คู่มือการใช้งานโปรแกรมโอมเมอร์ขั้นเริ่มต้น

(HOMER: Getting Started Guide)

แปลและเรียบเรียง โดย ดร.คมกฤษ ประเสริฐวงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตุลาคม 2556

สารบัญ

เกี่ยวกับคู่มือใช้งานเบื้องต้นอันนี้ (About this Getting Started Guide)……3

ดูคู่มือแบบออนไลน์……3

การตรวจสอบงานของคุณขณะเรียนรู้การใช้โปรแกรม……..……3

เกี่ยวกับข้อมูลเสริม (Tips) และข้อสังเกต (Notes) ……..……3

ยินดีต้อนรับเข้าสู่โปรแกรมโฮมเมอร์ (Welcome to HOMER)……...4

โปรแกรมโฮมเมอร์คือ (What is HOMER?) ……..4

โปรแกรมโฮมเมอร์ใช้อย่างไร (How do I use HOMER?) ……4

โปรแกรมโฮมเมอร์ทำงานอย่างไร..... ……5

โปรแกรมโฮมเมอร์บนอินเทอร์เน็ต.....……...5

ขั้นตอนที่ 1: การตั้งคำถามที่จะให้โปรแกรมโฮมเมอร์ช่วยตอบ……6

ขั้นตอนที่ 2: สร้างไฟล์โฮมเมอร์ใหม่……...…….....6

ขั้นตอนที่ 3: สร้างแผนภาพวงจร (schematic) ……7

ขั้นตอนที่ 4: ป้อนรายละเอียดของโหลด…….....9

ขั้นตอนที่ 5: ป้อนรายละเอียดของส่วนประกอบ…….....10

ขั้นตอนที่ 6: ป้อนรายละเอียดของแหล่งพลังงาน…….....15

ขั้นตอนที่ 7: ตรวจสอบอินพุตและแก้ไขข้อผิดพลาด…….....16

ขั้นตอนที่ 8: พิจารณาผลการหาระบบที่เหมาะสม…….....19

ขั้นตอนที่ 9: ทำการขัดเกลาระบบที่ได้ออกแบบ…….....21

ขั้นตอนที่ 10: การเพิ่มตัวแปรผันผวน…….....23

ขั้นตอนที่ 11: พิจารณาผลการวิเคราะห์ความผันผวน…….…….....25

หัวข้อพิเศษ: การเพิ่มแผงโซล่าเซลล์ (photovoltaics) ……..……27

สรุปคู่มือการใช้งานขั้นเริ่มต้น…….……..31

แหล่งข้อมูลอื่นๆ……32

เกี่ยวกับคู่มือใช้งานเบื้องต้นอันนี้ (About this Getting Started Guide)

คู่มือนี้จะทำให้คุณได้รู้จักกับโปรแกรมโฮมเมอร์ (HOMER) โดยการกระทำตามผ่านสิบเอ็ดขั้นตอน คุณจะต้องเริ่มต้นด้วยการป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรมโฮมเมอร์เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าที่คุณต้องการจะออกแบบ จากนั้นโปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงาน (simulate) ของระบบต่างๆที่ได้ออกแบบ และทำการบอกกว่าระบบแบบใดบ้างที่ปฏิบัติได้ โดยจะทำการเรียงลำดับของระบบที่มีราคาค่าใช้จ่ายต่ำสุดขึ้นก่อน ในขั้นตอนสุดท้ายคุณจะได้ใช้โปรแกรมโฮมเมอร์เพื่อช่วยวิเคราะห์การผันผวน (sensitivity analysis) เช่นการวิเคราะห์การผันผวนของราคาน้ำมัน เป็นต้น เมื่อคุณได้ผ่านในแต่ละขั้นตอนของคู่มือนี้ คุณจะได้คุ้นเคยกับโปรแกรม ซึ่งจะช่วยให้คุณได้พัฒนาประสบการณ์อย่างเพียงพอที่จะเริ่มใช้ในงานการออกแบบระบบของคุณ

คุณจะได้ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ในการทำตามแบบฝึกหัดนี้อย่างเสร็จสมบูรณ์

ดูคู่มือแบบออนไลน์ (The online version of this guide)

คุณสามารถเปิดดูคู่มือนี้แบบออนไลน์โดยการเลือกที่มนู Help แล้วเลือก Getting Started…

การตรวจสอบงานของคุณขณะเรียนรู้การใช้โปรแกรม (Checking your work as you go)

ตลอดทั้งคู่มือนี้จะเป็นการอธิบายพร้อมด้วยภาพประกอบ เพื่อแสดงให้คุณได้มองเห็นว่าโปรแกรมโฮมเมอร์ได้ทำงานเป็นอย่างไร จงเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ของคุณกับภาพในคู่มือเพื่อให้แน่ใจว่าคุณได้ทำตามในแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้อง

เกี่ยวกับข้อมูลเสริม (Tips) และข้อสังเกต (Notes)

ตลอดทั้งคู่มือนี้ ข้อมูลเสริมและข้อสังเกตจะมีให้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมช่วยคุณให้เข้าใจได้ดีขึ้นว่าโปรแกรมโฮมเมอร์ทำงานอย่างไร **ข้อสังเกต (note)** เป็นข้อมูลที่สำคัญที่คุณควรอ่านเพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้นในขั้นตอนของการฝึกที่คุณกำลังจะทำเสร็จ **ข้อมูลเสริม (tip)** เป็นข้อมูลที่คุณอาจพบว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับงานของคุณในอนาคตที่ใช้โปรแกรมโฮมเมอร์ ซึ่งไม่ใช่ส่วนสำคัญสำหรับทำความเข้าใจในแบบฝึกหัดนี้

ยินดีต้อนรับเข้าสู่โปรแกรมโฮมเมอร์ (Welcome to HOMER)

โปรแกรมโฮมเมอร์คือ (What is HOMER?)

โปรแกรมโฮมเมอร์ คือ โปรแกรมที่ช่วยหาระบบที่เหมาะสมที่สุดซึ่งใช้ได้เฉพาะระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น (Micropower Optimization Model) ซึ่งจะช่วยให้เราประเมินระบบที่ได้ออกแบบ ทั้งแบบเชื่อมต่อและไม่เชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า (off-grid and grid-connected power system) เมื่อคุณออกแบบระบบไฟฟ้า คุณจะต้องทำการตัดสินใจหลายอย่างเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบ เช่น ส่วนประกอบใดที่จะเหมาะสมกับระบบที่กำลังออกแบบ, ในแต่ละส่วนประกอบควรมีขนาดและจำนวนเท่าใด ด้วยทางเลือกของเทคโนโลยีที่มีอยู่จำนวนมาก และมีราคาแตกต่างกัน และแหล่งจ่ายพลังงานที่มีอยู่ก็ต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ยากมากที่จะทำการตัดสินใจ ด้วยขั้นตอนการหาระบบที่เหมาะสมที่สุดและการวิเคราะห์ความแปรผันของโปรแกรมโฮมเมอร์ ทำให้เราง่ายต่อการประเมินโครงสร้างของระบบซึ่งมีทางเป็นไปได้จำนวนมาก

โปรแกรมโฮมเมอร์ใช้อย่างไร (How do I use HOMER?)

เริ่มต้นที่ คุณเลือกแบบจำลองที่มีอยู่แล้วป้อนข้อมูลอินพุตให้กับมัน ข้อมูลอินพุต ได้แก่ ราคาของส่วนประกอบนั้น, ข้อมูลแหล่งพลังงานที่มีอยู่ โปรแกรมโฮมเมอร์จะใช้ข้อมูลอินพุตเหล่านี้ในการเลียนแบบการทำงานระบบที่ได้ออกแบบซึ่งมีโครงสร้างส่วนประกอบที่แตกต่างกัน จากนั้นโปแกรมจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นรายการโครงสร้างต่างๆที่ปฏิบัติได้เรียงตามค่าใช้จ่ายต่ำสุดขึ้นก่อน นอกจากนี้โปรแกรมโฮมเมอร์ยังได้แสดงผลการจำลองการทำงานเป็นแบบตารางและรูปกราฟแบบต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งจะช่วยให้คุณได้เปรียบเทียบโครงสร้างต่างๆ และประเมินถึงข้อดีทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ (economic and technical merits) คุณสามารถส่งออกตารางและกราฟเพื่อใช้ในการทำรายงานและการนำเสนอได้

เมื่อคุณต้องการจะสืบหาถึงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยต่างๆ เช่น การมีอยู่ของพลังงาน (resource availability) และสภาพเศรษฐกิจ (economic conditions) อาจจะมีผลต่อราคาที่ถูกสุด (cost-effectiveness) ของโครงสร้างระบบแบบต่างๆ คุณสามารถใช้แบบจำลองเพื่อทำการวิเคราะห์ความแปรผัน (sensitivity analysis) เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์การผันผวน คุณจะต้องป้อนค่าผันผวน (sensitivity value) ให้กับโปรแกรมโฮมเมอร์ ค่านี้จะบอกถึงช่วงของแหล่งพลังงานที่มีอยู่และราคาของส่วนประกอบ โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการจำลองการทำงานของระบบตลอดช่วงของค่าที่ผันผวน คุณสามารถใช้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การผันผวน เพื่อระบุถึงปัจจัยที่จะมีผลกระทบมากที่สุดต่อระบบที่ได้ออกแบบและการทำงานของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้คุณยังได้ใช้ผลของการวิเคราะห์การผันผวนในการตอบคำถามทั่วไปเกี่ยวกับทางเลือกของเทคโนโลยีต่างๆเพื่อบอกถึงการตัดสินใจด้านนโยบายและการวางแผน

โปรแกรมโฮมเมอร์ทำงานอย่างไร (How does HOMER work?)

โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานของระบบโดยทำการคำนวณสมดุลพลังงาน (energy balance) ตลอดหนึ่งปี คือ 8,760 ชั่วโมง และในแต่ละชั่วโมง โปรแกรมจะเปรียบเทียบความต้องการพลังงานไฟฟ้าและความร้อน กับพลังงานที่ระบบสามารถผลิตจ่ายให้ได้ในชั่วโมงนั้น และจะคำนวณพลังงานที่ไหลเข้าออกในแต่ละส่วนประกอบของระบบ สำหรับระบบที่มีแบตเตอรี่ หรือเครื่องปั่นไฟที่ใช้น้ำมัน โปรแกรมจะตัดสินใจในแต่ละชั่วโมงว่าจะเปิดปิดเครื่องปั่นไฟอย่างไร และจะทำการชาร์ต หรือดีสชาร์ตแบตเตอรี่ช่วงไหน

โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการคำนวณสมดุลพลังงานเหล่านี้ทุกระบบที่คุณต้องการพิจารณาเปรียบเทียบ จากนั้นโปรแกรมก็จะสืบหาว่าระบบแต่ละโครงสร้างสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ (feasible) เช่น ระบบนั้นสามารถเผชิญกับความต้องการไฟฟ้าภายใต้เงื่อนไขที่คุณกำหนดได้หรือไม่ และทำการประมาณการค่าใช้จ่ายการติดตั้งและการทำงานของระบบตลอดอายุการใช้งานของโครงการ การคำนวณค่าใช้จ่ายของระบบ ได้แก่ เงินลงทุนครั้งแรก (capital), ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (replacement), ค่าบำรุงรักษาและค่าเดินเครื่อง (operation and maintenance), ค่าเชื้อเพลิง, และค่าดอกเบี้ย

การหาระบบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) หลังจากโปรแกรมได้เลียนแบบการทำงานของระบบตามโครงสร้างที่ทำงานได้ทั้งหมดแล้ว โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการแสดงรายการระบบทั้งหมด (ที่ทำงานได้) โดยเรียงตามลำดับค่าใช้จ่ายสุทธิ (net present cost) [บางครั้งเรียกว่า ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (lifecycle cost)] ซึ่งคุณจะได้ใช้ค่านี้ในการเปรียบเทียบทางเลือกการออกแบบระบบที่เหมาะสม

การวิเคราะห์การผันผวน (Sensitivity analysis) เมื่อคุณได้ กำหนดตัวแปรผันผวน (sensitivity variables) เป็นอินพุต โปรแกรมโฮมเมอร์จะดำเนินการหาระบบที่เหมาะสมตามตัวแปรผันผวนที่คุณได้กำหนด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าคุณกำหนดความเร็วลมเป็นตัวแปรผันผวน ดังนั้นโปรแกรมจะเลียนแบบการทำงานของระบบตลอดช่วงความเร็วลมที่คุณกำหนด

โปรแกรมโฮมเมอร์บนอินเตอร์เน็ต (HOMER on the Internet)

เว็ปไซด์ของโปรแกรมโฮมเมอร์ คือ www.nrel.gov/homer ภายในเว็ปจะมีข้อมูลแบบจำลอง (model) ล่าสุด, ข้อมูลแหล่งจ่ายพลังงาน (resource data), และข้อมูลการติดต่อ ปัจจุบันการกระจายโปรแกรมซอฟต์แวร์ได้ดำเนินการโดยบริษัทเอกชน เว็ป www.homerenergy.com ซึ่งจะมีรุ่นที่ใช้ฟรีและตัวอย่างไฟล์ข้อมูลโดยคุณจะต้องลงทะเบียนที่เว็ปไซด์ก่อน ซอฟต์แวร์รุ่นที่สำหรับขายก็มีด้วย

ขั้นตอนที่ 1: การตั้งคำถามที่จะให้โปรแกรมโฮมเมอร์ช่วยตอบ

โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถตอบคำถามได้อย่างกว้างขวาง เกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าขนาดเล็ก (small power system) คำถามที่ชัดเจนจะเป็นประโยชน์ต่อคุณในการที่จะให้โปรแกรมโฮมเมอร์ช่วยตอบก่อนที่คุณจะเริ่มทำงานกับโปรแกรมโฮมเมอร์ ตัวอย่างของคำถามที่โฮมเมอร์สามารถช่วยคุณตอบได้

- มันจะคุ้มหรือไม่ (cost-effective) ที่จะเพิ่มกังหันลมเข้ากับเครื่องปั่นไฟในระบบของเรา ?
- ราค่าน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นเท่าใดถึงจะทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าเซลมีราคาคุ้มกว่า (cost effective) ?
- ระบบที่เราออกแบบจะรับมือกับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้หรือไม่ ?
- มันจะคุ้มไหมที่จะติดตั้งไมโครเทอไบร์ (microturbine) เพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนสำหรับระบบไฟฟ้าของเราที่มีการเชื่อมต่อกับกริด

