

여수 도서형 신·재생에너지 시범마을에 관한 연구

정금호

전남대학교 건축학과

A Study on Renewable Energy Model Village for Island Type in Yeosu

Kum-Ho Chung

Department of Architecture, Chonnam National University

ABSTRACT

There are tasks that eliminate energy poverty, so we have to achieve zero carbon emission village with energy welfare for island. This paper is about the renewable energy model village. For the suitable model, this have optimization and sensitivity analysis of renewable energy, analysis of Yeosu weather that influence renewable energy and considerations for home and town. As the results as follows:

First, as paper research, there are PV, wind turbine, geothermal and sea water that apply energy to model village. Second, hybrid energy system, wind turbine and PV, is for suit in island village. Third, for the first energy saving technology is applied to green village. Finally, we make the energy self-sufficient plan that contains full energy for support island.

Key words: Renewable energy, Model village, Island village, Energy self-sufficient village

1. 서론

화석에너지의 고갈문제와 기후변화문제에 대한 대응방안, 에너지 공급방식이 중앙공급식에서 지방분산화 정책으로 전환, 신·재생에너지의 녹색산업이 미래산업, 차세대산업을 선도 등의 온난화를 대비한 새로운 개발·성장이 세계적으로 논의되고 있다.

현대 인간의 삶에 전반에 중요한 영향을 미치는 에너지는 밀도와 경제적 특성을 지니고 있어, 사회적 약자에게 에너지 빈곤의 문제를 야기시키고 있다. 이러한 특성은 사회·지리적으로 멀리 떨어진 도서지역에 더욱 심화되는 경향이 있다. 이 심화는 에너지 이용에 많은 비용을 들이면서도 이용자들이 만족할 만한 수준을 이끌지 못한다. 따라서 기존의 그리드(전력망) 없이 일정지역에서 발전하여 에너지를 이용하는 신재생에너지의 공급은 도서나 벽지와 같은 지리적 한계를 지닌 곳에 우선적으로 적용되어야 하는 대안이다.

정부와 지자체의 비용으로 조성되는 에너지 자급·자족하는 약 50호 규모의 환경친화적인 시범마을인 그린빌리지(Green Village) 사업은 단순히 신·재생에너지 공급에만 치우친 한계를 가지고 있다. 따라서 에너지 체계 전환이 아닌 진정한 살기 좋은 마을을 구축하여 이용자의 만족도를 증가시킬 필요가 있다. 또한 새마을운동 등으로 '70~80년대 급속히 개선된 마을의 쾌적한 생활환경 개선요구와 생활패턴 변화에 따른 미래 대응형 도서마을 모델 필요성이 있다.

본 연구는 신·재생에너지 도서마을 조성에 관한 연구로서 여수지역 도서에 적합한 모델을 만드는데 그 목적이 있다. 연구 목적을 달성하

기 위하여 신·재생에너지의 경제적 타당성 분석, 자연의 영향을 가장 많이 받는 신·재생에너지 적용을 위한 여수 기후분석, 에너지 이용 분석과 건축 및 단지계획적 측면에서 고려사항을 살펴 결론을 이끌었다.

2. 신·재생에너지 타당성 분석

2.1.1 호머

본 연구에서는 신·재생에너지 시범마을에 에너지 부하 타당성 분석을 위해 Homer V2.67을 사용한다.

호머(HOMER) 송전선로 및 비송전선로의 독립(stand-alone), 송전(remote), 분산발전(distributed generation, DG)을 디자인을 위한 평가 옵션을 다루는 컴퓨터 모델이다.¹⁾ 2000년 미국의 NREL(National Renewable Energy Laboratory)에서 개발되었다. 호머의 시뮬레이션(Simulation), 최적화(optimization) 및 민감도 분석(sensitivity analysis)은 수많은 기술적 옵션의 경제성 평가 및 기술적인 타당성을 검토하고 에너지자원 가용성과 기술적 비용의 다양성을 계산할 수 있게 해 준다. 또한 신·재생에너지 뿐만 아니라 기존의 에너지에도 사용할 수 있다. 경제성 평가는 초기투자비, 프로젝트 총기간 동안의 고정 운영비와 발생하는 수입으로 계산하게 된다.

호머는 크게 발전, 저장, 부하의 부분으로 나뉜다. 에너지 발전은 광전지(solar photovoltaic, PV), 풍력(wind turbine), 수력(run-of-river hydro power), 발전기(generator: diesel, gasoline, biogas, alternative and custom fuels, cofired), 송전(electric utility grid), 미세

풍력(microturbine), 연료전지(fuel cell)을 다룰 수 있다. 저장은 배터리(battery bank), 수소(hydrogen)이며, 부하는 계절에 따른 일부하량, 축열, 효율도 등이다.

2.1.2 순현재비용

초기투자비와 프로젝트 총 기간 동안의 고정 운영비와 발생하는 수입의 합. 프로젝트 기간 동안 발생하는 모든 비용과 수입을 할인율을 사용하여 미래의 현금 흐름을 현재 가치화한 것이다. 총비용에는 초기 설치비와 설비 교체비, 유지비, 연료비, 전력망으로부터 전력을 구입하는 비용이 포함되며 수입에는 계통에 전력을 판매함으로써 얻어진 수입을 포함한다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Min}(NPC) = \sum_{i=1}^n \frac{K_{t+i} + RP_{t+i} + OM_{t+i}}{(1+i)^i}$$

r : 이자율

K_{t+i} : $t+i$ 년도의 초기투자비

RP_{t+i} : $t+i$ 년도의 교체비용

OM_{t+i} : $t+i$ 년도의 운영유지비

2.1.3 발전당 비용

1kW를 생산하는데 드는 비용은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} LCOE &= \frac{C_{ann, tot}}{E_{prim} + E_{def} + E_{grid, sale}} \\ &= \frac{C_{NPC} \times CRF(i, N)}{E_{prim} + E_{def} + E_{grid, sale}} \end{aligned}$$

