

저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구  
The Policy Directions for Apartment Design Mitigating Greenhouse Gas  
Emissions

조상규 Cho, Sang Kyu  
이진민 Lee, Jin Min

AURI- -2010-7

Policy Directions for Apartment Design Mitigating Greenhouse Gas Emissions

: ,  
:  
:  
: 385-2008-00005  
: 2010 12 24 , : 2010 12 31  
:  
1591 B 301  
: 031-478-9600, : 031-478-9609  
<http://www.auri.re.kr>  
가 : 8,000 , ISBN: 978-89-93216-66-0

\*

**2010년 경제·인문사회연구회 녹색성장 종합연구 총서**  
**“저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구”**

**1. 녹색성장 종합연구 총서 시리즈**

녹색성장 종합연구 총서 일련번호	연구기관 고유 일련번호	연구보고서명	연구기관
10-02-13	AURI-기본-2010-7	저탄소 에너지절약형 공동주택 디자인을 위한 정책방향 연구	건축도시공간 연구소

**2. 참여연구진**

연구기관		연구책임자	참여연구진
주관 연구 기관	건축도시공간연구소	조상규 부연구위원	이진민 연구원

\* 해당 기관 양해 하에 건축도시공간연구소의 AURI-기본-2010-7을 경제·인문사회연구회  
 녹색성장 종합연구 총서 10-02-13로 발간함



1

가  
 , 가

가  
 , 2009  
 , 10~15% 가  
 , 2010 6 15~20%

가 , 가  
 , ,  
 가  
 가 ,  
 가  
 가  
 가  
 가

(UNCED) 2005 2 가 , 2020 BAU 30%(2005 Post-1992 6 12 가 .

가 , 가 , 가 (primary energy, or source energy)

. 2006 1 43.6%, 24.3%, 15.9%, LNG가 13.7% , 97%

5% 가 .

가 .

가 ,

가 ,

가 .

가

가 가 6 , 가 5.4% , 가 4.4% .



,  
 .  
 가 가 1% 가 0.6% 가  
 , 가 가 0.76% 가  
 . 가  
 가 , 가  
 3.3m<sup>2</sup> 300  
 .  
 50% 가  
 가 5 가가  
 가  
 가 50% 가  
 가  
 가  
 5  
 ,  
 가 .  
 ,  
 가 가가  
 가 , 가 가  
 , 15~20%  
 .  
 가  
 ,  
 가 , -  
 50% ,



V

## TABLE OF CONTENTS

<b>1</b>	.....	<b>1</b>
1.	.....	1
2.	.....	2
<b>2</b>	.....	<b>5</b>
1. 가	가? .....	5
1) 가	.....	5
2)	.....	6
3) 가	.....	7
2.	.....	9
1)	.....	9
2) 가	.....	10
3)	가 .....	11
3.	가? .....	15
1)	.....	15
2)	.....	16
<b>3</b>	가 .....	<b>19</b>
1. 가 가	.....	19
2.	가 .....	21
3.	가 .....	24
1)	.....	24

2)	.....	26
3)	.....	29
4.	.....	33
<b>4</b>	<b>.....</b>	<b>35</b>
1.	가 .....	35
2.	.....	38
1)	..... (1): .....	38
2)	..... (2): .....	47
3)	.....	48
4)	.....	50
3.	.....	52
1)	.....	52
2)	- .....	52
3)	..... 가 .....	56
4)	.....	61
4.	.....	67
<b>5</b>	<b>.....</b>	<b>69</b>
1.	.....	69
2.	.....	71
	.....	73
Summary	.....	77
	.....	81

## LIST OF TABLES

[ 2-1]	가	.....	9
[ 2-5]	가	.....	10
[ 2-3]	(2009 11 )	.....	12
[ 2-4]	가	.....	13
[ 2-5]		.....	14
[ 3-1]	가 (1990 ~ 2006)	.....	19
[ 3-2]	2006 가	.....	20
[ 3-3]	가	.....	20
[ 3-4]	가 ( )	.....	22
[ 3-5]	가	.....	23
[ 3-6]		.....	25
[ 3-7]		.....	27
[ 3-8]		.....	29
[ 4-1]		.....	44
[ 4-2]	「 (2009.10)」 가	.....	52
[ 4-3]		.....	53
[ 4-4]	가	.....	54
[ 4-5]		.....	54
[ 4-6]	( : MJ)	.....	55
[ 4-7]		.....	55
[ 4-8]	- 가	.....	58
[ 4-9]	가 ( )	.....	61
[ 4-10]	가 ( )	.....	62

## LIST OF FIGURES

[ 1-1]	가 가	.....	1
[ 2-1]	IPCC(2007), 「Climate Change : The Physical Science Basis」	.....	5
[ 2-2]		.....	11
[ 2-3]	Torcellini. et.al.(2006)	.....	17
[ 3-1]	가	.....	21
[ 3-2]	85m <sup>2</sup> ( 30 )1가 가	.....	23
[ 3-3]		.....	26
[ 3-4]		.....	27
[ 3-5]		.....	28
[ 3-6]		.....	28
[ 4-1]	가	.....	37
[ 4-2]		.....	38
[ 4-3]	가	.....	39
[ 4-4]		.....	40
[ 4-5]		.....	46
[ 4-6]	가 가 ( )	.....	63
[ 4-7]	가 가 ( )	.....	64
[ 4-8]	가 ( )	.....	65
[ 4-9]	가 ( )	.....	66

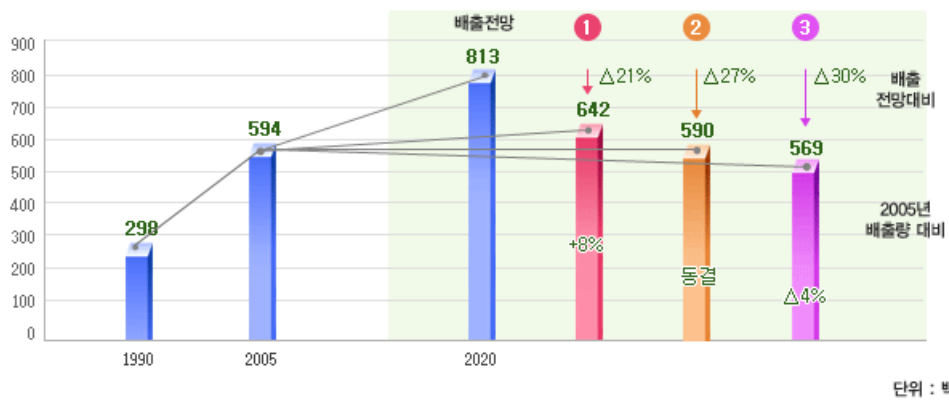


# 1

- 1.
- 2.

## 1.

2009 11 , 2020 가 (BAU<sup>1)</sup> 30%  
 가 가 . 가 2020 가  
 가 5 6 9 2)



[ 1-1] 가 가  
 ( : )

1) Business As Usual , 가 가

2)

가 가 가 가  
. 가 , 가 가 가  
가 가 가 19%  
,  
.  
가 가 가  
, 가 가 .  
가 ,  
가 52%<sup>3)</sup>  
가  
가 . 2009 ,  
,  
10~15% 가 , 2010 6  
15~20% . , 2010 5  
,  
40%~100% 가  
.

## 2.

2025

가 ,  
가

가 .

---

3) 2005



가 .

.

가

가

.

.

가 가

가 ,

.

.

,

가

,

,

가

.

.



## 2

1. 가 가?
- 2.
3. 가?

1. 가 가?

1) 가

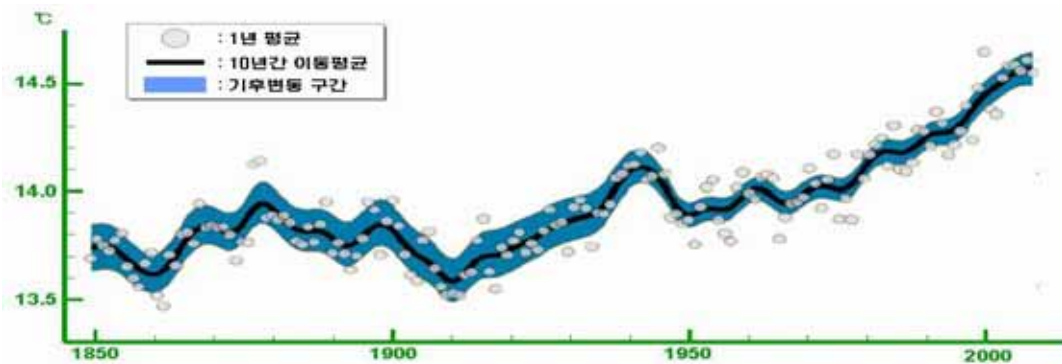
가

100 (1906~2005 )

0.74°C

6.4°C

96 (1912~2008) 1.7°C



[ 2-1] IPCC(2007), 「Climate Change : The Physical Science Basis」

가 . 가

가 , , .

GDP 5~20% (Stern.N., 2006<sup>4)</sup>)

가 . ,

22~49 ,

가 .

가 .

가 가 가 가

가 , .

가 ,

6 5) 가 가

가

가 가

2) 가

가

85%가 ,

가 .

가

1997 2008

---

4) Stern, N. (2006). "Stern Review on The Economics of Climate Change: Executive Summary". HM Treasury, London.

5) 6 가 ( $CO_2$ ), ( $CH_4$ ), ( $N_2O$ ),  
( $HFC$ ), ( $PFC$ ), ( $SF_6$ ) .

2 .

가 ,

가 가

. 2006 1 (primary energy, or source energy)

43.6%, 24.3%, 15.9%, LNG가 13.7% ,

2.5% . 97%

가 .

3) 가

가

가?

가

가

가 .

가

가

1

가

. ,

가가

1kwh

.

가

0.424gco2/kwh

,

0.424g

가

.

,

가

가?

가

.

,

1kwh

1

.

가

가

,

가

.

.

가

가

.

가

가

가

,

가

1 , 가 ,

1

가 .

, 가 ‘ ,  
 . 가  
 가 가 , 1kwh  
 가 가 3kwh 1  
 가 .  
 가 1  
 .  
 가 2020  
 GDP 가 2020  
 . 가 가  
 가 .

## 2.

1)

(UNCED) (UNFCCC) 1992 6  
2005 2 가 1997 12

[ 2-1] 가

2007		<ul style="list-style-type: none"> <li>2009</li> <li>가</li> </ul>
2005		가 1 ('08 ~ '12)
2001		<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
1997		<ul style="list-style-type: none"> <li>37 EU 가</li> <li>※</li> </ul>
1992	UN	<ul style="list-style-type: none"> <li>UN (UNFCCC)<sup>6)</sup></li> </ul>

: (2009). 「 ,

가 가 가 가  
가

(Anthropologic Greenhouse Gas Emission) IPCC

Guideline , 가

- Energy: 화석 연료의 이용에 의한 온실가스 배출을 집계하는 계정
- Industrial Processes and Product Use: 산업 공정 및 제품 이용에 의해 직접 배출되는 온실가스를 집계하는 계정
- Agriculture, Forestry and Other Land Use: 농업용지에서 발생, 흡수되는 온실가

6) United Nation Framework Convention on Climate Change : ' 1992  
가

스, 삼림에서 흡수되는 온실가스를 집계하는 계정

- Waste: 유기 폐기물에서 발생하는 온실가스를 집계하는 계정

## 2) 가

2020 BAU 30%(2005 4%) 가  
7) Post-

[ 2-5] 가

				( )
	BAU	'05		
				( )
	△21%	+8%		/
	△27%			가 가
				CCS
	△30%	△4%		( , )
				가

: , 2009

가 가 가

2025

. 2009

가

15%

, 2010 6

5%

가

7) 2009.11.17





[ 2-3] (2009 11 )

	8)	
	○	○
	○ 65	○ 66 2
	○ .	○ ('10.1 )
가	○ 6	○ 18
가	○ 4 (36~45 ) - , - . - -	○ - 가
	○ LH 4	○ 2
	○ , (2 )	○ 1, 2, 3 (3 )
('09.11 )	○ 80, 1,386 * 1,466 ( 608 , 623 )	○ 1 -35, 2-256, 3-23 * 314 , 213,484

, 「 」 가 가  
. 2010

.  
가 가 2009 12  
「 」 「  
」 「 ( )」  
,  
.  
15%~20% ( )

8) 「 」 ‘ , ’

[ 2-4]

가

	66 2	65	21 2	66	64
	,	,			
가가 ,	: : ,	, , ( )	, , ,	( )	, ,
		, , ,	1,000 (300 )	, 3,000 m <sup>2</sup> /	
가	, ,	, , ,	, , ,	, , (EPI)	: : ,
	3,975 ~ 19,800	3,575 ~ 14,014	6,078 ~ 7,150	-	
				( )	( )
	, / ,	, ,	가가 (4%)	, / ,	가 ( ), ( )
	-	EPI 가	EPI 가		

[ 2-5]

가			
	EPI( )		
	(2006)	(500 )	
	(2009)		
	Energy Labeling		-
	(2007, )		-
	BREEAM( , 1991) EcoEffect( , 1999)		-
	ASHRAE Standard		ASHRAE ( )
	LEED(1996)		USGBC
	CASBEE(2002)		

### 3. 가?

1)

가

. 가 ,

가 , ,

·  
/

가 .

가 가

(Eco-friendliness or 'Green')

가 .

, 가

(built environment)

.  
, ,  
, ( ' , ) .

, 가  
, , ,

가 가 , ,

가 .

/

· , -

. 가 .

, 가

가 .

,

.

,

가

,

가

가

가

2)

가

,

,

,

가

가

.

.

,

,

.

Torcellini 3 (2006)<sup>9)</sup>,

.

,

.

(

)

가

---

9) Torcellini et al.(2006), 「Zero EnergyBuildings: A Critical Look at the Definition」, National Energy Renewable Laboratory (NREL).

가

(footprint)

**Table 1. ZEB Renewable Energy Supply Option Hierarchy**

Option Number	ZEB Supply-Side Options	Examples
0	Reduce site energy use through low-energy building technologies	Daylighting, high-efficiency HVAC equipment, natural ventilation, evaporative cooling, etc.
<b>On-Site Supply Options</b>		
1	Use renewable energy sources available within the building's footprint	PV, solar hot water, and wind located on the building.
2	Use renewable energy sources available at the site	PV, solar hot water, low-impact hydro, and wind located on-site, but not on the building.
<b>Off-Site Supply Options</b>		
3	Use renewable energy sources available off site to generate energy on site	Biomass, wood pellets, ethanol, or biodiesel that can be imported from off site, or waste streams from on-site processes that can be used on-site to generate electricity and heat.
4	Purchase off-site renewable energy sources	Utility-based wind, PV, emissions credits, or other "green" purchasing options. Hydroelectric is sometimes considered.

[ 2-3] Torcellini. et.al.(2006)

Torcellini 3 (2006)

(Zero Energy Building, ZEB)

Site ZEB, Source ZEB, Cost

ZEB, Emissions ZEB 가 ZEB

가

Site ZEB( )

가 0 . Site

ZEB 가

가 .

.

ZEB

,

.

Source ZEB( 1 ) 1

가 0 .

,

1 , 1kwh

1 3 ,

가 . Source ZEB 가

ZEB , Site ZEB

- 1

.

Cost ZEB( )

.

ZEB , (Market)

. Cost

ZEB 가 , 가

.

, Emissions ZEB( 가 ) Source ZEB

가

0 가 . 가 ZEB

,

. Emissions ZEB 가 가

.



### 3 가

1. 가 가
2. 가
3. 가
- 4.

#### 1. 가 가

2009 2 가 2006 가 가 ,  
 2006 가 가 6 (CO<sub>2</sub> 599.5  
 ) .<sup>10)</sup>

[ 3-1] 가 (1990 ~ 2006)

	1990	1995	2000	2005	2006	'90-'06 가 (%)
가 (A) ( tCO <sub>2</sub> eq )	298.1	453.2	531.0	594.4	599.5	4.5
(B) ( )	42.9	45.1	47.0	48.1	48.3	0.7
GDP (C) (10 <sup>10</sup> , 2000 PPP )	320,696	467,099	578,665	723,127	760,251	5.5
1 가 (A/B) (tCO <sub>2</sub> eq/ )	6.95	10.05	11.30	12.35	12.41	3.7
가 /GDP (A/C) (tCO <sub>2</sub> eq/ , 2000)	0.93	0.97	0.92	0.82	0.79	-1.0

: (2009.2.3), ' 가 가 가 , 가 , ' , p.3.

, 가 가 가  
 . 1 가 1990 6.95 (6.95tCO<sub>2</sub> eq/ )

10) 가 가 가 89%

2006 12.41 (12.41 tCO<sub>2</sub> eq/ ) 가 .  
 94.9% ,  
 84.3% 가 가 .

[ 3-2] 2006 가

	' 90	' 00	' 04	가	' 05	가	' 06	가	'90 ~ '06 가
	247.7 (83.1)	438.5 (82.6)	489.0 (82.8)	1.6	498.5 (83.9)	1.9	505.4 (84.3)	1.4	4.6
	19.9 (6.7)	58.3 (11.0)	68.5 (11.6)	0.4	64.8 (10.9)	-5.3	63.7 (10.6)	-1.8	7.5
	13.5 (4.5)	17.0 (3.2)	16.4 (2.8)	2.6	16.1 (2.7)	-1.9	15.1 (2.5)	-6.4	0.7
	17.0 (5.7)	17.2 (3.2)	16.5 (2.8)	-3.3	14.9 (2.5)	-9.5	15.4 (2.6)	2.9	-0.6
	298.1 (100.0)	531.0 (178.1)	590.4 (198.1)	1.4	594.4 (199.4)	0.7	599.5 (201.1)	0.9	4.5
/	-23.7	-37.2	-31.5	-6.7	-32.0	1.5	-31.2	-2.5	1.7
	274.4 (100.0)	493.8 (180.0)	559.0 (203.7)	1.9	562.4 (205.0)	0.6	568.4 (207.2)	1.1	4.7

: (2009.2.3), ' 가 가 가 , 가 , p.4.

, 가 가 5.4% .<sup>11)</sup>

[ 3-3] 가

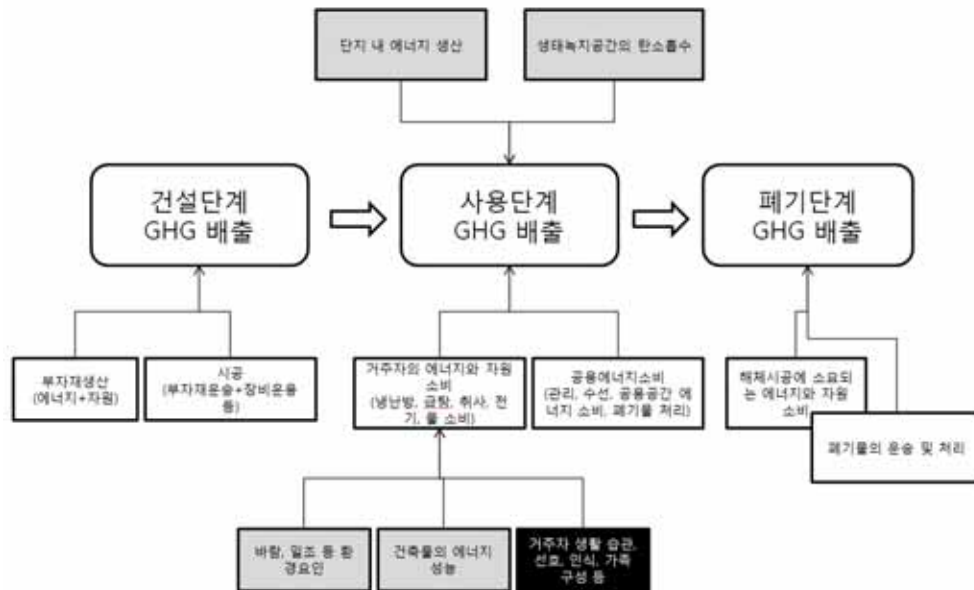
	가 (tco2.eq)	(%, 가 )
	24780552.5	4.1%
	<b>26537856.4</b>	<b>4.4%</b>
	<b>1961034.0</b>	<b>0.3%</b>
	<b>3989211.4</b>	<b>0.7%</b>
가	924716.7	0.2%
	58193371.0	9.7%

\* 2008

11) 2008

## 2. 가

가 가 가 가  
 , 가  
 가  
 가 .



