

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Електротехнічний факультет
Кафедра електричної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(рівень вищої освіти)

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

На тему: «Розробка та оптимізація системи автономного енергоефективного
живлення побутових приміщень»

КНУ.МР.141.24.779-13

Виконав студент II курсу , групи СЕР-23м /Дмитро ЧЕРНЕЦЬКИЙ/

141 «Електроенергетика, електротехніка та

електромеханіка»

«Системи електропостачання промислових підприємств,

міст та локальних об'єктів»

(шифр і назва спеціальності, освітньо-професійної програми)

Керівник:

д.т.н., професор

_____ /Олег СІНЧУК/

Нормоконтролер:

д.т.н., професор

_____ /Олег СІНЧУК/

Завідувач кафедри,

д.т.н., професор

_____ /Олег СІНЧУК/

Гарант ОПП:

к.т.н., доцент

_____ /Олексій МИХАЙЛЕНКО/

Кривий Ріг
2024 р.

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: магістр

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

ЧЕРНЕЦЬКИЙ Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка та оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень»
2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2024 р.
3. Мета та завдання кваліфікаційної роботи
Мета роботи – розробка та оптимізація роботи сонячної електростанції для автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. Завдання кваліфікаційної роботи: з'ясувати оптимізації системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)
1. Розробка системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. 2. Моделювання та оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Компоненти системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. 2. Моделювання системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. 3. Оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. 4. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Сінчук О.М.		
II	Сінчук О.М.		

7. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін виконання
1	<i>Визначити основні компоненти автономної системи живлення</i>	<i>3 вересня 2024 р.</i>
2	<i>Вивчити та описати основні типи сонячних електростанцій</i>	<i>6 вересня 2024 р.</i>
3	<i>З'ясувати структуру та типи сонячної електростанцій</i>	<i>11 вересня 2024 р.</i>
4	<i>Вивчення особливостей підключення сонячної електростанцій</i>	<i>13 вересня 2024 р.</i>
5	<i>Моделювання автономної системи живлення побутових приміщень</i>	<i>17 жовтня 2024 р.</i>
6	<i>Моделювання системи автономного енергоефективного живлення</i>	<i>20 листопада 2024 р.</i>
7	<i>Оптимізація системи автономного енергоефективного живлення</i>	<i>27 листопада 2024 р.</i>
8	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>09 грудня 2024 р.</i>

Дата видачі завдання 02.09.2024 р.

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Дмитро ЧЕРНЕЦЬКИЙ

(ПІБ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Олег СІНЧУК

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «Розробка та оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень»: 47 с., 14 рис., 21 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – система автономного енергоефективного живлення побутових приміщень.

У першому розділі виконано аналіз системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. Запропонована система з сонячними панелями, акумуляторами, дизель-генератором, інвертором та контролером заряду.

У другому розділі виконано оптимізацію системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. За допомогою програм для розрахунку проведено моделювання різних структур сонячних електростанцій.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ПОБУТОВІ ПРИМІЩЕННЯ, СИСТЕМА
АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ**

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. Розробка системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень	10
1.1. Сонячні панелі.....	11
1.2. Акумуляторні батареї.....	13
1.3. Дизель-генератор	16
1.4. Інвертори напруги.....	17
1.4 Контролери заряду.....	18
РОЗДІЛ 2. Моделювання та оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень	19
2.1. Моделювання системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень	22
2.2. Оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень	25
Висновки	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36
Додатки	39

ВСТУП

Відновлювальна енергетика є важливою складовою безперебійної роботи та комфортних умов використання електричного обладнання що забезпечує працездатність виробничих підприємств та технологічних комплексів в усіх режимах роботи.

Для потреб побутових споживачів такі системи є більш використовувані та забезпечують надійну роботу та експлуатацію встановленого побутового обладнання.

Усі режими функціонування у межах побутового приміщення можна забезпечити виходячи з умов щодо його розміщення та з врахуванням норм щодо встановлення у відповідності до потреб у вигляді електричних характеристик навантаження.

Визначення характеристик навантаження таких електричних систем має враховувати режими роботи обладнання що використовується на даній місцевості за умови його експлуатації у режимах роботи відповідно до встановленої потужності із врахуванням коефіцієнту використання обладнання.

Розрахункові струми при цьому мають бути погоджені за принципом сумарного навантаження.

Розглянуті при цьому принципи розподілу поточної інформації за станом об'єкту господарювання мають забезпечити вибірковість та своєчасність заходів щодо їх припинення.

Сонячні електростанції як джерело електричної енергії при живленні господарського електроустаткування мають можливість забезпечити надійним, безперебійним, а саме головне автономним живленням усю необхідну потужність встановлених споживачів окремого невеликого

господарського хазяйнування та створити вигідні умови щодо його функціонування в незалежності від системи централізованого електропостачання від джерела електричної енергії.

Важливим є правильність визначення цих складових а також забезпечення необхідного резерву встановленої потужності сонячних панелей.

Функціонування таких автономних систем живлення має налічувати певне резервування щодо встановленої потужності споживачів, передбачаючи їх можливе використання.

Тому такі системи розраховуються виходячи із можливостей розширення діючого спектру обладнання при допустимому розширенні зони генерації з врахуванням удаленості джерела від кінцевого споживача та його режиму роботи.

Важливим елементом, що забезпечує автономність подібних систем є акумулюючі елементи.

Постійним є розвиток елементної бази акумулюючих елементів, тому важливим є відповідність сучасним вимогам розроблених та вже встановлених систем що використовуються.

Звичайно, переважним у цьому питанні є відповідність економічних показників.

Дослідження режимів роботи сонячних електростанцій є важливим етапом удосконалення їх роботи.

Використання відновлювальних джерел при автономному процесі живлення має супроводжуватись такими дослідженнями.

Можна розглянути функціонування системи автономного енергоживлення з використанням відновлювального джерела електричної енергії у цілому.

Також можна розглянути роботу й функціонування окремих елементів електричного навантаження, сонячних панелей та сукупного обладнання електричної станції.

При цьому доволі часто використовуються спеціальні обчислювальні програми.

Такі програми дають можливість попереднього розрахунку елементів фотоелектричних станцій.

Також можна за допомогою спеціалізованого алгоритму забезпечити попереднє визначення характеристик автономної системи електричного живлення.

Також слід зазначити що подібні алгоритми дозволяють виконати дослідження щодо визначення оптимальних умов експлуатації діючого на станції обладнання.

Гостре питання щодо оптимальної встановленої потужності відповідно до габаритів структури теж вирішується програмним методом з використанням спеціальної функції розподілу, що ґрунтується на ймовірнісному застосуванні експертних рішень.

При моделюванні подібних структур на практиці застосовують розрахункові вирази, що попередньо заносяться до бази розробленої структури моделі.

Також може бути використана розширена база щодо кліматичних умов у відповідності до регіону.

Отже, за допомогою сучасного програмного забезпечення можна дослідити процес ефективності роботи електричної системи.

При цьому оптимальні експертні рішення може бути враховано на діючому обладнанні автономної сонячної електростанції відповідно із дослідженням режимів її роботи.

РОЗДІЛ 1. Розробка системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень

Системи автономного живлення діють незалежно від мережі електропостачання.

Такі системи можуть забезпечити електричною енергією невеликі виробничі потреби або господарство.

Також завдяки роботі відновлювального джерела енергії можна жити багатоквартирний будинок.

Для забезпечення усіх потреб подібні системи мають володіти певним запасом потужності.

Тому особливу увагу слід надавати при розрахунку автономних електричних станцій правильному вибору складової її елементів для забезпечення роботи обладнання.

1.1. Сонячні панелі

Основними компонентами сонячних автономних електростанцій є сонячні панелі.

Вибір сонячних панелей здійснюється виходячи з об'єму електричної енергії, яку можна акумулювати у системі накопичення автономної електричної станції.



Рисунок 1.1 – Номенклатура та основні складові сонячних панелей

Основні складові сонячних панелей для фотоелектричних складових автономної електричної станції можна зробити з представленого у таблиці переліку.

Таблиця 1.1

Сонячні батареї:	Sungrid 140	Moser Baer	Suntech-STP140D
Тип	Монокристалічний	Полікристалічний	Полікристалічний
Ціна	5232	2334	3963
Ефективність [%]:	13.8	-	-
Номінальна потужність [Вт]:	140	80	140
Розміри [м ²]:	0,98	0,68	1,00

1.2. Акумуляторні батареї

Щодо акумуляюючих елементів автономних електричних станцій, то слід зазначити що важливою складовою є не тільки можливість забезпечити накопичення максимальної кількості заряду, але й підтримувати на достатньому рівні протягом часу експлуатації з можливістю максимальної кількості перезарядок.

Важливим критерієм при цьому є ампер-годинний показник акумуляторної батареї.

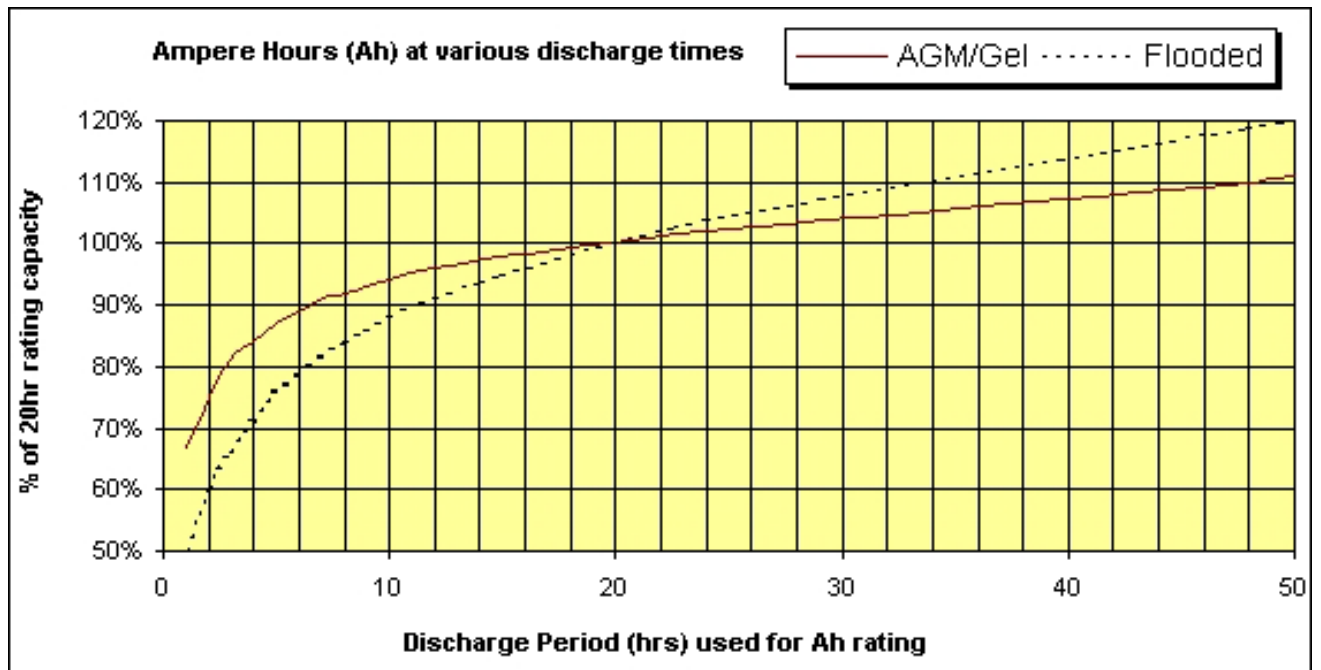


Рисунок 1.2 – Ампер-годинний показник акумуляторної батареї

Представимо можливі варіанти використання акумуляторних батарей для автономних електричних станцій.