$C_{ann, tot}$: 매년지불비용

i : 이자율

N : 프로젝트 기간

$CRF(.)$: 자본회수율

E_{prim} : 초기부하

E_{def} : 자연부하

$E_{grid, sales}$: 전력망에 판매할 수 있는 연간 총량

2.1.4 자본회수율

프로젝트 N 년 동안 이자율 i 때 자본금 회수율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$CRF(i, N) = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

2.1.5 현재가치

프로젝트 수행 N 년 동안 매년 C 을 불입한 후 불입한 금액의 현재가치는 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned} C_{NPC} &= \frac{C_{ann, tot}}{CRF(i, N)} \\ &= C_{ann, tot} \frac{(1+i)^{N-1}}{i(1+i)^N} \end{aligned}$$

3. 기후분석 및 에너지 부하

3.1 여수 기후

연구대상지인 여수는 북위 34.44° 동경 127.44°을 기준으로 할 때 전국에서 일사량이 가장 풍부한 지역으로 일조시간은 2,423시간이며, 일사량은 3,331 kcal/m²로 전국평균 3,092 kcal/m²보다 240kcal/m²나 많으며 서울의 2,802 kcal/m²보다는 무려 290kcal/m²이나 높은 지역이다.²⁾

일사량이 가장 적은 달은 12월로 2.505 kWh/m²/d이며 가장 많은 달은 5월로 5.776 kWh/m²/d로 12월 일사량의 2배를 넘어 월별 편차가 매우 높다. 일일 평균 일사량은 4.29kWh/m²/d이다. 이상의 월별 일사량과 변화폭을 정리하면 <Fig 1>과 같다.

연평균기온 14.1℃, 연평균 강수량 1,407.5 mm으로 고온 다조지역에 속한다. 이는 태양광에 의한 신재생에너지 시범마을의 최적지임을 보이고 있다.

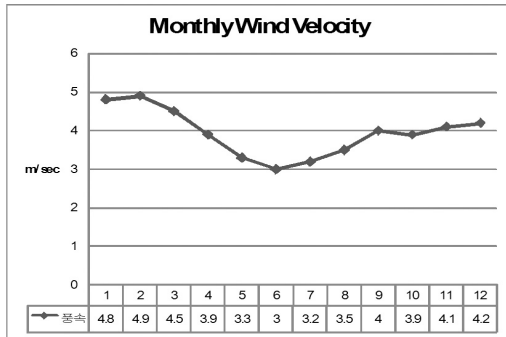


Fig 1. Monthly Wind Velocity in Yeosu

또한 해상에서 불어오는 양질의 바람자원과 수심 5~20m의 리아스식 해안으로 풍력·조류 발전 최적의 입지여건 보유하고 있다. 여수의 연평균풍속 3.9m/s이다. 6월에 풍속이 가장 낮

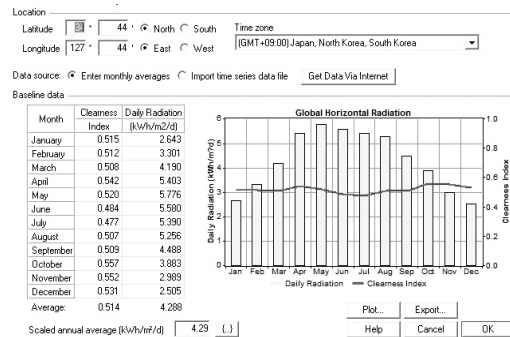


Fig 2. Monthly Global Horizontal Radiation in Yeosu

은 3m/s이며 2월에 4.9m/s로 편차가 2m/s이다. 비록 지표면에서 최저 3m/s이지만 고도가 올라갈수록 풍속이 기하급수로 증가하는 바람의 특성상^{3),4),5)} 풍력발전 이용도 고려할만 하다.

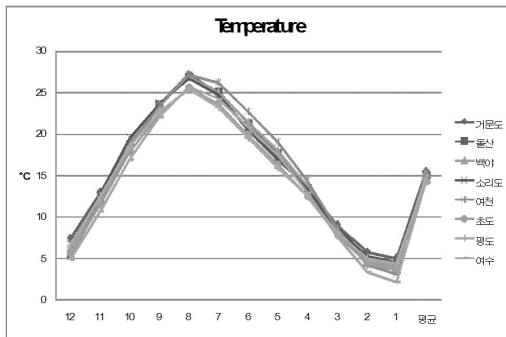


Fig 3. Monthly Temperature by Zone

여수시 관내 기상관측소는 여천(공), 여수, 돌산, 소리도, 백야, 거문도, 초도, 평도 등에 자동 기상 관측장비 (Automatic Weather System: AWS)가 설치되어 있다.

기상관측소의 위치에 따라 권역을 구분하면 크게 울촌, 연수, 돌산, 금오, 화양, 거문, 초도 및 평도로 7개 지구로 나눌 수 있다.

본 연구에서 이용되는 기상 자료는 기상관측소 여천(공), 돌산, 소리도, 백야, 거문도의

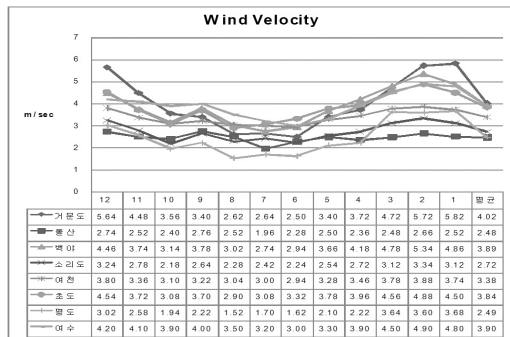


Fig 4. Monthly Wind Velocity By Zone

AWS 기상관측자료 2004년부터 2008년까지의 5년간 자료를 평균하여 기상자료로 사용하였으며, 여수지구의 자료는 여수의 대포깎으로 여수기상대에서 제공하는 표준 값을 사용하였다.

