

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของการประเมิน

พลังงานหลักที่มนุษย์ใช้เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันคือ พลังงานปิโตรเลียม โดยเฉพาะพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำมันเป็นจำนวนมาก แต่ปริมาณน้ำมันมีจำนวนจำกัดทำให้ราคาน้ำมันดิบสูงขึ้นมาก และคาดการณ์ว่าอาจจะทะลุเลยบาร์เรลละ 100 เหรียญสหรัฐอเมริกาได้ นอกจากนี้ปริมาณการใช้จะไม่เกิน 40 ปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกระตุ้นการคิดค้น พัฒนารูปแบบของพลังงานเชื้อเพลิงต่างๆ ขึ้นมาทดแทน โดยเฉพาะเชื้อเพลิงทดแทนซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีการนำทดแทนใช้เป็นเชื้อเพลิงจากก๊าซชีวภาพ (Bioglass Fuel) น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ น้ำมันไบโอดีเซล จากตัวเลขสถิติจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงอุตสาหกรรม ประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันดีเซลถึง 28,201 ล้านลิตร ดังนั้นเราสามารถส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้น้ำมันพืชในการผลิตไบโอดีเซลแล้ว จะมีผลต่อการรักษาเงินตราของประเทศ สร้างความมั่นคงและสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศ ช่วยสร้างตลาดที่มั่นคงให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วยนอกจากนี้การนำเอาพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน เป็นพลังงานจากแสงอาทิตย์, น้ำ, ลม จะช่วยป้องกันการเกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจะเป็นแนวทางในการบรรณรงค์ช่วยกันรักษาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

ตามที่โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้บริการทางวิชาการเป็นเวลาต่อเนื่อง พบว่า ปัญหาของชุมชนท้องถิ่นในการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ และการสูญเสียพลังงานโดยใช่เหตุ ดังนั้นโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า จึงได้จัดโครงการ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น” ให้แก่ชุมชนท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็งและมีคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และสิ่งสำคัญจะต้องมีความรู้ทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยีด้านไฟฟ้าและพลังงานทดแทน และสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภายนอกกับชุมชน เพื่อเสริมสร้างภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่ด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ให้อยู่คู่ชุมชนและยั่งยืน

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนสู่ชุมชนท้องถิ่น
2. เพื่อสร้างเครือข่ายและจัดตั้งศูนย์บริการวิชาการทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนสู่ชุมชนท้องถิ่น

3. เพื่อให้ นักศึกษามีส่วนร่วมในการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปช่วยเหลือชุมชนท้องถิ่นทางด้าน เทคโนโลยี ไฟฟ้าและพลังงานทดแทน และมีจิตอาสาในการให้บริการแก่สังคม
4. มีการติดตามรายงานประเมินผลการส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนสู่ชุมชนท้องถิ่น

### วัตถุประสงค์ของการประเมิน

1. เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับผู้เข้าร่วมรับการอบรม
2. ประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรมบริการวิชาการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น
3. เพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการบริการวิชาการในครั้งต่อไป

### ขอบเขตของการประเมิน

การประเมินโครงการครั้งนี้ใช้รูปแบบการประเมินโดยการปฏิบัติและตอบแบบสอบถามในประเด็นความรู้ความเข้าใจการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น และนำไปประยุกต์ใช้กับครัวเรือน ชุมชนท้องถิ่น หรือประกอบอาชีพของตนเองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมของผู้เข้าร่วมรับการอบรม ความรู้อย่างถูกต้องเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่นของผู้เข้าร่วมรับการอบรม, ประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรมบริการวิชาการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น และเพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการบริการวิชาการในครั้งต่อไป โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมรับการอบรมซึ่งประกอบไปด้วยบุคลากรองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น และประชาชนที่สนใจในตำบลแม่ลาด จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน ดำเนินการประเมินระหว่างวันที่ 2-3 กรกฎาคม พ.ศ. 2558

### นิยามศัพท์เฉพาะ

**การอบรมเชิงปฏิบัติการ** หมายถึง การอบรมเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับ วิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น

**การประยุกต์** หมายถึง การนำบางสิ่งมาใช้ประโยชน์ โดยปรับใช้อย่างเหมาะสมกับสถานะที่เฉพาะเจาะจง

**พลังงานไฟฟ้า** หมายถึง เป็นพลังงานที่เปลี่ยนมาจากพลังงานรูปอื่น ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่จากการเหนี่ยวนำของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำไฟฟ้า โดยอิเล็กตรอนเคลื่อนจากขั้วลบที่จ่ายอิเล็กตรอนไปสู่ขั้วบวกที่รับอิเล็กตรอน (ขั้วลบไปหาขั้วบวก) ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าเป็นกระแสสมมติเคลื่อนสวนทางกับอิเล็กตรอนจากขั้วบวกไปขั้วลบ

**พลังงานทดแทน** หรือ พลังงานทางเลือก คือพลังงานที่กำลังจะถูกนำมาใช้ทดแทนพลังงานแบบเดิม หรือเป็นพลังงานที่เป็นทางเลือกใหม่นอกเหนือจากที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

**เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์** เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เข้ารับการอบรมได้มีความรู้ความเข้าใจการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่นมากขึ้น
2. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ในครัวเรือน ชุมชนท้องถิ่น หรือการประกอบอาชีพของตนเองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3. ชุมชนหรือท้องถิ่นนั้นมีคุณภาพ มีความเข้มแข็งและมีคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และได้รับการพัฒนาในด้านพลังงานทดแทนเพิ่มมากขึ้น
4. ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจต่อการจัดอบรมบริการวิชาการเรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น
5. ได้แนวทางในการพัฒนาการบริการวิชาการในครั้งต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การประเมินโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น ผู้ประเมินได้ทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

1. จังหวัดกำแพงเพชร
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาชุมชน
3. แนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาชุมชน
4. แนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. จังหวัดกำแพงเพชร

จังหวัดกำแพงเพชรแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองกำแพงเพชร อำเภอไทรงาม อำเภอคลองลาน อำเภอขาณุวรลักษบุรี อำเภอคลองขลุง อำเภอพรานกระต่าย อำเภอลานกระบือ อำเภอทรายทองวัฒนา อำเภอปางศิลาทอง อำเภอกิ่งผึ้งสามัคคี อำเภอกิ่งโกสัมพีนคร โดยในอำเภอเมืองมีการแบ่งเขตการปกครองโดยมีตำบลแม่ลาด เป็นส่วนหนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนประชากรใน ตำบลแม่ลาด จำนวนหลังคาเรือน : 1,072 หลังคาเรือน

