

2016 ASEM 에코이노베이션 지수
국가 사례 보고서
- 싱가포르 -



발행처:
아셈중소기업친환경혁신센터
경기도 성남시 분당구 판교로 255
판교이노밸리 E동 202호 ASEIC 13486

발행일: 2016년 12월

저자목록

주저자

- 최원근(생태서비스컨설팅 컨설턴트)
- Farizan d`Avezac de Moran(GreenA Consultants Pte Ltd., Singapore)
- 한기주(생태서비스컨설팅 이사)

기여저자

- 박미선(건국대학교 조교수)
- 장은경(건국대학교 연구원)
- 주지형(ASEM 중소기업친환경혁신센터 매니저)

디자인

- 전지영(건국대학교 디자이너)



문의: info@aseic.org

아셈중소기업친환경혁신센터 홈페이지(<http://www.aseic.or.kr>)에서 2016년 ASEM 에코이노베이션지수 국가 사례 보고서 PDF 파일을 다운받을 수 있습니다.

목 차

목 차	i
표 목차	ii
그림 목차	iii
요약	iv
1. 개 요	1
2. 국가 개요	3
2.1 개 요	3
2.2 주요 환경 이슈	6
2.3 사회경제적 이슈	8
2.4 녹색 성장	14
3. 에코이노베이션 추세	17
3.1 에코이노베이션 인식	17
3.2 싱가포르 주요 기관	18
3.3 에코이노베이션 정책	19
3.4 환경규제관련 법률	20
3.5 주요 분야	20
3.6 새로운 추세	23
4. 2016 ASEI 분석	24
5. 에코이노베이션 우수 사례	26
5.1 하이브(Hive) - 난양공과대학교(Nanyang Technological University)	26
5.2 마리나 베이 패션웨이브 (PAssion Wave)	28
6. 국가 분석 종합	31
7. 참고문헌	32



표 목차

표 1 싱가포르 경제 구조	5
표 2 프로그램 별 총 지출	8
표 3 싱가포르 2015 HDI 요약	9
표 4 2014년 HDI 지수: 싱가포르, 홍콩, 브루나이	10
표 5 싱가포르와 관련된 사회 경제적 지표	11
표 6 녹색성장 및 지속가능한 개발을 위한 정책 수단	15
표 7 패션웨이브의 에너지 절약 사례	28

그림 목차

그림 1 사례 연구의 역할	1
그림 2 지역 전문가와의 협력	2
그림 3 싱가포르의 위치	3
그림 4 싱가포르 인구 전망	4
그림 5 싱가포르의 GDP 변화(1980-2015)	5
그림 6 싱가포르 폐기물 통계(2000 ~ 2014)	7
그림 7 싱가포르의 출산율 및 가족 계획 정책	8
그림 8 싱가포르, 홍콩 중국, 부르나이의 HDI 동향	10
그림 9 싱가포르 2015 세계 경쟁력 지수	12
그림 10 싱가포르 사업 저해 요인들	13
그림 11 싱가포르 사업 저해 요인 비교(2012-2015)	13
그림 12 싱가포르 2016 ASEM 에코이노베이션 지수 결과	24
그림 13 싱가포르 2016 ASEM 에코이노베이션 지수의 범주별 결과	25
그림 14 하이브 외부 모습	27
그림 15 하이브 내부 모습	27
그림 16 하이브 모형도	27
그림 17 하이브 단면도	27
그림 18 마리나베이의 패션웨이브	28
그림 19 패션웨이브의 풍력 터빈	29
그림 20 패션웨이브 보트 세척대 - 물과 공기를 동시에 사용하여 물 소비 감소 유도	30
그림 21 패션웨이브 압축기-구멍조끼 건조에 압축기 바람 사용	30

요약

본 연구는 2016 ASEI 측정 결과를 보다 심도 있게 이해하기 위한 국가 사례 연구이다. 2016 ASEI 측정결과를 분석하기에 앞서 싱가포르의 사회경제적 이슈, 환경 이슈 등 국가 일반에 대해 소개하고 에코이노베이션 인식, 관련 정책, 이해관계자, 동향을 포함하는 싱가포르의 에코이노베이션 추세를 검토하였다. 싱가포르는 외국자본을 적극적으로 도입하여 높은 경제성장을 달성하였고 동남아시아를 대표하는 선진국으로 도약하였다. 이러한 과정에서 발생할 수 있는 대기오염, 수질 오염, 폐기물 등의 환경문제를 해결하기 위해서 싱가포르 정부는 발전 단계 초기부터 에코이노베이션과 같은 선상에 있는 지속가능성, 녹색기술, 청정에너지 등의 키워드를 중심으로 적극적인 환경 정책을 실시하였다. 본 연구는 이러한 싱가포르의 환경이슈, 사회경제적 이슈, 정책 환경을 바탕으로 2016 ASEI 측정 결과를 분석하였다. 싱가포르의 2016 ASEI 총점은 유럽 회원국 평균, 아시아 회원국 평균, ASEM 회원국 전체 평균보다 높게 나타났다. 에코이노베이션 발전 단계를 보여주는 평가영역별 점수에서는 '역량' 영역, '지원환경' 영역, '성과' 영역이 '활동' 영역보다 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 2016 ASEI 측정 결과는 싱가포르가 발전된 경제역량을 바탕으로 에코이노베이션을 위한 역량을 갖추었으며 정부가 주도적으로 다양한 정책수단을 도입하여 에코이노베이션을 강력하게 지원함으로써 그러한 결과가 나타났다고 할 수 있다. 다만, '활동' 영역의 점수가 다른 영역 점수보다 상대적으로 낮은 이유는 싱가포르의 산업구조가 3차 산업에 집중되어 있고 1차 산업에 대한 비중이 현저히 낮기 때문인 것으로 보여진다. 싱가포르가 보여주고 있는 높은 ASEI 총점과 하위 영역별 점수는 싱가포르의 에코이노베이션 수준이 이미 상당히 앞서 있으며 이를 지속적으로 추진해 나갈 수 있는 상황인 것으로 해석할 수 있다.

1. 개요

이 보고서의 목적은 2016 ASEM 에코이노베이션지수(ASEM Eco-Innovation Index, 이하 ASEI) 측정결과를 바탕으로 싱가포르의 에코이노베이션 현황을 분석하는 것이다. ASEI는 아셈중소기업친환경혁신센터(ASEM SMEs Eco-Innovation Center, 이하 ASEIC)¹에서 2012년부터 개발을 시작하여 매년 ASEM 회원국을 대상으로 에코이노베이션 현황을 측정하고 있다. ASEIC은 ASEM 회원국 내의 친환경 기술개발과 관련 정책 확대를 지원하기 위해 2011년에 설립되었다. ASEIC은 2012년에 처음 ASEI를 개발하여, 첫째 아시아-유럽회원국 15개국을 대상으로 ASEI를 측정하였고 2014년 이후에는 유럽 아시아 전체 회원 49개국을 대상으로 ASEI를 측정하였다. 2014년 밀라노에서 개최된 제10차 ASEM 회의에서 크로아티아와 카자흐스탄이 ASEM에 가입하면서 2015년 총 ASEI 대상국은 51개국으로 늘어났다. ASEI는 네 가지 평가영역으로 분류되는 20개 지표로 구성된다. 네 가지 평가영역은 역량(Capacity, 카테고리 1), 지원환경(Supporting Environment, 카테고리 2), 활동(Activity, 카테고리 3), 성과(Performance, 카테고리 4)로 구분된다. 평가영역별 지표는 투입산출모형(Input-output model)이라는 이론적 틀에 근거하여 선정되었다. 각 지표별 정의와 출처, 측정방법은 2016 ASEI 보고서에 자세히 기술되어 있다². 이론적 틀을 기반으로 개발된 ASEI의 측정 결과는 회원국별 에코이노베이션에 대한 전반적인 현황과 네 가지 평가영역의 상황을 적절히 보여줄 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 ASEI 결과가 정책적 함의를 가지기 위해서는 ASEI 결과가 회원국의 에코이노베이션 실제 현황을 적절히 반영하는지에 대한 검증이 필요하고, 조사 및 검증결과를 바탕으로 지속적으로 ASEI를 개선해 나가야 한다. 각 지표에 대한 데이터의 질과 가독성이 회원국별로 달라 단일 지수를 전체 회원국에 적용하는데 현실적 제약이 있다. 특히 유럽 회원국들과 아시아 회원국들 간의 차이가 두드러진다. 이러한 맥락에서 ASEIC은 ASEI 측정결과가 각 국가의 에코이노베이션 현황을 적절하게 표현하는지를 확인하고 추가로 요구되는 자료가 어느 수준에서 수집 가능한지를 평가하기 위해 국가 사례 연구를 추진하였다.



그림 1 사례 연구의 역할

본 국가 사례 보고서는 2016년도 ASEI 측정 결과를 바탕으로 싱가포르의 에코이노베이션 현황을 이해하기 위한 자료를 제공한다. 국가별 사례 연구는 ASEI 개발이 이론적 배경에서 출발하였고 현재 수집 가능한 데이터에만 의존하고 있어 ASEM 회원국의 에코이노베이션 현황을 명확히 설명하기 어렵다는 점을 보완하는 역할을 한다(그림 1). 이러한 한계를 보완하기 위하여 ASEIC은 2015년부터 국가별 사례 연구를 시작하였다. 첫 해에는 국가별 사례 연구를 위해 아시아 4개국을 선정하였다. 아시아 개발도상국인 베트남과 미얀마, 그리고 아시아 선진국으로 에

¹ 더 자세한 정보는 ASEIC에서 확인 - <http://www.aseic.org/main.do>

² 에코이노베이션 지수 2016 최종보고서

코이노베이션을 주도하는 일본과 한국을 대상국가로 선정하였다. 아시아 국가들을 사례연구 대상국으로 선정하는 이유는 아시아 국가들의 에코이노베이션에 대한 인식과 연구 경험, 데이터의 질이 유럽 회원국들 보다 상대적으로 부족하기 때문이다. 또한, 국가별 사례 연구는 ASEI를 구성하는 지표들에 대한 데이터 가득성을 검토하여 향후 ASEI 측정에 얼마나 많은 양질의 데이터가 수집가능한지 평가해 볼 수 있다. 이를 위해 ASEIC은 싱가포르 에코이노베이션 현지 전문가와 네트워크를 구축하여 해당 국가의 에코이노베이션 현황을 검토하고, 우수 사례를 조사하였다. 이러한 현지 정보를 바탕으로 2016 ASEI 결과를 심층 분석하여 지수 점수가 나타내는 의미를 설명하고자 하였다. 본 사례보고서는 향후 ASEI 개선과 국가별 사례 연구 확대를 위하여 ASEIC이 에코이노베이션 관련 싱가포르 전문가들과 사례 연구 결과를 공유하고 발전방향을 검토하는데 발판을 제공할 것이다(그림 2).



그림 2 지역 전문가와의 협력

본 보고서 구성을 살펴보면, 우선 국가 일반 현황에서 에코이노베이션에 영향을 미치는 기본 요소가 되는 사회경제 현황, 주요 환경이슈를 소개한다. 다음으로, 에코이노베이션 동향에서는 국가의 에코이노베이션에 대한 인식 수준, 에코이노베이션 촉진에 기여하는 역량, 정책 및 이해관계자에 대한 검토가 이루어진다. 여기에는 해당 국가에서 관찰되는 에코이노베이션 관련 새로운 동향을 포함한다. 2016 ASEI의 분석에서는 2016 ASEI 평가 점수를 이전 장에서 검토한 국가 현황을 바탕으로 설명한다. 이 장의 첫 번째 부분에서는 평가된 2016 ASEI 결과를 영역별, 지표별로 보여준다. 이어서 지수가 국가의 현황을 어떻게 나타내는지 ASEI 측정결과를 국가 현황과 연계하여 살펴보고 향후 ASEI 개선을 위한 함의를 제공한다. 다음으로, 사례국 주요 산업 분야의 에코이노베이션 우수 사례를 소개한다. 마지막으로, 국가 분석 종합에서는 대상국의 에코이노베이션 현황과 개선방향에 대한 함의를 종합한다. 이러한 함의는 현 정책수단의 개선과 에코이노베이션 활동을 촉진하는 새로운 방안의 개발에 기여할 것으로 기대된다.