기상 자료에 따르면 권역의 구분에 따른 온도의 차이의 거의 없다. 그러나 권역별로 풍속은 매우 다양한 양태를 보이는데 거문도의 평균 풍속이 4.02m/s로 가장 높고 돌산이 2.48m/s

로 가장 낮게 나타났다. 모든 권역에서 6월부터 8월까지의 풍속이 연중 가장 낮은 값을 보이고 있다.(<Fig 3>, <Fig 4> 참조)

3.2 일반가정의 에너지 부하

가정에서 사용하는 에너지는 크게 난방, 취사, 냉방, 조명 및 전기기구 사용으로 나누고, 이를 에너지원별로 전력 및 도시 가스로 구분하여 가구당 요구 전력량을 산정하면 다음과 같다.

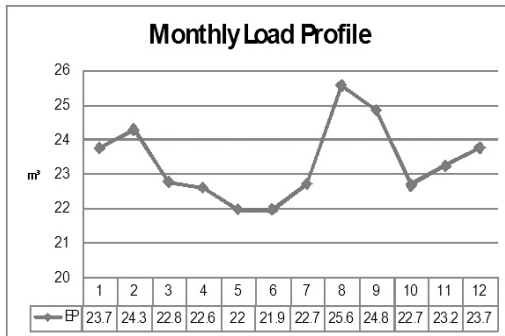


Fig 5. Monthly Load Profile of household

● 조명 및 전기기구, 냉방

가구당 월평균 전력소모량은 280kW/월(에너지 관리공단, 2008. 1.)이다. 가정 월별 전력 소모량을 <Fig 5>과 같다.

가정용 월별 전력 소비량은 난방과 냉방 부하가 가장 낮은 6월에 21.9 kW로 가장 낮으며, 대부분 전력외의 다른 에너지를 난방으로 사용하는 가정의 특성상 냉방부하가 8월에 25.6 kW의 가장 높은 전력 부하가 나타나는 특성을 보이고 있다.(<Fig 6> 참조)

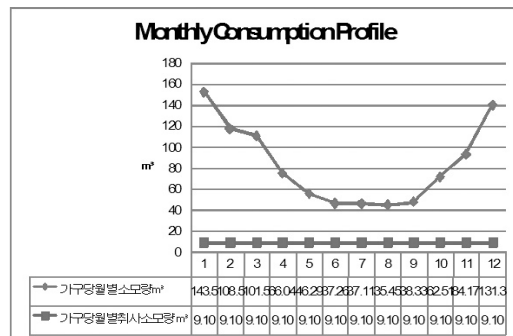


Fig 6. Monthly Gas Consumption Profile of household

● 난방, 취사, 온수

대부분의 가정에서 조명외의 난방, 취사, 온수의 에너지원으로 도시가스 및 등유 등을 이용하고 있다. 따라서 전력외의 난방, 취사, 온수를 위한 열용량을 파악하기 위하여 도시가스의 이용 분포를 파악하여 가정 월별 난방, 취사, 온수의 에너지량을 파악하고자 한다.

가구당 연 892m³의 도시가스를 소비하며, 취사용 도시가스소비량 109.7m³⁷⁾이다. 가스량의 부하는 전국의 수요량(2003년도)을 정규화(normalize)한 후, 월별 부하를 추정하였다⁸⁾. 취사용 연료 사용은 월평균 고르게 분포한다고

가정하여 월 9.1m³으로 할당하였으며, 난방용 연료 소모량은 2003년도 가정의 도시가스 소모량을 기준으로 연 가스소모량 892m³을 월별로 할당하였다. 이를 정리하면 <Fig 6>과 같다. 8월에는 단순히 온수 사용을 위한 도시가스 소모량으로 85.45m³을 소모하며, 1월은 난방에너지 소모가 가장 많은 143.5m³을 소모한다. 5월부터 9월까지의 난방부하가 거의 없어 도시가스 소모량이 적게 나타난다.²⁾

● 가정에너지

에너지의 통일체계를 위하여 석유환산톤

(TOE, Ton Oil Equivalent)을 이용하여 도시 가스 발열량 $11,000\text{kcal/Nm}^3$, 전기 발열량 $2,500\text{kcal/kWh}$ 를 적용하여 도시가스를 전기로 환산한 난방, 취사의 전기량 값과 월별 전력 소모량을 함께 표현하면 <Fig 7, 8>과 같다.

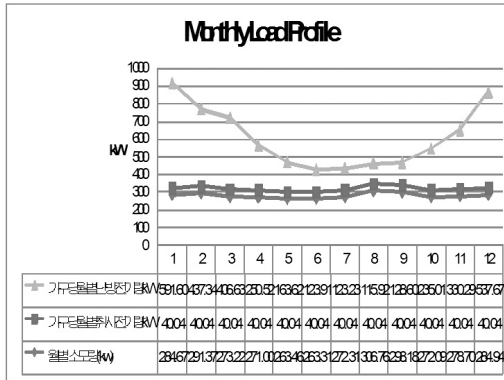


Fig 7. Monthly Load Profile of household

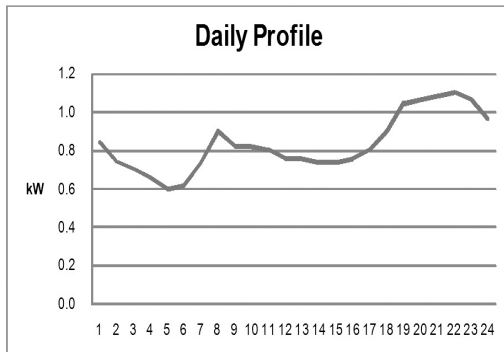


Fig 8. Daily Load Profile of household

가정에서 필요한 난방, 취사, 조명 및 전기 기구의 에너지 부하가 합쳐진 상태에서의 에너지 부하는 1월이 916.31 kW로 가장 높고 6월이 427.25 kW로 가장 낮게 나타났다. 시간대 별로 보면 아침 식사전후와 19시부터 23시까지 가정에서 에너지 소모가 가장 많이 일어난다.