Таблиця 1.2

Можливі варіанти використання акумуляторних батарей для автономних електричних станцій

Тип акумуляторів	T-105	L16P	Vision 6FM200D	Норреке 24OpzS
Кількість акумуляторів, необхідних для досягання 12 кВт/год:	24	16	13	6
Напруга [В]:	6	6	12	12
Номінальна годинна ставка та номінальна робоча температура [год і °С]:	20 годин	20 годин	10 годин і 25° С	10 год
Номінальна ємність [А*годин]:	2700	2600	2600	3219
Номінальна енергоемність [Вт*год]:	32400	31200	31200	38628
Фактичний вміст енергії [Вт*год]:	12 960	12 480	12 480	15 451

Номинальний термін служби [років]:	8	8	10	20
---	---	---	----	----

1.3. Дизель-генератор

Генератори електричної енергії при роботі автономної електричної станції мають забезпечити працездатність її обладнання у екстрених випадках.

Розрахунок генераторів електричної енергії для роботи автономної електричної станції розраховуються виходячи з часу забезпечення автономної роботи.

Таблиця 1.3

Розрахунок генераторів електричної енергії для роботи автономної електричної станції

Генератор	JUK 120
Максимальна вихідна потужність [кВт]:	3.4
Витрата палива при повному навантаженні [л/год]:	0.95
Рівень звуку при повному навантаженні на відстані 7 метрів [дБ]:	78

1.4. Інвертори напруги

Інвертори електричної енергії є одними з головних елементів автономних електричних станцій.

Разом із системою накопичення, вони є важливою ланкою щодо забезпечення споживачів електричної енергії відповідними до їх характеристик параметрами електричної енергії автономного джерела живлення.

Розглянуті параметри для автономних електричних станцій можна обрати виходячи з переліку інверторів.

Таблиця 1.4

Параметри інверторів для автономних електричних станцій

Інвертор	Quattro 5кВА	Quattro 3кВА
Напруга [В]:	12	12
Максимальний струм [А]:	30	30
Безперервна вихідна потужність [Вт]:	4000	2500
Пікова потужність [Вт]:	8000	6000
Ефективність [%]:	92	93

1.4 Контролери заряду

Для забезпечення ощадливого ставлення та зберігання можливості тривалої роботи акумулюючих елементів на сонячних автономних електричних станціях використовують спеціальні елементи контролю їх заряду.

Функція контролю заряду акумуляторів для сонячних автономних електричних станцій налаштовується окремо.

Вибір контролеру заряду для автономної сонячної електростанції можна зробити виходячи з параметрів акумуляторної батареї з наведеного переліку.

Таблиця 1.5

Параметри контролерів заряду для автономних

Контролер/зарядник:	1524iX	Flexmax 60	Трістар.
Тип	MPPT	MPPT	MPPT
Максимальний вихід [А]:	20	60	45
Максимальна потужність [Вт]:	900	900	600
Компенсація температури:	Так	Так	Ні
Ефективність [%]:	97	98.1	99

РОЗДІЛ 2. Моделювання та оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень

Для уточненого розрахунку, налаштувань та вибору конструктивних елементів автономної сонячної електростанції слід запобігати до спеціальних програм.

Такі програми дають можливість попереднього розрахунку елементів фотоелектричних станцій.

Таблиця 2.1

Споживання електричної енергії у літній період часу

Summer	projector	laptop (LR)	ampliphier	Light (20w)	Oven	kettle	microwave	toaster	refrigerator+frrezer	light (8w)	light (15w)	vacuum cleaner	laptop (A)	light	clockradio	laptop (B)	light (25w)	light (8w)	fan	washing machine	hourly consumption	
05:00									14						3							17
06:00									14						3							17
07:00									14						3							17
08:00						76		50	14						3					111		254
09:00									14						3							17
10:00									14						3							17
11:00									14						3							17
12:00								50	14						3							67
13:00									14						3							17
14:00						76			14						3							93
15:00									14			100			3							117
16:00									14						3							17
17:00									14						3							17
18:00									14						3							17
19:00					243	76	55	50	14						3				7			448
20:00									14				40		3	40						97
21:00									14				40		3	40						97
22:00		40	30	20					14	7			40		3							154
23:00	140	40	30	20					14	7	15		40		3				7			316
00:00		40	30	20					14	7			40	7	3		7					168
01:00									14						3							17
02:00									14						3							17
03:00									14						3							17
04:00									14						3							17
Total	140	120	90	60	243	228	55	150	336	21	15	100	200	7	72	80	7	7	7	111	2049	

Таблиця 2.2

Приклад навантажень для побутових приміщень

Appliance	Duration hh:mm:ss	Recorded kWh	Watt range	Real consumption W/h	Description
Video Projector	02:18:00	0,32	138 - 197	140	eco setting 2
Amplifier	01:00:00	0,05	60 - 120	50	heavy bass
Max vol (32)			17 - 14		soft music
medium vol (20)	01:00:00	0,03	23-29	30	heavy bass
			14-15		soft music
low vol (8)	01:00:00	0,03	29 - 35	30	both types
Laptops					
A	01:00:00	0,15	25-55	40	normal usage
B	01:00:00	0,15	25-55	40	
LR	01:00:00	0,15	25-55	40	
Oven	01:00:00	1,7	1500-2000	1700	the duration of time to cook a roast dinner
Kettle					
2 cups 0.5L	00:02:10	0,06		2118	cold water 12°C brought to boil, 100°C
4 cups 1L	00:03:42	0,12	2070-2150	2105	
Microwave	00:10:00	0,21	140-1435	1260	chicken setting
800 w					
Toaster	00:03:34	0,05	875-920	898	full power, time needed to toast 2 slices of bread
Refrigerator	24:00:00	1,68		70	recorded for 1 full day
Vacuum cleaner	00:08:28	0,14	1053-1089	1014	no suction restriction
			942		full suction restricted
Clock radio	01:00:00	180	3	3	constantly on
Lights					
25watt	01:00:00	0,023	22-24	23	
10watt	01:00:00	0,01	9	10	
8watt	01:00:00	0,008	7	8	

2.1. Моделювання системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень

За допомогою спеціалізованого алгоритму можна забезпечити попереднє визначення характеристик автономної системи електричного живлення.

Також слід зазначити що подібні алгоритми дозволяють виконати дослідження щодо визначення оптимальних умов експлуатації діючого на станції обладнання.

Подібні програми розглядають роботу сонячних панелей автономної сонячної електростанції.

Вибір факторів впливу визначається виходячи з необхідного проміжку часу роботи.