2. 국가 개요

2.1 개요

공식명칭이 싱가포르 공화국(Republic of Singapore)인 싱가포르는 말레이시아 반도 최남단에 위치한 섬나라이자 도시국가이다. 말레이시아 반도 남쪽으로는 말라카 해협을 사이에 두고 인도네시아의 리아우주에 인접해 있다. 싱가포르는 63개의 섬(1개의 주요 섬, 62개의 작은섬)으로 이루어져 있다(그림 3). 총 면적은 약 697km²이며, 총 인구는 2015년 기준으로 약 560만명이다(CIA, 2016). 도시 국가라는 특징은 다른 국가에서 볼 수 있는 시, 도, 군 등 하위 행정구역이 불필요 하지만 지역행정과 도시계획 차원에서는 지역적으로 세분화되어 있는 특징이 있다.

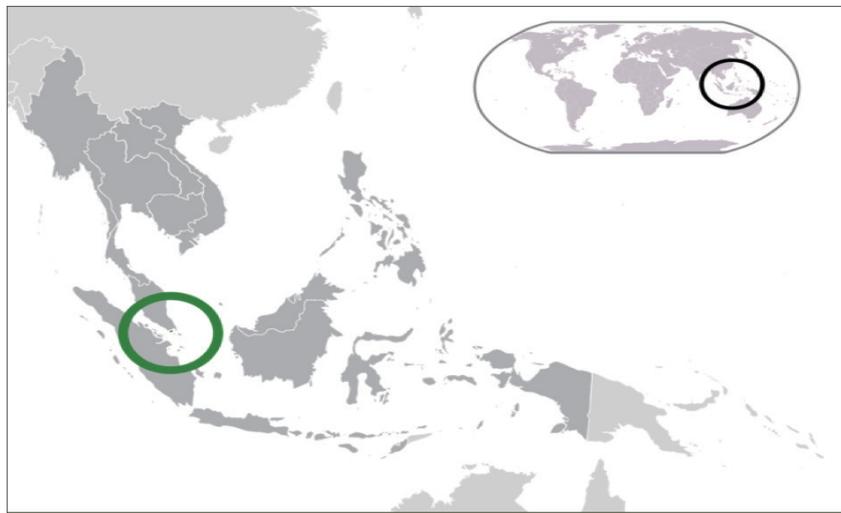


그림 3 싱가포르의 위치

출처: Wikipedia (<https://commons.wikimedia.org>)

현대의 싱가포르는 19세기에 정치가이자 무역인이었던 토마스 스탬포드 래플스 경(Sir Thomas Stamford Raffles)에 의해 만들어졌다. 이 시기 영국 제국은 네덜란드의 진출을 견제하고 상선의 원활한 이동을 위해 지금의 싱가포르 인근에 항구를 찾고 있었고 이미 말라카 해협(Malacca Straits)의 유망한 무역항이었던 싱가포르는 이러한 영국의 필요를 만족시키는 이상적인 대상이었다. 이후 싱가포르는 영국 제국이 관여하면서 주요 은행, 상업 협회 및 상공회의소 등이 설립되었고 이를 바탕으로 무역항으로서 지속적인 발전을 하였다(BBC, 2015). 1942년 일본이 말레이시아와 함께 싱가포르를 점령하였으나 2차 세계대전 종결과 함께 영국이 다시 싱가포르를 장악하였다. 이후 싱가포르의 독립을 지향하는 인민행동당(People's Action Party)³이 1954년에 설립되었다. 1955년 새로운 헌법이 도입되었으며, 입법부 의원이 선출되었다. 1959년 리관유(Lee Kuan Yew)가 이끄는 인민행동당은 다수 의석을 차지하면서 차지 정부를 수립하였으며 리관유가 총리직을 맡게 되었다. 1963년 싱가포르는 말레이시아에 합류하였으나 1965년에 분리 독립하였다. 1965년부터 1990년대까지 싱가포르는 급속한 경제 성장을 이루어 1990년까지 신생 공업국가로서, 높은 생활 수준을 달성하였다. 이 기간 동안 정부는 권위주의적 접근을 통해 사회

³ <http://www.yoursingapore.com/travel-guide-tips/about-singapore.html>

를 엄격하게 통제하였다. 1990년 리관유가 총리직에서 사임하고 고촉통(Goh Chok Tong)으로 대체되었는데 이전 정부에 비해 자유주의 체제를 보다 적극적으로 도입했다. 오늘날 싱가포르는 선진국으로 지속적인 성장을 유지하고 있다(Lambert, 2016).

싱가포르 인구는 2015년도 기준으로 560만명을 넘어섰다. 인구구성을 살펴보면 싱가포르인이 전체의 74.2%, 중국인이 13.3%, 말레이인이 9.2%, 인도인이 3.3%를 차지하고 있다. 싱가포르의 공용어는 만다린어(36.3%), 영어(29.8%), 말레이어(11.9%), 타밀어(3.2%)이고 그 외에 흥첸어(8.1%), 광둥어(4.1%), 테추어(3.2%), 기타어(3.4%)가 사용되고 있다. UN 경제사회국(United Nations Economic and Social Affairs)⁴에 따르면 인구밀도는 평방 킬로미터 당 약 8,137명으로 2012년도를 기준으로 연간 증가율은 2.5%였다. 선진국들이 경제 발전 과정에서 인구 감소와 고령화를 경험하였듯이 이러한 추세는 싱가포르에서도 분명하게 나타났다. UN 경제사회국은 싱가포르의 인구가 인구 감소가 시작될 때까지 약 660만명 수준에 다다를 것으로 전망하였다(그림 4). 1950년 이후 인구는 100만에서 560만으로 증가했고 연간 인구증가율은 4.4%에서 1.5%, 인구밀도는 제곱 킬로미터 당 1,460명에서 8,137명으로 변화하였다(WPR, 2015).

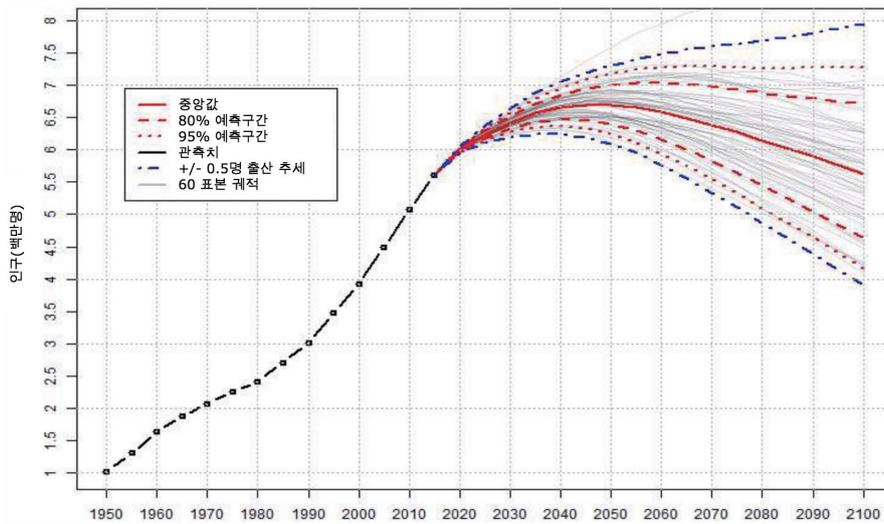


그림 4 싱가포르 인구 전망

출처: United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2015)
World population Prospects: 2015 Revision, <http://esa.un.org/unpd/wpp>

⁴ <http://esa.un.org/unpd/wpp/>

싱가포르는 고소득 국가로 꾸준한 경제 성과를 달성하고 있으며 지역 기업들에게 비즈니스 친화적인 규제 환경을 제공하여 경쟁력이 높은 국가로 평가되고 있다⁵. 세계은행에 따르면 2015년 기준 국내총생산(GDP)은 2,927억 달러⁶였다. 1984년을 제외하고 1980년부터 1997년 아시아 금융 위기에 직면할 때까지 연평균 경제 성장률은 8% 이상을 기록했다(1985년 제외)(그림 5). 싱가포르는 1990년대 후반 금융 위기를 겪고 있는 다른 아시아 국가와 마찬가지로 이 시기에 경제적 어려움을 경험했다. 아시아 금융 위기 때문에 싱가포르는 1998년에 처음으로 경기 침체 국면에 진입했다(BBC, 2016).

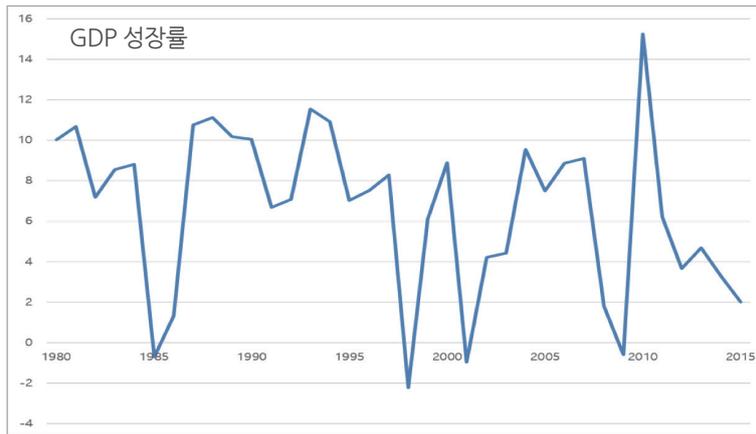


그림 5 싱가포르의 GDP 변화 (1980-2015)

출처: World Bank Data (<http://data.worldbank.org/country/Singapore>)

그러나 경제 위기 이후, 9/11 테러가 있었던 2001년과 서브 프라임 모기지 위기가 있었던 2008년을 제외하고 완만한 경제성장을 달성하였다(그림 5). 아시아개발은행(ADB)은 싱가포르가 2017년까지 2.2% 수준의 원만한 경제성장을 지속할 수 있을 것으로 예측하였다(ADB, 2016). 1980년 전체 경제의 62.2%를 차지하던 서비스 부문은 2014년 GDP 총액의 75%를 차지하고 있다. 2014년을 기준으로 재화와 서비스 수출입 규모는 GDP의 192.11%와 167.66%로 나타났다(표 1).

표 1 싱가포르 경제 구조

(GDP 대비 비율)

구분	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
농업	1.57	0.96	0.34	0.16	0.10	0.06	0.04	0.03
산업	36.23	33.44	32.34	33.75	34.83	32.36	27.63	24.94
서비스업 등	62.20	65.60	67.32	66.09	65.07	67.58	72.33	75.02
상품 및 서비스 수출	202.05	152.37	177.15	181.22	189.18	226.08	199.26	192.11
상품 및 서비스 수입	208.98	152.07	167.10	164.52	176.89	196.25	172.84	167.66

출처: World Bank Data - Singapore <http://data.worldbank.org/country/Singapore>

⁵ World Bank Country Overview - Singapore. <http://www.worldbank.org/en/country/singapore/overview>

⁶ World Bank Data - Singapore. <http://data.worldbank.org/country/singapore>

2.2 주요 환경 이슈

싱가포르는 자유무역 정책과 양호한 생활수준을 유지하면서 외국자본을 적극적으로 도입하여 높은 경제 성장을 달성하고 있다. 동남아 지역의 주변 나라들은 경제 성장에 따른 심각한 환경 오염으로 고통 받고 있으나 싱가포르의 양호한 생활환경을 유지하면서 경제를 발전시키고 있다는 점에서 차이를 보인다. 환경관리에 있어 싱가포르가 성공적일 수 있었던 이유는 경제 성장과 산업화의 초기 단계부터 정부가 앞장서 다양한 환경정책을 적극적으로 실시해온 데 있다. 국가의 환경관리 정책은 공해방지, 법 집행, 환경 모니터링의 3가지 전략으로 구성되어 있다. 정부 노력의 일례가 '싱가포르 녹색 계획(Singapore Green Plan)'인데 이는 환경수자원부(MEWR)가 1992년에 처음 발표한 것으로 이를 통해 싱가포르 정부는 지속가능한 사회를 실현하기 위한 다양한 전략을 도입했다. 싱가포르 녹색계획의 최신 버전은 2002년에 발표된 싱가포르 녹색계획 2012(2006년 수정)이다(The Ministry of Environment and Water Resources, 2012). 이 계획은 8개 부분으로 구성되며, 계획의 목적은 지역 및 세계 환경 보호에 기여하는 싱가포르를 만드는 것에 있다. 2005년에는 기후변화, 물과 깨끗한 토양, 자연과 공중보건에 관한 3개의 포커스 그룹이 결성되어 매 3년마다 싱가포르 녹색계획 2012를 평가하고 있다(MEWR 2006). 싱가포르의 3가지 주요 환경 문제는 수질 오염, 대기 오염, 폐기물 오염이다(Global Environmental Forum, 2003).