4. 도서 마을 에너지 부하 분석

4.1 구성요소

Off-Grid System의 모의실험을 위해 다음과 같이 구성요소를 설정한다.

호머 프로그램의 단위가 \$이므로 환율은 1,200 W/\$, 디젤유는 리터당 1,400 W/ℓ 으로 설정한다. 이후 값은 기본적으로 지식경제부의 2009년 신·재생에너지 원별 상한설치단가를 달러로 환산하였다. PV는 고정식으로 설치하고 수명 20년에 kW당 \$7,700, 매년 \$50의 유지 관리비가 소요된다. Wind Turbine(WT)은 평균 풍속이 4m/sec인 여수 풍속을 감안하여 지상 25m에서 10m/sec 내외에서 정상 가동하는 'Energie PGE' 사의 PGE25모델을 사용하며, 출력은 AC 25kW이며 가격은 \$6,000/kW, 년 운영비는 \$60로 설정하였다. 발전기는 100kW급으로 설정하였으며 시간당 운영비는 \$0.06/hr, 내구연한을 총 5,000시간으로 설정하였다.

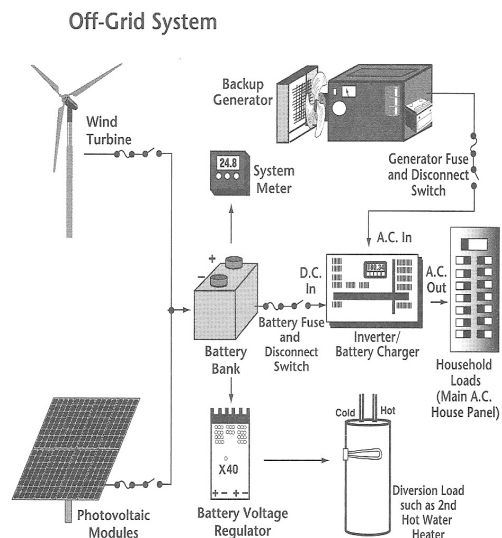


Fig 9. Off-Grid System

<Table 1> Components for off-grid system

Component	Item	Price(\$)	O&M(\$)	Life	Remark
Solar Energy		\$7,700/kW	\$50/yr	20yr	
Battery	Trojan 16p	\$400/battery	\$5/yr	1,075 kWh/battery	
Converter		\$1000/kW	\$100/yr	15yr	
Generator		\$300/kW	\$4/hr	5000hr	
Wind turbine	PEG20/25	\$6000/kW	\$60/yr	15yr	windustry.org

Diesel Generator, 1,200W/\$, Diesel= 1,400W/ℓ

변환기는 \$1000/kW, 유지비는 년 \$100에 15년의 내구연한을 설정하였다. 배터리는 360Ah, 6Volt의 Trojan L16p로 배터리 당 \$360, 년 \$5의 유지 관리비, 내용연한을 1,075 kWh로 설정하였다. 이상을 정리하면 <Table 1> 과 같다.

4.2 20호 규모 도서 마을 에너지 부하 분석

20호 가구의 에너지 소모량을 호머를 이용하여 추정한다. 추정한 결과 난방에 의한 에너지 소모가 많은 겨울철 피크시 35.5kW, 평균적으로 16.6kW가 필요하며, 매일 399kWh의 발전량이 필요하다.

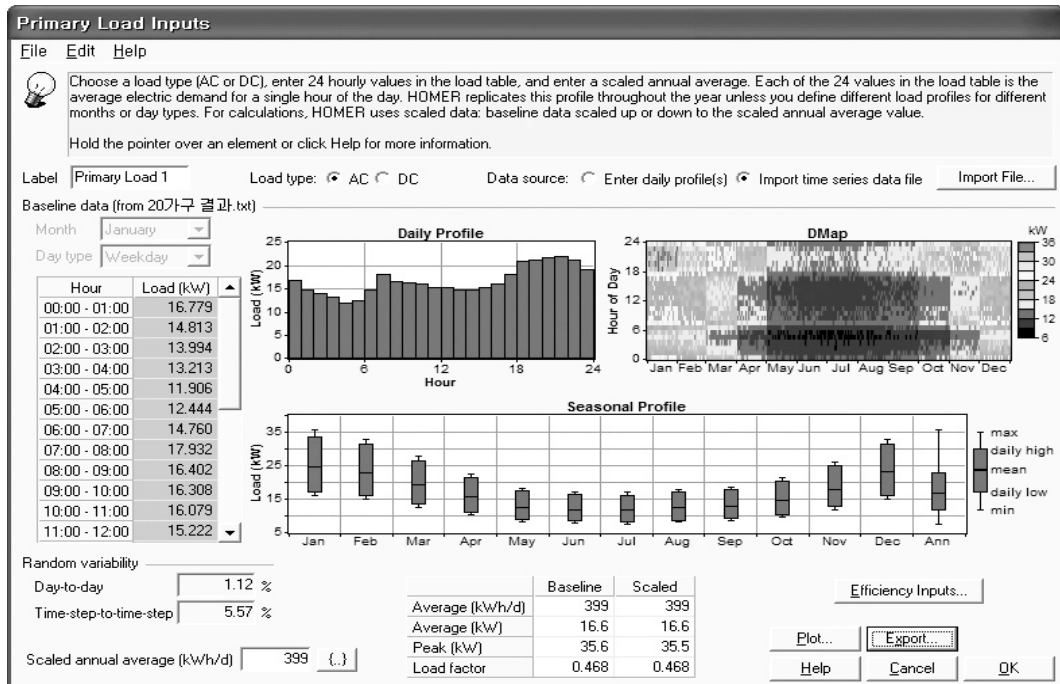


Fig 10. Households Energy consumption

• 평도

가구수가 20호인 평도를 대상으로 신·재생 에너지 자립마을 모의실험 결과는 <Table 2>와 같다.

