การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

โดย

พลตรี ชัยมนตรี โพธิ์ทอง
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาระบบ
กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๕๙
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๙ – ๒๕๖๐

บทคัดย่อ

เรื่อง **การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก**

ลักษณะวิชา **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

ผู้วิจัย **พลตรี ชัยมนตรี โพธิ์ทอง** **หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๙**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบก และเพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบก โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ตั้งอยู่เลขที่ ๑๑๓ ถนนราชดำเนินนอก แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร และได้วิเคราะห์หน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการ พบว่า หน่วยงานชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ เป็นหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคง ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการของกองบัญชาการกองทัพ โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และใบเสร็จค่าไฟฟ้า เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Profile) ของบัญชาการกองทัพบก พบว่า มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ๑,๒๒๑.๘๐ กิโลวัตต์ ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน (Daily Load Profile) ของกองบัญชาการกองทัพบกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน ตั้งแต่ ๐๕.๐๐ น. – ๑๙.๑๕ น. ลักษณะการใช้งานสอดคล้องกับความเข้มแสงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Radiation) และมีลักษณะการใช้ไฟฟ้าประเภท ๔.๒ ซึ่งเป็นลักษณะการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานราชการและหน่วยงานภาครัฐ แบบ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive โดยใช้โปรแกรม Excel ให้สามารถทำงานอัตโนมัติโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive อ้างอิงการวิเคราะห์จากการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบอิสระ (Stand Alone) และ แบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected) จากนั้นทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมกับกองบัญชาการกองทัพบก พบว่าโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive สามารถนำไปใช้งานได้จริง และสามารถนำไปใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบกที่มีลักษณะการใช้ไฟฟ้าเช่นเดียวกับกองบัญชาการกองทัพบก ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อสายส่งและสามารถเก็บสะสมพลังงานได้ โปรแกรมดังกล่าวจึงสามารถเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความเสถียรภาพและความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยงานกองทัพบกได้

คำนำ

เอกสารวิจัย เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก” ลักษณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร การป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๕๙ ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๙ – ๒๕๖๐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบก และเพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบก

โปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Connected ที่พัฒนาขึ้น จะสามารถทราบถึงขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี) จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี) และการประเมินงบประมาณอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการติดตั้งระบบ ฯ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แก่หน่วยงานกองทัพบกอย่างแพร่หลาย และเสริมสร้างความมั่นคง ความเสถียรภาพทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงาน

โปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาและออกแบบสามารถนำไปใช้งานกับหน่วยงานได้จริง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับทุกประการ

พล.ต.

(ชัยมนตรี โพธิ์ทอง)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๙
ผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		**ก**
คำนำ		**ข**
สารบัญ		**ค**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญแผนภาพ		**ช**
บทที่ ๑	**บทนำ**	**๑**
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๓
	ขอบเขตของการวิจัย	๓
	วิธีดำเนินการวิจัย	๔
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๕
	คำจำกัดความ	๕
บทที่ ๒	**แนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**๖**
	สถานการณ์พลังงานทดแทนในประเทศไทย	๖
	นโยบายพลังงานทดแทน การส่งเสริม และมาตรการสนับสนุนของรัฐบาล	๘
	แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ - ๒๕๗๙ (AEDP๒๐๑๕)	๑๐
	นโยบายที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทดแทนของกองทัพบก	๑๒
	แนวคิด/หลักการที่เกี่ยวข้อง	๑๒
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๒๐
	กรอบความคิดของการวิจัย	๒๓
	สรุป	๒๔
บทที่ ๓	**วิธีดำเนินการวิจัย**	**๒๕**
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	๒๕
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๓๐
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	๓๒
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๓๓
	การกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อพัฒนาโปรแกรม	๓๕
	การออกแบบโปรแกรม	๓๖

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ ๔	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	**๕๙**
	ผลวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก	๕๙
	การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	๖๗
	การทดสอบการใช้โปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive	๗๒
บทที่ ๕	**สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	**๗๖**
	สรุป	๗๖
	อภิปรายผล	๗๗
	ข้อเสนอแนะ	๘๐
บรรณานุกรม		**๘๑**
ภาคผนวก		**๘๔**
	คำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก	๘๕
ประวัติย่อผู้วิจัย		**๙๔**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

๒ – ๑	อัตราการรับไฟฟ้าอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT)	๘
๒ – ๒	วิวัฒนาการของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๘ (หน่วย: เมกะวัตต์)	๙
๓ – ๑	แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก	๒๕
๓ – ๒	โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑	๔๔
๓ – ๓	โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒	๔๙
๓ – ๔	โค้ดสำหรับให้ UserForm ๓	๕๕
๓ – ๕	โค้ดคำสั่งให้ปุ่มเข้าสู่โปรแกรม (Enter)	๕๗
๓ – ๖	โค้ดคำสั่งให้ปุ่ม PROGRAM	๕๘
๓ – ๗	โค้ดคำสั่งให้ปุ่ม CLEAR CELLS	๕๘
๔ – ๑	ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น ๕ อาคารกองบัญชากองทัพบก	๖๐
๔ – ๒	ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น ๖ อาคารกองบัญชากองทัพบก	๖๐

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

๒ – ๑	การใช้พลังงานทดแทนปี ๒๕๕๔-๒๕๕๘	๖
๒ – ๒	การลงทุนด้านพลังงานทดแทน	๗
๒ – ๓	ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์	๑๓
๒ – ๔	Monocrystalline silicon cells	๑๔
๒ – ๕	Polycrystalline silicon cells	๑๔
๒ – ๖	Amorphous silicon cells	๑๔
๒ – ๗	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	๑๖
๒ – ๘	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย	๑๖
๒ – ๙	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบแบบผสมผสาน	๑๗
๒ – ๑๐	ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive	๑๘
๒ – ๑๑	โปรแกรม Microsoft Excel	๑๙
๒ – ๑๒	หน้าต่างโปรแกรม VBA	๒๐
๓ – ๑	ที่ตั้งอาคารกองบัญชาการกองทัพบก	๒๙
๓ – ๒	อาคารกองบัญชาการทหารบก	๓๐
๓ – ๓	เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและบันทึกข้อมูล	๓๑
๓ – ๔	การใช้งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	๓๑
๓ – ๕	แบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	๓๒
๓ – ๖	การสร้าง UserForm	๓๗
๓ – ๗	หน้า UserForm๑ และ Toolbox สำหรับทำหน้าโปรแกรม	๓๗
๓ – ๘	ToolBox	๓๘
๓ – ๙	การสร้างหน้าโปรแกรม	๓๘
๓ – ๑๐	การตกแต่งหน้าโปรแกรมเพิ่มเติม	๓๙
๓ – ๑๑	Properties Window	๔๐
๓ – ๑๒	Properties Window ที่มีเฉพาะของ Textbox และ Combobox	๔๑
๓ – ๑๓	คุณสมบัติของ Text	๔๑
๓ – ๑๔	หน้าต่างโปรแกรมแรกเป็นหน้าของ UserForm๑	๔๒
๓ – ๑๕	หน้าต่างโปรแกรมถัดไปเป็นหน้าของ UserForm๒	๔๒
๓ – ๑๖	หน้าต่างโปรแกรมถัดไปเป็นหน้าของ UserForm๓	๔๓
๓ – ๑๗	หน้าสำหรับการเขียนโค้ดคำสั่งของ UserForm๑	๔๓
๓ – ๑๘	การสร้างปุ่มใน Worksheet ของโปรแกรม Microsoft	๕๖

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

หน้า

แผนภาพที่

๓ – ๑๙	การสร้างปุ่มเพื่อนำไปสู่ Sheet ชื่อ DATA๒	๕๗
๓ – ๒๐	Sheet ชื่อ DATA๒	๕๗
๔ – ๑	ใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และชั้นที่ ๖	๖๑
๔ – ๒	การติดตั้งเครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า	๖๒
๔ – ๓	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันพุธที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๓
๔ – ๔	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันพฤหัสบดี ที่ ๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๓
๔ – ๕	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันศุกร์ ที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๔
๔ – ๖	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันเสาร์ ที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๔
๔ – ๗	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันอาทิตย์ ที่ ๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๕
๔ – ๘	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันจันทร์ ที่ ๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๖
๔ – ๙	กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันอังคาร ที่ ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐	๖๖
๔ – ๑๐	ขั้นตอนที่ ๑ คลิกปุ่ม เข้าสู่โปรแกรม (Enter)	๖๘
๔ – ๑๑	ขั้นตอนที่ ๒ คลิกปุ่ม PROGRAM เพื่อเริ่มการใช้งาน	๖๘
๔ – ๑๒	กรอกรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน	๖๙
๔ – ๑๓	คลิกปุ่ม CALCULATE ๑	๖๙

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

หน้า

แผนภาพที่

๔ – ๑๔ คลิกปุ่ม CALCULATE ๒ ๗๐
๔ – ๑๕ คลิกปุ่ม NEXT>>> ๗๐
๔ – ๑๖ คลิกปุ่ม CALCULATE ๗๑
๔ – ๑๗ คลิกปุ่ม CONCLUSION ๗๑
๔ – ๑๘ โปรแกรมแสดงค่ารายการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ๗๒
๔ – ๑๙ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๑ ๗๓
๔ – ๒๐ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๒ ๗๔
๔ – ๒๑ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๓ ๗๔
๔ – ๒๒ สรุปผลการคำนวณการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ของกองบัญชาการกองทัพบก ๗๕

บทที่ ๑
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากวิกฤตการณ์ทางการเมืองไทยในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๗ เป็นวิกฤตการณ์การเมืองที่มีความขัดแย้ง และแบ่งฝักแบ่งฝ่าย มีทั้งฝ่ายสนับสนุนรัฐบาลและฝ่ายที่ต่อต้านรัฐบาล โดยเฉพาะฝ่ายต่อต้านมีการจัดชุมนุมประท้วงบนถนนและขยายรูปแบบไปถึงการปิดล้อม และยึดสถานที่ราชการที่สำคัญต่าง ๆ หลายแห่ง เช่น ทำเนียบรัฐบาล สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กระทรวงการคลัง สำนักงบประมาณ กระทรวงต่างประเทศ กรมประชาสัมพันธ์ ศูนย์ราชการ-เฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐ ในลักษณะยืดเยื้อ ยาวนาน มีการตัดระบบสาธารณูปโภค เช่น ตัดกระแสไฟฟ้า ระบบประปา ทำให้มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานนั้น ๆ เป็นอย่างมาก รวมทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วประเทศ

กองทัพบก เป็นหน่วยงานด้านความมั่นคงหน่วยงานหนึ่ง และเป็นองค์กรหลักในการปกป้องอธิปไตย และรักษาความสงบเรียบร้อยภายในราชอาณาจักร เพื่อให้เกิดความมั่นคงของรัฐและความสงบสุขของประชาชน โดยการเตรียมกำลังและใช้กำลังทุกส่วนในการรักษาความมั่นคงทั้งในภาวะสงครามและภาวะที่ไม่ใช่สงคราม ตลอดจนวิเคราะห์ประเมินผลแนวโน้มของสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดภัยคุกคามด้านความมั่นคง เสริมสร้างและปลูกฝังจิตสำนึก การมีส่วนร่วมของประชาชนทุกภาคส่วน ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาความมั่นคงของชาติ ปลูกฝังอุดมการณ์ความรักชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ รวมทั้งเสริมสร้างความสามัคคีของคนในชาติ ส่งเสริมการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และยังมีหน้าที่ในการเฝ้าระวัง ติดตาม ป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยคุกคามภายในประเทศ เช่น ปัญหาด้านยาเสพติด ปัญหาผู้หลบหนีเข้าเมือง ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าและทัพยากรธรรมชาติ ปัญหาการก่อการร้ายและอาชญากรรมข้ามชาติ ปัญหา-ภัยพิบัติทางธรรมชาติ ปัญหาการก่อเหตุรุนแรงในพื้นที่จังหวัด ชายแดนภาคใต้ ปัญหาความขัดแย้งทางสังคม รวมถึงปัญหาการใช้กำลังทหารในพื้นที่ความขัดแย้งตามแนวชายแดนด้วยการบูรณาการดำเนินงานของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเอกภาพและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กองทัพบกเป็นหน่วยงานด้านความมั่นคงที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาของรัฐบาล โดยเฉพาะกองบัญชาการกองทัพบก เป็นหัวใจสำคัญ เนื่องจากเป็นพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาระดับสูง และฝ่ายอำนวยการต่าง ๆ ในอันที่จะบังคับบัญชา และประสานงาน กำกับดูแลหน่วยขึ้นตรงของกองทัพบกในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวในข้างต้น โดยมีเครื่องมือและระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และสั่งการ ปัจจุบันแม้ปัญหาความขัดแย้งทางการเมืองดูเหมือนจะสงบลง เนื่องจากการเข้ามาบริหารประเทศของคณะรักษาความสงบแห่งชาติ แต่การสร้างความปรองดองของคนในชาติ ยังไม่เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนความขัดแย้ง แบ่งฝักแบ่งฝ่ายยังคงมีอยู่ และอาจเกิดความวุ่นวายจนถึงการชุมนุมประท้วงแบบเดิมขึ้นอีกเมื่อโอกาสและสถานการณ์เอื้ออำนวย โดยเฉพาะหากกองบัญชาการกองทัพบกถูกปิดล้อม และทำให้กระแสไฟฟ้าขัดข้องไม่สามารถจ่าย

กระแสไฟฟ้าได้ จะทำให้ส่งผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อการบังคับบัญชา การประสานงานและการกำกับดูแลการปฏิบัติของหน่วยขึ้นตรงต่าง ๆ รวมทั้งความมั่นคงของชาติด้วย

จากปัญหาข้างต้น หน่วยงานกองทัพบกเป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของประเทศ ปัจจัยหนึ่งที่เป็นการส่งเสริมภารกิจของกองทัพบก คือ ความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน เนื่องจากหน่วยงานกองทัพบกไม่มีระบบเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานเมื่อเกิดภาวะศึกสงคราม สถานการณ์ความไม่สงบสุข ภัยธรรมชาติต่าง ๆ และระบบจำหน่ายไฟฟ้าเกิดขัดข้อง หน่วยงานกองทัพบกจะไม่มีพลังงานไฟฟ้าในการปฏิบัติงานและบัญชาการไปยังหน่วยอื่น ๆ หรือ แม้แต่หน่วยงานภายใต้บังคับบัญชา ทำให้หน่วยงานกองทัพบกไม่มีความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าและปัจจุบันปัญหาด้านความเสถียรภาพและการขาดแคลนพลังงานยังเป็นปัญหาที่สำคัญและเร่งด่วนของประเทศไทย เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive (Grid-tie with power backup) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Connected และ แบบ Stand Alone ซึ่งเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ และสามารถเก็บสะสมพลังงานในแบตเตอรี่ได้ ซึ่งจะสามารถสร้างความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในหน่วยงานที่สำคัญของกองทัพบกได้ แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีดังกล่าวยังไม่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่และยังมีการออกแบบที่ซับซ้อนในการออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักและการออกแบบระบบเก็บสะสมพลังงานในแบตเตอรี่ได้อย่างเหมาะสมจึงจะเป็นการออกแบบระบบที่ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนสูงสุด เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานกองทัพบก ซึ่งสามารถติดตั้งบนหลังคาอาคารและบนพื้นดินได้ อีกทั้งระบบดังกล่าวจะสามารถช่วยให้หน่วยงานลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและสามารถสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงาน

หน่วยงานภายใต้การบังคับบัญชาของหน่วยงานกองทัพบกมีจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาต้นแบบการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพื่อให้ทุกหน่วยงานภายใต้กองทัพบกสามารถประเมินความต้องการและสามารถออกแบบระบบที่มีความเหมาะสมในการใช้งานของแต่ละหน่วยงานได้ ซึ่งเป็นการประเมินข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้กับหน่วยงาน ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ยังไม่การใช้งานไม่มากนักทำให้บุคลากรของหน่วยงานไม่สามารถประเมินความต้องการของหน่วยงานและออกแบบระบบดังกล่าวได้ โปรแกรมที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นจะออกแบบให้ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนและบุคลากรภายในหน่วยงานกองทัพบกจะสามารถนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละหน่วยงานได้ เพื่อเป็นแนวทางการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

๒. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบก

๓. เพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบก

ขอบเขตของการวิจัย

๑. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) โดยการกำหนดเงื่อนไขและตัวแปรที่ได้จากการศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลของหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงาน เพื่อทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อออกแบบและวิเคราะห์ขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่และเครื่องแปลงกระแส แบบ Grid Interactive และขนาดความจุของแบตเตอรี่ที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน โดยมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่ายและไม่ซับซ้อน บุคลากรกองทัพบกสามารถนำไปใช้งานได้จริง เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยงานกองทัพบก

๒. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก คือ กองบัญชาการกองทัพบก อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ตั้งอยู่เลขที่ ๑๑๓ ถนนราชดำเนินนอก แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร (๑๓°๔๕'๔๓.๙๕"N ๑๐๐°๓๐'๒๑.๕๔"E) ซึ่งเป็นอาคาร ๖ ชั้น และชั้นใต้ดิน ๑ ชั้น จำนวน ๘๓ หน่วยงาน และวิเคราะห์หน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงาน ในการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Profile) ของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อกำหนดเงื่อนไขและตัวแปรที่จะใช้กับโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

๑. สำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ผู้วิจัยจะทำการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารแต่ละชนิดที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละหน่วยงานและการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมในแต่ละวันของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

๒. เครื่องมือในการวิจัย

๒.๑ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เพื่อใช้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เช่น มิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องบันทึกข้อมูลไฟฟ้า เป็นต้น

๒.๒ การจดบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์สื่อสาร เช่น ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละชนิด และบันทึกข้อมูลชั่วโมงที่มีความจำเป็นที่ต้องการใช้งานในแต่ละวัน

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยขอความร่วมมือไปยังหน่วยงานภายในที่เกี่ยวข้อง เพื่อแจ้งข้อมูลหน่วยงานและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วย และเก็บรวบรวมค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน

๔. การวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัดและการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละชนิดมาประมวลผลความต้องการไฟฟ้าสูงสุดและความต้องการใช้ไฟฟ้าต่อวัน จากนั้นทำการคำนวณและวิเคราะห์ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน และพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive โดยมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบ ฯ ให้ครอบคลุมต่อความต้องการในการใช้งาน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic for Applications (VBA)

๕. การทดสอบใช้งานโปรแกรม

การทดสอบใช้งานโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงในหน่วยงานกองทัพบกอื่น ๆ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. เพื่อให้สามารถทราบถึงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

๒. โปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่สร้างและพัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) สามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบขนาดกำลังติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ของหน่วยงานกองทัพบกในเบื้องต้นที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

๓. โปรแกรมการคำนวณที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยงานของกองทัพบกได้

คำจำกัดความ

กองทัพบก	หมายถึง	ส่วนราชการตามพระราชกฤษฎีกา แบ่งส่วนราชการกองทัพบก กองบัญชาการทหารสูงสุด กระทรวงกลาโหม พ.ศ. ๒๕๔๔ (แก้ไขเพิ่มเติมล่าสุด พ.ศ. ๒๕๔๘) มีหน้าที่เตรียมกำลังกองทัพบก และป้องกันราชอาณาจักรมีผู้บัญชาการทหารบกเป็นผู้บังคับบัญชา โดยแบ่งเป็น กลุ่มหน่วยงานได้ ๗ ส่วน คือ ส่วนบัญชาการ ส่วนกำลังรบ ส่วนสนับสนุนการรบ ส่วนส่งกำลังบำรุง ส่วนภูมิภาค ส่วนฝึกศึกษาและหลักนิยมและส่วนพัฒนาประเทศ
กองบัญชาการกองทัพบก	หมายถึง	หน่วยงานในส่วนบัญชาการมีสำนักงานผู้บังคับบัญชาทำหน้าที่สนับสนุนผู้บังคับบัญชาระดับสูง และมีฝ่ายเสนาธิการต่าง ๆ ทำหน้าที่ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผู้บังคับบัญชาตัดสินใจสั่งการ
ความมั่นคงด้านพลังงาน	หมายถึง	การดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานอย่างเพียงพอ โดยไม่มีความเสี่ยงต่อความอยู่รอดทั้งในปัจจุบันและอนาคต
Grid Interactive	หมายถึง	เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถเชื่อมต่อสายส่งการไฟฟ้าและระบบเก็บสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้ในกรณีที่ระบบสายส่งจากการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง

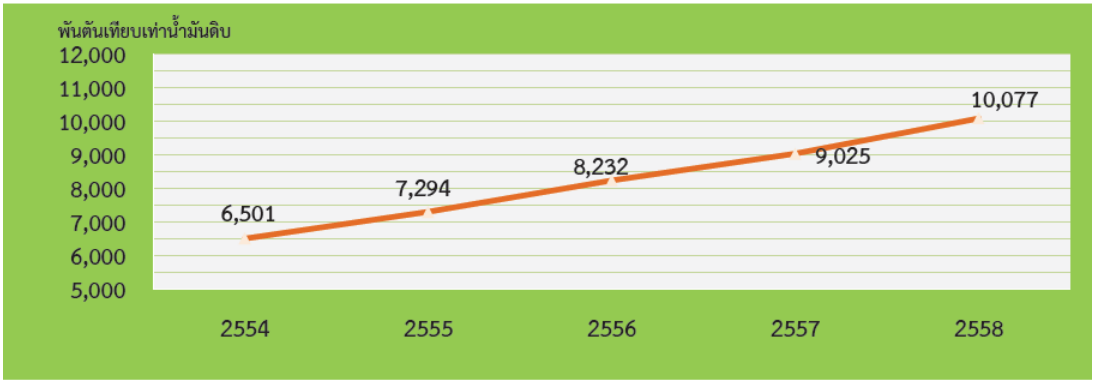
บทที่ ๒
แนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

สถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทย

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทน ที่มีเป้าหมายให้การใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม นอกจากจะเป็นการลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว ยังเป็นการลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศอีกด้วย เนื่องจากการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยในปัจจุบัน จะใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วย แสงอาทิตย์ ลม พลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานน้ำขนาดใหญ่ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะ และเชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอล และไบโอดีเซล) โดยที่การใช้พลังงานทดแทนดังกล่าวจะใช้ในรูปของไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ[๓]

แผนภาพที่ ๒-๑ การใช้พลังงานทดแทนปี ๒๕๕๔-๒๕๕๘



ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑๔, ออนไลน์, ๒๕๕๘.

---

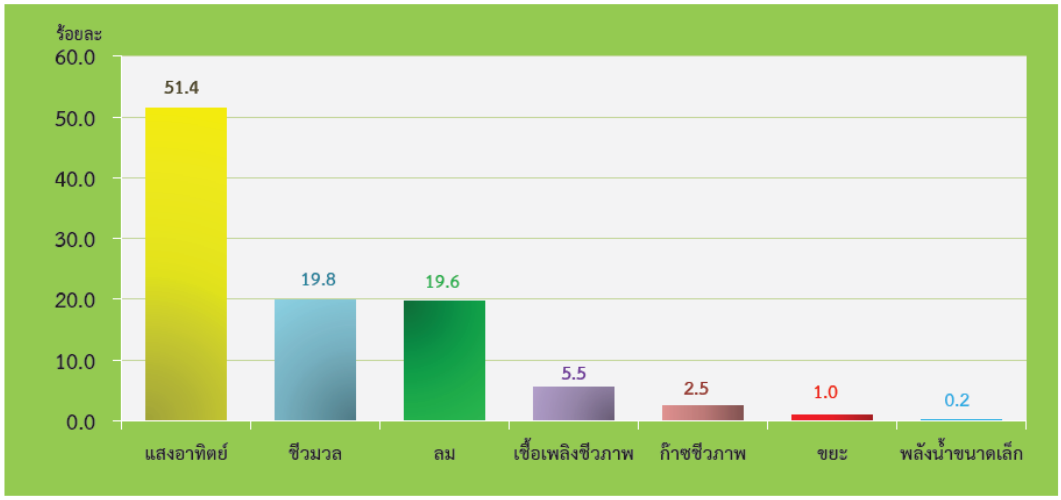
[๓] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑๔”. (กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, ๒๕๕๘). หน้า ๑.

จากแผนภาพที่ ๒-๑ ประเทศไทยในปี ๒๕๕๘ มีการใช้พลังงานทดแทน ๑๐,๐๗๗ พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ ๑๑.๗ และคิดเป็นร้อยละ ๑๒.๙๔ ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ส่งผลให้มีการลดการนำเข้าพลังงานคิดเป็นมูลค่า ๑๒๙,๒๘๗,๙๑ ล้านบาท ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ๓๐.๙๑ ล้านตัน

จากการที่ภาครัฐมีนโยบายผลักดันให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะส่งผลให้มี การใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้ภาคเอกชนมีความสนใจที่จะลงทุนในอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนอีกด้วย โดยในปี ๒๕๕๘ พบว่าการลงทุนด้านพลังงานทดแทนทั้งจากภาครัฐและเอกชน คิดเป็นมูลค่า ๑๖๗,๖๑๒ ล้านบาท ทั้งนี้ พบว่ามีการลงทุนในแสงอาทิตย์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ ๕๑.๔ ของมูลค่าการลงทุนทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ ชีวมวล ลม เชื้อเพลิงชีวภาพ ก๊าซชีวภาพ ขยะและน้ำ คิดเป็นร้อยละ ๑๙.๘ ๑๙.๖ ๕.๕ ๒.๕ ๑.๐ และ ๐.๒ ตามลาดับ[๒] ดังแผนภาพที่ ๒-๒

แผนภาพที่ ๒-๒ การลงทุนด้านพลังงานทดแทน

การลงทุนด้านพลังงานทดแทน	แสงอาทิตย์	ลม	พลังน้ำขนาดเล็ก	ชีวมวล	ก๊าซชีวภาพ	ขยะ	เชื้อเพลิงชีวภาพ	รวม
มูลค่า(ล้านบาท)	86,158	32,814	278	33,237	4,238	1,658	9,229	167,612



ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑๔, ออนไลน์, ๒๕๕๘.

---

[๒] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑๔”. (กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, ๒๕๕๘). หน้า ๔.

นโยบายพลังงานทดแทน การส่งเสริม และมาตรการสนับสนุนของรัฐบาล

การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย และการขับเคลื่อนจากนโยบายส่งเสริมพลังงานทดแทนของประเทศ ซึ่งเริ่มประกาศใช้แผนพัฒนาพลังงานทดแทน ๑๕ ปี (พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๖๕) และในเดือนกรกฎาคม ๒๕๕๖ ประกาศปรับปรุงเป็นแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ๑๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) จากนั้นได้ปรับเป้าหมายการส่งเสริมมาตามลำดับ กระทั่งปี พ.ศ. ๒๕๕๘ มีการเปลี่ยนแปลงการทำแผนพัฒนาพลังงานของประเทศครั้งสำคัญ โดยให้แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๒๕๗๙ (PDP ๒๐๑๕) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) และ แผนอนุรักษ์พลังงาน มีช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานอยู่ในเวลาเดียวกันและกิจกรรมที่สอดคล้องกัน[๗]

ตามมติของ กพช. เมื่อ วันที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๕๗ ส่งผลให้มีการปรับเป้าหมายการส่งเสริมพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเป็น ๓,๘๐๐ เมกะวัตต์ จากเดิม ๓,๐๐๐ เมกะวัตต์ที่ประกาศไว้เมื่อ กรกฎาคม ๒๕๕๖ และใช้มาตรการรับซื้อไฟฟ้าแบบอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT) ทั้งหมด โดยโครงการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของภาครัฐที่ยังดำเนินต่อเนื่องมีดังนี้

(๑) การรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาระยะที่ ๒ เพื่อให้ครบ ๑๐๐ เมกะวัตต์ สำหรับบ้านอยู่อาศัย (ขนาดระบบไม่เกิน ๑๐ กิโลวัตต์)

(๒) การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งบนพื้นดินสำหรับผู้ที่ยื่นความประสงค์ไว้เดิมในมาตรการ ADDER (สิ้นสุดมาตรการ ADDER ในปี พ.ศ. ๒๕๕๖)

(๓) การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับหน่วยงานราชการและสหกรณ์การเกษตรเปลี่ยนจากโครงการพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อชุมชน ๘๐๐ เมกะวัตต์ ตารางที่ ๒-๑ แสดงอัตราการรับไฟฟ้าอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT)

ตารางที่ ๒-๑ อัตราการรับไฟฟ้าอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT)

ลักษณะระบบฯ	**กำลังผลิตติดตั้ง**	**อัตราการรับซื้อ (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)**		**เงื่อนไข**	
		พ.ศ. ๒๕๕๖	พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๕๘	Capacity Factor* (%)	ระยะเวลา (ปี)
ติดตั้งบนพื้นดิน :	≤ ๙๐ MWp	ยังไม่มี FiT	๕.๖๖	๑๖	๒๕

[๗] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “สถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๕๘”. (กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, ๒๕๕๘). หน้า ๒๖.

ตารางที่ ๒-๑ อัตราการรับไฟฟ้าอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT) (ต่อ)

ลักษณะระบบฯ	กำลังผลิตติดตั้ง	อัตราการรับซื้อ (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		เงื่อนไข	
		พ.ศ. ๒๕๕๖	พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๕๘	Capacity Factor* (%)	ระยะเวลา (ปี)
- บ้านอยู่อาศัย	≤ ๑๐ kWp	๖.๙๖	๖.๘๕		
- ธุรกิจขนาดเล็ก-กลาง	> ๑๐ – ๒๕๐ kWp	๖.๕๕	๖.๔๐		
- ธุรกิจขนาดใหญ่/โรงงาน	> ๒๕๐ – ๑๐๐๐ kWp	๖.๑๖	๖.๐๑		

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๗ – ๒๕๕๘, ออนไลน์, ๒๕๕๘.

นอกจากนี้มีโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง (self-consumption) สำหรับหน่วยงานการศึกษาและหน่วยงานเพื่อความมั่นคง รวมถึงโครงการส่งเสริมการติดตั้งโซล่ารูฟท็อปเสรีซึ่งอยู่ระหว่างการกำหนดรายละเอียดของการปฏิบัติงาน ตารางที่ ๒-๒ แสดงวิวัฒนาการของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยในปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๘[๕]

ตารางที่ ๒-๒ วิวัฒนาการของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๘ (หน่วย: เมกะวัตต์)

พลังงานทดแทน	๑๕ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. ๒๕๕๐	๑๐ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๖		๒๐ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. ๒๕๕๘
ปี พ.ศ.	พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๖๕	พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔		๒๕๕๘ – ๒๕๗๙
	เป้าหมาย	เป้าหมายเดิม	เป้าหมายใหม่	เป้าหมาย
ชีวมวล	๓,๗๐๐	๓,๖๓๐	๔,๘๐๐	๕,๕๗๐
ก๊าซชีวภาพ	๑๒๐	๖๐๐	๖๐๐	๖๐๐
ก๊าซชีวภาพ (พืชพลังงาน)			๓,๐๐๐	๖๘๐

[๕] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “สถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๕๘”. (กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, ๒๕๕๘). หน้า ๒๗.

ตารางที่ ๒-๒ วิวัฒนาการของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๘ (หน่วย: เมกะวัตต์) (ต่อ)

พลังงานทดแทน	**๑๕ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. ๒๕๕๐**	**๑๐ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๖**		**๒๐ ปี แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. ๒๕๕๘**
ปี พ.ศ.	พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๖๕	พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔		๒๕๕๘ – ๒๕๗๙
	เป้าหมาย	เป้าหมายเดิม	เป้าหมายใหม่	เป้าหมาย
พลังงานแสงอาทิตย์	๕๐๐	๒,๐๐๐	๓,๐๐๐ ๓,๘๐๐ (พ.ศ. ๒๕๕๗)	๖,๐๐๐
พลังงานลม	๘๐๐	๑,๒๐๐	๑,๘๐๐	๓,๐๐๒
ขยะมูลฝอยชุมชน	๑๖๐	๑๖๐	๔๐๐	๕๐๐
พลังงานน้ำขนาดเล็ก	๓๒๔	๑,๖๐๘	๓๒๔	๓๗๖
พลังงานน้ำขนาดใหญ่	๓.๕	๓	๓	๐.๓

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๗ – ๒๕๕๘, ออนไลน์, ๒๕๕๘.