- 수질 오염

싱가포르는 전체 물 수요량의 절반을 충족하기 위해 접경인 말레이시아에서 물을 구매하고 있다. 이렇게 수자원이 부족한 만큼 물 환경에 관심이 높다. 따라서 수질 보전은 환경 관리에 있어 가장 중요한 과제이며, 하수 시설의 정비에 적극적으로 임하고 있다. 수질 오염을 관리하기 위해 수질 관리 기관(Water Body)이 싱가포르의 물 환경을 모니터링한다. 양호한 수질을 유지하기 위해서는 효율적인 공공 하수도 시스템 구축이 중요한 만큼 싱가포르에서 가정 폐수와 산업 폐수는 기본적으로 공공하수도 시스템에서 처리된다.

- 대기 오염

싱가포르 대기 오염의 주요 원인은 공장이나 차량에서 배출되는 오염물질인데 수질관리와 유사하게 대기 오염 관리도 적절히 이루어지고 있다. 대기 오염 물질의 주요 외부 요인은 인도네시아 산불에 따른 연무이다. 대기 오염 물질의 내부 요인은 적절히 관리되는 반면 외부 요인은 풀어야 할 숙제로 남아있다. 하지만 인도네시아와 산불 대처를 위해 협력하고 있기 때문에, 싱가포르 대기 오염에 대한 관심은 도시 내부로 쏠리고 있다.

- 폐기물

싱가포르에서의 폐기물 발생량은 폐기물 처리량과 폐기물 재활용량의 합계이다. 폐기물 처리량은 발전에 사용되는 폐기물량과 스마카우(Semakau) 매립지에 매립되는 폐기물의 총량을 의미한다. 싱가포르는 2014년에 약 750만톤의 폐기물이 발생하였는데 이는 1인당 약 1,370kg의 폐기물 발생을 의미한다. 2014년 싱가포르의 재활용률은 60%로 2013년의 61%에서 다소 하락하였다. 정부는 재활용률 목표를 2020년 65%, 2030년 70%로 설정하였다.

그림 6에 나타난것과 같이, 2000년부터 2014년까지 폐기물 처리량은 9% 증가하였고 폐기물 재활용량은 141% 증가했다. 발생한 폐기물의 총량은 2000년 470만톤에서 2014년에는 750만톤으로 61% 증가했다(The National Environment Agency, 2015). 이러한 폐기물 데이터는 폐기물 재활용을 촉진하기 위한 정부의 노력이 성과를 나타내고 있음을 보여주고 있다. 2014년에 발생한 폐기물량은 2013년에 비해 4.3% 감소(10년간 첫 감소)하였고, 폐기물 처리량은 2013년에 비해 0.6% 증가했다(2012~2013년과 2011~2012년의 3%와 비교하면 낮은 성장률임). 재활용된 폐기물은 7.4% 감소했다. 재활용 폐기물의 감소는 주로 2014년에 재활용된 건설 폐기물(423킬로톤 또는 2013년부터 25%)의 대폭적인 감소에 의한 것이다.

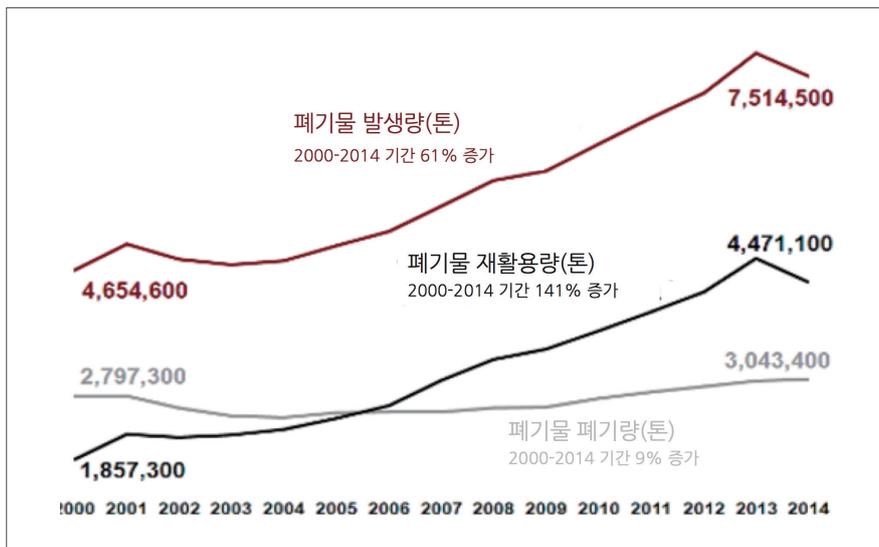


그림 6 싱가포르 폐기물 통계(2000~2014)

출처: National Environment Agency

<http://www.zerowastesg.com/2015/03/18/singapore-waste-statistics-2014/>

예일대학(Yale University)에서 실시한 환경성과지표(EPI)⁷ 2016 측정 결과에 따르면 싱가포르는 87.04점으로 180개국 중 14위를 차지하였다. 이는 인근 국가인 말레이시아(74.23점), 베트남(58.5점), 캄보디아(51.24점), 라오스(50.29), 필리핀(73.7)보다 높은 수준이다(Yale University, 2016). 싱가포르 EPI 점수는 지난 10년 동안 0.43% 하락하였으나 다른 국가들과 비교하여 상위권을 유지하고 있다.

다양한 환경문제를 해결하기 위해 싱가포르 정부는 환경문제 관리를 위한 예산을 할당하고 있다. 2016년에 정부는 환경수자원부에 1,926백만 싱가포르 달러 예산을 배정하였는데, 이는 전체 예산의 2.62%를 차지한다(The Ministry of Environment and Water Resources, 2016). 이 중 2016년도 인프라 개발을 위한 지출은 2015년 대비 1.37억 달러가 증가한 7.04억 달러로 나타났다. 이러한 예산 증가는 대부분 상하수도 사업 증가에 따른 것이다. 인프라 개발 지출 예산은 행정, 공공사업위원회, 국가 환경청 예산을 포함한다(표 2)

⁷ 예일대학교에서 개발되고 평가된 환경성과지표(EPI)는 인간 건강과 생태계 보호의 두 가지 영역에서 최우선 순위의 환경 문제에 대한 국가별 성과를 평가한다 (Hsu et al., 2016).

표 2 환경인프라 개발 지출예산(2016)

구분	러닝 비용	인계	운영 비용	개발 지출	총 지출
행정 (Administration)	49,863,700	14,430,000	64,293,700	13,150,000	77,443,700
공공사업위원회 (Public Utilities Board)	318,535,900	0	318,535,900	560,153,400	878,689,300
환경청 (National Environment Agency)	837,675,400	1,321,400	838,996,800	130,784,900	969,781,700
합계	1,206,075,000	15,751,400	1,221,826,400	704,088,300	1,925,914,700

출처: The Ministry of Environment and Water Resources (2016)

2.3 사회경제적 이슈

싱가포르는 1970년대부터 1980년대에 걸쳐 경제 성장을 달성한 대표적인 국가이다. 인구정책은 경제발전과 함께 성공적으로 추진되었지만 예상치 못한 부작용을 낳았다. 최근 싱가포르의 저출산으로 인해 국가 존립을 위협하는 위기에 직면하고 있다. 1987년부터 1987년까지의 출산 친화 정책을 시작하였지만 싱가포르의 저출산 현상은 오늘도 지속되고 있다. 2001년 포괄적이고 적극적인 출산 지원 정책인 ‘결혼과 부모 패키지(Marriage and Parenthood Package)’를 도입했음에도 불구하고 총 출산율은 2003년 이후 1.3을 밑돌고 있다(그림 7). 다른 저출산 국가들과 마찬가지로, 싱가포르에서는 낮은 출산율에 대한 고민이 깊어지고 있는데 이는 고령자 부양을 위한 비용 증대로 인한 것이다. 고령자 지원 부담은 65세 이상 인구를 15~64세 사이의 생산성 인구로 나눈 값으로 나타낼 수 있는데 고령자 지원 부담이 1980년에는 7.3%이었으나 2014년에는 15.2%로 30년 사이에 두 배 증가하였다(KIHASA, 2016).

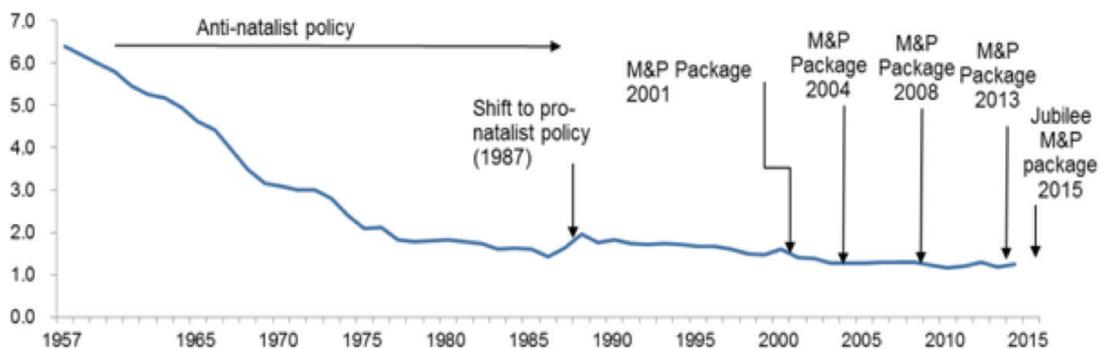


그림 7 싱가포르의 출산율 및 가족 계획 정책

출처: Shin et al. (2013)

싱가포르는 노동시장의 노동력 공급 수단으로 이민정책을 적극적으로 활용해 오고 있다. 실업률이 높은 경우에는 외국인 노동자 유입을 엄격히 규제한다. 1972년 이후 노동력 초과 공급 문제가 해결되어 이주 노동력의 질적 향상을 위해 숙련 노동자의 이민 정책이 계획되었다. 1980년대 후반에는 노동 시장의 수요가 증가하여, 저숙련 노동자에 대한 규제도 완화되었다. 이러한 이민 규제 완화정책은 싱가포르 인구에 큰 영향을 주었다. 1980년과 2003년 중반을 제외하고 인구의 순수입이 유지되었다. 전체 주거인구에서 싱가포르 국민이 차지하는 비율은 1970년에 90.4%에서 2010년에는 63.6%로 감소하였고 비거주 외국인 비율은 동일기간 2.9%에서 25.7%로 증가하였다. 출산율 저하에 따른 국내 노동력 부족은 외국인 노동자 유입으로 해결할 수 있는데 이에 따른 부작용도 나타난다. 싱가포르가 중국계, 말레이계, 인도계 국민들로 구성된 다민족국가이지만 최근 반이민 정서가 높아지고 있다. 외국인 비율이 증가함에 따라 싱가포르 국민의 구직활동에 부정적 영향을 끼치지 않을까 하는 우려가 높아지고 이민자들에 의한 사회문제의 증가에 대한 걱정도 심화되고 있다(Mui-Teng, 2014).