จำนวนประชากร : 3,121 คน	จำนวนผู้สูงอายุ : 631 คน
จำนวนเด็กแรกเกิด ถึง 6 ปี : 247 คน	จำนวนผู้สูงอายุ ที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง : 101 คน
จำนวนสตรีตั้งครรภ์ : 22 คน	จำนวนผู้สูงอายุ ที่ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ : 5 คน
จำนวนสตรีอายุ 35 ปี ขึ้นไป : 1,063 คน	จำนวนผู้พิการ : 103 คน

#### 2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาชุมชน

ความหมายของการพัฒนาชุมชนต้นแสน(Dunham, 1985, p. 3 อ้างถึงในวัณน ศิริไพบูลย์, 2549) กล่าวว่า “การพัฒนาชุมชน คือ การร่วมกำลังดำเนินการปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนให้ชุมชนมีความเป็นปึกแผ่นและดำเนินงานไปในแนวทางที่ตนต้องการ การทำงานพัฒนาชุมชนในขั้นแรกจะต้องอาศัยความร่วมมือกำลังของราษฎรในชุมชนนั้นในการช่วยตัวเองและร่วมมือกันดำเนินงานแต่ก็จะได้รับความช่วยเหลือ ทางด้านวิชาการดวยจากหน่วยราชการหรือองค์การอาสาสมัครอื่นองค์การบริหารวิเทศกิจ (ICA) ของสหรัฐอเมริกา หรือ AID ในปัจจุบันได้ให้คำจำกัดความไว้ ดังนี้ “การพัฒนาชุมชนเป็นกรรมวิธี(Process) แห่งการกระทำทางสังคมซึ่งราษฎรในชุมชนนั้นๆรวมกันจัดวางแผนและลงมือปฏิบัติการตามแผนเอง แผนดังกล่าวจะกำหนดวากุลมของตนเองและแต่ละบุคคลมีความต้องการอย่างไร และมีปัญหาารวมกันอะไรบางแล้วจัดทำแผนการของกลุ่มและของแต่ละกลุ่มเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการและสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้น โดยพยายามใช้ทรัพยากร

ที่มีอยู่ในชุมชนนั้นใหม่มากที่สุดและถ้าจำเป็นอาจจะขอความช่วยเหลือทั้งด้านบริการและวัสดุจาก องค์กรรัฐบาลและมีใจของรัฐบาลได้”

ที่ประชุมผู้เชี่ยวชาญ ณ มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ เมื่อ พ.ศ. 2491 ได้ให้ความหมายของ“การพัฒนาชุมชน” ไว้ว่า “การพัฒนาชุมชนเป็นขบวนการ(Movement) ที่มุ่งส่งเสริมความเป็นอยู่ของประชาชนให้ดีขึ้นโดยการร่วมมืออย่างจริงจังของประชาชนและควรจะเป็นความคิดริเริ่มของประชาชนเองด้วยกันแต่ถ้าประชาชนไม่รู้จักริเริ่มก็ให้ใช้เทคนิคกระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่มขึ้นทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการนี้ได้รับการตอบสนองจากประชาชนด้วยความกระตือรือร้นอย่างจริงจัง”

สวนคำนิยาม“การพัฒนาชุมชน” ซึ่งองค์การสหประชาชาติยึดถือเป็นมาตรฐานอยู่มี ดังนี้คือ “การพัฒนาชุมชนเป็นขบวนการซึ่งดำเนินไปด้วยความร่วมมือกำลังของราษฎรเองกับเจ้าหน้าที่รัฐบาลเพื่อปรับปรุงสภาพทางเศรษฐกิจสังคมและวัฒนธรรมชุมชนนั้นๆ ให้เจริญยิ่งขึ้นและผสมผสานชุมชนเหล่านั้นเขาเป็นชีวิตของชาติและเพื่อราษฎรสามารถอุทิศตนเองเพื่อความก้าวหน้าของประเทศชาติได้อย่างเต็มที่”

พัฒนา บุญยรัตพันธุ์ , 2515 (อ้างใน วัฒน ศี ริไพบูลย์, 2549) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาชุมชนไว้ดังนี้คือ“การพัฒนาชุมชน หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่รัฐบาลนำมาใช้เพื่อเป็นการกระตุ้นเตือนย่วย และส่งเสริมประชาชนให้เกิดความคิดริเริ่มขึ้นและเขาร่วมมือในการปรับปรุงความเป็นอยู่ของตนเองและส่งเสริมท้องถิ่นให้เจริญก้าวหน้าทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย”

สรุปได้ว่าการร่วมมือกันในการดำเนินการปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนให้ชุมชนมีความเป็นปึกแผ่นและดำเนินงานไปในแนวทางเดียวกัน ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมชุมชน แนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาชุมชน

### 3.แนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาชุมชน

แนวคิดพื้นฐานของการพัฒนาชุมชน จีรพรรณ กาญจนจิตตรา(วัฒน ศี ริไพบูลย์, 2549) กล่าวว่าการพัฒนาชุมชนมีแนวคิดมูลฐานอยู่ 3 ประการ คือ

1. การช่วยเหลือตนเองและการช่วยเหลือเพื่อให้สามารถช่วยตนเองได้(Self - Help and Self - Help) ประชาชนในท้องถิ่นจะต้องช่วยตัวเองในรูปของแรงงาน วัสดุ และทรัพย์สินเพื่อพัฒนาท้องถิ่นของตน หากเกินความสามารถรัฐบาลจึงจะให้การสนับสนุนตามควบการช่วยเหลือตัวเอง หมายถึง ราษฎรสามารถเขาร่วมปฏิบัติงานที่ เป็นประโยชน์ต่อชุมชนสามารถ เขาแก้ไขข้อขัดข้องของสวนรวมของชุมชน ฉะนั้นจึงเป็นการระดมสรรพกำลังทั้งปวงของชุมชนไม่ว่าจะเป็นกำลังคน หรือทรัพยากรธรรมชาติเขาสู่การปฏิบัติงานอย่างไรก็ตามสรรพกำลังดังกล่าวนี้ อาจมีข้อจำกัดอยู่บางประการด้านคุณวุฒิประสบการณ์ ความสามารถและกำลังงบประมาณ เป็นต้น ความช่วยเหลือจากภายนอกจึงยังมีความจำเป็นที่ จะเข้ามาแกสถานการณ์ในระยะนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ว่าจะช่วยเหลือให้ราษฎรสามารถช่วยเหลือตัวเองไปตลอดรอดฝั่ง