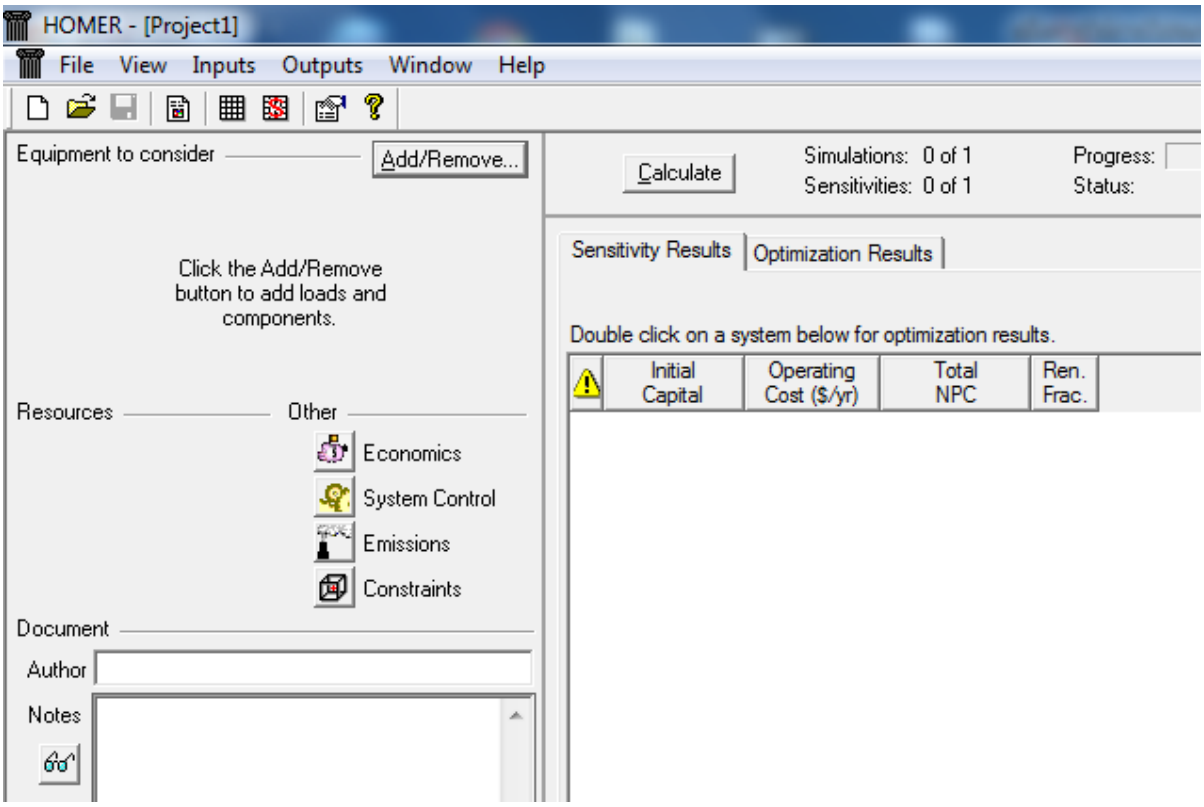
สำหรับแบบฝึกหัดนี้ เราจะลองสมมุติว่าเครื่องปั่นไฟที่ใช้น้ำมันดีเซลซึ่งปกติจะใช้จ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดขนาดเล็กตามพื้นที่ห่างไกล และเราต้องการใช้โปรแกรมโฮมเมอร์เพื่อสืบหาว่าถ้าเราจะเพิ่มกังหันลมเข้ากับระบบที่มีอยู่จะเป็นการเหมาะสมหรือไม่ คำถามที่เราจะให้โปรแกรมโฮมเมอร์ช่วยตอบก็คือ “ความเร็วลมเฉลี่ยและราคาเชื้อเพลิงที่ผันผวนจะมีทางเป็นไปได้ไหมที่จะเพิ่มกังหันลมเข้าไปในระบบที่มีเฉพาะเครื่องปั่นไฟดีเซล (diesel generator) เท่านั้น”

ข้อมูลเสริม (Tip): คุณสามารถเปิดไฟล์โปรแกรมของโฮมเมอร์ที่มีอยู่โดยการคลิกที่ปุ่ม เพื่อเปิดไฟล์

ขั้นตอนที่ 2: สร้างไฟล์โฮมเมอร์ใหม่

ไฟล์โฮมเมอร์ (HOMER file) จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับทางเลือกเทคโนโลยีแบบต่างๆ , ราคาส่วนประกอบต่างๆ และแหล่งพลังงานที่มีอยู่ (resource availability) ที่จำเป็นต้องใช้วิเคราะห์การออกแบบระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ ไฟล์โฮมเมอร์จะประกอบด้วยผลลัพธ์จากการคำนวณที่โปแกรมได้ดำเนินการหาระบบที่เหมาะสมที่สุดและวิเคราะห์การผันผวน นามสกุลของไฟล์โฮมเมอร์จะเป็น .hmr ยกตัวอย่างเช่น WindVsDiesel.hmr

เมื่อคุณเริ่มใช้โปรแกรมโฮมเมอร์ โปรแกรมจะค้นหาไฟล์ที่เซฟล้าสุด (most recently saved) และจะเปิดไฟล์นั้นให้ แต่ถ้าหากค้นหาไฟล์ไม่เจอ มันจะแสดง a blank schematic บนหน้าจอหลัก ดังแสดงในรูปข้างล่าง



ขั้นตอนที่ 3: การสร้างแผนภาพวงจรของระบบ (schematic)

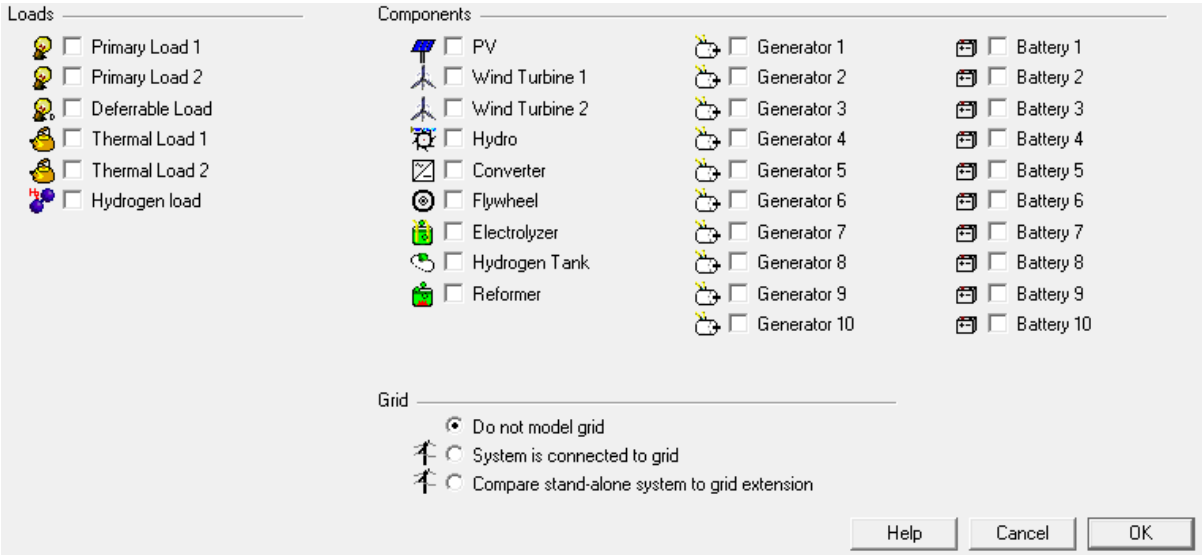
โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการเปรียบเทียบทางเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า แผนภาพวงจรของระบบ (schematic) จะแทนถึงทางเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆทั้งหมดที่คุณต้องการให้โปรแกรมพิจารณา มันไม่ใช่แผนภาพวงจรของระบบเดียวเท่านั้น คุณสร้างแผนภาพวงจรของระบบมาเพื่อให้ข้อมูลกับโปรแกรมได้รับรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ ที่ต้องการให้โปรแกรมได้ค้นหาคำตอบ แผนภาพวงจรของระบบ (schematic) อาจจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ที่ไม่ได้เป็นการออกแบบที่เหมาะสมที่สุด

ในแบบฝึกหัดนี้ โปรแกรมโฮมเมอร์จะได้เลียนแบบการทำงานของระบบที่ประกอบด้วยกังหันลม (wind turbine) และเครื่องปั่นไฟดีเซล อันนำไปสู่คำตอบในคำถามที่ว่า “ความเร็วลมเฉลี่ยและราคาเชื้อเพลิงที่ผันผวนจะมีทางเป็นไปได้ไหมที่จะเพิ่มกังหันลมเข้าไปในระบบที่มีเฉพาะเครื่องปั่นไฟดีเซล (diesel generator) เท่านั้น”

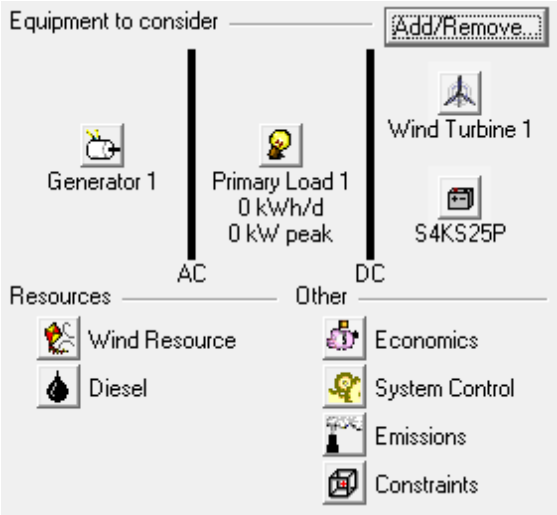
1. คลิกที่ปุ่ม Add/Remove... เพื่อเลือกส่วนประกอบต่างๆ (components) ที่คุณต้องการให้โปรแกรมโฮมเมอร์พิจารณา โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงส่วนประกอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดในหน้าต่าง เพิ่มลดอุปกรณ์ (Add/Remove window) (ดูรูปข้างล่าง)

2. คลิกที่บล็อก Primary Load 1 ซึ่งแทนถึงโหลดไฟฟ้าทั่วไป

3. คลิกที่บล็อก Wind Turbine 1, Generator 1, และ Battery 1



4. คลิกปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับไปที่หน้าต่างหลัก (Main window) จะปรากฏภาพดังรูปที่ 3



ข้อมูลเสริม: การออกแบบระบบทุกระบบจะต้องมีโหลดทั่วไป (primary load), หรือมีโหลดผัดผ่อนได้ (deferrable load), หรือมีการเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า อย่างน้อยหนึ่งอย่าง

ถึงตอนนี้ โปรแกรมจะแสดงปุ่มต่างๆบนแผนภาพของวงจร (schematic) เพื่อแทนถึงโหลดและอุปกรณ์ต่างๆ (กังหันลม, เครื่องปั่นไฟดีเซล, และแบตเตอรี่)

ในหัวข้อแหล่งให้พลังงาน (Resources) (อยู่ข้างล่างแผนภาพของวงจร) โปรแกรมได้แสดงปุ่มต่างๆ สำหรับแหล่งให้พลังงานต่างๆซึ่งส่วนประกอบต่างๆจะได้นำไปใช้ ในกรณีนี้ปุ่ม Wind Resource แทนถึงแหล่งจ่ายพลังงานลม และปุ่ม Diesel แทนถึงแหล่งจ่ายน้ำมันดีเซล

ขั้นตอนที่ 4: ป้อนรายละเอียดของโหลด

รายละเอียดของโหลดจะถูกป้อนเข้าไปที่โปรแกรมเพื่อเลียนแบบการทำงานของโหลด ข้อมูลที่ป้อนให้กับโหลดจะอธิบายถึงความต้องการไฟฟ้าที่ระบบจะต้องจ่ายไฟฟ้าให้ หัวข้อนี้จะอธิบายวิธีการดึงไฟล์ตัวอย่างข้อมูลโหลดจากโปรแกรม

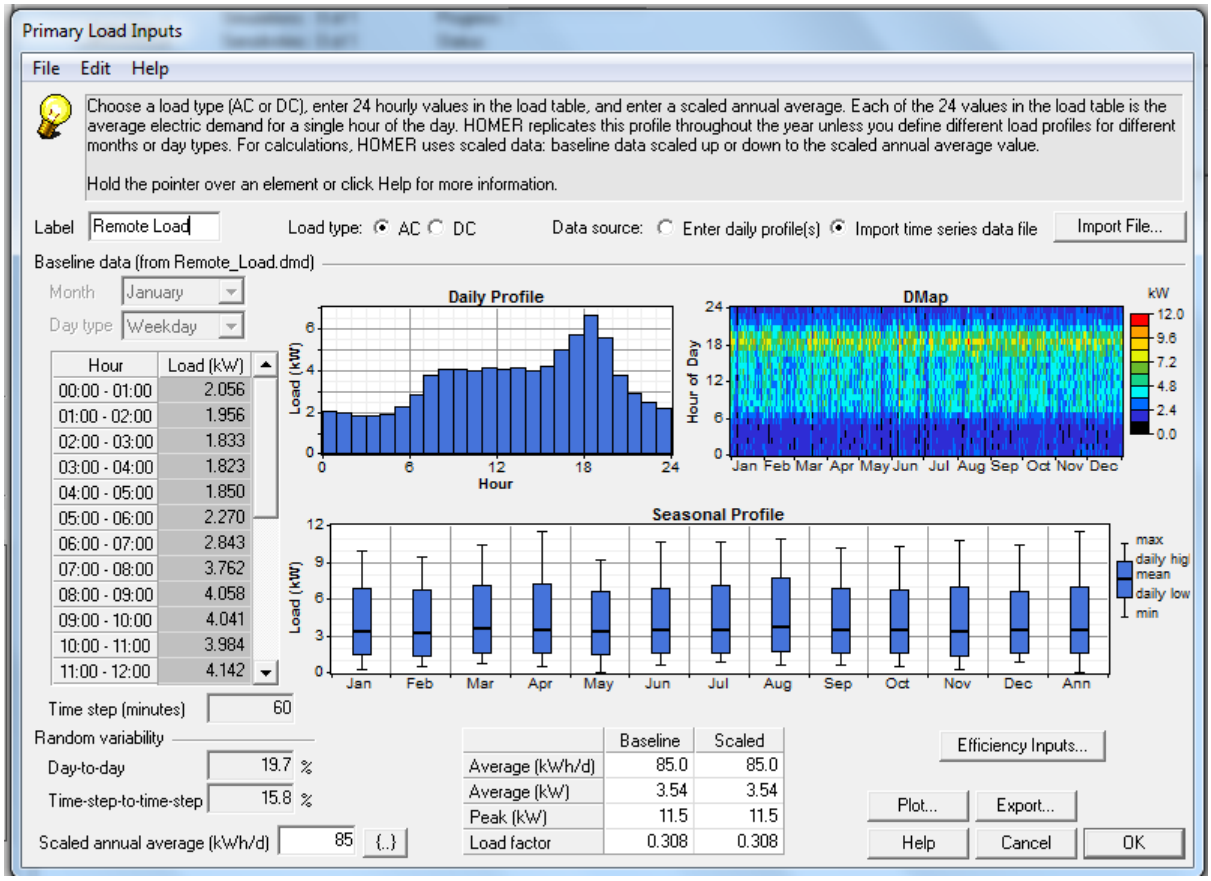
1. คลิกปุ่ม Primary Load 1 บนแผนภาพวงจรเพื่อเปิดข้อมูลโหลดอินพุต (Load Input)
2. พิมพ์คำว่า Remote Load ลงในช่อง Label

   Label Remote Load Load type: AC DC

3. คลิกเลือกชนิดโหลด (Load type) เป็นแบบ AC
4. เลือกนำเข้า (import time series data file) ไฟล์ข้อมูล และจากนั้นคลิกที่ปุ่ม Import File

   Data source: Enter daily profile(s) Import time series data file Import File...