유엔개발계획(UNDP)이 발표한 인간개발지수(Human Development Index, HDI) 보고서에서 싱가포르는 2014년에 0.912점을 획득, 188개 국가 중 11위를 차지하였다(UNDP, 2015b). 이 보고서에 따르면, 싱가포르의 HDI 값은 1990년도에 0.718에서 2014년 0.912로 높아져 연평균 약 1%씩 상승하였다. 싱가포르는 말레이시아(0.779), 인도네시아(0.684), 베트남(0.666), 필리핀(0.668) 등 주변국보다 높은 성적을 보여준다. 표 3은 일정한 시계열 데이터에 기반한 싱가포르 HDI 경향을 나타내고 있다. 1980년에서 2014년 사이에 평균 수명은 11년 증가하였고 평균 교육 기간은 6.9년, 예상 교육 기간은 4.8년 증가했다. 싱가포르의 1인당 GNI는 같은 기간 약 세 배 증가했다. 1990년에서 2014년 사이에 홍콩, 브루나이의 HDI 추세와 대비해 싱가포르의 상승이 높게 나타난 것을 알 수 있다(표 3 및 그림 8). 싱가포르 2014년 HDI 0.912으로 동아시아와 태평양 국가 평균인 0.710, 상위 HDI 그룹 평균인 0.8906을 상회하고 있다. 동아시아와 태평양 국가들 중 인구 규모가 비슷한 국가인 브루나이와 홍콩의 순위는 각각 31위와 12위였다(UNDP, 2015a).

표 3 싱가포르 HDI 2015 요약

연도	출생시 기대수명	예상 교육기간	평균교육기간	1인당 GNI (2011 PPP\$)	HDI
1980	72.0		3.7	19,287	
1985	73.9		5.1	25,460	
1990	76.0	10.6	5.8	33,949	0.718
1995	77.4	11.6	7.3	45,187	0.773
2000	78.3	12.7	8.9	51,309	0.819
2005	80.2	13.9	8.5	57,583	0.841
2010	82.0	15.2	10.2	71,599	0.897
2011	82.3	15.4	10.3	73,239	0.903
2012	82.5	15.4	10.4	73,461	0.905
2013	82.8	15.4	10.5	75,400	0.909
2014	83.0	15.4	10.6	76,628	0.912

출처: UNDP (2015) Briefing note for countries on the 2015 Human Development Report: Singapore

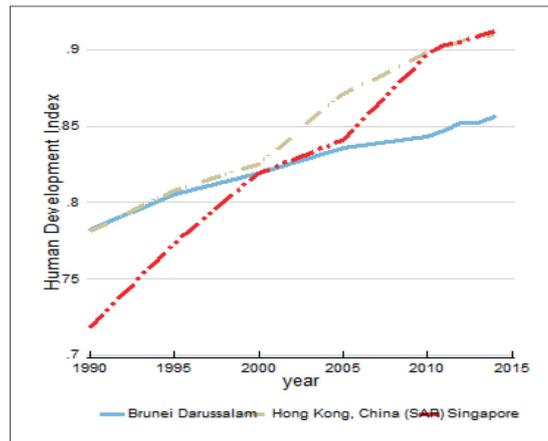


그림 8 싱가포르, 홍콩 중국, 브루나이의 HDI 동향

출처: UNDP (2015) Briefing note for countries on the 2015 Human Development Report: Singapore

표 4 2014년 HDI 지수: 싱가포르, 홍콩, 브루나이

구분	HDI 값	HDI 순위	기대수명	예상 교육기간	평균 교육기간	1인당 GNI (ppp US\$)
싱가포르	0.912	11	83.0	15.4	10.6	76,628
브루나이	0.856	31	78.8	14.5	8.8	72,570
홍콩	0.910	12	84.0	15.6	11.2	53,959
동아시아 및 태평양	0.710	-	74.0	12.7	7.5	11,449
HDI 상위국가	0.896	-	80.5	16.4	11.8	41,584

출처: UNDP (2015) Briefing note for countries on the 2015 Human Development Report: Singapore

지수 평가 결과와 함께 인간개발지수 보고서는 싱가포르의 노동 시장과 노동 환경에 대한 수치를 제공한다. 이러한 노동시장과 노동환경에 대한 정보를 통해서 싱가포르의 교육과 직업활동의 전반적인 상황을 이해할 수 있다. 싱가포르는 아시아 국가중 호주, 뉴질랜드 다음으로 높은 HDI 값을 기록하였는데 표 5는 이러한 점수 결과의 몇 가지 요인을 보여준다. 우선 고용 관련 지표(고용률, 여성/남성 노동참여율)에서 높은 점수를 기록하였는데 대부분의 지표가 높은 HDI 점수를 기록한 국가들(49개국) 평균보다 높은 수치를 보여준다. 다만 여성의 노동참여율은 동아시아 및 태평양 주변 국가들 보다 낮은 수치를 기록하였는데 이는 싱가포르의 산업구조 중 농업 등의 1차 산업의 비율이 적고 3차 산업의 비율이 높은 결과에 따른 것으로 보여진다. 싱가포르의 이러한 산업구조는 농업 고용 비율이 1.1%에 불과하고 서비스 고용 비율이 77%에 달하는 등 서로 극명한 대비를 이루는데도 그 원인을 같이 한다. 또한 고용 취약 계층률과 실업률이 8.7%, 2.8%에 불과하다. 이는 상위 49개국 평균인 12.4%, 8.3% 보다 현저히 낮은 수치이다.

표 5 싱가포르와 관련된 사회 경제적 지표

구분	싱가포르	HDI 상위 국가	동아시아 및 태평양
인구 대비 고용 비율(% , 15세 이상)	65.9	55.4	67.9
노동참여율(% , 15세 이상)	67.8	60.3	71.1
여성	58.8	52.1	62.6
남성	77.2	68.7	79.4
농업 고용 비율(총 고용 대비 %)	1.1	3.3	35.5
서비스 고용 비율(총 고용 대비 %)	77.1	74.3	37.3
고등 교육은 받은 노동자(%)	-	32.5	-
고용 취약 계층률(%)	8.7	12.4	-
실업률(% , 노동력대비)	2.8	8.3	3.3
장기 실업률(% , 노동력대비)	0.6	3.0	-
청년 실업률(% , 청년 노동력 대비)	7.0	18.0	18.6
미취학 또는 실업 청소년(% , 15-24세)	-	13.4	-
노동 생산성: 근로자 1인당 생산성 (2011 PPP \$)	96,573	64,041	-
아동 노동력(% , 5-14세)	-	-	-
가사 노동자(% , 총 고용 대비)			
여성	-	4.3	-
남성	-	0.4	-
빈곤 노동자, 일당 \$2(% , 총 고용 대비)	-	-	23.8
실업 급여 수급자(% , 실업 연령 비율, 15-64세)	0.0	43.4	1.6
필수 유급 육아 휴일(일)	112.0	123.0	-
노령 연금 수급자(% , 법정 연금 연령 인구대비)	0.0	89.4	65.3
인터넷 사용자(% , 인구대비)	82.0	82.5	42.1
휴대 전화 가입자(100명당)	158.1	119.8	100.5

출처: UNDP (2015) Briefing note for countries on the 2015 Human Development Report: Singapore

싱가포르는 다른 나라와의 경쟁력 비교에서도 높은 평가를 받고 있다. 싱가포르의 세계경제포럼이 평가한 세계경쟁력지수(GCI)에서 세계 140개국 중 2위를 차지하였다(WEF, 2015). 싱가포르는 12분야 중 9개 분야에서 상위 10개국에 들면서 안정적인 모습을 보인다. GCI는 경제 성장과 현재와 미래의 번영의 수준을 결정하는 중요한 요소와 그 상호 관계를 평가한다. 2012년에서 2015년 사이 싱가포르의 점수와 순위는 5.7점과 2위를 유지하고 있다. 특히 싱가포르는 세계에서 가장 유연하고 두번째로 매력적인 노동시장을 자랑하며 비록 여성의 노동력 참여는 상대적으로 낮지만(75 위), 최고의 고등교육 시스템(1위)을 가진 국가로 평가되고 있다.

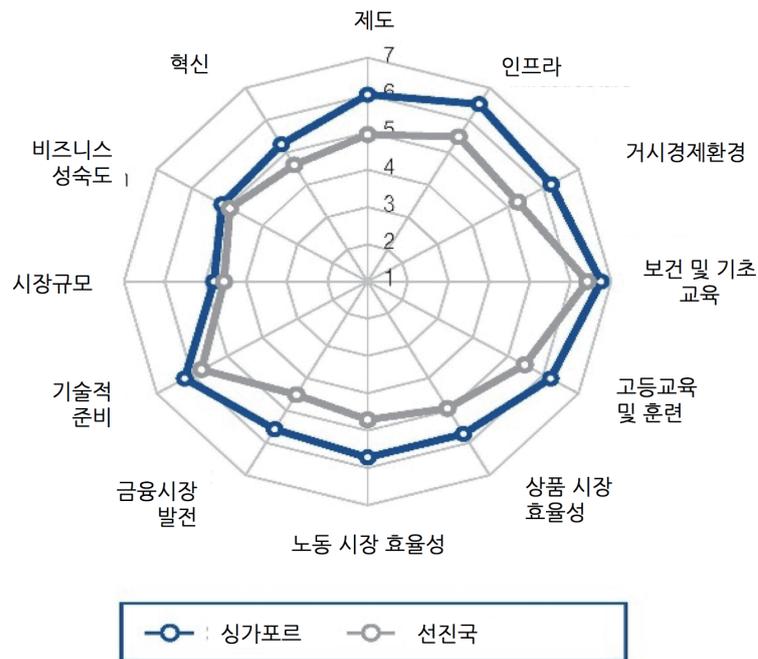


그림 9 2015 싱가포르 세계 경쟁력 지수
출처: WEF (2015) The Global Competitiveness Index

GCI는 각국 경제 구조의 장점과 단점에 초점을 맞추고 있는데, 전문가의 인터뷰를 통해 각국에서 사업을 하는데 있어서 가장 문제가 되는 요인을 조사하여 그 결과를 제시하고 있다. 싱가포르에서 가장 문제가 되는 것은 제한된 노동 규정, 혁신역량 부족, 인플레이션, 비숙련 노동자, 낮은 노동 윤리로 나타났다(그림 10). 결과 중 눈에 띄는 점은 공공 부패와 정부의 불안정성/쿠데타의 점수가 거의 0에 가까운 것이었다(WEF, 2015). 국제 투명성 기구(TI)는 부패인식에 있어 싱가포르를 168개국 중 8위로 평가하였다(The Transparency International, 2015).