2. การพัฒนาชุมชนเป็นการพัฒนาแบบเบ็ดเสร็จ (Holistic Program) มีความหมายว่าปญหาชุมชนหรือของประเทศไม่อาจแก้ไขได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น แต่จะต้องเป็นการประสานปฏิบัติของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเป็นการ

ประสานงานของวิธีการหลายวิธีการและหลายด้านหากเราศึกษาปัญหาของชุมชนอย่างละเอียดจะพบว่าปัญหาของชุมชนนั้นมีต้นตอเกิดจากแหล่งต่างๆหรือมีสาเหตุหลายประการฉะนั้นจึงต้องดำเนินการด้วยวิธีต่างๆ ด้านต่างๆ พรอมกันไป เช่น การยกระดับการครองชีพของชาวบ้านจะต้องมีการพัฒนาทางด้านทักษะ การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดย่อย การวางแผนครอบครัวและอื่นๆ เป็นต้น การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาของชุมชนจึงต้องหยิบยกปัญหาของชุมชนมาพิจารณาอย่างละเอียดและต้องระลึกรวาทปัญหาหนึ่ง จะเกี่ยวพันหรือกระทบกระเทือนไปอีกปัญหาอื่นหรือหลายปัญหาอยู่เสมอ ฉะนั้นโครงการที่จะต่อสู้กับปัญหาจึงถูกกำหนดให้สามารถเผชิญหน้ากับปัญหาต่างๆ ได้หลายปัญหา หรือปัญหาหนึ่งอาจจะต้องมีโครงการเขาต่อสู้หลายโครงการ

3. การพัฒนาชุมชนเป็นการดำเนินงานที่เริ่มจากท้องถิ่นชนบท โดยมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศ(The Mainstream of National Development) วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศมิได้ หมายความว่า นโยบายชาติ เป็นผู้กำหนดนโยบายท้องถิ่นแต่มีความหมายว่ากิจกรรมในท้องถิ่นจะได้รับการสนับสนุนให้เป็นกำลังสำคัญในการสนับสนุนค้ำจุนนโยบายชาติ การสนับสนุนที่ได้รับนี้ ก็คือการสนับสนุนจากรัฐบาลในด้านวัสดุกำลังคน ฉะนั้นการดำเนินงานของท้องถิ่นใดเป็นไปโดยเอกเทศปราศจากเป้าหมายที่สอดคล้องกับนโยบายย่อมจะไม่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐเท่าที่ควร

#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทน

##### ประวัติความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์

ปรากฏการณ์ของโฟโตโวลตาอิกถูกแสดงให้เห็นถึงการทดลองเป็นครั้งแรกโดยนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสชื่อ A.E. Becquerel ในปี 1839 ตอนอายุ 19 เขาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการของพ่อของเขา เขาได้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์เป็นครั้งแรกของโลก ต่อมา Willoughby Smith ได้อธิบาย"ผลของแสงบนซีลีเนียมระหว่างเดินทางของกระแสไฟฟ้า"เป็นครั้งแรกในบทความชิ้นหนึ่งที่ได้รับการตีพิมพ์ในฉบับ 20 กุมภาพันธ์ 1873 เรื่องธรรมชาติ อย่างไรก็ตามมันไม่มีอะไรเกิดขึ้นจนกระทั่งปี 1883 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำด้วย solid state ได้ถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Charles Fritts ผู้เคลือบสารกึ่งตัวนำซีลีเนียมด้วยชั้นที่บางมากๆของทองเพื่อทำให้เป็นทางเชื่อม(อังกฤษ: junction) อุปกรณ์นี้มีประสิทธิภาพประมาณ 1% เท่านั้น ในปี 1888 นักฟิสิกส์ชาวรัสเซียชื่อ Aleksandr Stoletov สร้างเซลล์แรกที่อยู่บนพื้นฐานของปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิกด้านนอกที่ถูกค้นพบโดย Heinrich Hertz ก่อนหน้านั้นในปี 1887

Albert Einstein ได้อธิบายกลไกพื้นฐานของตัวกระตุ้นผู้ขนส่งที่ส่งเสริมด้วยแสง หรือผลของโฟโตโวลตาอิก ในปี 1905 ที่ทำให้เขาได้รับรางวัลโนเบลในสาขาฟิสิกส์ในปี 1921 ต่อมา Russell Ohl จดสิทธิบัตรเซลล์แสงอาทิตย์ทำด้วยเซมิคอนดักเตอร์ทางเชื่อมในปี 1946 ซึ่งถูกค้นพบในขณะที่เขากำลังทำงานในหลายชุดของความก้าวหน้าที่จะนำไปสู่ทรานซิสเตอร์

เซลล์แสงอาทิตย์ในทางปฏิบัติตัวแรกได้รับการพัฒนาในปี 1954 ที่ Bell Laboratories โดย Daryl Chapin, Calvin Souther Fuller และ Gerald Pearson พวกเขาใช้ซิลิกอนจุดเชื่อม p-n แบบกระจายที่ทำงานที่ประสิทธิภาพได้ถึง 6% เมื่อเทียบกับเซลล์ซีลีเนียมที่พบว่ามีแนวโน้มที่จะไปถึง 0.5% นาย Les Hoffman ซึ่งเป็นซีอีโอ ของบริษัท ฮอฟแมน อิเล็กทรอนิกส์ได้ให้แผนกเซมิคอนดัก

เตอร์ของเขาบุกเบิกการผลิตและการผลิตแบบจำนวนมากของเซลล์แสงอาทิตย์. จาก 1954 ถึง 1960 ฮอฟแมนได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จาก 2% ให้เป็น 14%. ในตอนแรกเซลล์พวกนั้นถูกพัฒนา สำหรับของเล่นและการทำงานเล็กๆน้อยๆอื่นๆ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีต้นทุนที่สูงมาก ในแง่การเปรียบเทียบ เซลล์ที่ผลิต 1 วัตต์ของพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงแดดที่สดใสเสียค่าใช้จ่าย ประมาณ \$250 เปรียบเทียบกับ \$2 ถึง \$3 ต่อวัตต์ไฟฟ้าจากโรงงานถ่านหิน