초기 비용이 가장 적게 드는 최적안은 PV를 사용하지 않고, 25kW급 터빈 10개, 25kW급 백업용 디젤 발전기, 배터리(360Ah, 6Volt) 20개, 컨버터 10kW로 구성하였을 때(#1)

NPC(순현재비용)은 \$976,226이고 운영비는 \$57,017이며, 생산단가는 0.429\$이다. 그러나 비용 측면을 떠나 신·재생에너지의 비율이 70%에 불과한 값으로 시범마을에 적용하기에는 무리가 따른다. 따라서 <Table 2>에 나와 있는 표를 참조하여 신·재생에너지 비율, 운영비용, 생산단가, 순현재비용 등을 고려하여 목적에 많은 발전 조합을 선택해야 한다.

<Table 2> Detailed optimization results of 20 households for Yeon-do

	PV	Wind Turbine	Gene rator	Battery	Con verter	Initial Capital	Operating Cost	Total NPC	COE	RE. Frac.	Diesel	MI
	kW	PGE25	kW	L16P	kW		\$/yr		\$/kWh		L	hrs
1		10	25	20	10	\$85,500	57,017	\$976,226	0.429	0.7	34,719	6,198
2		10	25	50	20	\$107,500	55,669	\$977,160	0.429	0.7	32,774	5,490
3		10	25	20	20	\$95,500	57,226	\$989,485	0.435	0.7	33,664	5,795
4		10	25	50	10	\$97,500	57,397	\$994,164	0.437	0.7	34,505	6,152
5		5	25	50	20	\$77,500	59,825	\$1,012,096	0.445	0.52	35,957	5,988
6		10	25	100	20	\$127,500	56,753	\$1,014,105	0.446	0.7	32,750	5,493
7		20	25	20	10	\$145,500	55,676	\$1,015,272	0.446	0.83	32,451	5,733
8		5	25	20	10	\$55,500	61,799	\$1,020,927	0.449	0.51	38,460	6,930
9		5	25	20	20	\$65,500	61,424	\$1,025,067	0.451	0.52	36,995	6,388
10		20	25	50	20	\$167,500	55,128	\$1,028,707	0.452	0.83	31,099	5,250
11		20	25	50	10	\$157,500	55,903	\$1,030,821	0.453	0.83	32,146	5,661
12	10	10	25	50	20	\$184,500	54,213	\$1,031,422	0.453	0.73	29,790	4,776
13	10	10	25	100	20	\$204,500	53,157	\$1,034,917	0.455	0.73	29,588	4,715
14		10	25	100	10	\$117,500	58,848	\$1,036,826	0.456	0.7	34,497	6,153
15		20	25	20	20	\$155,500	56,423	\$1,036,943	0.456	0.83	31,819	5,480
16		5	25	50	10	\$67,500	62,296	\$1,040,698	0.457	0.51	38,343	6,916
17		5	25	100	20	\$97,500	60,451	\$1,041,875	0.458	0.52	35,979	6,014
18	10	10	25	20	10	\$162,500	56,418	\$1,043,871	0.459	0.73	33,018	6,178
19	10	5	25	50	20	\$154,500	57,551	\$1,053,572	0.463	0.57	32,590	5,213
20	10	10	25	20	20	\$172,500	56,514	\$1,055,371	0.464	0.73	31,453	5,505

4.3 30호 규모 도서 마을 에너지 부하 분석

30호 가구의 에너지 소모량을 호머를 이용하여 추정한다. 추정한 결과 난방에 의한 에너지

소모가 많은 겨울철 피크시 53.4kW, 평균적으로 25kW가 필요하며, 매일 600kWh의 발전량을 필요로 한다.