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ - ๒๕๗๙ (AEDP๒๐๑๕)

เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาพลังงานทดแทนให้เป็นพลังงานหลักของประเทศทดแทน การนำเข้าน้ำมันได้ในอนาคต เสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในประเทศ และเพื่อวิจัยพัฒนาส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสัญชาติไทยให้สามารถแข่งขันในตลาดสากล[๕]

ได้กำหนดยุทธศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนตามแผน AEDP ๖ ประเด็น ประกอบด้วย

(๑) การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนอย่างกว้างขวาง

(๒) การปรับมาตรการจูงใจสำหรับการลงทุนจากภาคเอกชนให้เหมาะสมกับสถานการณ์

---

[๕] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. “แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ - ๒๕๗๙ (AEDP๒๐๑๕)”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

(๓) การแก้ไขกฎหมาย และกฎระเบียบที่ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาพลังงานทดแทน

(๔) การปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบสายส่ง สายจำหน่ายไฟฟ้า รวมทั้งการพัฒนาสู่ระบบ Smart Grid

(๕) การประชาสัมพันธ์ และสร้างความรู้ความเข้าใจต่อประชาชน

(๖) การส่งเสริมให้งานวิจัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนแบบครบวงจร

เมื่อบรรลุเป้าหมายตามนโยบายที่จะเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพภายใต้แผน AEDP๒๐๑๕ เป็นร้อยละ ๓๐ ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี ๒๕๗๙ จะเทียบเท่ากับการลดใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลราว ๓๙,๓๘๘ กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ซึ่งประเมินเป็นมูลค่าการลดใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ ๕๙๐,๘๒๐ ล้านบาท (ราคาน้ำมันดิบ ๑ กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ = ๑๕ ล้านบาท) หรือประเมินเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อผลิตพลังงานได้ราว ๑๔๐ ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_{2e})[๖]

กองทัพบก

เนื่องจากกองทัพบกเป็นกลไกด้านความมั่นคงของรัฐที่สำคัญและมีศักยภาพ ในอันที่จะพิทักษ์ รักษาเอกราช และความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ประชาชน และผลประโยชน์ของชาติ รวมทั้งการพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคง ยั่งยืน และเป็นกองทัพที่มีเกียรติละศักดิ์ศรี เป็นที่ยอมรับ เชื่อมั่น ศรัทธา ตลอดจนสามารถเป็นที่พึ่งของประชาชนได้เสมอ โดยมีพันธกิจแบ่งออกเป็น ๒ พันธกิจ คือ การเตรียมกำลัง ซึ่งจะจัดเตรียมและเสริมสร้างกำลังทั้งปวง ในส่วนของกองทัพบกและช่วยเหลือสนับสนุนการจัดเตรียมกำลังทางบกของส่วนราชการอื่นให้มีความพร้อมตั้งแต่ยามปกติ เพื่อให้มีความเพียงพอ และพร้อมที่จะเผชิญภัยคุกคาม ทั้งจากภายในและภายนอกประเทศ รวมทั้งมีขีดความสามารถในการปฏิบัติภารกิจทางทหารและภารกิจทางทหารที่ไม่ใช่สงครามได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการพัฒนาเสริมสร้างกำลังตามยุทธศาสตร์การป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม และแผนการพัฒนาเสริมสร้างกำลังกองทัพ ทั้งในโครงสร้างกำลังความพร้อมรบ ความต่อเนื่องในการรบ และความทันสมัย และพันธกิจเกี่ยวกับการใช้กำลัง ซึ่งจะใช้กำลังที่ได้จัดเตรียมไว้หรือที่จะระดมสรรพกำลัง เพื่อป้องกันราชอาณาจักรจากภัยคุกคามภายในและภายนอกประเทศ การปกป้องสถาบันพระมหากษัตริย์ การคุ้มครองรักษาผลประโยชน์ของชาติ การรักษาความมั่นคงภายใน การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ การช่วยพัฒนาประเทศ ตลอดจนการสนับสนุนรัฐบาลและประชาชนในการแก้ไขปัญหาสำคัญของชาติในรูปแบบต่างๆ[๗]

---

[๖] กระทรวงพลังงาน. “แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ - ๒๕๗๙”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙). หน้า ๒๐.

[๗] กองทัพบก. “วิสัยทัศน์กองทัพ ๒๕๖๐”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙). หน้าที่ ๒๒ – ๒๔.

นโยบายที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทดแทนของกองทัพบก

เนื่องจากกองบัญชาการกองทัพบกอยู่ภายใต้การดูแลของกองทัพไทย ซึ่งกองทัพไทยให้ความสำคัญกับ “ความมั่นคงรูปแบบใหม่” (Non-traditional Security) โดยความมั่นคงนี้จะเกี่ยวกับความมั่นคงทางด้านพลังงาน เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชน และยังมีหน่วยงานที่รับผิดชอบพลังงานพลังงานในสังกัด จึงทำให้กองทัพไทยมีความพร้อมที่จะดำเนินการเพื่อพัฒนาพลังงานของประเทศ โดยยุทธศาสตร์และนโยบายในระดับต่าง ๆ ของหน่วยงานในกองทัพไทยมีการกล่าวถึงบทบาทของกองทัพกับพลังงานทดแทน อาทิ

แผนปฏิบัติราชการ ๔ ปี กองทัพไทยและกองบัญชาการกองทัพไทย พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๕๘ กล่าวถึงบทบาทสำคัญประการหนึ่งของกองทัพว่า “กองทัพสามารถเป็นตัวอย่างในเรื่องพลังงานทดแทนของประเทศได้”[๕]

แนวคิด/หลักการที่เกี่ยวข้อง

๑. แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากกองทัพบกเป็นหน่วยงานความมั่นคงของประเทศชาติ และต้องทำหน้าที่ควบคุมและบัญชาการ ซึ่งในปัจจุบันได้เกิดเหตุการณ์ความไม่สงบ จลาจล ภัยธรรมชาติ อันเป็นเหตุให้เกิดความขัดข้องของการติดต่อ การประสานงาน รวมถึงปัญหาวิกฤตการณ์การขาดแคลนพลังงานในอนาคต และเพื่อให้หน่วยงานกองทัพบกมีความมั่นคงในการดำเนินงาน ควรมีแหล่งพลังงานเสริมที่มีความมั่นคงที่เพียงพอในการปฏิบัติงาน ซึ่งเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive (Grid-tie with power backup) เป็นระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Connected และ แบบ Stand Alone ซึ่งเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ และสามารถเก็บสะสมพลังงานในแบตเตอรี่ได้ โดยหน่วยงานภายใต้กองทัพบกควรมีแนวทางในการติดตั้งระบบดังกล่าว แต่เนื่องจากระบบดังกล่าวยังไม่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย รวมไปถึงระบบต้องมีการออกแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน จึงทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนากระบวนการวิเคราะห์ และออกแบบระบบดังกล่าว โดยการสร้างโมเดลจากหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อวิเคราะห์และศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการออกแบบระบบดังกล่าว เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไปใช้กับหน่วยงานอื่นๆ ได้

---

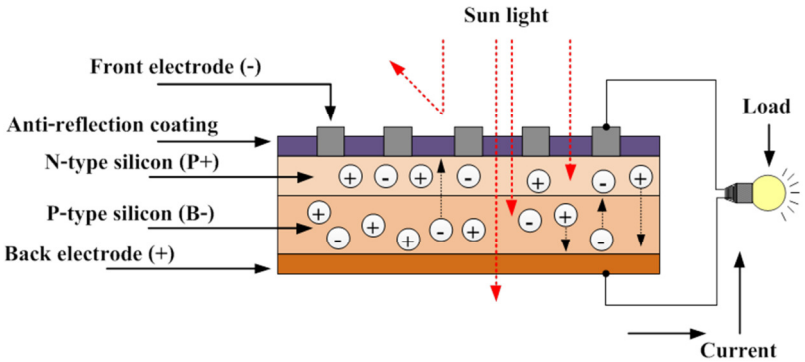
[๕] วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ. “พลังงานทดแทนในประเทศไทย”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙) หน้า ๑๗-๑๙.

๒. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

๒.๑ ส่วนประกอบหลักของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

๒.๑.๑ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งภายในเซลล์แสงอาทิตย์จะประกอบด้วยชั้น n-type ซิลิคอน และชั้น p-type ซิลิคอน โดยชั้น n-type ซิลิคอนจะอยู่ด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ และเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูกโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัส ซึ่งจะมีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และบริเวณด้านหน้าของชั้น n-type จะมีแถบโลหะที่เรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอน แต่ในกรณีเซลล์ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ส่วนประกอบของ n-type ซิลิคอนจะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแต่มีโฮลปะปนอยู่เล็กน้อย ส่วนชั้น p-type ซิลิคอนจะอยู่ด้านถัดไปจากชั้น n-type ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูกโดปปิ้งด้วยสารโบรอน โดยทำให้โครงสร้างของอะตอมเกิดการสูญเสียอิเล็กตรอน (โฮล) เมื่อเกิดการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และที่สภาวะไร้แสงแดดนั้น ชั้น p-type ที่มีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮลแต่จะมีอิเล็กตรอนปะปนเล็กน้อยเช่นกัน ซึ่งบริเวณด้านหลังของชั้น p-type จะมีแถบโลหะที่เรียกว่า Back Electrode ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล (เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell), ออนไลน์, ๒๕๕๙) ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๓

แผนภาพที่ ๒-๓ ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์



ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์, ออนไลน์, ๒๕๖๐.

เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดมากระทบ แสงอาทิตย์ถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล และเกิดปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ขึ้นระหว่างรอยต่อ p-n junction ซึ่งจะเป็นสนามไฟฟ้าทำหน้าที่แยกพาหะต่างชนิดออกจากกัน โดยอิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น n-type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น p-type เมื่อมีการต่อวงจรกับโหลดทางไฟฟ้า อิเล็กตรอนจะวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลจะวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode ทำให้ครบวงจรจากการที่อิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กันจึงเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น อีกทั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น ๓ ชนิดหลักๆ ได้แก่

๒.๑.๑.๑ เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Monocrystalline silicon cells) มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ๑๕-๑๗ เปอร์เซ็นต์ และมีราคาแพงที่สุด ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๔

แผนภาพที่ ๒-๔ Monocrystalline silicon cells

ที่มา : Solar Panel Basics and Types Of Solar Panels Used In Flood Lights, ออนไลน์, ๒๕๕๗

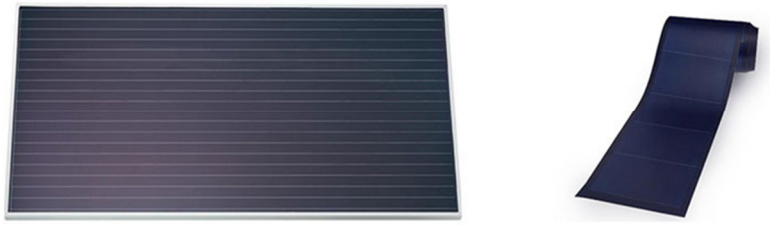
๒.๑.๑.๒ เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก (Polycrystalline silicon cells) มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ๑๒-๑๕ เปอร์เซ็นต์ และมีราคาถูกกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๕

แผนภาพที่ ๒-๕ Polycrystalline silicon cells

ที่มา : Solar Panel Basics and Types Of Solar Panels Used In Flood Lights, ออนไลน์, ๒๕๕๗

๒.๑.๑.๓ เซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นฟิล์มบาง (Amorphous silicon cells) มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ๖-๗ เปอร์เซ็นต์ และมีราคาถูกที่สุด ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๖

แผนภาพที่ ๒-๖ Amorphous silicon cells



ที่มา : Solar Panel Basics and Types Of Solar Panels Used In Flood Lights, ออนไลน์, ๒๕๕๗

๒.๑.๒ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่ (Charge Controller) ทำหน้าที่นำประจุกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมประจุกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมแก่แบตเตอรี่ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่จนเต็ม ซึ่งเครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่จะหยุดการชาร์จทันทีหรือลดการประจุไฟฟ้า รวมไปถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่[๙]

๒.๑.๓ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้รับจากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ๒๒๐ V เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในบ้าน[๑๐]

๒.๑.๔ แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่จัดเก็บประจุไฟฟ้า ซึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ถูกพัฒนามากขึ้น โดยจะสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มากและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งเรียกว่าเป็นแบบ Deep cycle โดยจะมีแผ่ธาตุตะกั่วที่หนาเป็นพิเศษเพื่อทำให้ค่าความต้านทานภายในสูงสามารถจัดเก็บประจุไฟฟ้าได้สูงแต่จะจ่ายกระแสออกมาไม่สูงมาก ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการกระแสไฟฟ้าสูงๆ ในระยะเวลาสั้นๆ[๑๑]

๒.๒ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๒.๒.๑ เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand-alone system) [๑๒]หรือ Off grid ดังในแผนภาพที่ ๒-๗ เป็นระบบที่ไม่ต่อกับระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าอื่น และระบบนี้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญของระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Stand alone เป็นต้น โดยหลักการทำงานจะแบ่งได้เป็น ๒ ช่วงเวลา คือในช่วงเวลากลางวัน เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงจึงผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งยังประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินเก็บไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้จึงใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจ่ายให้แก่โหลด

---

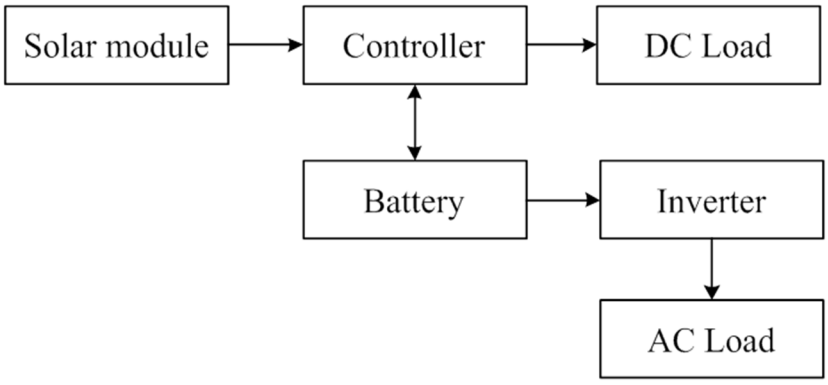
[๙] กระทรวงพลังงาน. “คู่มือการพัฒนาและการลงทุนการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙) หน้า ๑๗.

[๑๐] เรื่องเดียวกัน. หน้า ๑๘ – ๑๙.

[๑๑] เรื่องเดียวกัน. หน้า ๑๘.

[๑๒] กระทรวงพลังงาน. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

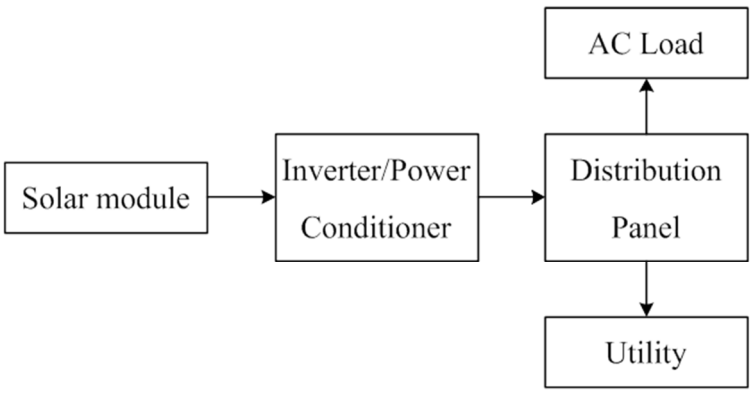
แผนภาพที่ ๒-๗ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ



ที่มา : Florida Solar Energy Center, Types Of PV Systems, ออนไลน์, ๒๕๕๙

๒.๒.๒ เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)[๑๓] หรือ On grid ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๘ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า National Grid โดยตรง และส่วนมากจะใช้ได้ในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Grid connected ซึ่งหลักการทำงานช่วงเวลากลางวันนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรงผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งสังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนหลักการทำงานในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ

แผนภาพที่ ๒-๘ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย



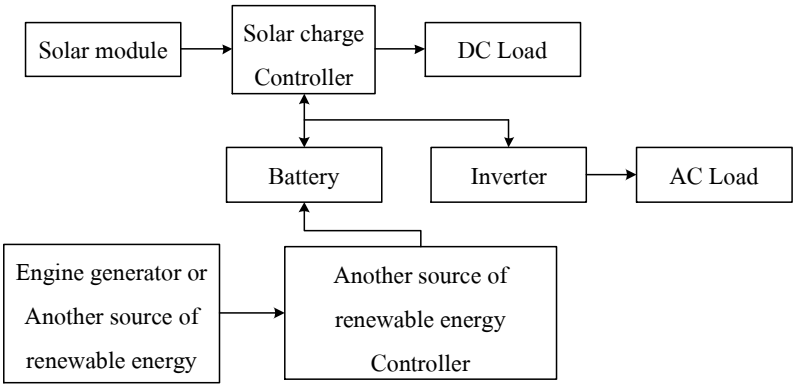
ที่มา : Florida Solar Energy Center, Types Of PV Systems, ออนไลน์, ๒๕๕๙

---

[๑๓] กระทรวงพลังงาน. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

๒.๒.๓ เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)[๑๔] ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๙ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะโดยหลักการทำงานของระบบในช่วงกลางวันนั้น เซลล์แสงอาทิตย์จะรับแสงแดดและสามารถผลิตไฟฟ้าและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์แปลงกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Multi-function ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดพร้อมทั้งทำงานประจุไฟฟ้าส่วนที่เกินไว้ในแบตเตอรี่ ส่วนหลักการทำงานของระบบในช่วงกลางคืน เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ชุดแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลด

แผนภาพที่ ๒-๙ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบแบบผสมผสาน



ที่มา : Florida Solar Energy Center, Types Of PV Systems, ออนไลน์, ๒๕๕๙

๒.๒.๔ เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive[๑๕] ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๑๐ เป็นระบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ และเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อกับการไฟฟ้าได้ ซึ่งลักษณะการทำงานของระบบจะเหมือนกับลักษณะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบแบบผสมผสาน แต่จะมีบางขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าส่วนเกินในขั้นตอนการผลิตจะถูกขายไปยังการไฟฟ้าซึ่งสามารถสังเกตได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา แต่ในกรณีที่โหลดใช้พลังงานเกินการผลิตหรือแรงดันแบตเตอรี่ลดลงจนถึงค่าที่ตั้งไว้จะทำให้ระบบสวิตซ์ดึงไฟฟ้าจากสายส่งการไฟฟ้ามาใช้งาน อีกทั้งในขณะเดียวกันไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายจะผ่านวงจรชาร์จเจอร์เข้ามาประจุแบตเตอรี่อีก

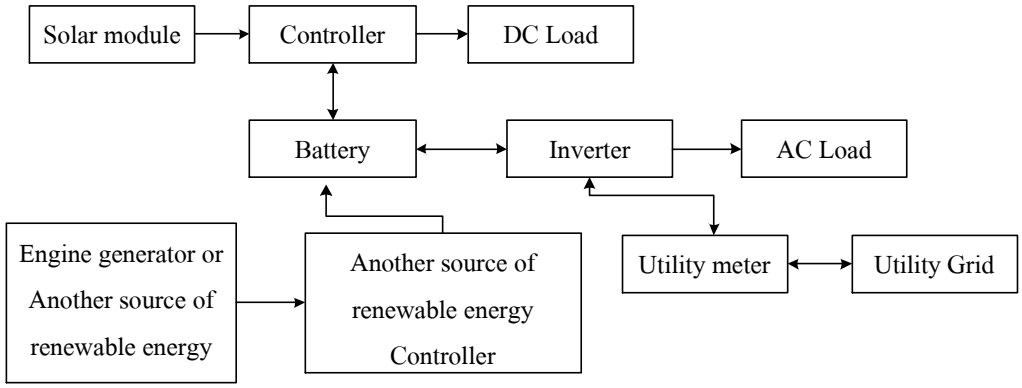
---

[๑๔] กระทรวงพลังงาน. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

[๑๕] กระทรวงพลังงาน. “ระบบ Hybrid หรือ Grid interactive”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

ด้วย โดยจะสังเกตจากมิเตอร์ไฟฟ้าจะกลับมาหมุนตามเข็มนาฬิกาเช่นเดิม และเมื่อระบบมีการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าการดึงไฟฟ้ามาใช้จากการไฟฟ้าจะสามารถทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้ารายเดือนได้

แผนภาพที่ ๒-๑๐ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive



ที่มา : Florida Solar Energy Center, Types Of PV Systems, ออนไลน์, ๒๕๕๙

๓. ลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบก

ลักษณะอาคารของกองบัญชาการกองทัพบก ลักษณะอาคารเป็นอาคาร ๖ ชั้น และ ๑ ชั้นใต้ดิน ประกอบด้วย

ชั้นใต้ดิน กรมกิจการพลเรือน ทบ. ประกอบด้วย ๑๔ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๗,๖๐๐ ตารางเมตร

ชั้น ๑ กรมกำลังพล ทบ. (กพ.ทบ.) ประกอบด้วย ๑๐ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๗,๖๐๐ ตารางเมตร

ชั้น ๒ กรมส่งกำลังบำรุง ทบ. (กบ.ทบ.) ประกอบด้วย ๑๑ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๘,๔๐๐ ตารางเมตร

ชั้น ๓ กรมยุทธการ ทบ. (ยก.ทบ.) ประกอบด้วย ๑๕ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๙,๒๐๐ ตารางเมตร

ชั้น ๔ กรมข่าวทหารบก (ขว.ทบ.) ประกอบด้วย ๑๒ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร

ชั้น ๕ สำนักงาน ประกอบด้วย ๑๐ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๑๘,๐๐๐ ตารางเมตร ประกอบด้วย ฝ่ายข่าว ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายกำลังพล ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายยุทธการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายส่งกำลังบำรุง ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายกิจการพลเรือน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายปลัดบัญชี ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ศูนย์ประสานงานประเทศเพื่อนบ้าน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ส่วนประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ส่วนการเงิน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก และส่วนบังคับการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก

ชั้น ๖ สำนักงาน ประกอบด้วย ๑๑ หน่วยงานย่อย มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ๑๒,๐๐๐ ตารางเมตร ประกอบด้วย สำนักงานผู้บัญชาการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองผู้บัญชาการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการ (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก

สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการ (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานเสนาธิการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ (๓) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ (๔) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ (๕) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก และสำนักงานประธานคณะที่ปรึกษาพิเศษ กองทัพบก ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานและบัญชาการ

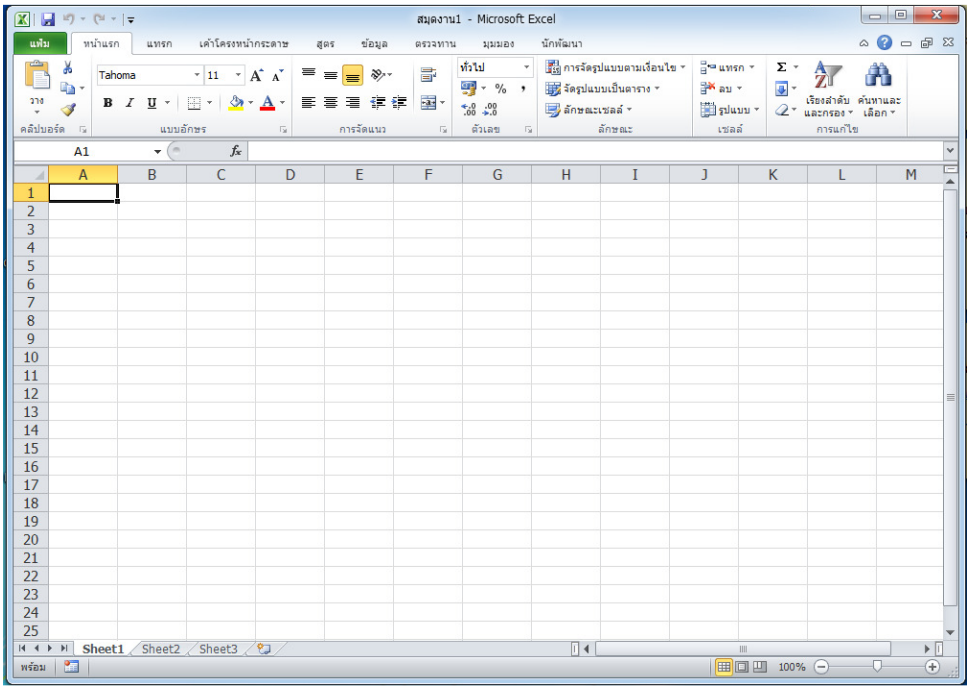
โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบกที่จำเป็นในการปฏิบัติเพื่อความมั่นคงของการบัญชาการ ชั้น ๕ และ ชั้น ๖ ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ ๙๐ เครื่อง โทรทัศน์ ๗๐ เครื่อง เครื่องปรับอากาศ ๑๖๐ เครื่อง หลอดไฟแสงสว่าง ๑,๘๐๐ หลอด และเครื่องถ่ายเอกสาร จำนวน ๙๘ เครื่อง โดยมีชั่วโมงการใช้งานประมาณ ๖ – ๑๒ ชั่วโมงต่อวัน

๔. Microsoft Visual Basic for Applications (VBA)

เป็นการเขียนคำสั่งด้วยภาษา Visual Basic เพื่อสั่งงานให้โปรแกรม Microsoft Office ทำงานตามความต้องการแบบอัตโนมัติ ซึ่งช่วยทำให้ผู้ใช้งานลดงานที่ซ้ำซ้อนลงได้ อีกทั้งงานที่ประมวลผลด้วย VBA จะรวดเร็วและถูกต้องมากกว่าการทำงานด้วยมนุษย์ โดย VBA จะเป็นฟังก์ชันในโปรแกรม Microsoft Excel[๑๖] ซึ่งสามารถเรียกใช้โปรแกรมได้ดังต่อไปนี้

๔.๑ ทำการเปิดโปรแกรม Microsoft Excel ดังแผนภาพที่ ๒-๑๑

แผนภาพที่ ๒-๑๑ โปรแกรม Microsoft Excel



[๑๖] อ.รจนา วานนท์. “บทที่ ๗ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งาน Excel Visual Basic for Application”. (ออนไลน์, ๒๕๕๙).

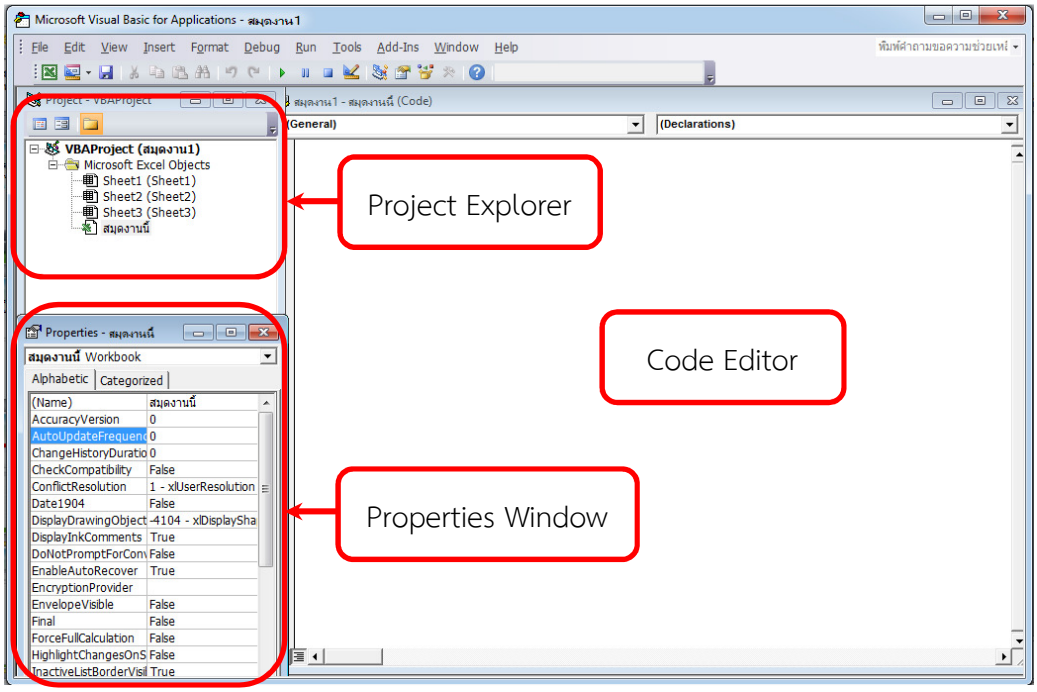
๔.๒ ทำการกดปุ่ม alt และปุ่ม F๑๑ บนแป้นพิมพ์พร้อมกัน จะทำให้ปรากฏหน้าต่างโปรแกรม VBA ขึ้นมาดัง ซึ่งภายในหน้าโปรแกรมจะประกอบด้วย

- Code Editor ซึ่งเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับเขียนโค๊ดควบคุมการทำงานของโปรแกรมตามที่เราต้องการหลังจากที่ได้ออกแบบหน้าตาแอพพลิเคชั่น และกำหนดคุณสมบัติ หรือลักษณะเบื้องต้นของคอนโทรลต่าง ๆ แล้ว

- Project Explorer ซึ่งเป็นหน้าต่างแสดงรายการของไอเท็ม (Item) ที่มีอยู่ในโปรเจกต์ทั้งหมด เช่น Worksheet ,Module และ Class เป็นต้น

- Properties Window ซึ่งเป็นหน้าต่างแสดงและกำหนดคุณสมบัติหรือลักษณะเบื้องต้นของคอนโทรลและออบเจ็กต์ เช่น กำหนดชื่อ, สี และขนาด เป็นต้น หรือสามารถกำหนดโดยการเขียนโค๊ดเพิ่มเติมภายหลังได้

แผนภาพที่ ๒-๑๒ หน้าต่างโปรแกรม VBA



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ค่อยปรากฏแพร่หลาย ดังนั้นในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปและการประยุกต์ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive โดย Salahuddin Iqbal Siddiki และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับการลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive กับแบตเตอรี่สำรอง ในเขตบริหารเมืองขนาดใหญ่จำนวน ๔ เมืองทางภาคเหนือในบังคลาเทศ โดยที่ Rajshahi เป็นสถานที่ที่สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุด แต่ความสนใจและความตระหนักถึงของประชาชนมีไม่มากนัก เนื่องจาก

ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นค่อนข้างสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและใช้ซอฟแวร์ทางคอมพิวเตอร์ SAM สร้างข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินผ่านวิธีการ NPV PAYBACK และ LCOE พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive เป็นทางเลือกที่ดีในการช่วยวิกฤตทางพลังงานของบังคลาเทศ แต่ต้องติดตั้งยังตำแหน่งที่สามารถให้พลังงานแก่เซลล์แสงอาทิตย์สูงสุดถึง ๑๓ ชั่วโมงต่อวัน อีกทั้งซอฟแวร์ยังได้แสดงผลถึงกำไรและการทำงาน[๑๗]