ข้อสังเกต (note): ไฟล์ตัวอย่างนี้บรรจุอยู่ในไดเร็กทอรี่เดียวกันกับโปรแกรมโฮมเมอร์ (home.exe) ในไดเร็กทอรี่ย่อยมีชื่อว่า Sample Files



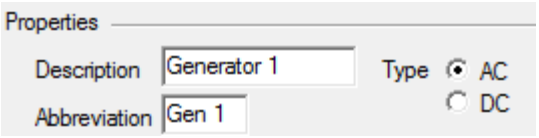
ข้อมูลเสริม: คุณสามารถสร้างพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า (load profile) โดยการป้อนค่า 24 ค่าลงในตารางโหลดโปรไฟล์ (Load Profile table)

5. คลิก OK เพื่อย้อนกลับเข้าสู่หน้าต่างหลัก

ขั้นตอนที่ 5: ป้อนข้อมูลรายละเอียดของส่วนประกอบ

ข้อมูลที่ป้อนให้กับส่วนประกอบจะได้ใช้อธิบายทางเลือกในเทคโนโลยีต่างๆ (technology options), ราคาของส่วนประกอบต่างๆ, ขนาดและจำนวนของส่วนประกอบเหล่านั้น ที่จะให้โปรแกรมได้เลียนแบบการทำงาน ในหัวข้อนี้ จะได้อธิบายถึงวิธีการป้อนข้อมูลราคาของเครื่องปั่นไฟดีเซล (diesel generator), กังหันลม (wind turbine), และแบตเตอรี่ ราคาที่ป้อนในแบบฝึกหัดนี้อาจจะไม่สะท้อนราคาที่แท้จริงของตลาด

1. คลิกที่ปุ่ม Generator 1 บนแผนภาพวงจร เพื่อเปิดดูข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Inputs) ที่ตารางคุณสมบัติ (Properties) ช่องชื่อย่อ (Abbreviation) ให้ใส่คำว่า Gen 1



2. ในตารางราคา (Cost table) ให้คุณใส่ค่าดังนี้: ขนาด (Size) = 1, เงินลงทุน (Capital) = 1500, เงินเปลี่ยนอะไหล่ (Replacement), เงินเดินเครื่องและบำรุงรักษา (O&M) = 0.05, หมายเหตุ O&M ย่อมาจาก operation and maintenance, เงินเดินเครื่องและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะไม่รวมเงินค่าเชื้อเพลิง เนื่องจากโปแกรมจะแยกคำนวณเงินค่าเชื้อเพลิงต่างหาก

Costs

Size (kW)	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($/hr)
1.000	1500	1200	0.050

ค่าเหล่านี้จะบอกโปแกรมว่าเงินลงทุนติดตั้งเครื่องปั่นไฟดีเซลครั้งแรกจะต้องใช้เงิน 1,500 เหรียญต่อกิโลวัตต์ (kW), ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนอะไหล่ประมาณ 1,200 เหรียญต่อกิโลวัตต์, และมีค่าเดินเครื่องและบำรุงรักษาประมาณ 0.05 เหรียญต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) สังเกตได้ว่าโปแกรมจะพล็อตเส้นกราฟราคาตามราคาที่คุณป้อนเข้าที่ตารางราคา (Cost table)

ข้อมูลเสริม: เส้นกราฟราคาจะเป็นลักษณะเชิงเส้น, โปรแกรมโฮมเมอร์จะสมมุติว่าราคาและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันเป็นเชิงเส้น เช่น เงินลงทุนติดตั้งเครื่องปั่นไฟดีเซลขนาด 1 kW ราคา 1,500 เหรียญ, ขนาด 2 kW เท่ากับ 3,000 เหรียญ, ขนาด 3 kW เท่ากับ 4,500 เหรียญ เป็นต้น คุณสามารถกำหนดราคาที่ไม่เป็นเชิงเส้นตามปริมาณการสั่งซื้อจำนวนมากซึ่งราคาจะถูกลง โดยการป้อนข้อมูลเพิ่มลงในตารางราคาเอง ขณะที่คุณป้อนค่าลงตาราง โปรแกรมจะสร้างแถวถัดไปอย่างอัตโนมัติ ดังนั้นคุณสามารถเพิ่มค่าได้ตามต้องการ

3. ในตารางเลือกขนาด (Size to consider)ให้คุณลบค่า 0.000 และ 1.000 ออก และแทนด้วยค่า 15 วิธีการลบคุณอาจใช้เม้าท์คลิกไปที่ค่านั้นแล้วคลิกขวา แล้วเลือกคลิกที่ Cut Selection ค่าในตารางเลือกขนาดนี้คือตัวแปรเหมาะสม (optimization variables) ตารางควรจะปรากฏตามรูปด้านล่าง

Sizes to consider

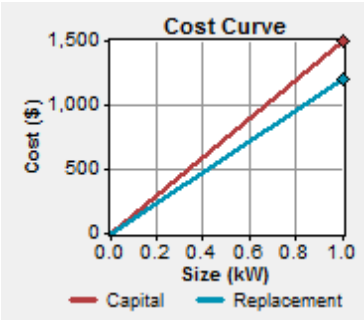
Size (kW)
0.000
1.000

Sizes to consider

Size (kW)
15.000

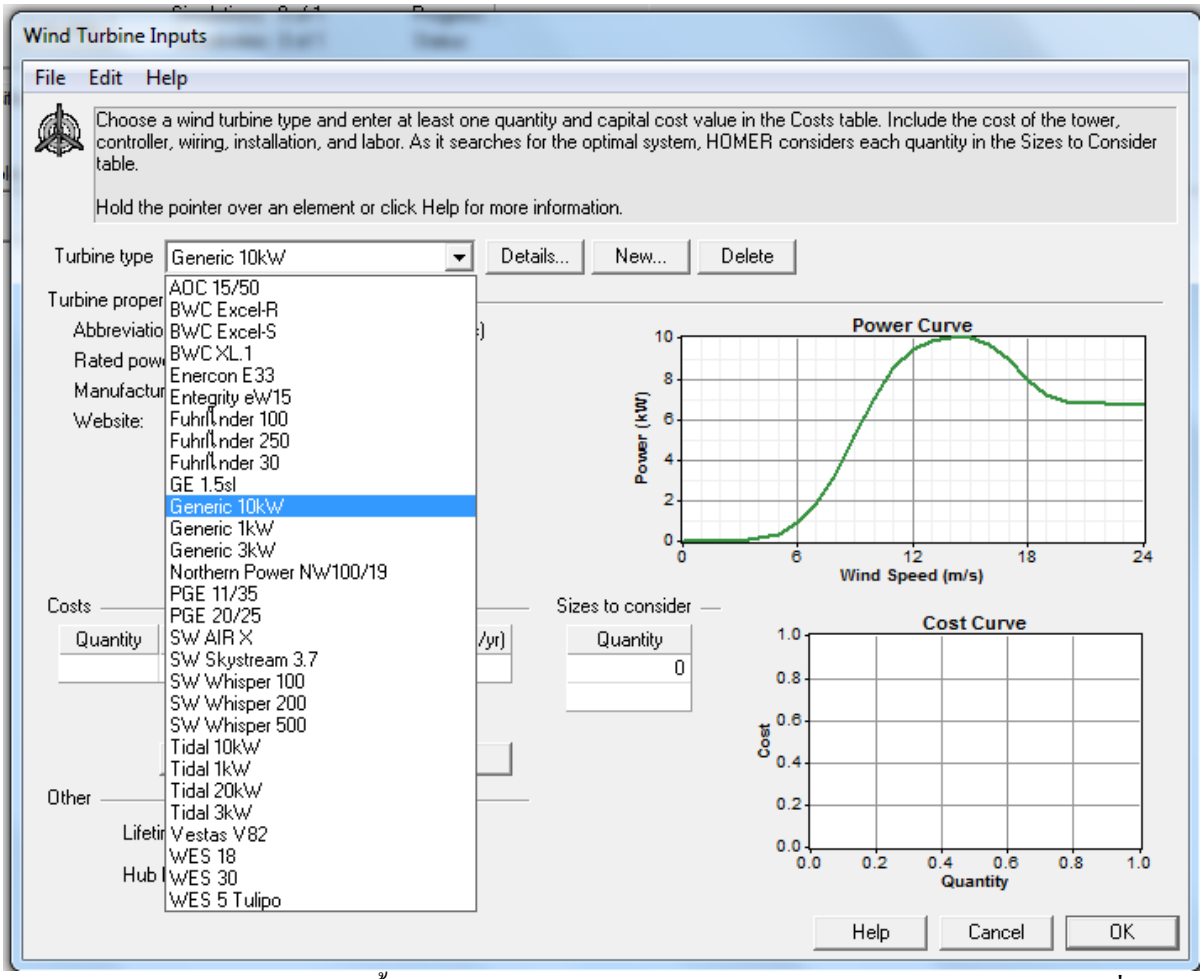
ข้อสังเกต: โปรแกรมโฮมเมอร์จะใส่ข้อมูลขนาดที่คุณป้อนลงในตารางราคา (Cost table) และเพิ่มค่า 0.000 ลงในตารางเลือกขนาด (Size to consider table) อย่างอัตโนมัติ คุณสามารถคงค่าเหล่านี้ไว้ในตารางถ้าหากคุณต้องการให้ระบบเลียนแบบการทำงานตามขนาดเหล่านั้น หรือคุณอาจจะลบทิ้งและป้อนขนาดต่างๆ เพิ่มเข้าไปเพื่อให้ระบบได้เลียนแบบการทำงาน

ในที่นี้โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 15 kW สังเกตได้ว่าบนเส้นกราฟราคา (Cost curve) โปรแกรมจะแสดงตัวแปรเหมาะสม (optimization variables) เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (diamonds)



โปรแกรมโฮมเมอร์จะใช้ค่าที่อยู่ในตารางราคา (Cost table) ในการคำนวณค่าใช้จ่าย ในเรื่องของเงินลงทุนติดตั้ง (installing cost), เงินเดินเครื่อง (operating cost), เงินบำรุงรักษาเครื่อง (maintaining cost) และจะทำการรวมเป็นเงินค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระบบไฟฟ้านั้น ตัวแปรเหมาะสม (optimization variables) จะบอกโปรแกรมว่าขนาดของเครื่องปั่นไฟดีเซลขนาดใดบ้างที่จะนำไปประกอบเข้ากับระบบโครงสร้างต่างๆ เพื่อให้โปรแกรมได้นำไปใช้ในการเลียนแบบการทำงาน

4. คลิกปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับไปที่หน้าต่างหลัก
5. คลิกปุ่ม Wind Turbine 1 บนแผนภาพวงจร เพื่อเปิดอินพุตของกังหันลม (Wind Turbine Inputs)
6. ในรายการชนิดของกังหันลม (Turbine type), คลิกที่ Generic 10kW เพื่อเลือกกังหันลมขนาด 10 kW, โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงเส้นกราฟการผลิตไฟฟ้าตามความเร็วลม ดังรูปข้างล่าง ข้อสังเกต กำลังพิกัด (rated power) ของกังหัน คือ 10 kW DC



7. ในตารางราคา ป้อนข้อมูลต่อไปนี้: จำนวน (Quantity) = 1, เงินลงทุน (Capital) = 30000, เงินเปลี่ยนอะไหล่ (Replacement) = 25000, เงินบำรุงรักษาต่อปี (O&M) = 500, สิ่งนี้จะหมายถึงสำหรับราคากังหันลมขนาดเล็กเงินลงทุนเท่ากับ 3000 เหรียญต่อกิโลวัตต์ ($3,000/kW) โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงค่า 0 และ 1 ลงในตารางเลือกขนาด (Size to consider table) อย่างอัตโนมัติ

Costs

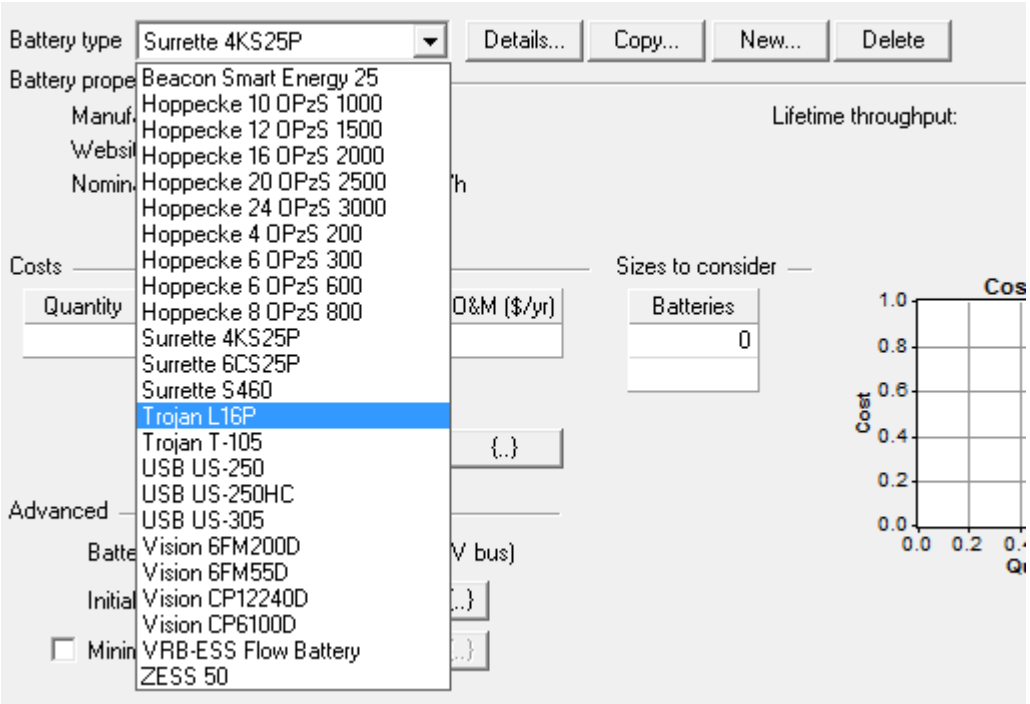
Quantity	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($/yr)
1	30000	25000	500

Sizes to consider

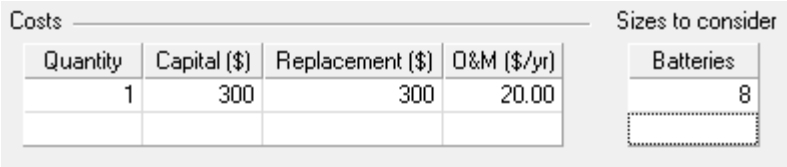
Quantity
0
1

ข้อสังเกต: เงินเดินเครื่องและบำรุงรักษา (O&M cost) สำหรับกังหันลมจะมีหน่วยเป็นเหรียญดอลล่าต่อปี ($/yr), แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นเหรียญดอลล่าต่อชั่วโมง ($/hr)

