้องการให้มีการจัดเรียงเครื่องมือต่างๆ อย่างไร ให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๐	ท่านต้องการให้มีการจัดเก็บเครื่องมือต่างๆ อย่างไร เพื่อให้มีความสะดวกในการทำงาน?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓.๓ ปัญหาและอุปสรรค ด้านวิธีการ (Method)								
๒๑	ระบบโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งนั้นได้มาตรฐานหรือไม่ ท่านรู้ได้อย่างไร?	๑	๔	๔	๔	๔	๐.๘	ใช้ได้
๒๒	คุณตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์อย่างไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๓	ท่านมีขั้นตอนในการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๔	คุณเคยได้รับคำแนะนำในการบำรุงรักษาจากใคร อย่างไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๕	คุณพบความผิดพลาด ในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่ อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓.๔ ปัญหาและอุปสรรค ด้านเครื่องจักร (Machine)								
๒๖	คุณทราบหรือไม่ว่า วัสดุหลักของระบบโซล่าเซลล์มีอะไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๗	คุณทราบหรือไม่ว่า วัสดุย่อยของระบบโซล่าเซลล์มีอะไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้

ข้อ ที่	รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					สรุป	
		๑	๒	๓	๔	๕	ค่า CVI	แปลผล
๒๘	ระหว่างวัสดุหลัก และวัสดุย่อย อะไรสำคัญกว่ากัน เพราะอะไร?	๔	๔	๔	๓	๔	๑.๐	ใช้ได้
๒๙	วัสดุที่คุณใช้ มีปัญหาอย่างไร อะไรบ้าง?	๔	๔	๔	๓	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓.๕ ปัญหาและอุปสรรค ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)								
๓๐	สภาพอากาศที่นี้เป็นอย่างไรบ้าง แล้วทำให้การบำรุงรักษาระบบง่ายขึ้นหรือยากขึ้น อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๓๑	สภาพอากาศส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบอย่างไร? (ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น หรือ ความสูญเสียในระบบน้อย)	๔	๔	๔	๔	๓	๑.๐	ใช้ได้
๓๒	ฝุ่นละออง ส่งผลให้การบำรุงรักษาระบบโซลาร์เซลล์ลำบากขึ้นหรือไม่ อย่างไร	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓๓	ความสะอาดของแผงโซลาร์เซลล์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบโซลาร์เซลล์อย่างไร? (ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น หรือ ความสูญเสียในระบบน้อย)	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓๔	คุณคิดว่าการทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์ จำเป็นหรือไม่ อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓๕	คุณคิดว่าบรรยากาศการทำงานที่ดี จะทำให้การดูแลรักษาของระบบโซลาร์เซลล์ ง่ายขึ้นหรือไม่ อย่างไร? (ความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน, แสงสว่างในพื้นที่ทำงาน)	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
ตอนที่ ๔ คำถามต่อไปนี้จะเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของบุคลากร และเจ้าหน้าที่ ในการบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบโซลาร์เซลล์								
๓๖	เมื่อเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบโซลาร์เซลล์ มีใครบ้างที่เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓๗	คุณมีส่วนร่วมในการวางแผนในการแก้ปัญหา การตรวจสอบ และการ	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้

ข้อ ที่	รายละเอียด	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					สรุป	
		๑	๒	๓	๔	๕	ค่า CVI	แปลผล
	บำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ บ้างหรือไม่ อย่างไร?							
๓๘	คุณได้นำแผนการแก้ปัญหา มาดำเนินการ อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๓๙	คุณ มีส่วนร่วมในการติดตาม และ ประเมินผลงาน ที่เกี่ยวข้องกับระบบโซล่า เซลล์ อย่างไร?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
ตอนที่ ๕ เป็นคำถามเกี่ยวกับความเห็น และข้อเสนอแนะ								
๔๐	คุณคิดว่าปัญหาที่พบได้บ่อยในการ บำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ มีอะไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๔๑	ท่านยังขาดสิ่งใดบ้าง ที่จะช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาระบบโซล่า เซลล์ให้ดีขึ้น?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๔๒	ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในการ บำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ อย่างไรบ้าง?	๔	๔	๔	๔	๔	๑.๐	ใช้ได้
๔๓	ข้อเสนอแนะ อื่น ๆ	๑	๔	๔	๔	๒	๐.๖	ใช้ได้
	ค่าเฉลี่ย ของผู้เชี่ยวชาญ	๐.๙๕	๑.๐	๑.๐	๑.๐	๐.๙๘	๐.๙๙	ใช้ได้

ภาคผนวก ค.