B.P. Numbi และ S.J. Maling ได้ทำการศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive ที่อยู่อาศัยของเขตเทศบาลเมือง eThekwini ในแอฟริกาใต้ ซึ่งจุดมุ่งหมายของบทความนี้คือการประเมินศักยภาพของการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายด้านประสิทธิภาพระบบที่สามารถบรรลุผลภายใต้การรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนใหม่ของที่อยู่อาศัย (FIT) โดยผลการจำลองจะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการประหยัดพลังงานเป็น ๖๙.๔๑% และทำให้ระยะเวลาคืนทุน (PBP) อยู่ที่ ๑๙ ปีที่สามารถบรรลุผลภายใต้ FIT ปัจจุบัน โดยที่ FIT ปัจจุบันนั้นมีการเพิ่มขึ้นเป็น ๕๘% การประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นเป็น ๒๒.๘% ในขณะที่ช่วงเวลาลดลงเป็น ๑๔ ปี เมื่อ FIT เพิ่มขึ้นเป็น ๗๑.๒๕% จากค่าปัจจุบันและการเพิ่มขึ้นนี้ส่งผลให้ PBP เป็น ๘.๖ ปี อีกทั้งผลการทำกำไรของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive ที่ได้ทำการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการใช้ระบบแบตเตอรี่สะสมพลังงานจะมีผลในเชิงบวกต่อการทำกำไรของระบบ เมื่อไม่สนใจ FIT แต่ถ้าหากสนใจ FIT การใช้แบตเตอรี่สะสมพลังงานจะมีผลกระทบต่อการทำกำไรของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive[๑๘]

Aurobi Das และคณะ ได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินการ Gird interactive ภายใต้รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของชนบท บนเกาะที่ห่างไกล Moushuni ประเทศอินเดีย การขยาย Grid เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งชุมชนจะต้องมีขนาดใหญ่และอยู่ใกล้เคียงกับ Grid โดย Grid ระบบ Hybrid ขนาดเล็กสามารถใช้ได้กับชุมชนที่อยู่อย่างกระจายและบ้านบางแห่งที่อยู่แบบเดี่ยวในช่วงเวลาของความต้องการสูงสุด ซึ่งพลังงานที่ป้อนแก่ Grid อาจจะมาจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำขนาดเล็ก และพลังงานลมขนาดเล็ก ถ้ามีพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอแก่โหลดจะสามารถลดการใช้พลังงานจากโรงงานผลิตไฟฟ้าด้วยถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ อีกทั้งยังช่วยลดการปล่อย CO_2 ค่าใช้จ่ายในการนำเข้าพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการแทนที่เชื้อเพลิง

---

[๑๗] Salahuddin Iqbal Siddiki, et al. “Grid Interactive PV system with Battery backup –the viable alternative solution for power crisis in Rajshahi, Bangladesh”. (University of Information Technology and Sciences, University of Missouri Kansas City, ๒๐๑๖).p. ๓๓๔๑-๓๓๔๔

[๑๘] B.P. Numbi and S.J. Maling. “Optimal energy cost and economic analysis of a residential grid-interactive solar PV system- case of eThekwini municipality in South Africa”. (Mangosuthu University of Technology,๒๐๑๖).p. ๒๘-๔๕

ฟอสซิล นอกจากนี้การดำเนินการของ Gird interactive ของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic ; SPV) ที่เกาะ Moushuni ที่ได้ทำการทดสอบจะเป็นวิสัยทัศน์ที่จะนำไปสู่เมืองแห่ง Smart-grid ที่ยั่งยืน อีกทั้งผู้บริโภคในชนบทจะสามารถยกระดับคุณภาพชีวิตด้วยการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานจากแสงอาทิตย์[๑๙]

Nilesh Shah และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Single-stage grid interactive เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่สูงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แพง และประสิทธิภาพการแปลงพลังงานต่ำ ซึ่งทำให้หารออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีความจำเป็นอย่างมาก โดยงานวิจัยนี้ใช้ Fuzzy logic พื้นฐาน Maximum Power Point Tracking (MPPT) ซึ่งเป็นระบบหาจุดที่สามารถดึงกำลังไฟฟ้าออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานและความเสถียรของระบบ ซึ่งการทำงานและปฏิกิริยาควบคุมพลังงานภายใต้เงื่อนไขการรับแสงแดดและโหลดที่แตกต่างกัน พบว่าการนำอัลกอริที่มมาใช้กับอินเวอร์เตอร์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนปฏิกิริยาความต้องการพลังงานของภาระโหลดภายใต้ความปกติ การแกว่งเพียงเล็กน้อยที่ใช้ MPPT จะช่วยลดการสูญเสียกล่าวคือประสิทธิภาพการทำงานของระบบจะเพิ่มขึ้น[๒๐]

S. Bhattacharjee และคณะ ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive กับการเก็บพลังงานสำรองด้วยแบตเตอรี่สำหรับพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาขาดแคลนพลังงานอย่างรุนแรงและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคุณภาพไฟฟ้า เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีขนาดใหญ่และมีความผันผวนของความถี่ การกำหนดและไม่กำหนดการตัดไฟ อีกทั้งข้อจำกัดของโหลด จึงนำไปสู่การใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะรัฐ Tripura ซึ่งได้ทำการติดตั้งระบบติดตามแบบออนไลน์ที่มหาวิทยาลัย Tripura และมีการจัดเก็บข้อมูลแบบ Real time เพื่อนำมาศึกษาระบบและการตอบสนองของส่วนประกอบต่างๆที่ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ พบว่าระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive เป็นตัวเลือกและมีแนวโน้มในการทำงาน

---

[๑๙] Aurobi Das and V.Balakrishnan. “Sustainable energy future via grid interactive operation of spv system at isolated remote island”. (Bureau of Energy Efficiency (BEE) under Ministry of Power-Government of India, Anna University of Technology,๒๐๑๒).p. ๕๔๓๐–๕๔๔๒

[๒๐] Nilesh Shah, et al. “Single-Stage Grid Interactive PV System Using Novel Fuzzy Logic Based MPPT with Active and Reactive Power Control”. (Department of Electrical Engineering Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,๒๐๑๑).p. ๑๖๖๗-๑๖๗๒

ได้สำหรับพื้นที่นี้ และการใช้เทคโนโลยีที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะเป็นประโยชน์ในการบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น[๒๑]

Chemmangot V. Nayar และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ของการดำเนินระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid interactive การใช้เครื่องสำรองไฟฟ้า UPS กับแบตเตอรี่สำรองไฟและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ซึ่งระบบจะประกอบด้วยชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์รวม ๒.๕ kWp เครื่องปรับหน่วยพลังงาน ๑๐ kVA ที่สามารถปรับเปลี่ยนและชาร์จพลังงานได้ และชุดแบตเตอรี่สำรองไฟรวม ๓๐๐ Ah ซึ่งระบบทั้งสองระบบได้ถูกติดตั้งในสองเมืองของประเทศอินเดีย โดยผลจากห้องปฏิบัติการและภาคสนามของระบบ ซึ่งเป็นที่น่าพอใจ อีกทั้งระบบยังได้เริ่มทำงานตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี ๑๙๙๗ มีการให้พลังงานมาอย่างต่อเนื่องแก่โหลดและการรักษาความเสถียรของแรงดันโหลดเมื่อเกิดการประสบปัญหาสภาพแรงดันไฟฟ้าต่ำหรือสูงเกินไป[๒๒]

กรอบความคิดของงานวิจัย

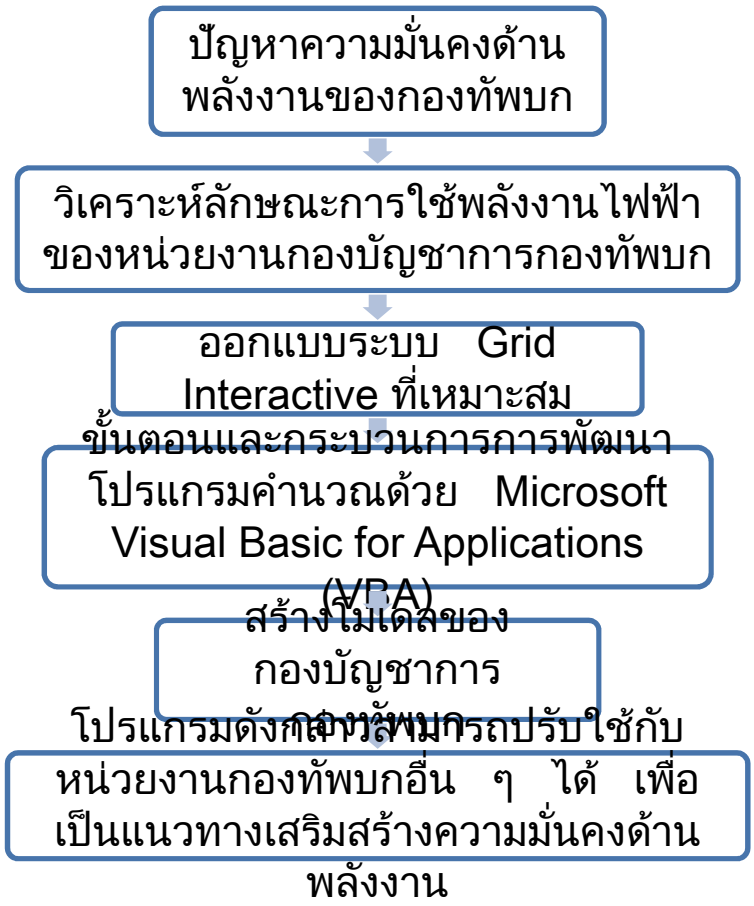
กรอบความคิดของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบกครั้งนี้ ได้ตระหนักถึงความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ไม่เพียงพอ เมื่อเกิดศึกสงคราม ความไม่สงบภายในประเทศ หรือภัยพิบัติต่าง ๆ เพื่อให้หน่วยงานในกองบัญชาการกองทัพบก ยังสามารถดำเนินการควบคุมบังคับบัญชาประสานงานและกำกับดูแล หน่วยขึ้นตรงของกองทัพบกในทุกพื้นที่ได้ โดยมีแนวความคิดในการสร้างระบบผลิตพลังงานจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความมั่นคง โดยนำเทคโนโลยี Grid Interactive ซึ่งเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อสายส่งจากการไฟฟ้าในช่วงปกติ และมีระบบเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้ในกรณีที่ระบบสายส่งจากการไฟฟ้าขัดข้อง โดยในงานวิจัยจะมุ่งเน้นการวิเคราะห์ขนาดของกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อออกแบบระบบดังกล่าวให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญต่อการปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์

---

[๒๑] S. Bhattacharjee, et al. “Performance of a Grid-Interactive Rooftop Photovoltaic System with Battery Storage”. (Tripura Engineering College, Sikkim Manipal Institute of Technology,๒๐๐๘).p. ๑๗-๒๔

[๒๒] Chemmangot V. Nayar, et al. “A Grid-Interactive Photovoltaic Uninterruptible Power Supply System Using Battery Storage and a Back Up Diesel Generator”. (University of Kerala, Institute of Technology Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, University of Peradeniya,๒๐๐๐).p. ๓๔๘-๓๕๓

แสงอาทิตย์ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหน่วยงานกองทัพบก โดยสามารถแสดงเป็นแผนภาพที่ขั้นตอนงานวิจัยดังต่อไปนี้



สรุป

เนื่องจากประเทศไทยมีการสนับสนุนให้มีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์ และประเทศไทยยังมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ได้มาก ประกอบกับการที่มีเอกชนสนใจและลงทุนในด้านการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จึงทำให้การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีการใช้ที่แพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ที่สามารถลดภาระค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าภายในหน่วยงาน และสามารถสำรองไฟฟ้าได้เมื่อการไฟฟ้าไม่สามารถจำหน่ายไฟฟ้าแก่หน่วยงานได้ เนื่องจากการออกแบบระบบ Grid Interactive เพื่อนำไปใช้กับหน่วยงานต่างๆ มีความซับซ้อนและยุ่งยาก จึงทำให้ต้องมีการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการการออกแบบระบบ Grid Interactive เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่หน่วยงานที่ต้องการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive โดยโปรแกรม

ที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมการคำนวณสามารถสร้างได้โดยการใช้ Microsoft Excel ฟังก์ชัน VBA ซึ่งสามารถออกแบบได้ง่ายและใช้ได้จริง

บทที่ ๓
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยทำการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานและบัญชาการของกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและติดตั้งระบบ ฯ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

๑. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก คือ กองบัญชาการกองทัพบก อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ตั้งอยู่เลขที่ ๑๑๓ ถนนราชดำเนินนอก แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร (๑๓°๔๕'๔๓.๙๕"N ๑๐๐°๓๐'๒๑.๕๔"E) ซึ่งเป็นอาคาร ๖ ชั้น และชั้นใต้ดิน ๑ ชั้น จำนวน ๘๓ หน่วยงาน ดังตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก

ตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก

ชั้น	สำนักงาน	พื้นที่ใช้สอย
ชั้นใต้ดิน	กรมกิจการพลเรือนทหารบก จำนวน ๑๔ หน่วยงาน ประกอบด้วย - สำนักงาน เจ้ากรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองกิจการพลเรือน สำนักกิจการพลเรือน กรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองโครงการและงบประมาณ กรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองกิจการพัฒนา สำนักกิจการพลเรือน - กองธุรการ กรมกิจการพลเรือนทหารบก - สำนักจิตวิทยา กรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองกิจการมวลชน สำนักจิตวิทยา กรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองปฏิบัติการจิตวิทยา สำนักจิตวิทยา กรมกิจการพลเรือนทหารบก	๗,๖๐๐ ตารางเมตร

ตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก (ต่อ)

ชั้น	สำนักงาน	พื้นที่ใช้สอย
	- กองประชาสัมพันธ์ กรมกิจการพลเรือนทหาร - แผนกการเงิน กรมกิจการพลเรือนทหารบก - แผนกงบประมาณ กรมกิจการพลเรือนทหารบก - สำนักกิจการพลเรือน กรมกิจการพลเรือนทหารบก - กองนโยบายและแผน กรมกิจการพลเรือนทหารบก - ห้องรองผู้บัญชาการโรงเรียนกิจการพลเรือน	
ชั้น ๑	กรมกำลังพลทหารบก ประกอบด้วย ๑๐ หน่วยงาน - สำนักงาน เจ้ากรมกำลังพลทหารบก - กองสารสนเทศ สำนักพัฒนาและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองวิเคราะห์และประเมินค่า สำนักแผนเตรียมพล กรมกำลังพลทหารบก - กองการศึกษา สำนักพัฒนาและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองสิทธิกำลังพล สำนักปกครองและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองโครงการและงบประมาณ สำนักแผนเตรียมพล กรมกำลังพลทหารบก - กองการจัดหา สำนักพัฒนาและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองปกครอง สำนักปกครองและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองบริการกำลังพล สำนักปกครองและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารบก - กองการเตรียมพล สำนักแผนเตรียมพล กรมกำลังพลทหารบก	๗,๖๐๐ ตารางเมตร
ชั้น ๒	กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก จำนวน ๑๑ หน่วยงาน ประกอบด้วย - สำนักงาน เจ้ากรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองโครงการและงบประมาณ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองก่อสร้างและสาธารณูปโภค สำนักส่งกำลังบำรุง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองการจัดหา สำนักส่งกำลังบำรุง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก	๘,๔๐๐ ตารางเมตร

	- กองอสังหาริมทรัพย์ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก	

ตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก (ต่อ)

ชั้น	สำนักงาน	พื้นที่ใช้สอย
	- กองประสานการช่วยเหลือทางทหาร สำนักส่งกำลังบำรุง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองส่งกำลัง สำนักส่งกำลังบำรุง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองวิจัยและพัฒนาการ สำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองการจัดหา สำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองสารสนเทศ สำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - กองนโยบายและแผน สำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก	
ชั้น ๓	กรมยุทธการทหารบก จำนวน ๑๕ หน่วยงาน ประกอบด้วย - สำนักงาน เจ้ากรมยุทธการทหารบก - กองโครงการและงบประมาณ กรมยุทธการทหารบก - กองการฝึก สำนักฝึกและศึกษาทางทหาร กรมยุทธการทหารบก - กองการฝึกร่วม/ผสม สำนักฝึกและศึกษาทางทหาร กรมยุทธการทหารบก - กองการฝึกศึกษาทางทหาร สำนักฝึกและศึกษาทางทหาร กรมยุทธการทหารบก - กองปฏิบัติการทางทหารที่มิใช่สงคราม สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองปฏิบัติการพิเศษ สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองยุทธการฝ่ายอากาศ สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองยุทธการ สำนักปฏิบัติการ กรมยุทธการทหารบก - กองนโยบายและแผน สำนักนโยบายและแผน กรมยุทธการทหารบก - กองการจัด สำนักนโยบายและแผน กรมยุทธการทหารบก	๙,๒๐๐ ตารางเมตร

ตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก (ต่อ)

ชั้น	สำนักงาน	พื้นที่ใช้สอย
	- กองประวัติศาสตร์ทหาร สำนักนโยบายและแผน กรมยุทธการทหารบก - กองการวิจัยและพัฒนาการรบ สำนักนโยบายและแผน กรมยุทธการทหารบก	
ชั้น ๔	กรมข่าวทหารบก จำนวน ๑๒ หน่วยงาน ประกอบด้วย - สำนักงาน เจ้ากรม กรมข่าวทหารบก - ศูนย์ข่าวยาเสพติด กรมข่าวทหารบก - กองโครงการและงบประมาณ กรมข่าวทหารบก - กองแผนและฝึก กรมข่าวทหารบก - กองการต่างประเทศ สำนักวิเทศสัมพันธ์ กรมข่าวทหารบก - กองข่าว สำนักข่าวกรอง กรมข่าวทหารบก - กองธุรการ กรมข่าวทหารบก - กองการทูตฝ่ายทหารบก สำนักวิเทศสัมพันธ์ กรมข่าวทหารบก - กองการภาพ กรมข่าวทหารบก - สำงานปฏิบัติการข่าวสำนักข่าวกรอง กรมข่าวทหารบก - กองการสารสนเทศ กรมข่าวทหารบก - กองรักษาความปลอดภัย กรมข่าวทหารบก	๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร
ชั้น ๕	สำนักงานชั้น ๕ จำนวน ๑๐ หน่วยงาน ประกอบด้วย - ฝ่ายข่าว ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ฝ่ายกำลังพล ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ฝ่ายยุทธการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ฝ่ายส่งกำลังบำรุง ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ฝ่ายกิจการพลเรือน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ฝ่ายปลัดบัญชี ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ศูนย์ประสานงานประเทศเพื่อนบ้าน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ส่วนประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ส่วนการเงิน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - ส่วนบังคับการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก	๑๘,๐๐๐ ตารางเมตร
ชั้น ๖	สำนักงานชั้น ๖ จำนวน ๑๑ หน่วยงาน ประกอบด้วย - สำนักงานผู้บัญชาการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก	๑๒,๐๐๐ ตารางเมตร

	- สำนักงานรองผู้บัญชาการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก	

ตารางที่ ๓-๑ แสดงรายละเอียดหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก (ต่อ)

	-	
	- สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการทหารบก (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการทหารบก (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานเสนาธิการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๓) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๔) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๕) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก - สำนักงานประธานคณะที่ปรึกษาพิเศษ กองทัพบก	

แผนภาพที่ ๓-๑ ที่ตั้งอาคารกองบัญชาการกองทัพบก

แผนภาพที่ ๓-๒ อาคารกองบัญชาการทหารบก

๒. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเป้าหมายในการศึกษางานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก คือ หน่วยงานในชั้นที่ ๕ ที่ปฏิบัติงานในศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก และหน่วยงานในชั้นที่ ๖ ที่เป็นสถานที่ปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาชั้นสูงของกองทัพ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญยิ่ง เนื่องจากหน่วยงานต่างๆ ในศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก เป็นหน่วยงานที่จะต้องเตรียมพร้อมและปฏิบัติงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง ทั้งภารกิจสงครามและภารกิจที่ไม่ใช่สงคราม เช่น ภัยคุกคามรูปแบบใหม่ หรือภัยพิบัติต่างๆ หน่วยงานเหล่านี้จึงมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ส่วนสำนักงานผู้บังคับบัญชาชั้นสูง เป็นสถานที่ที่ผู้บังคับบัญชาใช้ในการสั่งการและติดตามสถานการณ์ได้ตลอดเวลา โดยวิเคราะห์การใช้พลังงานของหน่วยงาน เพื่อเป็นต้นแบบในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการคำนวณการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและบันทึกข้อมูล

เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและบันทึกข้อมูล (Data Recorder) เป็นอุปกรณ์การบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า แบบ Real Time เพื่อใช้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่มี

ความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงาน เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Profile) ของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

แผนภาพที่ ๓-๓ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและบันทึกข้อมูล

แผนภาพที่ ๓-๔ การใช้งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

ที่มา : https://legatool.com/wp/๑๒๒๓, ออนไลน์, ๒๕๖๐

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นแบบบันทึกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงาน ดังแสดงในแผนภาพที่ ๓-๕ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น ๒ ตอน คือ

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ข้อมูลชื่ออาคาร ห้อง/ชั้น พื้นที่ใช้สอย และลักษณะความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของกองบัญชาการกองทัพบก

ตอนที่ ๒ ตารางการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ฟ้า ประกอบด้วย รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวน แรงดัน (V) กระแส (A) กำลังไฟฟ้า (W) และชั่วโมงการใช้งาน

แผนภาพที่ ๓-๕ แบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

แบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า
กองบัญชาการกองทัพบก

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

อาคาร อาคารกองบัญชาการกองทัพบก

ห้อง/ชั้น .....

พื้นที่ใช้สอย ..... ตารางเมตร

รายละเอียด ลักษณะความจำเป็นต่อความมั่นคงในการปฏิบัติงาน

.....

.....

ตอนที่ ๒ ตารางการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมงการใช้งาน
คอมพิวเตอร์					
โทรทัศน์					
หลอดไฟ					
เครื่องปรับอากาศ					
เครื่องถ่ายเอกสาร					
ฯลฯ					
รวม					

การเก็บรวบรวมข้อมูล

๑. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และบันทึกข้อมูลลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานแบบ Real Time ซึ่งจะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่ตู้ควบคุมการใช้พลังงานในแต่ละชั้นและทำการเก็บข้อมูล ๒๔ ชั่วโมง เป็นเวลา ๗ วัน เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน

๒. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกอุปกรณ์ไฟฟ้าของหน่วยงาน

โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกอุปกรณ์ไฟฟ้าของหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคง โดยผู้วิจัยได้ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังรูปที่ ๓-๕ แบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า และสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า และชั่วโมงการใช้งาน เพื่อเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงหน่วยงาน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องถ่ายเอกสาร และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า

โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าแบบย้อนหลัง เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. การวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานในแต่ละวัน จากเครื่องมือวัดทางฟ้าและบันทึกข้อมูล เพื่อศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และปริมาณไฟฟ้าตลอด ๒๔ ชั่วโมง และวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของหน่วย เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานได้อย่างแม่นยำ

๒. การวิเคราะห์อุปกรณ์ไฟฟ้าของหน่วยงาน

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ามาคำนวณ เพื่อหาความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคง โดยวิเคราะห์ได้จากสมการที่ ๑

โดยกำลังไฟฟ้าต่อวันสามารถคำนวณได้จากสมการที่ ๑

$$P(Wh) = I(A) \times V(V) \times H \qquad \text{สมการที่ ๑}$$

โดยที่ P คือ กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์ (Wh)
I คือ กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมป์ (Amp)
V คือ แรงดันไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (Volt)
H คือ ชั่วโมงการใช้งาน หน่วย ชั่วโมงต่อวัน; hr/day

การวิเคราะห์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคง โดยนำกำลังไฟฟ้าต่อวันของอุปกรณ์มารวมกัน เป็นวิเคราะห์ความต้องการพลังงานทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive

๓. การวิเคราะห์และกำหนดพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยของการออกแบบระบบฯ

๓.๑ ขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การวิเคราะห์ขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของหน่วยงาน โดยการออกแบบให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

กำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ = ความต้องการไฟฟ้าต่อวัน (kWh) / F

เมื่อ F คือ แฟกเตอร์ของชั่วโมงการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (๓.๕ - ๕ hr) ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ทิศ อุณหภูมิ และปัจจัยอื่นๆ

ซึ่งผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ค่าแฟกเตอร์ของชั่วโมงการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งเป็นภูมิภาค เพื่อวิเคราะห์กำลังการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยค่าแฟกเตอร์ที่กำหนดจะทำการอ้างอิงจากข้อมูลของกระทรวงพลังงาน

๓.๒ ขนาดของอินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive

การออกแบบขนาดของอินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive จะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ และการออกแบบชาร์จเจอร์จะต้องให้มาความสอดคล้องกับขนาดกำลังติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๓.๓ ขนาดความจุของแบตเตอรี่

การออกแบบขนาดความจุของแบตเตอรี่ ควรคำนึงถึงเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ พิกัดกำลังของระบบ เพื่อเลือกระดับแรงดันใช้งานที่เหมาะสม และประสิทธิภาพของการคายประจุเพื่อชาร์จใหม่ (DOD) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของแบตเตอรี่ รวมถึงการกำหนดความต้องการในการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ไว้ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าด้วย โดยการคำนวณหาขนาดความจุของแบตเตอรี่ (Ah) มีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ขนาดความจุของแบตเตอรี่ (Ah)} = \frac{P_{total}(Wh) \times D_{work}(day)}{V_{battery}(V) \times F_{battery}(\%) \times F_{inverter}(\%)}$$

เมื่อ

P_{total} คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมใน ๑ วัน มีหน่วยเป็น Wh

D_{work} คือ จำนวนวันที่ต้องการใช้งาน ในกรณีที่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าขัดข้องและในกรณีที่ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถทำงานได้ มีหน่วยเป็น day

$V_{battery}$ คือ แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันจะมีระบบ ๒ โวลต์ และ ๑๒ โวลต์ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ของผู้ใช้งาน มีหน่วยเป็น V

$F_{battery}$ คือ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นความสามารถใน

		การเก็บไฟฟ้าโดยส่วนมากแบตเตอรี่แบบ Deep Cycle จะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ ร้อยละ ๘๐
$F_{inverter}$	คือ	ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยส่วนมากอินเวอร์เตอร์จะมีประสิทธิภาพร้อยละ ๘๕ - ๙๕

การกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาโปรแกรม

๑. ข้อมูลจากบิลค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน

ข้อมูลจากบิลค่าไฟของหน่วยงานจะใช้เฉพาะราคาค่าไฟฟ้าต่อเดือน (บาท/เดือน) ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/kWh) และค่ากำลังการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) (kW)

๒. การคำนวณแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณหาค่ากำลังการติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของหน่วยงานจะสามารถคำนวณหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$P_{SolarCell}(kW) = \left(\frac{Price_{Bill}(\text{บาท/เดือน})}{Price_{Unit}(\text{บาท/kWh}) \times \frac{\text{๓๐ (วัน/เดือน)}}{PHS_{Province}(\text{h/วัน})}} \right)$$

โดยกำหนดให้

$P_{SolarCell}$	คือ	กำลังการติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kW)
$Price_{Bill}$	คือ	ราคาค่าไฟฟ้าต่อเดือน (บาท/เดือน)
$Price_{Unit}$	คือ	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/kWh)
$PSH_{Province}$	คือ	ค่า Peak Sun Hours ของจังหวัดที่ตั้งของหน่วยงาน (h/วัน)

หมายเหตุ : การใช้ ๓๐ วัน/เดือน เพื่อตัดหน่วยของ $PSH_{Province}$

๓. ขนาดอินเวอร์เตอร์

การออกแบบขนาดของอินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive จะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการกำลังการใช้ไฟฟ้าสูงสุด สำหรับงานวิจัยนี้ ขนาดของอินเวอร์เตอร์จะถูกกำหนดไว้เป็น ๑๐ ๒๐ ๓๐ ๔๐ ๕๐ ๗๕ ๑๐๐ ๒๐๐ ๒๕๐ ๓๐๐ ๔๐๐ ๕๐๐ ๖๐๐ ๗๐๐ ๗๕๐ ๘๐๐ ๑,๐๐๐ ๑,๒๕๐ ๑,๕๐๐ ๑,๗๕๐ และ ๒,๐๐๐ kW เพื่อการออกแบบโปรแกรม แต่ทั้งนี้ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการศึกษาขนาดอินเวอร์เตอร์ให้ละเอียด เนื่องจากขนาดอินเวอร์เตอร์ที่ทางผู้วิจัยกำหนดอาจจะไม่มีขายตามท้องตลาด จึงทำให้ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องทำการประยุกต์ขนาดของอินเวอร์เตอร์

เอง อาทิเช่น การที่โปรแกรมคำนวณขนาดอินเวอร์เตอร์ได้ ๖๐ kW ซึ่งตามท้องตลาดอาจจะไม่มีอินเวอร์เตอร์ขนาดเท่ากับที่โปรแกรมคำนวณให้ ดังนั้นผู้ใช้โปรแกรมจะต้องใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด ๓๐ kW จำนวน ๒ ตัว แทนอินเวอร์เตอร์ขนาด ๖๐ kW

๔. ขนาดของแบตเตอรี่

การคำนวณขนาดของแบตเตอรี่ของหน่วยงานจะสามารถคำนวณได้โดยการนำขนาดอินเวอร์เตอร์ที่ได้ไปคูณกับจำนวนชั่วโมงความต้องการใช้ไฟฟ้าขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง (h/วัน) สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$P_{Batt}(kWh) = \frac{P_{Inverter}(kW) \times H_{Need}(h)}{Inverter_{EFF} \times DOD_{Batt}}$$

โดยกำหนดให้

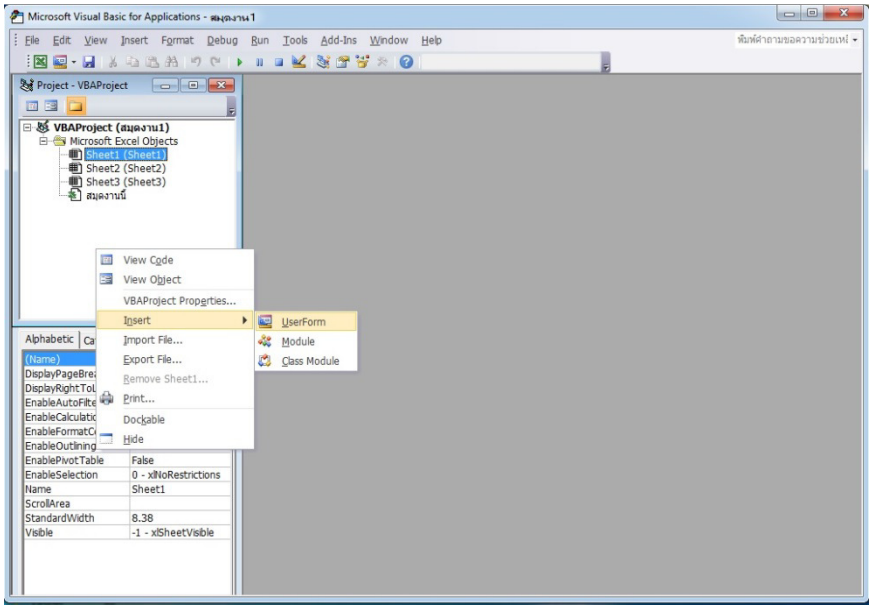
P_{Batt}	คือ	ขนาดของแบตเตอรี่ของหน่วยงาน (kWh)
$P_{Inverter}$	คือ	ขนาดของอินเวอร์เตอร์ของหน่วยงาน (kW)
H_{Need}	คือ	จำนวนชั่วโมงความต้องการใช้ไฟฟ้าขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง (h)
$Inverter_{EFF}$	คือ	ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ ๙๕ %
$DOD_{Battery}$	คือ	การใช้งานกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ ๖๐ %