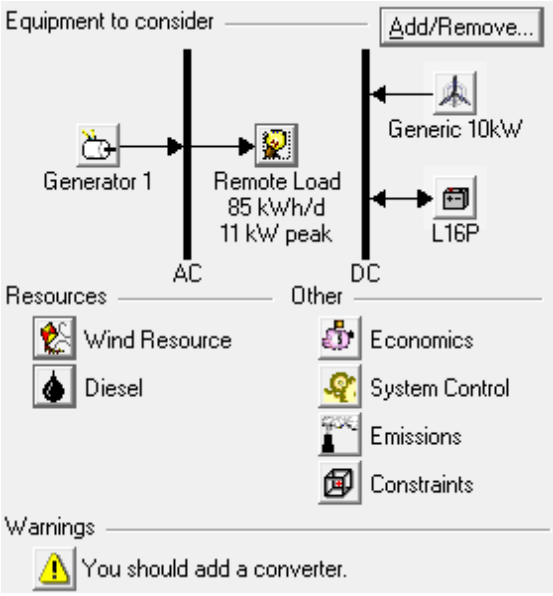
8. คลิกปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับไปที่หน้าต่างหลัก
9. คลิกปุ่ม Battery บนแผนภาพวงจร เพื่อเปิดอินพุตของแบตเตอรี่ (Battery Inputs)
10. ในรายการชนิดของแบตเตอรี่ คลิกที่ Trojan L16P เพื่อเลือกแบตเตอรี่รุ่น L16P (360Ah, 6V) โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงคุณสมบัติของแบตเตอรี่เมื่อคุณคลิกที่ปุ่ม Details



11. ในตารางราคา ป้อนข้อมูลต่อไปนี้: จำนวน (Quantity) = 1, เงินลงทุน (Capital) = 300, เงินเปลี่ยนอะไหล่ (Replacement) = 300, เงินบำรุงรักษาต่อปี (O&M) = 20



12. ในตารางเลือกขนาด ให้คุณลบค่า 0 และ 1 แล้วใส่ค่า 8 ซึ่งหมายถึงมีแบตเตอรี่จำนวน 8 ลูก
13. คลิกปุ่ม OK เพื่อกลับไปที่หน้าต่างหลัก ถึงขั้นตอนนี้คุณได้ป้อนข้อมูลของส่วนประกอบต่างๆเสร็จแล้ว แผนภาพวงจรควรจะเหมือนกับรูปด้านล่าง

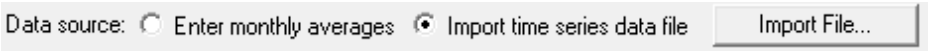


ขั้นตอนที่ 6: ป้อนข้อมูลรายละเอียดของแหล่งพลังงาน

ข้อมูลของแหล่งพลังงาน (resource inputs) จะอธิบายถึงการมีอยู่ของแสงแดด (solar radiation), ลม, น้ำ, และเชื้อเพลิงในทุกๆชั่วโมงตลอดทั้งปี สำหรับแหล่งที่มาของแสงแดด, ลม, และน้ำ คุณสามารถทำได้ทั้งนำไฟล์ที่มีรูปแบบถูกต้องมาใช้ หรือจะให้โปรแกรมทำการสังเคราะห์ข้อมูลเป็นรายชั่วโมงจากค่าเฉลี่ยของทุกๆเดือน

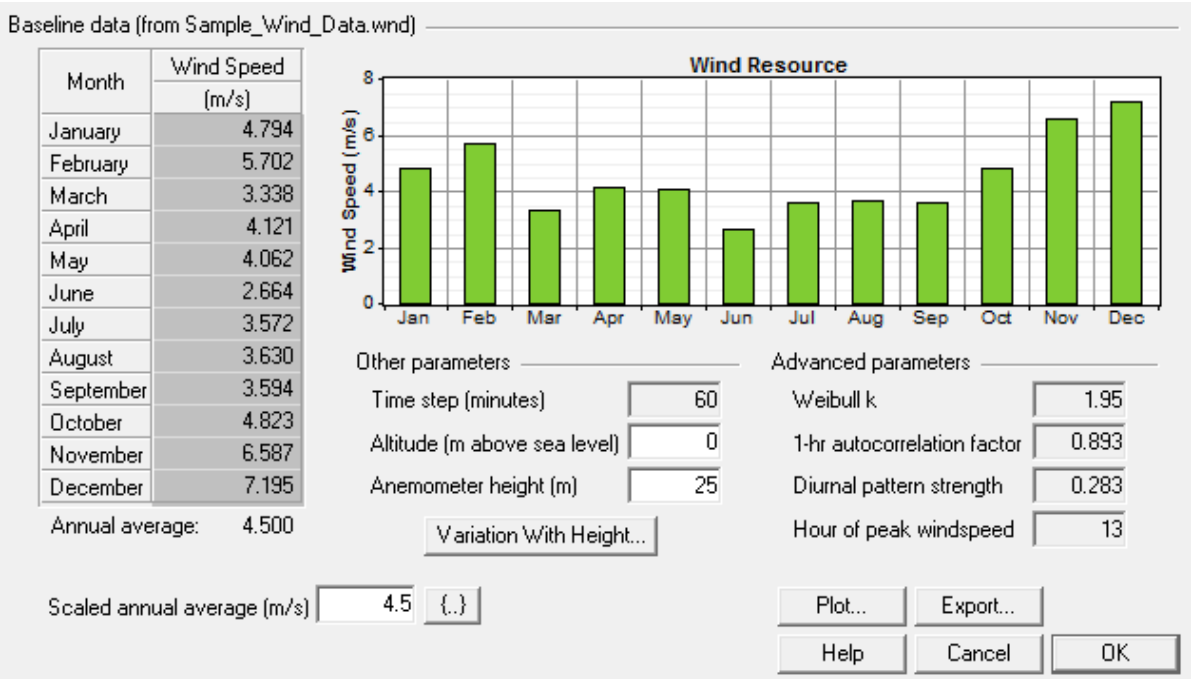
ในหัวข้อนี้ จะได้อธิบายถึงวิธีการกำหนดข้อมูลของแหล่งพลังงานสำหรับลมและเชื้อเพลิง ซึ่งแหล่งพลังงานทั้งสองนี้จำเป็นสำหรับโปรแกรมที่จะเลียนแบบการทำงานของกังหันลมและเครื่องปั่นไฟดีเซล

1. คลิกที่ปุ่ม Wind resource เพื่อเปิดหน้าต่างข้อมูลแหล่งพลังงานลม (Wind Resource Inputs)
2. เลือกนำเข้าไฟล์ข้อมูลทุกๆชั่วโมง (hourly data file) โดยการคลิกที่ Import time series data file และคลิกที่ปุ่ม Import File เพื่อเลือกไฟล์ตัวอย่างข้อมูลลม Sample_Wind_Data.wnd



ข้อมูลเสริม: โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถสังเคราะห์ (synthesize) ความเร็วลมเป็นรายชั่วโมงตลอดทั้งปี จากข้อมูลความเร็วลมค่าเฉลี่ยทุกๆเดือนตลอด 12 เดือน

ข้อมูลพื้นฐาน (baseline data)ก็คือชุดข้อมูลความเร็วลมทั้งหมด 8,760 ค่า ที่จะได้ใช้อธิบายถึงแหล่งพลังงานลมตลอดระยะเวลา 1 ปี จงให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อค่าเฉลี่ยพื้นฐานประจำปี (baseline annual average value) และค่าเฉลี่ยรายปีที่ปรับเพิ่มลดได้ (scaled annual average) (อยู่ด้านล่างของตารางความเร็วลม),

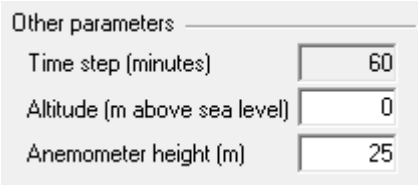


โปรแกรมโฮมเมอร์จะใช้ข้อมูลที่ปรับเพิ่มลด (scaled data) สำหรับการเลียนแบบการทำงานการวิเคราะห์การผันผวน (sensitivity analysis) ของแหล่งจ่ายพลังงานที่มีอยู่ เพื่อที่จะสร้างข้อมูลที่ปรับเพิ่มลด (scaled data) โปรแกรมโฮมเมอร์จะหาค่า scaling factor โดยการหารค่า scaled annual average ด้วยค่า baseline annual average แล้วคูณค่า baseline ด้วยค่า scaling factor โดยปกติ (default) โปรแกรมโฮมเมอร์จะกำหนดค่า scaled annual average เท่ากับค่า baseline annual average ซึ่งส่งผลให้ค่า scaling factor = 1 คุณสามารถเปลี่ยนค่า scaled annual average เพื่อสืบหาถึงผลกระทบต่อระบบที่ได้ออกแบบว่าถ้าหากความเร็วลมมีมากจะเป็นอย่างไร หรือความเร็วลมต่ำๆจะเกิดอะไรขึ้น

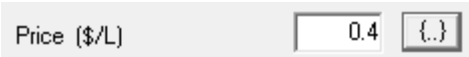
ข้อสังเกต: โปรแกรมโฮมเมอร์จะแปลค่าความเร็วลมเฉลี่ย (scaled annual average) ที่ลดลงมาเป็นค่าศูนย์ ว่าหมายถึงแหล่งพลังงานลมไม่มีอยู่

สำหรับแบบฝึกหัดนี้ ค่าเฉลี่ยรายปีที่ปรับใหม่ (scaled annual average) มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยรายปี (annual average), ดังนั้นโปรแกรมโฮมเมอร์จะใช้ค่าขอมูลพื้นฐาน (baseline data) สำหรับหรับการเลียนแบบการทำงาน (simulations) ในขั้นตอนที่ 10: การเพิ่มตัวแปรผันผวน (sensitivity variables) คุณจะได้เห็นวีการใช้ค่าเฉลี่ยรายปีที่ปรับใหม่ (scaled annual average) เพื่อช่วยสืบหาถึงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมจะมีผลกระทบอย่างไรต่อระบบที่ออกแบบอย่างเหมาะสม (optimal system design)

3. กำหนดให้ความสูงของมิเตอร์วัดลม (anemometer) เท่ากับ 25 เมตร (m) ซึ่งบอกว่าข้อมูลความเร็วลมถูกวัดที่ความสูงเหลือพื้นดิน 25 เมตร



4. คลิกปุ่ม OK เพื่อกลับสู่หน้าต่างหลัก (Main window)
5. คลิกที่ปุ่ม Diesel (ในหัวข้อ Resource) เพื่อเปิดหน้าต่างอินพุตดีเซล (Diesel Inputs window)
6. กำหนดราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 0.4 เหรียญต่อลิตร ($/L)



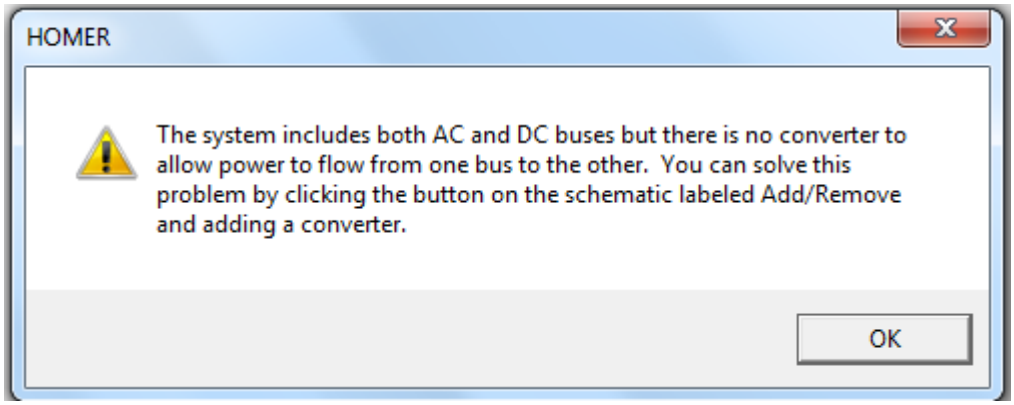
7. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับสู่หน้าต่างหลัก

ขั้นตอนที่ 7: ตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขข้อผิดพลาด

โปรแกรมโฮมเมอร์จะตรวจสอบค่าต่างๆที่คุณได้ป้อนเข้าไปในหน้าต่างข้อมูล (input window) ว่ามีความเหมาะสมทางเทคนิคหรือไม่ ถ้าหากโปรแกรมโฮมเมอร์แจ้งค่าต่างๆที่ไม่เหมาะสม มันจะแสดงแสดงเป็นข้อความเตือนความผิพลาด (warning and error messages) บนหน้าต่างหลัก (Main window)

สำหรับตัวอย่างนี้ โปรแกรมโฮมเมอร์แสดงข้อความแนะนำว่าควรจะมีคอนเวอร์เตอร์ (converter) ในระบบที่กำลังออกแบบ คอนเวอร์เตอร์ คือส่วนประกอบที่แปลงไฟเอซีเป็นดีซี (เรียกว่าเร็กติไฟเออร์ (rectifier); หรือจะแปลงจากดีซีเป็นเอซี (เรียกว่าอินเวอร์เตอร์) หรือแปลงได้ทั้งสองอย่างก็ได้อยู่ในตัวเดียวกัน

1. คลิกที่ปุ่ม Warning เพื่อดูรายละเอียดที่มากขึ้น

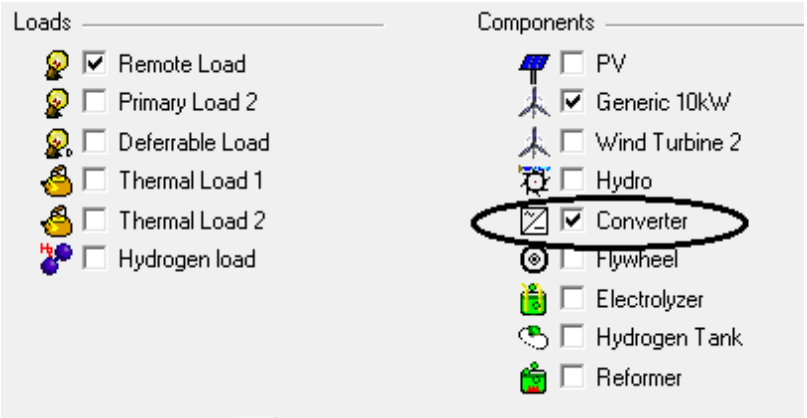


ข้อความเตือนบอกคุณว่าอาจจะมีปัญหาขึ้นเกี่ยวกับข้อมูลมากกว่าหนึ่งอินพุต ปัญหาเหล่านี้อาจจะไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของโปรแกรมโฮมเมอร์ แต่จะบอกให้เราทราบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบที่กำลังออกแบบอยู่

คุณสามารถเห็นแผนภาพวงจรที่ไม่มีลูกศรชี้ซึ่งอยู่ระหว่างบัส DC กับ Remote Load สิ่งนี้หมายถึงว่าไฟฟ้าจากกังหันลมดีซี (DC wind turbine) ไม่ได้จ่ายให้กับโหลดเอซี (AC load) ข้อความเตือนอันนี้แนะนำว่าการเพิ่มคอนเวอร์เตอร์เข้าไปในระบบที่กำลังออกแบบน่าที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ข้อมูลเสริม: แจ้งปัญหาว่าว่าจะขัดขวางโปรแกรมในการจำลองการทำงาน