อาจจะเป็นเพราะความสำเร็จที่ทำได้โดยฮอฟแมนอิเล็กทรอนิกส์ เซลล์แสงอาทิตย์ถูกนำออกจากความลับสนโดยข้อเสนอแนะให้นำพวกมันไปใช้กับดาวเทียม Vanguard I ที่เปิดตัวใน ปี 1958 ในแผนเดิมดาวเทียมจะได้รับพลังงานจากแบตเตอรี่เท่านั้น และเป็นไปตามแผนในช่วงเวลาสั้นๆก่อนที่แผนนี้จะถูกพับลงไป โดยการเพิ่มเซลล์ที่ด้านนอกของตัวยาน เวลาสำหรับภารกิจอาจจะถูกขยายออกไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญกับตัวยานอวกาศหรือระบบพลังงานของมัน ในปี 1959 ประเทศสหรัฐอเมริกาส่งยาน Explorer 6. มันใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่คล้ายกับปีก ซึ่งกลายเป็นคุณสมบัติทั่วไปในดาวเทียมในอนาคต อาร์เรย์เหล่านี้ประกอบด้วย 9600 ชุดของเซลล์แสงอาทิตย์ของฮอฟแมน มีความสงสัยในทางลบบางอย่างในตอนแรก แต่ในทางปฏิบัติ เซลล์พิสูจน์แล้วว่าเป็นความสำเร็จอย่างมาก และเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับการออกแบบ อย่างรวดเร็วในดาวเทียมใหม่ๆ ที่โดดเด่นก็คือที่เทลสตาร์ของเบลล์

การปรับปรุงเป็นไปอย่างเชื่องช้าในอีกสองทศวรรษต่อมา และการใช้งานอย่างแพร่หลายเป็นการใช้ในการใช้งานอวกาศเท่านั้น ในที่ซึ่งอัตราส่วนระหว่างพลังงานกับน้ำหนักของเซลล์เหล่านี้จะสูงกว่าเทคโนโลยีที่แข่งขันกันอยู่ใดๆ อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จนี้ยังเป็นเหตุผลสำหรับความคืบหน้าที่ช้าอีกด้วยเนื่องจากผู้ใช้ในอวกาศก็เต็มใจที่จะจ่ายเท่าไรก็ได้สำหรับเซลล์ที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ ไม่มีเหตุผลอะไรที่จะลงทุนในการแก้ปัญหาให้ต้นทุนต่ำลงถ้าจะเป็นการลดประสิทธิภาพ แทนที่จะทำอย่างนั้น ราคาของเซลล์จะถูกกำหนดอย่างมากโดยอุตสาหกรรมเคมีคอนดักเตอร์ เนื่องจากพวกเขาเข้าไปทำวงจรรวมในปี 1960 ได้นำไปสู่ความพร้อมของผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ในราคาที่ต่ำกว่า ในขณะที่ราคาของวงจรรวมลดลง ราคาของเซลล์ที่เกิดขึ้นก็ลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลกระทบเหล่านี้ถูกจำกัดลงและในปี 1971 ต้นทุนของเซลล์ประมาณว่าได้ลดลงเหลือ \$100 ต่อวัตต์

### การประยุกต์ใช้

เซลล์แสงอาทิตย์มักจะมีการเชื่อมต่อและห่อหุ้มด้วยระบบไฟฟ้าเป็นโมดูล โมดูลนี้มักจะมีแผ่น กระจกด้านหน้า (หันหาดวงอาทิตย์) ช่วยให้แสงผ่านในขณะที่มันปกป้องเวเฟอร์เคมีคอนดักเตอร์จากรอยขีดข่วนและแรงกระทบอันเนื่องมาจากฝุ่นที่พัดมา กับลม, ฝน, ลูกเห็บ ฯลฯ เซลล์แสงอาทิตย์ยังมีการเชื่อมต่อแบบอนุกรมในโมดูลเพื่อผนวกแรงดันเข้าด้วยกัน แม้ว่าการเชื่อมต่อเซลล์แบบขนานจะให้กระแสที่สูงขึ้น แต่ก็มีปัญหาที่สำคัญมากเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ผลกระทบจากเงาสามารถทำให้แถว(ของหลายเซลล์ที่ต่ออนุกรม)ในแนวขนานที่อ่อนแอปิดตัวลดลง (สว่างน้อยกว่า) ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่สำคัญและยังทำลายแถวที่อ่อนแอนั้นด้วย อันเนื่องมาจากการให้ไบอัสกลับหลังที่มีมากเกินไปที่ใส่ให้กับเซลล์เงาจากพันธมิตรที่ส่องสว่าง สตรีงของเซลล์อนุกรมมักจะได้รับ การจัดการอย่างเป็นอิสระและไม่ได้ถูกเชื่อมต่อแบบขนาน ยกเว้นจะเป็นวงจรรวมพิเศษ แม้ว่าโมดูลสามารถถูกเชื่อมต่อระหว่างกันเพื่อสร้างอาร์เรย์ที่มี แรงดันไฟฟ้าที่ซีสูงที่สุดและกำลังการผลิตกระแส

โหนดที่ต้องการโดยใช้ MPPTs อิสระ (maximum power point trackers) ที่จะให้ทางออกที่ดีกว่า ในกรณีที่ไม่มีความจำเป็น shunt diodes สามารถนำมาใช้เพื่อลดการสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากการเกิดเงาในอาร์เรย์กับชุดเซลล์ที่ต่อกันอยู่แบบอนุกรม/ขนาน เพื่อให้ใช้พลังงานที่สร้างโดยแสงอาทิตย์ในทางปฏิบัติ ส่วนใหญ่กระแสไฟฟ้ามักจะป้อนเข้ากริดไฟฟ้าโดยใช้อินเวอร์เตอร์ (ระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ที่เชื่อมต่อเข้ากับกริด); ในระบบสแตนด์อะโลน, แบตเตอรี่จะถูกใช้ในการเก็บพลังงานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในตอนนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถใช้ในการให้กำลังไฟหรือชาร์จอุปกรณ์พกพา

### ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ตัวหนึ่งอาจถูกแยกออกเป็น ประสิทธิภาพการสะท้อน, ประสิทธิภาพทางอุณหพลศาสตร์, ประสิทธิภาพในการแยกตัวขนส่งประจุและประสิทธิภาพในการนำกระแส ประสิทธิภาพโดยรวมเป็นผลผลิตของประสิทธิภาพแต่ละตัวเหล่านี้

เซลล์แสงอาทิตย์มักจะมีเส้นโค้งประสิทธิภาพแรงดันไฟฟ้าไม่อิสระ, ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิและมุมเงา(อังกฤษ: shadow angle)