การออกแบบโปรแกรม

๑. การสร้างหน้าโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

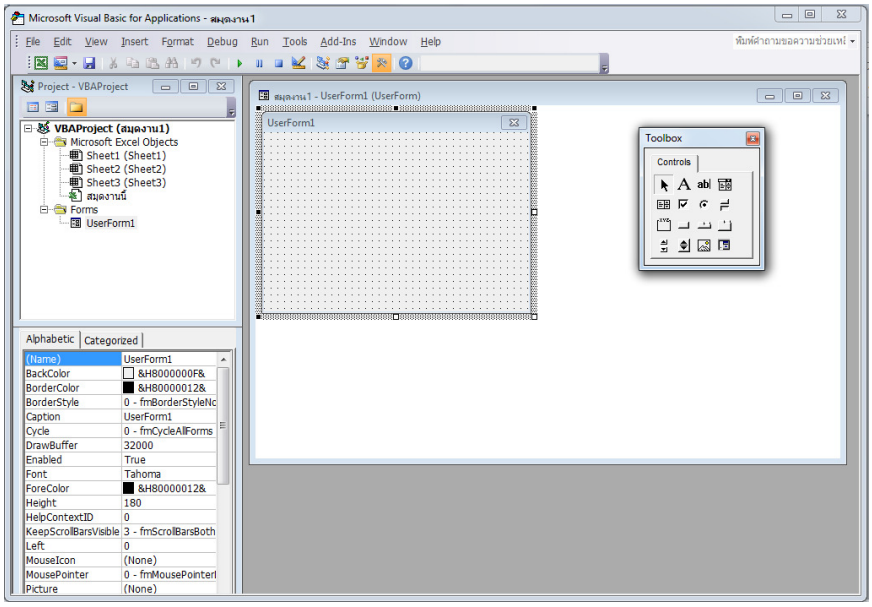
๑.๑ ทำการคลิกขวาบริเวณ Project Explorer แล้วเลือกไปยัง Insert จากนั้นให้เลือก UserForm ดังแผนภาพที่ ๓-๖

แผนภาพที่ ๓-๖ การสร้าง UserForm



๑.๒ เมื่อทำการเลือก UserForm จะปรากฏ UserForm๑ และ Toolbox ขึ้นมา ดังแผนภาพที่ ๓-๗ โดยฟอร์มที่ได้จะใช้สำหรับทำหน้าโปรแกรมที่ต้องการ

แผนภาพที่ ๓-๗ หน้า UserForm๑ และ Toolbox สำหรับทำหน้าโปรแกรม



โดย ToolBox เป็นกล่องเครื่องมือ ที่ใช้ในการสร้างองค์ประกอบของฟอร์ม ดังแผนภาพที่ ๓-๘ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือหลักๆ ที่ใช้ในการสร้างฟอร์มโปรมแกรมครั้งนี้ ได้แก่

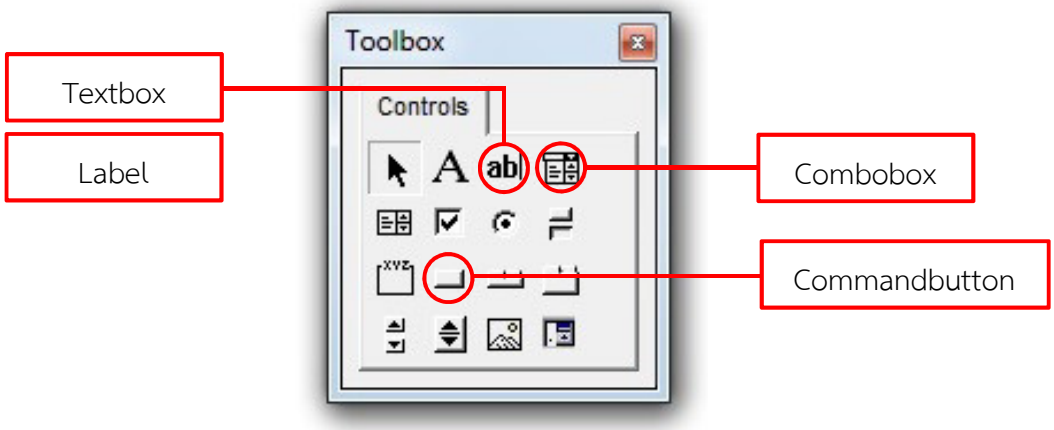
Label คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับเป็นป้ายชื่อหัวข้อต่างๆ

Textbox คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับป้อนค่าและพิมพ์ตัวอักษรลงในโปรแกรม

Combobox คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับทำปุ่มเพื่อสั่งการโปรแกรมให้ทำงาน

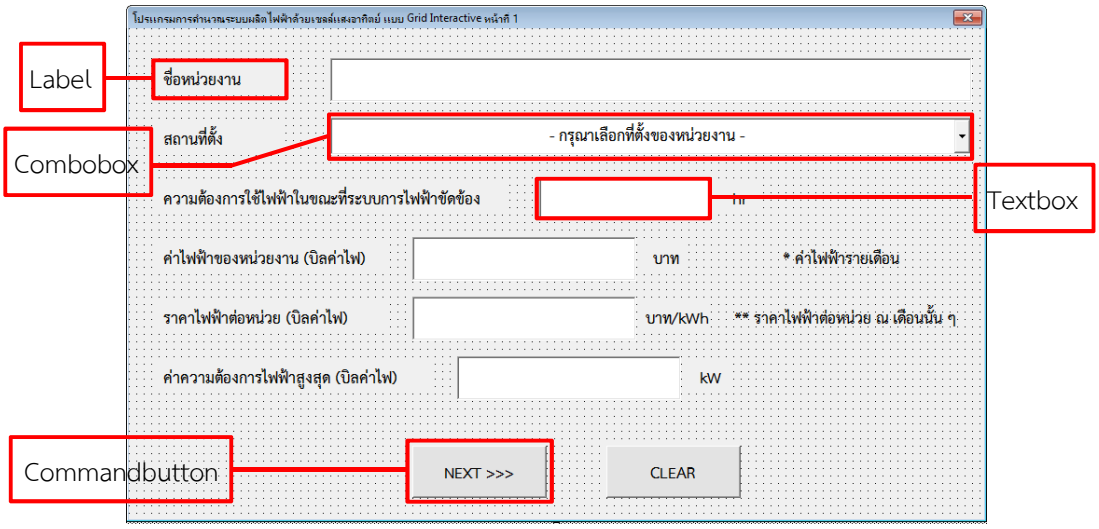
CommandButton คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับเลือกข้อมูล ซึ่งอาจจะกำหนดเอง หรือให้เลือกข้อมูลจากตารางใน Worksheet ก็ได้

แผนภาพที่ ๓-๘ ToolBox



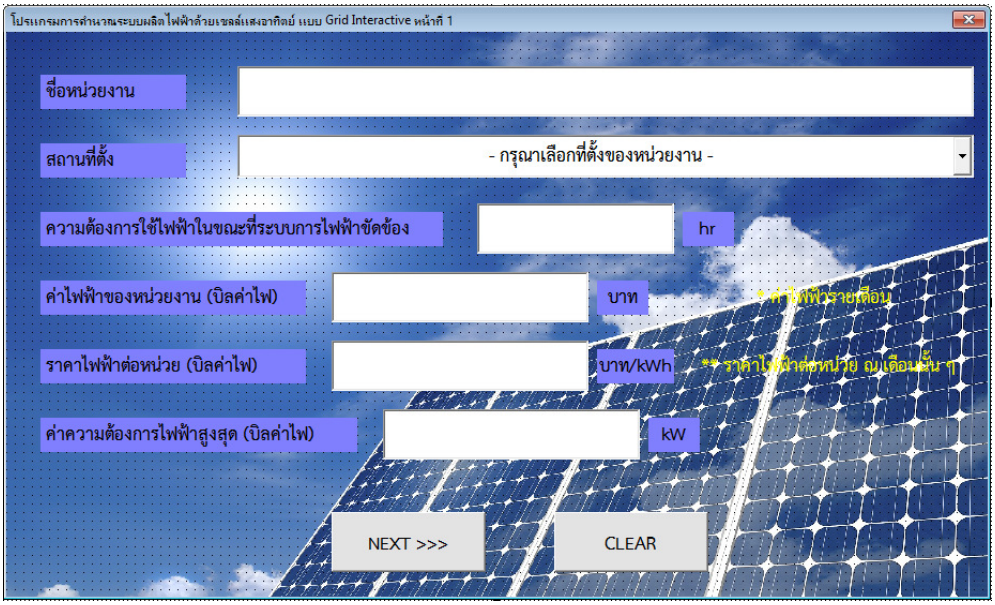
๑.๓ ทำการสร้างหน้าโปรแกรม โดยใช้เครื่องมือใน ToolBox ดังแผนภาพที่ ๓-๙

แผนภาพที่ ๓-๙ การสร้างหน้าโปรแกรม



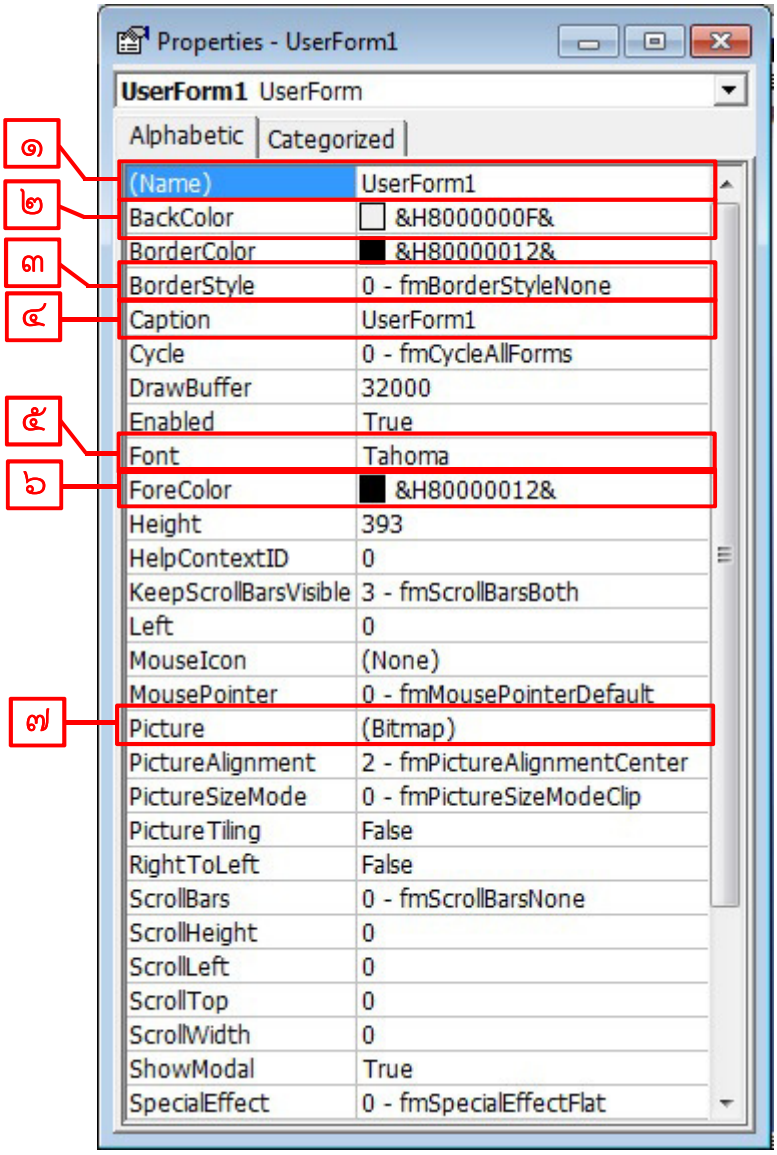
๑.๔ ทำการตกแต่งหน้าโปรแกรมเพิ่มเติม เพื่อทำให้ตัวโปรแกรมดูหน้าสนใจมากยิ่งขึ้น ดังแผนภาพที่ ๓-๑๐

แผนภาพที่ ๓-๑๐ การตกแต่งหน้าโปรแกรมเพิ่มเติม



โดยการตกแต่งหน้าโปรแกรมเพิ่มเติมต่างๆ สามารถทำการเปลี่ยนแปลงที่ Properties Window ซึ่งคุณสมบัติหรือลักษณะเบื้องต้นของเครื่องมือและออบเจ็กต์นั้นๆ ดังแผนภาพที่ ๓-๑๑ ซึ่งจะใช้ Properties Window ของออบเจ็กต์ Userform๑ เป็นแบบเพื่ออธิบายคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างที่ใช้เฉพาะการออกแบบสร้างหน้าโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นดังต่อไปนี้

แผนภาพที่ ๓-๑๑ Properties Window



๑ คุณสมบัติของ (Name) จะให้สำหรับการตั้งชื่ออื่นๆ ให้กับเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก เพื่อให้ง่ายต่อการจำขณะที่ผู้วิจัยทำการเขียนโค้ดในขั้นต่อไป

๒ คุณสมบัติของ BackColor จะให้สำหรับการเปลี่ยนสีพื้นหลังของเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก

๓ คุณสมบัติของ BorderStyle จะให้สำหรับการทำให้แสดงสีพื้นหลังหรือไม่แสดงสีพื้นหลังของเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือกก็ได้

๔ คุณสมบัติของ Caption จะให้สำหรับเปลี่ยนชื่อข้อความ (Title) ที่แสดงด้านบน เครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก

๕ คุณสมบัติของ Font จะใช้สำหรับเปลี่ยนชนิดของตัวอักษร ขนาดตัวอักษร ความหนาและบางของตัวอักษร ของเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก

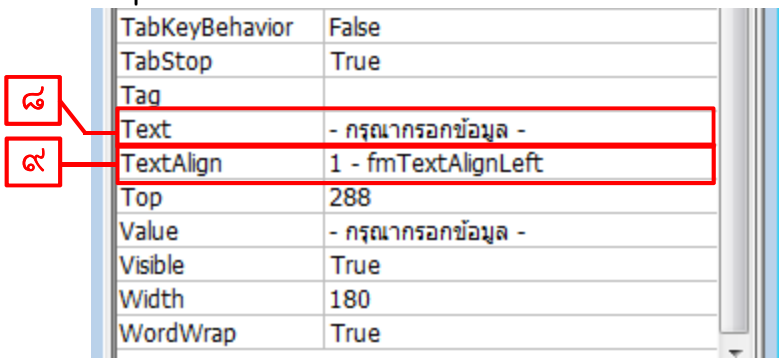
๖ คุณสมบัติของ ForeColor จะใช้สำหรับเปลี่ยนสีตัวอักษรของเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก

๗ คุณสมบัติของ Picture จะใช้สำหรับเปลี่ยนหรือแทรกรูปภาพไปยังเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก

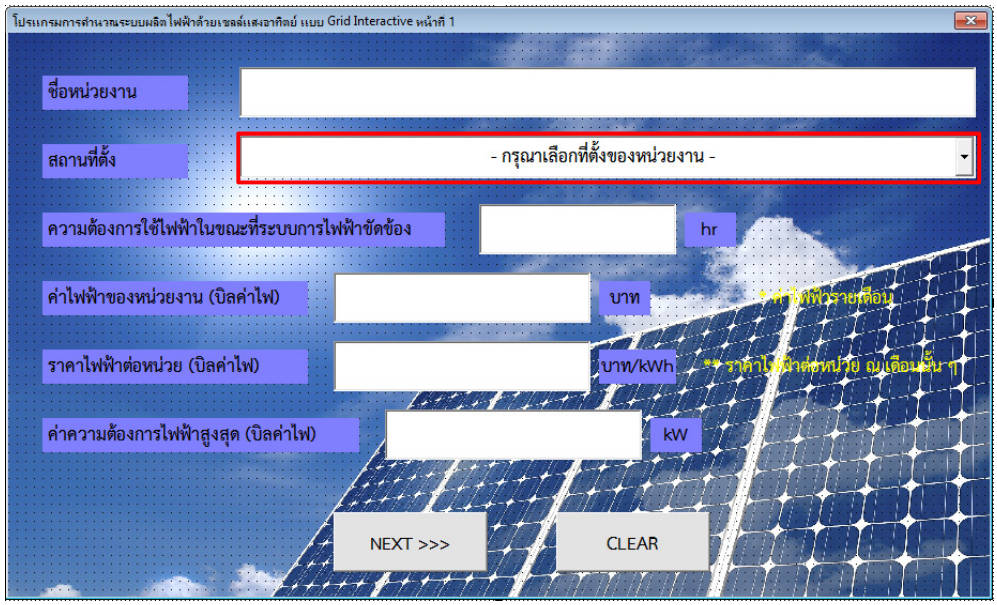
๘ คุณสมบัติของ Text จะใช้สำหรับเขียนข้อความเพื่อให้แสดงบน Textbox หรือ Combobox ดังแผนภาพที่ ๓-๑๒ และ แผนภาพที่ ๓-๑๓

๙ คุณสมบัติของ TextAlign จะใช้สำหรับจัดแนวข้อความให้ชิดซ้าย กึ่งกลาง หรือชิดขวา ของเครื่องมือหรือออบเจ็กต์นั้นๆ ที่ถูกเลือก ดังแผนภาพที่ ๓-๑๒

แผนภาพที่ ๓-๑๒ Properties Window ที่มีเฉพาะของ Textbox และ Combo box



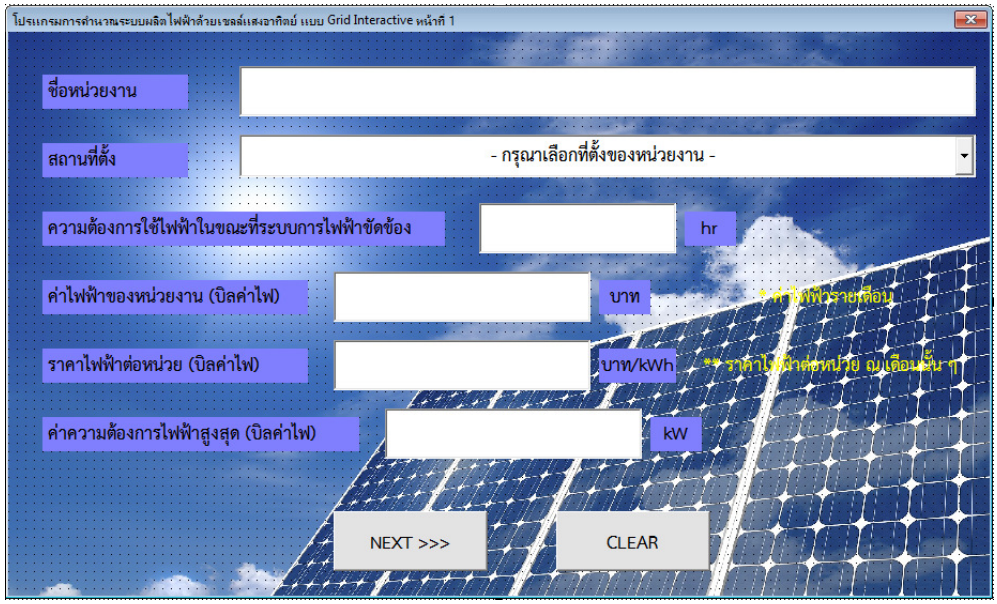
แผนภาพที่ ๓-๑๓ คุณสมบัติของ Text



๑.๖ โดยโปรแกรมที่ผู้วิจัยทำการออกแบบจะมีหน้าต่างโปรแกรม ๓ หน้า ซึ่งหน้าต่างโปรแกรมแรกเป็นหน้าของ UserForm๑ ดังแผนภาพที่ ๓-๑๔ ซึ่งหน้านี้ทางหน่วยงานจะต้องกรอกรายละเอียดต่างๆ ให้ครบถ้วน เพื่อจะได้นำค่าของตัวแปรไปคำนวณในหน้าต่างโปรแกรมถัดไป

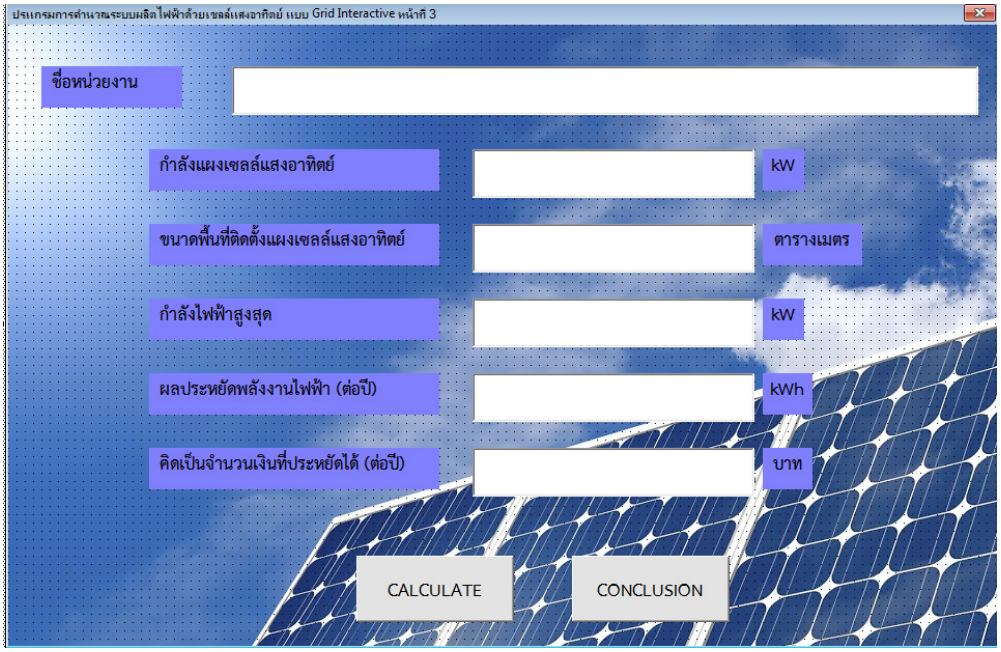
ซึ่งเป็นหน้าของ UserForm๒ ดังแผนภาพที่ ๓-๑๕ และ UserForm๓ ดังแผนภาพที่ ๓-๑๖ ตามลำดับ

แผนภาพที่ ๓-๑๔ หน้าต่างโปรแกรมแรกเป็นหน้าของ UserForm๑



แผนภาพที่ ๓-๑๕ หน้าต่างโปรแกรมถัดไปเป็นหน้าของ UserForm๒

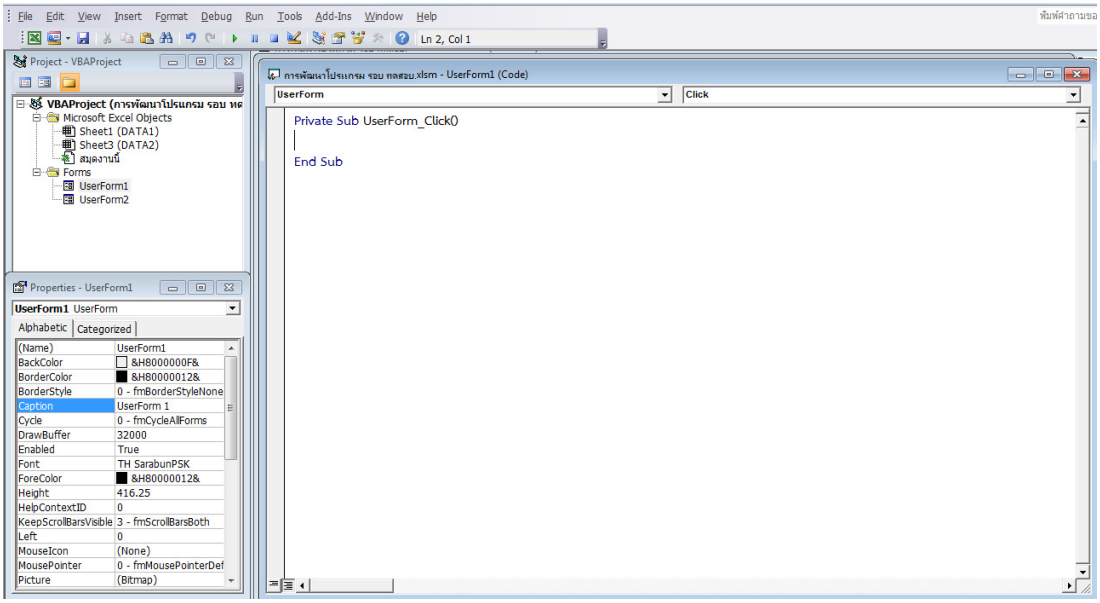
แผนภาพที่ ๓-๑๖ หน้าต่างโปรแกรมถัดไปเป็นหน้าของ UserForm๓



๒. การเขียนโค้ดสำหรับสร้างโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

๒.๑ โดยทำการคลิ๊กขวาที่หน้า UserForm ที่ต้องการ จากนั้นเลือกไปที่คำสั่ง View Code ซึ่งจะปรากฏหน้าสำหรับการเขียนโค้ดคำสั่งของ UserForm นั้นๆ ดังแผนภาพที่ ๓-๑๗

แผนภาพที่ ๓-๑๗ หน้าสำหรับการเขียนโค้ดคำสั่งของ UserForm ๑



๒.๒ การเขียนโค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๑ แสดงดังตารางที่ ๓-๒

ตารางที่ ๓-๒ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑

Option Explicit	//คำสั่งนี้เป็นการบังคับให้ทุกๆตัวแปรที่ถูกใช้งานในโปรแกรมนี้ต้องถูกประกาศด้วยคำสั่ง Dim

Private Sub ClearButton_Click()
 	
Unload UserForm๑
UserForm๑.Show
End Sub
	//ชุดคำสั่งของ ClearButton จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงบนพื้นฟอร์ม คือ
	//ปิด UserForm๑
	//แสดง UserForm๑
	//จบคำสั่ง ClearButton

Private Sub NextButton_Click()
 	
UserForm๒.NameTextBox๑.Value = Me.NameTextBox.Value
 	
If ComboBox๑.ListCount = ๐ Then
MsgBox "กรุณาเลือกที่ตั้งของหน่วยงาน"
 	
Exit Sub
Else
' Code if not empty
End If
 	
If IsNumeric(HourErroTextBox.Value) = ๐ Then
MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง"
 	
Exit Sub
Else
' Code if not empty
End If
	//ชุดคำสั่งของ NextButton จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงบนพื้นฟอร์ม คือ
	//ค่าของ NameTextBox๑ ใน UserForm๒ จะเท่ากับค่าของ NameTextBox ของ UserForm๑
	//ถ้าไม่มีการเลือกข้อมูลใน ComboBox ๑ แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ "กรุณาเลือกที่ตั้งของหน่วยงาน"
	//จบการทำงาน
	//อื่นๆ ถ้า ComboBox๑ มีการเลือกข้อมูลแล้ว
	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน ComboBox๑
	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน HourErroTextBox แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง"
	//จบการทำงาน
	//อื่นๆ ถ้า HourErroTextBox มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน HourErroTextBox

ตารางที่ ๓-๒ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑ (ต่อ)

If IsNumeric(BillTextBox.Value) = ๐ Then
MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ)"
 	
Exit Sub
Else
' Code if not empty
End If
	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน BillTextBox แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ)"
	//จบการทำงาน
	//อื่นๆ ถ้า BillTextBox มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน BillTextBox

If IsNumeric(UnitTextBox.Value) = ๐ Then
MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ)"
 	
Exit Sub
Else
' Code if not empty
End If
	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน UnitTextBox แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ)"
	//จบการทำงาน
	//อื่นๆ ถ้า UnitTextBox มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน UnitTextBox

If IsNumeric(OnPeakTextBox.Value) = ๐ Then
MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (บิลค่าไฟ)"
 	
Exit Sub
Else
' Code if not empty
End If
	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน OnPeakTextBox แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (บิลค่าไฟ)"
	//จบการทำงาน
	//อื่นๆ ถ้า OnPeakTextBox มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน OnPeakTextBox

Dim h As Long, LastRow As Long LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B"& Rows.Count).End(xlUp).Row	//ประกาศตัวแปร h และ LastRow ใช้เก็บเลขจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่าง -๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๘ ถึง ๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๗ // LastRow เท่ากับ Sheets ชื่อ DATA ๑ ในช่วงคอลัมน์ B ถึงแถวสุดท้ายของคอมลัมน์ B

ตารางที่ ๓-๒ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑ (ต่อ)

For h = ๒ To LastRow If Sheets("DATA๑").Cells(h,"B").Value = (Me.ComboBox๑) Or _ Sheets("DATA๑").Cells(h,"B").Value = Val(Me.ComboBox๑) Then	//สำหรับ h เท่ากับ แถวที่ ๒ ถึงแถวสุดท้ายที่กำหนดใน LastRow //ไม่ว่า Sheets("DATA๑").Cells(h,"B").Value = (Me.ComboBox๑) หรือ Sheets("DATA๑").Cells(h,"B").Value = Val(Me.ComboBox๑) เป็นจริงก็ตาม จะถือว่าเงื่อนไขเป็นจริง (เป็นการดึงข้อมูลจากคอลัมน์ B แถวที่ ๒ ถึงแถวสุดท้าย) แล้ว

UserForm๒.PSHTextBox = Sheets("DATA๑").Cells(h, "D").Value
End If
Next
	// ค่าของตัวเลือกที่ต้องการจะแสดงยัง PSHTextBox ซึ่งอยู่ที่ UserForm๒
	//จบการทำงานในชุดคำสั่ง If
	//ทำคำสั่งถัดไป

UserForm๒.NeedTextBox.Value = (Val(BillTextBox) / Val(UnitTextBox)) / ๒๐	//ค่าจาก BillTextBox หารด้วย UnitTextBox และหารด้วย ๒๐ จะแสดงใน NeedTextBox ของ UserForm๒
Dim SSheet As Worksheet	//ประกาศตัวแปร SSheet เป็น Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")	//ให้ SSheet เท่ากับ Worksheet ชื่อ DATA๒
SSheet.Cells(๔, ๒) = Me.NameTextBox	//นำค่าจาก NameTextBox ลงใน SSheet แถว ๔ คอลัมน์ ๒
SSheet.Cells(๕, ๒) = Me.ComboBox๑	//นำค่าจาก ComboBox๑ ลงใน SSheet แถว ๕ คอลัมน์ ๒
SSheet.Cells(๖, ๓) = Me.HourErroTextBox	//นำค่าจาก HourErroTextBox ลงใน SSheet แถว ๖ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๗, ๓) = Me.BillTextBox	//นำค่าจาก BillTextBox ลงใน SSheet แถว ๗ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๘, ๓) = Me.UnitTextBox	//นำค่าจาก UnitTextBox ลงใน SSheet แถว ๘ คอลัมน์ ๓
UserForm๒.Show End Sub	//แสดง UserForm๒ //จบชุดคำสั่ง NextButton

ตารางที่ ๓-๒ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑ (ต่อ)

Private Sub UserForm_Initialize()	//ชุดคำสั่ง UserForm เมื่อฟอร์มถูกโหลดเข้าไปในหน่วยความจำ
NameTextBox.Value = ""	//ให้ NameTextBox เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
HourErroTextBox.Value = ""	//ให้ HourErroTextBox เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
BillTextBox.Value = ""	//ให้ BillTextBox เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
UnitTextBox.Value = ""	//ให้ UnitTextBox เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
OnPeakTextBox = ""	//ให้ OnPeakTextBox เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
End Sub	//จบชุดคำสั่ง UserForm เมื่อฟอร์มถูกโหลดเข้าไปในหน่วยความจำ
Private Sub ComboBox๑_DropButtonClick()	//ชุดคำสั่งของ ComboBox๑ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกปุ่ม DropButton คือ
Dim h As Long, LastRow As Long	//ประกาศตัวแปร h และ LastRow ใช้เก็บเลขจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่าง -๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๘ ถึง ๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๗
LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row	// LastRow เท่ากับ Sheets ชื่อ DATA๑ ในช่วงคอลัมน์ B ถึงแถวสุดท้ายของคอมลัมน์ B
If Me.ComboBox๑.ListCount = ๐ Then	//ถ้า ComboBox๑ ไม่มีตัวเลือก
For h = ๒ To LastRow	//ให้ใช้ตัวเลือกในแถวที่ ๒ ถึงแถวสุดท้ายที่กำหนดใน LastRow
Me.ComboBox๑.AddItem Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value	//และเพิ่มตัวเลือกไปยัง ComboBox๑ จาก Sheets("DATA๑").Cells(h,"B"). Value
Next h	// ทำกลับไปยังตัวแปร h
End If	//จบการทำงานในชุดคำสั่ง If
End Sub	//ทำคำสั่งถัดไป
Private Sub Combobox๑_Change()	//ชุดคำสั่งของ ComboBox๑ จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของตัว control มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ ๓-๒ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๑ (ต่อ)