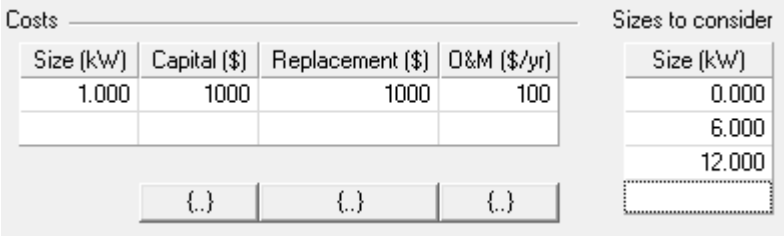
2. เพื่อที่จะเพิ่มคอนเวอร์เตอร์ลงในแผนภาพวงจร, คลิกที่ปุ่ม Add/Remove, เลือกคลิกที่บล็อก Converter, และคลิก OK



3. คลิกที่ปุ่ม Converter บนแผนภาพวงจรเพื่อเปิดป้อนข้อมูลคอนเวอร์เตอร์ (Converter Inputs)

4. ในตารางราคา ป้อนค่าดังต่อไปนี้: ขนาด (Size) = 1, เงินลงทุน (Capital) = 1000, เงินเปลี่ยนอะไหล่ (Replacement) = 1000, เงินบำรุงรักษาต่อปี (O&M) = 100

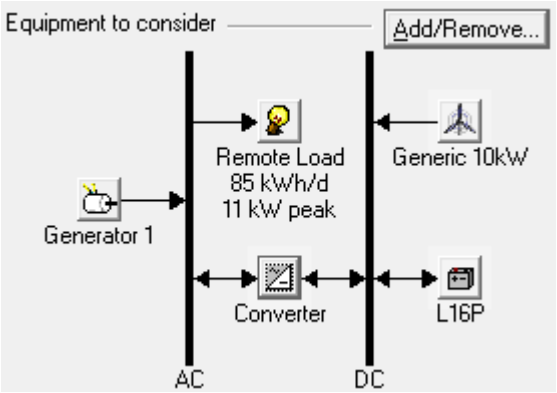
   สิ่งนี้บอกโปรแกรมโฮมเมอร์ว่าเงินลงทุนติดตั้งและเงินเปลี่ยนอะไหล่มีค่าเท่ากับ 1,000 เหรียญต่อกิโลวัตต์ และเงินอีก 100 เหรียญต่อปีต่อกิโลวัตต์จะถูกใช้เป็นค่าบำรุงรักษาตัวคอนเวอร์เตอร์



5. ในตารางเลือกขนาด (Sizes to consider) ให้ลบค่า 1.000 แล้วป้อนค่า 6 และ 12 เพิ่มเข้าไป

สิ่งนี้บอกให้โปรแกรมโฮมเมอร์ทำการเลียนแบบการทำงานระบบที่ไม่มีคอนเวอร์เตอร์ต่ออยู่ (0 kW), ระบบที่มีคอนเวอร์เตอร์ ขนาด 6 kW หรือไม่ก็ขนาด 12 kW ต่ออยู่ในระบบที่ออกแบบ เนื่องจากความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak load) ที่แสดงอยู่ในแผนภาพวงจร (schematic) มีค่าเท่ากับ 11.5 kW ดังนั้นเราสามารถเดาได้ว่าคอนเวอร์เตอร์ขนาด 12 kW น่าจะรับมือกับโหลดได้สำหรับตอนที่กังหันลมสามารถจ่ายไฟได้ การกำหนดคอนเวอร์เตอร์ขนาด 6 kW จะช่วยให้เราได้สืบหาว่าการเลือกขนาดที่เล็กลงเพื่อราคาที่ถูกกว่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าหรือไม่ (more cost-effective design option)

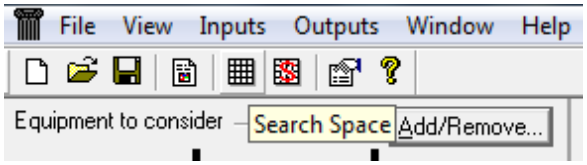
6. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนไปยังหน้าต่างหลัก



ถึงตอนนี้ โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถที่จะพิจารณาระบบที่ส่งไฟฟ้าจากกังหันลมดีซีไปยังโหลดเอซี

ข้อมูลเสริม: สังเกตได้ว่า คอนเวอร์เตอร์ทำงานได้ทั้งเป็นอินเวอร์เตอร์ (แปลงไฟดีซีเป็นเอซี) และเป็นเร็กติไฟเออร์ (แปลงไฟเอซีเป็นดีซี) สิ่งนี้จะไม่มีผลต่อผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ระบบ ซึ่งต้องการแค่อินเวอร์เตอร์เท่านั้น อย่างไรก็ตาม คุณสามารถลบส่วนประกอบที่เป็นเร็กติไฟเออร์ออกได้โดยเปิดหน้าต่างข้อมูลของคอนเวอร์เตอร์ (Converter Inputs) แล้วกำหนดค่า Capacity relative to inverter = 0

7. ในแถบเครื่องมือของหน้าต่างหลัก (Main window toolbar) คลิกที่ปุ่ม Search Space เพื่อทบทวนตัวแปรเหมาะ (optimization variables)



ตารางสรุปการค้นหา (Search Space summary table) จะแสดงตัวแปรเหมาะสม (optimization variables) ทั้งหมดที่คุณได้ป้อนเข้าไปในหน้าต่างอินพุตสำหรับทุกส่วนประกอบ (คือขนาดที่ต้องสืบหานั่นเอง) คุณสามารถที่จะลบหรือเพิ่มเติมขนาด (sizes to consider) ลงในตารางได้อีก หรือโดยการเปิดหน้าต่างอินพุตของแต่ละส่วนประกอบแล้วแก้ไขขนาดที่ต้องการพิจารณาในที่นั้นได้

	G10 (Quantity)	Gen 1 (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0	15.00	8	0.00
2	1			6.00
3				12.00

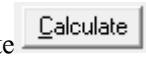
ในตารางสำหรับตัวอย่างนี้ ส่วนหัว G10 แทนถึงกังหันลมดีซี 10 kW, Gen 1 แทนถึงเครื่องปั่นไฟดีเซล, L16P แทนถึงแบตเตอรี่รุ่น Trojan L16P ขนาด 360 Ah 6 V

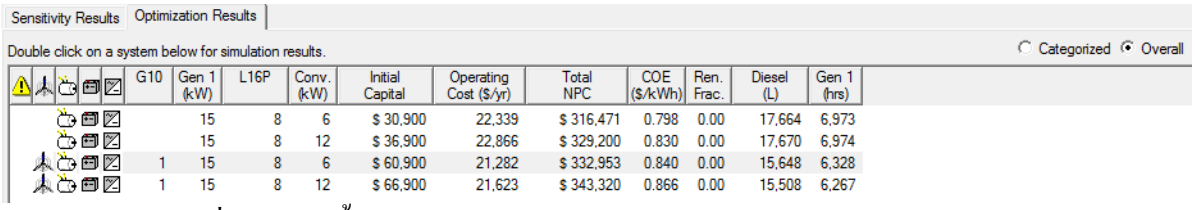
ข้อสังเกต: โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานของระบบที่ได้ออกแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดตามตารางการค้นหา สำหรับตัวอย่างนี้ โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานระบบทั้งหมด 6 ระบบ คือ G10 มี 2 กรณี ได้แก่ 0 ตัว และ 1 ตัว, Gen 1 มี 1 กรณีคือขนาด 15 kW, L16P มี 1 กรณี คือแบตเตอรี่จำนวน 8 ลูก, และ Converter มี 3 กรณี ได้แก่ ขนาด 0 kW, 6 kW, และ 12 kW (ค่า 0 kW หมายถึงไม่ได้ติดตั้งคอนเวอร์เตอร์) รวมการจัดหมูผสมกัน (combination) ได้ = 2×1×1×3 = 6

8. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับหน้าต่างหลัก
9. ในแถบเครื่องมือหน้าต่างหลัก คลิกที่ปุ่ม Save แล้วตั้งชื่อว่า Wind_Diesel.hmr

ขั้นตอนที่ 8: สืบหาผลการออกแบบที่เหมาะสมที่สุด

โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการเลียนแบบการทำงานของระบบทั้งหมดตามการผสมกันของส่วนประกอบต่างๆ (combinations of components) ที่คุณได้กำหนดไว้ในข้อมูลของส่วนประกอบ (component inputs) โปรแกรมโฮมเมอร์จะละทิ้งทุกระบบที่ปฏิบัติไม่ได้ ซึ่งระบบเหล่านั้นไม่สามารถรับมือกับโหลดได้อย่างเพียงพอ ทั้งอาจเกิดจากแหล่งจ่ายพลังงานที่มีอยู่ไม่เพียงพอ หรืออาจเป็นไม่ผ่านข้อจำกัด (constraints) ที่คุณกำหนดไว้

1. คลิกที่ปุ่ม Calculate  เพื่อเริ่มเลียนแบบการทำงาน ขณะที่โปรแกรมโฮมเมอร์กำลังทำงานจะมีแถบแสดงความก้าวหน้า (progress indicator) ปรากฏขึ้นเพื่อบอกถึงเวลาที่เหลือก่อนที่โปรแกรมโฮมเมอร์จะทำการเลียนแบบการทำงานเสร็จ (สำหรับตัวอย่างนี้ อาจจะมองไม่เห็น เพราะใช้เวลาคำนวณเสร็จเร็วมาก)
2. เมื่อโปรแกรมโฮมเมอร์ทำการเลียนแบบการทำงานเสร็จ, คลิกไปที่แถบ Optimization Results แล้วก็คลิกไปที่ Overall เพื่อดูตารางระบบที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งหมด



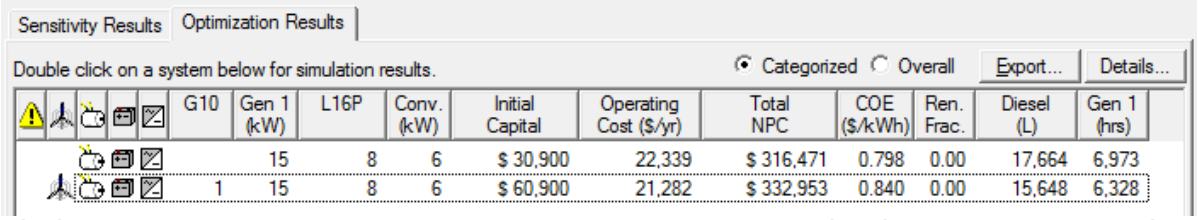
Sensitivity Results | Optimization Results

Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall

G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
	15	8	6	$ 30,900	22,339	$ 316,471	0.798	0.00	17,664	6,973
	15	8	12	$ 36,900	22,866	$ 329,200	0.830	0.00	17,670	6,974
1	15	8	6	$ 60,900	21,282	$ 332,953	0.840	0.00	15,648	6,328
1	15	8	12	$ 66,900	21,623	$ 343,320	0.866	0.00	15,508	6,267

ในตารางผลระบบที่ปฏิบัติได้ทั้งหมด (Overall Optimization Results) โปรแกรมโฮมเมอร์ได้แสดงโครงสร้างระบบ 4 ระบบที่ปฏิบัติได้ มันได้แสดงเรียงตามลำดับ (จากข้างบนลงล่าง) ราคาเหมาะสมมากที่สุด (most cost-effective) ไปยังราคาที่เหมาะสมน้อยที่สุด (least cost-effective) ราคาที่เหมาะสมจะคิดตามค่าเงินสุทธิ (net present cost) ซึ่งแสดงในตารางใต้หัวข้อ Total NPC สำหรับในตัวอย่างนี้ โครงสร้างของระบบที่ประกอบด้วย เครื่องปั่นไฟดีเซล (Gen 1), แบตเตอรี่ (L16P), และคอนเวอร์เตอร์ขนาด 6 kW ได้รับชัยชนะเหนือกว่าโครงสร้างแบบอื่นๆ

3. เพื่อที่จะดูประเภทของระบบที่ได้ออกแบบ คลิกที่แถบ Optimization Results แล้วคลิกที่ Categorized โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงแต่ละโครงสร้างระบบที่ราคาถูกสุด (most cost effective) เท่านั้น

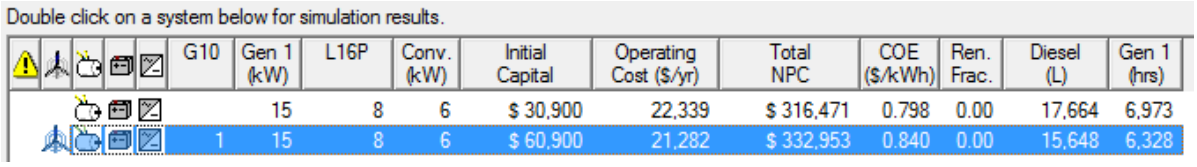


Sensitivity Results | Optimization Results

Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall Export... Details...

G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
	15	8	6	$ 30,900	22,339	$ 316,471	0.798	0.00	17,664	6,973
1	15	8	6	$ 60,900	21,282	$ 332,953	0.840	0.00	15,648	6,328

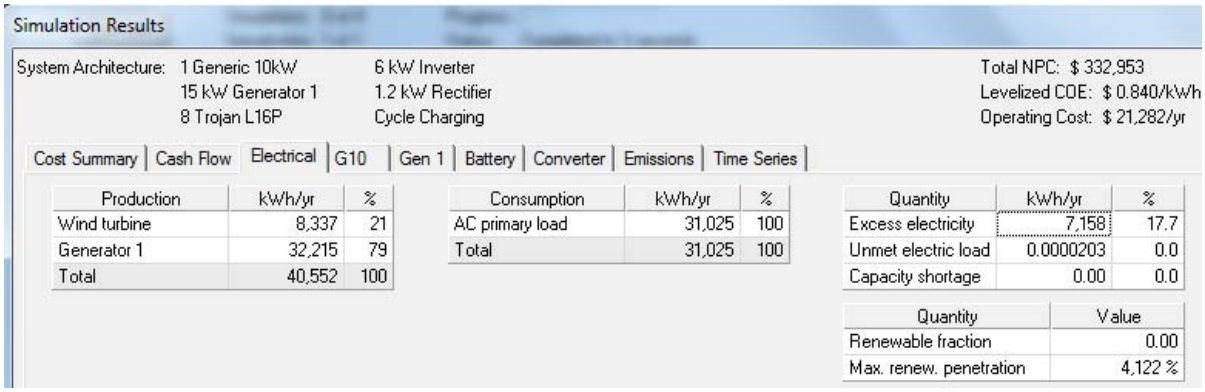
4. เพื่อที่จะดูรายละเอียดสำหรับระบบ wind/diesel gen./battery/converter ที่ถูกที่สุด ให้ดับเบิลคลิกไปที่แถวที่สองในตาราง (Optimization Results)



Double click on a system below for simulation results.