เนื่องจากความยากลำบากในการวัดพารามิเตอร์เหล่านี้โดยตรง พารามิเตอร์อื่นๆจึงถูกวัดแทนเช่น ประสิทธิภาพทางอุณหพลศาสตร์, ประสิทธิภาพทางควอนตัม, ประสิทธิภาพควอนตัมแบบบูรณาการ, อัตราส่วน VOC และปัจจัยการเติม. การสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนเป็นส่วนหนึ่งของ ประสิทธิภาพควอนตัมภายใต้ "ประสิทธิภาพควอนตัมภายนอก". ความเสียหายจากการรวมตัวกัน สร้างส่วนหนึ่งของประสิทธิภาพควอนตัม, อัตราส่วน VOC และปัจจัยการเติม การสูญเสียจากแรงต้านทานส่วนใหญ่มีการแบ่งประเภทภายใต้ปัจจัยเติม แต่ยังสร้างส่วนเล็กๆน้อยๆของประสิทธิภาพควอนตัม, อัตราส่วน VOC

ปัจจัยเติมถูกกำหนดเป็นอัตราส่วนของพลังงานสูงสุดที่ได้รับจริงกับผลผลิตของแรงดันไฟฟ้า วงจรเปิดและกระแสลัดวงจร สิ่งนี้เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์เชิงพาณิชย์จะมีปัจจัยเติม > 0.70. เซลล์เกรด B มีปัจจัยเติมปกติระหว่าง 0.4 ถึง 0.7. เซลล์ที่มีปัจจัยเติมที่สูงจะมีความต้านทานอนุกรมเทียบเท่าที่ต่ำและมีความต้านทาน shunt เทียบเท่าที่สูง ดังนั้นกระแสที่น้อยกว่าที่ถูกผลิตโดยเซลล์จะถูกกระจายไปในความสูญเสียภายใน

อุปกรณ์ซิลิกอนผลึก crystalline ทางเชื่อม p-n เดี่ยวตอนนี้จะเข้าใกล้ข้อจำกัดทางทฤษฎีของประสิทธิภาพทางพลังงานที่ 33.7 %, เป็นไปตามข้อสังเกตของขีดจำกัดของ Shockley-Queisser ในปี 1961. ในแบบสุดชั่ว ที่มีจำนวนอนันต์ของเลเยอร์ ข้อจำกัดที่สอดคล้องจะเป็น 86% โดยใช้แสงแดดเข้มข้น



## 5. เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### สีที่ดูดซับแสง

บทความหลัก: Dye-sensitized solar cells

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ไวต่อสี (DSSC) ทำจากวัสดุราคาถูกลงและไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อนในการผลิต ดังนั้นมันจึงสามารถที่จะทำในรูปแบบ DIY ได้ อาจจะอนุญาตให้ผู้เล่นในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้ได้มากกว่าประเภทอื่นๆ ในการผลิตเป็นจำนวนมาก มันควรจะมีความถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญหรือแพงน้อยกว่าการออกแบบเซลล์โซลิดสเตตแบบเก่า DSSC สามารถออกแบบให้เป็นแผ่นยืดหยุ่น และถึงแม้จะมีประสิทธิภาพการแปลงน้อยกว่าเซลล์ฟิล์มบางที่ดีที่สุดก็ตาม อัตราส่วนราคา/ประสิทธิภาพของมันควรจะสูงพอที่จะช่วยให้พวกมันสามารถแข่งขันกับการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยปกติ สีย้อม metalorganic รูทีเนียม (Ru ศูนย์กลาง) ถูกใช้เป็น monolayer ของวัสดุที่ดูดซับแสง เซลล์แสงอาทิตย์ที่ไวต่อสีขึ้นอยู่กับชั้น mesoporous ของ อนุภาคนาโน ไทเทเนียมไดออกไซด์ เพื่อขยายพื้นที่ผิวอย่างมาก (200-300 m<sup>2</sup>/g TiO<sub>2</sub> เมื่อเทียบกับประมาณ 10 m<sup>2</sup>/g ของผลึกเดี่ยวแบน) อิเล็กตรอนที่ถูกสร้างขึ้นจากแสงจากสีย้อมดูดซับแสงถูกส่งต่อไปยัง TiO<sub>2</sub> n-type และโฮลจะถูกดูดซับโดยอิเล็กโทรไลต์ในอีกด้านหนึ่งของสีย้อม วงจรจะสมบูรณ์โดยคูรีดอกซีในอิเล็กโทรไลต์ซึ่งอาจจะเป็นของเหลวหรือของแข็งก็ได้ เซลล์ชนิดนี้จะช่วยให้การใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้นและโดยทั่วไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตโดยการพิมพ์หน้าจอ หรือการใช้หัวฉีดอัลตราโซนิก ด้วยศักยภาพสำหรับค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ต่ำกว่าที่ใช้สำหรับผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมาก อย่างไรก็ตาม สีในเซลล์เหล่านี้ยังประสบความลำบากจากการย่อยสลายภายใต้ความร้อนและแสง UV และการทำกลองใส่เซลล์ถือเป็นเรื่องยากในการปิดผนึกเนื่องจากตัวทำละลายที่ใช้ในการประกอบ ทั้งๆที่เป็นดังกล่าวข้างต้น สิ่งนี้เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นิยมกับบางผลกระทบเชิงพาณิชย์ที่คาดการณ์ภายในทศวรรษนี้ การจัดส่งเชิงพาณิชย์ครั้งแรก ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ DSSC ได้เกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม ปี 2009 จากนวัตกรรม G24i

### เซลล์แสงอาทิตย์จุดควอนตัม (QDSCs)

บทความหลัก: Quantum dot solar cell

เซลล์แสงอาทิตย์จุดควอนตัม (QDSCs) จะขึ้นอยู่กับเซลล์ Grätzel หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ไวต่อสี มีสถาปัตยกรรมแต่ใช้อนุภาคนาโนเซมิคอนดักเตอร์ที่มีช่องว่างแถบต่ำ ประดิษฐ์ด้วยผลึกขนาดเล็กที่พวกมันสร้างรูปแบบเป็นจุดควอนตัม (เช่น CdS, CdSe, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, PbS, ฯลฯ) แทนที่จะใช้สีย้อมอินทรีย์หรือสี organometallic เป็นตัวซึมซับแสง จุดควอนตัม (QDs) ได้ดึงดูดความสนใจมากเพราะคุณสมบัติที่ไม่เหมือนใคร การ quantization ขนาดของมันช่วยให้ช่องว่างแถบ ที่ได้รับการปรับจูนโดยเพียงแค่เปลี่ยนขนาดของอนุภาค มันยังมีค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียที่สูงและได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการผลิตหลาย exciton