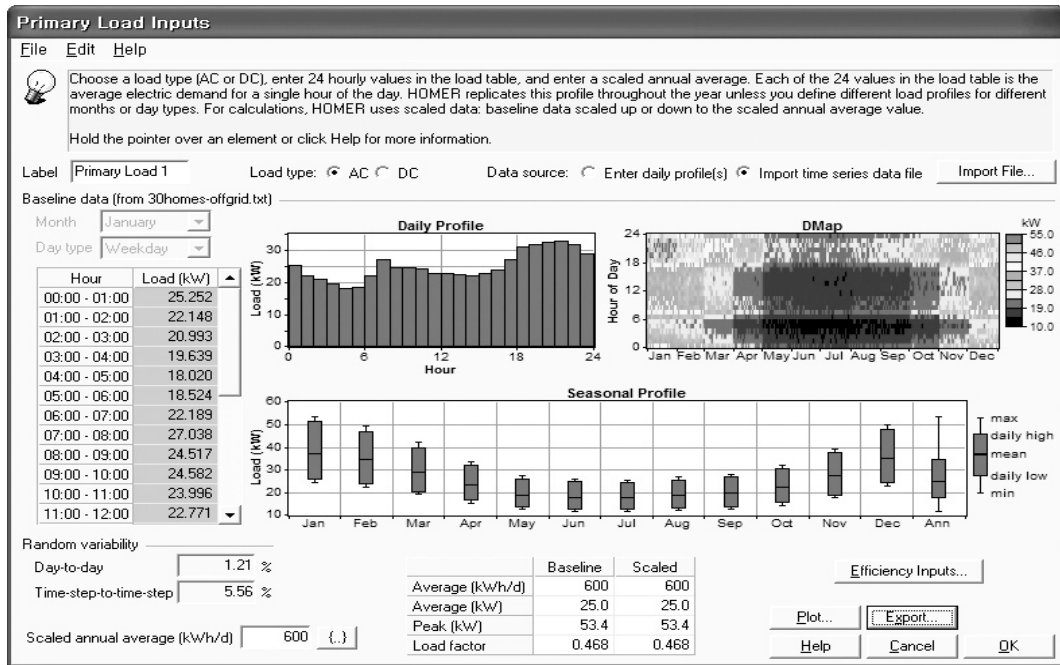


Fig 11. 30 Households Energy consumption

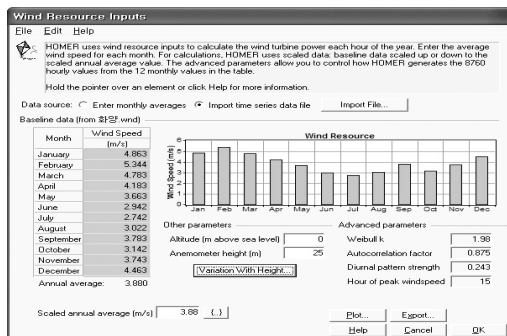


Fig 12. Wind resource inputs

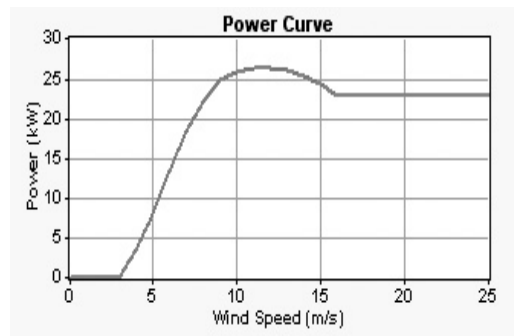


Fig 13. Power vs wind speed

● 화양지구(상화도)

자가발전설비가 있는 상화도를 대상으로 화양지구 기상정보에 따라 30호 규모의 신·재생 에너지 시범마을의 최적안에 대한 결과 중 순현재비용에 따라 정리한 내용은 <Table 3>과 같다.

최적안은 PV를 사용하지 않고, 25kW급 터빈

20개, 50 kW급 백업용 디젤 발전기, 배터리 (360Ah, 6Volt) 100개, 컨버터 20kW로 구성하였을 때(#1) NPC(순현재비용)은 \$949,559 이고, 운영비는 \$48,301이며, 생산단가는 0.278\$이다. 아직까지 PV의 가격이 높은 관계로 PV를 설치하면 NPC 및 O&M 등의 비용은 증가한다.

<Table 3> Detailed optimization results of 30 households for Sanghwa-do

PV	Wind Turbine	Generator	Battery	Converter	Initial Capital	Operating Cost	Total NPC	COE	RE Frac.	Diesel	MI
kW	PGE25	kW	L16P	kW		\$/yr		\$/kWh		L	hrs
1	20	50	100	20	\$195,000	48,301	\$949,559	0.278	0.96	24,078	2,232
2	10	50	100	20	\$135,000	52,269	\$951,549	0.278	0.91	27,650	2,595
3	20	50	20	20	\$163,000	52,573	\$984,293	0.288	0.95	28,540	2,985
4	20	50	20	10	\$153,000	53,995	\$996,509	0.291	0.95	30,135	3,238
5	10	50	20	20	\$103,000	57,200	\$996,588	0.291	0.9	32,618	3,457
6	20	50	10	10	\$149,000	54,866	\$1,006,122	0.294	0.95	30,823	3,327
7	30	50	100	20	\$255,000	48,489	\$1,012,507	0.296	0.97	22,927	2,114
8	20	50	50	20	\$175,000	53,619	\$1,012,640	0.296	0.95	27,637	2,747
9	20	60	100	20	\$198,000	52,287	\$1,014,839	0.297	0.96	26,062	2,232
10	10	50	50	20	\$115,000	58,069	\$1,022,166	0.299	0.9	31,543	3,179
11	20	50	50	10	\$165,000	54,870	\$1,022,185	0.299	0.95	30,135	3,238
12	10	50	100	20	\$212,000	52,272	\$1,028,605	0.301	0.91	26,783	2,607
13	10	60	100	20	\$138,000	57,017	\$1,028,732	0.301	0.9	30,037	2,595
14	10	50	100	20	\$272,000	48,676	\$1,032,428	0.302	0.96	23,431	2,257
15	20	50	10	20	\$159,000	56,141	\$1,036,046	0.303	0.95	30,823	3,327
16	20	50	5	10	\$147,000	57,111	\$1,039,189	0.304	0.95	32,242	3,510
17	30	50	20	20	\$223,000	52,256	\$1,039,349	0.304	0.97	27,005	2,805
18	30	50	20	10	\$213,000	52,975	\$1,040,573	0.304	0.97	28,165	2,999
19	30	50	10	10	\$209,000	53,351	\$1,042,448	0.305	0.97	28,559	3,050
20	10	50	20	10	\$93,000	61,133	\$1,048,017	0.306	0.89	35,806	3,924

● 여수지구(소여자도)

자가발전설비가 있는 소여자도를 대상으로 에너지 자립섬 모의실험은 여수지구 기상정보에 따라 30호 규모의 신·재생에너지 시범마을의 최적안에 대한 결과 중 순현재비용에 따라 정리한 내용은 <Table 4>와 같다.