G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
	15	8	6	$ 30,900	22,339	$ 316,471	0.798	0.00	17,664	6,973
1	15	8	6	$ 60,900	21,282	$ 332,953	0.840	0.00	15,648	6,328

ในหน้าต่างผลการเลียนแบบการทำงาน (Simulation Results) คุณสามารถดูรายละเอียดเกี่ยวกับทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ของส่วนประกอบต่างๆได้อย่างมากมาย ที่โปรแกรมได้เลียนแบบการทำงาน สำหรับในตัวอย่างนี้ คลิกไปที่แถบ Electrical แล้วสังเกตในช่อง Excess electricity จะพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มากเกินไปถึง 17.7% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด หรือหมายถึงพลังงานที่ระบบไม่ได้ใช้ซึ่งจะสูญเสียเปล่าถ้าหากว่าเราเพิ่มแบตเตอรี่ในระบบมากขึ้นจะทำให้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินไปได้ถูกนำมาใช้ได้

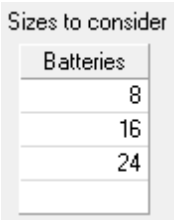


5. คลิกปุ่ม Close เพื่อย้อนกลับไปที่หน้าต่างหลัก
6. ในเมนูไฟล์ (File menu) เลือก Save as เพื่อ save ไฟล์ชื่อ Excess_Energy.hmr

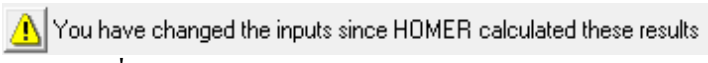
ขั้นตอนที่ 9: ขัดเกลาระบบที่ได้ออกแบบ

หัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการใช้ผลจากการหาระบบที่เหมาะสม (optimization) เพื่อปรับปรุงระบบที่ได้ออกแบบให้ดียิ่งขึ้น สำหรับในตัวอย่างนี้ เราจะเห็นว่าถ้าหากเราเพิ่มจำนวนของแบตเตอรี่เข้าไปในระบบอีกจะช่วยให้ระบบลดปริมาณพลังงานที่ผลิตได้มากเกิน

1. คลิกที่แบตเตอรี่ L16P บนแผนภาพวงจร เพื่อเปิดอินพุตของแบตเตอรี่ (Battery Inputs)
2. ในขนาดที่จะสืบหา (Sizes to consider) ให้เพิ่มค่า 16 และ 24 โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานของระบบด้วยแบตเตอรี่จำนวน 8, 16 และ 24 ลูก

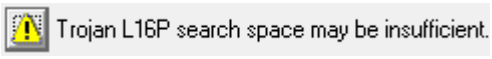


3. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับไปที่หน้าต่างหลัก จะสังเกตได้ว่าโปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงข้อความเตือนด้านล่างจอ เพื่อแจ้งให้คุณทราบว่าข้อมูลในตารางผลลัพธ์ยังไม่สะท้อนถึงการเปลี่ยนอินพุตที่คุณพึ่งจะทำเสร็จ



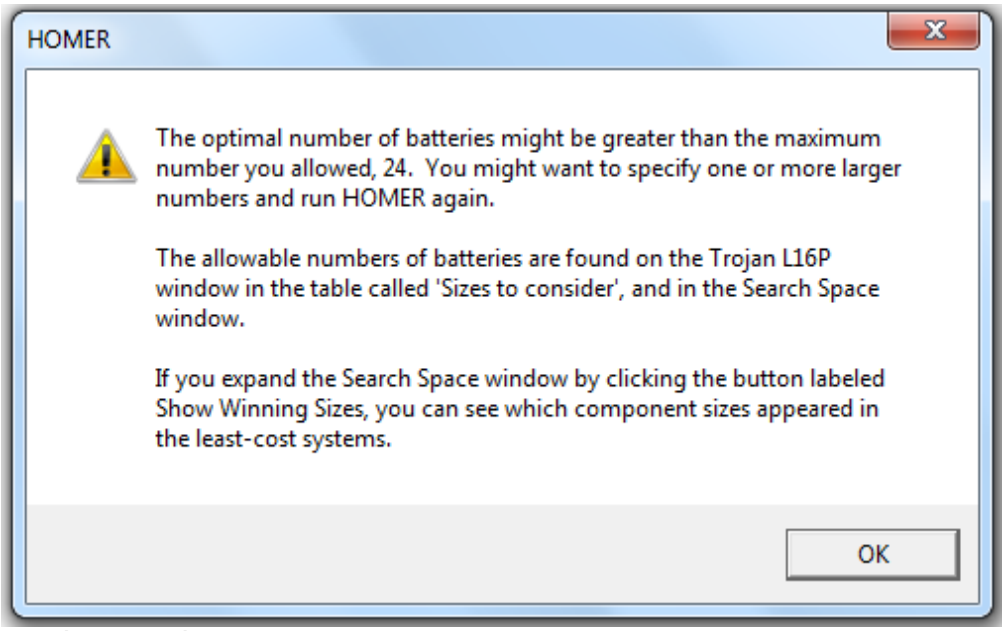
(คุณได้เปลี่ยนข้อมูลอินพุต หลังจากโปรแกรมได้คำนวณผลลัพธ์เหล่านี้แล้ว)

4. คลิกที่ปุ่ม Calculate เพื่อเริ่มกระบวนการหาระบบที่เหมาะสม (optimization process) เมื่อเสร็จสิ้นการเลียนแบบการทำงาน โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงผลลัพธ์อันใหม่ลงในตาราง และยังได้แสดงข้อความเตือนที่ด้านล่างของจอ



5. คลิก Battery Search Space อาจจะเป็นปุ่มเตือน

โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงข้อความ เพื่อแนะนำคุณให้เพิ่มจำนวนของแบตเตอรี่ในตารางขนาดที่จะสืบหา (Sizes to consider) เนื่องจากเราไม่แน่ใจว่าจะเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่มากเท่าใด ดังนั้นเราจึงเพิ่มเป็นช่วงจำนวนของแบตเตอรี่ใหม่



6. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับหน้าต่างหลัก
7. ในแถบเครื่องมือของหน้าต่างหลัก คลิกไปที่ปุ่ม Search Space เพื่อเปิดดูตารางสรุปการค้นหา (Search Space Summary table)
8. เพิ่มค่า 32, 40, 48, และ 56 ลงในช่องจำนวนของแบตเตอรี่

	G10 (Quantity)	Gen 1 (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0	15.00	8	0.00
2	1		16	6.00
3			24	12.00
4			32	
5			40	
6			48	
7			56	
8				

ข้อมูลเสริม: คุณสามารถเพิ่มค่าเหล่านี้ได้ลงในตารางขนาดที่จะสืบหา อยู่ในหน้าต่างข้อมูลของแบตเตอรี่ (Battery Inputs windows)

9. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับสู่หน้าต่างหลัก
10. คลิกที่ปุ่ม Calculate Calculate เพื่อเริ่มการเลียนแบบการทำงาน (simulation)

เมื่อกระบวนการเลียนแบบการทำงานจบลง โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงผลลัพธ์อันใหม่สำหรับระบบที่มีจำนวนแบตเตอรี่ที่คุณพึ่งจะป้อนเพิ่มเข้าไปในตารางหาระบบที่เหมาะสม (optimization table) ณ เวลานี้ โปรแกรมโฮมเมอร์ไม่ได้แสดงข้อความเตือนอีกแล้ว

คุณสามารถเห็นได้ในตารางผลลัพธ์แบบจัดกลุ่มระบบที่เหมาะสมที่สุด (Categorized Optimization Results table) ว่าจำนวนแบตเตอรี่ที่อยู่ในคอลัมน์ของแบตเตอรี่ (L16P) ที่มีจำนวนเท่ากับ 32 ลูก จะเป็นโครงสร้างระบบที่ราคาเหมาะสมที่สุด (most cost-effective system configurations)

11. ในตารางผลลัพธ์แบบจัดกลุ่มระบบที่เหมาะสมที่สุด (Categorized Optimization Results table) ดับเบิลคลิกที่ระบบกังหันลม/เครื่องปั่นไฟดีเซล/แบตเตอรี่ (อยู่แถวที่สอง) เพื่อเปิดดูหน้าต่างผลการเลียนแบบการทำงาน (Simulation Results window)

Sensitivity Results | Optimization Results

Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall

	G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
		15	24	12	$ 41,700	20,411	$ 302,618	0.763	0.00	15,445	5,303
	1	15	24	12	$ 71,700	18,846	$ 312,611	0.788	0.06	12,753	4,551

จะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเกินได้ลดลงอย่างมากจาก 17.7% เป็น 4.3%

Cost Summary | Cash Flow | Electrical | G10 | Gen 1 | Battery | Converter | Emissions | Time Series

Production	kWh/yr	%
Wind turbine	8,337	22
Generator 1	29,168	78
Total	37,504	100

Consumption	kWh/yr	%
AC primary load	31,025	100
Total	31,025	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess electricity	1,613	4.30
Unmet electric load	0.0000464	0.00
Capacity shortage	0.00	0.00

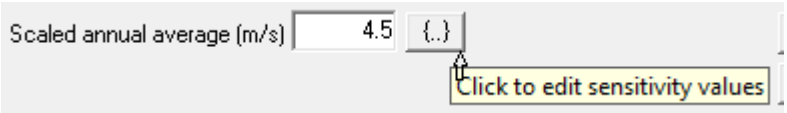
12. ในเมนู File เลือก Save as เพื่อบันทึกไฟล์เป็นชื่อ Reduced_Excess.hmr

โปรแกรมโฮมเมอร์ได้ช่วยเราได้ขัดเกลาระบบที่ได้ออกแบบโดยการเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่เพื่อใช้เก็บพลังงานที่ผลิตได้เกิน แต่อย่างไรก็ตาม ระบบที่ไม่มีกังหันลมยังคงมีราคาที่ถูกกว่าระบบที่มีกังหันลม ดังนั้นภายใต้เงื่อนไขอะไรที่จะทำให้ระบบที่มีกังหันลมเหมาะสมที่จะนำมาใช้ เพื่อให้เข้าใจในคำถามนี้ เราจะใช้โปรแกรมโฮมเมอร์เพื่อทำการวิเคราะห์การผันผวน (sensitivity analysis)

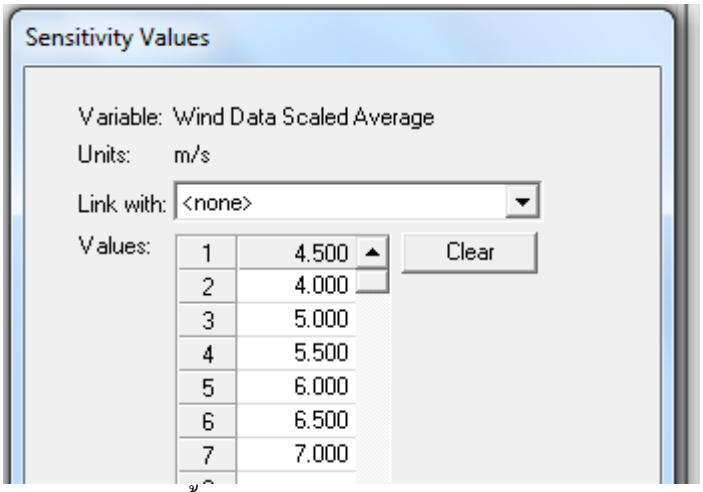
ขั้นตอนที่ 10: การเพิ่มตัวแปรการผันผวน (sensitivity variables)

ในขั้นตอนที่ 5 คุณได้เรียนรู้ว่าโปรแกรมโฮมเมอร์ใช้ข้อมูลแหล่งจ่ายพลังงานที่ปรับใหม่ (scaled resource data) เพื่อการเลียนแบบการทำงาน สำหรับหัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการป้อนค่าผันผวน ที่เป็นค่าความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีและค่าราคาน้ำมันดีเซลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การผันผวนของค่าเหล่านี้ การวิเคราะห์การผันผวน (sensitivity analysis) จะช่วยให้คุณได้ค้นหาว่าการเปลี่ยนแปลงในความเร็วลมเฉลี่ยต่อปี และการเปลี่ยนแปลงในราคาน้ำมันดีเซล จะมีผลกระทบอย่างไรกับระบบที่ได้ออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุด พูดอีกอย่างหนึ่งก็คือว่า การวิเคราะห์จะแสดงให้คุณเห็นช่วงของความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีและราคาน้ำมันดีเซลที่สมควรจะติดตั้งกังหันลมเข้าไปในระบบที่กำลังออกแบบ

1. คลิกที่ปุ่ม Wind resource เพื่อเปิดหน้าต่างอินพุตของแหล่งพลังงานลม (Wind Resource Inputs)
2. คลิกที่ปุ่ม Scaled annual average {..} เพื่อเปิดหน้าต่างอินพุตผันผวน (Sensitivity Inputs)



3. เพิ่มค่า 4, 5, 5.5, 6, 6.5, และ7 ลงในตารางผันผวนของความเร็วลมเฉลี่ย (Average Wind Speed sensitivities table) สังเกตได้ว่า ค่าฐาน 4.5 (base value) ได้มีอยู่แล้วในแถวแรก

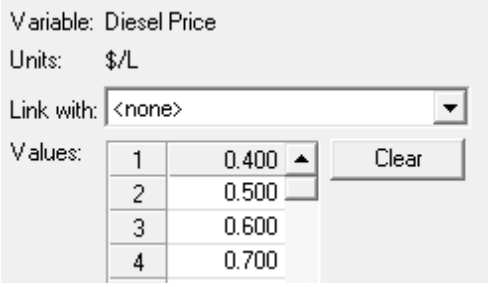


ค่าผันผวนเหล่านี้จะบอกให้โปรแกรมทำการเลียนแบบการทำงานในทุกโครงสร้างระบบโดยใช้ค่าทั้งเจ็ดนี้

4. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับไปหน้าต่างอินพุตแหล่งจ่ายพลังงานลม (Wind Resource Inputs) สังเกตได้ว่าจำนวนตัวแปรผันผวน (sensitivity variables) มี 7 ตัว ปรากฏขึ้นระหว่างวงเล็บบนปุ่มผันผวน (Sensitivity button)

5. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับสู่หน้าต่างหลัก
6. คลิกที่ปุ่ม Diesel (อยู่ในส่วน Resource) เพื่อเปิดหน้าต่างอินพุตดีเซล (Diesel Inputs window)
7. คลิกที่ปุ่มราคาผันผวน (Price Sensitivities) {..} เพื่อเปิดหน้าต่างอินพุตผันผวน (Sensitivity Inputs)

8. เพิ่มค่า 0.5, 0.6, และ 0.7 ลงในตารางผันผวนของราคาน้ำมันดีเซล (Diesel Price Sensitivities table)



โปรแกรมโฮมเมอร์จะเลียนแบบการทำงานของทุกระบบตามราคาผันผวนของน้ำมันดีเซลที่อยู่ในตาราง

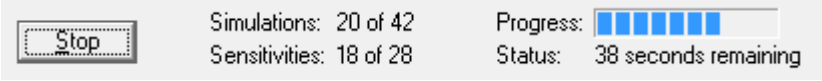
9. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับสู่หน้าต่างอินพุตดีเซล (Diesel Inputs) และจากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับสู่หน้าต่างหลัก