Рисунок 2.1 – Моделювання у програмі rvsun3 для 2 колекторів та 24 батарей

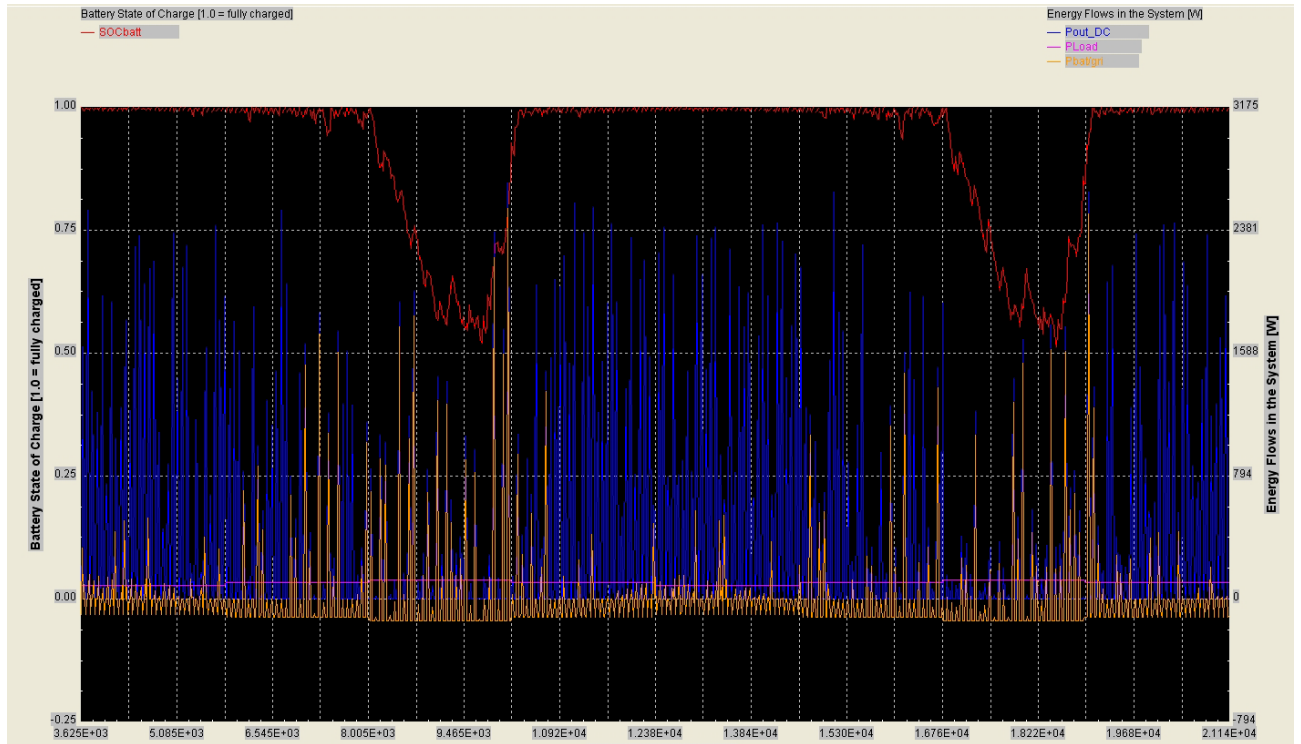


Рисунок 2.2 - Моделювання у програмі rvsun3 для 23 колекторів та 90 батарей

Кількість симуляцій	Кількість сонячних панелей	Вартість сонячних панелей	Площа сонячних панелей [м ²]	Номінальна потужність [Вт/м ²]	PV потужність (Вт)	Кількість батарейок	Потужність для кожної батареї [W]	Ємність акумуляторної батареї [W]	Вартість однієї батареї [DKK]	Вартість акумуляторної батареї [DKK]	Загальна вартість системи з інвертором та генератором [DKK]
1	2	10464	0,98	140	274,4	24	1350	32400	901	21624	38964
2	5	26160	0,98	140	686	24	1350	32400	901	21624	65436
3	5	26160	0,98	140	686	40	1350	54000	901	36040	87036
4	5	26160	0,98	140	686	60	1350	81000	901	54060	114036
5	5	26160	0,98	140	686	75	1350	101250	901	67575	134286
6	5	26160	0,98	140	686	90	1350	121500	901	81090	154536
7	10	52320	0,98	140	1372	90	1350	121500	901	81090	180696
8	15	78480	0,98	140	2058	90	1350	121500	901	81090	206856
9	25	130800	0,98	140	3430	90	1350	121500	901	81090	259176
10	20	104640	0,98	140	2744	90	1350	121500	901	81090	233016
11	23	120336	0,98	140	3155,6	90	1350	121500	901	81090	248712
12	22	115104	0,98	140	3018,4	90	1350	121500	901	81090	243480

Рисунок 2.3 – Зведена таблиця розрахунків у програмі rvsun3

2.2. Оптимізація системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень

Гостре питання щодо оптимальної встановленої потужності відповідно до габаритів структури теж вирішується програмним методом з використанням спеціальної функції розподілу, що ґрунтується на ймовірнісному застосуванні експертних рішень.

При моделюванні подібних структур на практиці застосовують розрахункові вирази, що попередньо заносяться до бази розробленої структури моделі.

Подібні системи формують конфігурацію програми щодо визначення необхідних складових.

Зазначені складові програмного обладнання формують необхідний вплив з боку навантаження.

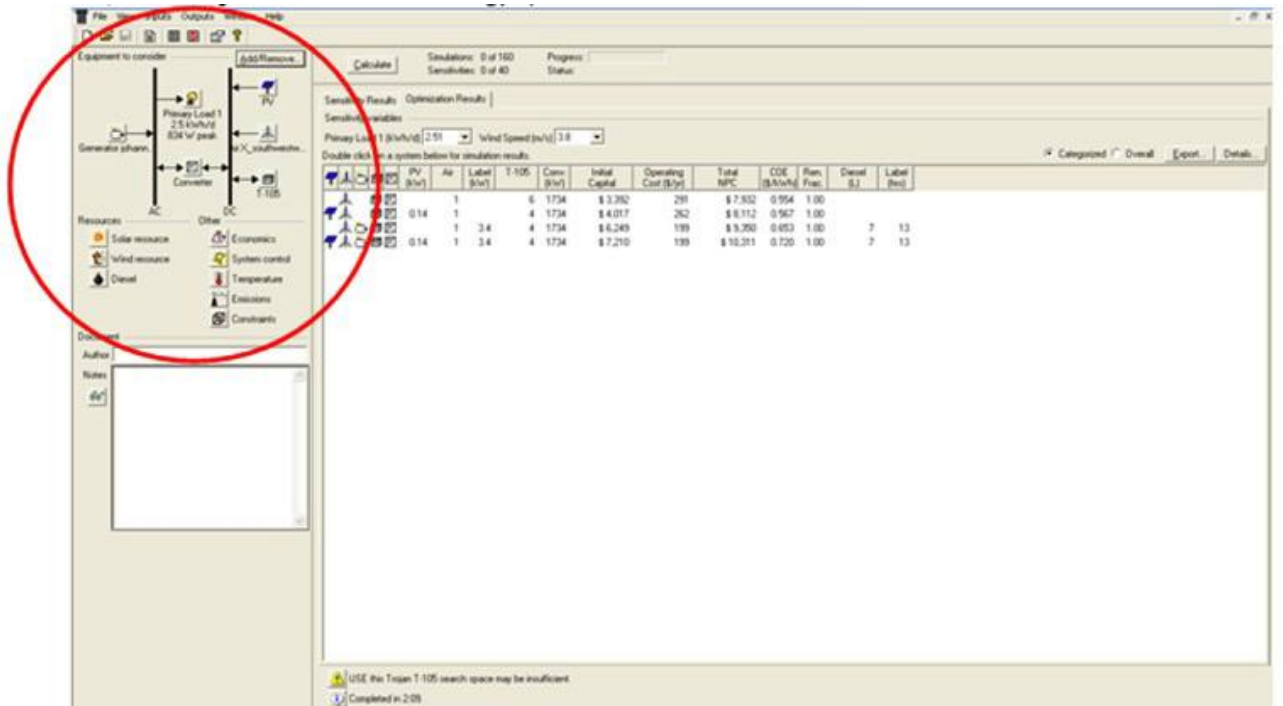


Рисунок 2.4 – Програмна оболонка системи HOMER

Primary Load Inputs

File Edit Help

Choose a load type (AC or DC), enter 24 hourly values in the load table, and enter a scaled annual average. Each of the 24 values in the load table is the average electric demand for a single hour of the day. HOMER replicates this profile throughout the year unless you define different load profiles for different months or day types. For calculations, HOMER uses scaled data: baseline data scaled up or down to the scaled annual average value.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Label: Load type: AC DC Data source: Enter daily profile(s) Import time series data file

Baseline data

Month: Day type:

Hour	Load (kW)
00:00 - 01:00	0.324
01:00 - 02:00	0.128
02:00 - 03:00	0.017
03:00 - 04:00	0.017
04:00 - 05:00	0.017
05:00 - 06:00	0.017
06:00 - 07:00	0.093
07:00 - 08:00	0.108
08:00 - 09:00	0.261
09:00 - 10:00	0.017
10:00 - 11:00	0.017
11:00 - 12:00	0.017

Random variability

Day-to-day: %

Time-step-to-time-step: %

Scaled annual average (kWh/d): {5}

Efficiency Inputs...

	Baseline	Scaled
Average (kWh/d)	2.51	2.51
Average (kW)	0.105	0.105
Peak (kW)	0.834	0.834
Load factor	0.125	0.125

Plot... Export... Help Cancel OK

Рисунок 2.5 – Розрахунки у системі HOMER відповідно до навантажень побутових приміщень

Таблиця 2.3

Зведена таблиця розрахунків у програмі HOMER

simulation number	Description	Number of solar panels	Number of wind turbine	number of generator	Number of batteries	Number of converter	Number of controller	total cost [DKK]
0	Free choice for Homer	0	1	0	8	1	1	57846
1	At least 1 solar panels and 1 generator	1	1	1	8	1	2	76262
2	At least 2 solar panels and 1 generator	2	1	1	8	1	2	81311
3	At least 3 solar panels and 1 generator	3	1	1	6	1	2	85642
4	At least 4 solar panels and 1 generator	4	1	1	6	1	2	90750
5	At least 5 solar panels and 1 generator	5	1	1	6	1	2	95891
6	At least 10 solar panels and 1 generator	10	1	1	6	1	2	121851

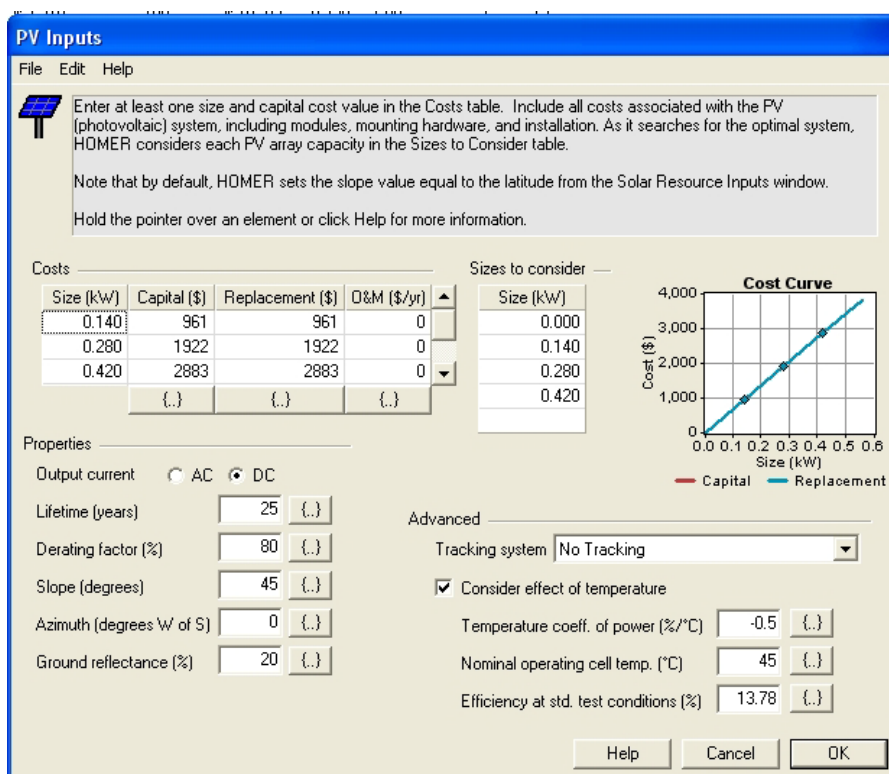


Рисунок 2.6 – Аналіз вхідних параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями

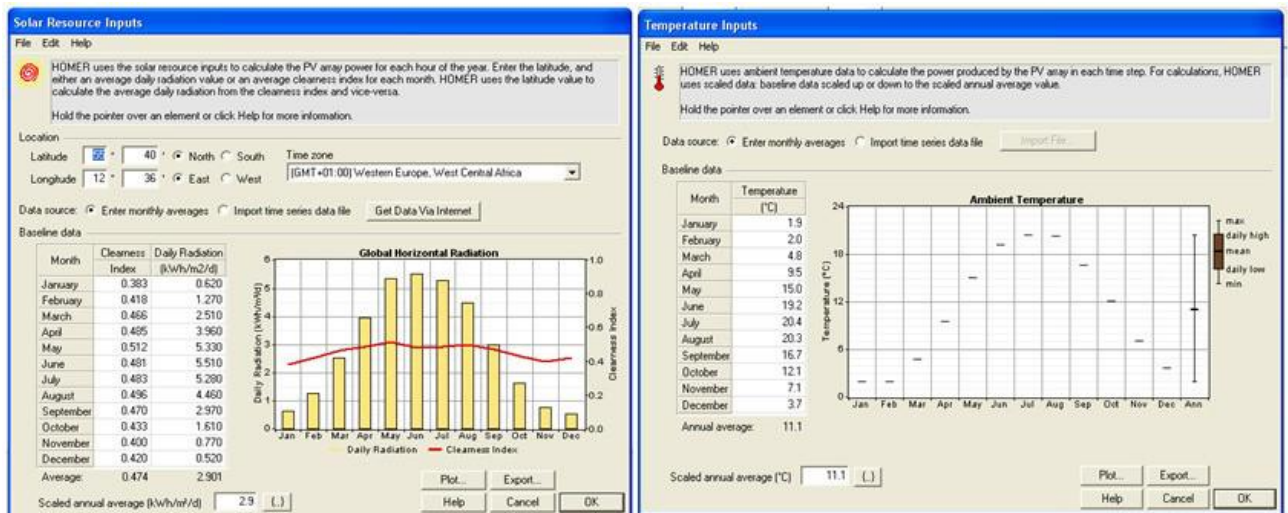


Рисунок 2.7 – Залежності параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від температури

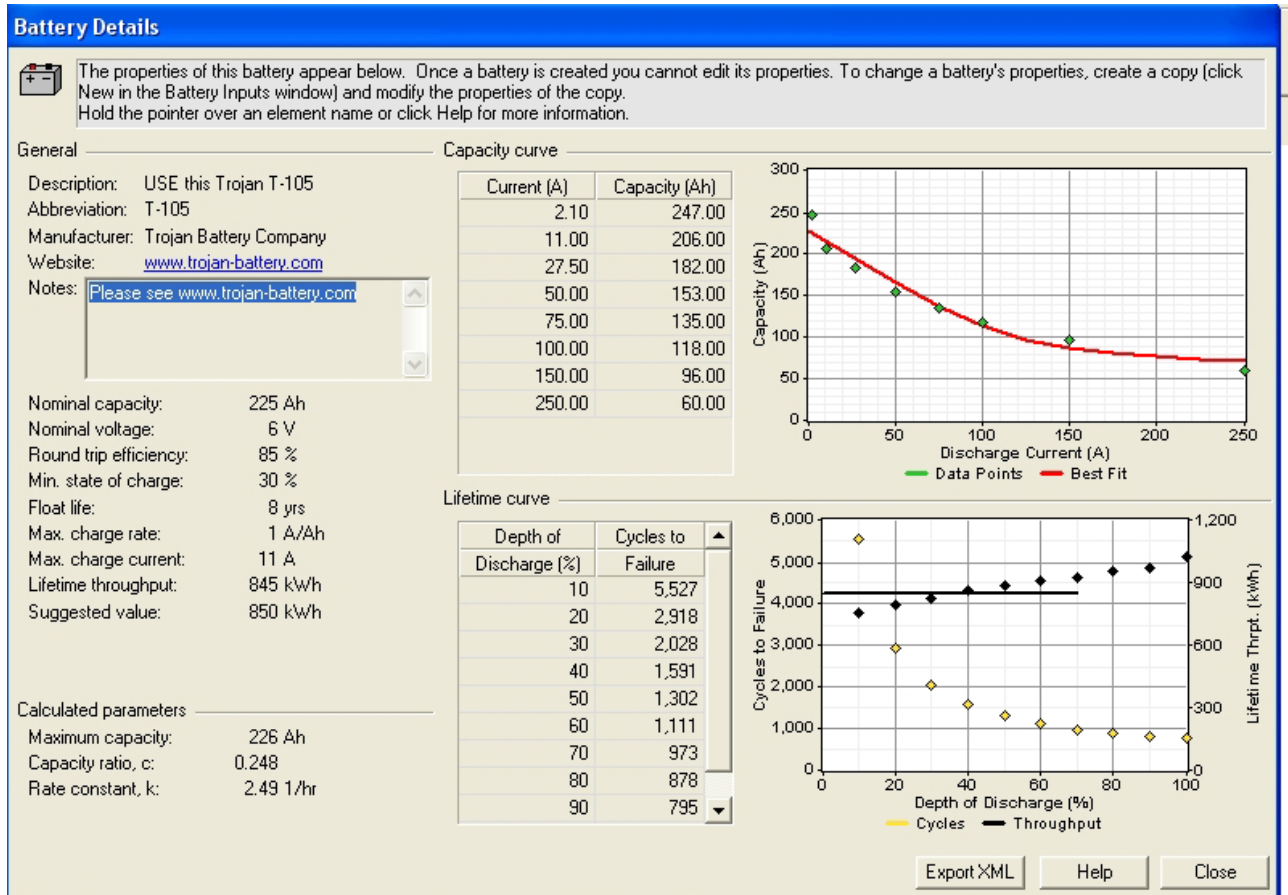


Рисунок 2.8 – Залежності параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності акумуляторів

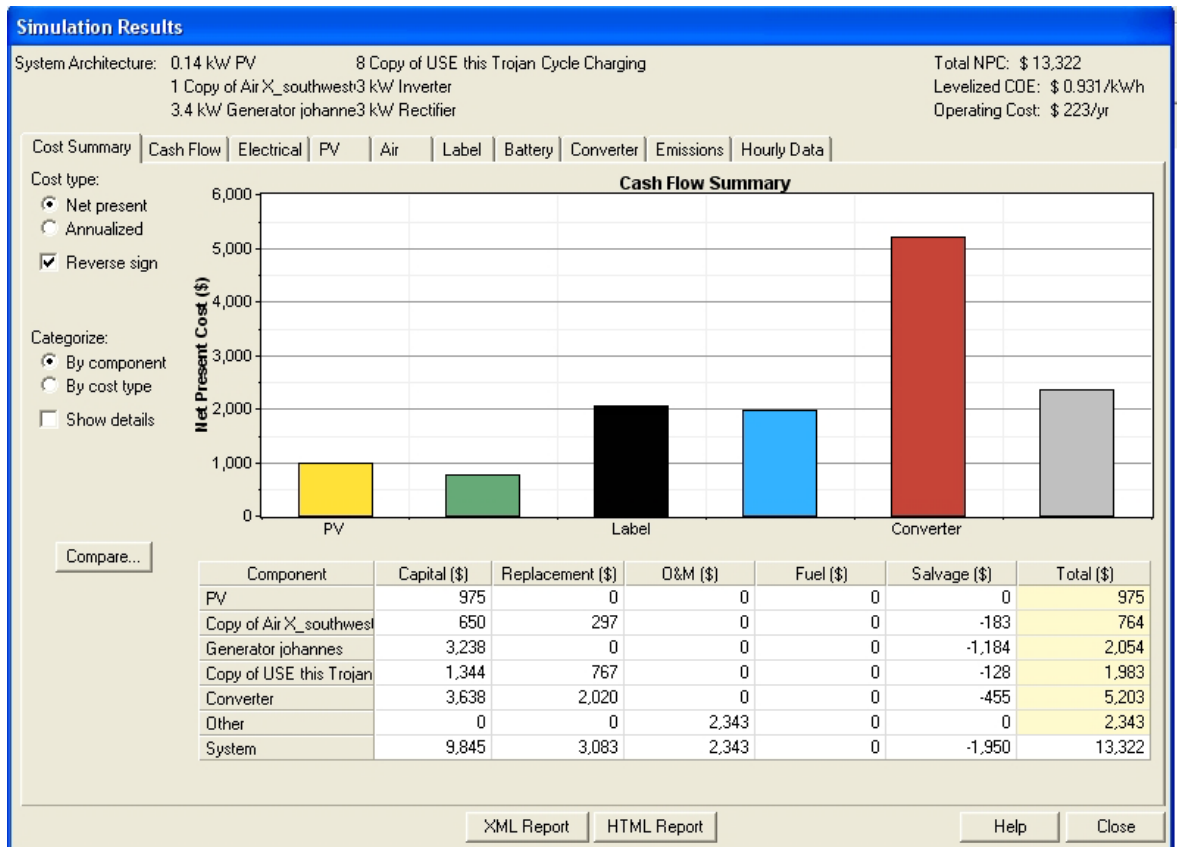


Рисунок 2.9 – Результати оптимізації системи автономного живлення побутового приміщення

Таким чином при необхідності вибірки щодо результатів розрахунків режимів роботи автономної сонячної електростанції попередні підрозділи зводять до одної структури.