[ 3-1] 가

가 가 ,  
 (2008)<sup>12)</sup>

가 , m<sup>2</sup> 432.74 kg-CO<sub>2</sub> 가  
 가 85 가  
 36 tCO<sub>2</sub> .

12) , (2008), “ , 「 , v.19(4), pp. 89-96.

[ 3-4] 가 ( )

					가		가 가 (2006)
			TOE		tCO <sub>2</sub> eq		
64% (가 6.2%)			322,100.0	1.7%	1,285,163.6	2.2%	0.2%
			2,070,190.0	11.0%	5,743,390.9	9.9%	1.0%
			265,870.0	1.4%	805,596.2	1.4%	0.1%
			1,042,920.0	5.5%	2,500,270.5	4.3%	0.4%
		가	7,791,570.0	41.3%	16,473,523.0	28.3%	2.7%
		-	1,285,020.0	6.8%	4,083,793.6	7.0%	0.7%
			68,600.0	0.4%	218,010.8	0.4%	0.0%
			12,846,270.0	68%	31,109,748.6	53.5%	5.2%
			566,550.6	3.0%	2,930,249.7	5.0%	0.5%
			566,550.6	3.0%	2,930,249.7	5.0%	0.5%
	:	16,370.0	0.1%	52,023.9	0.1%	0.0%	
26% (가 3.5%)	가	가	3,542,998.8	18.8%	18,324,702.6	31.5%	3.1%
		가	1,346,280.0	7.1%	2,846,404.4	4.9%	0.5%
			18,885,020.0	100.0%	58,193,378.8	100.0%	9.7%

\* 2008

\*\*

(2009)

3% 가

가 가

3.66tCO<sub>2</sub> . 53.5% ,

31.5% 가 , 가

5% .

(2004) 가

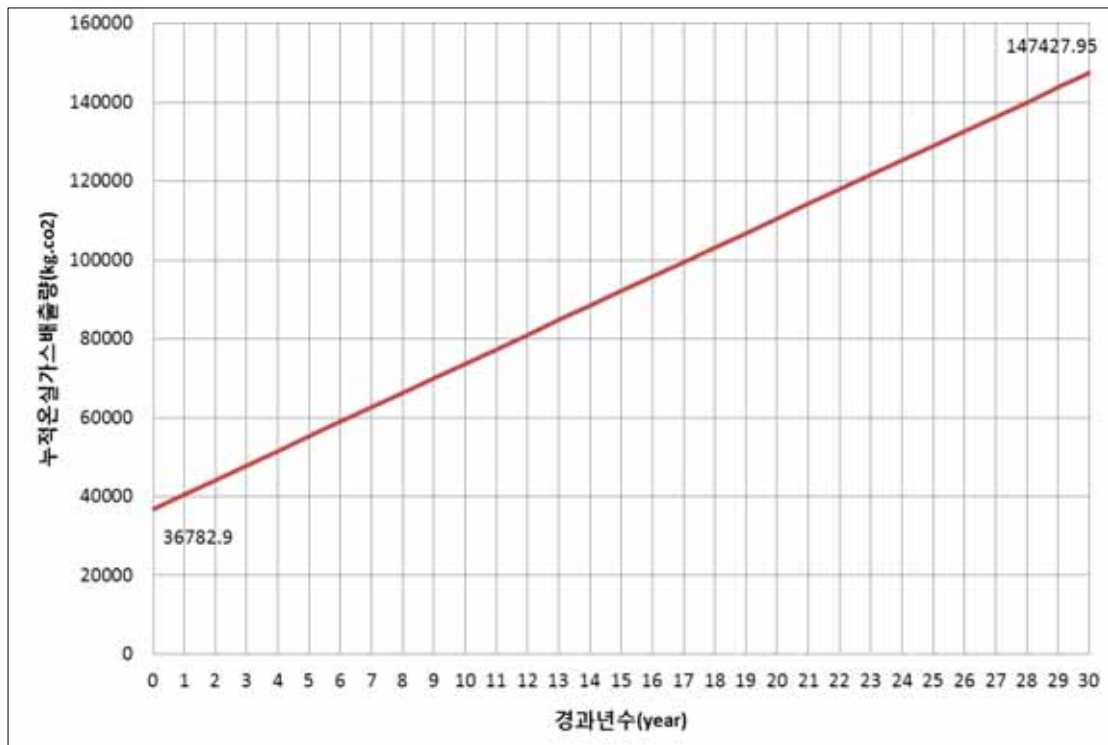
0.75(kg·Co<sub>2</sub>/yr.m<sup>2</sup>) 13) ,

가 0.07 (kg·Co<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) .

30 85m<sup>2</sup>

1가 가 .

13) (2004), 「 LCA 」, pp.192-193.



[ 3-2] 85㎡ ( 30 )1가 가

[ 3-5] 가

	(kg.co2)	(%)
가	36782.9	24.769%
가	109800.0	73.939%
가	1912.5	1.288%
가	6.0	0.004%
	148501.4	100.000%

\* 85㎡ 1 , 30 가

### 3. 가

1)

#### □ 분석개요

가

가

가

(m<sup>2</sup>) 가  
가

#### □ 데이터 확보 및 표본 추출

가

가

data(2005 ) ,

,

(Random sampling) 200 .

, 2

4000 가 ,

3,830

가

(non-negative constraint)

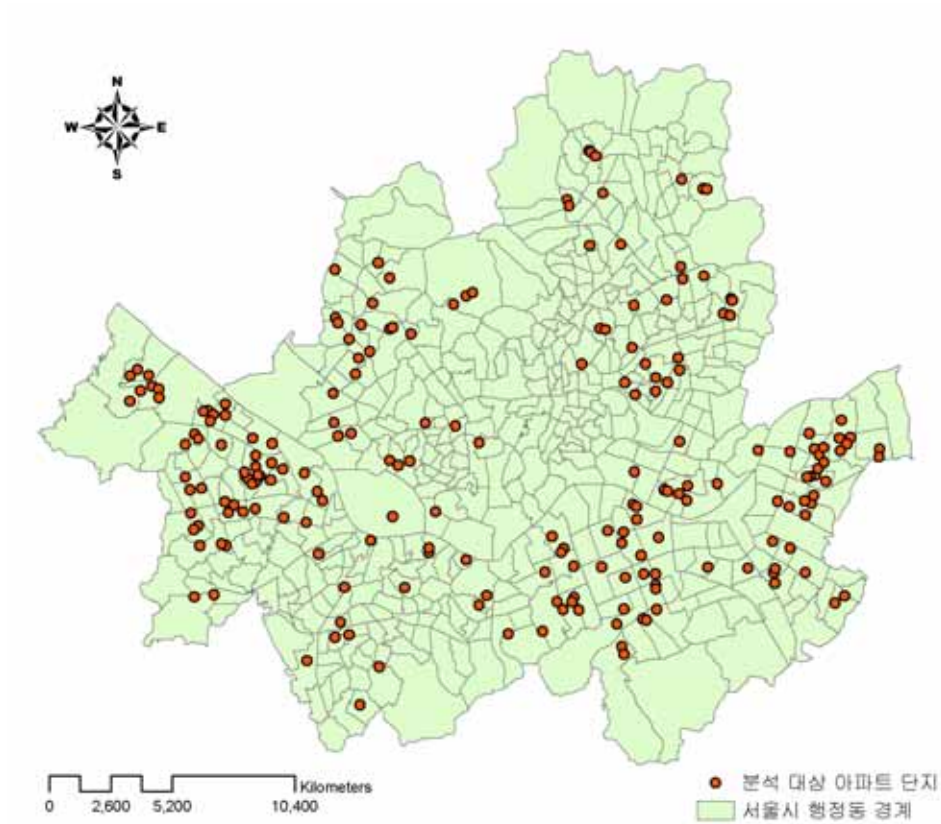
0 , .

0 , 가  
 . , 2 ,  
 0 , 0 . LNG  
 가 0 ,  
 , 2005  
 가 , 2004 가  
 . 25  
 , 가  
 가 .

[ 3-6]

	294	18	6.12%
	229	23	10.04%
	32	5	15.63%
	210	27	12.86%
	88	4	4.55%
	72	8	11.11%
	121	3	2.48%
	48	3	6.25%
	147	5	3.40%
	90	4	4.44%
	52	9	17.31%
	69	7	10.14%
	82	8	9.76%
	89	5	5.62%
	259	16	6.18%
	50	2	4.00%
	46	5	10.87%
	180	11	6.11%
	206	23	11.17%
	96	10	10.42%
	74	2	2.70%
	114	11	9.65%
	37	3	8.11%
	23	1	4.35%
	75	6	8.00%
	2783	219	7.87%

10% 230  
 1 , ( , ,  
 ) 가 219  
 , 가  
 152 .



[ 3-3]

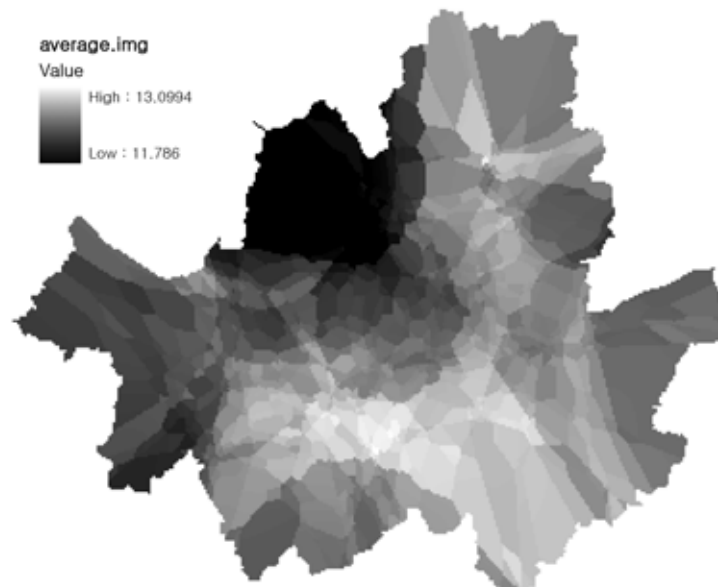
2)

GIS 가  
 가  
 가  
 (kg.co2/m<sup>2</sup>.yr) .

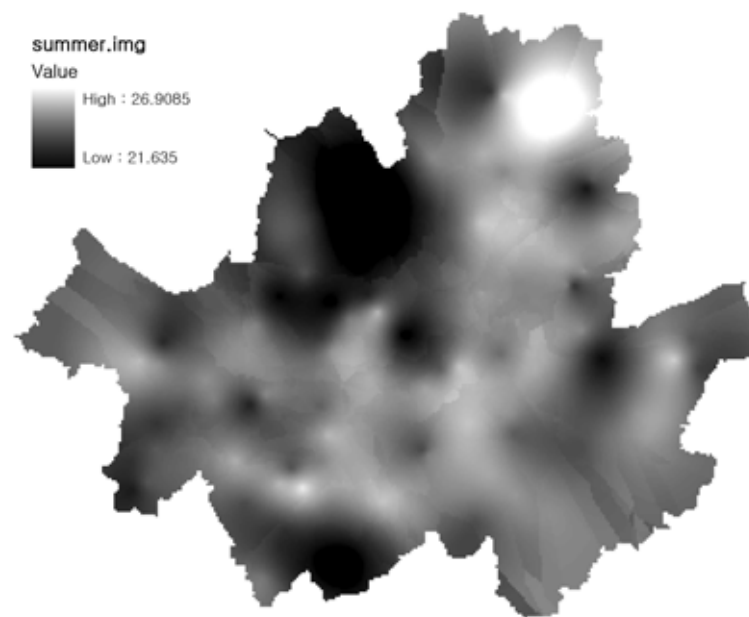


[ 3-7]

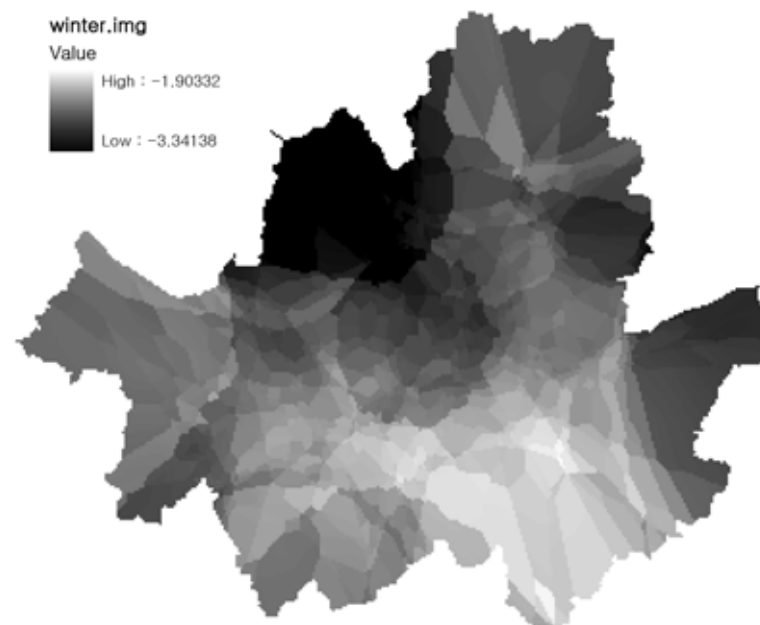
구분	변수	비고	반영 여부
규모 변수	총 세대수		○
	대지면적		○
	아파트 동수		○
노후도	건축물 연령(더미로 구간 나뉘도 됨)	2005년 당시 연령으로 환산	○
단지 기본 특성	건폐율	-	○
	용적률		○
건축물 특성	최고층수		○
	평균층수	가중 평균 값을 적용	○
주변 기후 및 미기후 조절 요소	평균기온	에너지 소비에 영향을 미치는 기후 요소 통제	○
	하계 평균기온		○
	동계 평균기온		○
	기타 기후 요소 (강수량 등)		-
	오픈스페이스 근접여부	공원녹지의 열섬현상 완화 효과 통제	○
난방 유형 연료 유형 열병합 유무	난방방식(개별, 중앙, 지역, 기타)		○
	난방연료(기름, 도시가스, 열병합, 폐열, LPG)		○
소득 수준	세대 당 연면적	연면적 계산 시 부속건축물 연면적 제외	○
	지역 더미(강남 3구)	지역 소득 수준의 대리변수	○



[ 3-4]



[ 3-5]



[ 3-6]

3)

□ 기술통계량 검토

가 40.87kg.co2/yr.  
m<sup>2</sup> . 85m<sup>2</sup> , 3473kg.co2/yr  
가 .

[ 3-8]

	N	최소값	최대값	평균	표준편차	단위
CO2_전기_면적2	152	0.778	51.079	17.06999	5.786599	kg/m <sup>2</sup> /yr
CO2_상수_면적2	152	0.020	6.391	3.08572	1.435206	
CO2_LNG_면적2	152	0.055	59.393	20.72378	7.984959	
CO2_면적2	152	17.166	105.112	40.87948	11.559780	
용적율*	152	0.919	6.668	3.64490	0.952097	
건폐율*	152	0.133	0.695	0.35139	0.125922	
대지면적*	152	367.8	178093	9366	22148	m <sup>2</sup>
openspace	152	0	1	0.38	0.486	오픈스페이스 인접 = 1
아파트연령	152	1	18	6.30	4.065	2005년 당시 사용연수(년)
평균기온	152	11.8726	13.0992	12.630662	0.2608524	연간 평균기온(도)
강남3구	152	0	1	0.20	0.404	강남,서초,송파=1
세대당연면적	152	72.22	428.94	137.2709	51.27175	m <sup>2</sup>
평균층수	152	5.00	24.50	12.7166	5.52295	층
유효수 (목록별)	152					

3.65 가  
9366m<sup>2</sup> ,  
38% , 6.3 .  
가 가 , 가  
가 .

□ 단위면적당 연간 co2 배출량에 대한 다중회귀분석 결과

$R^2$  0.350 ,

가 , (VIF) ,

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	.592(a)	.350	.304	9.643366

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형외귀분석	7,065.762	10	706.576	7.598	0.000
	잔차	13,112.144	141	92.994		
	합계	20,177.906	151			

모형		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	공선성 통계량	
		B	표준오차	베타			공차한계	VIF
1	(상수)	110.9795	45.4476		2.4419	0.0158		
	대지면적	0.0000	0.0000	-0.0540	-0.6607	0.5099	0.6896	1.4502
	용적율*	-4.2147	1.4251	-0.3471	-2.9575	0.0036	0.3345	2.9893
	건폐율*	50.0726	11.4917	0.5454	4.3573	0.0000	0.2941	3.4002
	세대당연면적*	-0.0643	0.0175	-0.2852	-3.6745	0.0003	0.7649	1.3074
	평균층수	0.5413	0.3535	0.2586	1.5312	0.1280	0.1616	6.1891
	openspace	-1.3868	1.6611	-0.0583	-0.8348	0.4052	0.9460	1.0570
	아파트연령*	0.5305	0.2347	0.1866	2.2600	0.0254	0.6763	1.4787
	중앙난방	3.8719	3.3727	0.0871	1.1480	0.2529	0.8012	1.2482
	평균기온*	-5.8319	3.5709	-0.1316	-1.6332	0.1047	0.7098	1.4089
	강남3구	2.1382	2.6733	0.0748	0.7998	0.4252	0.5273	1.8965

가 , co2

가 .

, 가

.  
 , 가 가

.  
 가 가

.  
 , 가

.