ใน QDSC ชั้น mesoporous ของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์สร้างรูปเป็นกระดุกสันหลัง ของเซลล์ เหมือนใน DSSC มาก แล้วชั้น TiO<sub>2</sub> นี้จะสามารถถูกทำเป็น photoactive โดยการเคลือบด้วยจุดควอนตัมของสารกึ่งตัวนำที่ใช้การสะสมแบบออบสารเคมี, การสะสมแบบ electrophoretic หรือการดูดซับชั้นอ้อนที่ต่อเนื่องและการทำปฏิกิริยา แล้ววงจรไฟฟ้าจะสมบูรณ์

ผ่านการใช้ครีตอกซ์ที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ประสิทธิภาพของ QDSCs ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยประสิทธิภาพมากกว่า 5% แสดงให้เห็นทั้งทางเชื่อมของเหลว และเซลล์สถานะของแข็ง ในความพยายามที่จะลดต้นทุนการผลิตของอุปกรณ์เหล่านี้, กลุ่มวิจัย Prashant Kamat เมื่อเร็วๆ นี้ แสดงให้เห็นถึงสีแสงอาทิตย์ที่ทำด้วย TiO<sub>2</sub> และ CdSe ที่สามารถนำไปใช้โดยการใช่วิธีการขั้นตอนเดียวโดยใช้กับพื้นผิวตัวนำ ไตๆ และได้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพกว่า 1%

### เซลล์แสงอาทิตย์อินทรีย์/โพลิเมอร์

บทความหลัก : Organic solar cell and Polymer solar cell

เซลล์แสงอาทิตย์อินทรีย์เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ ซึ่งอาจจะมีสัญญาณของการลดราคาอย่างมาก เซลล์เหล่านี้สามารถถูกผลิตจากสารละลายของเหลว จึงเป็นไปได้ของกระบวนการพิมพ์ม้วนต่อม้วนที่ง่าย มีศักยภาพที่นำไปสู่การผลิตขนาดใหญ่ที่ราคาไม่แพง นอกจากนี้ เซลล์เหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการใช้งานบางอย่างที่ความยืดหยุ่นทางกลไกและสามารถทิ้งได้มีความสำคัญ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของเซลล์ในปัจจุบันมีต่ำมากและอุปกรณ์ในทางปฏิบัติยังไม่มีอยู่จริง

เซลล์แสงอาทิตย์อินทรีย์และเซลล์แสงอาทิตย์โพลิเมอร์ถูกสร้างขึ้นจากฟิล์มบาง (ปกติ 100 นาโนเมตร) ของสารกึ่งตัวนำอินทรีย์รวมทั้งโพลิเมอร์ เช่น polyphenylene vinylene และสาร โมเลกุลขนาดเล็ก เช่น copper phthalocyanine (เม็ดสีอินทรีย์สีฟ้าหรือสีเขียว) และ คาร์บอน ฟูลเลอร์ และอนุพันธ์ fullerene เช่น PCBM การแปลงพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่ประสบความสำเร็จในวันนี้จะใช้โพลิเมอร์ที่นำไฟฟ้าต่ำมากเมื่อเทียบกับวัสดุอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงที่ผ่านมาได้นำไปสู่ NREL (ห้องปฏิบัติการพลังงานทดแทนแห่งชาติ) ที่ประสิทธิภาพ ได้รับการรับรองที่ 8.3% สำหรับ Konarka Power Plastic และเซลล์ แทนเดมอินทรีย์ในปี 2012 ได้ถึง 11.1%

พื้นที่ที่ใช้งานของอุปกรณ์อินทรีย์ประกอบด้วยสองวัสดุ วัสดุหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้บริจาคอิเล็กตรอนและอีกตัวเป็นผู้รับ เมื่อโฟตอนถูกแปลงเป็นคู่อิเล็กตรอนกับโฮล (เช่นในวัสดุผู้บริจาค), ที่แตกต่างจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่นส่วนใหญ่, ประจุทั้งหลายมีแนวโน้มที่จะยังคง ผูกพันในรูปแบบของ exciton และถูกแยกออกจากกัน เมื่อ exciton กระจายไปยังอินเตอร์เฟซของผู้บริจาค-ผู้รับ ความยาวการแพร่ exciton ที่สั้นของระบบโพลิเมอร์ส่วนใหญ่มักจะจำกัด ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดังกล่าว อินเตอร์เฟซโครงสร้างนาโน บางครั้งอยู่ในรูปของกลุ่ม heterojunctions ที่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้

ในปี 2011 นักวิจัยที่ Massachusetts Institute of Technology และ มหาวิทยาลัยรัฐมิชิแกน ได้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์โปร่งใสตัวแรกที่มีประสิทธิภาพสูงที่มีประสิทธิภาพพลังงานใกล้เคียงกับ 2% ด้วยความโปร่งใสให้กับสายตาของคนมากกว่า 65% ประสิทธิภาพสำเร็จโดยการเลือก การดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตและส่วนใกล้อินฟราเรดของสเปกตรัมด้วยสารโมเลกุลขนาดเล็ก นักวิจัยที่ UCLA เมื่อเร็วๆ นี้ได้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำด้วยวัสดุเหมือนโพลิเมอร์ ต่อด้วยวิธีการเดียวกัน นั่นคือ 70% โปร่งใสและมีประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน 4% เร็ว ๆ นี้ ข้อจำกัดของประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์อินทรีย์ทั้งแบบทึบแสงและโปร่งใสได้ถูกระบุไว้เซลล์ที่มีความยืดหยุ่นและน้ำหนักเบาเหล่านี้สามารถผลิตได้ในจำนวนมากด้วยต้นทุนต่ำและสามารถนำมาใช้เพื่อสร้างหน้าต่างพลังงานไฟฟ้า

ในปี 2013 นักวิจัยประกาศเซลล์พอลิเมอร์ที่มีประสิทธิภาพราว 3% พวกเขาใช้วัสดุอินทรีย์พอลิเมอร์  
สีเหลืองประกอบตัวเองได้ที่จัดวางตัวเองลงในชั้นๆที่แตกต่างกัน งานวิจัยที่ตั้งเป้าไปที่  
P3HT-b-PFTBT ที่แยกออกเป็นหลายแถบ กว้างราว 16 นาโนเมตร