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา โทร. (ภายใน) ๒๑๒๒, ๘๒๗๘, ๘๒๗๙

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๕๕

วันที่ ๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน/เจริญพร พระมหาสม กลยาโณ, ดร.

ด้วย พระราชบัญญัติ ธรรมนูญ (รศ.ม.) รหัสประจำตัวนิติ ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตร
พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาลังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษา
วิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทรก้นดาร์ : โรงเรียน
ตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาลังคม
พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับการทำวิจัยเป็น
อย่างดี จึงใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ดังที่ได้แนบ
มาพร้อมแล้วนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาลังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อ
ทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียน/เจริญพร มาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาลังคม

ผู้ประสานงาน : พระวิศิษฐ์ ธรรม์ลี
นิสิตหลักสูตร พธ.ม.สาขาวิชาการพัฒนาลังคม
โทร. ๐๙๑-๗๖๕๕๖๑๙

ทรงกนก/วิ/ลว

๑๘.๑.๖๐



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา

โทร. (ภายใน) ๒๑๒๒, ๘๒๗๘, ๘๒๗๙

ที่ ศธ ๖๓๐๕.๔/ว ๕๕

วันที่ ๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน/เจริญพร ดร.เดชา กัมโป

ด้วย พระราชบัญญัติ ธรรมนูญ (รศ.) รหัสประจำตัวนิติ ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตร
พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษา
วิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียน
ตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนา
สังคม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับการทำวิจัยเป็น
อย่างดี จึงใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ดังที่ได้แนบ
มาพร้อมแล้วนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลง
กรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อ
ทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียน/เจริญพร มาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ได้ตรวจแก้ไขเครื่องมือ
เรียบร้อยแล้ว
เดชา กัมโป
(ดร.เดชา กัมโป)

ผู้ประสานงาน : พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี

นิสิตหลักสูตร พธ.ม.สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

โทร. ๐๙๓-๗๖๕๙๖๑๙

ที่ ศร. ๖๓๐๕.๔/ว ๖๓



ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
หมู่ ๑ ต.สีไทร อ.วิเศษ จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๐๐
โทร. ๐๓๕-๒๕๘๐๐๑ ต่อ ๘๒๗๘, ๘๒๗๙
เว็บไซต์ www.socmcu.net , sa.mcru.ac.th
อีเมล socmcu@gmail.com

๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
เจริญพร ดร.อัมพร ทองเหลือง
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด
แบบสอบถามที่ใช้ในการทำวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย พระวิศิษฎ์ ธมมรสี (ธัมม) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๒๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตร
พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษา
วิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซลาเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจ
ตระเวนชายแดนบ้านบิล็อดคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒน
สังคม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับการทำวิจัยเป็นอย่าง
ดี จึงใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ดังที่ได้แนบมาพร้อม
แล้วนี้

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
ราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทาง
วิชาการมา ณ โอกาสนี้

Y/
อ.ดร. ธอม งาม

๒๗ พ.ย. ๕๐

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ผู้ประสานงาน : พระวิศิษฎ์ ธมมรสี
นิสิตหลักสูตร พ.ธ. สาขาวิชาการพัฒนาสังคม
โทร. ๐๓๕-๒๕๘๐๐๑

ที่ ศธ. ๖๑๐๕.๔/ว ๖๑



ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ต.ลำไทร อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทร. ๐๓๕-๒๔๘๐๐๐ ต่อ ๘๒๗๘, ๘๒๗๙
เว็บไซต์ www.socmcu.net , sa.mcu.ac.th
อีเมล socmcu@hotmail.com

๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน พระครูวิลาศกาญจนธรรม, ดร.
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด
แบบสอบถามที่ใช้ในการทำวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย พระวิศิษฎ์ ธมฺมรสี (รศม) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตร
พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษา
วิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรา
ตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนา
สังคม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับการทำวิจัยเป็นอย่าง
ดี จึงใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ดังที่ได้แนบมาพร้อม
แล้วนี้

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
ราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทาง
วิชาการมา ณ โอกาสนี้

พระวิลาศกาญจนธรรม, ดร.
๑ ธันวาคม ๖๐

เรียนมาด้วยความนับถือ

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ผู้ประสานงาน : พระวิศิษฎ์ ธมฺมรสี
นิสิตหลักสูตร พธ.ม.สาขาวิชาการพัฒนาสังคม
โทร. ๐๙๓๖-๗๖๕๔๖๑๓๙

ภาคผนวก ง.