□ 전기에 의한 co2 배출량에 대한 다중회귀분석 결과

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	0.511	0.261	0.209	5.147

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀분석	1321.475	10	132.148	4.989	0.000
	잔차	3734.718	141	26.487		
	합계	5056.193	151			

모형		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	공선성 통계량	
		B	표준오차	베타			공차한계	VIF
1	(상수)	46.6673	24.2551		1.9240	0.0564		
	대지면적*	0.0000	0.0000	-0.1694	-1.9431	0.0540	0.6896	1.4502
	용적율*	-2.0715	0.7606	-0.3408	-2.7236	0.0073	0.3345	2.9893
	건폐율*	29.7578	6.1331	0.6476	4.8520	0.0000	0.2941	3.4002
	세대당연면적	-0.0186	0.0093	-0.1648	-1.9913	0.0484	0.7649	1.3074
	평균층수	0.6440	0.1887	0.6147	3.4136	0.0008	0.1616	6.1891
	openspace	-1.9077	0.8865	-0.1601	-2.1519	0.0331	0.9460	1.0570
	아파트연령	0.1813	0.1253	0.1274	1.4475	0.1500	0.6763	1.4787
	중앙난방	3.1289	1.8000	0.1406	1.7383	0.0843	0.8012	1.2482
	평균기온	-3.0648	1.9058	-0.1382	-1.6082	0.1100	0.7098	1.4089
	강남3구	1.6288	1.4267	0.1138	1.1417	0.2555	0.5273	1.8965

co2 가 ,

가 가

.

가 ,

co2 , VI

F14) 10

.

,

가

.

14) (Variance Inflation Factor)

, 10

가

가

□ 도시가스(LNG) 이용에 의한 온실가스 배출량에 대한 다중회귀분석 결과

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	.467	.218	.163	7.3069

모형		제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
1	선형회귀분석	2099.5539	10	209.9554	3.9324	0.0001
	잔차	7528.1405	141	53.3911		
	합계	9627.6943	151			

모형		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	공선성 통계량	
		B	표준오차	베타			공차한계	VIF
1	(상수)	63.1757	34.4365		1.8346	0.0687		
	대지면적*	0.0000	0.0000	0.0748	0.8336	0.4059	0.6896	1.4502
	용적율*	-1.7775	1.0798	-0.2119	-1.6461	0.1020	0.3345	2.9893
	건폐율*	17.0251	8.7075	0.2685	1.9552	0.0525	0.2941	3.4002
	세대당연면적	-0.0356	0.0133	-0.2285	-2.6834	0.0082	0.7649	1.3074
	평균층수	-0.0626	0.2678	-0.0433	-0.2338	0.8154	0.1616	6.1891
	openspace	0.3676	1.2586	0.0224	0.2921	0.7707	0.9460	1.0570
	아파트연령	0.2421	0.1779	0.1233	1.3613	0.1756	0.6763	1.4787
	중앙난방	0.4593	2.5556	0.0150	0.1797	0.8576	0.8012	1.2482
	평균기온	-3.0338	2.7057	-0.0991	-1.1213	0.2641	0.7098	1.4089
	강남3구	0.4757	2.0256	0.0241	0.2348	0.8147	0.5273	1.8965

가

가







## 4

.

1. 가
2. .
3. .
- 4.

가 .

, 가 . 가

.

## 1. 가

## □ 공동주택의 연간 온실가스 발생 구조와 감축 전략

가 , ,

가 .

가

, , , , .

,

. , 84%

1kwh

1.19kwh가

. , 가 1kwh

가 2

0.5kwh가 .

가

가 .

가 가 가 .

가 .

가 가 .

1MJ , ( ) 가

0.118kg.co2 , 가 (LNG) 0.056kg.co2 2

가 .

가 ,

가 ,

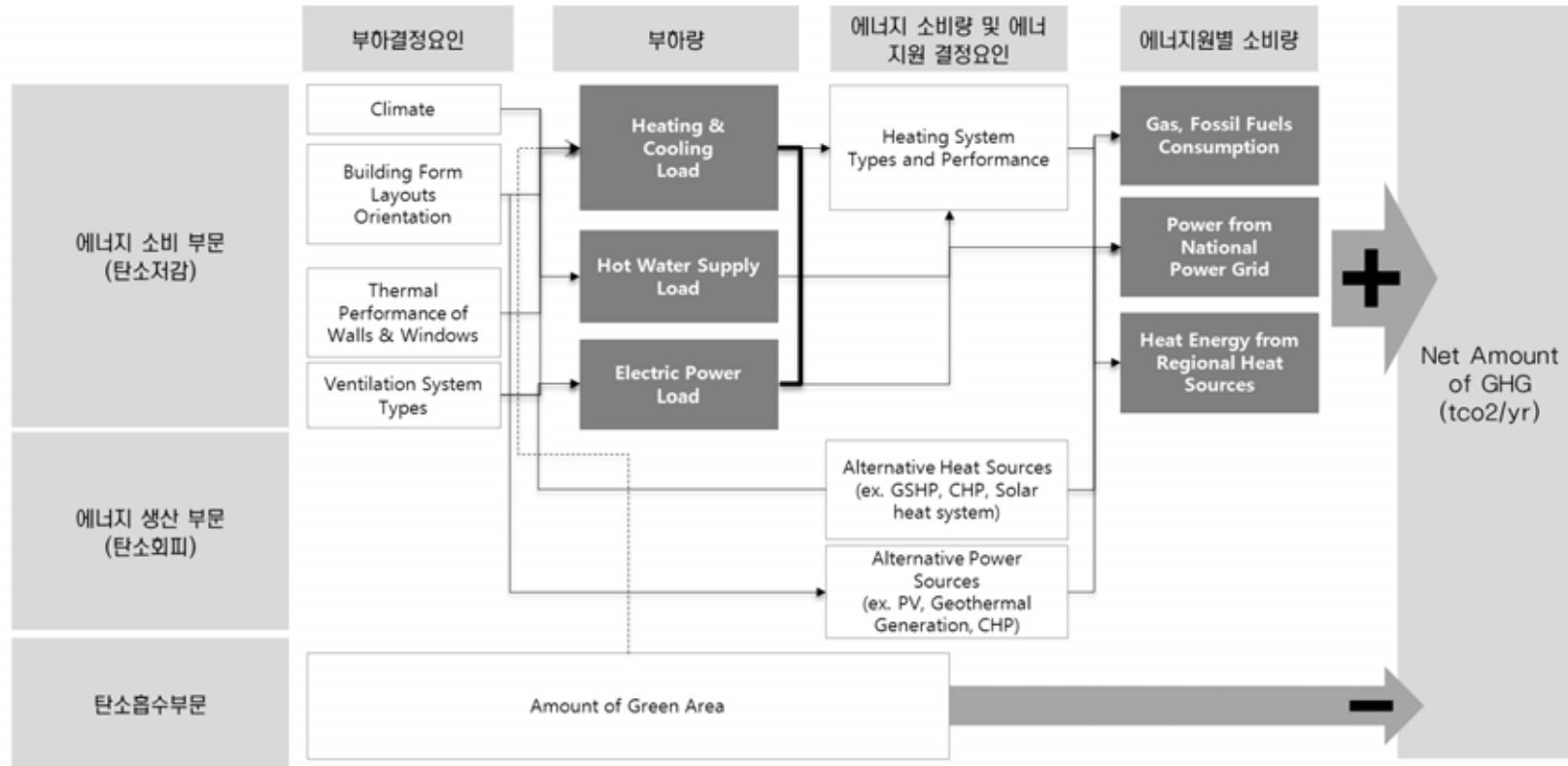
가

가 가 .

가 가

가 , , 가

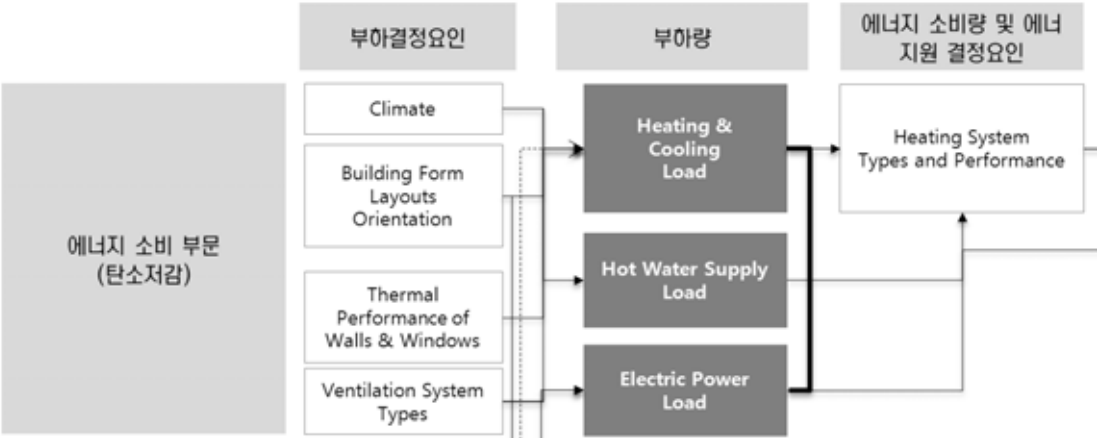
- 탄소저감 전략: 에너지 부하를 줄이거나, 고효율 기기를 사용함으로써 에너지 소비량 자체를 줄이고 온실가스 배출량을 줄이는 전략
- 탄소회피 전략: 동등한 에너지를 사용하더라도 온실가스 배출량을 줄일 수 있도록 에너지 기구의 동력원을 청정에너지나 저탄소 에너지원으로 전환하거나, 단지 내부에서 신재생 에너지를 생산하는 전략
- 탄소흡수 전략: 생태 녹지 등 온실가스를 흡수할 수 있는 흡수원을 확보함으로써 대기중의 온실가스를 흡수하여 전체적인 순 온실가스 배출량을 줄이는 전략



[ 4 - 1 ] 가

2.

1) (1):



[ 4-2]

① 공동주택의 디자인 조건과 에너지 부하

□ 개발 밀도가 공동주택 온실가스 배출에 미치는 영향

가 가 .

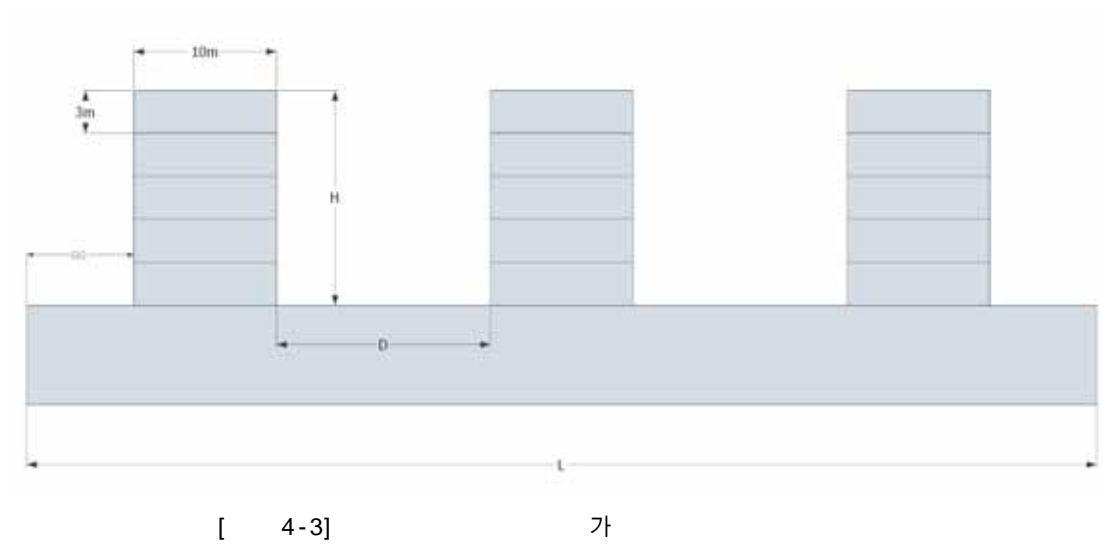
TOD  
가 가

(1998)<sup>15)</sup> 500 /ha

가 .

15) (1998), “ , , v.27, pp.19-30.

175% ,  
250% .<sup>16)</sup>  
가 가  
.  
,  
가 ,  
.  
(2010)<sup>17)</sup>  
가 가 ,  
가 가 ,  
가 .  
.18)



16) 1가 가 2.85 , 100m<sup>2</sup> 가  
17) . (2010), “ 가 ”,  
, v.30(2), pp.22-32.  
18) (depth) 10m, 3m 가

F, L, s, H, D

$$\frac{D}{H} = \frac{10}{3} \cdot \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{s} \right)$$

1, 가

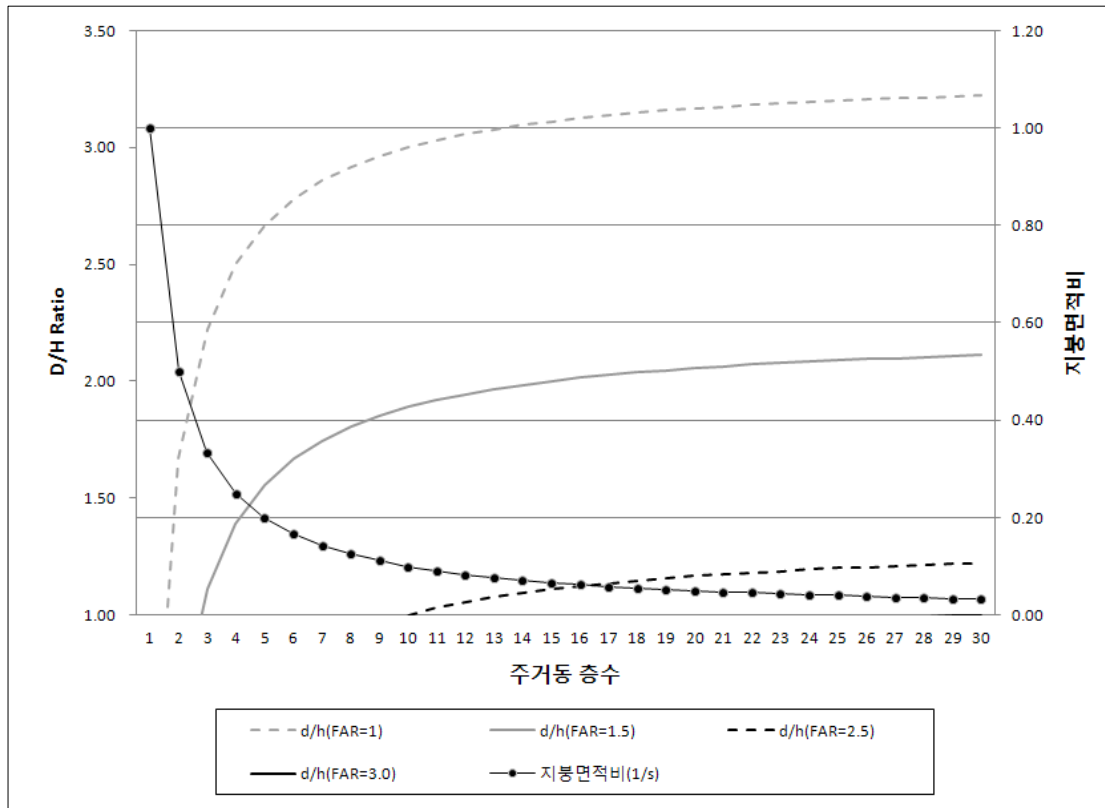
가

가 가 가 ,

가 D/H 가 1 (

100%, 150%, 250%, 300%

D/H



[ 4-4]

가 가 1 100%  
2 , 150% 3 , 200% 5 , 250% 10 , 300% 30

가

가 (2002)<sup>19)</sup> ,  
가 4% ,

1.7H .  
 ,  
$$r = 1 - \frac{k}{1.7} ( , k )^{20)}$$
  
 , 가 0.04r .

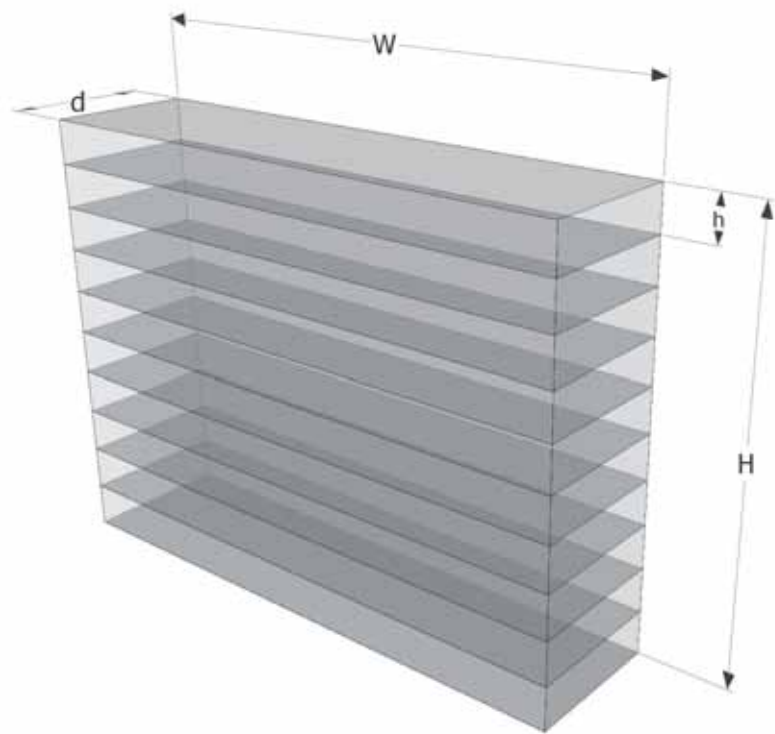
#### □ 주거동의 형태에 의한 영향

가 ,  
가 가 .  
 ,<sup>21)</sup>

- W: 주거동의 입면 폭
- H: 주거동의 높이
- d: 주거동의 깊이(depth)
- h: 층고
- n: 층수

19) . (2002), “ ,  
( ), v.18(10), pp.267-272.  
20) 가 1.7 , 가 2% 가 0 , 가 0.85  
50%가  
21)

- K: 주거동의 연상면적(상수)
- S: 주거동의 외피면적(surface area)



$$S = 2(W + d)nh + Wd$$

$$K = dwn \quad , \quad n = \frac{K}{dW}$$

$$S = 2(W + d) \cdot \frac{Kh}{dW} + Wd$$

, S

F.O.C(first order condition)

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dW} &= \frac{d}{dW} \left\{ \frac{2Kh}{d} + \frac{Wh}{W} + Wd \right\} \\ &= d + 2kh \left( -\frac{1}{W^2} \right) = 0 \end{aligned}$$

$$W^2 = \frac{2Kh}{d} = 2Kh \left( \frac{Wn}{K} \right) = 2h Wn$$



$$\therefore W=2hn$$

$$\therefore \frac{H}{W}=\frac{nh}{2hn}=\frac{1}{2}$$

가

1:2

가

W/H 가

W/H 1:1 가 .22)

## ② 고단열 벽체 및 창호

### □ 벽체 단열

(envelop load dominated

building)

.23)

22) S/V 가

23) (2009), “ ( ), v.25(8), pp.365-372.

가 1 (W)

가 ,

[ 4-1]

	(W/mK)	
	0.055	0.072
	0.03	0.046
	0.034	0.045
EPS	0.031	0.043
	0.036	0.038
	0.037	0.038
	0.034	0.038
	0.022	0.025
XPS	0.027	0.031
	0.029	0.029
	0.013	0.015
	0.002	0.006

\* \* (2010)

\* \*\*

## □ 창호 단열

Low-E

Low-E(Low-emissivity)

가 ,

가 . Low-E

가

2.51kcal/m<sup>2</sup>h℃ , Low-E 1.45kcal/m<sup>2</sup>h℃  
가 .

,

.