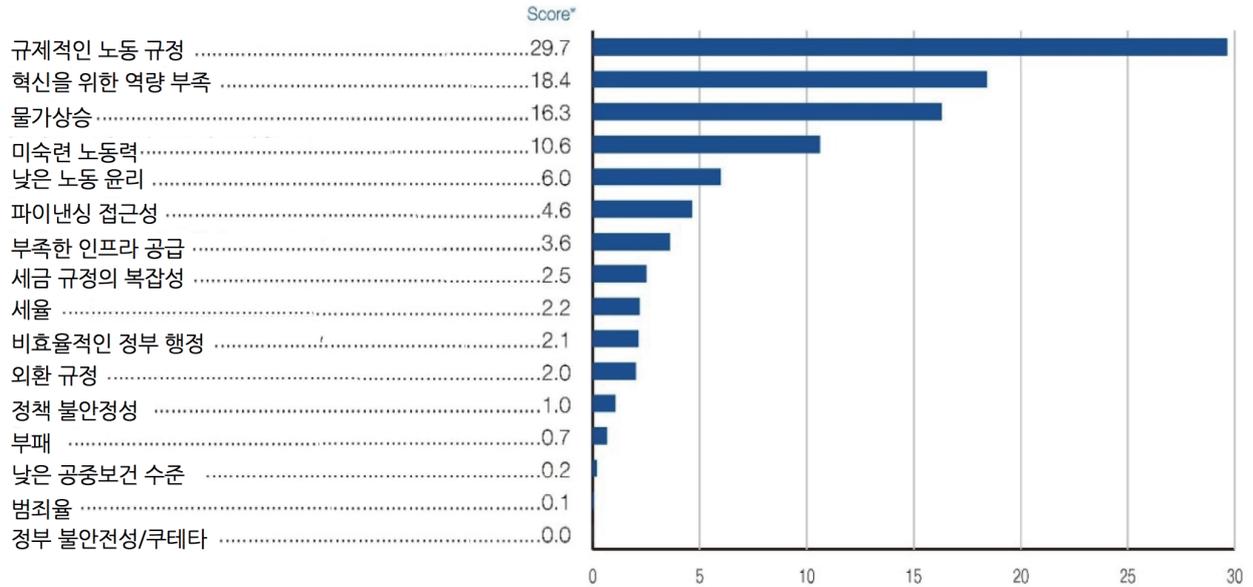


그림 10 싱가포르 사업 저해 요인들
출처: WEF (2015) The Global Competitiveness Index

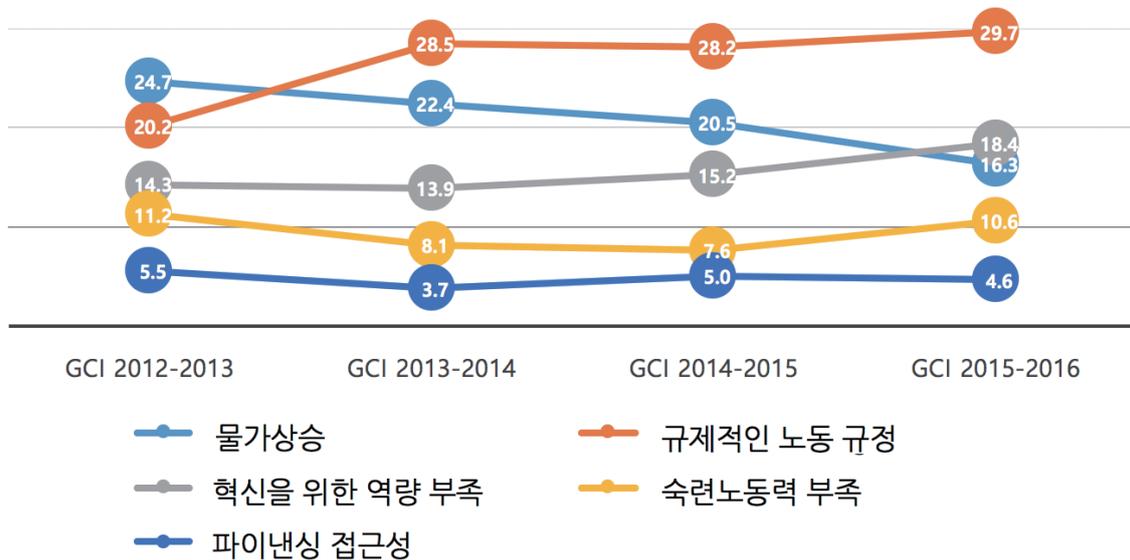


그림 11 싱가포르 사업 저해 요인 비교(2012-2015)
자료: 2012-2015 세계 경쟁력 보고서

위의 GCI 보고서에서 이미 언급한 바와 같이 한정된 노동 규제와 혁신의 부족은 경제에 영향을 미치는 중요한 요인이다. 에코이노베이션은 정부의 정책과 규제 완화에 크게 의존하고 있기 때문에 에코이노베이션의 다음 단계로 진행하기 위해서는 이와 같은 약점을 극복해야 한다. GCI 보고서를 기반으로 싱가포르 인플레이션 상황은 2012년~2013년 24.7에서 2015년~2016년 16.3으로 개선이 필요한 것으로 나타났고 제한적인 노동 규제의 점수는 2012~2013년 20.2에서 2015~2016년 29.7로 바뀌었지만 여전히 저조한 상황인 것으로 평가되었다(그림 11).

고용법(The Employment Act, EA)은 싱가포르의 주된 고용관련 법률로 다음과 같은 관계 법령들이 있다.

- 중앙 중립 기금법(the Central Provident Fund Act Cap. 36)
- 아동 발달 저축법(Co-Savings Act Cap. 38A)
- 외국인 인력 고용법(the Employment of Foreign Manpower Act Cap. 91A)
- 노사 관계법(the Industrial Relations Act Cap. 136)
- 개인 정보 보호법(the Personal Data Protection Act 26 of 2012)
- 은퇴 및 재취업법(the Retirement and Re-employment Act Cap. 274A)
- 노동 조합법(the Trade Unions Act Cap. 333)
- 직업 상해 보상법(the Work Injury Compensation Act Cap. 354)
- 직장 안전 보건법(the Workplace Safety and Health Act Cap. 354A)

공식적인 법률뿐만 아니라 인적자원개발(MOM), 국가노동조합회의(NTUC), 싱가포르 국가고용주연합(SNEF)을 포함한 3자간 파트너십은 고용주와 직원들을 위한 가이드라인 발행과 자문 서비스를 제공한다. 고용주와 고용인은 일반 계약법에 의해서도 규제를 받는다(LCLG, 2016).

2.4 녹색 성장

기후변화와 지속가능한 발전을 중심으로 지난 10년간의 경제 발전의 중심 테마는 녹색성장이었다. 싱가포르는 지속적인 경제성장을 달성하면서 에너지 사용과 온실 가스 배출이 증가하고 있다. 싱가포르 정부는 2008년 지속가능한 발전에 관한 각료간 위원회(IMCSD)를 설치하고, 싱가포르 지속가능한 발전을 위한 국가 전략을 수립했다. 위원회는 지역 사회 지도자 및 일반 대중과 폭넓게 협의하고 필요한 전략을 수립했다. 그 결과로 '싱가포르는 살기 좋은 도시이며, 싱가포르인들은 나라를 사랑하고 고향이라고 부르는 것을 자랑스러워 한다'라는 비전을 마련하고 지속가능한 싱가포르로 전환하기 위한 일련의 전략을 수립하였다. 전략은 자원 효율성 향상과 도시 환경 개선, 역량 강화, 커뮤니티 활동 육성 등을 포함한다. 이러한 전략들은 달성 목표와 일정을 명시하면서 포괄적인 지속가능한 발전 전략으로 문서화되었다(The Ministry of Environment and Water Resources, 2009).

싱가포르는 기후변화에 대응하기 위해 UN 기후변화협약(UNFCCC)에 국가온실가스감축목표(INDC)를 제출했다. UN결정문 1/CP.19과 1/CP.20따라 싱가포르는 2030년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준 대비 36%를 감축하고 2030년을 정점으로 배출량을 안정화시킨다는 목표를 제시하였다(Choy, Jindal, & Low, 2015). 표 6은 싱가포르 정부가 녹색성장과 지속가능한 발전을 위해 도입하고 있는 정책을 에코이노베이션 분야별로 구분하여 정리한 것이다(박미선 외, 2016).

표 6 녹색성장 및 지속가능한 개발을 위한 정책 수단

정책수단		에코이노베이션 분야	정책 명칭(관련년도)	
국가계획 및 전략	지속가능성		<ul style="list-style-type: none"> 녹색 계획(Green Plan) 2012 (2006) 지속가능한 싱가포르 청사진 (The Sustainable Singapore Blueprint) 2015 	
	에코 이노베이션	건축	-	
		에너지 공급	발전	-
			신재생에너지	-
		산업/제조	-	
		관광	-	
		수송	-	
		폐기물	-	
		수자원	-	
		기후변화	<ul style="list-style-type: none"> 국가 온실가스 감축 목표 (Intended Nationally Determined Contribution (INDC) to the Paris Agreement)(2015) 	
기타	<ul style="list-style-type: none"> 해상 싱가포르 녹색 이니셔티브 (The Maritime Singapore Green Initiative)(2011) 			
프로그램 및 액션	국가단위	건축	<ul style="list-style-type: none"> 녹색 사무실 프로그램(Eco-office Programme)(2002) BCA 녹색마크 프로그램(BCA Green Mark scheme)(2005) 	
		에너지 공급	발전	<ul style="list-style-type: none"> 천연가스 증대 노력(Increased Efforts to Use Natural Gas) (1992) 에너지 혁신 프로그램 오피스 (Energy Innovation Programme Office (EIPO) Singapore) (2007)
			신재생에너지	<ul style="list-style-type: none"> 실험적 전력 그리드 센터 (Experimental Power Grid Center)(2011)
		산업/제조	<ul style="list-style-type: none"> 녹색 기술 프로그램 (The Green Technology Programme)(2011) 에너지 회계 제도(Energy Audit Scheme)(2002) 의무 에너지 라벨 제도 (Mandatory Energy Labeling Scheme)(2008) 녹색 마크 제도(Green Mark Scheme)(2005) 싱가포르 녹색 라벨 제도(Singapore Green Label Scheme) (1992) 에너지 혁신 연구 프로그램 (Energy Innovation Research Programme (EIRP)) (2012) 	
		관광	-	
		수송	<ul style="list-style-type: none"> 녹색항만 프로그램(The Green Port Programme) 	
		폐기물	-	
		수자원	-	
		기후변화	-	
		기타	-	

정책도구 유형		카테고리	정책 명칭(관련년도)
국제수준	다자		-
	양자		-
	기타		-
규제수단	건축		-
	에너지 공급	발전	-
		신재생에너지	• 에너지 보존법(Energy Conservation Act) (2012)
	산업/제조		• 과학기술연구조직법 (Agency for Science, Technology and Research Act) (1990, revised 2002)
	관광		-
	수송		-
	폐기물		• 유해폐기물법(Hazardous Waste Act)(1998)
	수자원		-
	기후변화		-
	기타		• 환경보호관리법 (Environment Protection and Management Act) (1999,2002) • 환경오염방지법(Environmental Pollution Control Act) (1999) • 공원수목법(Parks and Trees Act)(2005)
경제수단	건축		• 에너지 효율 빌딩 지원 제도 (Pilot Building Retrofit Energy Efficiency Financing (BREEF) Scheme)(2011)
	에너지 공급	발전	• 효율 디자인 제도(Design for Efficiency Scheme)(2008)
		신재생에너지	• 청정 에너지 연구 및 시범 프로그램 (Clean Energy Research and Test-bedding Program)(2007)
	산업/제조		• 투자공제제도 (Investment Allowance Scheme)(2005) • 에너지효율 기술 지원금 (Grant for Energy Efficient Technologies) (GREET) • 에너지 고효율 설비의 감가상각 공제 (One-year Accelerated Depreciation Allowance for Energy Efficient Equipment and Technology)(ADAS) • 에너지 효율 개선 지원제도 (Energy Efficiency Improvement Assistance Scheme)(2005) • 소득세법 (Income Tax Act)(1996) • 에너지 국가 혁신 경진 (Energy National Innovation Challenge)(NIC) Singapore
	관광		-
	수송		• 탄소배출량 기준 차량 관리 제도 (Carbon Emissions-Based Vehicle Scheme)(2013) • 녹색선박 프로그램(The Green Ship Programme)(2011, 2013)
	폐기물		• 3R 펀드
	수자원		• 수자원 효율 펀드(Water Efficiency Fund)(2007)
	기후변화		-
	기타		• 환경지속가능성혁신펀드 (Innovation for Environmental Sustainability Fund)(2003) • 3P 파트너십 펀드

정책도구 유형	카테고리		정책 명칭(관련년도)
정보수단	건축		-
	에너지 공급	발전	-
		신재생에너지	• 태양 에너지 연구소 (Solar Energy Research Institute of Singapore)(2008)
	산업/제조		• 녹색 공약(Green Pledge)
	관광		-
	수송		-
	폐기물		-
	수자원		-
	기후변화		-
	기타		-

출처: Park et al. (2016)

3. 에코이노베이션 추세

3.1 에코이노베이션 인식

싱가포르에서는 에코이노베이션이라는 용어보다 대체로 '지속가능성(sustainability)', '녹색기술(green technology)', '청정에너지(clean energy)'라는 용어가 사용된다. '지속가능성'이라는 용어는 종종 기업이나 건물 관련 기업의 환경보고 및 녹색 건물에서 지배적으로 사용되고 있다. 한편, '녹색 기술'은 신재생 에너지원인 태양광과 풍력을 가리키는 '청정에너지'들을 말한다. 싱가포르에서 에코이노베이션은 환경에 미치는 영향을 줄이는 혁신적인 비즈니스 모델뿐만 아니라 녹색기술로 이해할 수 있다.