### บทที่ 3

## วิธีการประเมินโครงการ

การประเมินโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น ผู้ประเมินมีวิธีการประเมินผลโครงการ ดังต่อไปนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการประเมินครั้งนี้มีประชากรในตำบลแม่ลาด อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชรซึ่งในการประเมินจำนวนทั้งสิ้น 3,121 คน

กลุ่มตัวอย่างในการประเมินครั้งนี้คือผู้เข้ารับการอบรม ซึ่งในการประเมินจำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

การศึกษาครั้งนี้ ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ให้ผู้เข้ารับการอบรมเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรมบริการวิชาการเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น, เพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการบริการวิชาการในครั้งต่อไป ซึ่งแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นคำถามแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และเติมคำตอบในช่องว่าง จำนวน 4 ข้อ ประกอบไปด้วย อายุ, เพศ, รายได้ และการศึกษา

ตอนที่ 2 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้	4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้	3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้	2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

ตอนที่ 3 แบบสอบถามปลายเปิด เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสำรวจพฤติกรรมการเข้าอบรมของผู้เข้ารับการอบรมเพื่อตอบวัตถุประสงค์

การประเมินด้านความรู้ความเข้าใจการเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับ วิสาหกิจชุมชนท้องถิ่นและนำไปประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นของตนเองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมของผู้เข้าร่วมรับการอบรม

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้างของการจัดอบรม

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในส่วนของแบบสอบถามส่วนที่ 1 ได้ให้ผู้เข้าอบรมตอบแบบสอบถามหลังจากเข้ารับการอบรมในวันนั้น ณ องค์การบริหารส่วนตำบลแม่ลาด ตำบลคลองขลุง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยมีจำนวนแบบสอบถามทั้งสิ้น 30 ชุด

ในส่วนของแบบสำรวจพฤติกรรมการเข้าอบรมส่วนที่ 2 ผู้จัดการอบรมได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการสำรวจแต่ละบุคคล จะวัดได้ทั้ง 3 ข้อ คือ ความรู้ความเข้าใจ ความพึงพอใจและการนำความรู้ไปใช้

### เกณฑ์ในการประเมิน

ในการประเมินโครงการในครั้งนี้มีเกณฑ์การประเมิน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ในการประเมินโครงการ

วัตถุประสงค์ของการประเมิน	ตัวชี้วัด	การเก็บ	เกณฑ์ในการประเมิน
ความรู้ความเข้าใจการเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น	ผู้เข้าร่วมรับการอบรมสามารถนำเอานำความรู้ความเข้าใจที่ได้มาปฏิบัติใช้	ผู้จัดการอบรมสำรวจแต่ละบุคคล	ผู้เข้าอบรมสามารถใช้ความรู้ได้มาใช้ในครัวเรือน ชุมชนท้องถิ่นหรือการประกอบอาชีพได้จริง
ความพึงพอใจต่อโครงการที่จัดอบรม	ผลประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด	ผู้เข้าร่วมรับการอบรมตอบแบบสอบถาม	แบ่งเกณฑ์ความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ

การนำความรู้ไปใช้	ชุมชนท้องถิ่นมีความเข้มแข็งทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนสู่ชุมชนท้องถิ่น	ผู้จัดการอบรมสำรวจแต่ละบุคคล	ผู้เข้าอบรมสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาในชุมชนหรือการประกอบอาชีพของตนได้จริง
-------------------	---	------------------------------	---

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนบุคคลและความพึงพอใจ โดยใช้วิธีการประมวลผลค่าทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ประเมินเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล และตอบวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าความถี่ ร้อยละ
2. ข้อมูลความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. สำหรับข้อมูลที่เป็นคำถามปลายเปิด ได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหา Content Analysis

## บทที่ 4

### ผลการประเมินโครงการ

ในการจัดอบรมบริการวิชาการครั้งนี้ผู้ประเมินโครงการได้รวบรวมข้อมูลเป็น 2 ส่วน ซึ่งในส่วนที่ 1 นั้นผู้ประเมินโครงการได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการแจกแบบสอบถาม จำนวน 30 ชุด โดยแบ่งการประเมินเป็น

1. การประเมินโครงการด้านปัจจัยบุคคล
2. การประเมินโครงการด้านความพึงพอใจ
3. การประเมินโครงการด้านข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

และในส่วนที่ 2 ผู้ประเมินโครงการได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินจากการสำรวจพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมรับการอบรมเป็นรายบุคคล โดยมีแบบสำรวจพฤติกรรมจำนวน 30 ชุด โดยแบ่งการประเมินเป็น

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น หรือไม่ (ผู้เข้าร่วมรับการอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ได้จริง)
2. ความน่าสนใจของกิจกรรมการจัดอบรม (ผู้เข้าร่วมรับการอบรมให้ความร่วมมือในการจัดอบรมและอยู่จนสิ้นสุดกิจกรรม)

จากการรวบรวมข้อมูลการประเมินโครงการในส่วนที่ 1 จากการรวบรวมแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมรับการอบรมพบว่า

ด้านปัจจัยบุคคลนั้น บุคคลที่เข้าร่วมรับการอบรมนั้นเป็นเพศชาย ร้อยละ 60 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 40 อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 6.67 อายุระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 30 อายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 36.67 อายุระหว่าง 51-60 ปี ร้อยละ 23.33 และอายุ 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 3.33 ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** แจกแจงปัจจัยด้านบุคคล

ปัจจัยด้านบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
<b>เพศ</b>		
ชาย	18	60
หญิง	12	40

<b>อายุ</b>		
10-20	-	-
21-30	2	6.67
31-40	9	30
41-50	11	36.67
51-60	7	23.33
60 ขึ้นไป	1	3.33

การประเมินโครงการด้านความพึงพอใจ ผู้เข้าร่วมรับการอบรมประเมินความพึงพอใจในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ซึ่งส่วนที่ถูกประเมินได้น้อยนั้นเป็นในส่วนของด้านสิ่งอำนวยความสะดวก คือความเหมาะสมและพร้อมของสถานที่จัดโครงการ เนื่องด้วยการจัดอบรมนั้นเป็นเชิงปฏิบัติต้องมีการลงมือทำ ทำให้ต้องลงนั่งปฏิบัติการพื้น ซึ่งผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่เป็นบุคคลที่มีอายุ อีกทั้งการอบรมใช้เวลาจนถึง 2 วันจึงทำให้เป็นอุปสรรคในการจัดอบรมครั้งนี้ อีกทั้งเมื่อเป็นการขอยืมสถานที่ทำให้มีตัวแปรที่ควบคุมได้ยาก ซึ่งสถานที่จัดอบรมนั้นเป็นหอประชุมลักษณะเปิดทำให้โสตทัศนอุปกรณ์มีความพร้อมและเพียงพอต่อการใช้งานที่เตรียมไปใช้ไม่ได้ไม่เต็มศักยภาพ จึงส่งผลต่อการประเมินในประเด็นเหล่านี้ ซึ่งสามารถดูค่าค่าเฉลี่ยในประเด็นต่างๆได้จากตารางที่ 4.2