#### □ 단열 성능과 냉난방 부하 및 시공 비용 증가

(2010)<sup>24)</sup>

Q 가  
.25) (2010) , 가 0.1  
8% .26)  
1.1% , 92.2% ,  
500 1900 .27) ,  
가

#### ③ 외단열 시공

,

가 ,

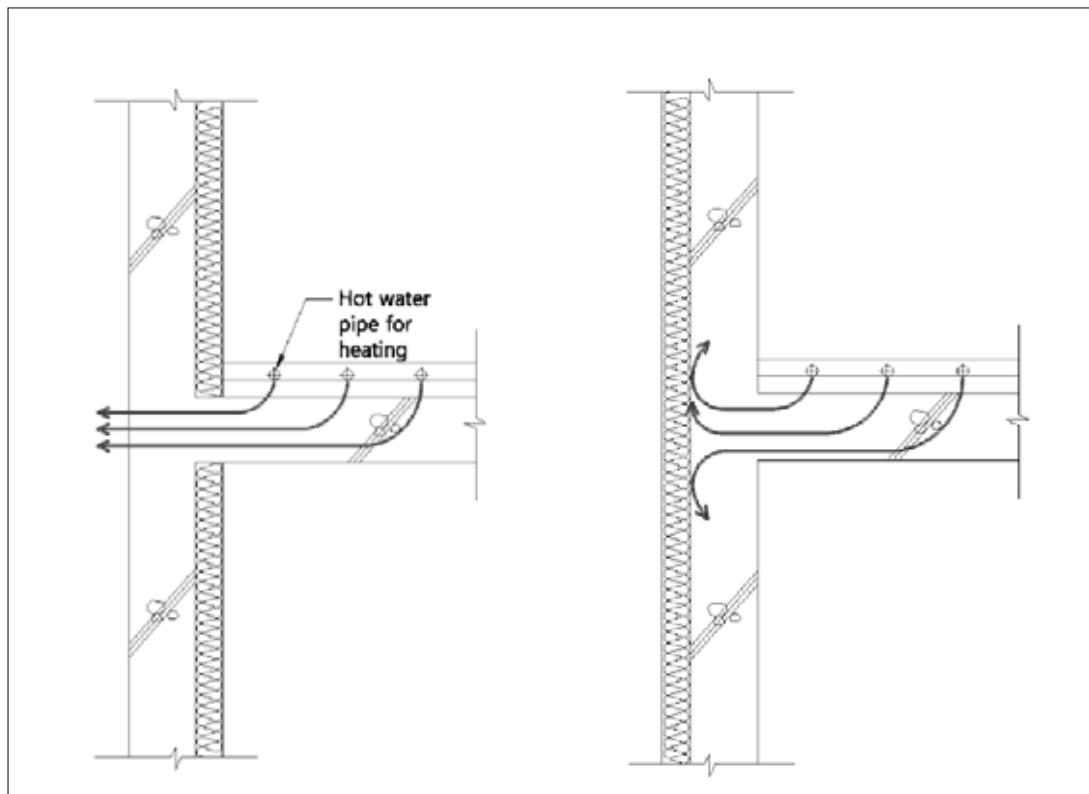
.

24) (2010), 「 가,」

25) Q

26) 「 가 Q 가 1.80

27) (2010) low-e



[ 4-5]  
: (2009)

가

,

.

(2009)<sup>28)</sup>

PHPP(Passive House Planning Package)

76

(

85m<sup>2</sup>)

,

가

.

.

(2010)<sup>29)</sup>

.

,

10.2%

,

1.3%

28) (2009), “

”, ( ), v.25(8), pp.365-372.

29) ; (2010), "ISO 13790 Monthly Calculation Method

가

”,

(

v.26(7),

pp.321-332.





[illegible]

33)

② 단지내 소형 열병합 발전 시스템

가

가 ,

가 LNG

85%

24

가

ESCO

가

가

1

25~30%

가

,

55~60%

가

,

가

20%

가

90%

가

가

4)

가

가

가

. Green-field

,

carbon sink

가

가

가

가



carbon-sink

가

가

가

가

가

3. .

1)

가  
가 ,  
가 .  
 ,  
 .

2) -

① 개요

□ 분석 기준주택의 조건 설정

가  
가 ‘  
50% , ,  
가  
가  
85m<sup>2</sup> 가  
,  
,34) ,  
 .

[ 4-2] 「 (2009.10)」 가

		(W/m2K) ( 35))		
		,		
		0.36 (0.47)	0.45 (0.58)	0.58 (0.76)
		0.49 (0.64)	0.63 (0.81)	0.85 (1.10)
		0.27 (0.35)	0.36 (0.47)	0.45 (0.58)

34) 「 」 가

35) 「 」 4 ‘ ,

가 , ,  
가 .  
가  
가 . ' '

가 .  
, ,  
, ' 가  
, ' .  
, 「 」  
, 85m<sup>2</sup>  
.  
, ' 가 .

[ 4-3]

	MJ/yr						( / )	
		MJ/yr	(%)					
	41236	49090	60.8	1,227	Nm <sup>3</sup> /yr	가	830,856	84%
	14504	17266	21.4	972	Nm <sup>3</sup> /yr	가	658,121	
( )	11314	11314	14.0	3,142	kwh/yr			' 14
	9121	3040	3.8	844	kwh/yr		-	22.1% (COP) 3 가
	76175	80711	100.0	-	-	-	-	-

[ 4-4] 가

	가	
	(kg.co2/yr)	(%)
	2,739	58.2
	972	20.6
( )	1,332	28.3
	358	7.6
	4,710	100.0

가

(2008)<sup>36)</sup> 72,812,844 가 .<sup>37)</sup> 3.3m<sup>2</sup> 2,826,851

## ② [참고] 분석 기준주택의 부문별 에너지 부하량, 소비량, 온실가스 배출량의 추정

### □ 난방 부하와 에너지 소비량

- 평가기준주택의 난방부하는 '친환경주택의 건설기준 및 성능' 별표 12의 난방부하량 기준에 의해 산출함

[ 4-5]

	535A + 2,888 [MJ]
	456A + 2,476 [MJ]
	426A + 2,487 [MJ]
	362A + 2466 [MJ]

\* (2009.10) 12

\*\* A: m<sup>2</sup>

- 전용면적 85m<sup>2</sup>를 기준으로 기준주택의 연간 난방부하는 41236 MJ/yr가 되며, 열원 효율을 84%로 볼 때 에너지 소비량은 49090 MJ/yr
  - 난방부하량: 456\*85+2476=41236 MJ/yr
  - 에너지소비량=[난방부하량]/0.84=41236/0.84=49090.4762 MJ/yr
- 열원설비에 도시가스(LNG)를 이용하는 것을 가정할 경우 온실가스 배출량은 2739.5 kg · co2/yr 로 추정됨

36) (2008), " 가 ,

, v.10(2), pp.231-238.

37) (2008) 가 10% ( )

- 도시가스 이용량:  $49090.5=1227.3(\text{Nm}^3)$  (도시가스  $1\text{Nm}^3$ 의 순발열량을  $40.0\text{MJ}$ 로 가정, 에너지 기본법 기준)
- 온실가스 배출량:  $49090.5/4.186/10000*0.637*44/12=2.74(\text{tco}_2/\text{yr})$

#### □ 기준 급탕부하 및 에너지소비량 산출근거

- 친환경주택의 건설기준 및 성능 별표 13에 의해  $14,405\text{MJ}/\text{yr}$ (85제곱미터 기준)로 설정

[ 4-6] ( : MJ)

	59m <sup>2</sup>	59m <sup>2</sup> ~84m <sup>2</sup>	84m <sup>2</sup> ~125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>
	11,290	13,818	14,504	15,530
	8,008	10,879	12,110	14,848

\* (2009.10) 13

\*\*

#### □ 기준 냉방부하 및 에너지소비량 산출근거

- 장희경(2010)의 데이터를 바탕으로, 냉방부하를 난방부하의 22.1%로 가정하면,  $9121.4 \text{ MJ}/\text{yr}$ 로 추정됨
- 냉방기 구동 에너지 소비량은 COP<sup>38)</sup>를 3으로 가정할 때  $9121.4/3=3040.5 \text{ MJ}/\text{yr}$
- 전기 구동 냉방기일 경우, 전력소비량은  $844.6\text{kwh}/\text{yr}$ 로 환산됨<sup>39)</sup>
- 이 경우, 온실가스 배출량은 전기의 온실가스배출계수를 적용하면,  $358\text{kg} \cdot \text{co}_2/\text{yr}$ 
  - $844.5744*0.424=358.1 \text{ kg} \cdot \text{co}_2/\text{yr}$

#### □ 기준 전력부하(냉방기 구동 전력 제외)

- 85제곱미터 기준 세대 전력부하는  $14354.5 \text{ MJ}/\text{yr}$ 
  - $85*98.7+5965=14354.5 [\text{MJ}/\text{yr}]$

[ 4-7]

50m <sup>2</sup>	$y = 0.72A^2 - 2.05A + 9,112 [\text{MJ}]$
50m <sup>2</sup>	$y = 98.7A + 5,965 [\text{MJ}]$

\* (2009.10) 14

\*\*

38) Coefficient of Performance:

39) (2010)

- 여기서 냉방기 구동에 의한 전기에너지를 차감하면  
-  $14354.5 - 3040.5 = 11314 \text{ MJ/yr}$
- 전력량으로 환산하면,  $3142 \text{ kwh/yr}$
- 온실가스 배출량으로 환산하면  $1332.2\text{kg} \cdot \text{co}_2/\text{yr}$

3) . 가

#### ① 모형 개요

가

가

가

가

가

#### ② 세부 산출 기준 설정

##### □ 단지 계획 조건의 설정

- 개발 밀도는 용적률 150%와 250%의 두 가지 대안을 검토
- 동일한 형태의 판상형 주거동이 등간격으로 남향배치되는 것으로 가정하며, 주동 층수는 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30인 경우의 대안을 각각 검토
- 허용 인동간격비는 D/H 기준으로 0.5 이상인 대안을 유효 대안으로 판정함

##### □ 벽체 단열 관련 조건

- 벽체 단열 성능 및 난방에너지 절감률은 윤성환 외(2009)<sup>40)</sup>의 연구 결과를 참고하여 0에서 9까지 총 10단계 레벨을 설정하고 각 레벨은 동평균 열손실계수  $Q=1.8$ 부터  $0.9$ 까지에 대응하도록 함<sup>41)</sup>
- 남향배치를 기준으로 난방에너지 절감률은 아래와 같이 적용함

40) (2009), “가”,  
( ), v.25(12), pp.419-427.

41) (Q), , 0.6 가

$$Y = 9.589X_1 - 63.948X_2 + 78.336X_3 + 50.5$$

단,  $X_1$ 은 창호 차폐계수 (low-e 유리 기준 0.6 적용)

$X_2$ 는 동평균 Q치 (1.8~0.9)

$X_3$ 는 보일러 효율 (0.84로 가정)

- 외단열 시공에 의한 난방부하 절감률은 송승영 외(2009)<sup>42)</sup>의 연구 결과에서 도출된 값을 이용하여 8.5% 감소하는 것으로 가정
- 외단열에 의한 냉방부하 감소율은 송승영 외(2010)<sup>43)</sup>의 연구 결과로부터 1.3% 감소하는 것으로 설정

#### □ ERVS 도입의 효과와 비용 설정

- ERVS(폐열회수환기장치)의 경우, 이정재·김석근(2009)<sup>44)</sup>의 결과치를 이용하여 기준 난방부하의 41%를 절감할 수 있는 것으로 가정함
- 위 연구 결과에 근거하여 최적 운전을 위해 하절기 및 중간기에는 열 교환 없는 by-pass 모드로 운전하고, 동절기에는 전열교환 모드로 운전하는 것으로 가정하고 연간 ERVS 자체 동력 소비는 469kWh/yr(=1688.4MJ/yr)로 설정

#### □ 소형열병합 발전 시스템 도입 효과 산출

- 가스엔진 구동식 소형 열병합 발전기를 열원설비로 이용하는 경우에는 난방(단열 성능에 의한 난방부하 절감량 고려) 및 급탕부하량을 합산한 열부하를 기본으로 설비 용량을 산정하며<sup>45)</sup>, 이 경우 발전량은 열에너지 부하량의 절반으로 가정

#### □ 태양광 발전 패널 설치시 효과 및 비용 산정

- 태양광 발전 패널 용량은 세대당 용량으로 1kwp, 2kwp, 3kwp, 도입 가능 최대용량인 경우로 나누어 대안을 검토
- 도입 가능 최대용량은 세대당 지붕면적을 층수로 나눈 값을 기본으로 하며, 단위 면적당 설치용량은 0.11kwp 인 것으로 가정(설치각 15° 기준)

#### □ 계통전력 수요량의 산정

- 
- 42) (2009), “  
”, ( ), v.25(8), pp.365-372.
- 43) (2010), "ISO13790 Monthly Calculation Method  
가”, ( ), v.26(7), pp.321-332.
- 44) ; (2009), “  
( ), v.25(6), pp.295-302.
- 45) 가

- 자체 전력 생산 시스템을 갖추고 있더라도 기본전기 부하량의 최소 10%는 계통 전력으로 공급받게 되는 것을 가정<sup>46)</sup>

#### □ 초과 전력 생산량의 처리

- 자체 발전량이 자체 전력 소요량을 초과하는 경우, 지능형 전력망과 연계할 경우 역송전을 통해 전기사업자에게 판매하는 것도 가능함
- 현재 우리나라에는 이러한 지능형 전력망이 일반적으로 보급되어 있지 않으나, 향후 탄소 배출 감축을 위한 국가적 투자가 지속적으로 이루어질 경우를 고려하여 역송전량을 고려한 온실가스 감축량을 별도로 산정하여 분석 결과에서 검토

[ 4-8] - 가

	①	FAR	%		
	②		N/A	{2,5,10,15,20}	
	③		N/A	0 ~ 9	
	④		N/A	no=0, yes=1	
	⑤	ERVS	N/A	no=0, yes=1	
	⑥		N/A	no=0, yes=1	
	⑦		kwp	{0, 1, 2, 3, 가 }	
	⑧	(1/s)		1/②	
	⑨	(kwp)	kwp	$0.1099 \times 100 \times \textcircled{8}$	15 , 80% 100㎡
	⑩	d/h		$3.333X(1/\textcircled{1} - 1/\textcircled{2})$	
	⑪		%	$(1 - 1X\textcircled{10}/1.7) \times 0.04$	
	⑫		MJ/yr	* ⑪	
	⑬		MJ/yr	Q	

46)

가



	㉔	가		③/9*13,500,000	
	㉕			7.2%	
	㉖		MJ/yr	*0.013*④	
	㉗	가 ( )		*0.1*④	
	㉘		MJ/yr	{ +㉒ - ㉓ - ㉕}*0.41*⑤	
	㉙	ERVS	MJ/yr	469kwh/yr	
	㉚	ERVS		4,500,000*⑤	
	㉛		MJ/yr	+㉒ - ㉓ - ㉕ - ㉖	
	㉜		MJ/yr	- ㉖	
	㉝	( )	MJ/yr	+㉙	
	㉞		MJ/yr	{㉛+㉜}/0.84	84% 가
	㉟	가 ( )	N m <sup>3</sup> /yr	㉞X0.025	
-	㊱		MJ/yr	{㉛+㉜}X⑥	
	㊲	( )	MJ/yr	㊱/2	
	㊳	가 ( )	N m <sup>3</sup> /yr	㊱/0.85*0.025	가 85% 가
	㊴			1,500,000X {㊱/{ }} +	
PV -	㊵	(MJ/yr)	MJ/yr	X1200X3.6	
	㊶			X4,660,000	가 kwp
1		가 (NM3/yr)		:㊱ :㊳	

		(kwh/yr)		20%	20% 가
가		가 (kwh/yr)		{ - }X3.6	0
가		가 (kg.co2/yr)		IPCC 가	IPCC 가
		(kg.co2/yr)		IPCC 가	IPCC 가

### ③ 분석 절차

#### □ 입력 조건 변수의 가능 조합 산출

- 용적률, 주동 층수, 단열 레벨, 외단열 도입 여부, ERVS 도입 여부, 소형 열병합 도입 여부, 태양광 패널 설치 용량 대안별로 가능한 모든 계획·설계 요소 조합을 생성
  - 용적률 대안별로 각 2800개의 기술조합이 발생

#### □ 입력 변수 조합별 비용-효과 계산

- 각 대안에 따라 위에서 설정한 산출 모형에 의해 온실가스 감축량 및 시공비용 증가량 계산

#### □ 유효 조합 검증

- D/H 비율 0.5 미만, 태양광 패널 도입 용량이 한계 용량을 초과하는 경우, 계통전력에 대한 역송전량을 고려하지 않은 온실가스 감축량이 오히려 증가하는 경우는 유효하지 않은 것으로 보고 대안을 기각

#### □ 온실가스 감축 목표 수준별 최적 조합 선택

- 온실가스 감축 비율을 5% 구간으로 나누어 절사하고, 각 감축 목표 수준별로 시공 비용 증가율이 최소인 대안을 목표 수준별 대표 케이스로 선정하여 검토를 수행

4)

① 최적 대안 선정 결과

가 가

가 가 150%  
71.8% 가

[ 4-9] 가 ( )

FAR	(%)	가 (%)	가 (%)	가	(%)		D / H			E R VS		(kw)
150%	15	18.5%	7.6%	0.409	6.9	2	0.56	0	0	1	1	0
	20	20.8%	7.5%	0.361	6.9	10	1.89	0	0	1	1	0
	25	26.3%	9.5%	0.360	13.3	10	1.89	1	0	1	1	0
	30	31.8%	11.4%	0.359	19.7	10	1.89	2	0	1	1	0
	35	36.3%	13.4%	0.369	26.1	10	1.89	3	0	1	1	0
	40	40.7%	17.3%	0.425	38.9	10	1.89	5	0	1	1	0
	45	45.5%	20.1%	0.443	38.9	25	2.09	5	0	1	1	0.4
	50	50.9%	24.0%	0.471	45.3	15	2.00	6	0	1	1	0.7
	55	56.0%	27.6%	0.494	51.7	10	1.89	7	0	1	1	1
	60	60.3%	35.5%	0.588	58.1	5	1.56	8	0	1	0	2
	65	65.7%	38.1%	0.580	64.5	2	0.56	9	0	1	1	2
	70	71.8%	43.9%	0.611	64.5	2	0.56	9	0	1	0	3
	75	75.5%	59.9%	0.793	64.5	2	0.56	9	0	1	0	5.5
250%	15	19.8%	7.5%	0.380	6.9	30	1.22	0	0	1	1	0
	20	24.9%	9.5%	0.382	13.3	10	1.00	1	0	1	1	0
	25	25.3%	9.5%	0.375	13.3	30	1.22	1	0	1	1	0
	30	30.8%	11.5%	0.371	19.7	30	1.22	2	0	1	1	0
	35	35.9%	13.4%	0.374	26.1	30	1.22	3	0	1	1	0
	40	40.3%	17.3%	0.430	38.9	30	1.22	5	0	1	1	0
	45	45.1%	20.2%	0.447	38.9	25	1.20	5	0	1	1	0.4
	50	50.4%	24.0%	0.476	45.3	15	1.11	6	0	1	1	0.7
	55	55.4%	27.7%	0.500	51.7	10	1.00	7	0	1	1	1
	60	62.8%	36.0%	0.574	58.1	5	0.67	8	0	1	1	2
	65	65.7%	38.1%	0.580	64.5	5	0.67	9	0	1	1	2