동남아시아에서 가장 푸른 도시인 싱가포르에서는 환경 문제가 세계적인 관심사로 대두되기 이전인 1960년대부터 지속가능성 개념이 등장하였다. 싱가포르의 지도자들은 높은 실업률, 도시 빈민, 인프라 부족, 위생 시설의 부족, 미숙련 노동력을 해결하기 위해 장기 비전을 내걸었다. 이후 싱가포르는 지속가능성 부문에서 진전을 이루었고, 2009년 지속가능경영·싱가포르 블루 프린트⁸에 명시된 2020년과 2030년 목표를 충분히 달성할 수 있을 것으로 예상된다. 관련된 정책은 다음의 대책들을 포함한다.

- 마리나 베이(Marina Bay)의 스마트 시티 시범 사업
- '정원속의 싱가포르(Singapore a City in a Garden)' 재정비
- 가전제품의 에너지, 물사용 효율에 대한 최소 수준의 기준
- 공공 교통 인프라 구축 계획
- 해상 싱가포르 녹색 이니셔티브 신규 계획
- '보다 활동적인, 아름다운, 깨끗한 물(More Active, Beautiful, Clean Waters)' 사업
- 폐기물 감축과 재활용 촉진을 위한 3R 펀드
- 도심 개발에 대한 지식을 공유하는 '살만한 도시 센터(The Centre for livable Cities)'를 통해 타 국가와 경험을 공유

⁸ The Sustainable Singapore Blueprint 2015, page 10

해양 싱가포르 그린 이니셔티브는 해운 및 관련 활동의 환경 영향을 줄이기 위해 마련되었다. 2011년 싱가포르 해양양향만청(MPA)이 마련한 이 이니셔티브에 정부는 5년간 SGD 1억 달러를 투입하기로 약속했다. 그린십 프로그램은 싱가포르 국적의 선박에게 이산화탄소와 황산화물 배출량 감축을 권장하고 있다. 이 프로그램에 참여하고 있는 선박은 초기 등록비의 최대 75%까지 할인받고, 연간 톤당 부과되는 세금의 50%까지 할인 받을 수 있다⁹.

3.2 싱가포르 주요 기관

싱가포르의 정부 기관들은 자국의 지속가능한 발전과 에코이노베이션 정책에 대한 전반적인 책임을 진다. 아래의 부처들이 싱가포르의 혁신과 발전에 기여하고 있다.

• 국가발전부(Ministry of National Development, MND)

주로 국가의 환경혁신과 개발에 관한 정책을 담당하고 있다. 지속가능한 환경, 건축 환경 향상, 녹색건축 기술개발을 촉진하기 위하여 건축건설국(BCA)과 협력하고 있다. BCA는 국가개발부(MND) 산하의 법정위원회이다. 건축물에 대한 BCA 그린마크 인증제도는 에너지 효율, 수자원 효율, 지속가능한 자재 사용 증대를 통해 싱가포르의 탄소발자국을 줄이고자 하는 정부 전략 중 하나이다. BCA 그린마크 제도는 지속가능한 건설을 포함하면서 민간 부문이 환경 친화적 자재와 제품을 사용하도록 권장하고 있다. 싱가포르에서는 그린마크 인증기준을 충족하는 건축이 의무화되어 있다. 따라서 싱가포르 신축 건물은 이 기준에 충족하는 친환경 건축물이다.

• 통상산업부(Ministry of Trade and Industry, MTI)

MTI는 역동적인 산업환경을 위한 계획, 촉진, 개발을 주도하는 JTC Corporation을 감독한다. JTC는 남양공과대학(NTU), 싱가포르 국립대학(NUS), 싱가포르 폴리테크닉대학(SUTD) 등의 지역 대학과의 공동 연구를 통해, 싱가포르의 경제발전에 중요한 역할을 했다. MTI는 여러 분야에서 혁신을 지원하여 싱가포르가 국제 비즈니스와 혁신의 거점으로서 기능하게 하고 싱가포르의 경제성장 촉진에 기여할 것으로 기대된다.

• 환경수자원부(Ministry of Water, Environment and Resources, MWER)

과거에 환경부였던 환경수자원부는 질 높은 생활 환경과 높은 수준의 공공 서비스를 제공할 책임을 가진다¹⁰. 국가환경청(NEA)의 공익사업위원회는 싱가포르에서 환경의 지속가능성을 확보하고 혁신과 민관 파트너십을 통해 에너지와 수자원 등 한정된 자원을 관리하는 역할을 한다¹¹. NEA는 깨끗한 환경과 녹색 싱가포르를 유지하는 공공기관이다. NEA는 싱가포르의 자원을 보호하고 공중보건 수준을 높이고 기상정보를 제공하는 역할을 한다¹². 현장 수준에서 MWER은 싱가포르 전체의 2016 지속가능 청사진 목표에 대한 실행 책임을 가진다. MWER은 싱가포르의 모든 지속가능성 노력에 대한 속도를 설정한다.

⁹ Adopted from” <http://www.mpa.gov.sg/web/wcm/connect/www/c49487aa-34a0-4df4-8edc-1365bf92dc53/annex-b-031213.pdf?MOD=AJPERES>”

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Ministry_of_the_Environment_and_Water_Resources

¹¹ <http://www.nea.gov.sg/corporate-functions/about-nea/about-the-national-environment-agency>,
https://www.bca.gov.sg/greenmark/green_mark_buildings.html,

¹² https://en.wikipedia.org/wiki/National_Environment_Agency

• 교통부(Ministry of Transportation, MOT)

교통부(MOT)는 싱가포르 관할의 육상, 해상, 항공 교통을 관제한다. 육상운송기관(LTA)은 고속수송시스템 개발과 철도망 확장을 담당하는 MOT의 법정이사회이다. 싱가포르에서 대중 교통을 이용하여 매일 약 530만 번의 승하차가 이루어진다. 대중 교통은 싱가포르에서 가장 중요한 교통수단이며, 싱가포르 거주자(외국인 제외)의 52.4%가 대중 교통을 이용한다. LTA는 온실가스 감축을 중요시하고 2013년 1월 소비자가 저탄소배출 자동차 모델로 교체할 수 있도록 자동차 배출기준 계획을 도입하였다¹³.

MOT 산하에 있는 다른 기관으로 부처의 정책과 전략 방향성을 실현하는 싱가포르 민간항공국, 싱가포르 해양항만청(MPA), 대중교통심의회(PTC)가 있으며 싱가포르 교통협회(Singapore Transport Association: STA) 등의 NGO 단체가 있다. 이들 기관의 주요 목적은 전용 버스 등의 민간 운송 사업 기회를 창출하고, 무역 관계를 구축하며 민간/관광 주도 분야에 서비스를 제공하는 것이다.

3.3 에코이노베이션 정책

싱가포르 정부는 사회, 경제, 환경에서의 에코이노베이션을 추진하는 정책 입안자로서 중요한 역할을 한다. 싱가포르의 리셴 룡 총리는 향후 5년간 싱가포르의 연구개발을 지원하기 위해 2016년 1월 SGD 190억 달러 지원 계획을 발표했다. 이 계획은 연구지원을 통해 기업의 혁신과 기술채용을 유도함으로써 가치 창출을 기반으로 한 경제 성장을 지향한다¹⁴. 싱가포르 정부는 환경 보전의 중요성을 이해하고, 친환경 혁신, 연구개발, 녹색시장을 창출하는데 지원하고 있다.

싱가포르는 20년 전부터 현재까지 에코이노베이션 관련 지속가능한 발전 정책을 개발하고 새로운 기술을 받아들이는 노력을 지속적으로 해오고 있다. 싱가포르는 연구개발투자를 통해 혁신을 달성하고 있는데 이를 기반으로 싱가포르의 GDP는 1990년부터 2009년까지 3.9배 증가하였고, 연구개발비는 GDP의 2.3%를 차지한다. 해운 싱가포르 그린 이니셔티브는 운송 및 관련 활동의 환경 영향을 줄이기 위해 SGD 1억 달러 규모로 설립되었다¹⁵.

2015 지속가능한 싱가포르 청사진에서는 더 살기 좋고 지속가능한 싱가포르를 위한 국가 비전과 계획을 설명하고 에코이노베이션과 지속가능한 발전을 위한 계획을 세우기 위해 연구개발예산을 부처에 배분하였다. 예를 들어, 싱가포르는 선정된 HDB 마을에 공기식 폐기물 수송 시스템을 도입하여 모든 자재의 재사용 및 재활용을 통해 제로 폐기물 국가가 되려고 노력하고 있다.

싱가포르는 미래 세대의 희생을 요구하지 않고, 건전한 환경관리를 통해 현재 세대의 필요를 충족시킬 수 있는 경제 발전을 달성하고자 한다. 싱가포르는 경쟁력을 유지하면서 삶의 질과 싱가포르의 생활 수준 향상시키기 위해 노력하고 있다. 에코이노베이션 관련 기술과 정책을 포함한 환경 분야 목표가 다소 야심차고 공격적일 수도 있으나 적절한 유인책이 도입되면 달성 가능하다.

에코이노베이션 정책에 따라 견고한 경제와 함께 그와 연결된 기회가 다양한 분야에서 창출 가능하다. 규모는 작지만 다양한 정책을 실행하는 싱가포르는 적절한 인센티브를 통해 에코이노베이션이 싱가포르의 성공을 위한 플랫폼이 될 수 있도록 노력하고 있다.

¹³ Adopted from https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Singapore#cite_note-Facts-2

¹⁴ <http://www.channelnewsasia.com/news/business/singapore/govt-commits-s-19b-to-new/2409426.html>

¹⁵ paragraph was adopted from "ASEM Eco-Innovation Index 2014"

3.4 환경규제관련 법률

에코이노베이션 용어는 싱가포르 법령에서 언급되고 있지 않지만, 아래와 같은 법령들은 환경질을 개선하고 환경 영향을 줄이기 위해 비즈니스 혁신을 유도하는 조항을 포함하고 있다.