การประเมินโครงการด้านด้านข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พบว่าผู้เข้าร่วมรับการอบรมสนใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน จากแผงโซลาร์เซลล์ เพราะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการประกอบอาชีพได้ ซึ่งเหมาะสมพื้นที่ในตำบลไตรตรังซ์อีกด้วย

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยการประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		แปลผลระดับความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	S.D.	
<b>1. ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ</b>			
1.1 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ	4.60	0.03	มากที่สุด
1.2 การติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่	4.70	0.05	มากที่สุด
1.3 ช่วงเวลา/ระยะเวลาในการจัดโครงการ	4.61	0.15	มากที่สุด
1.4 การลงทะเบียน	4.63	0.04	มากที่สุด
1.5 ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดโครงการ	4.70	0.13	มากที่สุด
1.6 การควบคุมเวลาที่กำหนด	4.51	0.06	มากที่สุด
<b>2. ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ</b>			
2.1 การอำนวยความสะดวกของผู้ให้บริการ	4.51	0.03	มากที่สุด
2.2 ความรวดเร็วและคล่องตัวในการปฏิบัติงานของผู้ให้บริการ	4.53	0.02	มากที่สุด
2.3 ความเอาใจใส่และรับผิดชอบในการปฏิบัติงานของผู้ให้บริการ	4.50	0.06	มากที่สุด
2.4 กิริยามารยาทและการมีมนุษยสัมพันธ์	4.52	0.01	มากที่สุด
2.5 วิทยากรอธิบายได้ชัดเจน สื่อความหมายได้เหมาะสม	4.60	0.03	มากที่สุด
2.6 การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามหรือมีส่วนร่วม	4.50	0.04	มากที่สุด
<b>3. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก</b>			
3.1 ความสะดวกในการเดินทาง	4.58	0.11	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมและพร้อมของสถานที่จัดโครงการ	4.70	0.10	มากที่สุด



3.3 โสตทัศนูปกรณ์มีความพร้อมและเพียงพอต่อการใช้งาน	4.61	0.12	มาก
3.4 เอกสารประกอบ/วัสดุอุปกรณ์ มีเพียงพอต่อความต้องการ	4.76	0.01	มากที่สุด
3.5 เอกสารประกอบครอบคลุมเนื้อหาของโครงการ	4.58	0.11	มาก
3.6 ความเหมาะสม/เพียงพอของอาหาร/อาหารว่าง	4.50	0.04	มากที่สุด
<b>4. ด้านคุณภาพการให้บริการ</b>			
4.1 ประโยชน์และความรู้ที่ได้รับจากโครงการ	4.59	0.03	มากที่สุด
4.2 ความรู้ที่ได้รับก่อนเข้าร่วมโครงการ	4.40	0.05	มากที่สุด
4.3 ความรู้ที่ได้รับหลังเข้าร่วมโครงการ	4.65	0.01	มากที่สุด
4.4 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้	4.23	0.02	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>4.57</b>	<b>0.06</b>	<b>มากที่สุด</b>

## บทที่ 5

### สรุปผลการประเมิน อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ในการประเมินในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการประเมินคือ 1. เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจ การเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงานทดแทนกับ วิสาหกิจชุมชนท้องถิ่นและนำไป ประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นของตนเองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมของผู้เข้าร่วมรับการอบรม 2. ประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรมบริการวิชาการเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและ พลังงานทดแทนกับวิสาหกิจชุมชนท้องถิ่น และ 3. เพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินโครงการเพื่อเป็น แนวทางในการพัฒนาการบริการวิชาการในครั้งต่อไป รูปแบบที่ใช้ในการประเมินได้แก่แบบสอบถาม และแบบสำรวจโดยทำการประเมินในด้านปัจจัยบุคคล ความพึงพอใจและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการ ประเมินในครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เข้าร่วมรับการอบรม จำนวน 30 คน และทำการเก็บข้อมูล โดยผู้จัดอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน

#### สรุปผลการประเมินและอภิปรายผลโครงการ

จากการจัดอบรม ผู้เข้าร่วมการจัดอบรมมีความสนใจในเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไฟฟ้า และพลังงานทดแทน ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและซักถามเพื่อนำไป พัฒนาชุมชนหรือการประกอบอาชีพของตนมากขึ้น ซึ่งผู้เข้าร่วมรับการอบรมทุกคนให้ความร่วมมือ กับผู้จัดการอบรมของ โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เป็นอย่างดี สังเกตได้จาก ผู้เข้าร่วมรับการอบรมได้สอบถามและแนวทางการลงปฏิบัติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้จริง การจัดอบรมนั้นผู้เข้าร่วมรับการอบรมมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ และ ได้เสนอข้อคิดเห็นต่างๆเพื่อการพัฒนาครั้งต่อไป

#### ข้อเสนอแนะ

##### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินผลโครงการ

1. เสนอแนะให้มีการนำเสนอแนวทางแบบลงมือปฏิบัติลงพื้นที่จริง แบบเป็น ตัวอย่างเพื่อให้เห็นเป็นตัวอย่างแบบรูปธรรม
2. เสนอแนะให้มีการอบรมเกี่ยวกับเครื่องมือในการประกอบอาชีพมากขึ้นเพื่อให้ สอดคล้องกับกลุ่มชุมชนไตรตรังษ์

##### ข้อเสนอแนะในการประเมินผลโครงการครั้งต่อไป

1. ในการประเมินโครงการครั้งต่อไปควรสอบถามความต้องการของกลุ่มชุมชน เพื่อ ตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของชุมชน
2. ในการประเมินโครงการครั้งต่อไปควรจัดการอบรมแบบลงพื้นที่จริงพร้อมติดตั้ง เป็นแบบอย่างเพื่อสร้างจุดเด่นให้แก่ชุมชนนั้นๆ