ขั้นตอนที่ 11: การพิจารณาผลการวิเคราะห์ความผันผวน (sensitivity analysis)

โปรแกรมโฮมเมอร์จะแสดงผลในรูปของกราฟและตาราง ในส่วนนี้จะได้อธิบายถึงวิธีการดูและการแปลผลเพื่อหาว่าภายใต้เงื่อนไขอะไรที่ระบบประกอบด้วยกังหันลมและเครื่องปั่นไฟ (wind/diesel system) จะมีราคาถูกกว่าระบบที่มีเพียงเครื่องปั่นไฟอย่างเดียว (diesel-only system)

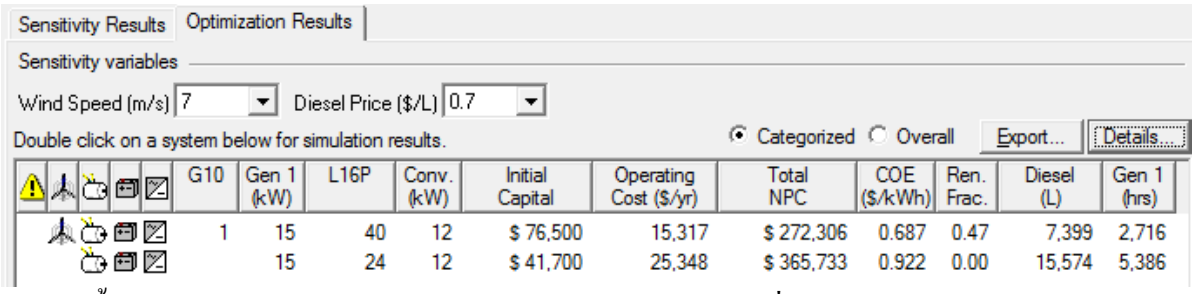
1. คลิกที่ปุ่ม Calculate

เพื่อเริ่มเลียนแบบการทำงาน จะสังเกตได้ว่าแถบความก้าวหน้า (progress bar) จะแสดงเวลาที่ยังเหลือโดยประมาณในการกระบวนการจำลองและหาค่าที่เหมาะสม (simulation and optimization process)



ข้อมูลเสริม: คุณสามารถหยุดการทำงานของโปรแกรมได้ ณ เวลาใดก็ตามในช่วงที่โปรแกรมกำลังทำงาน โดยการคลิกที่ปุ่ม Stop

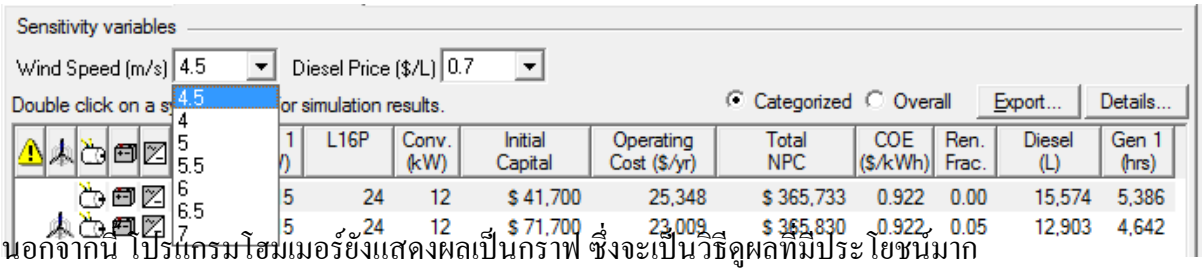
2. คลิกที่แถบผลการหาระบบที่เหมาะสม (Optimization Results) แล้วคลิก Categorized เพื่อแสดงตารางแบบแยกกลุ่มของระบบ (sorted system design)



G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
1	15	40	12	$ 76,500	15,317	$ 272,306	0.687	0.47	7,399	2,716
	15	24	12	$ 41,700	25,348	$ 365,733	0.922	0.00	15,574	5,386

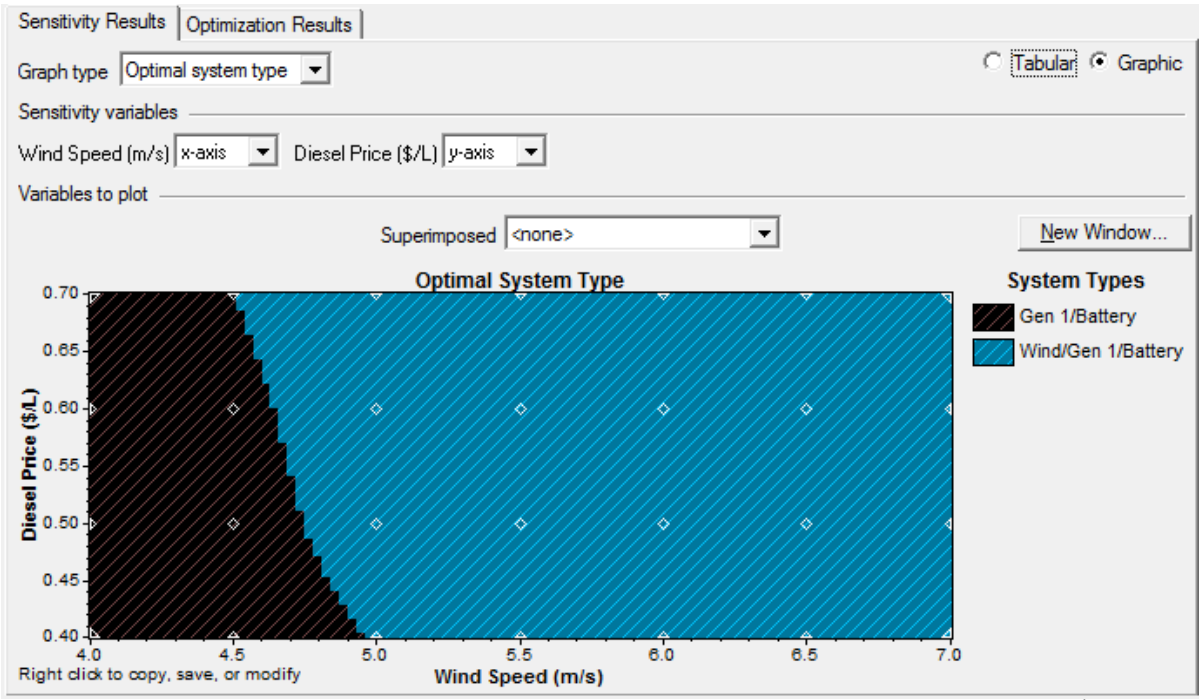
ถึงตอนนี้ โปรแกรมได้แสดงตัวแปรผันผวน (Sensitivity variables) ที่เป็นความเร็วลมและราคาดีเซลไว้ในช่องเหนือตาราง คุณสามารถเห็นได้ว่าถ้าความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีเป็น 7 m/s และราคาน้ำมันดีเซลเป็น 0.7 เหรียญต่อลิตร ดังนั้นโครงสร้างระบบที่ประกอบด้วยกังหันลม+เครื่องปั่นไฟ+แบตเตอรี่ (wind/diesel/battery) จะเป็นโครงสร้างระบบที่เหมาะสมที่สุด คือมันจะมีราคาถูกกว่าระบบที่ไม่มีกังหันลม

คุณสามารถที่จะค้นหาได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีและราคาน้ำมันดีเซลจะมีผลกระทบอย่างไรต่อระบบที่เหมาะสมที่สุด (optimal system) โดยการเลือกความเร็วลมและราคาเชื้อเพลิงที่อื่นๆ เช่น ถ้าราคาน้ำมันเป็น 0.7 $/L และความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีเป็น 4.5 m/s หรือต่ำกว่านี้ ระบบที่มีกังหันลมจะยังคงเหมาะสมที่สุดอีกหรือไม่



นอกจากนี้ โปรแกรมโฮมเมอร์ยังแสดงผลเป็นกราฟ ซึ่งจะเป็นวิธีดูผลที่มีประโยชน์มาก

3. คลิกที่แถบ Sensitivity Results ทำการตรวจสอบหรือทำการแก้ดังนี้
   a. ในส่วนเมนู Wind Speed เลือก x-axis, ในส่วนเมนู Diesel Price เลือก y-axis,
   b. ในส่วนเมนู Graph type ให้เลือก Optimal system type, ด้านล่าง Variable to plot เมนู Superimposed ให้เลือก <none>



บนกราฟชนิด Optimal System Type (OST) คุณสามารถดูผลสำหรับความเร็วลมและราคาเชื้อเพลิงได้อย่างพร้อมกัน กราฟนี้แสดงถึงว่าระบบที่จะเหมาะสมที่สุด จะขึ้นอยู่ทั้งราคาเชื้อเพลิงและความเร็วลมเฉลี่ยต่อปี

โฮมเมอร์แสดงผลของการจำลองและการหาระบบที่จะเหมาะสมในรูปแบบของตารางและกราฟอย่างมากมาย คุณจงใช้เวลาในการดูกราฟต่างๆเพื่อให้คุณได้คุ้นเคยกับตารางและกราฟเหล่านั้น

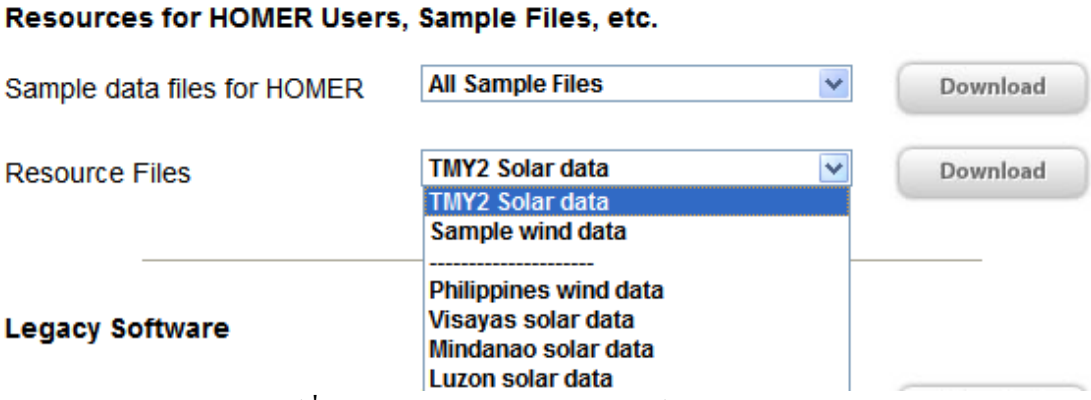
4. ในเมนูไฟล์ (File menu), เลือก Save as เป็นชื่อ Wind_Diesel_Sens.hmr

หัวข้อพิเศษ: การเพิ่มแผงโซล่าเซลล์ (photovoltaics)

โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถเลียนแบบการทำงานของ photovoltaics (PV), fuel cells, biomass, และแหล่งจ่ายพลังงานอื่นๆ ได้ทั้งเป็นแบบไม่เชื่อมต่อและเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า (grid connection) ในหัวข้อพิเศษนี้ เราจะเพิ่ม PV เข้าไปในตัวอย่างระบบ Wind-Diesel, โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถประมาณค่าเอาต์พุตของ PV ตามสภาพพื้นที่ติดตั้ง ซึ่งคล้ายกับที่มันได้ประมาณค่าเอาต์พุตของกังหันลมตามเส้นกราฟกำลัง (power curve) และตามสภาพพื้นที่ติดตั้ง (local conditions) ขั้นตอนแรกเป็นการดาวน์โหลดตัวอย่างข้อมูลแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในโปรแกรม

1. เข้าไปที่เว็ปไซด์ www.homerenergy.com คลิกที่ปุ่ม Download ที่อยู่หน้าโฮมเพจ

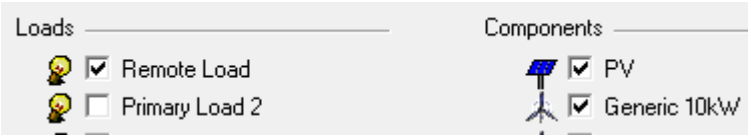
2. ถ้าหากคุณยังไม่ได้ลงทะเบียน ดังนั้นทำได้โดยกรอก email address และ password เมื่อคุณได้ล็อกอินเข้าไปแล้ว ให้ดาวน์โหลดไฟล์ชื่อ TMY2 Solar data สังเกตว่ามีตัวอย่างข้อมูลอื่นๆอีกมากมายและตัวอย่างไฟล์ให้ลองนำไปใช้ฝึกทำความเข้าใจ



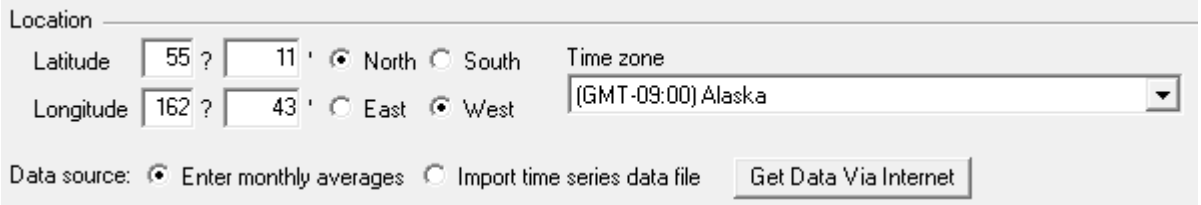
3. ทำการ unzip อย่างน้อยไฟล์ชื่อ “AK Cold Bay.sol” จากไฟล์ TMY2_Solar_Data.zip

ถึงตอนนี้ เราจะใช้ข้อมูลแสงอาทิตย์ของ Cold Bay ในตัวอย่างระบบ Wind-Diesel-PV

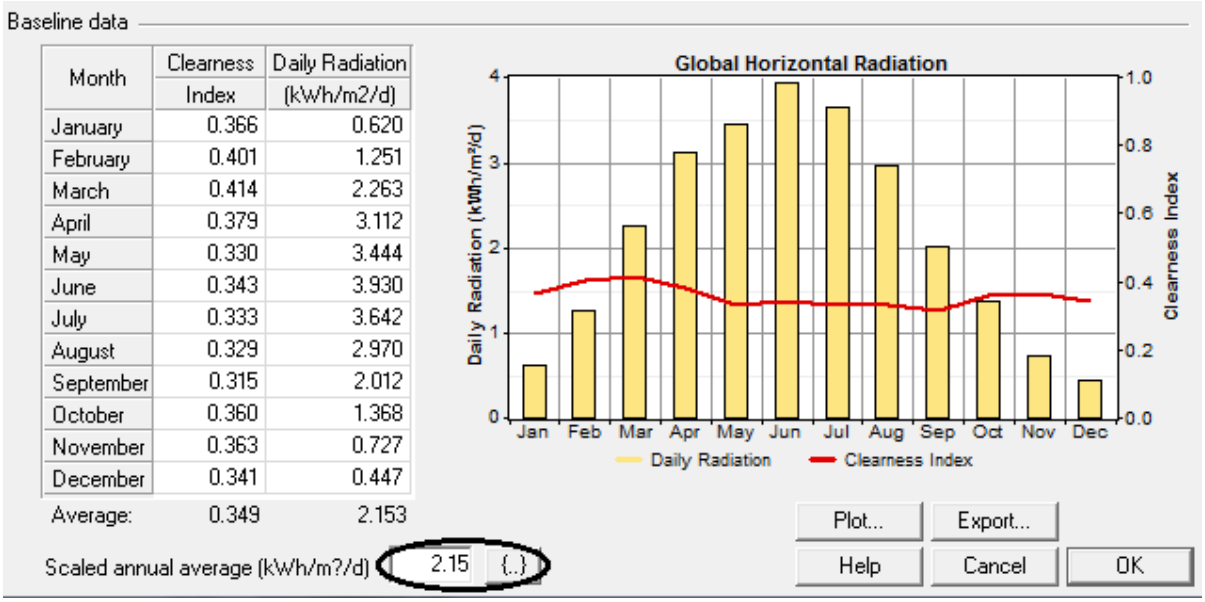
1. เปิดไฟล์ Wind_Diesel.hmr จากการเซฟในขั้นตอนที่ 8, จากนั้น Save as เป็นชื่อ “Wind_Diesel_PV.hmr
2. คลิกที่ปุ่ม Add/Remove เพื่อเพิ่มส่วนประกอบ PV เข้าไปในแผนภาพวงจร (schematic)