- 산업계의 에너지 집약 기업은 에너지 절약법¹⁶이 정하는 절차에 따라 자격 취득 후 6개월 이내에 국가환경청(NEA)에 등록해야 한다. 등록된 기업은 의무적으로 에너지 관리를 해야 한다. 이 법은 대기업이 에너지 효율을 높이고 온실가스 배출량을 감축하는 등 환경 영향을 줄이는 것을 목표로 한다. 법률에 따라 기업은 에너지 관리자를 임명하고, 매년 온실가스 배출량뿐만 아니라 에너지 사용량을 모니터링하고 보고서를 제출해야 한다.
- 환경오염방지법(1999년)은 대기오염 방지법 및 수질오염 방지법 등 다양한 환경오염 방지법을 통합한 법이다.
- 위험폐기물법(1998년)은 바젤 협약의 관할 국가와 유해 폐기물의 수출, 수입 또는 운송을 희망하는 주체는 오염관리부(PCD)의 허가를 필요로 한다고 규정한다. 유해한 산업 폐기물을 관리하고 안전한 처리와 처분을 보장하는 것이다.
- 공원수목법(2005년)은 국립공원, 자연보호구역, 산림보호지역, 유산도로, 녹색완충지대 및 기타 지정지역 내의 수목 및 식물 식재, 유지 및 보호에 관한 법이다¹⁷. 나무는 녹색 인프라로 간주되며, 이산화탄소를 제거하고 대기 질을 개선하고 대기오염을 줄이고 산소를 생성한다.
- 과학기술연구법(A*STAR)은 싱가포르의 과학연구를 추진하는 과학기술 연구기관을 설립하는 법률이다. 통상산업부(MTI)의 법정이사회의 A*STAR는 지식집약적인 생물의학 연구, 과학, 공학 분야를 성장시켜 경제 발전과 삶의 개선을 목표로 하고 있다¹⁸.

3.5 주요 분야

• 건설 분야

싱가포르 건설부문은 지난 수십 년 동안 성장하였다. 정부의 강력한 지원과 투자를 통해 건설부문의 지속적인 성장이 예상된다. 싱가포르 거주민의 80%가 주택개발위원회(Housing Development Board, HDB)에 의해 개발된 아파트에 살고 있는데 중산층의 인구 증가에 따라 주택 수요는 계속 늘어나고 있다. 싱가포르 정부는 공공 주택 제공 이외에 싱가포르의 교통 및 인프라 개선을 목표로 하고 있다. 예를 들어, Cross Island MRT Masterplan과 Tuas West Extension 프로젝트는 싱가포르의 교통 및 인프라를 개선하기 위한 정부 전략이다.

주택 및 인프라의 수요에 부응하는 한편, 정부는 건설 분야 지속가능성의 중요성을 이해하고 있다. 따라서 그린마

¹⁶ <http://www.nea.gov.sg/corporate-functions/about-nea/legislation>

¹⁷ <https://www.nparks.gov.sg/~media/nparks-real-content/about-us/legislation/parks-and-trees-act.pdf?la=en>

¹⁸ A*STAR mission and vision statements. Retrieved from A*STAR website: <http://www.a-star.edu.sg/About-A-STAR/Overview/A-STAR-Mission-and-Vision.aspx>

크 인증프로그램을 통해 재정적 인센티브, 법률, 산업 훈련 프로그램을 도입하였다. 그린마크 인증기준은 건물의 유형과 공간의 다양성, 지속가능한 건축 자재 사용, 에너지 효율, 수자원 효율, 수동적 설계의 중요성을 다룬다. 녹색 친환경 건축과 건설을 실현하기 위해 정부는 에너지 효율, 녹색 건물과 건설 관련 인센티브 제도를 운영한다. 아래 목록은 건설분야 관련 인센티브제도이다¹⁹.

- 에너지효율향상 지원제도(EASe)는 에너지 세부평가를 실시하고 에너지 효율을 개선할 수 있도록 전문 컨설턴트 또는 에너지서비스기업(ESCO) 채용 비용의 최대 50%를 지원한다.
- 에너지효율기술(GREET)을 위한 보조금 제도는 신규 및 기존 산업 시설의 소유자 및 운영자에게 에너지 효율적인 설비 또는 기술에 투자하는 것을 장려한다. 일반적으로 프로젝트 당 4백만 달러 한도로 적격 비용의 20%까지 지원한다.
- 효율성 디자인 제도(Design for Efficiency Scheme, DfE)는 싱가포르 기업의 새로운 시설 투자를 지원하고, 설계 단계에서 에너지와 자원효율성 향상을 유도하는 방식이다. 최대 지원 금액은 적격 비용의 50% 또는 60만 싱가포르 달러 중 낮은 비용을 지원한다.
- 건물 리모델링 에너지효율 대출제도(BREEF)는 참여 금융기관과 협력하여 건축건설국(BCA)이 실행한다. BREEF제도는 에너지 효율적인 설비 및 신재생에너지 시스템의 구입 및 설치를 위한 자금 조달을 용이하게 한다. 대출 대상은 기존 건물의 에너지 효율 향상을 위해 사용되는 최소한의 그린 마크 인증 기준을 달성하는 건물로 해당 건물은 대출 기간 동안 그린 마크 인증을 유지해야 한다²⁰.
- 기존 빌딩의 그린마크 인센티브제도(GMIS-EB)는 개발자가 새로운 기술을 적용하여 기존의 건물을 개조하여 건물의 에너지 효율성을 개선할 수 있도록 유도한다.
- 그린마크 인센티브 제도-디자인 프로토 타입(GMIS-DP)은 설계 단계에서 건물의 에너지 효율에 초점을 맞추어 개발자와 건물 소유자에게 자금을 제공한다.
- 그린마크 총면적 인센티브 제도(GM-GFA)는 민간 소유 건물에 차별화된 등급(그린 마크 플래티넘 또는 그린 마크 골드 플러스)을 부여함으로써 에너지 효율성 개선을 유도한다²¹.
- 건물옥상 녹화제도(SGIS)는 국립공원청이 건축물의 옥상 녹화와 수직 녹지의 설치 비용의 50%를 지원하여 싱가포르 녹화를 강화하는 것을 목적으로 한다.
- 기존 건물이나 구내의 그린마크 인센티브 제도(GMIS-EBP)는 중소기업이 임차인의 10% 이상을 차지하는 빌딩 소유주를 대상으로 하는 중소기업(SME) 대상 인센티브제도이다. 이 인센티브 제도는 건물 소유자와 세입자가 BCA가 승인한 에너지 효율설비의 설치를 포함한 에너지 사용을 개선하도록 장려하는 것을 목적으로 한다.

¹⁹ The lists are retrieved from- <http://www.greenfuture.sg/2015/02/16/2015-guide-to-singapore-government-funding-and-incentives-for-the-environment>

²⁰ More detail about the scheme - <https://www.bca.gov.sg/GreenMark/brief.html>

²¹ More detail about the scheme- <https://www.bca.gov.sg/greenmark/gmgfa.html>

- 건축 환경을 위한 MND 연구기금은 국가개발부(MND)가 5,000만 달러 규모로 조성한 이니셔티브이며, BCA가 관리하고 있다. 이 기금은 삶의 질을 향상시키고, 싱가포르를 글로벌 도시로 발전시켜 나가는데 필요한 연구개발을 촉진하고 지원하는 것을 목적으로 한다.
- 지속가능한 건설 역량 개발기금(SC 펀드)은 건물 철거 폐기물 및 건설용 자재의 재활용 역량 개발에 중점을 둔다.

• 해상 분야

1982년 싱가포르항은 매년 선박 톤수 100만 TEU를 달성하여 세계에서 가장 분주한 항구가 되었고 이후 싱가포르 해운업은 해마다 성장하고 있다. 싱가포르는 선박 수리의 중심지이며, 기타 중요한 활동으로는 선박 및 해상 구조물의 건조, 선박 설계 및 공학, 해양 시설 및 서비스 등이 있다. 싱가포르는 해양 사업 전략 중심지가 되었다²². 싱가포르 해양 산업은 해마다 성장하고 있기 때문에 싱가포르 해양항만청(MPA)은 지속가능성의 중요성을 이해하고 관련 기관들이 녹색 선박과 지속가능성을 위한 의무를 이해하도록 권장한다.

싱가포르 그린해양 협약(Maritime Singapore Green Pledge)은 2011년에 시작되었다. 총 90개사가 싱가포르에서 환경친화적인 방식으로 선박을 운용할 것을 약속했다. MPA는 싱가포르 그린해양 이니셔티브(Maritime Singapore Green Initiative)에 10년간 최대 100만 달러를 투자하기로 약속했다. 해운업에서 녹색과 지속가능성을 촉진하기 위해 해당 기관은 다음의 지속가능성 프로그램을 실행한다.

- 그린쉽프로그램(GSP)²³은 싱가포르 국적의 선박이 이산화탄소와 황산화물의 배출을 줄일 수 있도록 지원하는 자발적 프로그램이다. 검증된 선박은 초기 등록비의 50%, 연간 톤당 20%의 세금을 할인 받을 수 있다. 2016년 7월부터 GSP 인센티브는 LNG를 지속가능한 대체연료원으로 장려하고 있다.
- 그린포트프로그램(GPP)²⁴은 싱가포르 항구에 정박하는 선박의 오염 물질 배출을 줄이기 위한 지원 프로그램이다. 적격한 선박은 싱가포르 항구에서 5일 이내로 정박할 경우 비용의 25%를 절감할 수 있다.
- 녹색기술프로그램(GTP)²⁵은 국내 해양기업이 녹색 기술을 적용 또는 개발하도록 권장하고 있다. 온실가스 배출량을 20% 이상 절감하는 기술 솔루션에 대해 프로젝트당 자격 인증 비용의 최대 50%, 최대 SGD 200만 달러까지 지원한다.

글로벌 허브 항구로서 싱가포르의 환경친화적이고 지속가능한 노력은 다른 나라들의 지속가능한 해양 개선 노력을 고양시킬 수 있을 것이다.

²² Adopted from- <http://www.insis.com/articles/se/the-maritime-industry-in-singapore-past-present-and-future>

²³ <http://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-singapore/green-efforts/maritime-singapore-green-initiative/green-ship-programme>

²⁴ <http://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-singapore/green-efforts/maritime-singapore-green-initiative/green-port-programme>

²⁵ <http://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-companies/research-development/grants-and-incentives/green-technology-programme>

3.5 새로운 추세

• 지속가능성 보고서

싱가포르 거래소(SGX)에 상장되어 있는 싱가포르 기업은 매년 지속 가능성 보고서를 발행해야 한다. 지속가능성 보고서는 투자자가 회사의 장기적인 가치를 인식하는 동시에 투자자가 환경을 오염시키는 기업을 구별해 낼 수 있는 정보를 제공하게 된다. '이행 또는 설명' 방식의 지속가능성 보고서 제출 의무는 2018년 시작되는데 지속가능성 보고서는 다음의 기본적인 다섯 분야의 내용을 담아야 한다.

- 자재 ESG(Environmental, social and governance) 요인
- 정책
- 실행과 실적
- 지속 가능 보고 체계
- 이사회 진술

위의 구성요소 중 제외하는 항목이 있다면 그 이유를 설명해야 한다. 이 지속가능성 보고서 제출은 싱가포르의 대부분의 기업에게 새로운 것이지만, SGX는 기업이 지속가능성 보고서 제출에 대한 지원을 받을 수 있도록 다양한 기술지원을 제공할 예정이다.

• 교통혁신

2016년 7월, 싱가포르 총리, 국가개발부 장관, 교통 장관은 앙모키오(Ang Mo Kio) 마을이 싱가포르 최초 보행 및 자전거 도시로 전환하는 1단계를 완료했다고 발표했다. 이 새로운 지역시스템은 주민들이 앙모키오역, 스포츠센터, 앙모키오 허브 등 주요 편의시설까지 도보나 자전거로 이동할 수 있도록 했다. 여기에 그치지 않고 정부는 싱가포르 전역에 2030년까지 총 길이 700km의 연장된 자전거 도로를 설치할 예정이다. 또한 전기 자동차 공유 시범 사업²⁶은 싱가포르의 주민들이 차를 소유하는 것보다 환경 친화적인 대안을 제공하는 프로그램으로 2017년 중반까지 섬 전체에 걸쳐 시작될 예정이다. 주민들은 앱을 통해 차량을 예약하고 출발 지점에서 차량을 픽업하여 지정된 역에서 반납할 수 있다. 이는 오염과 온실 가스 배출을 줄이기 위해 대중 교통 및 자동차의 공유를 촉진하는 Car-lite 싱가포르 비전의 일부이다.