หนังสือขอความอนุเคราะห์สัมภาษณ์

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
เจริญพร นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธรรมรส (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธ
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัย
เรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจ
ตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขอ
ความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะ
เป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
ราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อ
ทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมหาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

พระศักดิ์ งามทรัพย์

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร อ.ท.หญิง ปรจรรณ ศักดิ์คำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งขออนุญาตจากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร

(ปรจรรณ ศักดิ์คำ)

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร จ.ส.๓. สัมภาษณ์ แก้วสะอาด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมฺมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านบิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งขออนุญาตจากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพราหมเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

จ.ส.๓. 
(สัมภาษณ์ แก้วสะอาด)

ขอเจริญพร



(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุมัติสัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร ท.ศ.ฉ.หญิง กฤษณา นิสิตปริญญาโท

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รัตมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขออนุมัติจากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ท.ศ.ฉ.หญิง

(กฤษณา นิสิตปริญญาโท)

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์สัมภาษณ์เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร ศ.พ.ท. พระประสิทธิ์ พระนิพนธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฎ์ ธมฺมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อกคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร ศ.พ.ท. พระประสิทธิ์ พระนิพนธ์

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
 ๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
 โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๔๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๔๐๓๔
 www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
 เจริญพร น.ส. นฤทัย นนทรัตน์
 สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี (รัชมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำราจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขออนุญาตเผยแพร่จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพามาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร *นางสาว ศิริณี ใสจ้อย*

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งขออนุญาตเผยแพร่จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพามาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
 ๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
 โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
 www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์สัมภาษณ์เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร **นางสาว เนลี ลีลลิวัง**

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฎ์ ธมฺมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำราจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

เนลี ลีลลิวัง

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
 ๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
 โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
 www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร นายศท รุณพร รุ่งเรือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมฺมรสี (รศม) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธ
 ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาลัทธิ มหาวชิรยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัย
 เรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทรก้นดาร์ : โรงเรียนตำรวจ
 ตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขอ
 ความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะ
 เป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาลัทธิ มหาวชิรยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
 ราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อ
 ทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการพัฒนาลัทธิ

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัมภาษณ์เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร น.ก. นวเข้ม ๓๐๖ นาฬิกา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รัศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตพุทธกันดาร : โรงเรียนตำราจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งขออนุญาตเผยแพร่จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

น.ก. นวเข้ม ๓๐๖ นาฬิกา

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสนศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร

กัมพูชา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี (รัศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านบิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขออนุญาตเผยแพร่จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพรมหาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

กัมพูชา

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
เจริญพร ด.ช. ชัยชาติ
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมฺมรสี (รัตน) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๓๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านบิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ จึงขออนุญาตเผยแพร่จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพามาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ด.ช. ชัยชาติ

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ที่ ศธ ๖๑๐๕.๔/ว ๖๒



มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
 ๗๙ หมู่ ๑ ตำบลลำไทร อำเภอน้อย
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๑๗๐
 โทรศัพท์ ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๐๐-๕ โทรสาร ๐ ๓๕๒๔ ๘๐๓๔
 www.mcu.ac.th

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สัณนิษฐานเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เจริญพร ดร. ๖๑๖๕๔ -

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัณนิษฐานที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย พระวิศิษฐ์ ธมมรสี (รศมี) รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๐๑๒๐๔๐๕๖ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรพุทธ
 ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัย
 เรื่อง “ปัญหาและอุปสรรคในการบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนในเขตทุรกันดาร : โรงเรียนตำรา
 ตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดังกล่าว

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากท่านโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งขอ
 ความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นิสิตดำเนินการสัมภาษณ์ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะ
 เป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

โครงการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ
 ราชวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อ
 ทางวิชาการมา ณ โอกาสนี้

จึงเจริญพามาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ดร. ๖๑๖๕๔

ขอเจริญพร

(พระสุธีรัตนบัณฑิต, ดร.)