Dim h As Long, LastRow As Long	//ประกาศตัวแปร h และ LastRow ใช้เก็บเลขจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่าง -๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๘ ถึง ๒,๑๔๗,๔๘๓,๖๔๗
LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row	// LastRow เท่ากับ Sheets ชื่อ DATA ๑ ในช่วงคอลัมน์ B ถึงแถวสุดท้ายของคอมลัมน์ B
For h = ๒ To LastRow	//สำหรับ h เท่ากับ แถวที่ ๒ ถึงแถวสุดท้ายที่กำหนดใน LastRow
If Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = (Me.ComboBox๑) Or _ Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = Val(Me.ComboBox๑) Then	//ไม่ว่า Sheets("DATA๑").Cells(h,"B"). Value = (Me.ComboBox๑) หรือ Sheets("DATA๑").Cells(h,"B").Value = Val(Me.ComboBox๑) เป็นจริงก็ตาม จะถือว่าเงื่อนไขเป็นจริง (เป็นการดึงข้อมูลจากคอลัมน์ B แถวที่ ๒ ถึงแถวสุดท้าย) แล้ว
UserForm๒.PSHTextBox = Sheets("DATA ๑").Cells(h, "D").Value	// PSHTextBox ซึ่งอยู่ที่ UserForm๒ จะถูกลงข้อมูลยัง Sheets ชื่อDATA๑ แถว ๒ ถึงแถวสุดท้าย คอลัมน์ D
End If	//จบการทำงานในชุดคำสั่ง If
Next	//ทำคำสั่งถัดไป
End Sub	//จบชุดคำสั่งของ ComboBox๑ จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของตัว control มีการเปลี่ยนแปลง

๒.๓ การเขียนโค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๒ แสดงดังตารางที่ ๓-๓

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒

Option Explicit	//คำสั่งนี้เป็นการบังคับให้ทุกๆตัวแปรที่ถูกใช้งานในโปรแกรมนี้ต้องถูกประกาศด้วยคำสั่ง Dim
Private Sub CalculateButton๑_Click()	//ชุดคำสั่งของ CalculateButton๑ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงบนพื้นฟอร์ม คือ
On Error Resume Next	//หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น การทำงานของโปรแกรมจะดำเนินต่อไปด้วยคำสั่งที่ต่อจากคำสั่งที่เกิดข้อผิดพลาดขึ้น
Dim a, b, c, d As Double	//ประกาศตัวแปร a,b,c,เป็นตัวเลขจำนวนจริง แยกเป็น ๒ กรณี คือ ค่าบวกอยู่ระหว่าง ๔.๙๔๐๖๕๖๔๕๘๔๑๒๔๗E-๓๒๔ ถึง ๑.๗๙๗๖๙๓๑๓๔๘๖๒๓๒E๓๐๘ ค่าลบอยู่ระหว่าง -๑.๗๙๗๖๙๓๑๓๔๘๖๒๓๒E๓๐๘ ถึง -๔.๙๔๐๖๕๖๔๕๘๔๑๒๔๗E-๓๒๔
a = Val(UserForm๑.BillTextBox)	//ตัวแปร a เท่ากับค่าใน BillTextBox จาก UserForm๑
b = Val(UserForm๑.UnitTextBox)	//ตัวแปร b เท่ากับค่าใน UnitTextBox จาก UserForm๑
c = Val(UserForm๒.PSHTextBox)	//ตัวแปร c เท่ากับค่าใน PSHTextBox จาก UserForm๒
d = Val(UserForm๑.OnPeakTextBox)	//ตัวแปร d เท่ากับค่าใน OnPeakTextBox จาก UserForm๑
SolarTextBox = (((a / b) / ๒๐) / c)	//ค่าใน SolarTextBox หาได้จากค่าของ (((a / b) / ๒๐) / c)
Me.SolarTextBox = Format(Me.SolarTextBox, "๐๐")	//และกำหนดให้ค่าใน SolarTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่ไม่มีทศนิยม
If (d <= ๙) Then InverterTextBox = "๑๐"	//ถ้าค่าใน d น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๙ แล้วให้ค่าใน InverterTextBox เท่ากับ ๑๐
ElseIf (๑๐ <= d And d <= ๑๙) Then InverterTextBox = "๒๐"	//และถ้าค่า ๑๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๒๐

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒ (ต่อ)

ElseIf (๒๐ <= d And d <= ๒๙) Then InverterTextBox = "๓๐"	//และถ้าค่า ๒๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๒๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๓๐
ElseIf (๓๐ <= d And d <= ๓๙) Then InverterTextBox = "๔๐"	//และถ้าค่า ๓๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๓๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๔๐
ElseIf (๔๐ <= d And d <= ๔๙) Then InverterTextBox = "๕๐"	//และถ้าค่า ๔๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๕๐
ElseIf (๕๐ <= d And d <= ๗๔) Then InverterTextBox = "๗๕"	//และถ้าค่า ๕๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๗๔ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๗๕
ElseIf (๗๕ <= d And d <= ๙๙) Then InverterTextBox = "๑๐๐"	//และถ้าค่า ๗๕ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในd และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๑๐๐
ElseIf (๑๐๐ <= d And d <= ๑๙๙) Then InverterTextBox = "๒๐๐"	//และถ้าค่า ๑๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๒๐๐
ElseIf (๒๐๐ <= d And d <= ๒๔๙) Then InverterTextBox = "๒๕๐"	//และถ้าค่า ๒๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๒๔๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๒๕๐
ElseIf (๒๕๐ <= d And d <= ๒๙๙) Then InverterTextBox = "๓๐๐"	//และถ้าค่า ๒๕๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๒๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๓๐๐
ElseIf (๓๐๐ <= d And d <= ๓๙๙) Then InverterTextBox = "๔๐๐"	//และถ้าค่า ๓๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ -๓๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๔๐๐
ElseIf (๔๐๐ <= d And d <= ๔๙๙) Then InverterTextBox = "๕๐๐"	//และถ้าค่า ๔๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๕๐๐

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒ (ต่อ)

ElseIf (๕๐๐ <= d And d <= ๕๙๙) Then InverterTextBox = "๖๐๐"	//และถ้าค่า ๕๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๕๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๖๐๐
ElseIf (๖๐๐ <= d And d <= ๖๙๙) Then InverterTextBox = "๗๐๐"	//และถ้าค่า ๖๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๖๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๗๐๐
ElseIf (๗๐๐ <= d And d <= ๗๔๙) Then InverterTextBox = "๗๕๐"	//และถ้าค่า ๗๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๗๔๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๗๕๐
ElseIf (๗๕๐ <= d And d <= ๗๙๙) Then InverterTextBox = "๘๐๐"	//และถ้าค่า ๗๕๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๗๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๘๐๐
ElseIf (๘๐๐ <= d And d <= ๙๙๙) Then InverterTextBox = "๑๐๐๐"	//และถ้าค่า ๘๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๙๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๑,๐๐๐
ElseIf (๑๐๐๐ <= d And d <= ๑๒๔๙) Then InverterTextBox = "๑๒๕๐"	//และถ้าค่า ๑,๐๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑,๒๔๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๑,๒๕๐
ElseIf (๑๒๕๐ <= d And d <= ๑๔๙๙) Then InverterTextBox = "๑๕๐๐"	//และถ้าค่า ๑,๒๕๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑,๔๙๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๑,๕๐๐
ElseIf (๑๕๐๐ <= d And d <= ๑๗๔๙) Then InverterTextBox = "๑๗๕๐"	//และถ้าค่า ๑,๕๐๐ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใน d และ d มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๑,๗๔๙ แล้ว InverterTextBox เท่ากับ ๑,๗๕๐
Else InverterTextBox = "๒๐๐๐"	//ถ้าค่า d ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้น ก็ให้ InverterTextBox เท่ากับ ๒,๐๐๐
End If	//จบเงื่อนไข If

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒ (ต่อ)

BattTextBox = (((InverterTextBox) / ๐.๙๘) * (UserForm๑.HourErroTextBox)) / ๐.๖	//ค่าของ BattTextBox หาได้จาก ค่าใน InverterTextBox หาร ๐.๙๘ แล้วคูณด้วยค่าใน HourErroTextBox จาก UserForm๑ และหารด้วย ๐.๖
Me.BattTextBox = Format(Me.BattTextBox, "๐๐")	//และให้ค่าใน BattTextBox มีลักษณะเป็นเลขจำนวนเต็มไม่มีทศนิยม
Dim SSheet As Worksheet	//ประกาศตัวแปร SSheet เป็น Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")	//ให้ SSheet เท่ากับ Worksheet ชื่อ DATA๒
SSheet.Cells(๙, ๓) = Me.NeedTextBox	//นำค่าจาก NeedTextBox ลงใน SSheet แถว ๙ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๐, ๓) = Me.PSHTextBox	//นำค่าจาก PSHTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๐ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๑, ๓) = Me.SolarTextBox	//นำค่าจาก SolarTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๑ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๒, ๓) = Me.InverterTextBox	//นำค่าจาก InverterTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๒ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๓, ๓) = Me.BattTextBox	//นำค่าจาก BattTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๓ คอลัมน์ ๓
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CalculateButton๑
Private Sub CalculateButton๒_Click()	//ชุดคำสั่งของ CalculateButton๒ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงบนพื้นฟอร์ม คือ
If IsNumeric(PriceTextBox๑.Value) = ๐ Then MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของกำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์"	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๑ แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ “กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อราคาต่อกิโลวัตต์ของกำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์”
Exit Sub	//จบการทำงาน
Else ' Code if not empty	//อื่นๆ ถ้า PriceTextBox๑ มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
End If	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๑

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒ (ต่อ)

If IsNumeric(PriceTextBox๒.Value) = ๐ Then MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของอินเวอร์เตอร์แบบ Grid Interactive"	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๒ แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ “กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อราคาต่อกิโลวัตต์ของอินเวอร์เตอร์แบบ Grid Interactive”
Exit Sub	//จบการทำงาน
Else	//อื่นๆ ถ้า PriceTextBox๒ มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
' Code if not empty	
End If	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๒
If IsNumeric(PriceTextBox๓.Value) = ๐ Then MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของแบตเตอรี่"	//ถ้าไม่มีการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๓ แล้ว MsgBox จะแสดงข้อความ “กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อราคาต่อกิโลวัตต์ของแบตเตอรี่”
Exit Sub	//จบการทำงาน
Else	//อื่นๆ ถ้า PriceTextBox๓ มีการกรอกค่าตัวเลขแล้ว
' Code if not empty	
End If	//จบคำสั่ง If ของการกรอกค่าตัวเลขใน PriceTextBox๓
TotalTextBox๑ = SolarTextBox * PriceTextBox๑	//ค่าใน TotalTextBox๑ หาได้จากค่าใน SolarTextBox คูณด้วยค่าใน PriceTextBox๑
TotalTextBox๒ = InverterTextBox * PriceTextBox๒	//ค่าใน TotalTextBox๒ หาได้จากค่าใน InverterTextBox คูณด้วยค่าใน PriceTextBox๒
TotalTextBox๓ = BattTextBox * PriceTextBox๓	//ค่าใน TotalTextBox๓ หาได้จากค่าใน BattTextBox คูณด้วยค่าใน PriceTextBox๓
TotalAllTextBox = Val(TotalTextBox๑) + Val(TotalTextBox๒) + Val(TotalTextBox๓)	//ค่าใน TotalAllTextBox หาได้จากค่าใน TotalTextBox๑ บวกด้วยค่าใน TotalTextBox๒ และ TotalTextBox๓
Me.TotalTextBox๑ = Format(Me.TotalTextBox๑, "#,##.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน TotalTextBox๑ มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง

ตารางที่ ๓-๓ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๒ (ต่อ)

Me.TotalTextBox๒ = Format(Me.TotalTextBox๒, "#,##.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน TotalTextBox๒ มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
Me.TotalTextBox๓ = Format(Me.TotalTextBox๓, "#,##.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน TotalTextBox๓ มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
Me.TotalAllTextBox = Format(Me.TotalAllTextBox, "#,##.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน TotalAllTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
Dim SSheet As Worksheet	//ประกาศให้ SSheet เป็น Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")	//ให้ SSheet เท่ากับ Sheet ชื่อ DATA๒
SSheet.Cells(๑๔, ๓) = Me.TotalAllTextBox	//ค่าใน TotalAllTextBox จะถูกกรอกไปยังแถวที่ ๑๔ คอลัมน์ที่ ๓ ของ Sheet เท่ากับชื่อ DATA๒
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CalculateButton๒
Private Sub CancelButton_Click()	//ชุดคำสั่ง CancelButton จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
Unload Me Unload UserForm๑	//ไม่แสดง UserForm๒ และ UserForm๑
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CancelButton
Private Sub NeedTextBox_Change()	//ชุดคำสั่ง NeedTextBox จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของตัว control มีการเปลี่ยนแปลง
Me.NeedTextBox = Format(Me.NeedTextBox, "๐๐.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน NeedTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีทศนิยมสองตำแหน่ง
End Sub	
Private Sub UserForm_Initialize()	//ชุดคำสั่ง UserForm๒ เมื่อฟอร์มถูกโหลดเข้าไปในหน่วยความจำ
PriceTextBox๑ = ""	//ให้ PriceTextBox๑ เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
PriceTextBox๒ = ""	//ให้ PriceTextBox๒ เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
PriceTextBox๓ = ""	//ให้ PriceTextBox๓ เป็นช่องว่างเพื่อรับค่า
End Sub	//จบชุดคำสั่ง UserForm๒

๒.๔ การเขียนโค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๓ แสดงดังตารางที่ ๓-๔

ตารางที่ ๓-๔ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๓

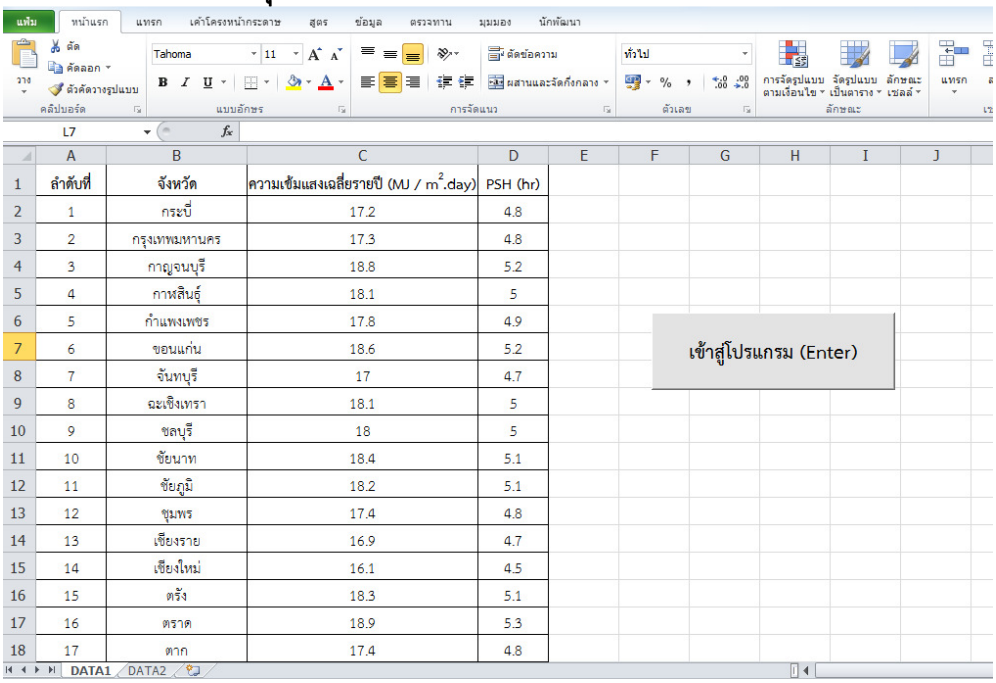
Option Explicit	//คำสั่งนี้เป็นการบังคับให้ทุกๆตัวแปรที่ถูกใช้งานในโปรแกรมนี้ต้องถูกประกาศด้วยคำสั่ง Dim
Private Sub CalculateButton_Click()	//ชุดคำสั่ง CalculateButton จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
Me.SolarTextBox๑.Value = UserForm ๒.SolarTextBox.Text	//ค่าของ SolarTextBox๑ ใน UserForm๓ จะเท่ากับค่าของ .SolarTextBox ของ UserForm๒
AreaTextBox = (SolarTextBox๑.Value) * ๗.๕	//ค่าใน AreaTextBox หาได้จากค่าใน SolarTextBox๑ คุณด้วย ๗.๕
Me.AreaTextBox = Format(Me.AreaTextBox, "#,###.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน AreaTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
PowerMaxTextBox = (SolarTextBox๑.Value) * ๐.๗	//ค่าใน PowerMaxTextBox หาได้จากค่าใน SolarTextBox๑ คุณด้วย ๐.๗
Me.PowerMaxTextBox = Format(Me.PowerMaxTextBox, "๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน PowerMaxTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่ไม่มีทศนิยม
SaveTextBox = ๓๖๕ * (UserForm๒. PSHTextBox.Value) * (PowerMaxTextBox.Value)	//ค่าใน SaveTextBox หาได้จากค่าใน PSHTextBox จาก UserForm๒ คุณด้วยค่าใน PowerMaxTextBox
Me.SaveTextBox = Format(Me.SaveTextBox, "#,###.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน SaveTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
SaveMoneyTextBox = (UserForm๑.UnitTextBox.Value) * (SaveTextBox.Value)	//ค่าใน SaveMoneyTextBox หาได้จากค่าใน UnitTextBox จาก UserForm๑ คุณด้วยค่าใน SaveTextBox
Me.SaveMoneyTextBox = Format(Me.SaveMoneyTextBox, "#,###.๐๐")	//กำหนดให้ค่าใน SaveMoneyTextBox มีลักษณะตัวเลขเป็นจำนวนเต็มที่มีคอมม่าและทศนิยมสองตำแหน่ง
Dim SSheet As Worksheet	//ประกาศตัวแปร SSheet เป็น Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")	//ให้ SSheet เท่ากับ Worksheet ชื่อ DATA๒

ตารางที่ ๓-๔ โค้ดสำหรับให้ UserForm ๓ (ต่อ)

SSheet.Cells(๑๕, ๓) = Me.AreaTextBox	//นำค่าจาก AreaTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๕ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๖, ๓) = Me.SaveTextBox	//นำค่าจาก SaveTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๖ คอลัมน์ ๓
SSheet.Cells(๑๗, ๓) = Me.SaveMoneyTextBox	//นำค่าจาก SaveMoneyTextBox ลงใน SSheet แถว ๑๗ คอลัมน์ ๓
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CalculateButton
Private Sub ConclusionButton_Click()	//ชุดคำสั่ง ConclusionButton จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
Unload Me Unload UserForm๒ Unload UserForm๑	//ไม่แสดง UserForm๓ UserForm๒ และ UserForm๑
End Sub	//จบชุดคำสั่ง ConclusionButton

๒.๕ การสร้างปุ่มใน Worksheet ของโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปสู่โปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก ดังแผนภาพที่ ๓-๑๘

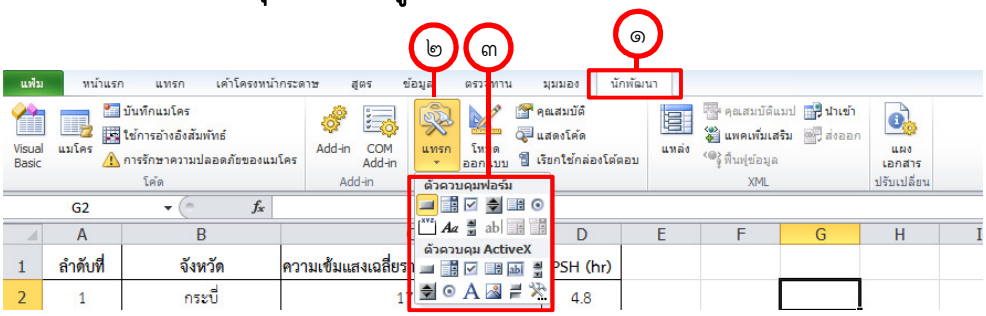
แผนภาพที่ ๓-๑๘ การสร้างปุ่มใน Worksheet ของโปรแกรม Microsoft



	A	B	C	D
1	ลำดับที่	จังหวัด	ความเข้มแสงเฉลี่ยรายปี (MJ / m².day)	PSH (hr)
2	1	กระบี่	17.2	4.8
3	2	กรุงเทพมหานคร	17.3	4.8
4	3	กาญจนบุรี	18.8	5.2
5	4	กาฬสินธุ์	18.1	5
6	5	กำแพงเพชร	17.8	4.9
7	6	ขอนแก่น	18.6	5.2
8	7	จันทบุรี	17	4.7
9	8	ฉะเชิงเทรา	18.1	5
10	9	ชลบุรี	18	5
11	10	ชัยนาท	18.4	5.1
12	11	ชัยภูมิ	18.2	5.1
13	12	ชุมพร	17.4	4.8
14	13	เชียงราย	16.9	4.7
15	14	เชียงใหม่	16.1	4.5
16	15	ตรัง	18.3	5.1
17	16	ตราด	18.9	5.3
18	17	ตาก	17.4	4.8

โดยเลือกไปยังคำสั่งนักพัฒนา จากนั้นเลือกแทรก และเลือกปุ่ม (ตัวควบคุมฟอร์ม) ดังแผนภาพที่ ๓-๑๙

แผนภาพที่ ๓-๑๙ การสร้างปุ่มเพื่อนำไปสู่ Sheet ชื่อ DATA๒



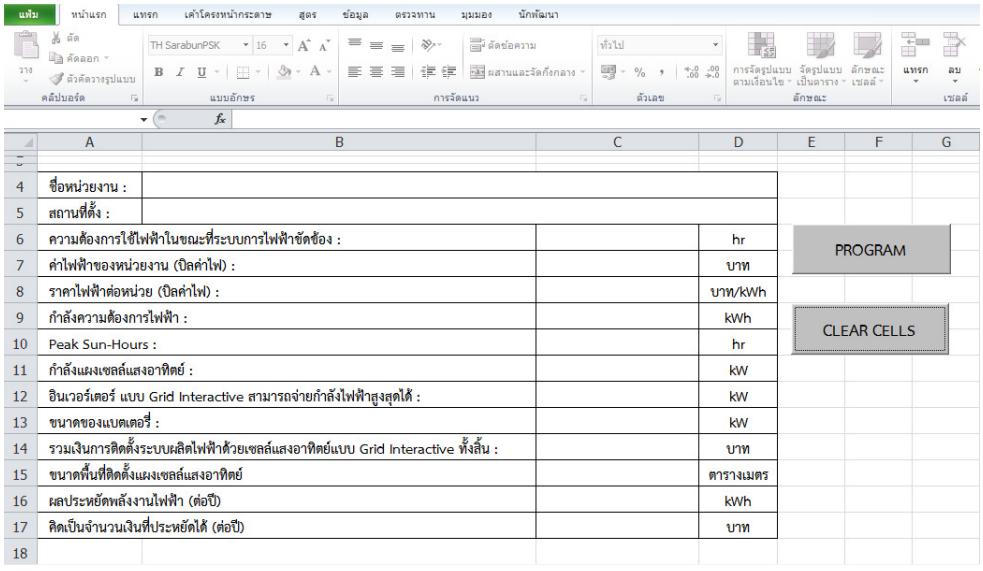
เมื่อสร้างปุ่มเสร็จ จึงทำการเปลี่ยนชื่อปุ่มเป็น “เข้าสู่โปรแกรม (Enter)”และเขียนโค้ดของปุ่มดังกล่าว ดังตารางที่ ๓-๕

ตารางที่ ๓-๕ โค้ดคำสั่งให้ปุ่มเข้าสู่โปรแกรม (Enter)

Private Sub CommandButton๑_Click()	//ชุดคำสั่ง CommandButton๑ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
Dim wkb As Workbook	//ประกาศตัวแปร wkb เป็น Workbook
Set wkb = ThisWorkbook	//แล้วให้ wkb เป็น Workbook นี้
wkb.Sheets("DATA๒").Activate	//โดยที่ปุ่มนี้จะนำไปสู้หน้า Sheet ชื่อ DATA๒
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CommandButton๑

ส่วนหน้า Sheet ชื่อ DATA๒ ดังแผนภาพที่ ๓-๒๐ จะมีปุ่มที่ถูกสร้างมาสองปุ่ม คือ ปุ่มชื่อ “PROGRAM” เพื่อนำไปสู่ตัวโปรแกรมจริง และปุ่ม “CLEAR CELLS” เพื่อลบข้อมูลในแถวและคอลัมน์ที่เราไม่ต้องการ โดยโค้ดคำสั่งทั้งสองปุ่มแสดงได้ดังตารางที่ ๓-๖ และ ตารางที่ ๓-๗

แผนภาพที่ ๓-๒๐ Sheet ชื่อ DATA๒



ตารางที่ ๓-๖ โค้ดคำสั่งให้ปุ่ม PROGRAM

Private Sub CommandButton๒_Click()	//ชุดคำสั่ง CommandButton๒ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
UserForm๑.Show	//แสดง UserForm๑
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CommandButton๒

ตารางที่ ๓-๗ โค้ดคำสั่งให้ปุ่ม CLEAR CELLS

Private Sub CommandButton๑_Click()	//ชุดคำสั่ง CommandButton๑ จะเกิดขึ้นเมื่อคลิกลงในฟอร์ม คือ
Sheets("DATA๒").Range("B๔").Value = ""	//ทำให้ช่องใน B๔ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("B๕").Value = ""	//ทำให้ช่องใน B๕ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๖").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๖ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๗").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๗ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๘").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๘ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๙").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๙ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๐").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๐ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๑").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๑ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๒").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๒ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๓").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๓ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๔").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๔ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๕").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๕ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๖").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๖ ว่างเปล่า
Sheets("DATA๒").Range("C๑๗").Value = ""	//ทำให้ช่องใน C๑๗ ว่างเปล่า
End Sub	//จบชุดคำสั่ง CommandButton๑

บทที่ ๔
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยมีผลการวิจัยครอบคลุมรายละเอียดดังนี้

๑. ผลวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก

๒. การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

๓. การทดสอบการใช้โปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive

ผลวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก

ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นอาคารกองบัญชาการกองทัพบก จำนวน ๖ ชั้น และชั้นใต้ดินจำนวน ๑ ชั้น หน่วยงานปฏิบัติงานทั้งสิ้น ๘๓ หน่วยงาน จากนั้นทำการคัดเลือกหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงาน โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือก หน่วยงานที่ปฏิบัติงานชั้นที่ ๕ จำนวน ๑๐ หน่วยงาน มีภารกิจงานในศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก และหน่วยงานที่ปฏิบัติงานชั้นที่ ๖ จำนวน ๑๑ หน่วยงานซึ่งเป็นสถานที่ปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาชั้นสูงของกองทัพบก ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญในการปฏิบัติภารกิจสงครามและภารกิจที่ไม่ชาสงคราม ต้องมีการเตรียมความพร้อมต่อการปฏิบัติงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวิเคราะห์จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ๓ ส่วน คือ ส่วนที่ ๑ จากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนที่ ๒ วิเคราะห์จากค่าไฟฟ้า และ ส่วนที่ ๓ วิเคราะห์จากการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า โดยมีรายละเอียด ดังนี้

๑. การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากการบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ ดังตารางที่ ๔-๑ และ ชั้นที่ ๖ ดังตารางที่ ๔-๒ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ ๔-๑ ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น ๕ อาคารกองบัญชากองทัพบก

อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน (เครื่อง /ชิ้น)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	*พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/เดือน)
คอมพิวเตอร์	๕๔	๒๒๐	๒	๒๓,๗๖๐	๑๒	๕,๗๐๒
โทรทัศน์	๓๘	๒๒๐	๑	๘,๓๖๐	๓	๕๐๒
หลอดไฟ	๑,๒๐๐	๒๒๐	๐.๒	๕๒,๘๐๐	๖	๖,๓๓๖
เครื่องปรับอากาศ	๕๕	๓๘๐	๒๐	๔๑๘,๐๐๐	๔	๓๓,๔๔๐
เครื่องปรับอากาศ	๔๕	๒๒๐	๑๕	๑๔๘,๕๐๐	๔	๑๑,๘๘๐
เครื่องถ่ายเอกสาร	๓๘	๒๒๐	๑๐	๘๓,๖๐๐	๑	๑,๖๗๒
รวม				**๗๓๕,๐๒๐**		**๕๙,๕๓๒**

หมายเหตุ *คิดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ๒๐ วันต่อเดือน

ตารางที่ ๔-๒ ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น ๖ อาคารกองบัญชากองทัพบก

อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน (เครื่อง /ชิ้น)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชม./วัน)	*พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/เดือน)
คอมพิวเตอร์	๓๖	๒๒๐	๒	๑๕,๘๔๐	๑๒	๓,๘๐๒
โทรทัศน์	๓๒	๒๒๐	๑	๗,๐๔๐	๓	๔๒๒
หลอดไฟ	๖๐๐	๒๒๐	๐.๒	๒๖,๔๐๐	๖	๓,๑๖๘
เครื่องปรับอากาศ	๒๕	๓๘๐	๒๐	๑๙๐,๐๐๐	๔	๑๕,๒๐๐
เครื่องปรับอากาศ	๓๕	๒๒๐	๑๕	๑๑๕,๕๐๐	๔	๙,๒๔๐
เครื่องถ่ายเอกสาร	๖๐	๒๒๐	๑๐	๑๓๒,๐๐๐	๑	๒,๖๔๐
รวม				**๔๘๖,๗๘๐**		**๓๔,๔๗๒**

หมายเหตุ *คิดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ๒๐ วันต่อเดือน

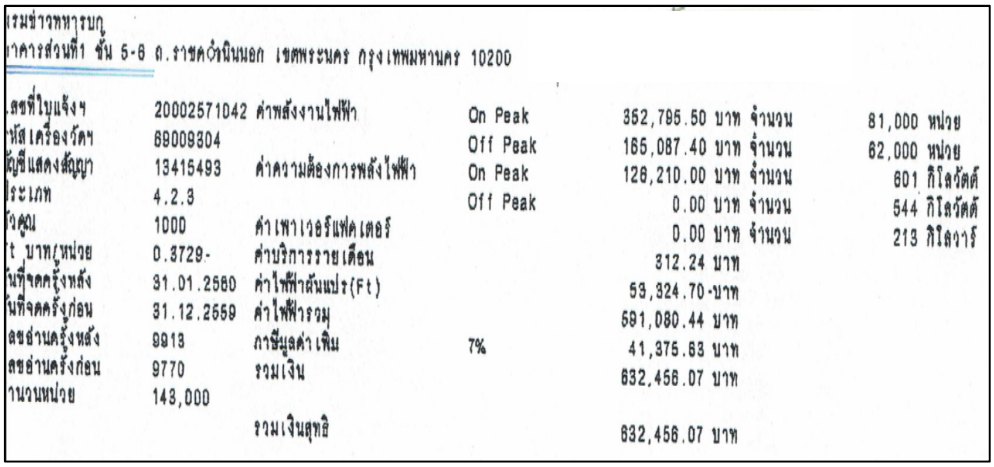
จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ในชั้นที่ ๕ ของอาคารกองบัญชาการกองทัพบก พบว่า ชั้นที่ ๕ มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ ๑๘,๐๐๐ ตารางเมตร มีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ จำนวน ๕๔ เครื่อง โทรทัศน์ ๓๘ เครื่อง หลอดไฟ ๑,๒๐๐ หลอด เครื่องปรับอากาศ ๑๐๐ เครื่อง เครื่องถ่ายเอกสาร ๓๘ เครื่อง ในวันที่มีการปฏิบัติงานปกติจะมีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ๗๓๕,๐๒๐ วัตต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ ๑,๙๘๔.๔๐ หน่วยต่อวัน ชั้นที่ ๖ มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ ๑๒,๐๐๐ ตารางเมตร มีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ จำนวน ๓๖ เครื่อง โทรทัศน์ ๓๒ เครื่อง หลอดไฟ ๖๐๐ หลอด เครื่องปรับอากาศ ๖๐ เครื่อง เครื่องถ่ายเอกสาร ๖๐ เครื่อง ใน