가

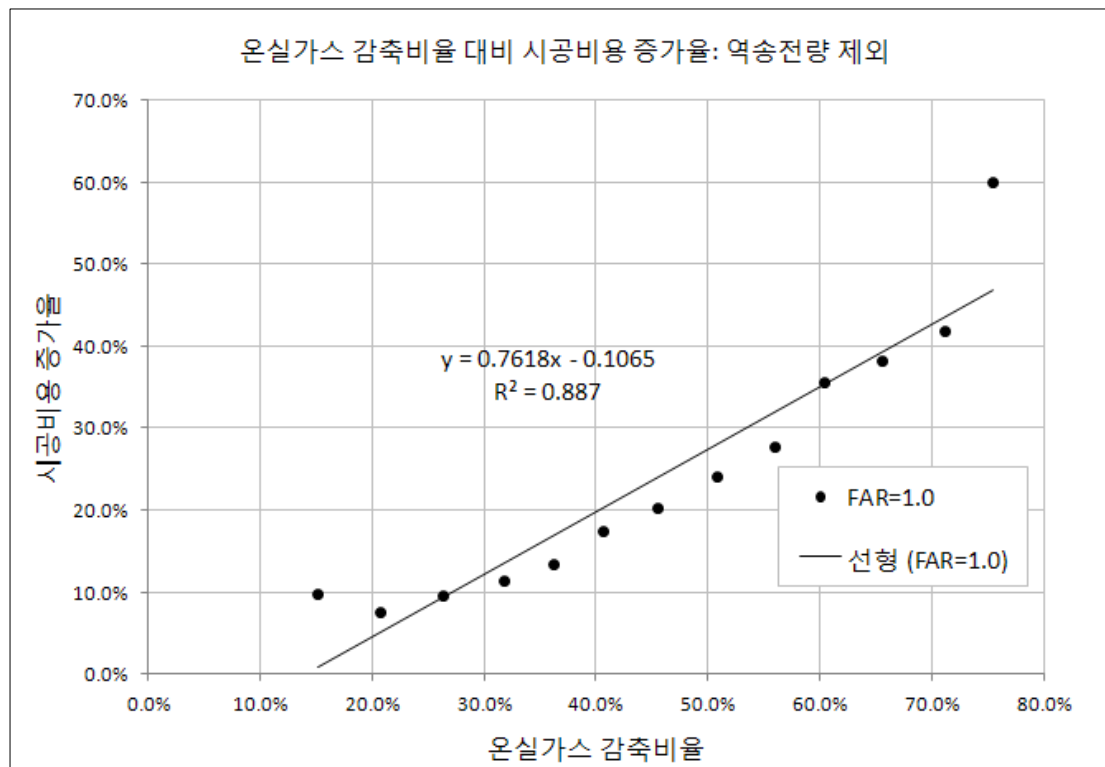
[ 4-10] 가 ( )

FAR	(%)	가 ( )	가	가	(%)		D/H			E R VS		(kw)
150 %	15	15.1%	9.7%	0.642	6.9	20	2.06	0	0	1	0	0.5
	20	24.7%	7.6%	0.306	6.9	2	0.56	0	0	1	1	0.0
	25	25.6%	7.5%	0.293	6.9	10	1.89	0	0	1	1	0.0
	30	30.4%	10.3%	0.340	6.9	25	2.09	0	0	1	1	0.4
	35	36.3%	13.4%	0.369	26.1	10	1.89	3	0	1	1	0.0
	40	40.7%	17.3%	0.425	38.9	10	1.89	5	0	1	1	0.0
	45	45.5%	20.1%	0.443	38.9	25	2.09	5	0	1	1	0.4
	50	51.5%	23.5%	0.457	13.3	5	1.56	1	0	1	1	2.2
	55	57.1%	26.8%	0.468	6.9	2	0.56	0	0	1	1	3.0
	60	61.5%	30.7%	0.498	19.7	2	0.56	2	0	1	1	3.0
	65	66.0%	34.6%	0.524	32.5	2	0.56	4	0	1	1	3.0
	70	70.4%	38.5%	0.547	45.3	2	0.56	6	0	1	1	3.0
	75	76.1%	44.5%	0.584	64.5	2	0.56	9	0	1	1	3.0
	80	84.0%	42.7%	0.508	6.9	2	0.56	0	0	1	1	5.5
	85	86.3%	44.7%	0.518	13.3	2	0.56	1	0	1	1	5.5
	90	90.7%	48.6%	0.536	26.1	2	0.56	3	0	1	1	5.5
	95	95.1%	52.5%	0.552	38.9	2	0.56	5	0	1	1	5.5
	100	101.8%	58.4%	0.574	58.1	2	0.56	8	0	1	1	5.5
250 %	15	15.2%	10.3%	0.678	19.7	5	0.67	2	0	1	0	0.0
	20	24.8%	7.5%	0.304	6.9	5	0.67	0	0	1	1	0.0
	25	25.3%	7.5%	0.298	6.9	30	1.22	0	0	1	1	0.0
	30	31.1%	11.0%	0.355	6.9	20	1.17	0	0	1	1	0.5
	35	35.9%	13.4%	0.374	26.1	30	1.22	3	0	1	1	0.0
	40	40.3%	17.3%	0.430	38.9	30	1.22	5	0	1	1	0.0
	45	45.1%	20.2%	0.447	38.9	25	1.20	5	0	1	1	0.4
	50	50.8%	23.6%	0.464	13.3	5	0.67	1	0	1	1	2.2
	55	55.2%	27.5%	0.498	26.1	5	0.67	3	0	1	1	2.2
	60	61.8%	33.4%	0.540	45.3	5	0.67	6	0	1	1	2.2
	65	66.3%	37.3%	0.563	58.1	5	0.67	8	0	1	1	2.2

## ② 온실가스 감축비율에 따른 시공비용 증가

□ 역송전 감축량을 제외하는 경우

가, 가 가 1%  
0.76% 가  
가 가 ,  
15% 가 가, 20% 가  
가 , 가 30~35%  
가 가



[ 4-6] 가 가 ( )

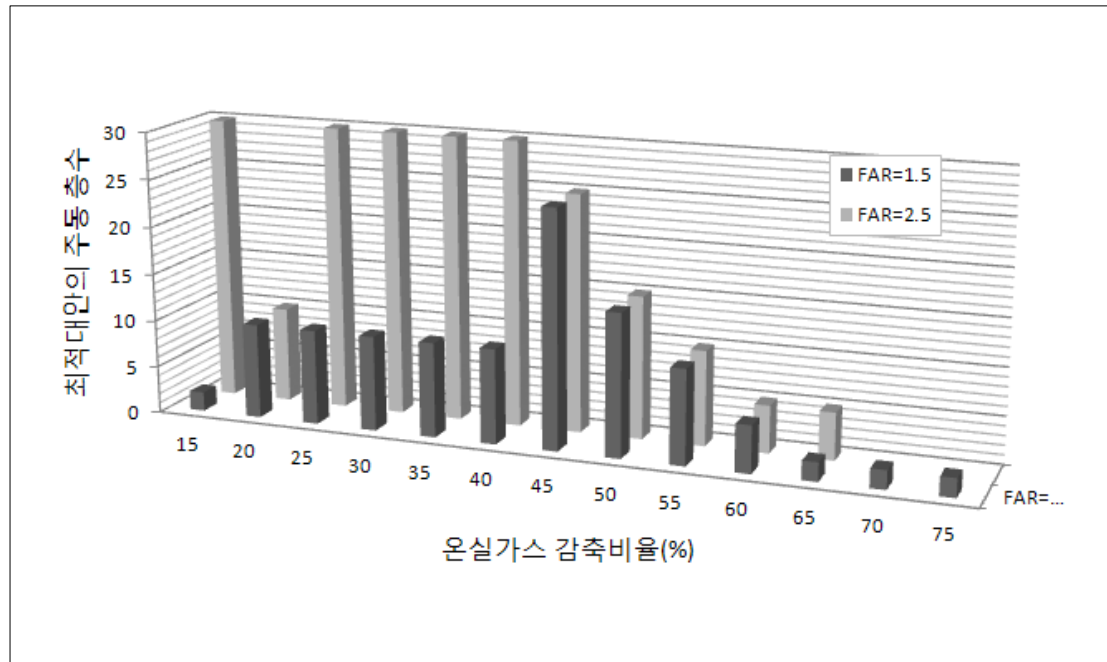
가 0.6% 가 , 가 1% 가 가 가 가 가 , 가 . 가 25~30% 가 가 ,



### ③ 온실가스 감축 목표별 최적 대안의 주동 총수 변화

□ 역송전량을 제외한 분석결과

가 , 50%  
가  
가  
50% 가  
가  
50% 가



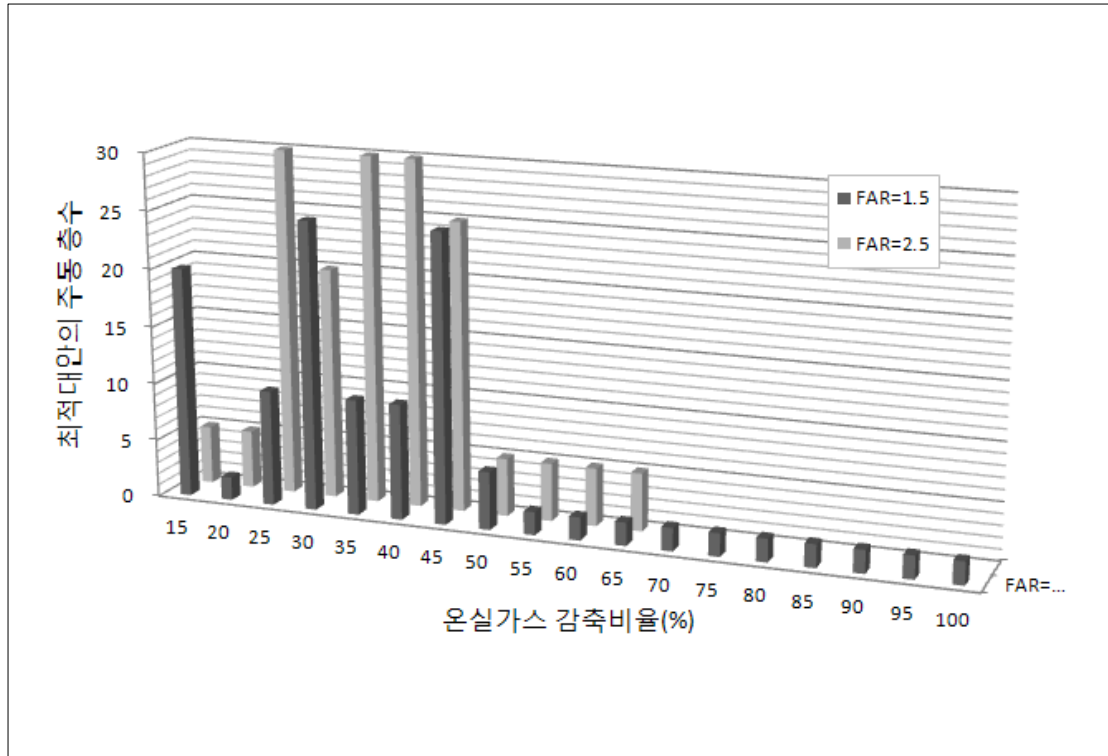
[ 4-8] 가 ( )

□ 역송전량을 포함하는 경우

가  
15~45% 가 가

, 50%

가



[ 4-9] 가

( )





가 , BIPV ,  
가 ,  
가 ,

5

- 1.
- 2.

1.

□ 정책 목표의 설정 문제: 탄소제로 공동주택은 가능한가?

가

.

, 가 , 가 .

70%

가

,

가

47)

가

가 가

가

. , 가

가

15~20%

가

47) , 가  
가 가 , 가

□ 공동주택의 개발 밀도와 온실가스 감축 목표

가 가

50%

50% 가

가가 가

가 50% 가

가 가

□ 준공 이후의 사후 관리 체계 구축이 필요

가 가

가 ,

가 가

가

가

□ 각종 기준 및 인증 체계의 개선방향

가 , 가

가 , 가

가

가 가

가

1 가

가 .

2.

가 가 가

, 가

.

가                  가                  가                  .                  ,

가

[illegible]

가 cost-effect ,  
가 .  
가 가  
가 , 가

가 .  
가 .



## REFERENCES

- CABE and Bioregional(2008), "What makes the eco town", <http://www.bioregional.com>.
- Cherwell District Council(2009), "NW Bicester Eco town concept study", <http://www.halcrow.com>.
- Cherwell Link(2010), "District Council of north oxfordshire",<http://www.cherwell.gov.uk>.
- Communities and Local Government(2008), "East of England Plan", <http://www.communities.gov.uk>.
- Communities and Local Government(2008), "Notes and recommendations from session 1 of Eco town Challenge", <http://www.communities.gov.uk>.
- Community and Local Government(2007), "Eco town prospectus", <http://www.communities.gov.uk>.
- Community and Local Government(2008), "Eco towns-living a greener future", <http://www.communities.gov.uk>.
- Community and Local Government(2010a), "Planning policy statement 1", <http://www.communities.gov.uk>.
- Community and Local Government(2010b), "Planning policy statement 3", <http://www.communities.gov.uk>.
- creating sustainable community in Mid Cornwall(2010), <http://ecobos.co.uk>.
- District Council of north oxfordshire(2010), "Making NW Bicester a reality", <http://www.cherwell.gov.uk>.
- Eco-Bos(2010), "St Austell & Clay Country Eco-town", <http://www.cornwall.gov.uk>.
- Home & Communities(2009), "Eco-Town Report-Learning from Europe on eco-towns", <http://www.nationalschool.gov.uk>.
- IPCC(2007), 「Climate Change : The Physical Science Basis」

NW Bicester Eco development(2009), "A Vision for the Future of Bicester" 「P3ECO LTD」, <http://www.p3eco.com>.

NW Bicester(2010), "Testing Masterplan Ideas", <http://nwbicester.co.uk>.

Stern, N. (2006). 「Stern Review on The Economics of Climate Change: Executive Summary」. HM Treasury, London.

Torcellini et al.(2006), 「Zero EnergyBuildings: A Critical Look at the Definition」, National Energy Renewable Laboratory (NREL).

Whitehill opportunity bordon(2010), "Whitehill bordon draft framework masterplan", <http://www.aecom.com>.

Whitehill opportunity Bordon(2008), "A green community vision whitehill bordon eco town", 「Whitehill Bordon Opportunity Group」, <http://www.easthants.gov.uk>.

(2009), “ ”, ( ), v.25(8), pp.365-372.

(2010), "ISO 13790 Monthly Calculation Method 가 ”, ( ), v.26(7), pp.321-332.

(1998), “ ”, , v.27, pp.19-30.

(2009). 「 」,

(2009), “가 ”, ( ), v.25(12), pp.419-427.

· (2008), “ ”, 「 」, v.19(4), pp. 89-96.

(2009), 「 」,

(2008), “ ”, Brief v.2 00.

; (2009), “ ”, ( ), v.25(6),pp.295-302.

(2010), 「 가」,

(2008), “ 가 ”, , v.10(2), pp.231-238.

· · (2010), “ 가 ”, , v.30(2), pp.22-32.

· · (2002), “ ”,



3. ( ), v.18(10), pp.267-272.  
(2004), 「 LCA 」, pp.192-19



## The Policy Directions for Apartment Design Mitigating Greenhouse Gas Emissions

Cho, Sang-Kyu  
Lee, Jin-Min

The climate change accompanied by global warming has become a major threat to the world economy and survival of human race, and the anthropologic greenhouse gas emissions are known to be the major reason of the global warming.

The GHG emissions from housing buildings are determined not only by technological factors including materials and HVAC system, but also by design factors. There have been a large amount of literature on the effect of technological factors on GHG emissions of housing buildings, but the effect of design factors combined with building systems factors remains rather unclear.

In this context, this research aims to provide empirical basis on the combined effect of design factors and building systems factors on the amount of annual GHG emissions and construction cost under the 'Greenhome guidelines' released 2009 by the government.

According to the government statistics, the nation-wide annual GHG emission is estimated to be 600 Mt-CO<sub>2</sub>, and the portion of the multi-family housing sector is estimated to be 5.4% in the national emission. One apartment housing unit causes GHG emissions of 148t-CO<sub>2</sub> through its lifecycle when its lifecycle is assumed to be 30 years, and about 75% of the lifecycle GHG emissions is caused by energy-consumption during its in-use stage.

To provide further understanding on the link between design factors and building systems factors on the GHG emissions, an analytic framework was devised for estimating the amount of GHG emissions and construction cost under every possible combination of design variables and

building systems variables. The variables used in the analysis include development density in terms of the floor area ratio, height of housing buildings, thermal insulation level, use of energy recovery ventilation system, use of combined heat and power system, and capacity of photovoltaic generation system per dwelling unit. The results from the analysis can be summarized as follows:

1. The construction cost increase for 1% point GHG reduction is estimated to be 0.6%~0.76% of that of the base model. The cost increasement varies significantly by the availability of grid-connection with in-site power generation system. This means the cost-efficiency for mitigating GHG emissions of apartment housing can be significantly improved when the grid connection is available for inverse-transmission.

2. The height of apartment buildings clearly limits the maximum reduction level of annual GHG emissions. The building height is directly linked to the maximum capacity of PV system per housing unit, thus influencing the maximum GHG reduction level: There is no feasible solution for apartment buildings exceed 5-stories which can achieve more than 50% annual GHG reduction level. The result implies that regulations involving physical design and form of apartment housing can significantly affect the GHG mitigation policy in housing sector.

3. In the same context, the density of apartment housing development can affect the maximum level of GHG reduction. The result of the analysis shows that the development density is limited to 1.5 in terms of the floor area ratio for the net zero carbon emissions. When the FAR is set to 2.0, the maximum GHG reduction level is limited to 66%. This limitation is not linked to the cost-feasibility, but it is linked to the technological constraint.

Policy implications drawn from the research findings can be summarized as follows:

1. The GHG reduction level should be set higher than the current guideline which set the target level to 15~20% compared to the baseline model because current target level is neither cost-effective nor the technologies for GHG reduction are abundant in market. The government should focus on establishing social infrastructure such as the Smartgrid system which can significantly reduce social cost of GHG reduction in housing sector.

2. The government should review design regulations which can influence the GHG reduction of apartment housing. In particular, high density - super tall apartment development practice should be reviewed when the government is to achieve more than 50% GHG reduction in housing sector.

3. The government guidelines for the 'Greenhome' can be improved in ways that it can reflect actual amount of GHG emissions by adopting more elaborated numeric model for pre-estimation of GHG emissions with building systems factors.

**Keywords :** Apartment housing, Greenhouse gases, Cost-effect analysis, Greenhome, Renewable energy sources



•

- 1.
- 2.
- 3.

1.