3. สังเกตปุ่มใหม่ Solar Resource และ PV จะปรากฏขึ้นบนแผนภาพวงจร
4. เริ่มแรก คลิกที่ปุ่ม Solar Resource และป้อนข้อมูลดังต่อไปนี้: Alaska Time Zone, 55° 11′ North, 162° 43′ West นำเข้าไฟล์ time series ชื่อ “AK Cold Bay.sol”

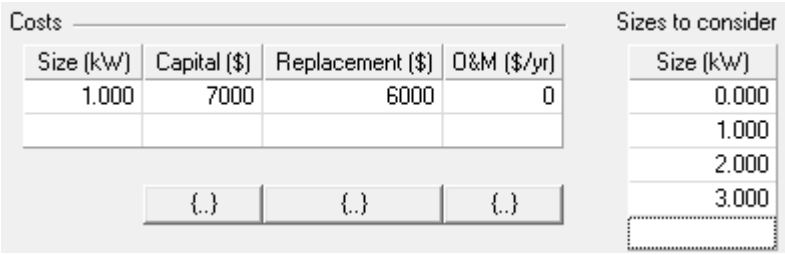


5. ค่าการแผ่รังสีแสงแดดเฉลี่ยต่อปี (scaled annual average radiation) เป็น 2.15 kWh/m^2/day สังเกตได้ว่าการแผ่รังสีแสงแดดต่อวัน (daily radiation) ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนฤดูร้อน แต่ว่าค่าความสว่าง (clearness index) ในฤดูหนาวจะสูงกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟแหล่งพลังงานลมในหน้า 13 จะเห็นว่าในช่วงเดือนฤดูหนาวพลังงานลมจะมีมากกว่าฤดูร้อน

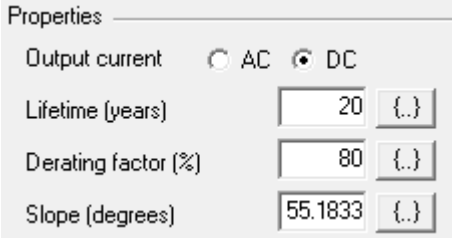


Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m2/d)
January	0.366	0.620
February	0.401	1.251
March	0.414	2.263
April	0.379	3.112
May	0.330	3.444
June	0.343	3.930
July	0.333	3.642
August	0.329	2.970
September	0.315	2.012
October	0.360	1.368
November	0.363	0.727
December	0.341	0.447
Average:	0.349	2.153

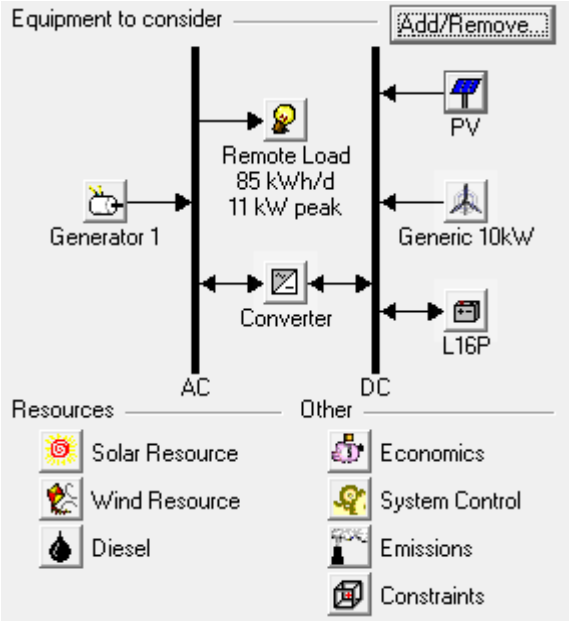
6. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับหน้าต่างหลัก และคลิกที่ปุ่ม PV
7. สำหรับข้อมูลราคา PV ให้ป้อนขนาด (Size) 1 kW, เงินลงทุน (Capital) $7000, เงินค่าเปลี่ยนอะไหล่ $6000, เงินบำรุงรักษา $0 สำหรับขนาดที่พิจารณา (Sizes to consider) ให้ป้อนค่า 0, 1, 2, และ 3

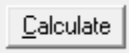


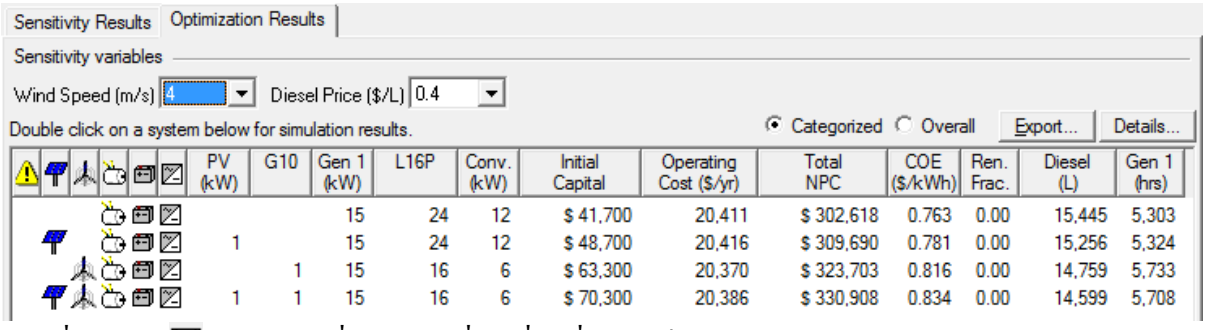
8. สังเกตได้ว่าโปรแกรมโฮมเมอร์ได้ป้อนค่าในช่อง Slop (degree) ตามข้อมูลที่ได้จากแหล่งพลังงานแสง (solar resource data) สิ่งนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่ต้องป้อนข้อมูลแหล่งพลังงานแสงก่อนข้อมูลของ PV



9. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับหน้าต่างหลัก ตอนนี้แผนภาพวงจรแสดง PV และแหล่งพลังงานแสง โดยมีข้อความเตือนแค่ให้คำนวณหาผลใหม่อีกครั้ง



10. คลิกที่ปุ่ม Calculate  สังเกตได้ว่า PV จะเหมาะกว่า Wind เมื่อความเร็วลมเฉลี่ยต่อปีเป็น 4 m/s และราคาน้ำมันเป็น $0.40/L เพราะว่า PV มีขนาดต่ำสุด 1 kW แต่ Wind มีขนาดต่ำสุด 10 kW



PV (kW)	G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
		15	24	12	$ 41,700	20,411	$ 302,618	0.763	0.00	15,445	5,303
1		15	24	12	$ 48,700	20,416	$ 309,690	0.781	0.00	15,256	5,324
	1	15	16	6	$ 63,300	20,370	$ 323,703	0.816	0.00	14,759	5,733
1	1	15	16	6	$ 70,300	20,386	$ 330,908	0.834	0.00	14,599	5,708

11. คลิกที่ปุ่ม Save และเข้าไปที่ Save as เพื่อเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น Wind_Diesel_PV_Sens.hmr

12. สำหรับแหล่งพลังงานลม Wind resource ค่าที่ใช้วิเคราะห์การผันผวนใช้ค่าเดิมที่เคยป้อนไปแล้วในขั้นตอนที่ 10 คือค่า 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, และ 7 m/s
13. สำหรับน้ำมันดีเซล Diesel ค่าที่ใช้วิเคราะห์การผันผวนใช้ค่าเดิมที่เคยป้อนไปแล้วในขั้นตอนที่ 10 คือค่า 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 $/L
14. สำหรับแหล่งพลังงานแสง Solar resource ค่าที่ใช้วิเคราะห์การผันผวนมี 4 ค่า คือ 1, 2.15, 3, และ 4 kWh/m^2/d

Variable: Solar Data Scaled Average
Units: kWh/m²/d
Link with: <none>
Values:

1	2.150
2	1.000
3	3.000
4	4.000
5	

Clear

15. คลิกที่ปุ่ม Search Space เพิ่มการพิจารณาขนาดของแบตเตอรี่เป็น: 16, 24, 32, 40, 48, และ 56

	PV Array (kW)	G10 (Quantity)	Gen 1 (kW)	L16P (Quantity)	Converter (kW)
1	0.000	0	15.00	8	0.00
2	1.000	1		16	6.00
3	2.000			24	12.00
4	3.000			32	
5				40	
6				48	
7				56	

16. คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อย้อนกลับหน้าต่างหลัก
17. คลิกที่ปุ่ม Calculate การทำงานในตอนนี้จะใช้เวลาหลายนาทีถึงจะเสร็จ
18. สังเกตได้ว่าเมื่อราคาดีเซลเพิ่มขึ้น กังหันลม (10 kW) จะเหมาะกว่า PV ซึ่งมีขนาดสูงสุดแค่ 3 kW

Sensitivity Results | Optimization Results
Sensitivity variables
Global Solar (kWh/m²/d) 4 Wind Speed (m/s) 7 Diesel Price ($/L) 0.7
Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall Export... Details...

PV (kW)	G10	Gen 1 (kW)	L16P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost ($/yr)	Total NPC	COE ($/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen 1 (hrs)
3	1	15	48	12	$ 99,900	13,421	$ 271,462	0.684	0.57	5,884	2,155
	1	15	40	12	$ 76,500	15,317	$ 272,306	0.687	0.47	7,399	2,716
		15	24	12	$ 41,700	25,348	$ 365,733	0.922	0.00	15,574	5,386
1		15	24	12	$ 48,700	25,059	$ 369,039	0.930	0.00	15,162	5,354

19. อย่างไรก็ตาม คุณควรจะดูที่ข้อความเตือนคุณให้เพิ่ม PV และ Converter ในตาราง Search Space

PV search space may be insufficient.
Converter search space may be insufficient.

20. ถึงเวลาที่จะลองเพิ่ม PV และ Converter เพื่อพิจารณา และจากนั้นคำนวณใหม่อีกครั้ง

สรุปคู่มือการใช้งานขั้นเริ่มต้น

ในส่วนนี้จะได้อธิบายแนวคิดหลักบางอย่างที่ควรจดจำเกี่ยวกับโปรแกรมโฮมเมอร์ตามที่คุณได้ทำงานกับแบบจำลอง

- เพื่อที่จะใช้โปรแกรมโฮมเมอร์ คุณจะต้องป้อนอินพุต (ข้อมูลเกี่ยวกับโหลด, ส่วนประกอบ, และแหล่งพลังงาน), โฮมเมอร์จะคำนวณและแสดงผลลัพธ์, และคุณพิจารณาผลลัพธ์ที่เป็นตารางและกราฟ
- การใช้โปรแกรมโฮมเมอร์เป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำไปซ้ำมา (iterative process) คุณอาจจะเริ่มต้นด้วยการป้อนข้อมูลคร่าวๆก่อน แล้วตรวจสอบผล และทำการขัดเกลาการประมาณค่าของคุณและทำกระบวนการซ้ำใหม่เพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับอินพุต
- คุณสามารถใช้โปรแกรมโฮมเมอร์เพื่อเลียนแบบการทำงานระบบไฟฟ้า, ค้นหาการออกแบบที่เหมาะสมราคาถูก หรือเพื่อทำการวิเคราะห์การผันผวนในปัจจัย เช่น การมีอยู่ของแหล่งพลังงานและราคาของระบบ
- โปรแกรมโฮมเมอร์ทำการจำลองการทำงานเป็นรายชั่วโมง โปรแกรมโฮมเมอร์จำลองส่วนประกอบของระบบ, แหล่งพลังงานที่มีอยู่, และโหลดบนพื้นฐานของเวลาเป็นชั่วโมงตลอดระยะเวลาหนึ่งปี การไหลของพลังงานและค่าใช้จ่ายจะคงที่ตลอดชั่วโมง โปรแกรมโฮมเมอร์สามารถสังเคราะห์ข้อมูลแหล่งพลังงานเป็นรายชั่วโมงจากค่าเฉลี่ยต่อเดือนที่คุณป้อนลงในตาราง หรือคุณสามารถนำเข้าข้อมูล (import measured data) จากไฟล์ในรูปแบบที่ถูกต้อง
- ที่สำคัญ โปรแกรมโฮมเมอร์คือแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ (economic model) คุณสามารถใช้โปรแกรมเพื่อเปรียบเทียบการผสมกันแบบต่างๆของขนาดและจำนวนของส่วนประกอบต่างๆ และทำการค้นหาว่าการเปลี่ยนแปลงในแหล่งพลังงานที่มีอยู่และราคาของระบบจะมีผลกระทบอย่างไรต่อเงินทุนการติดตั้งและการดำเนินงานระบบแบบต่างๆ ข้อจำกัดทางเทคนิคที่สำคัญบางอย่างประกอบด้วย ระดับแรงดันที่บัส, สมรรถนะภายในชั่วโมงของส่วนประกอบ, และกลยุทธที่ซับซ้อนในการส่งจ่ายไฟของเครื่องปั่นไฟดีเซล เป็นเรื่องที่เกินขอบเขตของแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ เครื่องมือออกแบบสำหรับระบบไฟฟ้าแบบผสม ชื่อ Hybrid2 สามารถจำลองการทำงานตามข้อจำกัดทางเทคนิคเหล่านี้และอื่นๆได้ และสามารถใช้ค้นหาทางเลือกการออกแบบอื่นๆที่โปรแกรมโฮมเมอร์ได้บอกว่าราคาถูกที่สุด (cost-effective)

แหล่งข้อมูลอื่นๆ

เข้าไปฝึกฝนโปแกรมโฮมเมอร์ ในเว็ป:

http://www.homerenergy.com/training.html

ทำการเชื่อมสัมพันธ์กับผู้ใช้โปรแกรมโฮมเมอร์, ตอบคำถามของคุณ ณ กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมโฮมเมอร์ (HOMER International Users Group)

http://homerusersgroup.ning.com

ค้นหาความรู้จากฐานข้อมูลของโฮมเมอร์

http://support.homerenergy.com

เอกสารอ้างอิง

1. NREL, HOMER The Micropower Optimization Model, Getting Started Guide for HOMER Legacy (Version 2.68), Jan 2011.