최적안은 PV를 사용하지 않고, 25 kW급 터빈

10개, 50 kW급 백업용 디젤 발전기, 배터리 (360 Ah, 6 Volt) 100개, 컨버터 20 kW로 구성하였을 때 (#1) NPC(순현재비용)은 \$951,479이고, 운영비는 \$52,264이며, 생산단가는 0.278\$이다. 신·재생에너지 비율은 91%을 보인다.

<Table 4> Detailed optimization results of 30 households for Soyeoja-do

PV	Wind Turbine	Generator	Battery	Converter	Initial Capital	Operating Cost	Total NPC	COE	RE Frac.	Diesel	MI
kW	PGE25	kW	L16P	kW		\$/yr		\$/kWh		L	hrs
1	10	50	100	20	\$135,000	52,264	\$951,479	0.278	0.91	27,890	2,608
2	20	50	100	20	\$195,000	48,839	\$957,971	0.28	0.96	24,634	2,286
3	20	50	20	20	\$163,000	52,391	\$981,451	0.287	0.95	28,594	2,942
4	10	50	20	20	\$103,000	56,874	\$991,494	0.29	0.9	32,624	3,406
5	20	50	20	10	\$153,000	53,714	\$992,120	0.29	0.95	30,105	3,177
6	20	50	10	10	\$149,000	54,390	\$998,690	0.292	0.95	30,678	3,251
7	20	50	50	20	\$175,000	53,263	\$1,007,084	0.294	0.95	27,653	2,716
8	10	50	50	20	\$115,000	57,549	\$1,014,028	0.296	0.9	31,469	3,128
9	20	50	50	10	\$165,000	54,589	\$1,017,799	0.297	0.95	30,105	3,177
10	30	50	100	20	\$255,000	49,185	\$1,023,373	0.299	0.97	23,545	2,174
11	20	60	100	20	\$198,000	52,977	\$1,025,611	0.3	0.96	26,714	2,286
12	20	50	10	20	\$159,000	55,666	\$1,028,614	0.301	0.95	30,678	3,251
13	10	60	100	20	\$138,000	57,044	\$1,029,152	0.301	0.91	30,299	2,608
14	20	50	5	10	\$147,000	56,637	\$1,031,785	0.302	0.95	32,096	3,434
15	10	50	100	20	\$212,000	52,546	\$1,032,880	0.302	0.91	27,192	2,630
16	30	50	20	10	\$213,000	52,621	\$1,035,057	0.303	0.97	28,087	2,933
17	30	50	20	20	\$223,000	51,985	\$1,035,113	0.303	0.97	27,002	2,757
18	30	50	10	10	\$209,000	53,019	\$1,037,273	0.303	0.97	28,497	2,986
19	10	50	20	10	\$93,000	60,493	\$1,038,032	0.303	0.89	35,576	3,832
20	10	50	100	20	\$272,000	49,167	\$1,040,090	0.304	0.96	23,969	2,296

4.4 도서형 시범마을 구축에 필요 사항

상화도를 대상으로 녹색 시범마을 조성시 필요사항은 <Fig 14>와 같다. 섬의 급경사에 위치한 주택은 대지 규모가 적고, 여유 공간이 없다. 이러한 섬마을의 특성은 개별가구별 신·재생에너지 공급보다는 집단화하여 공급하는 것이 바람직하게 보인다.

태양광발전을 위한 태양전지판은 10 m²당 1.5 kW의 전력을 발전하는 점을 고려하여 적절한 공간이 필요하다. 또한 태양 전지판이 추적식이 아닌 고정식의 경우 정남향으로 설치하여 최대 효율을 얻도록 한다.

풍력은 소음문제를 피하고 적절한 풍속을 얻기 위하여 마을에서 최소 20 m이상 이격된 섬 정상에 설치하는 것이 바람직하다.