1)

‘ , ’

· , 가 가

·

·

,

·

· , 가

가 가

·

,

·

가

·

가 ·

2)

1999 4가 ( , , , , )  
2008  
2050 1990 60%  
1990  
80%  
가 'Planning Policy statement  
1'48) , 1) 가 , 2)  
3) 4) , 4가  
2007 7  
57  
13  
5가

- 신축개발이여야 하며 기존 타운과 친환경적으로 차별화 되어야 하며, 5,000 ~ 10,000 세대 규모로 계획
- 제로 탄소 배출이여야 함
- 각종 커뮤니티 시설(초 중고등학교나, 중급의 쇼핑센터, 레저센터 등)을 타운 내에 갖추고 있어야 함
- 주거 구성 다양화. 노인 가족, 대가족, 핵가족 세대 등을 다양하게 조화시키고, 그 중 40%는 저소득자들도 구매할 수 있도록 affordable housing으로 계획
- 개발자는 거주민의 커뮤니티를 활성화 시킬 수 있는 시설 및 서비스들을 유지 관리해야함

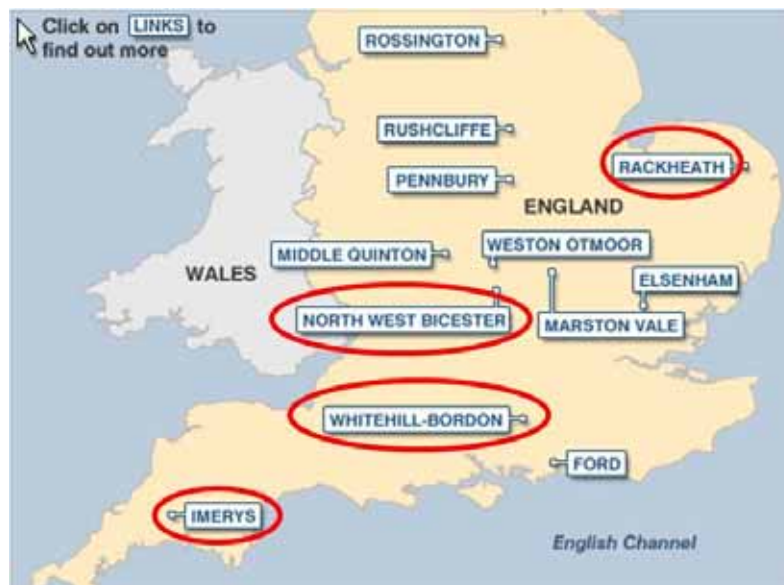
2010 16 (28 )  
가 4

48) Planning Policy Statements 가 Planning Policy Planning system  
가 . 2010 3  
'Consultation on a Planning Policy Statement : Planning for a Low Carbon Future in a Changing Climate'



Norfolk                      Rackheath, Oxford                      North West Bicester, Hampshire  
 Whitehill Bordon,                      Conwell                      China community

가



[ -1]  
 ( : <http://news.bbc.co.uk>)

49)

4

‘Planning Policy statement 1’

## □ 건축부문

8% 2050 80%  
가

- 에너지가 적게 드는 재료사용
- 내구성이 강하여 오래 쓸 수 있는 디자인 지향
- 재생 가능한 재료 사용

## □ 주거에서의 에너지 소비량

23%

100%

- 주거는 ‘Sustainable Home level 4’<sup>50)</sup>를 만족하도록 AECB Silver 또는 BREEAM Excellent 등급을 받도록 디자인함
- 가전기기는 최고 등급의 에너지 효율 제품을 사용
- 대부분 신재생 에너지로 공급될 수 있도록 시스템을 구축
- 공급 에너지 중 50%이상은 사이트 자체 내에서 생산 가능하도록 시스템 구축

49) 1) Amersfoort, 2) Friburg, 3) Hammarby, 4) Zaragoza, 5) Dongtan,

50) (BRE) Code for Sustainable Home 4 (Level 4) , 2016 6  
(Level 6) 가 , 2010 4

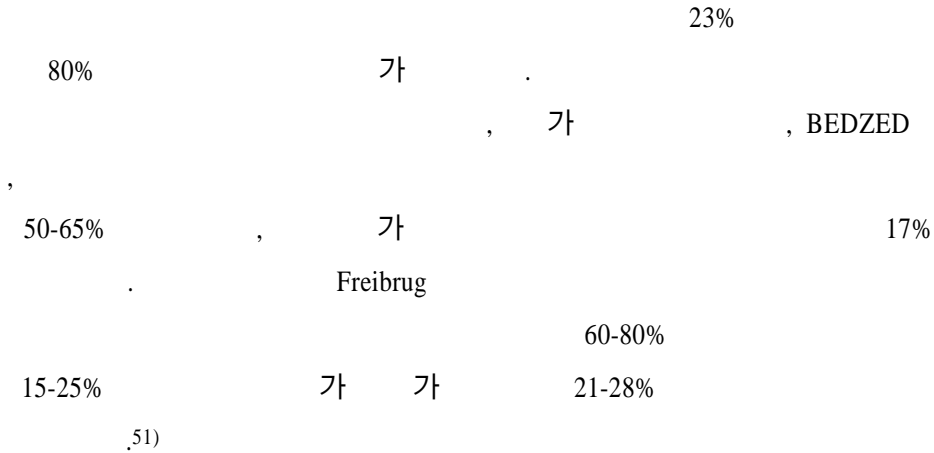
· Code for Sustainable Home : BRE Global Ecohomes

가 2007 4 가 7가

(Energy efficiency/CO2, Water efficiency, Surface water management, Site waste management, Household waste management, Use of materials, Lifetime homes (applies to Code Level 6 only) )

- 에너지 사용량을 실시간으로 알 수 있도록 스마트 패널을 설치

## □ 교통



- 타운내의 교통거리를 최소화시키기 위해 커뮤니티 시설 및 직장을 주거로 부터 걸거나 자전거로 교통 가능한 거리에 둔다. 이는 결국 주거 밀도의 계획과 관련이 있는데, 헥타아르당 50 에서 100세대 정도 거주가 가능하도록 계획하고 지역 상점이나, 약국, 학교, 우체국 등의 시설에 도달하는 시간을 보통 10-15정도로 디자인한다.
- 도로 시스템은, 차량의 이용보다는 걸거나 자전거로 이동하기 편하도록 주위 환경을 안전하고 아름답게 가꾸어야 한다.
- 지역 일자리 역시 가능한 해당 지역 주민에게 할당하여, 출퇴근의 교통량을 최소화 시키도록 계획하는데, 일차적으로 지역 일자리의 60% 이상을 지역주민에게 할애하고, 궁극적으로 80%까지 확대하도록 한다.
- 부득이하게 사용될 차량의 연료 역시, 친환경적인 바이오 연료를 사용할 수 있는 차량 또는 전기상용차를 사용하도록 한다.

## □ 음식물 쓰레기 처리



51) Building for Life: [tinyurl.com/5hvuhq](http://tinyurl.com/5hvuhq)

가

- 음식찌꺼기 감축을 위한 지속적인 정보 제공과 계몽
- 지역 농장과 직접 연결하는 농산지 직판매 시스템 확립
- 도매 판매 중에 폐기되는 음식물을 최소화시키기 위해 타운 내에 5일장, 7일장 등의 정기적 물량 공급 시스템 확립
- 타운 주거 주변에 쉽게 관리할 수 있는 텃밭조성을 위한 토양, 햇빛, 수분 공급 등의 시스템을 디자인 단계에서 고려
- 지역 농장의 거리는 에코타운에서 약 50-100km 이내로 정함

#### □ 일상 소비재

13%

50-55%

- 새로운 친환경 트렌드를 개발 및 보급
- 친환경 제품 판매자에 인센티브 제공
- 재활용 물품 및 자선 사업 센터 그리고 수리센터의 적극적 장려
- 지속적인 계몽

#### □ 정부 공공부문 서비스

8%

25%

#### □ 생활 쓰레기

- 상품의 생산과정에서 재활용 가능성까지 고려해 디자인함
- 에코타운 디자인 단계에서 주민들의 재활용 이용을 용이 할 수 있도록 여러 가지 시스템을 도로나 집안에 미리 구축함
- 에코타운 개발자는 디자인 단계에서부터 제로 쓰레기 타운을 목표로 함. 이를 위해 우선 쓰레기 배출 총량을 25-50%로 줄여야 하며, 그 중 70%는 재활용 가능해야 하고, 66-90%의 음식물 찌꺼기는 콤포스트로 사용시키며, 최종 3%정도만 쓰레기장으로 배출될 수 있도록 기본 방침을 정함

3)

가 , , ,  
 ,  
가 .

- 마스터플랜은, 하나의 개별 건축물에 포커스를 맞추기 보다는 전체적인 상황을 종합적으로 고려해야한다. 예) 전체 레이아웃, 밀도, 주거규모, 동선 등이 건축물의 일조량 및 형태, 바람의 방향 그리고 쓰여 질 재료의 축열량 등을 포괄적으로 고려해야한다.
- 사이트 내에 자연적인 친환경 자원들을 적극 이용한다. 예) 쓰레기 처리문제, 하수처리문제, 바람, 태양열, 생태 숲 등의 탄소배출과 직접 관련을 가진 부분들을 사이트 내에서 최대한 처리할 수 있도록 계획한다.
- 에코타운의 마스터플랜은 디자인 당시의 시점을 계획의 마무리로 보지 않고, 시간이 지남에 따라 주거단지의 변화와 발전이 발생할 것이라는 가정에 의해 계획되어야 한다. 예) 에너지 기술은 지속적으로 변화할 것이고, 이러한 변화에 능동적으로 적응할 수 있는 타운 디자인이 고려되어야 할 것이다.
- 주거의 밀도는 교통의 요소들을 고려하여 디자인 되어야하는데, 기본적으로 타운

중심에서는 헥타아르 당 50에서 100세대정도를 두도록 하며, 외곽부에는 50에서 65세대정도 배치하는것이 바람직하다.

- 각종 타운내 커뮤니티 시설들은 자동차의 이용하지 않아도 쉽게 접근이 가능하도록 계획한다.
- 마스터플랜 디자인의 기준 제시: 1) 모든 주거개발은 Building for Life gold<sup>52)</sup>에서 제시하는 기준을 따른다, 2) 미래 변화에 대한 적응력을 디자인에 고려하기위해 미래 기후변화 예측 기준인 UKCIP08<sup>53)</sup>을 참조한다, 3) 모든 주거 세대들은 English Partnerships<sup>54)</sup>에서 제시하는 삶의 질과 공간에 부응할 수 있는 디자인을 제공해야한다.

#### □ 물사용 및 처리

가

- 새로운 에코타운의 조성할때, 기본적으로 물사용을 최소화할 수 있는 방안을 마련해, 기존에 시설된 물공급 시설을 그대로 사용할 수 있도록 함
- 모든 세대에 빗물을 모아 재사용할 수 있는 시스템을 구축
- Sustainable Homes LEVEL 4기준에 맞는 효율적 물관리에 만족하도록 디자인 가이드 라인을 정함
- Environmental Agency에서 규정하는 홍수지역 3에 해당하는 지역은 에코타운의 건립에 적합하지 않음

#### □ 건강한 이웃관계

가

,

,

가

52) Building for Life CABE 가 가 gold  
20 가 20 16

53) UKCIP0 UK 21st Century Climate Change Projections (2008) project

54) English Partnerships

가

- 경관디자인을 통해 보행과 자전거 통행이 즐겁고, 기능적으로 용이한 거리 디자인한다.
- 타운 내 공공 공간이나 광장을 간접적으로 이웃들에 의해 감시할 수 있도록 주거 배치를 디자인한다.
- 학교나, 타운 내 공공시설들의 접근성을 노인이나 아이들에게도 용이할 수 있도록 안전하고 매력적이게 디자인한다.
- 양질의 외부 놀이시설이나, 운동시설들을 통해, 주거 내 젊은층의 외부활동을 늘리도록 유도한다.

#### □ 그린생태영역 구축

- 타운 내외의 각종 생태공원들을 그린 통로나, 작은 하천 등으로 연결시켜 동물의 이동을 단절이나 고립시키지 않도록 함
- 다양한 그린환경들 즉 그린공원, 주거지내 소정원, 그린지붕, 그린 벽, 도심공원들을 활성화 시킬 수 있는 공간을 마련함
- 주민들이 공동으로 사용할 수 있는 동네내의 텃밭이나 정원공간을 제공
- 사이트 내에 자연스럽게 형성되어있는 여러 가지 자연들 즉, 숲, 잔디밭, 늪지, 강, 폭포, 돌무더기, 절벽 등을 최대한 이용하여, 에코타운과 적절하게 배치

## 2.

### 1) Rackheath, Norwich

#### ① 개발개요

□ 시행자: Building partnerships, Barratt Home<sup>55)</sup>

□ 위치: Norwich시 근교, Norfolk

□ 정부 지원 규모: 1,600만 파운드

가 Norwich 230,000 가  
 , 2025 280,000 가  
 가 2021 36,000 , 33,000  
 . , Norwich  
 가

가  
 Rackheath Norwich 6km  
 , Norwich 10,000  
 6,000 , 2007 57  
 A 2 .

#### ② 대상지 개요

Rackheath 20~30m

55) Barratt Homes

. Slough Eton Green , Lancashire  
 Chorley .( www.barratthomes.co.uk)

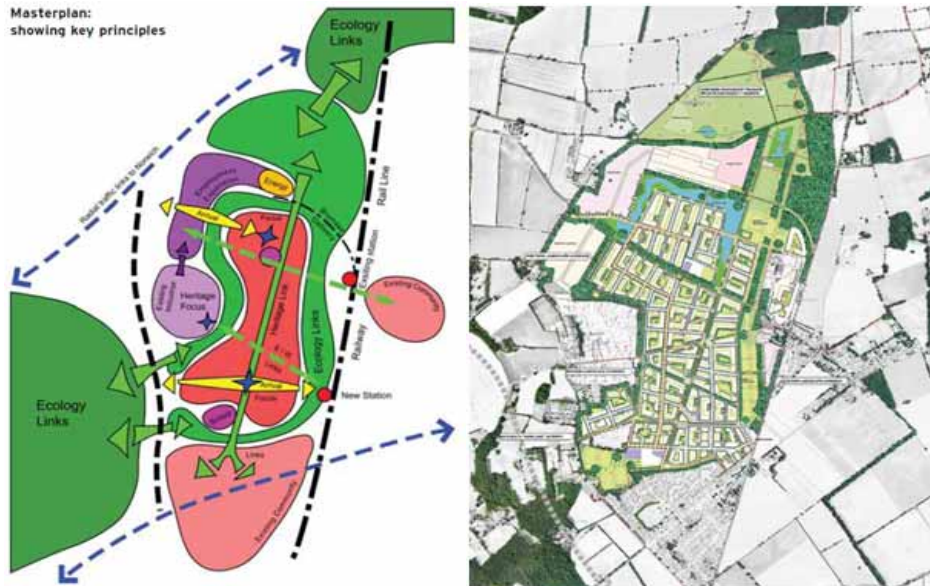




292.9 34.2%( 5000 )  
 , 42.1% , ,  
 , , 2  
 가 300m ,

#### ④ 녹지 공간

40% , 85%  
 가 Rackheath  
 가



[ -2]  
 ( : Concept statement in respect of rachheath eco community)

Rackheath

## ⑤ 교통

### Rackheath

- 교통거리: 일자리 및 커뮤니티 시설과 주거지를 가능한 가깝게 위치시켜 불필요한 출퇴근 및 이동의 교통량을 최소화 한다. 현재 타운 근처 1100m 떨어진 지역에 사무직 일자리를 창출함으로써 보행이동이 가능토록 하고, 2.5km 지점에 비즈니스 파크를 건설 중인데, 여기서는 자전거 출퇴근이 가능 할 것이다.
- 보행 및 자전거: 이를 위해 자전거도로와 보행로를 충분히 두어 차량이용을 자연스럽게 줄이며, 현재의 보행이동비율인 3.6%를 향후 5.7%까지 올릴 계획이고, 현재 3.3%인 자전거 이용율을 향후 7.8%까지 올릴 계획이다. 이를 위해 보행로나 자전거 이용 전용도로를 두며, 주변 경관을 아름답게 가꾸어 이동성을 더욱 좋게 하고, 야간 전등설비 등을 갖추어 편리하게 이용하도록 유도한다.
- City car club: City car 개념을 도입시켜 자가용이용을 최대 50%까지 줄이게 한다. City car는 일종의 공공 자가용의 형태로, 거주자 10명당 1대의 공공 자가용을 둬으로써 거주자들이 필요한 경우에만 자동차를 사용 할 수 있게 하는 시스템이다. 이는 자동차의 소유를 줄이게 하여, 결과적으로 불필요한 자동차의 교통량을 감소시키려는 전략이다. 현재, 44%의 Rackheath 거주민은 개인 자가용으로 이동하는데, City car 시스템을 도입하면, 자가용이용을 약 22%까지 줄일 수 있을 것으로 전망하고 있다.
- 대중교통: 대중교통을 최대한 확충하여, 개인 자가용의 이용을 감소시킨다. 특히 Rackheath타운과 Norwich시까지 익스프레스 버스를 두어 20분 간격으로 출발하여 10정도 걸리는 노선을 제공하게 된다. 이렇게 되면, 현재 4.9%의 버스 이용률이 향후 14%까지 향상될 전망이다. 철도는 대중교통수단 중 가장 친환경적으로 알려져 있다. 버스가 가장 대중적인 교통수단이긴 하나, 제2의 교통수단으로 철도노선을 설치해 두고, 향후 철도와 더불어 트램을 설치할 수 있도록 마스터플랜에서 개발 가능성을 열어둘 것이다
- 인센티브: 자가용이용을 하지 않을 때 발생할 수 있는 인센티브를 개발하고 적용한다. 현재 개발된 아이템은 다음과 같다.
  - 한 가구 당 2 명에게 1년간 대중교통을 무료로 이용할 수 있도록 재정지원함
  - 한 가구 당 1명이 1년간 City Car 무료 이용이 가능하도록 함

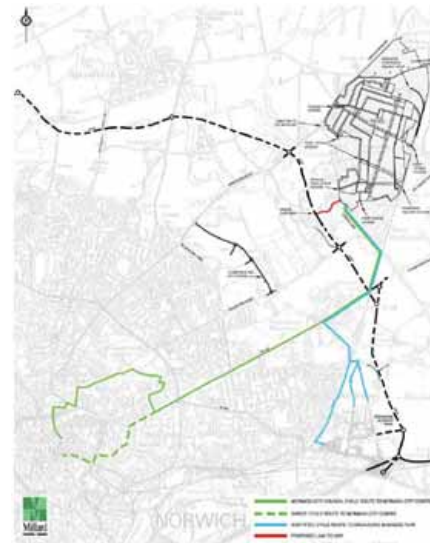
- 65세 이상 16세 미만의 거주자는 교통 혼잡시간을 제외한 시간에 무료로 대중교통을 이용할 수 있도록 함
- 한 가구 당 1대의 자전거를 구비할 수 있도록 정부에서 지원함
- 대중교통이용 및 보행로, 자전거 전용도로에 관련된 정보 패키지를 가구마다 구비할 수 있도록 함

## ⑥ 주거

가

250

- 주거 규모 및 밀도 : 일반적으로 에코타운 마스터플랜 계획에서 구획되는 주거블록은 크기는 150m x 150m 이고 90세대가 입주할 수 있는 규모이다. 이를 Rackheath 에코타운에서는 일차적으로 이를 75m x 75m 블록단위로 다시 나누어 구획한다. 주거블록에 들어서게 될 주택의 타입은 다양한 연령층 및 라이프 스타일을 지원할 수 있는 다양한 타입의 주거 형식, 즉, 노인주거형식, 커플주거형식, 독신자 주거형식, 단독주택, 아파트타입 등 다양하게 섞여서 지어질 예정울호 공개 공지주변에 다른 크기와 모양의 주거를 함께 어우러지게 디자인할 계획이다. 또한 주택에 따라 가족구성원의 변화에 따라 방의 용도를 변경할 수 있는 시스템을 Lifetime Home Standard 에 따라 구축 할 예정이다. 이와같이 에코타운에 건축될 다양한 세대들의 규모들을 다음 표에 나타내었다.