ผู้อำนวยการหลักสูตรพุทธศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาสังคม

ภาคผนวก จ.

ภาพถ่ายในการสัมภาษณ์เชิงลึก กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ



ภาพที่ ๑

สัมภาษณ์ นายชวโรจน์ สว่างโลก เลขาธิการมูลนิธิร่มเกล้าฯ



ภาพที่ ๒

สัมภาษณ์ จ.ส.ต. พรประสิทธิ์ พรพิบูลย์ ครูตำรวจตระเวนชายแดน



ภาพที่ ๓

สัมภาษณ์ น.ส. บัวเย็น ทองผาผึ้งงาม เจ้าหน้าที่ประจำโครงการสุขศาลาฯ



ภาพที่ ๔

สัมภาษณ์ ด.ต.หญิง ปวรพรรณ คำจำปา ครูตำรวจตระเวนชายแดน



ภาพที่ ๕
สัมภาษณ์ น.ส. หฤทัย พนารักษ์ ครูอัตราจ้าง



ภาพที่ ๖
สัมภาษณ์ นายวีระศักดิ์ บุตรพุ่ม สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ประจำเขต ๙



ภาพที่ ๗
สัมภาษณ์ น.ส. ชฎาพร ช่อผูก ครูอัตราจ้าง



ภาพที่ ๘
สัมภาษณ์ น.ส. ศิรินาท ใจวุฒิ ครูอัตราจ้าง



ภาพที่ ๙

สัมภาษณ์ จ.ส.อ.หญิง กฤษณา ประจงศิลป์ ครูตำราวจตระเวนชายแดน



ภาพที่ ๑๐

สัมภาษณ์ น.ส. เนจี จิตสำเริง ครูอัตราจ้าง



ภาพที่ ๑๑

สัมภาษณ์ เด็กนักเรียน โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านปิล็อคคี

ประวัติผู้วิจัย



- ชื่อ-นามสกุล : พระวิศิษฐ์ ธรรมรสี (รัศมี)
- วัน เดือน ปี ที่เกิด : ๑๙ มิถุนายน ๒๕๒๕
- สถานที่เกิด : โรงพยาบาลหัวหิน 30/2 ถนนเพชรเกษม ตำบลหัวหิน อำเภอหัวหิน
จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ 77110
- ประวัติการศึกษา : พ.ศ. ๒๕๔๓ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา ช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนอาชีวะ
ดอนบอสโก 108 หมู่ 3 ตำบลหนองอ้อ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. ๒๕๔๗ ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ประสบการณ์การทำงาน: พ.ศ. ๒๕๕๔ - พ.ศ. ๒๕๕๖ Site Engineer
BCEG THAI INTERNATIONAL CO., LTD.
พ.ศ. ๒๕๕๐ - พ.ศ. ๒๕๕๓ Test Engineer
Cal-Comp Electronic (Thailand) Co., Ltd.
พ.ศ. ๒๕๔๘ - พ.ศ. ๒๕๔๙ M&E Engineer
Integral Engineering Consultant Co., Ltd.
พ.ศ. ๒๕๔๕ - พ.ศ. ๒๕๔๘ M&E Engineer
Benchmark Projects Company Limited.
พ.ศ. ๒๕๔๓ - พ.ศ. ๒๕๔๔ M&E Engineer
Team System Engineering co., Ltd.
- สถานที่ทำงานปัจจุบัน : -
- Email : Bestt431@gmail.com
- โทรศัพท์มือถือ : ๐๙๑ - ๗๖๕๙๖๑๙
- อุปสมบท : ๑๓ พฤษภาคม ๒๕๕๗ วัดท่าขนุน ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ
- สังกัด : วัดท่าขนุน ๒๓๕ หมู่ที่ ๑ ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ๗๑๑๘๐
- ปีที่เข้าศึกษา : พ.ศ. ๒๕๕๙
- ปีที่สำเร็จการศึกษา :
- ที่อยู่ปัจจุบัน : วัดท่าขนุน ๒๓๕ หมู่ที่ ๑ ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ๗๑๑๘๐