วันที่มีการปฏิบัติงานปกติจะมีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ๔๘๖,๗๘๐ วัตต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ ๑,๑๔๙.๐๗ หน่วยต่อวัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ในชั้นที่ ๕ และชั้นที่ ๖ ซึ่งเป็นชั้นที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของกองบัญชาการกองทัพบก มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ๑,๒๒๑.๘๐ วัตต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ ๓,๑๓๓.๔๗ หน่วยต่อวัน

๒. การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากค่าไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากค่าไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ เป็นการใช้งานของการไฟฟ้านครหลวง ประเภท ๔.๒.๓ เป็นลักษณะการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้า แบบ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff) ที่แรงดันต่ำกว่า ๑๒ กิโลโวลต์ โดยมีช่วงเวลา On Peak เวลา ๐๙.๐๐ น. – ๒๒.๐๐ น. วันจันทร์ – วันศุกร์ อัตราค่าไฟฟ้า ๔.๓๕๕๕ บาทต่อหน่วย ช่วงเวลา Off Peak เวลา ๒๒.๐๐ น. – ๐๙.๐๐ น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และเวลา ๐๐.๐๐ น. – ๒๔.๐๐ น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการตามปกติ อัตราค่าไฟฟ้า ๒.๖๖๒๗ บาทต่อหน่วย โดยมีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน ๑๕ นาทีที่สูงสุดในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง ๐.๕ กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ ๐.๕ กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น ๑ กิโลวัตต์ รายละเอียดข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีค่าพลังงานไฟฟ้า On Peak ๘๑,๐๐๐ หน่วย Off Peak ๖๒,๐๐๐ หน่วย ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า On Peak ๖๐๑ กิโลวัตต์ Off Peak ๕๔๔ กิโลวัตต์ และค่าไฟฟ้า ๖๓๒,๔๕๖.๐๗ บาท

แผนภาพที่ ๔-๑ ใบเสร็จค่าไฟฟ้าของอาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖



เรมช่างทหารบก
าคารส่วนที่1 ชั้น 5-6 ถ.ราชดำเนินนอก เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

ลขที่ใบแจ้งฯ	20002571042	ค่าพลังงานไฟฟ้า	On Peak	352,795.50 บาท จำนวน	81,000 หน่วย
หัสเครื่องวัดฯ	69009304		Off Peak	165,087.40 บาท จำนวน	62,000 หน่วย
ญชีแสดงสัญญา	13415493	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	On Peak	126,210.00 บาท จำนวน	601 กิโลวัตต์
ระเภท	4.2.3		Off Peak	0.00 บาท จำนวน	544 กิโลวัตต์
ัวคูณ	1000	ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์		0.00 บาท จำนวน	213 กิโลวาร์
t บาท/หน่วย	0.3729-	ค่าบริการรายเดือน		312.24 บาท	
ันที่จดครั้งหลัง	31.01.2560	ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft)		53,324.70-บาท	
ันที่จดครั้งก่อน	31.12.2559	ค่าไฟฟ้ารวม		591,080.44 บาท	
ลขอ่านครั้งหลัง	9913	ภาษีมูลค่าเพิ่ม	7%	41,375.63 บาท	
ลขอ่านครั้งก่อน	9770	รวมเงิน		632,456.07 บาท	
านวนหน่วย	143,000				
		รวมเงินสุทธิ		632,456.07 บาท	

๓. การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกจากเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

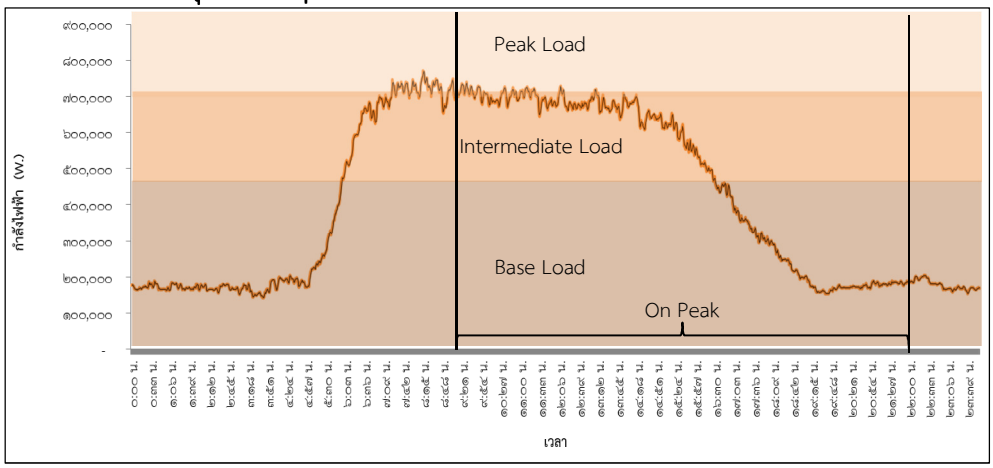
การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของกองบัญชาการกองทัพบก โดยทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าใน

ชั้นที่ ๕ และชั้นที่ ๖ ตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง ในวันที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ – วันที่ ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ เป็นระยะ ๗ วัน เพื่อทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

แผนภาพที่ ๔-๒ การติดตั้งเครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

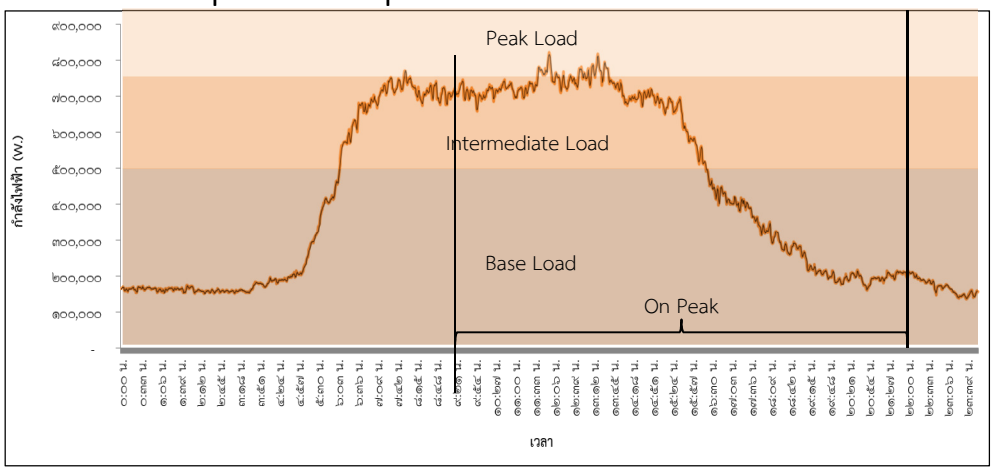
จากแผนภาพที่ ๔-๓ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันพุธที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๐๘.๑๕ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๗๗๒,๘๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๐๓.๔๓ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๑๔๑,๐๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๙,๘๓๖ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลางของกราฟ (Intermediate Load) ในช่วงเวลา ๐๕.๔๕ น. – ๑๖.๓๐ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปฏิบัติราชการ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ ลักษณะการใช้พลังงานสูงสุด (Peak Load) ในช่วงเวลา ๐๗.๐๙ น. – ๑๔.๑๘ น.

แผนภาพที่ ๔-๓ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันพุธที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



จากแผนภาพที่ ๔-๔ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันพฤหัสบดีที่ ๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๑๑.๕๙ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๘๒๑,๔๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๒๓.๔๐ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๑๓๕,๖๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๑๐,๓๒๒ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลางของกราฟ (Intermediate Load) ในช่วงเวลา ๐๖.๔๕ น. – ๑๖.๓๐ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปฏิบัติราชการ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ ลักษณะการใช้พลังงานสูงสุด (Peak Load) ในช่วงเวลา ๑๑.๓๓ น. – ๑๓.๔๕ น.

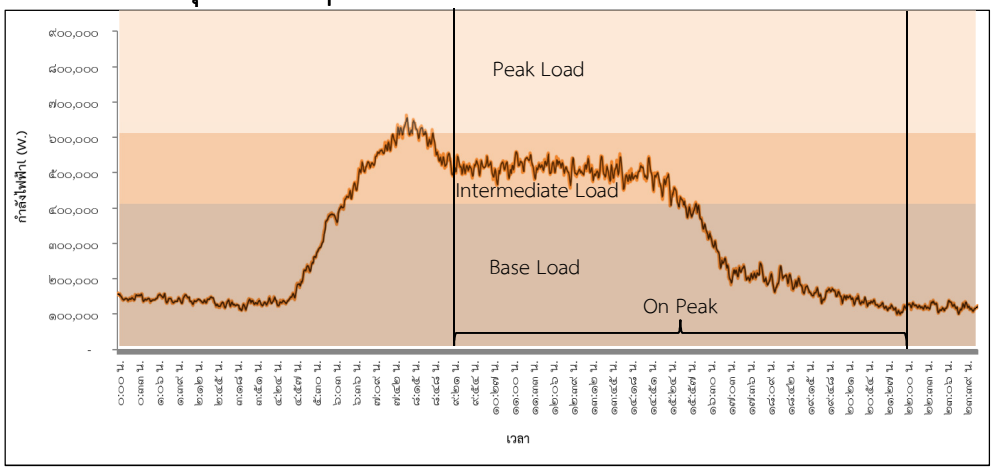
แผนภาพที่ ๔-๔ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันพฤหัสบดี ที่ ๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



จากแผนภาพที่ ๔-๕ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันศุกร์ที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๐๘.๐๕ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๖๖๖,๐๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๒๑.๔๕ น. กำลังไฟฟ้า

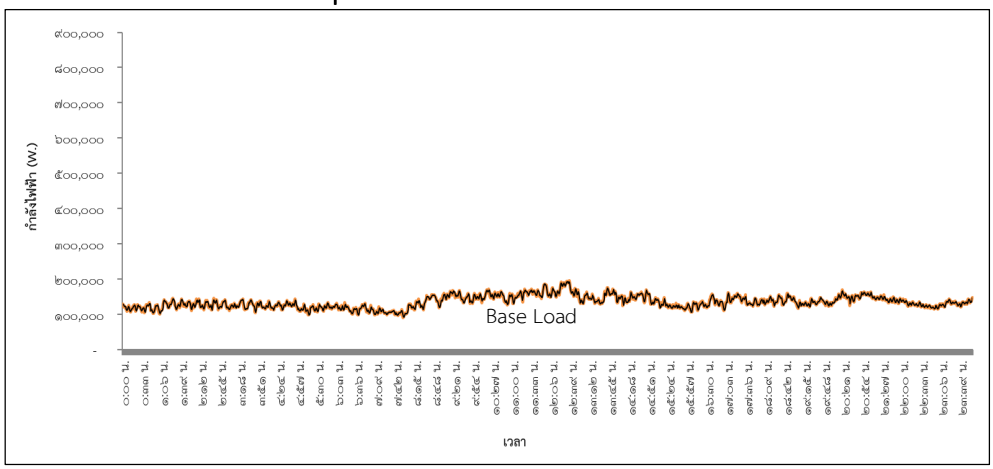
ต่ำสุด ๑๐๑,๔๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๗,๕๔๙ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลางของกราฟ (Intermediate Load) ในช่วงเวลา ๐๖.๐๓ น. – ๑๕.๒๔ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปฏิบัติราชการ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ ลักษณะการใช้พลังงานสูงสุด (Peak Load) ในช่วงเวลา ๐๗.๔๒ น. – ๐๘.๔๘ น.

แผนภาพที่ ๔-๕ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันศุกร์ ที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



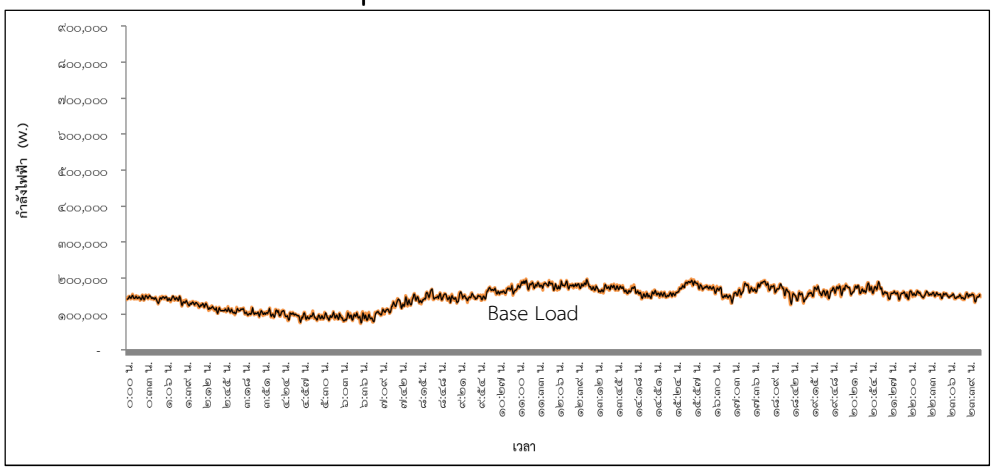
จากแผนภาพที่ ๔-๖ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันเสาร์ที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๑๒.๓๖ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๑๙๔,๐๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๐๗.๕๕ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๙๑,๘๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๓,๒๓๐ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) ในช่วงเวลา ๐๐.๐๐ น. – ๒๔.๐๐ น. เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง

แผนภาพที่ ๔-๖ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันเสาร์ ที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



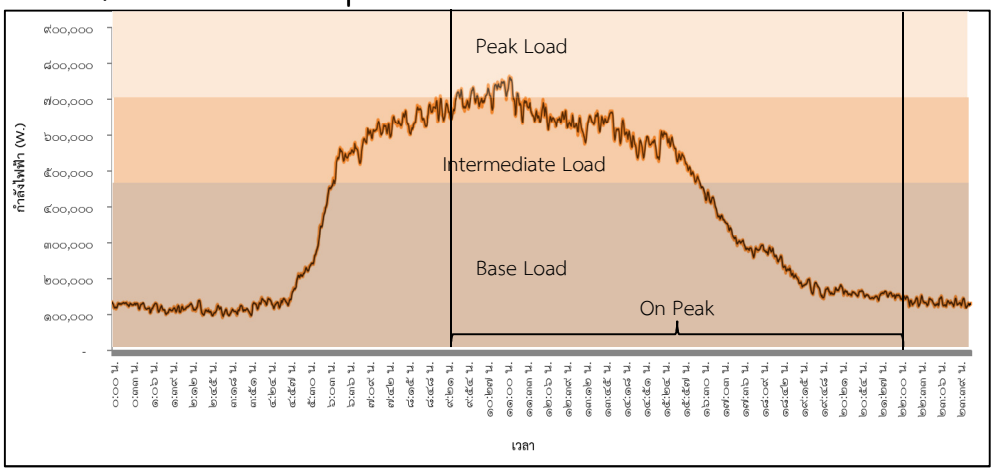
จากแผนภาพที่ ๔-๗ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันอาทิตย์ที่ ๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๑๑.๑๓ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๑๙๗,๔๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๐๖.๓๕ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๗๓,๒๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๓,๕๐๒ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) ในช่วงเวลา ๐๐.๐๐ น. – ๒๔.๐๐ น. เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง

แผนภาพที่ ๔-๗ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันอาทิตย์ ที่ ๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



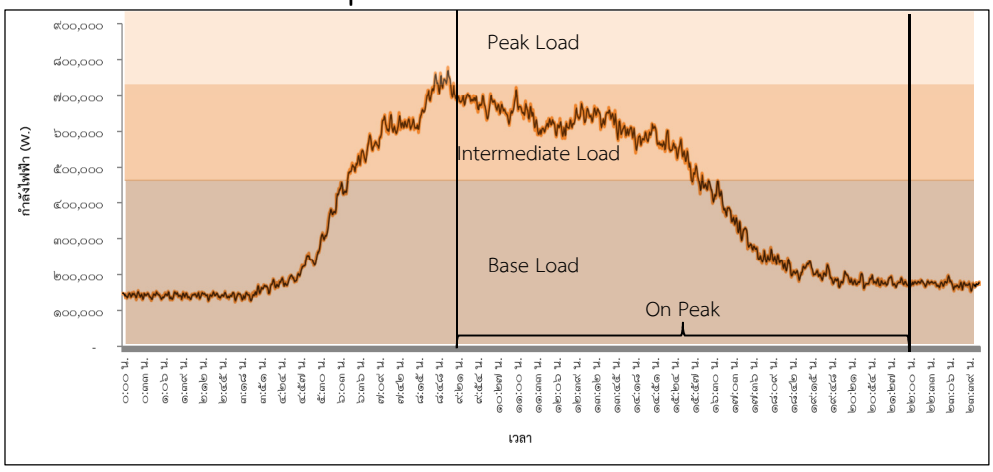
จากแผนภาพที่ ๔-๘ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันจันทร์ที่ ๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๑๑.๐๗ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๗๖๔,๔๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๐๓.๐๖ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๙๑,๘๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๘,๙๓๙ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลางของกราฟ (Intermediate Load) ในช่วงเวลา ๐๕.๔๕ น. – ๑๖.๓๐ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปฏิบัติราชการ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ ลักษณะการใช้พลังงานสูงสุด (Peak Load) ในช่วงเวลา ๐๙.๔๕ น. – ๑๑.๑๕ น.

แผนภาพที่ ๔-๘ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันจันทร์ ที่ ๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



จากแผนภาพที่ ๔-๙ แสดงลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก (Load Profile) ในวันอังคารที่ ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเวลา ๐๙.๐๗ น. กำลังไฟฟ้าสูงสุด ๗๘๐,๐๐๐ วัตต์ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำสุด เวลา ๐๓.๐๙ น. กำลังไฟฟ้าต่ำสุด ๑๒๓,๖๐๐ วัตต์ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมรายวัน ๙,๐๕๘ หน่วย มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) เป็นการใช้งานในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสื่อสารที่ต้องเปิดระบบตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง และส่วนของระบบแสงสว่าง ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลางของกราฟ (Intermediate Load) ในช่วงเวลา ๐๖.๐๓ น. – ๑๕.๕๗ น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาปฏิบัติราชการ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ ลักษณะการใช้พลังงานสูงสุด (Peak Load) ในช่วงเวลา ๐๘.๑๕ น. – ๐๙.๒๐ น.

แผนภาพที่ ๔-๙ กราฟแสดงลักษณะการใช้พลังงานรายวันของกองบัญชาการกองทัพบก (Daily Load Profile) ในวันอังคาร ที่ ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก โดยการวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการหาค่าจากค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน

คือ ส่วนแรก คือ ภาระหลัก (Base Load) ซึ่งมีค่าแฟกเตอร์ภาระสูง ส่วนที่ ๒ ภาระเสริม (Intermediate Load) ซึ่งมีค่าแฟกเตอร์ภาระปานกลาง และส่วนที่ ๓ ภาระสูงสุด (Peak Load) ซึ่งมีค่าแฟกเตอร์ภาระต่ำ โดยที่ค่า Base Load มีค่าตั้งแต่ ร้อยละ ๐ – ร้อยละ ๖๐.๐๒ ค่า Intermediate Load มีค่าตั้งแต่ ร้อยละ ๖๐.๐๒ – ร้อยละ ๙๑.๔๒ และ ค่า Peak Load มีค่าตั้งแต่ ร้อยละ ๙๑.๔๒ – ร้อยละ ๑๐๐ จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก พบว่า อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ มีการปฏิบัติงานในเวลาราชการ ในวันจันทร์ – วันศุกร์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ๘,๘๗๘ หน่วยต่อวัน โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ และในวันเสาร์ – วันอาทิตย์ ไม่มีการปฏิบัติงาน มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบภาระหลัก โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่อุปกรณ์สื่อสารและอุปกรณ์ที่ต้องทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ๓,๓๖๖ หน่วยต่อวัน อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ๘๒๑.๔๐ กิโลวัตต์ ในวันพฤหัสบดีที่ ๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกจากแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า จากค่าไฟฟ้า และจากเครื่องมือวัดไฟฟ้า พบว่า ข้อมูลจากค่าไฟฟ้า และจากเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีข้อมูลที่มีความสอดคล้องกัน พบว่า ลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Peak Load ในช่วงเวลา ๐๗.๐๙ น. – ๑๔.๑๘ น. และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Intermediate Load ในช่วงเวลา ๐๕.๔๕ น. – ๑๖.๓๐ น. ซึ่งลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Daily Load Profile) มีความสอดคล้องกับลักษณะความเข้มแสงอาทิตย์ในรูปแบบระฆังคว่ำ จากข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวัดไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบกในหน่วยอื่น ๆ ได้ ซึ่งหน่วยงานกองทัพบกจะมีลักษณะการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่คล้ายคลึงกัน จึงสามารถนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานในหน่วยงานกองทัพบกอื่น ๆ ได้

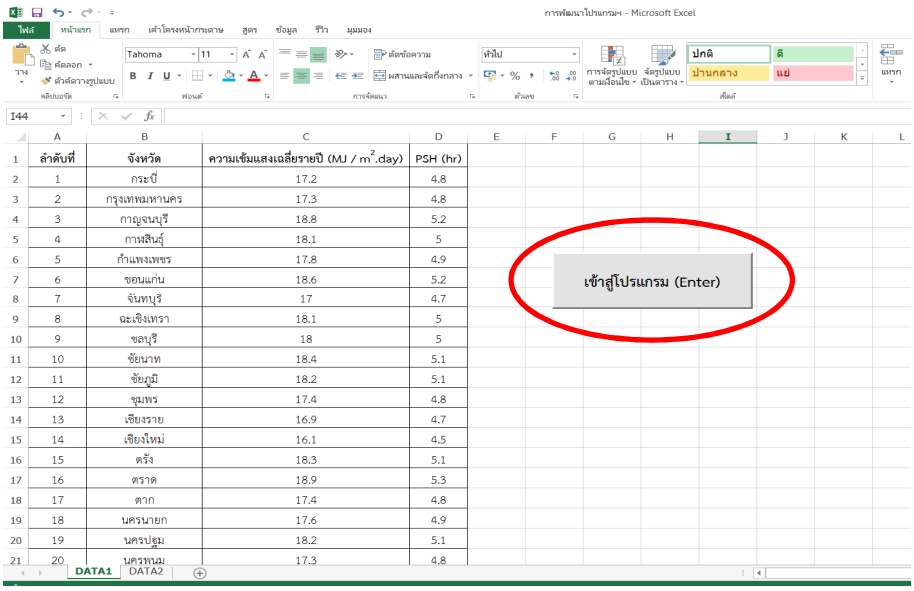
การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน (Daily Load Profile) ของกองบัญชาการกองทัพบก ซึ่งมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความสอดคล้องกับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณหาขนาดการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ด้วยการใช้โปรแกรม Excel ให้สามารถทำงานอัตโนมัติโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

๑. ทำการเปิดโปรแกรมคลิกปุ่ม “เข้าสู่โปรแกรม (Enter)” สู่หน้า Sheet ชื่อ DATA๒ ดังแผนภาพที่ ๔-๑๐ และคลิกปุ่ม “PROGRAM” สู่หน้าโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแผนภาพที่ ๔-๑๑ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงาน

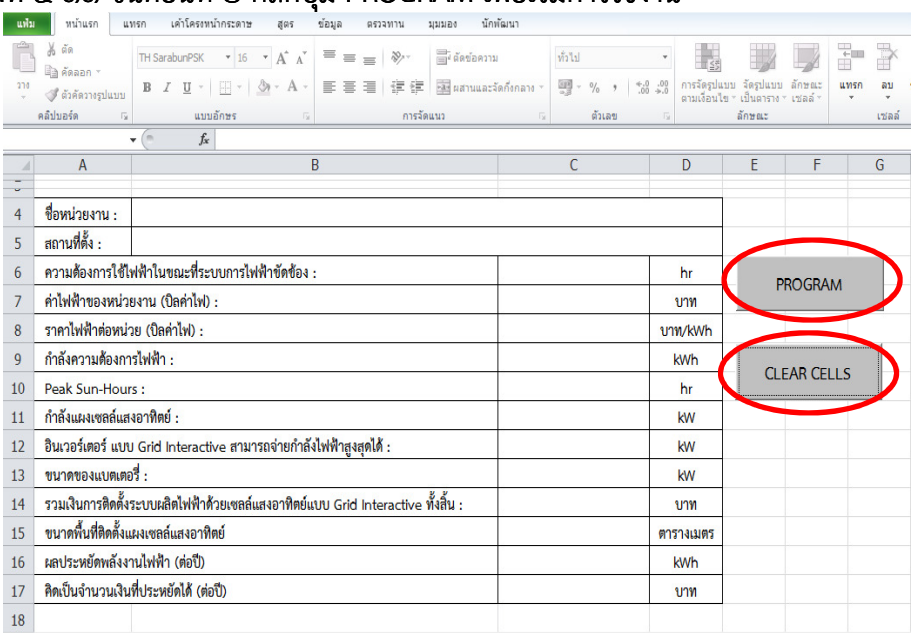
กองทัพบก ส่วนปุ่ม “CLEAR CELLS” จะมีหน้าที่ในการลบข้อมูลที่ถูกกรอกไว้ในช่องว่างของหน้า Sheet ชื่อ DATA๒ ทิ้งทั้งหมด

แผนภาพที่ ๔-๑๐ ขั้นตอนที่ ๑ คลิกปุ่ม เข้าสู่โปรแกรม (Enter)



ลำดับที่	จังหวัด	ความเข้มแสงเฉลี่ยรายปี (MJ / m².day)	PSH (hr)
1	กระบี่	17.2	4.8
2	กรุงเทพมหานคร	17.3	4.8
3	กาญจนบุรี	18.8	5.2
4	กาฬสินธุ์	18.1	5
5	กำแพงเพชร	17.8	4.9
6	ขอนแก่น	18.6	5.2
7	จันทบุรี	17	4.7
8	ฉะเชิงเทรา	18.1	5
9	ชลบุรี	18	5
10	ชัยนาท	18.4	5.1
11	ชัยภูมิ	18.2	5.1
12	ชุมพร	17.4	4.8
13	เชียงราย	16.9	4.7
14	เชียงใหม่	16.1	4.5
15	ตรัง	18.3	5.1
16	ตราด	18.9	5.3
17	ตาก	17.4	4.8
18	นครนายก	17.6	4.9
19	นครปฐม	18.2	5.1
20	นครพนม	17.3	4.8

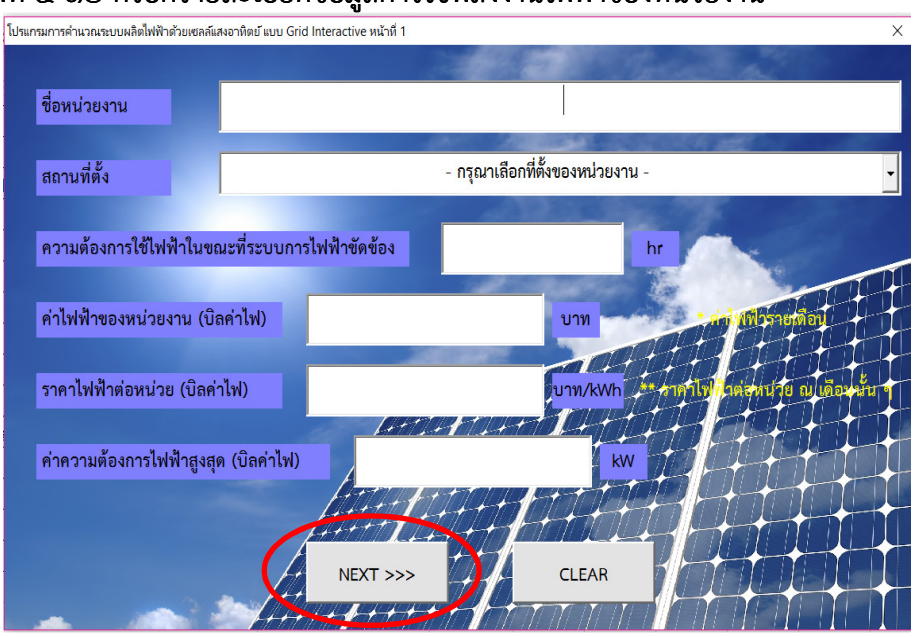
แผนภาพที่ ๔-๑๑ ขั้นตอนที่ ๒ คลิกปุ่ม PROGRAM เพื่อเริ่มการใช้งาน



ชื่อหน่วยงาน :			
สถานที่ตั้ง :			
ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง :		hr	
ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ) :		บาท	
ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ) :		บาท/kWh	
กำลังความต้องการไฟฟ้า :		kWh	
Peak Sun-Hours :		hr	
กำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ :		kW	
อินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ :		kW	
ขนาดของแบตเตอรี่ :		kW	
รวมเงินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ทั้งสิ้น :		บาท	
ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์		ตารางเมตร	
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี)		kWh	
คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี)		บาท	

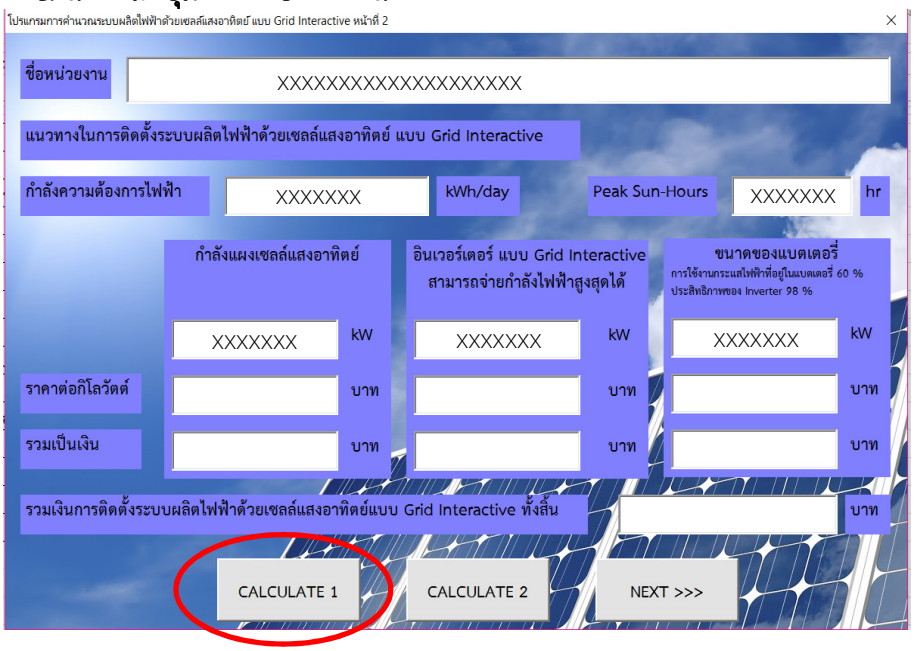
๒. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมการคำนวณ จากนั้นทำการกรอกข้อมูลต่างๆ ตามช่องว่างให้ครบถ้วน จากนั้นให้กดปุ่ม “NEXT >>>” จะนำไปสู่หน้าโปรแกรมหน้าที่ ๒ ดังแผนภาพที่ ๔-๑๒ ส่วนปุ่ม “CLEAR” จะมีหน้าที่ในการลบข้อมูลที่ถูกกรอกไว้ในช่องว่างของหน้าโปรแกรมหน้าที่ ๑ ทิ้งทั้งหมด