[ -3] Rackheath  
( : Concept statement in respect of rachheath eco community)



[ -4]

[ -2]

Type	Units
1 bed flat	625
2 bed flat	351
2 bed house(3 person)	391
2 bed house(4 person)	390
3 bed house	1406
4 bed house	742
Flats above High Street premises	240

: Concept statement in respect of rachheath eco community

- 서민을 위한 주택공급 : ‘Planing Policy Statement 3’<sup>56)</sup>에 나오는 주거단지 건설 가이드라인에 따르면, 신축될 단지 내 40%이상은 서민들이 구매할 수 있는 적정수준의 시장가격이어야 하며 또는 정부임대주택 형식이어야 한다. 일반적으로 에코홈들은 일반 주택에 비해 가격이 높을 수밖에 없는데, 이를 적정수준의 가격으로 공급할 수 있는 디자인을 제시해야 한다.
- 기존주택의 리노베이션 : 현재 에코타운 개발 사이트 내에는 기존의 870가구가 살고 있는데, 이러한 가구들에도 앞으로 계획될 에코타운의 에코홈에 상응하는 수준의 친환경성을 유지하기 위해 정부의 재정지원이 이루어질 계획이다. 다양한 분야에서 친환경 리노베이션이 진행될 예정인데, 예를 들어, 단열, 이중창, 스마트 패널, 솔라 패널, 태양열 온수패널 등의 개선이 주요 대상이 될 것이다.

56) PPS3  
'Affordable Rural Housing Commision'

⑦ 고용

Norwich 35,000  
 가  
 . Rackheath  
 .  
 [ -5]  
 ,  
 ,  
 가 가  
 ,  
 가  
 가



[ -5]  
 ( : Concept statement in respect of rackheath eco community)

- 지역사회 의 고용기회 창출
- 기존에 존재하는 산업에 배치되지 않게 상생할 수 있는 모델로 계획
- 지역 교육 시스템과의 연계를 통해 거주민 교육 확대
- 친환경 관련 사업 우대
- 산업에 관련되는 에너지 소비나 환경영향을 최소화 할 수 있도록 계획

⑧ 에너지

20MW  
 photovoltaic panel,  
 가  
 ,  
 ,  
 가

40MW

가 가

80~

90

gasification

50%

. Barrett

CHP

3

, BIM



[ -6]

( : Concept statement in respect of rachheath eco community)

## ⑨ 물공급 및 하수처리

154 . 2007

6

, 120

가

code 1

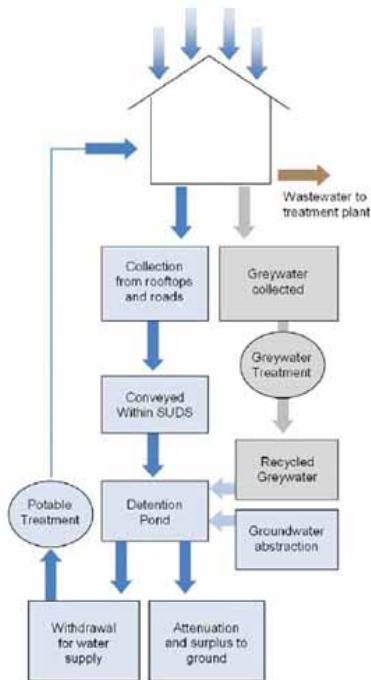
Rackheath [ -4] Code for Sustainable Homes

CODE FOR SUSTAINABLE HOMES	
Code Level	Water Standard (iltres/person/day)
1	120
2	120
3	105
4	105
5	80
6	80

100

code 4

- 듀얼 플러시 변기
- 140리터 욕조
- 분당 물빠짐이 4리터 이하가 되게 디자인된 썬크대
- 물효율적인 디쉬워셔(16리터이하)
- 50리터 이하의 세탁기



[ -7]

( : Concept statement in respect of rachheath eco community)

- 빗물을 버리지 않고 모아두면 타운 전체에서 약 220.8 메가리터의 물이 모일 수 있으며, 이는 일인당 하루 약 52리터 규모임
- 사용한 물은 하수시키지 않고 정화하여 재사용하면 타운 전체에서 필요한 물의 약 8%를 추가로 공급 가능함
- 거리 바닥에 흐르는 물 역시 한곳으로 모아서, 농업 용수 등 필요한 곳에 사용할 수 있도록 시스템을 갖추는데, 이를 통해 일인당 하루 약 30리터의 물이 공급 가능함



## 2) Whitehill bordon

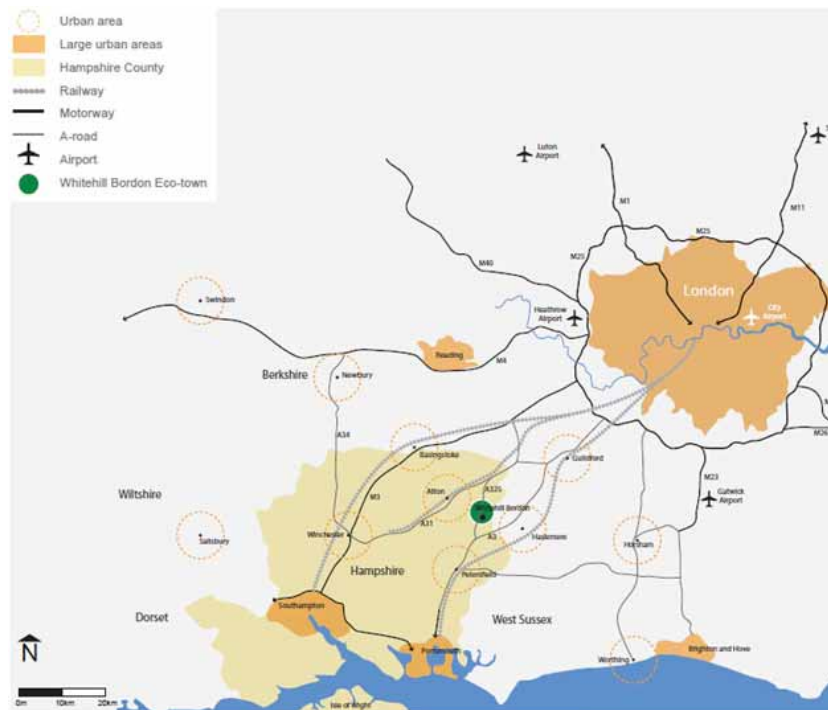
### ① 개발계획 개요

#### □ 시행자

- Whitehill Bordon Opportunity Executive Group, AECOM Design+Planning, AECOM Building Engineering, Alan Baxter & Associates, Kevin Murray Associates, Zedfactory Ltd

#### □ 위치: 런던 남서부 Whitehill Bordon, Hampshire

#### □ 정부 지원 규모: 1,119만 파운드



[ -8]  
( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

Southern Down

Whitehill Bordon

60~120m

, 1900

가 . 2001

6,000

13,953

2014 가  
 , 2006 'Green town vision'  
 가 가 230  
 2009  
 5,500 , 2,000  
 2028  
 가 가 21,937

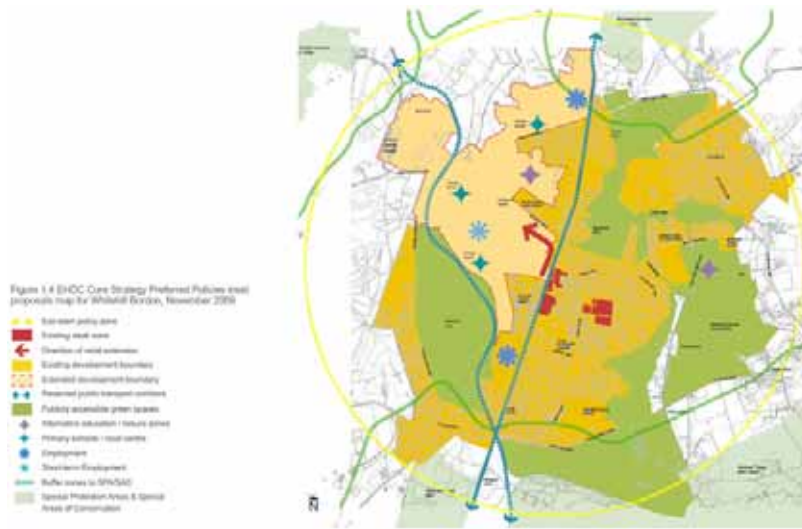
## ② 마스터플랜

Whitehill Bordon 25  
 가 ,  
 가  
 ,  
 South East Plan 가

- 30000 제곱미터의 상점과 부대시설을 포함하는 타운센터
- 초등학교와 유아시설과 관련하여 약 3개의 시설
- 기존의 전문대학 리노베이션
- 기술교육시설
- 신규 상업적 레저시설
- 제로 탄소 친환경 주거 4000세대
- 5,500개의 일자리를 창출할 수 있는 70,000제곱미터 규모의 에코산업단지 조성
- 약 127헥타르에 해당하는 그린공간

- 대중교통의 허브
- 기존 건물의 리노베이션
- 바이오메스를 이용한 CHP보일러 센터와 재활용 센터

- 에코타운의 센터를 중심에 두고 대부분의 타운 거주지로부터 걷거나 자전거로 접근 가능하도록 함
- 에코타운의 센터에 교통 허브를 설치하여, 편리한 대중교통이용 도로
- 기존의 철도를 그대로 유지시켜, 향후, 기존 철도라인이 국가 철도망과 연결, 철도이용율을 한층 증가 시킬 수 있는 가능성을 둠
- 공원들을 길게 연결시켜, 개발에 의한 생태계를 단절시키지 않고 거주민들에게 이동시 지속적인 자연을 접촉할 수 있는 기회를 제공
- A325 국도를 센터 밖으로 우회시켜 센터 주변은 도보와 자전거 통행이 안전하고 쾌적하도록 디자인
- 자전거 도로와 보행 도로 등을 타운 전역에 설치하고, 이를 그린공간 디자인과 연계하여, 이동시 쾌적함을 느낄 수 있도록 하여 도보와 자전거 이용 장려
- 기존 타운과 개발될 에코타운의 교감을 증가시키기 위해 커뮤니티 시설들이 동서로 길게 연속적으로 설치시켜, 이들 타운들을 연결
- 에코타운 내 산업단지들을 분산시켜 설치함으로써 거주지 내에서 도보 및 자전거 접근성을 높임
- 생태계 보호구역 400m 이내에는 주거시설을 설치할 수 없도록 하여, 애완동물에 의해 야생동물을 보호
- 타운의 역사에 기인한 군시설물을 타운의 성격으로 정의하고, 이들 건축물들을 타운의 랜드마크로 계획



[ -9]  
( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

□ 에코타운의 단계적 개발 마스터 플랜

4

가 .

[ -7]

1	1 : 2010-2014 ( 가 )
2	2 : 2015-2019 ( 가 )

	<p>- A325</p> <p>- 1</p> <p>- 1</p> <p>- 1 CHP</p> <p>- 17,000 가 1,400 가 , 2,800 가 3,000~</p>
<p>3</p>	<p>3 : 2019-2024</p>
	<p>- 1, 2</p> <p>- 3,500~20,000 가 가 1,400 가 , 900</p>
<p>4</p>	<p>4 : 2025</p>
	<p>- 2,300~22,000 가 , 800 가</p>

: Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM

South East Plan	25%	Social Housing
Affordable House	, 가	PPS <sup>57)</sup> 40%
Affordable House	. Whitehill Bordon	35%
Affordable House	, 3 가	가
75%	, 72%	28%

( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

가

104

### Green Roots Neighbourhoods



- 100%
- 4~5
- 2~4
- 1 20~30
- 22 550

### Green Steets Neighbourhoods



- 85% 15%
- 3~4
- 3~5
- 1 40~55
- 39 1,850

### Green Views Neighbourhoods



- 70% 30%
- 2~3
- 3~5
- 17 1,020

( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

④ 녹지공간

36% 가 , 가

가

가

[ -10]

	Green Loop
	Wildlife Corridor 가
	Blue Corridor

: Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM



## ⑤ 고용

Whitehill Bordon

가 가

.

, 가

- 현재 군에서 제공하고 있는 군 대내외 일자리 총수 3,855개를 대체할 수 있는 새로운 일자리를 창출해야 함
- 지역 내 일자리를 차지하고 인원 중 지역외부 거주자의 비율이 높아, 마스터플랜 계획 시 이들을 수용할 수 있는 대중교통수단을 확충해야 함
- 현재, 일자리를 창출할 수 있는 산업단지 공간 및 시설이 부족
- 현지 지역의 고급 노동인력이 부족하여, 산업단지 유치를 통한 지역일자리 창출에는 한계가 있음

5,500

7,000

## ⑥ 교통

Whitehill Bordon

,

,

가



[ - 11]

( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

가 ,

가 2001 가

74%가 가 4% 가

가

가 80%가 가가 가 ,

17% 가

9% 17%

가

Green Loop Green Grid

20% 25% 가

400m

Walking School,

Walking Buses

2% 12% 가

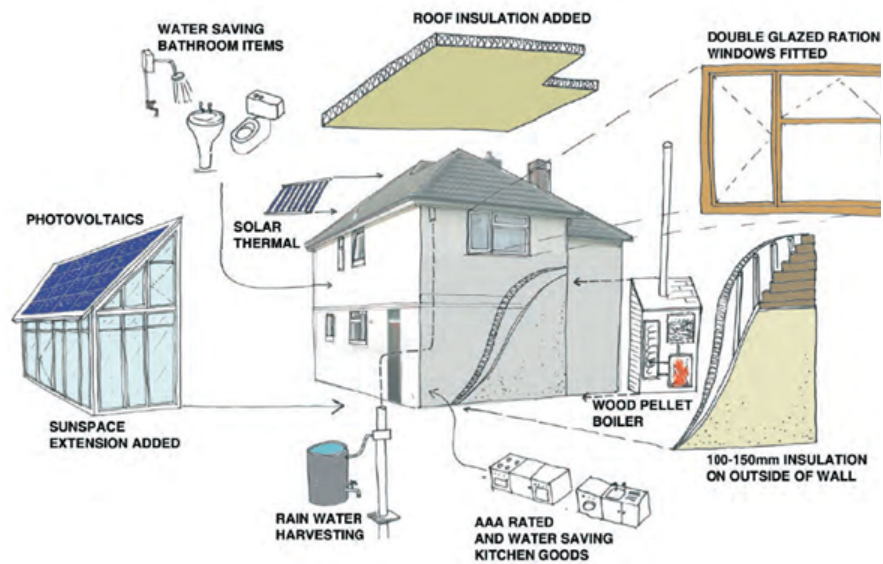
가 City Car Club

## ⑦ 에너지및 환경 인프라 시설

### □ 에너지

Sustainable Home Level 4

가 , 39kwh/m<sup>2</sup>,  
46kwh/m<sup>2</sup>  
CHP



[ -12]  
( : Whitehill bordon draft framework masterplan, 2010, AECOM)

#### □ 쓰레기처리

가 , 가  
가 ,  
가

#### □ 물공급

가 ,

가 . , , ,

가 , , ,

, , ,

Grey Water , .

가 .

□ 생활방식 변화

CHP , , ,

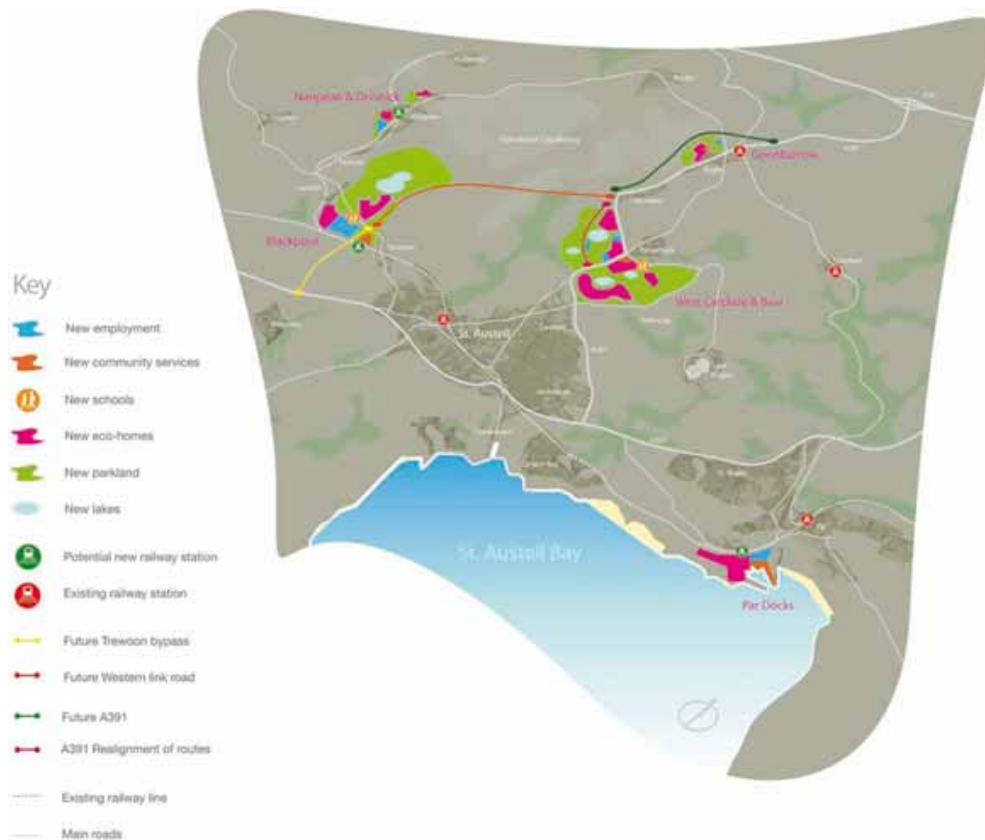
가 .

, .



## ② 마스터 플랜

5,000 , 5,500 ,  
 1) , 2) , 3) , 4) , 5)  
 , 6) .



[ - 14]  
 ( : Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010)

#### □ West carcraza and baal



[ -15] ,  
( : <http://eco-bos.com> / Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 )

7 가 .