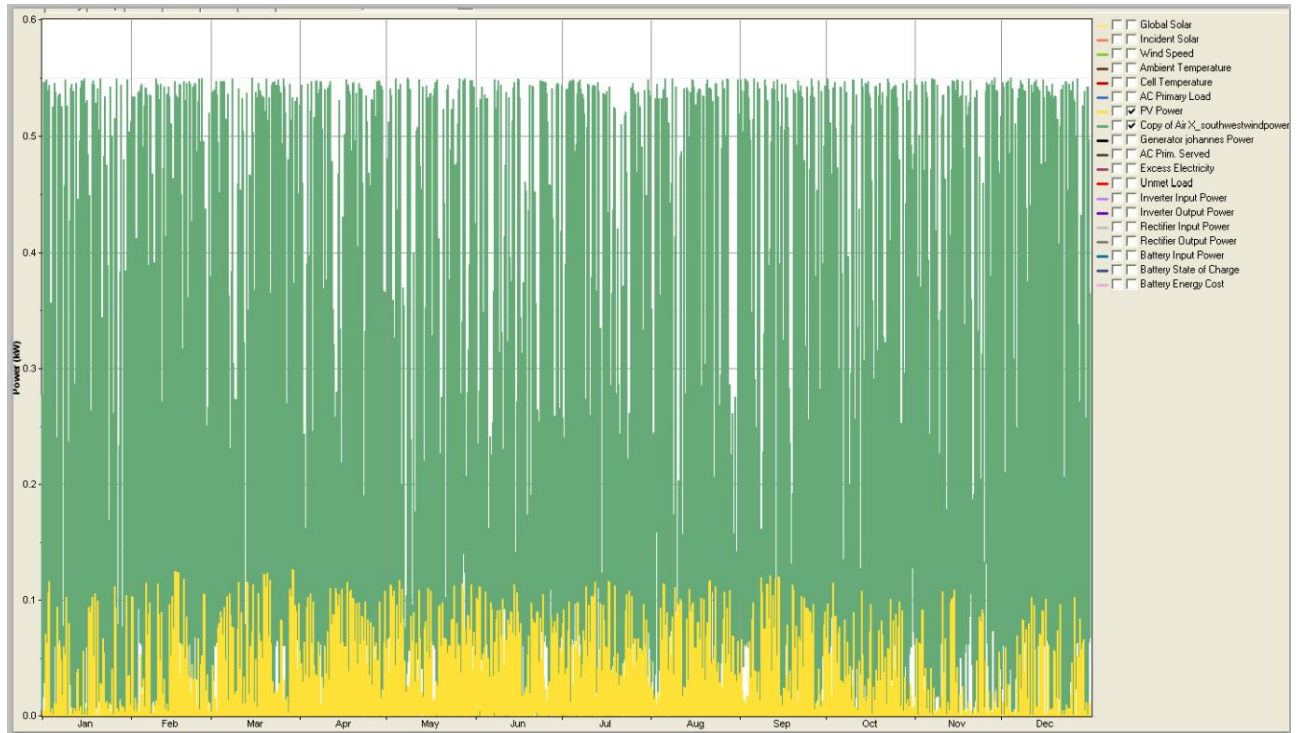


Рисунок 2.10 – Результати виробництва вітрової та сонячної енергії оптимізованої системи автономного живлення побутового приміщення

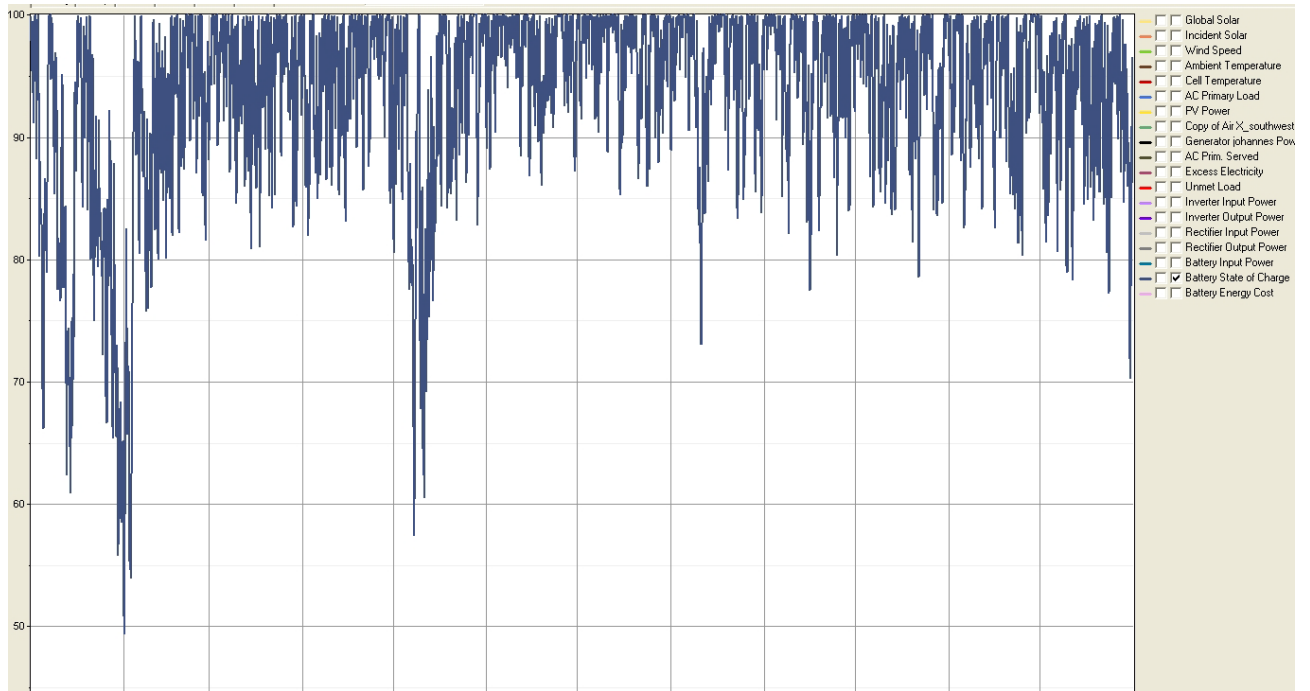


Рисунок 2.11 – Залежність параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності та заряду акумуляторів

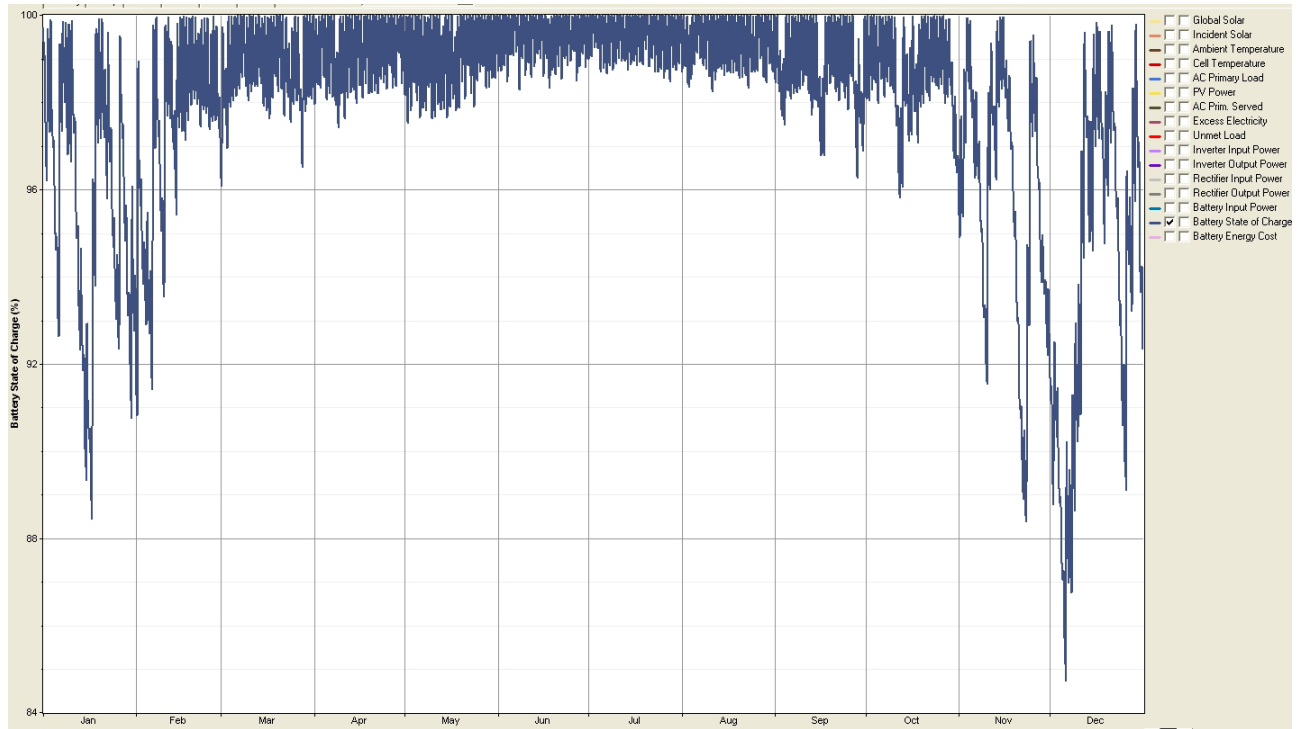


Рисунок 2.12 – Залежність параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності та заряду акумуляторів для 23 панелей та 90 акумуляторних батарей

Висновки

У першому розділі виконано аналіз системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. Запропонована система з сонячними панелями, акумуляторами, дизель-генератором, інвертором та контролером заряду.

У другому розділі виконано оптимізацію системи автономного енергоефективного живлення побутових приміщень. За допомогою програм для розрахунку проведено моделювання різних структур сонячних електростанцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AltE store. (n.d.). MPPT solar charger controllers. Retrieved November 22, 2010, from AltE store: <http://www.altestore.com/store/Charge-Controllers/Solar-Charge-Controllers/MPPT-Solar-Charge-Controllers/Outback-Solar-Charge-Controllers-MPPT/Outback-Flexmax-60-Solar-Charge-Controller/p6875/>
2. Alten| battery chargers. (2009). BATTERY CHARGER / DC GENSET. Retrieved November 02, 2010, from Alten| battery chargers: <http://www.altenbatterychargers.com/battery-chargers/dieselpowered-battery-chargers/12-volt-120-amp-diesel-powered-battery-charger.html>
3. Blimpby. (2010, September 14). Solar series: choosing panels. Retrieved November 09, 2010, from Blimpby: <http://blimpyb.com/rv-upgrade/the-solar-series-choosing-panels/919/>
4. Blue sky energy. (2010). Blue sky energy. Retrieved November 22, 2010
5. Danmarks Meteorologiske Institut. (2010). Klimanormaler for Danmark. Retrieved November 01, 2010, from DMI: Vejr, klima og hav: <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/klimanormaler.htm>
6. DMSolar. (n.d.). Off-grid system. Retrieved November 20, 2010, from DMSolar: <http://www.dmsolar.com/trt16vdecyba.html>
7. Free sun power. (n.d.). Charge controllers. Retrieved November 22, 2010, from Free sun power: <http://www.freesunpower.com/chargecontrollers.php>
8. Hoppecke batterien GmbH and co. (n.d.). Hoppecke Lead Acid 2/6/12 V OPzS Batteries. Retrieved November 20, 2010, from Phaesun: <http://www.phaesun.com/components/batterie/hoppeckebatterien>.
9. IEA Task III. (1999). Lead-Acid battery guide for stand-alone photovoltaic systems. Power systems program, 1-33.