แผนภาพที่ ๔-๑๒ กรอกรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน

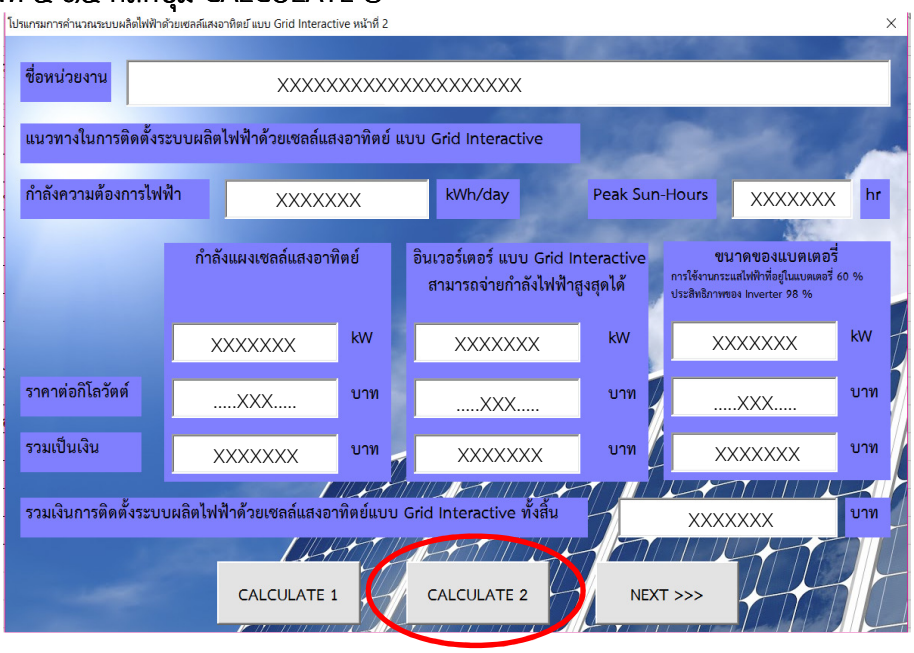


๓. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม หน้าที่ ๒ โปรแกรมจะแสดงชื่อหน่วยงาน กำลังความต้องการไฟฟ้า และ ค่า Peak Sun-Hours จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม “CALCULATE ๑”ดังแผนภาพที่ ๔-๑๓ โปรแกรมจะแสดงค่า กำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ และขนาดกำลังติดตั้งของแบตเตอรี่ จากนั้นทำการกรอกรายละเอียดราคาต่อกิโลวัตต์ เพื่อประเมินราคาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive และ คลิกปุ่ม “CALCULATE ๒” ดังแผนภาพที่ ๔-๑๔ โปรแกรมจะแสดงราคาระบบ ฯ จากนั้นคลิกปุ่ม “NEXT>>>” ดังแผนภาพที่ ๔-๑๕ จะเข้าสู่โปรแกรมหน้าที่ ๓

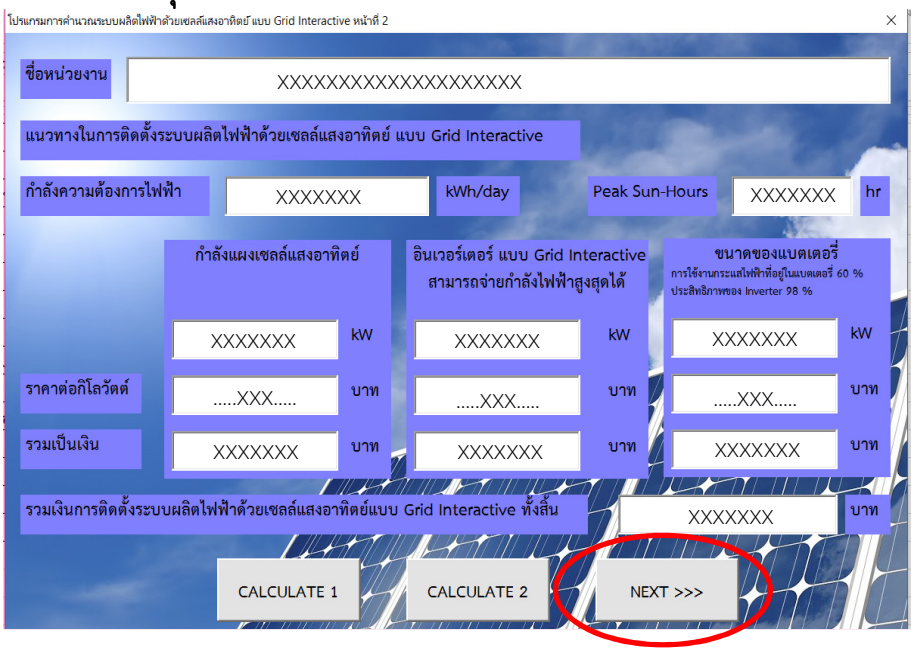
แผนภาพที่ ๔-๑๓ คลิกปุ่ม CALCULATE ๑



แผนภาพที่ ๔-๑๔ คลิกปุ่ม CALCULATE ๒

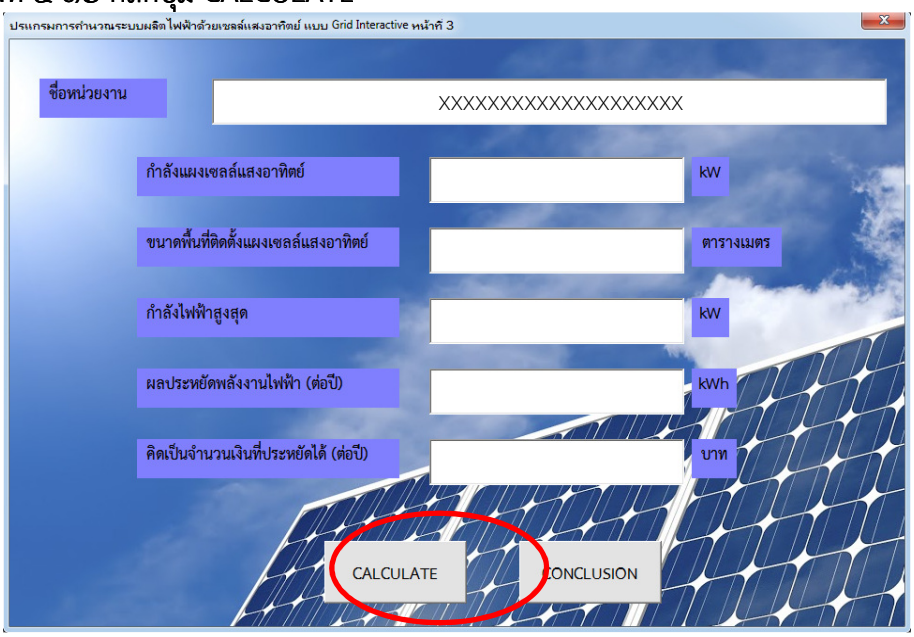


แผนภาพที่ ๔-๑๕ คลิกปุ่ม NEXT>>>

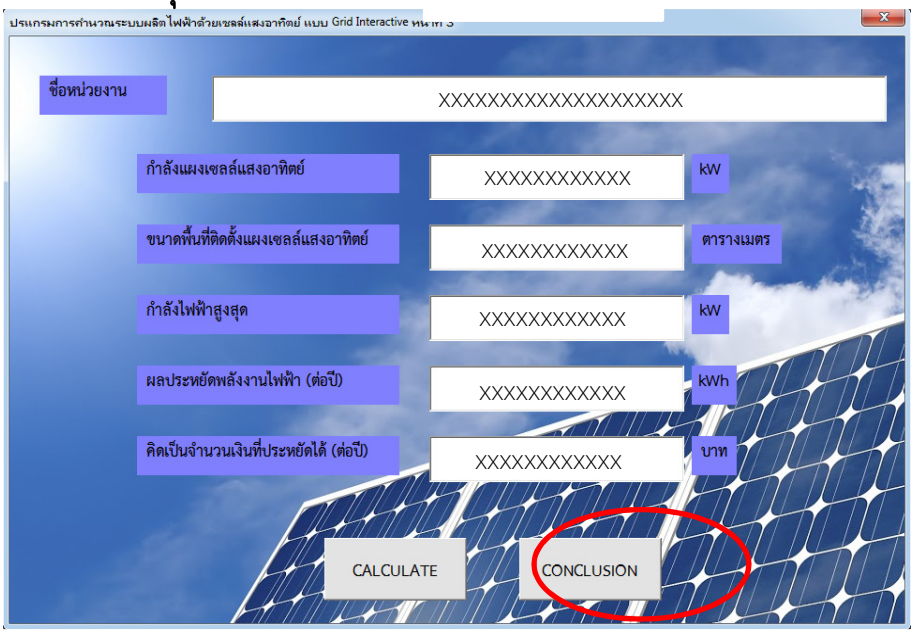


๔. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม หน้าที่ ๓ ให้ทำการคลิกปุ่ม “CALCULATE” ดังแผนภาพที่ ๔-๑๖ โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดการคำนวณกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำลังไฟฟ้าสูงสุด ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี) และ จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี) จากนั้นทำการคลิก “CONCLUSION” ดังแผนภาพที่ ๔-๑๗ จะทำให้ปรากฏหน้า Sheet ชื่อ DATA๒ ซึ่งจะปรากฏค่าตัวเลขต่างๆ จากโปรแกรม อีกทั้งผู้ใช้โปรแกรมนี้จะสามารถปริ้นข้อมูลไปใช้งานได้ ดังแผนภาพที่ ๔-๑๘

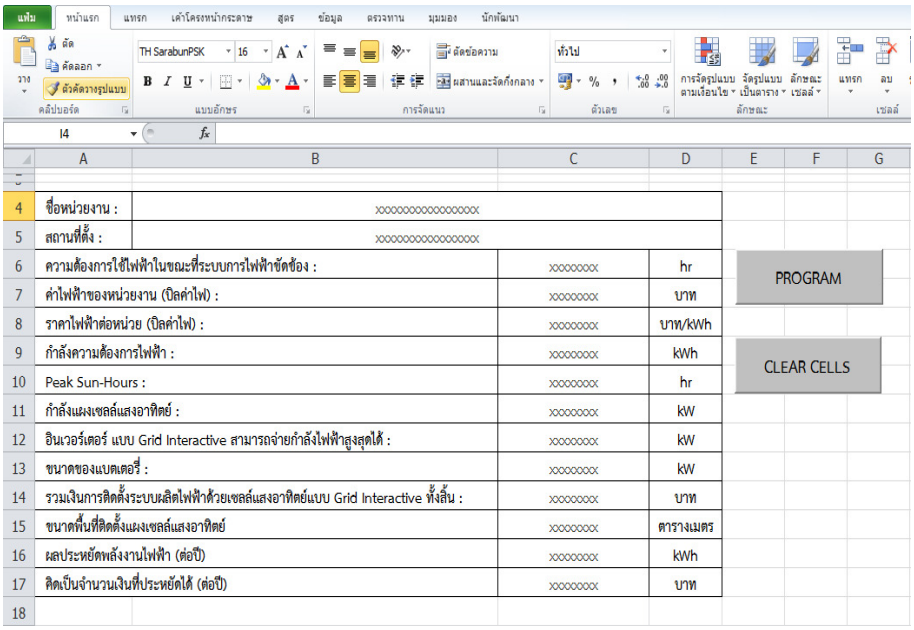
แผนภาพที่ ๔-๑๖ คลิกปุ่ม CALCULATE



แผนภาพที่ ๔-๑๗ คลิกปุ่ม CONCLUSION



แผนภาพที่ ๔-๑๘ โปรแกรมแสดงค่ารายการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive



4	ชื่อหน่วยงาน :	xxxxxxxxxxxxxxxx				
5	สถานที่ตั้ง :	xxxxxxxxxxxxxxxx				
6	ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง :		xxxxxxxx	hr	PROGRAM	
7	ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ) :		xxxxxxxx	บาท		
8	ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ) :		xxxxxxxx	บาท/kWh		
9	กำลังความต้องการไฟฟ้า :		xxxxxxxx	kWh	CLEAR CELLS	
10	Peak Sun-Hours :		xxxxxxxx	hr		
11	กำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ :		xxxxxxxx	kW		
12	อินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ :		xxxxxxxx	kW		
13	ขนาดของแบตเตอรี่ :		xxxxxxxx	kW		
14	รวมเงินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ทั้งสิ้น :		xxxxxxxx	บาท		
15	ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์		xxxxxxxx	ตารางเมตร		
16	ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี)		xxxxxxxx	kWh		
17	คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี)		xxxxxxxx	บาท		

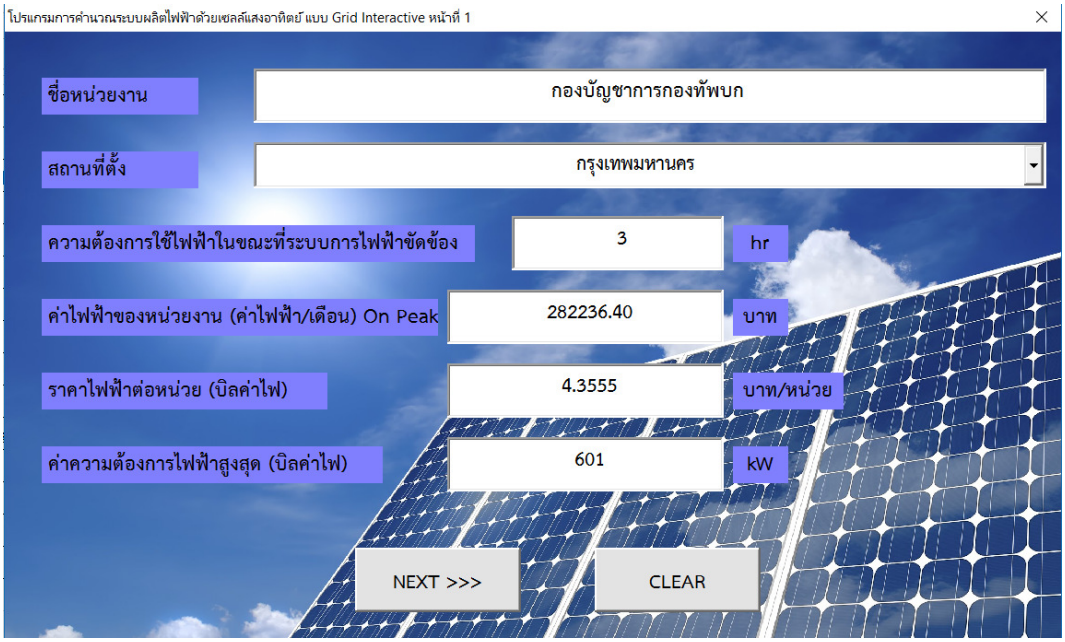
การทดสอบการใช้โปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive

การทดสอบการใช้โปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น มุ่งเน้นในการนำมาใช้งานที่มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบกที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของประเทศ ซึ่งจากการศึกษารูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกมีลักษณะการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน ทำให้มีความสอดคล้องกับลักษณะการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จึงทำให้มีการออกแบบระบบเก็บสะสมพลังงานที่มีความเหมาะสม และมีการสำรองพลังงานไว้เพียงพอในช่วงที่เวลาที่ท้องฟ้ามืดครึ้ม หรือในวันที่มีเมฆมาก หากทำการออกแบบให้มีระบบเก็บสะสมพลังงานที่มากเกินความจำเป็นจะส่งผลกระทบในด้านงบประมาณในการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า เนื่องจากงบประมาณในการลงทุนด้านแบตเตอรี่ คิดเป็นร้อยละ ๓๐ -๕๐ ของงบประมาณในการลงทุนระบบ ฯ โปรแกรมดังกล่าวที่ได้พัฒนาขึ้นจึงเป็นแนวทางการกำหนดความเหมาะสมในการกำหนดขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ และทราบถึงงบประมาณในการลงทุนเบื้องต้นในส่วนของอุปกรณ์หลัก ๆ พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบ ฯ สามารถผลิตได้ และผลการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้น จะสามารถลดค่าไฟฟ้าให้กับหน่วยงาน จึงทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนและประโยชน์สูงสุดในการลงทุน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบกอีกด้วย

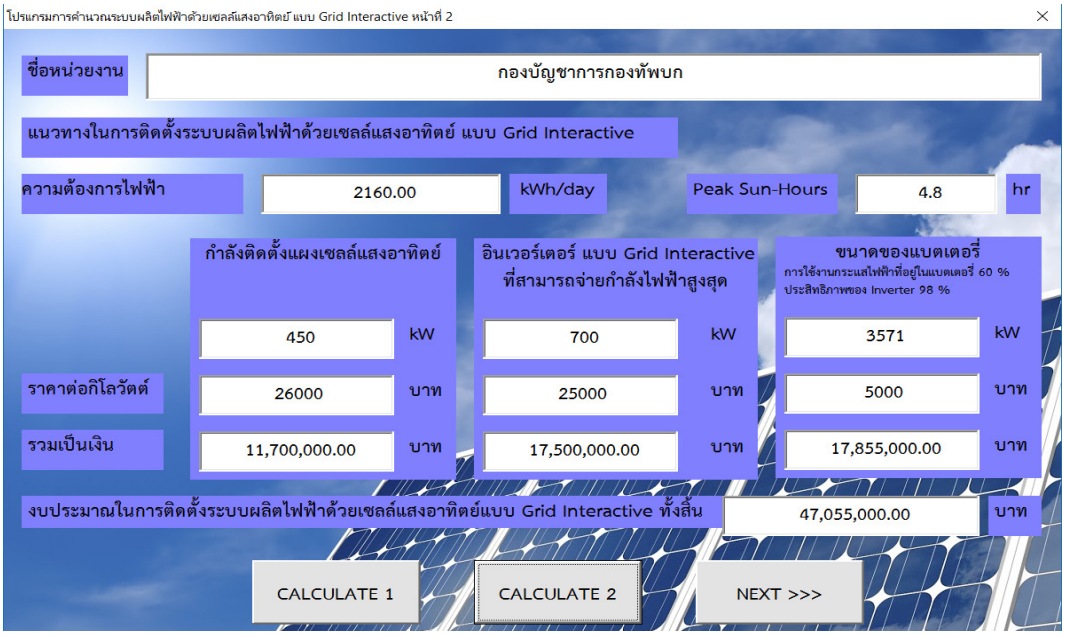
การทดสอบการใช้โปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ของกองบัญชาการกองทัพบก ซึ่งหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติด้านความมั่นคง

ของกองบัญชาการกองทัพบก คือ หน่วยงานในชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา ๐๕.๐๐ น. – ๑๙.๐๐ น. ในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยออกแบบให้ขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ สามารถจ่ายพลังงานได้ครอบคลุมตลอดเวลาในการปฏิบัติงาน โดยใช้ข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า พบว่า ในช่วงเวลา On Peak เวลา ๐๙.๐๐ น. – เวลา ๒๒.๐๐ น. วันจันทร์ – วันศุกร์ กองบัญชาการกองทัพบกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน ๘๑,๐๐๐ หน่วยต่อเดือน และจากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า พบว่า ในช่วงเวลา ๐๙.๐๐ น. – ๑๗.๐๐ น. มีการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ ๘๐ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak ซึ่งเป็นช่วงการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จึงมีแนวทางในการออกแบบโปรแกรม คือ กำหนดค่าไฟฟ้าของหน่วยงานจากการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ ๘๐ ในช่วง On Peak (อัตราค่าไฟฟ้าขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานของแต่ละหน่วยงาน) ซึ่งกองบัญชาการกองทัพบกมีการใช้ไฟฟ้านครหลวง ประเภท ๔.๒.๓ อัตราค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak เท่ากับ ๔.๓๕๕๕ บาทต่อหน่วย การออกแบบขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ให้สามารถครอบคลุมช่วงเวลาอื่น ๆ ประมาณ ๓ – ๕ ชั่วโมงต่อวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการการสำรองพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน โดยได้ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรม ดังแผนภาพที่ ๔-๑๙ ดังแผนภาพที่ ๔-๒๐ และดังแผนภาพที่ ๔-๒๑

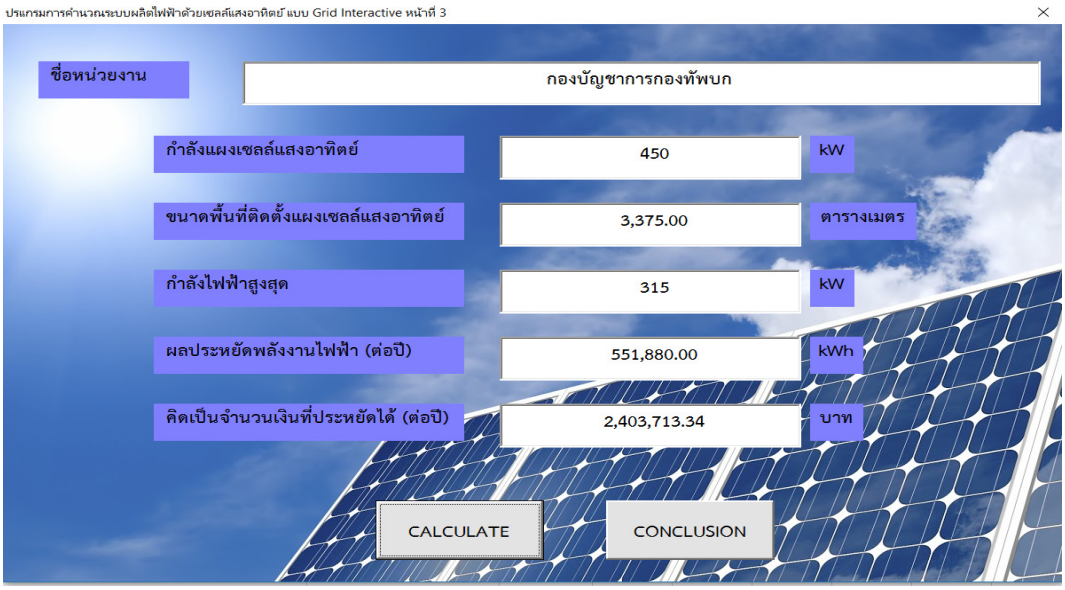
แผนภาพที่ ๔-๑๙ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๑



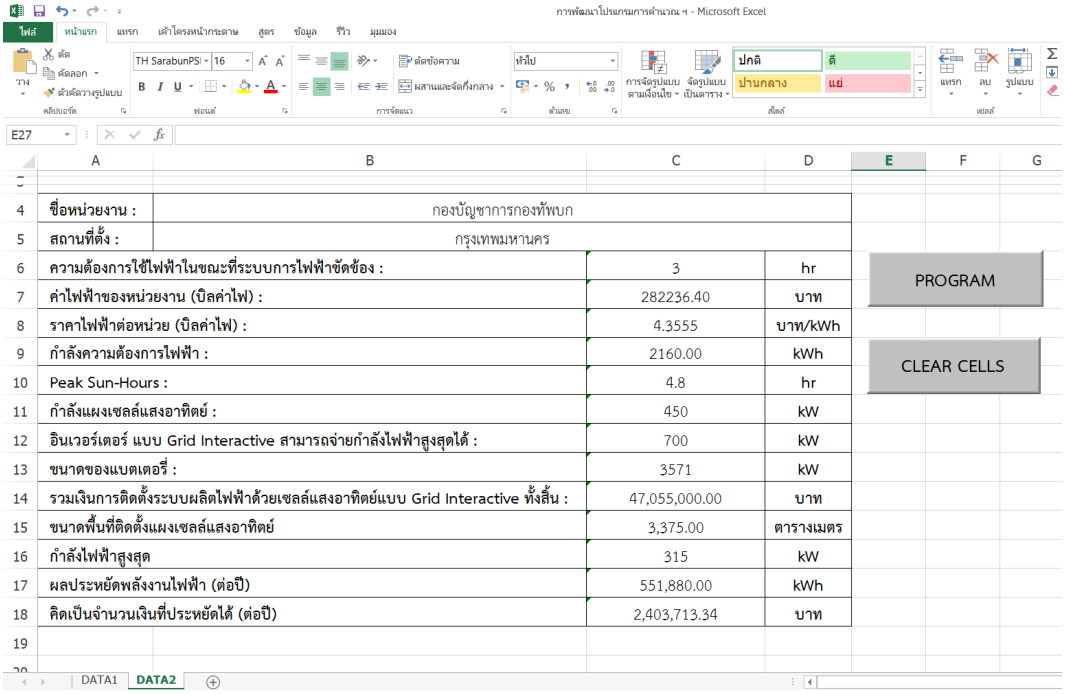
แผนภาพที่ ๔-๒๐ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๒



แผนภาพที่ ๔-๒๑ การใช้งานโปรแกรมหน้าที่ ๓



แผนภาพที่ ๔-๒๒ สรุปผลการคำนวณการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ของกองบัญชาการกองทัพบก



ชื่อหน่วยงาน :	กองบัญชาการกองทัพบก		
สถานที่ตั้ง :	กรุงเทพมหานคร		
ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง :	3	hr	PROGRAM
ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ) :	282236.40	บาท	
ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ) :	4.3555	บาท/kWh	
กำลังความต้องการไฟฟ้า :	2160.00	kWh	CLEAR CELLS
Peak Sun-Hours :	4.8	hr	
กำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ :	450	kW	
อินเวอร์เตอร์ แบบ Grid Interactive สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ :	700	kW	
ขนาดของแบตเตอรี่ :	3571	kW	
รวมเงินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive ทั้งสิ้น :	47,055,000.00	บาท	
ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	3,375.00	ตารางเมตร	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	315	kW	
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี)	551,880.00	kWh	
คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี)	2,403,713.34	บาท	

จากการทดสอบโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยมีลักษณะการใช้งานโปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบก จากการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยทำการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ของกองบัญชาการกองทัพบก โดยวิเคราะห์จากค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak ที่เป็นช่วงการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ ๘๐ ของช่วงเวลา On Peak ความต้องการในการสำรองพลังงานไฟฟ้า ๓ ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ควรทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้ง ๔๕๐ กิโลวัตต์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ไม่น้อยกว่า ๗๐๐ กิโลวัตต์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า ๓,๓๗๕ กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ต้องมีพื้นที่ทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า ๓,๓๗๕ ตารางเมตร ซึ่งระบบดังกล่าวต้องใช้งบประมาณในอุปกรณ์หลัก ๆ ของระบบ ประมาณ ๔๗,๐๕๕,๐๐๐ บาท ซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ๕๕๑,๘๘๐ หน่วยต่อปี และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานได้ ๒,๔๐๓,๗๑๓.๓๔ บาทต่อปี ดังแผนภาพที่ ๔-๒๒

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก และนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive นั้น โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นสามารถแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบกและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

บทที่ ๕
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยสามารถสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

สรุป

การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive มุ่งเน้นเพื่อให้สามารถเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยวิเคราะห์จากหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก เนื่องจากการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Gird Interactive เป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ และพลังงานส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้ในเวลาที่ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถทำงานได้ รวมถึงในกรณีที่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง เกิดภัยพิบัติ และเกิดศึกสงคราม ระบบเก็บสะสมพลังงานจะเป็นแหล่งพลังงานสำรองให้กับหน่วยงานและเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับหน่วยงานกองทัพบกได้ แต่ปัจจุบันแบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Deep Cycle มีราคาสูงและมีระยะการใช้งานสั้น การออกแบบส่วนประกอบของระบบทั้งหมดจึงต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อหน่วยงานกองทัพบก ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Gird Interactive สามารถตอบสนองในด้านการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานและเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานได้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบระบบ ฯ ให้กับหน่วยงานกองทัพบก ในการประเมินขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ และขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ โดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก ซึ่งมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าสอดคล้องกับลักษณะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ คือ มีการภาระทางไฟฟ้าส่วนใหญ่ในช่วงเวลากลางวัน ในวันจันทร์ – วันศุกร์ และได้ศึกษาความต้องการพลังไฟฟ้าของหน่วยงาน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมีวิเคราะห์และพัฒนาโปรแกรม ด้วยโปรแกรม Excel ให้สามารถทำงานอัตโนมัติโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและสูตรการคำนวณและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Stand Alone ร่วมกับ แบบ Grid Connected พบว่า โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถทราบถึงรายละเอียดในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive คือ กำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ กำลังไฟฟ้าสูงสุด ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (ต่อปี) จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (ต่อปี) และการประเมินงบประมาณอุปกรณ์

หลักที่ใช้ในการติดตั้งระบบ ฯ ซึ่งจากการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ข้อมูลของกองบัญชาการกองทัพบก พบว่า โปรแกรมสามารถใช้งานได้จริง และมีการประเมินผลการออกแบบระบบในเบื้องต้นให้มีความเหมาะสม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคง และความเสถียรภาพทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบกได้ อีกทั้งงานวิจัยดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลและวิสัยทัศน์ของรัฐบาลที่ว่า "ประเทศไทย ๔.๐ โมเดลการพัฒนาประเทศ มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน" และรองรับนโยบายกระทรวงพลังงานที่เดินหน้าขับเคลื่อน Energy ๔.๐ ซึ่งในปัจจุบันทางนโยบายภาครัฐ ได้มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในการใช้พลังงานทดแทนเพื่อผลิตพลังงานไว้ใช้ภายในหน่วยงานเอง หรือขายไฟเข้าระบบของการไฟฟ้าตามพื้นที่ที่กำหนดของภาครัฐ ให้เป็นไปตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้น รวมถึงสอดคล้องตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการสภาวะวิกฤตด้านการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอนาคต และเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าทั้งในระยะสั้นและระยะยาวทั้งในส่วนของหน่วยงานกองทัพบก และหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (๑) เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก (๒) เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบก และ (๓) เพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบก

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก พบว่า กองบัญชาการกองทัพบกมีหน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคง คือ หน่วยงานที่ปฏิบัติงานในชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ ของอาคารกองบัญชาการกองทัพบก ซึ่งประกอบด้วย หน่วยงานที่ปฏิบัติงานชั้น ๕ จำนวน ๑๐ หน่วยงาน คือ ฝ่ายข่าว ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายกำลังพล ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายยุทธการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายส่งกำลังบำรุง ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายกิจการพลเรือน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ฝ่ายปลัดบัญชี ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ศูนย์ประสานงานประเทศเพื่อนบ้าน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ส่วนประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก ส่วนการเงิน ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก และ ส่วนบังคับการ ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก หน่วยงานที่ปฏิบัติงานในชั้นที่ ๖ จำนวน ๑๑ หน่วยงาน คือ สำนักงานผู้บัญชาการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบกสำนักงานรองผู้บัญชาการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการทหารบก (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานผู้ช่วยผู้บัญชาการทหารบก (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานเสนาธิการทหารบก ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๑) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๒) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการ

ทหารบก (๓) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๔) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานรองเสนาธิการทหารบก (๕) ศูนย์ปฏิบัติการกองทัพบก สำนักงานประธานคณะที่ปรึกษาพิเศษ กองทัพบก

โดยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ๓ ส่วน คือ ส่วนที่ ๑ จากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนที่ ๒ จากข้อมูลค่าไฟฟ้า และส่วนที่ ๓ จากการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยเครื่องมือวัด โดยทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ๒๔ ชั่วโมง เป็นเวลา ๗ วัน พบว่า ชั้นที่ ๕ และชั้นที่ ๖ มีเครื่องปรับอากาศจำนวน ๑๖๐ เครื่อง เครื่องคอมพิวเตอร์ ๖๐ เครื่อง หลอดไฟ ๑,๘๐๐ หลอด เครื่องถ่ายเอกสาร ๙๘ เครื่อง และโทรทัศน์ ๗๐ เครื่อง มีความต้องการฟ้าสูงสุด ๑,๒๒๑ กิโลวัตต์