- 1800~2500세대 규모의 주거단지
- 2개의 공원이 8개의 특징을 가진 주거단지들을 연결
- 217헥타르에 이르는 그린공간 확보
- 31헥타르에 이르는 호수와 조화
- 8헥타르 부지에 산업단지조성
- 지열, 태양열, 바이오메스, 풍력 에너지 등을 최대한 이용

#### □ Par docks

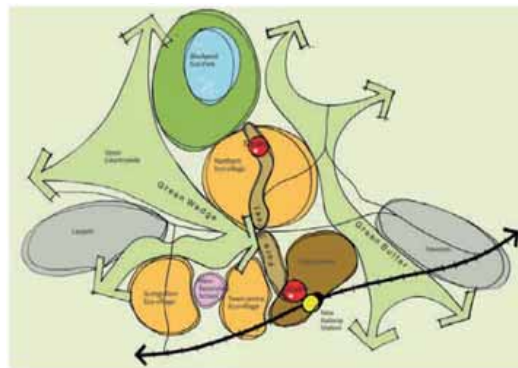


[ -16] ,  
( : <http://eco-bos.com> / Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 )

Par Docks

- 500~700세대 규모의 수변공간을 가진 에코 타운
- 6개의 특징을 가진 신축 주거단지와 기존주거들과의 조화를 고려
- 항구도시로서 갖추어져야 할 시설들인, 실내 마켓, 보트 정박장, 레저타운 개발
- 수변공간과 연계된 산업단지 조성 모색
- 어산물 직판장 설치
- 바이오매스 에너지 센터, 물을 이용한 냉난방 시설, 빗물을 이용할 수 있는 시스템 및 시설을 사전에 고려하여 계획

#### □ Goobarrow



[ -18]

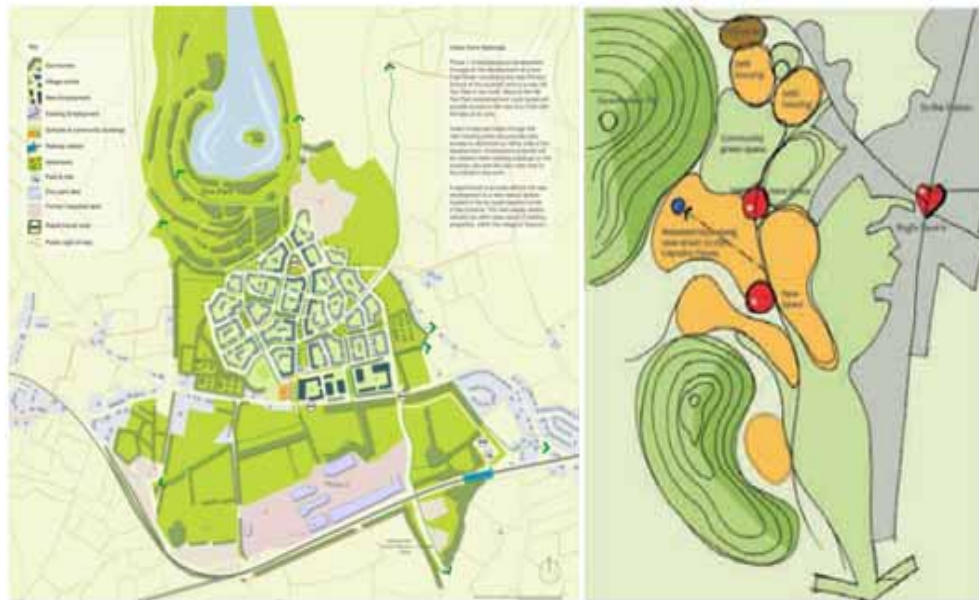
450-550 가  
가

[ -17]

- ( : <http://eco-bos.com/our-plans/masterplan-sites/goonbarrow-refinery/>)
- ( : Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 [Exhibition board version])

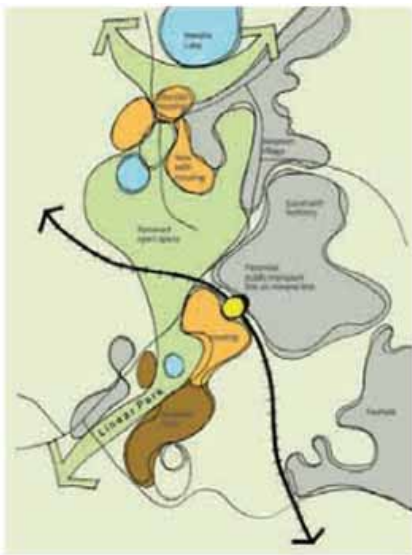


□ Blackpool



[ -19] ,  
 ( : <http://eco-bos.com/> Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 )  
 2,100 2,500 가 , , ,  
 , , .

□ Nanpean and Drinnick



[ -21]

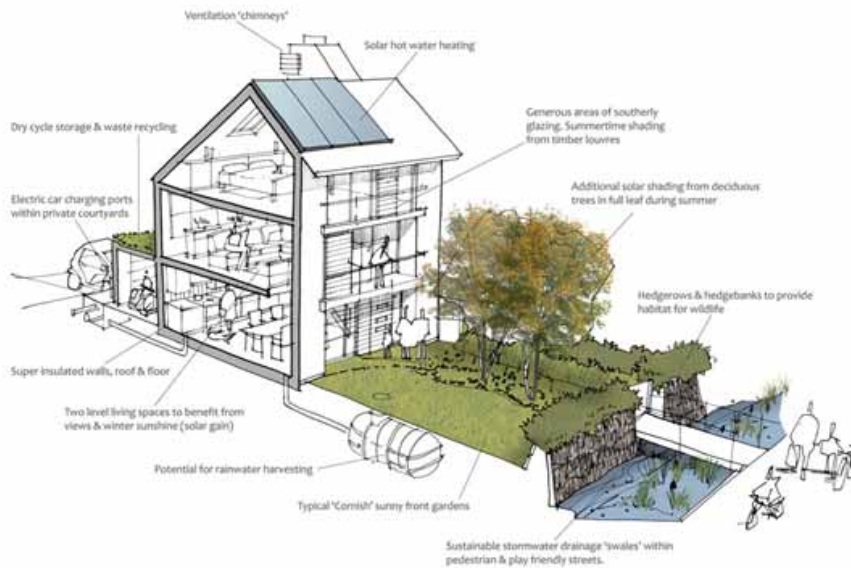
150~300

[ -20]  
 ( : <http://eco-bos.com/our-plans/masterplan-sites/drinnick-nanpean/> )  
 ( : Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 [Exhibition board version])

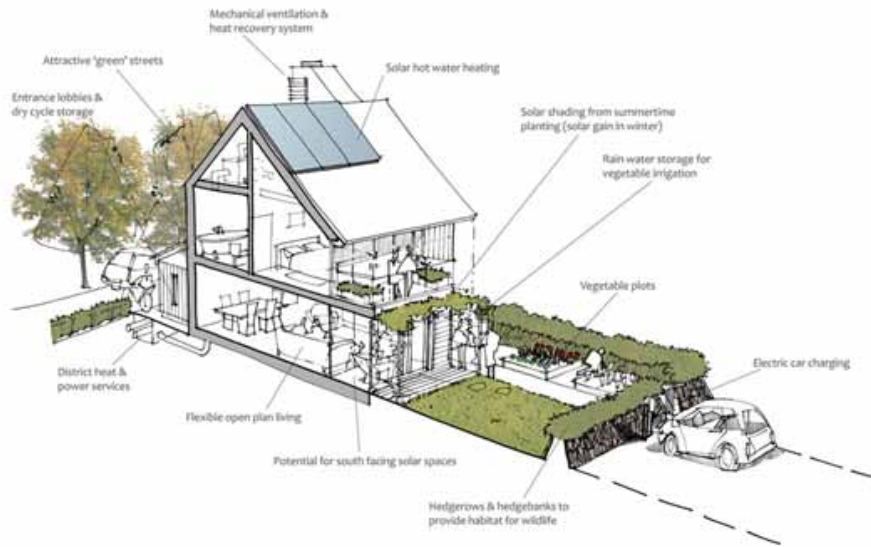
③ 주택공급계획

Conwall	20	35%	가	,
16,000				
	9			,
“Affordable Housing”		가 48%		.
	40%	Affordable Housing		.

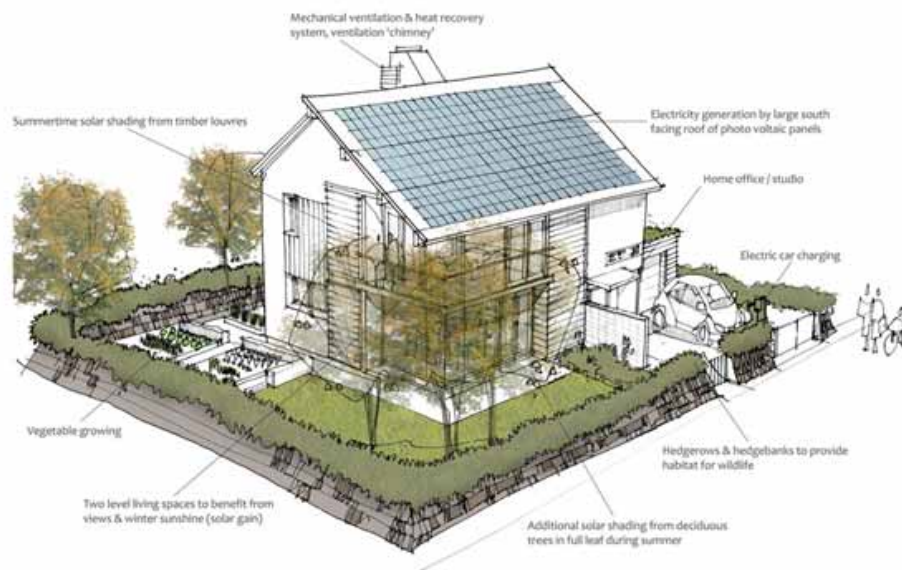
- 여름 냉방을 위한 자연 환기 시스템
- 단열 성능을 높인 재료 및 창문 사용
- 재활용 박스 및 가든 쓰레기 처리시설
- 빗물을 저장하고 사용할 수 있는 시설
- 물사용을 줄일 수 있는 각종 기술들
- 에너지 사용량을 실시간으로 확인할 수 있는 모니터링 패널 제공
- 타운내의 갖가지 정보를 빠르게 찾을 수 있는 초고속 인터넷 제공
- 지역 생산물인 점토를 이용한 건축재료 사용
- 적절한 차양사용
- 태양열에너지로 전기 및 온수 공급
- 전기차를 위한 외부 콘센트 설치
- 그린지붕



**Low carbon home with south facing front gardens**



## Low carbon home with south facing rear gardens



## Zero carbon home

[ -22]

( : Eco-bos creation communities, mid conwall, 2010 [Exhibition board version])

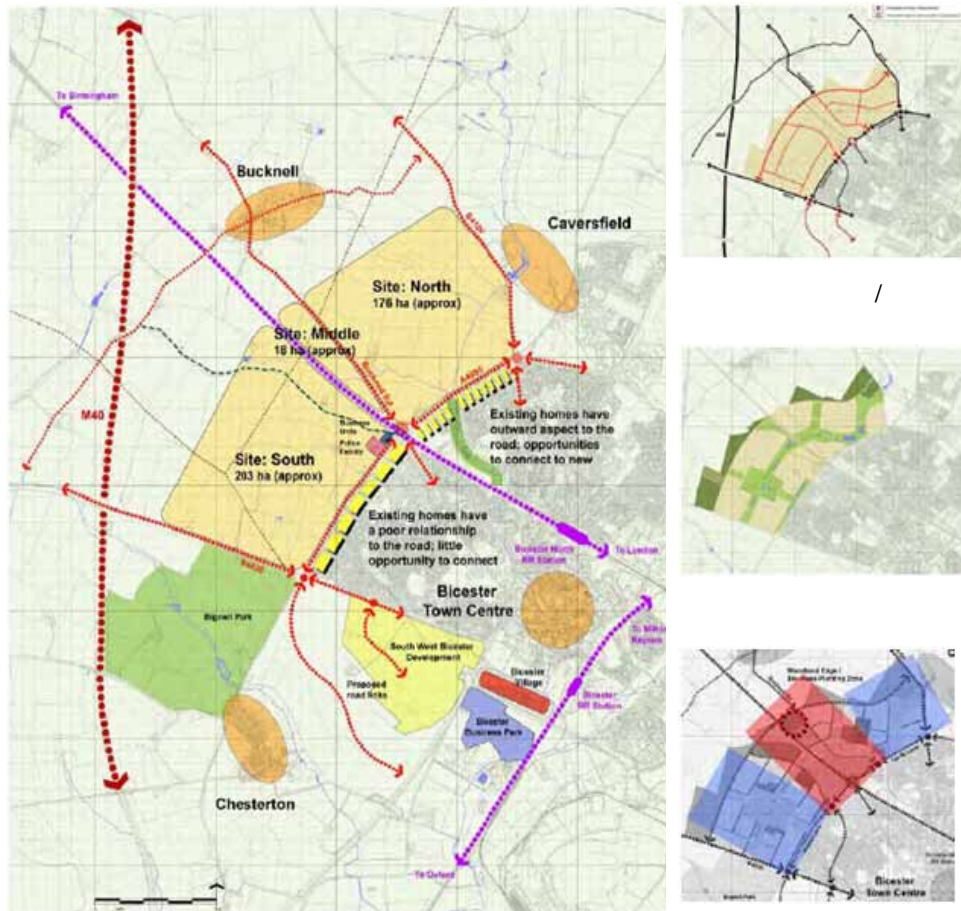
④ 고용





## North West Bicester

### ② 마스터 플랜



[ -24]NW Bicester Eco Town

: NW Bicester Eco-town concept study-prepared for Cherwell district council, Halcrow group Ltd. 2009

[ -14]

Summary	Area	%
Employment	31.80 ha	9
Residential	125.00 ha	36
Local Centre	9.91 ha	3
Education	17.16 ha	5
Open Space	138.23 ha	40
Infrastructure	23.00 ha	7
<b>Total</b>	<b>345.10 ha</b>	<b>100</b>

: NW Bicester Eco-town concept study-prepared for Cherwell district council, Halcrow group Ltd. 2009

### ③ 주택공급계획

South East Plan<sup>58)</sup> Bicester 6,400 가  
 , 2026 5,000  
 가 . ECO2H2OUSE  
 ,  
 가 ,  
 가 .

- Modular Framing System: 선제작 후조립의 형태로 대량 보급될 주거 형식으로 목재 구조에 높은 단열성능을 첨가한 형태
- 모듈러 시스템이긴 하지만, 디자인의 의도에 따라 다양한 주거타입 및 형태로 디자인 가능
- 에너지 효율 기준인 CSH Level 6에 적합하도록 디자인
- 사용 재료는 생산과정 중 발생하는 탄소량이 적고, 폐기 시 재활용이 가능한 재료로 선택
- 독일형 파시브 하우스의 기술적 디자인을 참고
- LED 조명을 사용하여 약 야간 조명에너지의 70%의 에너지를 감소
- 우드팔렛 보일러 사용
- 솔라패널 및 자연 환기

58) 'South East plan' 2009 South East (GOSE) 가 , 2010  
 7 the Secretary of State for Communities and Local government .



- PCM thermal capacity 재료 사용



Modular Framing  
System

[ -25] NW Bicester  
( : A Vision for the Future of Bicester: NW Bicester Eco-development, FARRELLS, 2009)

#### ④ 고용

가

NW Bicester

#### □ ECO2H2HOUSE 공장건설

- 고용규모 500명 정도
- 현장 인력 250명의 인력을 추가로 증가
- 산업쓰레기 처리시설을 공장 내 두어, 지속적인 재활용을 통한 건설 자재 생산
- 탄소 소비가 적은 작업 프로세스 개발
- 생산된 자재는 타운 내 소비뿐만 아니라 다른 에코타운에도 공급할 수 있도록 마케팅 확대
- 공장에서의 직접 고용 이외에도 관련산업에 고용될 인력이 증가할 것으로 예상됨

□ 거주민 대상 친환경 관련 직업교육 프로그램

- 빌딩에서의 에너지 사용 프로세스
- 난방에너지 절약을 위한 침기 감소방법
- 히트 펌프 환기방법
- 단열과 단열재
- 신재생에너지 교육
- 쓰레기 처리방법
- 물처리 방법
- 친환경 건설재료

## 5) BEDZED

### ① 개요

- 시행자 : Zed factory(Bill Dunster), BioRegional, Peabody Trust 등
- 지역 : London시 남부, Sutton
- 규모 : 16,500m<sup>2</sup>, 100가구

### BEDZED

Sutton

, 1999 2001

,<sup>59)</sup> 2006 BEDZED

2016



10 , [ -26] BEDZED  
( : www.bioregional.org.uk)

BEDZED

, , , ,  
1/3 ,

59) BEDZED

Housing Coperation

London Housing Association

1/3 middle class가 2/3 poor class가

60) .2008.

Brief 200 .



[ 4-27] Siteplan  
( : <http://www.cabe.org.uk/case-studies/bedzed>)

61)

가

.62)

## ② 단지 및 건물 설계

### BEDZED

120

가

61)

2

62) .2009.

가



Bridge

[ -28] BEDZED

(80%)

planting 가

Bridge

가

.63)

30% 가 가

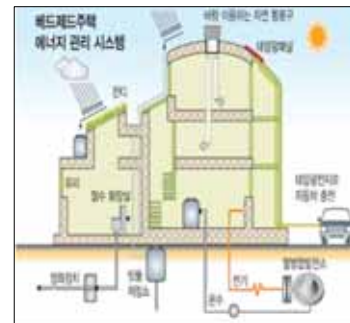
10

pay back period BEDZED

roof top gardening

### ③ 에너지

50cm



[ -29] BedZED

PSV(Passive Stack Ventilation)

( : <http://www.budaeco.org>)

.64)

1/5

. BEDZED

63)

3

2

4

64)

(2009), 「

」,

65)

10 50%, 0%

## BEDZED

- 액티브 솔라시스템 및 열병합 발전기 설치 (1일 전력생산량 :100KW)
- 패시브 솔라시스템(주거남향배치 및 3중유리 설치) 적용, 고단열·고기밀 설계를 원칙
- 사무공간은 북향으로 배치하고 옥상을 인접 동 주거공간의 옥상정원으로 활용
- 영국의 일반 주택의 난방 에너지 사용량 대비 1/10로 감축
- 300mm 슈퍼 단열재 사용(벽두께 50cm, 일반건물 벽두께의 2배 이상)
- 우수 및 정화수를 적극 활용 (화장실, 옥상정원 관리)
- 주변지역에서 획득한 폐자재를 건축자재로 재활용

## BEDZED

66)

[ -15]

		2007
	90% ( 140kWh/m <sup>2</sup> / )	48.0kWh/m <sup>2</sup> / (Sutton 81% )
	33% (1가 1 14.1kWh )	6kWh ( 57% )
	33% (1 1 4kWh )	3.4kWh (Sutton )
	33% (1 1 150ℓ )	72ℓ ( 15ℓ 87ℓ )
	50% (1 )	1 2304 ( 64%)
	15%가 52%가	35 25%

65) (2008), “ ”, Brief v.200.

66)

#### ④ 교통

Club  
가

City Car



[ -30] City Car

#### ⑤ 주거 및 커뮤니티 조성

BEDZED 가

Social Mix

가 30% 30%

Peabody Trust 가 40% ,

가 가 ,67)

가

BEDZED 가

67) 2009 post cooupation evaluation 15  
가 .

가 1 20 social



3.

2007

BedZed

.

,

. ,

가

‘ , ‘

,

.

,

가 .

, 가 가

가

.

,

.

가 가

가 ‘ ‘

가

.

‘ ,

.