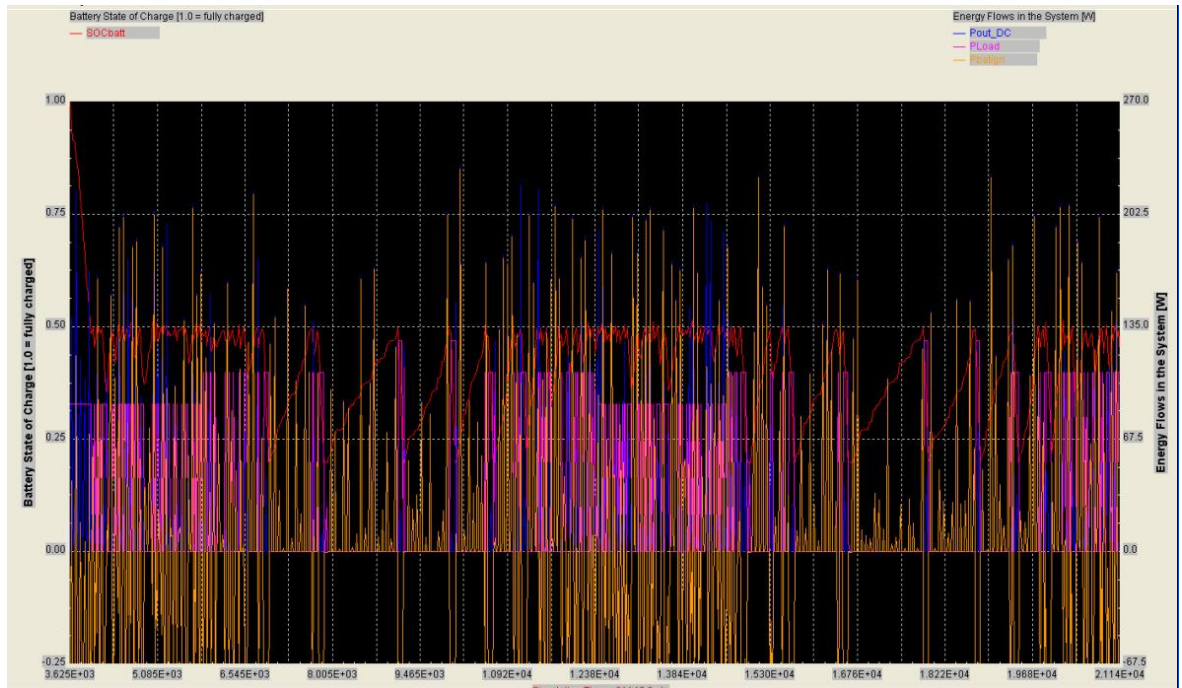
10. NASA. (2010). Surface meteorology and Solar Energy. Retrieved November 01, 2010, from Atmospheric Science Center: <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/sse.cgi?+s01#s01>
11. Peter kennedy Yacht services. (n.d.). Victron energy. Retrieved November 20, 2010, from Peter kennedy Yacht services: <http://shop.pkys.com/victrondigitalremotepanelformulti-plus.aspx>
12. Peterson, B. (n.d.). Understanding Amp hours. Retrieved November 20, 2010, from Windpower unlimited: http://www.windpowerunlimited.com/batteries/Amp_Hours.htm
13. PMA solar. (n.d.). Batteries - Hoppecke OpzS. Retrieved November 20, 2010, from PMA solar: <http://www.pmasolar.eu/batteries/hoppecke-opzs/>
14. RVworld. (2010). Solar Panel - Moser Baer 80W (12V). Retrieved November 09, 2010, from RV world: <http://www.rvworldstore.co.nz/solar-power/solar-panel-moser-baer-80w-12v>
15. Shenzhen center power tech. co. (n.d.). Vision. Retrieved November 20, 2010, from vision: <http://www.vision-batt.com/newpdf/D/6FM200D.pdf>
16. SMA solar technology. (2010). SMA solar technology. Retrieved November 20, 2010, from Sunny island: http://www.sma-america.com/en_US/products/off-grid-inverters/sunny-island-3324-4248-4248-us.html
17. Southwest windpower. (2010). technical specifications. Retrieved November 05, 2010, from Windenergy.com.
18. Stafford, J. (2010). Pros and Cons of a Diesel Generator. Retrieved Oktober 28, 2010, from pressbox: http://www.pressbox.co.uk/detailed/Science/Pros_and_Cons_of_a_Diesel_Generator_87700.html
19. Suntech. (2010). STP 140D. Retrieved November 09, 2010, from kitenergie:

20. Victron energy. (n.d.). QUATTRO 4000Watt 12Volt 200Amp Inverter Charger. Retrieved November 20, 2010, from Energy matters: <http://www.energymatters.com.au/quattro-4000watt-12volt-200amp-inverter-charger-p-875.html>

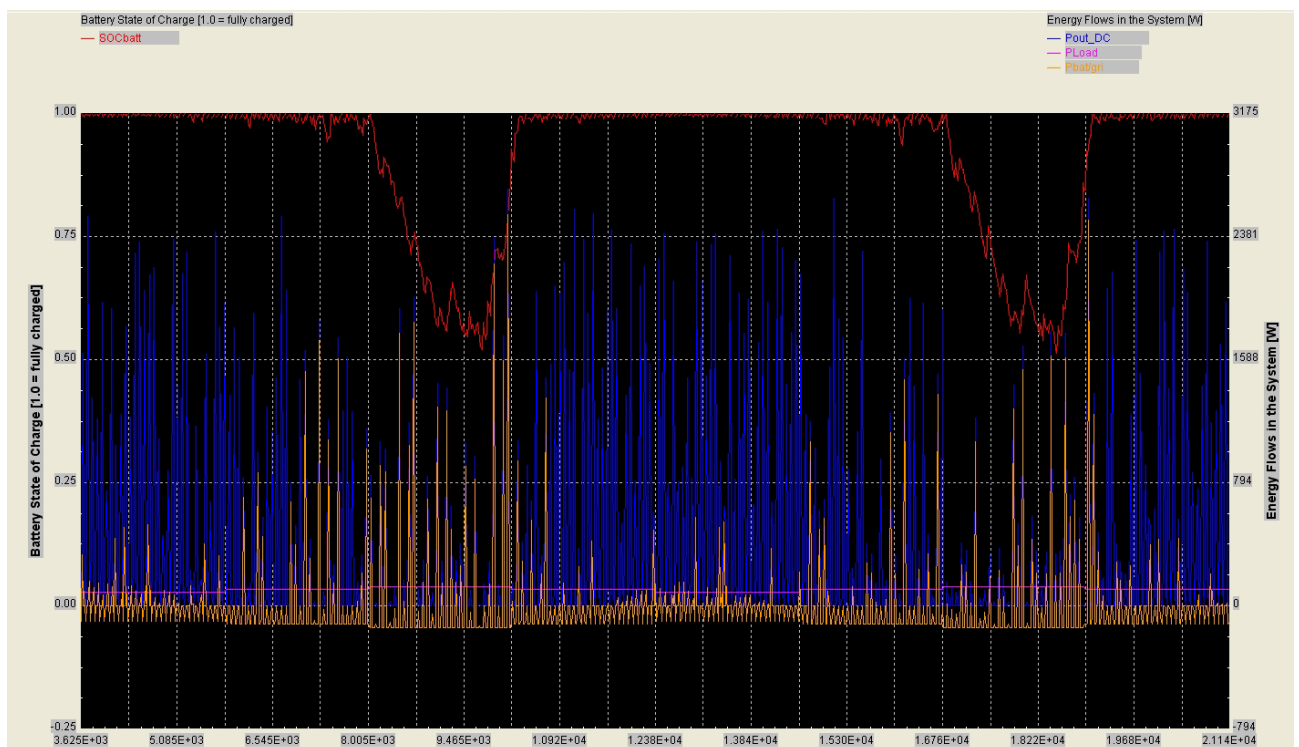
21. World, R. (2010). Solar Panel - Sungrid 140W (12V). Retrieved November 09, 2010, from RV world: <http://www.rvworldstore.co.nz/solar-power/solar-panel-sungrid-140w-12v>

Додатки

Результати моделювання режимів роботи автономної сонячної електричної станції.



Моделювання у програмі rvsun3 для 2 колекторів та 24 батарей



Моделювання у програмі rvsun3 для 23 колекторів та 90 батарей

The screenshot displays the HOMER software interface. On the left, a system diagram shows a 'Generator phase' connected to a 'Primary Load 1' (2.5 kWh/d, 80% of peak) and a 'Converter'. The 'Converter' is connected to a 'T-105' battery bank, which is in turn connected to a 'TV' load. A red circle highlights this diagram and the 'Resources' and 'Other' categories in the left sidebar.

The main window shows 'Sensitivity Results' and 'Optimization Results'. The 'Sensitivity variables' section lists 'Primary Load 1 (kWh/d)' at 2.51 and 'Wind Speed (m/s)' at 3.8. Below this is a table of optimization results:

Double click on a system below for simulation results												
	PV (kW)	Air (kW)	Label (kW)	T-105 (kW)	Conv (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Fra.	Disch. S.I.	Label (kW)
	0.14	1	4	1734	\$ 3,352	291	\$ 7,832	0.994	1.00			
	0.14	1	3.4	4	1734	\$ 4,017	262	\$ 8,712	0.967	1.00		
	0.14	1	3.4	4	1734	\$ 6,249	199	\$ 9,200	0.653	1.00	7	13
	0.14	1	3.4	4	1734	\$ 7,210	199	\$ 10,211	0.720	1.00	7	13

At the bottom of the window, there are two status messages: 'USE the Tripan T-105 search space may be insufficient' and 'Completed in 2:08'.