การวิเคราะห์จากบิลค่าไฟฟ้า พบว่า กองบัญชาการกองทัพบก มีการใช้ไฟฟ้านครหลวง หลวงประเภท ๔.๒.๓ เป็นลักษณะการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้า แบบ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff) ที่แรงดันต่ำกว่า ๑๒ กิโลโวลต์ ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ พบว่า มีค่าพลังงานไฟฟ้า On Peak ๘๑,๐๐๐ หน่วย Off Peak ๖๒,๐๐๐ หน่วย ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า On Peak ๖๐๑ กิโลวัตต์ Off Peak ๕๔๔ กิโลวัตต์ และมีค่าไฟฟ้า ๖๓๒,๔๕๖.๐๗ บาท

การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกด้วยเครื่องมือวัดค่าทางพลังงาน พบว่า อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ มีการปฏิบัติงานในเวลาราชการ ในวันจันทร์ – วันศุกร์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ๘,๘๗๘ หน่วยต่อวัน โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและคอมพิวเตอร์ และในวันเสาร์ – วันอาทิตย์ ไม่มีการปฏิบัติงาน มีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบภาระหลัก โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่อุปกรณ์สื่อสารและอุปกรณ์ที่ต้องทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ๓,๓๖๖ หน่วยต่อวัน อาคารกองบัญชาการกองทัพบกชั้นที่ ๕ และ ชั้นที่ ๖ มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ๘๒๑.๔๐ กิโลวัตต์ ในวันพฤหัสบดีที่ ๔ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า จากค่าไฟฟ้า และจากเครื่องมือวัดไฟฟ้า พบว่า ข้อมูลจากค่าไฟฟ้า และจากเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีข้อมูลที่มีความสอดคล้องกัน พบว่า ลักษณะการใช้พลังงานของกองบัญชาการกองทัพบก มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Peak Load ในช่วงเวลา ๐๗.๐๙ น. – ๑๔.๑๘ น. และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Intermediate Load ในช่วงเวลา ๐๕.๔๕ น. – ๑๖.๓๐ น. ซึ่งลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Daily Load Profile) มีความสอดคล้องกับลักษณะความเข้มแสงอาทิตย์ในรูปแบบระฆังคว่ำ จากข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวัดไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณหาขนาดการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ จะใช้โปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นในโปรแกรม Excel จากการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบกนำไปสู่การ

พัฒนาและออกแบบโปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ซึ่งพบว่า ค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak มีความสอดคล้องกับความเข้มแสงอาทิตย์ ไม่เกินร้อยละ ๘๐ ของช่วงเวลา On Peak และความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาอื่น ๆ เพื่อออกแบบระบบกักเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ควรออกแบบการสำรองพลังงานไฟฟ้าประมาณ ๓ – ๕ ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการการสำรองพลังงานของหน่วยงาน แต่ไม่ควรออกแบบให้เกินความจำเป็น เนื่องจากงบประมาณสำหรับระบบเก็บสะสมพลังงานต้องใช้งบประมาณสูง จากการทดสอบการใช้งานโปรแกรมดังกล่าวกับกองบัญชาการกองทัพบก โดยใช้ข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้า พบว่า จากโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ควรทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้ง ๔๕๐ กิโลวัตต์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ไม่น้อยกว่า ๗๐๐ กิโลวัตต์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า ๓,๕๗๑ กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ต้องมีพื้นที่ทำกรติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า ๓,๓๗๕ ตารางเมตร ซึ่งระบบดังกล่าวต้องใช้งบประมาณในอุปกรณ์หลัก ๆ ของระบบ ประมาณ ๔๗,๐๕๕,๐๐๐ บาท ซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ๕๕๑,๘๘๐ หน่วยต่อปี และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานได้ ๒,๔๐๓,๗๑๓.๓๔ บาทต่อปี จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก และนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive นั้น

ปัจจุบันหน่วยงานกองทัพบกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสื่อสารประสานงานและบัญชาการ เพื่อความมั่นคงของประเทศ จากเหตุการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นกลุ่มผู้ก่อการร้ายจะมุ่งเป้าทำร้ายหน่วยงานราชการเป็นลำดับแรก ซึ่งหากมีการหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดการขัดข้องในการบัญชาการไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานอื่น ๆ ได้ ในการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive จะสามารถเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคงและความเสถียรภาพให้กับหน่วยงานกองทัพบกได้ ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อสายส่งของการไฟฟ้า และสามารถเก็บสะสมพลังงานได้ ระบบดังกล่าวจะสามารถตอบสนองด้านความมั่นคงทางด้านไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบกได้ ซึ่งแต่ละหน่วยสามารถสามารถนำโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นไปประเมินความต้องการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เพื่อดำเนินการขอรับงบประมาณสนับสนุนต่อไป รวมถึงระบบดังกล่าวยังสามารถลดค่าไฟฟ้าของหน่วยงานได้ ทำให้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ในครั้งนี้ควรออกแบบให้สามารถกรอกข้อมูลค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak ให้สามารถระบุค่าไฟฟ้า หรือ จำนวนหน่วยใช้งาน โดยเพิ่มตัวเลือกร้อยละของความต้องการการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม และในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาตัวแปรของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive เพิ่มเติม เพื่อให้โปรแกรมมีความแม่นยำมากขึ้นและเกิดความสมบูรณ์ของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นเพียงโปรแกรมที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Gird Interactive ในเบื้องต้นเท่านั้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

วารสาร

กองทัพบก. “บทที่ ๓ วิสัยทัศน์กองทัพ ๒๕๖๐”, วิสัยทัศน์กองทัพ ๒๕๖๐., ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๙ หน้าที่ ๒๒ – ๒๔.

ป้องกันราชอาณาจักร, วิทยาลัย สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ. “บทบาทของกองทัพไทยกับการพัฒนาพลังงานทดแทน”, พลังงานทดแทนในประเทศไทย ฉบับที่ ๒, (กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙) หน้า ๑๗-๑๙.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “การลงทุนด้านพลังงานทดแทน”, รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย. ปีที่ ๑๔ (ฉบับที่ ๑๔), ๑๐ กันยายน ๒๕๕๙ หน้า ๔.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “นโยบายพลังงานทดแทนการส่งเสริมและมาตรการสนับสนุน”, สถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๕๘., ๔ เมษายน ๒๕๖๐ หน้า ๒๖.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “สถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทยปี ๒๕๕๘”, รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย. ปีที่ ๑๔ (ฉบับที่ ๑๔), ๑๐ กันยายน ๒๕๕๙ หน้า ๑.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “อัตราการรับไฟฟ้าอัตราคงที่ Feed-in-Tariff (FiT)”, สถานภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๕๘., ๔ เมษายน ๒๕๖๐ หน้า ๒๗.

พลังงาน, กระทรวง. “ผลที่คาดว่าจะได้รับ”, แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๒๕๗๙.,กันยายน ๒๕๕๘ หน้า ๒๐.

พลังงาน, กระทรวง. “Charge controller”, คู่มือการพัฒนาและการลงทุนการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์., ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๙ หน้า ๑๗.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

นโยบายและแผนพลังงาน, สำนักงาน กระทรวงพลังงาน. “แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๒๕๗๙ (AEDP๒๐๑๕)”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.eppo.go.th/index.php/th/plan-policy/tieb/aedp, ๒๕๕๙.

พลังงาน, กระทรวง. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=๕๕๗&filename=index, ๒๕๕๙.

พลังงาน, กระทรวง. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)”. (ออนไลน์).

เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=๕๕๖&filename=index, ๒๕๕๙.

พลังงาน, กระทรวง. “เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=๕๕๘&filename=index, ๒๕๕๙.

พลังงาน, กระทรวง. “ระบบ Hybrid หรือ Grid interactive”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.thaisolarmarket.com/ติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อ/, ๒๕๕๙.

รจนา วานนท์. “บทที่ ๗ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งาน Excel Visual Basic for Application”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pM๕ IdgaH๗ IYJ:https://roseyayee.files.wordpress.com

/๒ ๐ ๑ ๒ / ๑ ๐ / e๐ b๘ ๙ ae๐ b๘ ๙ ๗ e๐ b๘ ๙ ๗ e๐ b๘ b๕ e๐ b๙ ๘ ๘ -๗ -e๐b๘๘๔e๐b๘a๗e๐b๘b๒

e๐b๘a๑e๐b๘a๓e๐b๘b๙e๐b๙๘๙e๐b๙๘๐e๐b๘๙ae๐b๘b๗e๐b๙๘๙e๐b๘ade๐b๘๘๗

e๐b๘๙๕e๐b๙๘๙e๐b๘๙๙.pptx+&cd=๑&hl=th&ct=clnk&gl=th, ๒๕๕๙.

ภาษาต่างประเทศ

Aurobi Das and V.Balakrishnan. Sustainable energy future via grid interactive operation of spv system at isolated remote island. India : Bureau of Energy Efficiency (BEE) under Ministry of Power – Government of India and Anna University of Technology. ๒๐๑๒

B.P. Numbi and S.J. Malinga. Optimal energy cost and economic analysis of a residential grid-interactive solar PV system- case of eThekwini municipality in South Africa. Durban, South Africa : Mangosuthu University of Technology. ๒๐๑๖

Chemmangot V. Nayar and Mochamad Ashari, et al. A Grid-Interactive Photovoltaic Uninterruptible Power Supply System Using Battery Storage and a Back Up Diesel Generator. Australia and Indonesia : CRESTA and ITS. ๒๐๐๐

Nilesh Shah and R. Chudamani. Single-Stage Grid Interactive PV System Using Novel Fuzzy Logic Based MPPT with Active and Reactive Power Control . India : Department of Electrical Engineering Department of Electrical Engineering

Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology. ๒๐๑๑

Salahuddin Iqbal Siddiki and Shoriful Islam , et al. Grid Interactive PV system with Battery backup –the viable alternative solution for power crisis in Rajshahi, Bangladesh. Bangladesh : University of Missouri Kansas City and University of Information Technology and Sciences. ๒๐๑๖

S. Bhattacharjee and D. Debbarma, et al. Performance of a Grid-Interactive Rooftop Photovoltaic System with Battery Storage. India : Department of Electrical Engineering, Tripura University (A Central University). ๒๐๐๘

ภาคผนวก

คำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

๑. โค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๑ (โปรแกรมหน้าที่ ๑)

```
Option Explicit

Private Sub ClearButton_Click()
Unload UserForm๑
UserForm๑.Show
End Sub

Private Sub NextButton_Click()

UserForm๒.NameTextBox๑.Value = Me.NameTextBox.Value

If ComboBox๑.ListCount = ๐ Then
    MsgBox "กรุณาเลือกที่ตั้งของหน่วยงาน"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(HourErroTextBox.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ความต้องการใช้ไฟฟ้าในขณะที่ระบบการไฟฟ้าขัดข้อง"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(BillTextBox.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน (บิลค่าไฟ)"
    Exit Sub
    Else
```

```
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(UnitTextBox.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย (บิลค่าไฟ)"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(OnPeakTextBox.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (บิลค่าไฟ)"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If
Dim h As Long, LastRow As Long
LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
For h = ๒ To LastRow
If Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = (Me.ComboBox๑) Or _
Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = Val(Me.ComboBox๑) Then
UserForm๒.PSHTextBox = Sheets("DATA๑").Cells(h, "D").Value
End If
Next

 UserForm๒.NeedTextBox.Value = (Val(BillTextBox) / Val(UnitTextBox)) / ๒๐

Dim SSheet As Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")
SSheet.Cells(๔, ๒) = Me.NameTextBox
SSheet.Cells(๕, ๒) = Me.ComboBox๑
SSheet.Cells(๖, ๓) = Me.HourErroTextBox
SSheet.Cells(๗, ๓) = Me.BillTextBox
SSheet.Cells(๘, ๓) = Me.UnitTextBox
```

```
UserForm๒.Show

End Sub

Private Sub UserForm_Initialize()
NameTextBox.Value = ""
HourErroTextBox.Value = ""
BillTextBox.Value = ""
UnitTextBox.Value = ""
OnPeakTextBox = ""
End Sub

Private Sub ComboBox๑_DropButtonClick()
Dim h As Long, LastRow As Long
LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
If Me.ComboBox๑.ListCount = ๐ Then
For h = ๒ To LastRow
Me.ComboBox๑.AddItem Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value
Next h
End If
End Sub

Private Sub Combobox๑_Change()
Dim h As Long, LastRow As Long
LastRow = Sheets("DATA๑").Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
For h = ๒ To LastRow
If Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = (Me.ComboBox๑) Or _
Sheets("DATA๑").Cells(h, "B").Value = Val(Me.ComboBox๑) Then
UserForm๒.PSHTextBox = Sheets("DATA๑").Cells(h, "D").Value
End If
Next
End Sub
```

๒. โค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๒ (โปรแกรมหน้าที่ ๒)

```
Option Explicit

Private Sub CalculateButton๑_Click()
On Error Resume Next
Dim a, b, c, d As Double
a = Val(UserForm๑.BillTextBox)
b = Val(UserForm๑.UnitTextBox)
c = Val(UserForm๒.PSHTextBox)
d = Val(UserForm๑.OnPeakTextBox)
SolarTextBox = (((a / b) / ๒๐) / c)
Me.SolarTextBox = Format(Me.SolarTextBox, "๐๐")

If (d <= ๙) Then
    InverterTextBox = "๑๐"
ElseIf (๑๐ <= d And d <= ๑๙) Then
    InverterTextBox = "๒๐"
ElseIf (๒๐ <= d And d <= ๒๙) Then
    InverterTextBox = "๓๐"
ElseIf (๓๐ <= d And d <= ๓๙) Then
    InverterTextBox = "๔๐"
ElseIf (๔๐ <= d And d <= ๔๙) Then
    InverterTextBox = "๕๐"
ElseIf (๕๐ <= d And d <= ๗๔) Then
    InverterTextBox = "๗๕"
ElseIf (๗๕ <= d And d <= ๙๙) Then
    InverterTextBox = "๑๐๐"
ElseIf (๑๐๐ <= d And d <= ๑๙๙) Then
    InverterTextBox = "๒๐๐"
ElseIf (๒๐๐ <= d And d <= ๒๔๙) Then
    InverterTextBox = "๒๕๐"
ElseIf (๒๕๐ <= d And d <= ๒๙๙) Then
    InverterTextBox = "๓๐๐"
ElseIf (๓๐๐ <= d And d <= ๓๙๙) Then
    InverterTextBox = "๔๐๐"
ElseIf (๔๐๐ <= d And d <= ๔๙๙) Then
```

```
    InverterTextBox = "๕๐๐"
ElseIf (๕๐๐ <= d And d <= ๕๙๙) Then
    InverterTextBox = "๖๐๐"
ElseIf (๖๐๐ <= d And d <= ๖๙๙) Then
    InverterTextBox = "๗๐๐"
ElseIf (๗๐๐ <= d And d <= ๗๔๙) Then
    InverterTextBox = "๗๕๐"
ElseIf (๗๕๐ <= d And d <= ๗๙๙) Then
    InverterTextBox = "๘๐๐"
ElseIf (๘๐๐ <= d And d <= ๙๙๙) Then
    InverterTextBox = "๑๐๐๐"
ElseIf (๑๐๐๐ <= d And d <= ๑๒๔๙) Then
    InverterTextBox = "๑๒๕๐"
ElseIf (๑๒๕๐ <= d And d <= ๑๔๙๙) Then
    InverterTextBox = "๑๕๐๐"
ElseIf (๑๕๐๐ <= d And d <= ๑๗๔๙) Then
    InverterTextBox = "๑๗๕๐"
Else
    InverterTextBox = "๒๐๐๐"
End If

BattTextBox = (((InverterTextBox) / ๐.๙๘) * (UserForm๑.HourErroTextBox)) / ๐.๖
Me.BattTextBox = Format(Me.BattTextBox, "๐๐")

Dim SSheet As Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")
SSheet.Cells(๙, ๓) = Me.NeedTextBox
SSheet.Cells(๑๐, ๓) = Me.PSHTextBox
SSheet.Cells(๑๑, ๓) = Me.SolarTextBox
SSheet.Cells(๑๒, ๓) = Me.InverterTextBox
SSheet.Cells(๑๓, ๓) = Me.BattTextBox

End Sub

Private Sub CalculateButton๒_Click()
If IsNumeric(PriceTextBox๑.Value) = ๐ Then
```

```
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของกำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(PriceTextBox๒.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของอินเวอร์เตอร์แบบ Grid
Interactive"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

If IsNumeric(PriceTextBox๓.Value) = ๐ Then
    MsgBox "กรุณากรอกตัวเลขในหัวข้อ ราคาต่อกิโลวัตต์ของแบตเตอรี่"
    Exit Sub
    Else
    ' Code if not empty
End If

TotalTextBox๑ = SolarTextBox * PriceTextBox๑
TotalTextBox๒ = InverterTextBox * PriceTextBox๒
TotalTextBox๓ = BattTextBox * PriceTextBox๓
TotalAllTextBox = Val(TotalTextBox๑) + Val(TotalTextBox๒) + Val(TotalTextBox๓)
Me.TotalTextBox๑ = Format(Me.TotalTextBox๑, "#,##.๐๐")
Me.TotalTextBox๒ = Format(Me.TotalTextBox๒, "#,##.๐๐")
Me.TotalTextBox๓ = Format(Me.TotalTextBox๓, "#,##.๐๐")
Me.TotalAllTextBox = Format(Me.TotalAllTextBox, "#,##.๐๐")

Dim SSheet As Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")
SSheet.Cells(๑๔, ๓) = Me.TotalAllTextBox
End Sub

Private Sub NextButton_Click()
```

```
UserForm๓.NameTextBox๒.Value = Me.NameTextBox๑.Value
UserForm๓.Show
End Sub

Private Sub NeedTextBox_Change()
Me.NeedTextBox = Format(Me.NeedTextBox, "๐๐.๐๐")
End Sub



Private Sub UserForm_Initialize()
PriceTextBox๑ = ""
PriceTextBox๒ = ""
PriceTextBox๓ = ""
End Sub
```

๓. โค้ดคำสั่งสำหรับให้ UserForm ๓ (โปรแกรมหน้าที่ ๓)

```
Option Explicit

Private Sub CalculateButton_Click()
Me.SolarTextBox๑.Value = UserForm๒.SolarTextBox.Text

AreaTextBox = (SolarTextBox๑.Value) * ๗.๕
Me.AreaTextBox = Format(Me.AreaTextBox, "#,###.๐๐")

PowerMaxTextBox = (SolarTextBox๑.Value) * ๐.๗
Me.PowerMaxTextBox = Format(Me.PowerMaxTextBox, "๐๐")

SaveTextBox = ๓๖๕ * (UserForm๒.PSHTextBox.Value) * (PowerMaxTextBox.Value)
Me.SaveTextBox = Format(Me.SaveTextBox, "#,###.๐๐")

SaveMoneyTextBox = (UserForm๑.UnitTextBox.Value) * (SaveTextBox.Value)
Me.SaveMoneyTextBox = Format(Me.SaveMoneyTextBox, "#,###.๐๐")

Dim SSheet As Worksheet
Set SSheet = ThisWorkbook.Sheets("DATA๒")
SSheet.Cells(๑๕, ๓) = Me.AreaTextBox
```

```
SSheet.Cells(๑๖, ๓) = Me.SaveTextBox
SSheet.Cells(๑๗, ๓) = Me.SaveMoneyTextBox
End Sub

Private Sub ConclusionButton_Click()
Unload Me
Unload UserForm๒
Unload UserForm๑
End Sub

Private Sub UserForm_Click()

End Sub
```

๔. โค้ดคำสั่งสำหรับให้ปุ่มเข้าสู่โปรแกรม (Enter)

```
Private Sub CommandButton๑_Click()
Dim wkb As Workbook
    Set wkb = ThisWorkbook
    wkb.Sheets("DATA๒").Activate
End Sub
```

๕. โค้ดคำสั่งสำหรับให้ปุ่ม PROGRAM

```
Private Sub CommandButton๑_Click()
Sheets("DATA๒").Range("B๔").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("B๕").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๖").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๗").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๘").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๙").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๐").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๑").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๒").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๓").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๔").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๕").Value = ""
```

```
Sheets("DATA๒").Range("C๑๖").Value = ""
Sheets("DATA๒").Range("C๑๗").Value = ""
End Sub

Private Sub CommandButton๒_Click()
UserForm๑.Show
End Sub
```

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	พลตรี ชัยมนตรี โพธิ์ทอง
วัน เดือน ปีเกิด	๒ กรกฎาคม ๒๕๐๔
การศึกษา	- โรงเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๒๑ - วิทยาศาสตร์บัณฑิต โรงเรียนนายร้อยจุลจอมเกล้า - นิติศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช - ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต (รัฐศาสตร์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง - โรงเรียนเสนาธิการมทหารบก ชุดที่ ๗๒ - วิทยาลัยเสนาธิการทหาร รุ่นที่ ๔๒ - วิทยาลัย ป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๕๙
ประวัติการทำงาน โดยย่อ	- ผู้บังคับหมวดปืนเล็ก กองพันทหารราบที่ ๒ รักษาพระองค์ - ผู้บังคับกองร้อยอาวุธเบา กองพันทหารราบที่ ๒ รักษาพระองค์ - หัวหน้าแผนก กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - รองผู้อำนวยการกอง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - ฝ่ายเสนาธิการ ประจำ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - ผู้อำนวยการกอง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก - รองผู้อำนวยการสำนักส่งกำลัง กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก

ผู้วิจัย พล.ต.ชัยมนตรี โพธิ์ทอง หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ 59

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาระบบ กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากวิกฤตการณ์ทางการเมืองไทยในช่วงปี พ.ศ. 2551 – 2557 เป็นวิกฤตการณ์การเมืองที่มีความขัดแย้ง และแบ่งฝักแบ่งฝ่าย มีทั้งฝ่ายสนับสนุนรัฐบาลและฝ่ายที่ต่อต้านรัฐบาลโดยเฉพาะฝ่ายต่อต้านมีการจัดชุมนุมประท้วงบนถนนและขยายรูปแบบไปถึงการปิดล้อม และยึดสถานที่ราชการที่สำคัญต่าง ๆ ในลักษณะยืดเยื้อ ยาวนาน มีการตัดระบบสาธารณูปโภค เช่น ตัดกระแสไฟฟ้า ระบบประปา ทำให้มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานนั้น ๆ เป็นอย่างมาก รวมทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วประเทศ

กองทัพบก เป็นหน่วยงานด้านความมั่นคงหน่วยงานหนึ่ง และเป็นองค์กรหลักในการปกป้องอธิปไตย และรักษาความสงบเรียบร้อยภายในราชอาณาจักร เพื่อให้เกิดความมั่นคงของรัฐ และความสงบสุขของประชาชน โดยการเตรียมกำลังและใช้กำลังทุกส่วนในการรักษาความมั่นคงทั้งในภาวะสงครามและภาวะที่ไม่ใช่สงคราม ซึ่งปัจจุบันการสร้างความปรองดองของคนในชาติ ยังไม่เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความขัดแย้ง แบ่งฝักแบ่งฝ่ายยังคงมีอยู่ และอาจเกิดความวุ่นวายจนถึงการชุมนุมประท้วงแบบเดิมขึ้นอีก หากหน่วยงานกองทัพบกถูกปิดล้อม และทำให้กระแสไฟฟ้าขัดข้องไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ จะทำให้ส่งผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อการบังคับบัญชา การประสานงานและการกำกับดูแลการปฏิบัติของหน่วยขึ้นตรงต่าง ๆ รวมทั้งความมั่นคงของชาติด้วย

จากปัญหาข้างต้น หน่วยงานกองทัพบกเป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของประเทศ ปัจจัยหนึ่งที่เป็นการส่งเสริมภารกิจของกองทัพบก คือ ความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน และปัจจุบันปัญหาด้านความเสถียรภาพและการขาดแคลนพลังงานยังเป็นปัญหาที่สำคัญและเร่งด่วนของประเทศไทย เทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Interactive เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Connected และ แบบ Stand Alone ซึ่งเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ และสามารถเก็บสะสมพลังงานในแบตเตอรี่ได้ ซึ่งจะสามารถสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับหน่วยงานกองทัพบกได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ซึ่งทำให้ทุกหน่วยงานภายใต้กองทัพบกสามารถประเมินความต้องการและสามารถออกแบบระบบที่มีความเหมาะสมในการใช้งานของแต่ละหน่วยงานได้ อีกทั้งโปรแกรมยังถูกออกแบบให้ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนและบุคลากรภายในหน่วยงานกองทัพบกจะสามารถนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละหน่วยงานได้ เพื่อเป็นแนวทางการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความจำเป็นต่อการบัญชาการและปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการคำนวณของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยงานกองทัพบก

3. เพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคำนวณขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) โดยการกำหนดเงื่อนไขและตัวแปรที่ได้จากการศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ กองบัญชาการกองทัพบก อาคารกองบัญชาการกองทัพบก ตั้งอยู่เลขที่ 113 ถนนราชดำเนินนอก แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร (13°45'43.95"N 100°30'21.54") ซึ่งเป็นอาคาร 6 ชั้น และชั้นใต้ดิน 1 ชั้น จำนวน 83 หน่วยงาน และกลุ่มตัวอย่าง คือ หน่วยงานที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานด้านความมั่นคงของกองบัญชาการกองทัพบก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจะทำการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารแต่ละชนิดที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละหน่วยงานและการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมในแต่ละวันของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก

2. เครื่องมือในการวิจัย

2.1 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เพื่อใช้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เช่น มิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องบันทึกข้อมูลไฟฟ้า เป็นต้น

2.2 การจดบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์สื่อสาร เช่น ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละชนิด และบันทึกข้อมูลชั่วโมงที่มีความจำเป็นที่ต้องการใช้งานในแต่ละวัน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า และติดตั้งเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน (วันจันทร์ – วันอาทิตย์) เพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Daily Load Profile) และเก็บรวบรวมใบเสร็จค่าไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อศึกษาประเภทของการใช้พลังงานไฟฟ้า

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโปรแกรม ผู้วิจัยจะนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า จากใบเสร็จค่าไฟฟ้า และจากการใช้เครื่องมือวัด ในการวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Daily Load Profile) ของกองบัญชาการกองทัพบก จากนั้นทำการคำนวณและวิเคราะห์ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน และพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive โดยมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบ ฯ โดยใช้โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้อัตโนมัติด้วยการใช้ Visual Basic for Application (VBA)

5. การทดสอบใช้งานโปรแกรม การทดสอบใช้งานโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ข้อมูลจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคงของหน่วยงานกองทัพบก โดยมีผลการวิจัยครอบคลุมรายละเอียดดังนี้

1. ผลวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า จากใบเสร็จค่าไฟฟ้า และจากการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า โดยเก็บข้อมูลชั้นที่ 5 และชั้นที่ 6 ซึ่งเป็นชั้นที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานบัญชาการของผู้บังคับบัญชา พบว่า จากการวิเคราะห์ด้วยแบบบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก ๆ ของกองบัญชาการกองทัพบก ประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศ จำนวน 160 เครื่อง คอมพิวเตอร์ จำนวน 90 เครื่อง โทรทัศน์ จำนวน 70 เครื่อง หลอดไฟ จำนวน 1,800 หลอด และเครื่องถ่ายเอกสาร จำนวน 98 เครื่อง มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1,221.80 กิโลวัตต์ จากการวิเคราะห์ด้วยใบเสร็จค่าไฟฟ้าของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบกมีการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ประเภท 4.2.3 แบบ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use Tariff : TOU Tariff) ที่แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ ในช่วงเวลา On Peak วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 09.00 น. – 22.00 น. มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 81,000 หน่วย (อัตราค่าไฟฟ้า 4.3555 บาทต่อหน่วย) ในช่วงเวลา Off Peak วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 22.00 น. – 09.00 และวันเสาร์ – อาทิตย์ เวลา 00.00 น. – 24.00 น. มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 62,000 หน่วย (อัตราค่าไฟฟ้า 2.6627 บาทต่อหน่วย) และมีความต้องการพลังไฟฟ้า 601 กิโลวัตต์ (อัตราค่าไฟฟ้า 210 บาทต่อหน่วย) และจากการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าเก็บข้อมูลวันจันทร์ – วันอาทิตย์ ในช่วงวันที่ 3 – 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 กองบัญชาการกองทัพบกมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์ เฉลี่ย 8,878 หน่วยต่อวัน โดยเริ่มมีการใช้พลังงานในช่วงเวลา 04.57 น. – 19.15 น. และในวันเสาร์และวันอาทิตย์ จะมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Base Load ไม่เกิน 200 กิโลวัตต์ และจากการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัด พบว่า ในวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 กองบัญชาการกองทัพบกมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 821.40 กิโลวัตต์

2. การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้โปรแกรม Excel เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้อัตโนมัติด้วยการใช้ Visual Basic for Application (VBA) ในการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางเสริมสร้างความมั่นคงในหน่วยงานกองทัพบก โดยใช้ข้อมูลจากทฤษฎีการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับการวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า (Daily Load Profile) ของหน่วยงานกองบัญชาการกองทัพบก พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีการทำงานสอดคล้องกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าของกองบัญชาการกองทัพบก ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงกลางวัน และจากการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้าในวันจันทร์ – วันศุกร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. มีการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 80 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak และมีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ทำงานหรือในช่วงเวลาที่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าเกิดการขัดข้องประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการสำรองพลังงานไฟฟ้าของแต่ละหน่วย และเนื่องจากระบบเก็บสะสมพลังงาน

ไฟฟ้ามีราคาสูงการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับความจำเป็นต่อการใช้งานจะส่งผลต่อการใช้งบประมาณให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3. การทดสอบการใช้งานโปรแกรมคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive พบว่า โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยมีลักษณะการใช้งานโปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานกองทัพบก โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์คำนวณขนาดกำลังติดตั้งของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive ด้วยใบเสร็จค่าไฟฟ้าของหน่วยงาน ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถทราบถึงขนาดกำลังติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดกำลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ขนาดกำลังติดตั้งแบตเตอรี่ งบประมาณที่ใช้ในการติดตั้งระบบ ความต้องการพื้นที่ที่ทำการติดตั้ง ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี และจำนวนเงินที่หน่วยงานสามารถประหยัดได้ต่อปี

โปรแกรมการคำนวณระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถประเมินการออกแบบระบบในเบื้องต้นให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเสริมสร้างความมั่นคง และความเสถียรภาพทางด้านพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงานกองทัพบกได้ อีกทั้งงานวิจัยดังกล่าวยังมีความสอดคล้องมาตรการ Demand Response (DR) ซึ่งเป็นมาตรการในการลดหรือเฉลี่ยความต้องการใช้ไฟฟ้าจากช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงไปสู่ในช่วงเวลาอื่น ๆ เพื่อลดภาระในการสำรองกำลังการผลิต อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลและวิสัยทัศน์ของรัฐบาลที่ว่า "ประเทศไทย 4.0 โมเดลการพัฒนาประเทศ มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน" และรองรับนโยบายกระทรวงพลังงานที่เดินหน้าขับเคลื่อน Energy 4.0 ซึ่งในปัจจุบันทางนโยบายภาครัฐ ได้มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในการใช้พลังงานทดแทนเพื่อผลิตพลังงานไว้ใช้ภายในหน่วยงานเอง หรือขายไฟเข้าระบบของการไฟฟ้าตามพื้นที่ที่กำหนดของภาครัฐ ให้เป็นไปตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการสภาวะวิกฤตด้านการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอนาคต และเสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าทั้งในระยะสั้นและระยะยาวทั้งในส่วนของหน่วยงานกองทัพบก และหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน

ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาตัวแปรของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Grid Interactive เพิ่มเติม เพื่อให้โปรแกรมมีความแม่นยำมากขึ้นและเกิดความสมบูรณ์ของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นเพียงโปรแกรมที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบบ Gird Interactive ในเบื้องต้นเท่านั้น