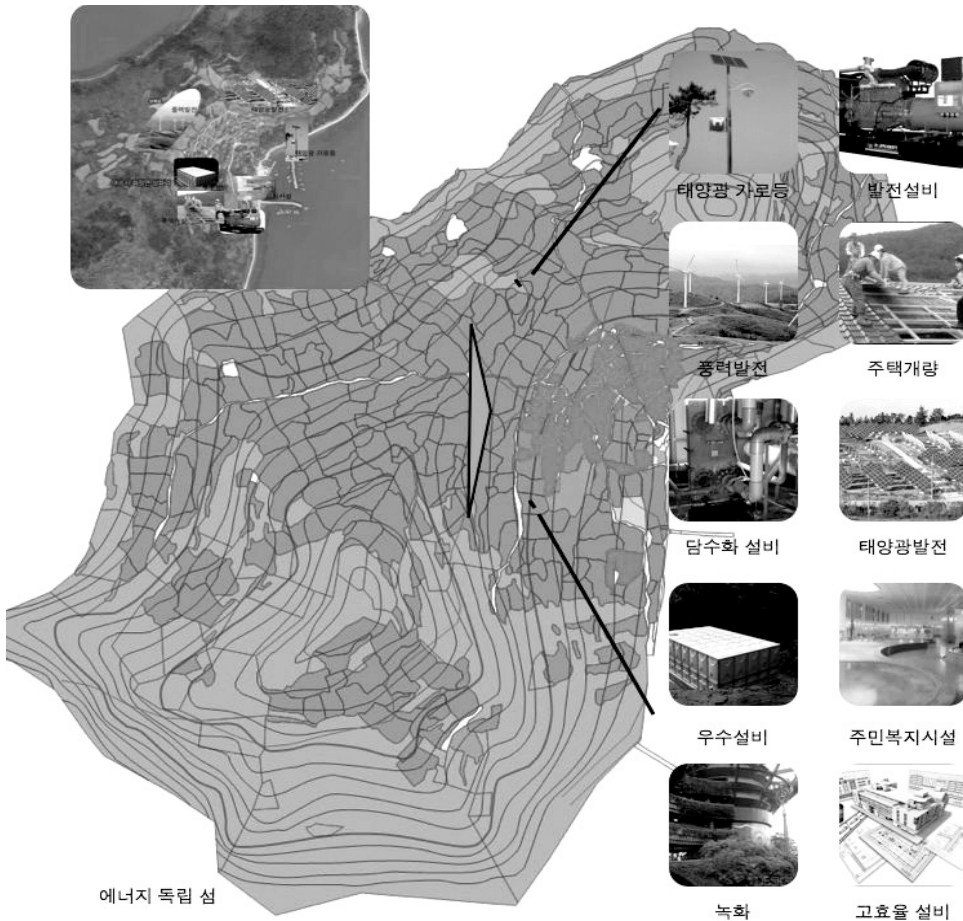


Fig 14. Island type Renewable energy model village

살기 좋은 마을 되기 위해서 필요한 단지계획적 측면들은 아래와 같다.

- 신·재생에너지 시범 마을 효과를 극대화하기 위한 주택개량 및 단열 보강
- 가로등·마을회관·공동 목욕탕과 같은 주민 복지시설 및 이용에너지 고려
- 오수시설·담수화 시설 및 에너지 부하 고려
- 우수 재활용을 위한 집수설비·집수정(연못) 필요
- 가구별 신·재생에너지 공급보다는 집단화 필요
- 태양광발전을 위해 1kW당 10㎡의 남향의 대지 필요
- 풍력발전 설비의 소음을 고려 마을에서 최소 200m 이상 이격
- 컨버터·배터리 시설을 위한 공간 확보
- 여수 가구당 평균 인원이 3.1인/호 점과 도서 거주자가 노령화됨을 감안한 무장애 공간과 설비의 단순화

이상의 내용을 대지, 건축 및 에너지 요소와 개발유형에 따른 적용을 정리하면 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Components for Model village

Model village	Development type	Rebuild
Site	Eco friendly site	△
	국지성 기후대비	△
	Prepare for micro weather	△
	Plant	△
	Rain	△
	Eco pond	
	Welfare facilities	○
	Streetlight	○
Building	WindRoad	
	Building green	○
	HI efficiency facilities	△
	Ultra insulation	△
	Using daylight	
	Passive solar system	
	Gray water	
	Eco friendly materials	△
Energy	Using waste	
	Recycling	
	Solar	○
	Solar thermal	○
	Geothermal	
	Sea water thermal	○
	Wind power	○
	Biomass	
	Self-sufficiency	100%

○: Utilization △: Partly utilization

5. 결론

본 연구 과제는 2012년 여수엑스포의 성공적인 개최를 위하고 지역사회 발전을 도모하기 위한 여수시 신·재생에너지 녹색시범마을 조성에 관한 연구로서 신규 및 기존 주거지 개선에 따른 법적, 제도적, 기술적, 정책적, 이용자적, 사회적 특성을 파악하여 가이드라인을 제시하고 모형구축과 소요비용을 포함한 유지관리 시뮬레이션에 의한 평가에 그 최종 목표를

두고 수행되었다. 연구목적에 부합하여 진행된 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 문헌 연구를 통하여 신·재생에너지의 특성을 살펴본 결과 시범마을 구성에 현실적으로 적용가능한 에너지는 태양광발전, 풍력, 지열, 해수열 등이 있다.

둘째, 신·재생에너지는 기후에 영향을 많이 받는데, 여수 기후는 여름철의 많은 일사량과 바람 많은 겨울철의 특성에 맞춰 태양광 및 풍력 발전의 조합이 신·재생에너지 이용 비율을

높일 수 있다.

셋째, 신·재생에너지 시범마을은 국가정책 저탄소·녹색성장을 추구해야 한다. 따라서 저탄소에 대한 노력을 먼저 경주한 후 녹색성장을 추구해야한다. 즉 주택 및 마을내 에너지 부하 저감노력, 고효율 설비 적용 또한 신·재생에너지 이용과 함께 고려한다.

넷째, 도서형은 신·재생에너지를 이용하여 에너지 자립 마을 개념으로 냉·난방, 전력, 조명, 취사, 복지시설 운영에 필요한 모든 에너지를 공급하는 계획이 필요하다.

이상의 결과는 모의실험과 문헌검토를 통하여 얻었으며, 향후 보다 세부적이고 실천적인 계획을 위해서는 보다 상세한 연구가 필요로 한다. 더불어 여수시가 추구하는 기후보호 시범도시가 되기 위해서는 빠른 시범마을 구축과 모니터링, 저변확대 등 실천적인 전략 또한 필요하다.

사사

본 연구는 환경부지정 전남지역환경기술개발센터의 연구비지원에 의해 수행한 연구과제의 일부임

참고문헌

1. Homer Energy, <http://www.homerenergy.com/> (2009. 2).
2. 기상청, <http://www.kma.go.kr/> (2009. 1).
3. Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects, John Wiley & sons(2009).
4. 김석권, 풍력발전 기술자료와 신재생 에너지의 사례집, 신기술(2009).
5. 지식경제부, 신·재생에너지 백서 2008, (2009).
6. 에너지관리공단, <http://www.kemco.or.kr/> (2009. 3).
7. 에너지경제연구원, 2005년 에너지총조사보고서(2006).
8. 한국사회과학데이터센터, <http://www.ksdc.re.kr/databank/> (2009.1).
9. William H. Kemp, The Renewable Energy Handbook, Aztext Press(2005).
10. 여수시, 여수시 통계연보(2004).