Програмна оболонка системи HOMER

Primary Load Inputs

File Edit Help

Choose a load type (AC or DC), enter 24 hourly values in the load table, and enter a scaled annual average. Each of the 24 values in the load table is the average electric demand for a single hour of the day. HOMER replicates this profile throughout the year unless you define different load profiles for different months or day types. For calculations, HOMER uses scaled data: baseline data scaled up or down to the scaled annual average value.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Label: Load type: AC DC Data source: Enter daily profile(s) Import time series data file

Baseline data

Month: Day type:

Hour	Load (kW)
00:00 - 01:00	0.324
01:00 - 02:00	0.128
02:00 - 03:00	0.017
03:00 - 04:00	0.017
04:00 - 05:00	0.017
05:00 - 06:00	0.017
06:00 - 07:00	0.093
07:00 - 08:00	0.108
08:00 - 09:00	0.261
09:00 - 10:00	0.017
10:00 - 11:00	0.017
11:00 - 12:00	0.017

Random variability

Day-to-day: %

Time-step-to-time-step: %

Scaled annual average (kWh/d): {5}

	Baseline	Scaled
Average (kWh/d)	2.51	2.51
Average (kW)	0.105	0.105
Peak (kW)	0.834	0.834
Load factor	0.125	0.125

Розрахунки у системі HOMER відповідно до навантажень побутових приміщень

Зведена таблиця розрахунків у програмі HOMER

simulation number	Description	Number of solar panels	Number of wind turbine	number of generator	Number of batteries	Number of converter	Number of controller	total cost [DKK]
0	Free choice for Homer	0	1	0	8	1	1	57846
1	At least 1 solar panels and 1 generator	1	1	1	8	1	2	76262
2	At least 2 solar panels and 1 generator	2	1	1	8	1	2	81311
3	At least 3 solar panels and 1 generator	3	1	1	6	1	2	85642
4	At least 4 solar panels and 1 generator	4	1	1	6	1	2	90750
5	At least 5 solar panels and 1 generator	5	1	1	6	1	2	95891
6	At least 10 solar panels and 1 generator	10	1	1	6	1	2	121851

PV Inputs
File Edit Help

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Costs				Sizes to consider	
Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)	Size (kW)	
0.140	961	961	0	0.000	
0.280	1922	1922	0	0.140	
0.420	2883	2883	0	0.280	
(.)	(.)	(.)	(.)	0.420	

Properties

Output current AC DC

Lifetime (years) (.)

Derating factor (%) (.)

Slope (degrees) (.)

Azimuth (degrees W of S) (.)

Ground reflectance (%) (.)

Advanced

Tracking system

Consider effect of temperature

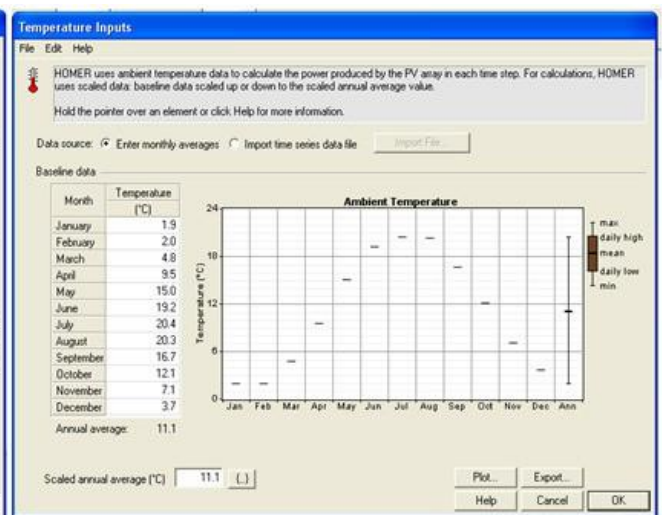
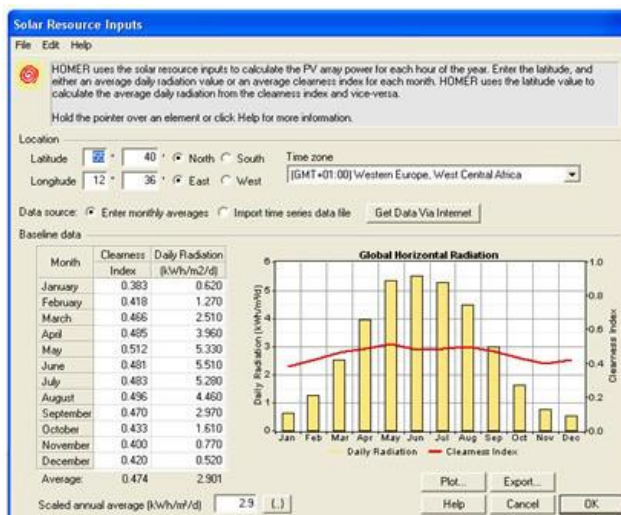
Temperature coeff. of power (%/°C) (.)

Nominal operating cell temp. (°C) (.)

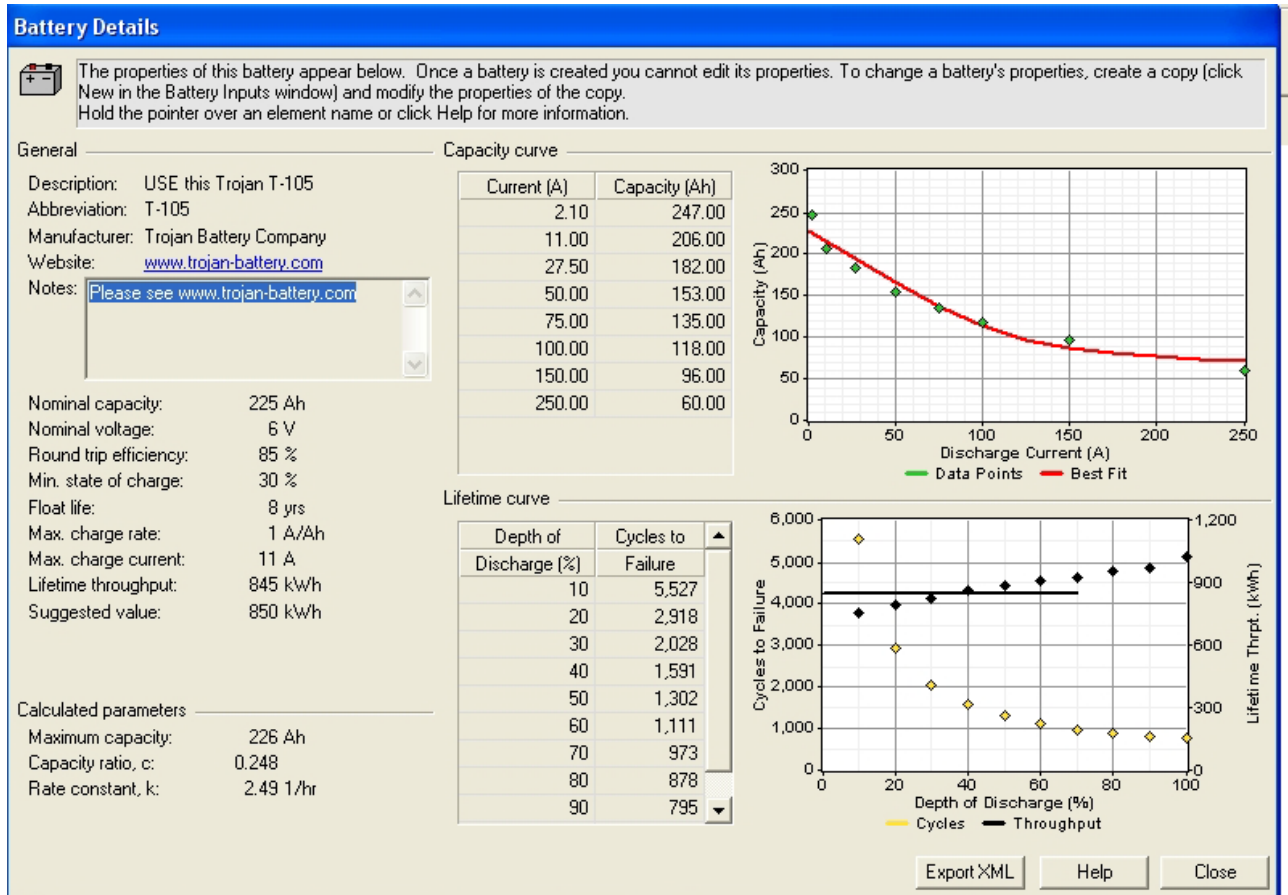
Efficiency at std. test conditions (%) (.)

Help Cancel OK

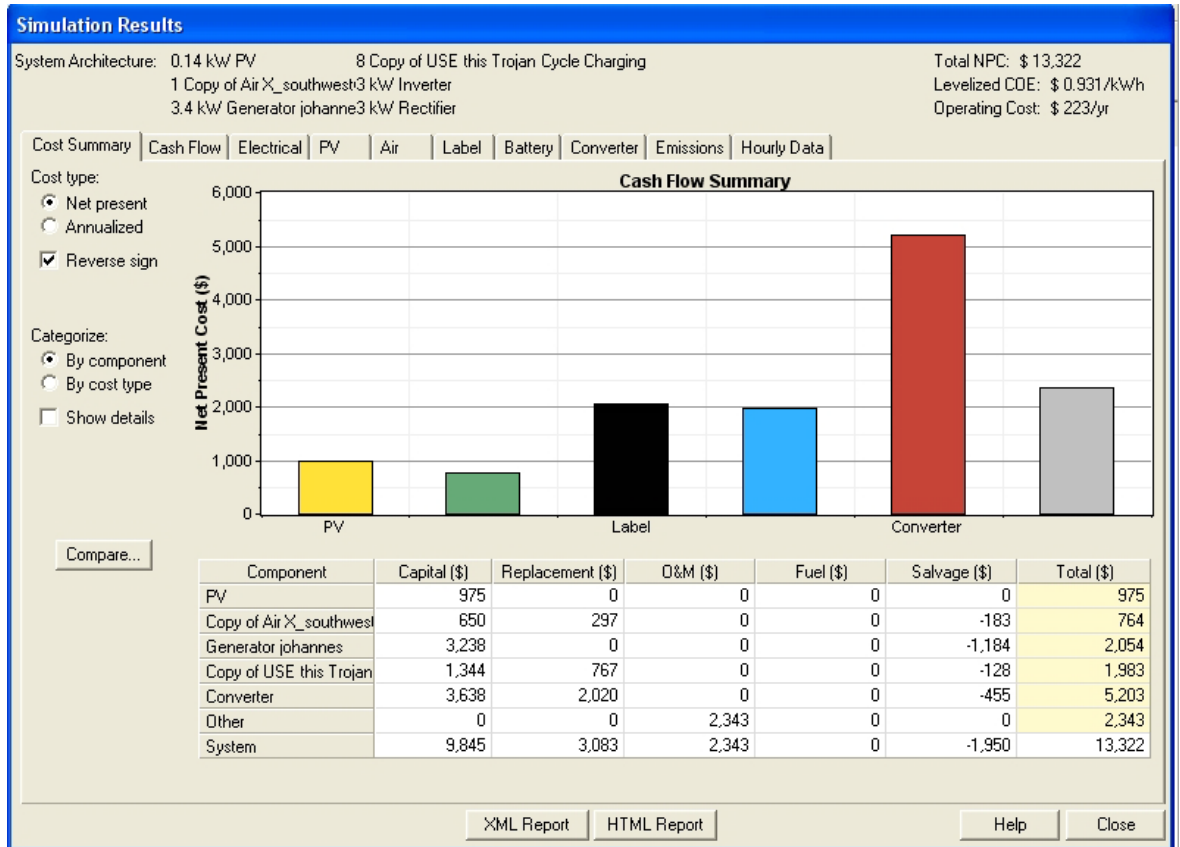
Аналіз вхідних параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями



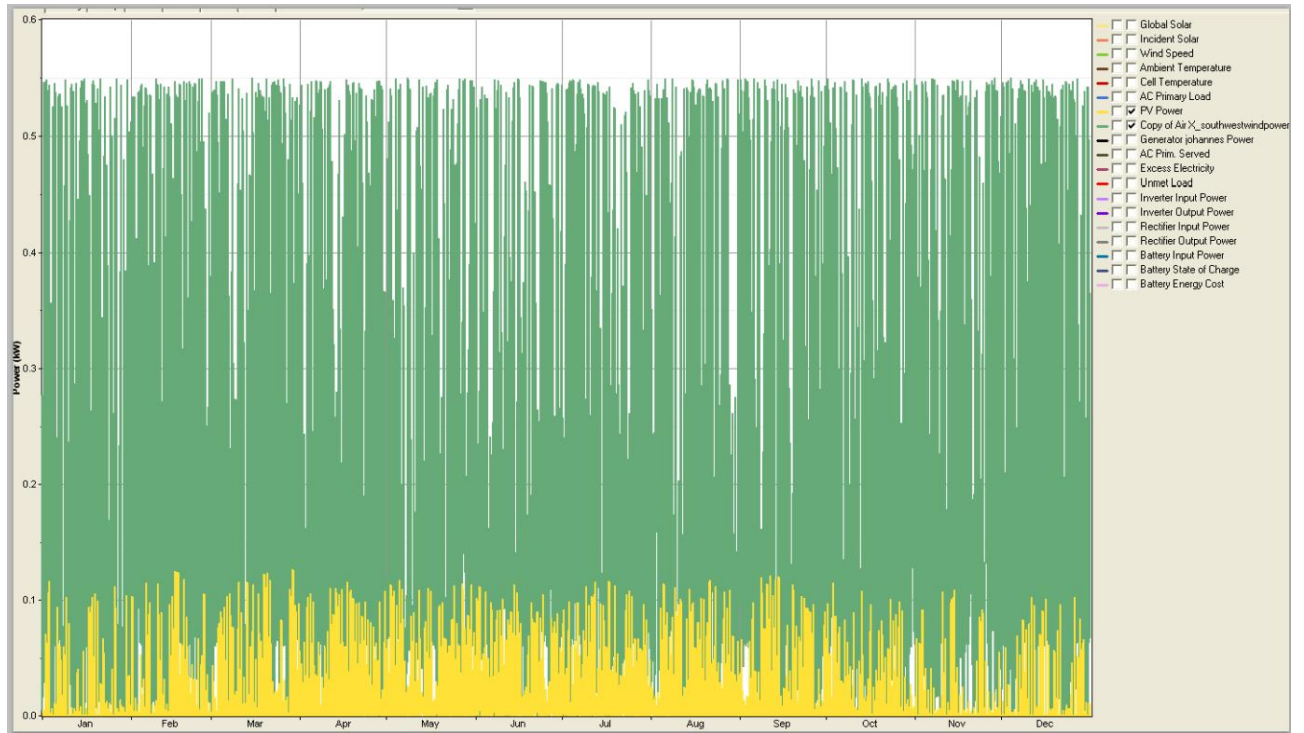
Залежності параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від температури



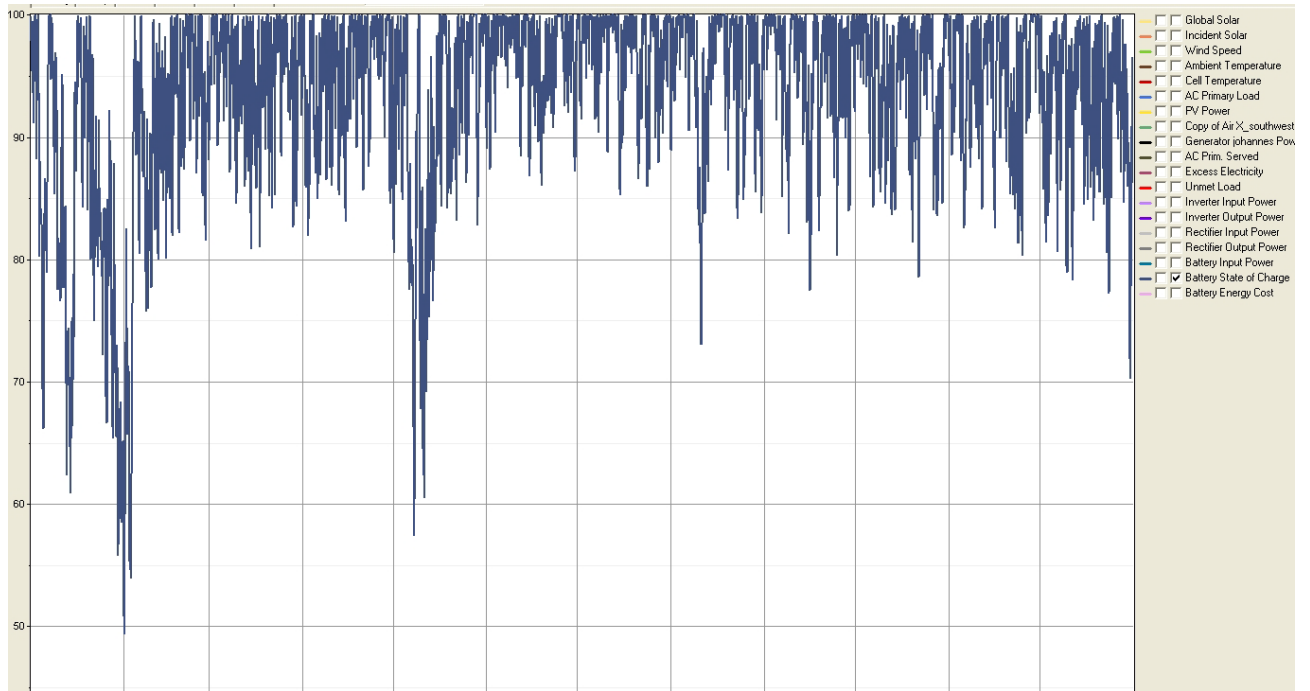
Залежності параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності акумуляторів



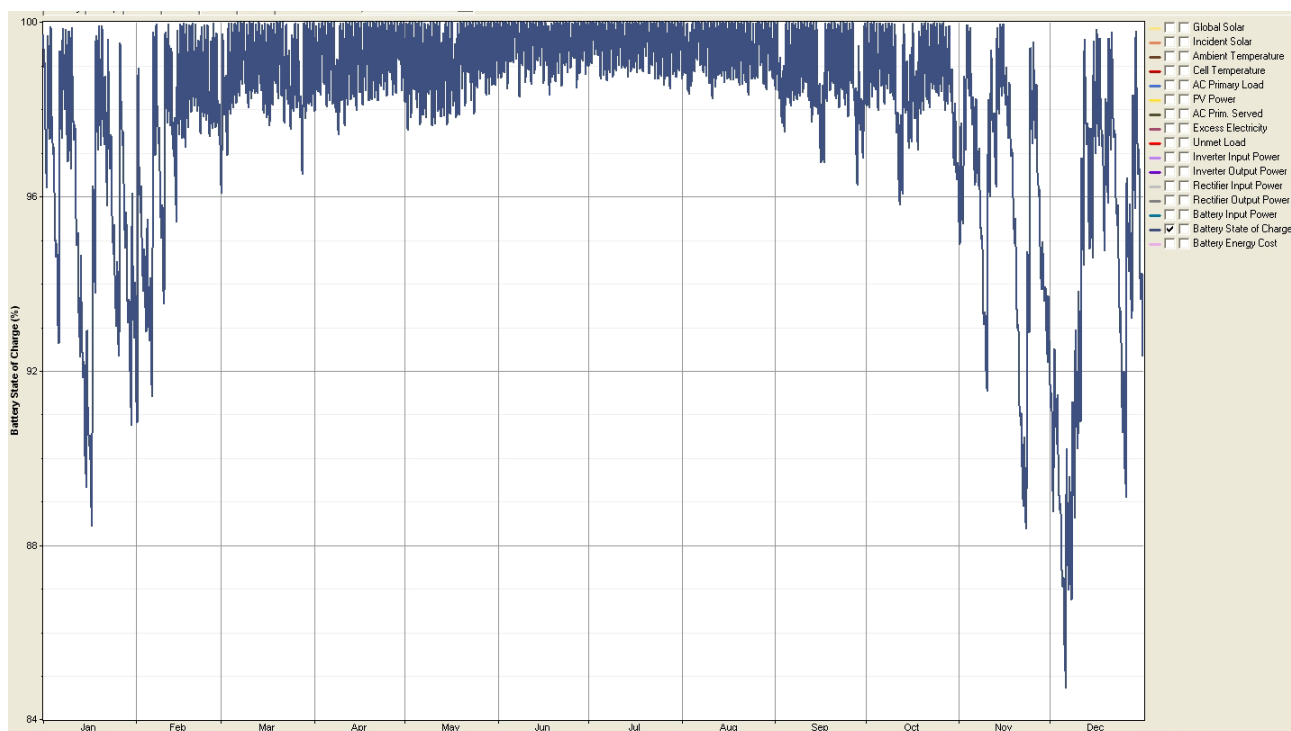
Результати оптимізації системи автономного живлення побутового приміщення



Результати виробництва вітрової та сонячної енергії оптимізованої системи автономного живлення побутового приміщення



Залежність параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності та заряду акумуляторів



Залежність параметрів виробництва електричної енергії сонячними панелями від ємності та заряду акумуляторів для 23 панелей та 90 акумуляторних батарей