²⁶ www.straitstimes.com/singapore/electric-car-sharing-scheme-to-be-rolled-out-from-2017

4. 2016 ASEI 분석

싱가포르에 대한 2016 ASEI 분석은 싱가포르의 국가 에코이노베이션 현황을 보여준다. 4개 영역 20개 지표를 대상으로 자료를 수집하였으며 이 중 12개 지표가 분석에 사용되었다. 2016 ASEI의 점수는 에코이노베이션 역량, 에코이노베이션 지원환경, 에코이노베이션 활동, 에코이노베이션 성과의 4가지 영역의 평균값으로 산출되었다. 각 영역의 점수는 평가영역에 속하는 지표 측정값의 평균으로 산출된다. 2016 ASEI 보고서에는 분석에 사용된 각 지표의 데이터 수집 방법과 데이터 처리에 대한 내용이 자세히 기술되어 있다²⁷. 또한 이 보고서는 ASEI 개발의 이론적 배경과 지표 선정 과정에 관한 정보를 제공한다. 싱가포르의 2016 ASEI 총점은 60.92로 측정되었으며 영역별로는 역량, 지원환경, 활동, 성과 영역이 각각 79.51, 89.74, 7.48, 66.95로 나타났다. 그림 12의 웹 다이어그램은 다른 ASEM 회원국과의 상대적인 비교를 나타내고 있다. 녹색선은 싱가포르의 모든 지표의 점수를 나타내고 노란색 선 및 빨간색 선은 ASEM 회원국 및 싱가포르와 동일한 국가발전단계 그룹에 속한 국가의 평균점수를 보여준다. 국가발전단계 그룹의 구분은 세계경제포럼(WEF, 2015)이 발표한 국가발전단계를 따른다. 싱가포르와 동일한 그룹(3 단계)에 속한 국가는 호주, 뉴질랜드, 일본, 한국 등이다.

	Score
ASEI 2016	60.92
에코이노베이션 역량	79.51
국가 경쟁력 향상 잠재성	96.72
국가 일반 혁신 역량	81.39
기업의 지속가능경영 인식 수준	60.41
에코이노베이션 지원환경	89.74
환경규제의 이행	89.74
에코이노베이션 활동	7.48
환경경영 참여 수준	18.50
녹색특허	2.09
신재생에너지 보급 수준	1.86
에코이노베이션 성과	66.95
환경영향으로 인한 삶의 질	83.96
온실가스 배출 집약도	97.14
에너지 지속가능성 수준	56.34
수자원 소비 집약도	95.52
녹색시장 규모	1.80

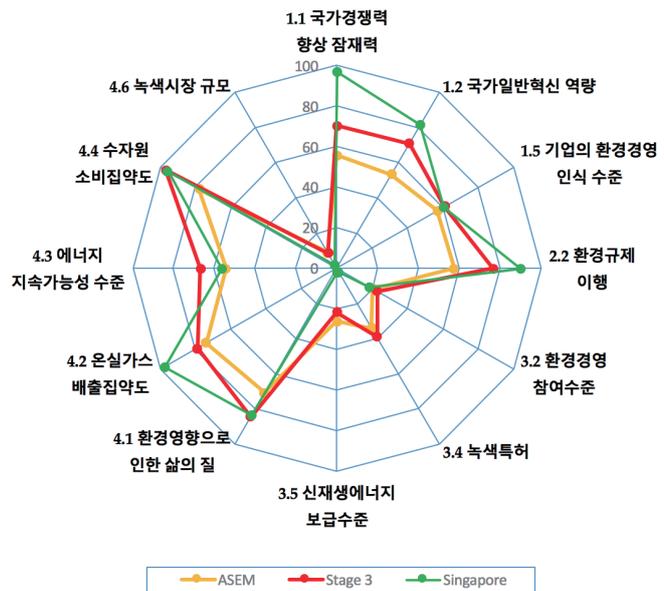


그림 12 싱가포르 ASEM 에코이노베이션 지수 2016 결과

싱가포르 에코이노베이션 역량, 지원환경 및 성과 점수는 비교적 높고, 에코이노베이션 활동 점수는 상대적으로 낮다. 싱가포르의 국가 경쟁력 향상 잠재성(지표 1.1)과 CO2 배출량(지표 4.2)은 동일한 국가발전단계 그룹 국가의 평균 점수보다 높다. 국가 에너지 지속가능성 수준(지표 4.3)과 신재생에너지 보급 수준(지표 3.5)은 동일한 국가발전단계 그룹 국가의 평균 점수보다 낮게 나타났다.

²⁷ 박미선, 한기주, 장은경, 최원근, 주지형 (2016) ASEM 에코이노베이션지수 2016. 아셈중소기업친환경혁신센터.

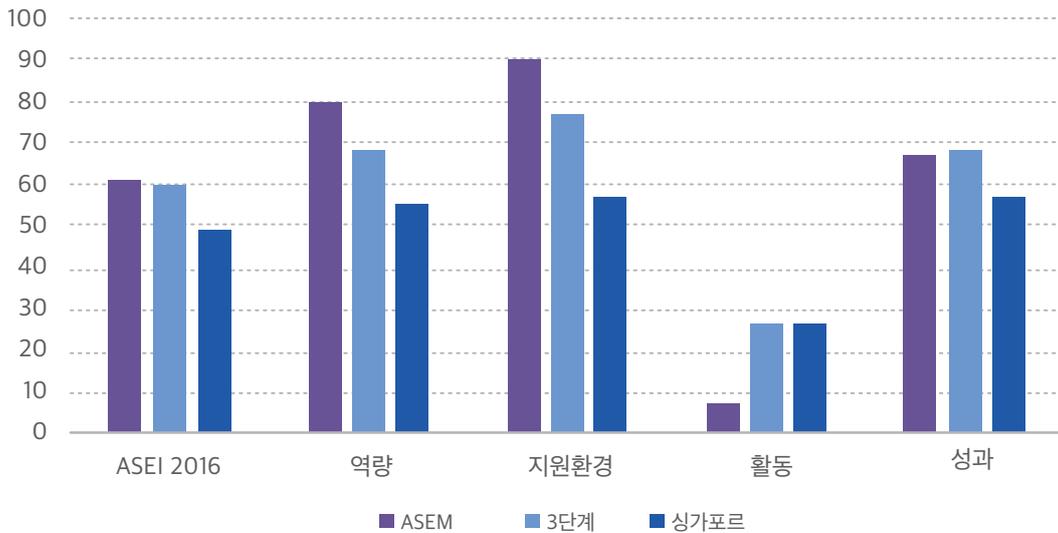


그림 13 싱가포르 2016 ASEM 에코이노베이션 지수의 평가영역별 결과

그림 13은 싱가포르 2016 ASEI 점수를 동일한 국가 발전단계에 속한 그룹의 평균점수와 전체 ASEM 회원국의 평균 점수와 비교하여 보여주고 있다. 싱가포르 2016 ASEI 역량과 지원 환경 영역의 점수는 동일한 국가 발전단계그룹의 평균 점수와 전체 ASEM 회원국 평균 점수보다 높다. 활동 영역은 동일한 국가 발전단계그룹의 평균 점수와 모든 ASEM 회원국 평균 점수보다 낮다. 성과 영역 점수는 모든 ASEM 회원국 평균점수보다 높지만, 동일한 국가 발전단계그룹의 평균점수와 유사하게 나타났다.

각 영역에 대한 주요 지표들을 정리하면 다음과 같다.

- 역량 영역에서는 국가 경쟁력 향상 잠재성(지표 1.1)과 국가 일반 혁신 역량(지표 1.2)이 영역의 점수를 높이는 역할을 한다. 글로벌 경쟁력 지수에서 얻은 지표 1.1은 12개 분야의 국가 생산성 수준을 측정하고 있다. 글로벌 혁신 지수에서 추출한 지표 1.2는 연구기관의 지위, 인적 자본, 인프라, 시장 및 기술 성과 등의 혁신 능력의 수준을 나타내고 있다.
- 지원환경 영역에서는 영역이 하나의 지표로 구성되어 있기 때문에 영역 점수는 환경 규제(지표 2.2) 점수를 나타낸다. 지표 2.2는 세계경제포럼이 발표한 지속가능 경쟁력 지수로 환경 규제에 대한 엄격성과 집행여부를 측정한다.
- 활동 영역은 영역 내의 모든 지표의 점수가 낮기 때문에 영역의 점수도 상대적으로 낮다. 지표 3.2는 ISO14001 인증을 획득한 기업 수에서 산출되었고 지표 3.4 녹색특허는 국가의 전체 특허 대비 환경 특허의 비율이며 신재생에너지 보급 수준(지표 3.5)은 신재생에너지의 총 에너지 공급(TPES) 기여도로 측정한다.
- 성과 영역에서는 에너지 지속가능성 수준(지표 4.3)이 영역 점수를 낮추고 온실가스배출 집약도(지표 4.2)는 영역 점수를 높인다. 지표 4.3는 세계에너지협회가 발표하는 에너지 지속가능성 지수에서 추출한 값으로 에너지 안보, 사회 자본 및 환경 영향의 수준을 반영한다. 지표 4.2는 국제에너지기구가 제공하는 GDP 대비 CO₂ 배출량으로 측정한다.

5. 에코이노베이션 우수 사례

싱가포르는 좁은 국토와 부족한 자연자원으로 인해 특정한 환경정책을 지속적으로 추진해왔다. 그 중 녹색 건축 분야의 에코이노베이션 사례가 부상하고 있다. 1968년에 시작한 '깨끗한 녹색의 싱가포르' 캠페인은 이미 에너지 효율 및 친환경 목표를 설정하고 있다. 싱가포르 건물의 에너지 소비량은 전국 에너지 소비의 16%, 에너지 비용의 20~40%를 차지하고 있어 싱가포르 최종 전력 소비의 중요한 부분이다. 건축 에너지 효율과 에너지 비용 개선에 중점을 두고 건축건설국(BCA)은 2005년에 그린마크제도를 도입했다. 그린마크제도는 인증, 골드, 골드 플러스, 플래티넘 4가지 수준으로 평가하는 시스템이며, 건물 에너지 소비와 환경에 미치는 영향을 줄이기 위해 설계 및 기술 보급을 독려하고 있다. 이러한 이유로 본 보고서는 에코이노베이션에 관련된 두 가지 우수 사례를 건축 분야에서 선택하였다. 첫 번째 사례는 난양공과대학(NTU) 녹색 프로그램인 NTU 에코 캠퍼스(Eco Campus) 대표 프로젝트인 하이브(Hive)이며, 두 번째 사례는 수상센터의 마리나베이 패션웨이브 건물이다. 두 사례 모두 정부의 정책 방향에 영향을 받았고 모두 그린마크제도에서 가장 높은 등급인 그린마크 플래티넘을 수상했다.

5.1 하이브(Hive) - 난양공과대학교(Nanyang Technological University)

난양공과대학교(NTU)는 세계 수준의 녹지 확보라는 비전으로 가지고 지속가능성을 위해 노력하고 있다. 이러한 노력은 새롭고 혁신적인 학습 허브 공간인 하이브(The Hive)와 같은 인프라 발전에 반영되었다. 하이브는 협업과 대화형 학습 스타일에 NTU의 새로운 접근 방식을 반영하는데 환경에 대한 NTU의 노력을 보여주는 상징적인 건물이다. 2013년에 이 건축물은 건축건설국(BCA)으로부터 그린마크 플래티넘을 수상했다.

건물의 혁신적인 친환경 기능 중 하나는 독특한 환기 시스템, 즉 패시브 배기 시스템이다. 하이브는 싱가포르에서 이 혁신적인 공조 시스템을 도입한 첫 번째 건물이다. 이것은 기존의 공조 시스템을 대체하기 보다 지속가능한 대안으로 최대 30%의 에너지 절약을 목표로 하고 있다. 공기 분배를 위해 팬이 필요하지 않다. 건물에는 특수 금속 코일에 차가운 물이 흐른다. 이는 교실에 들어오는 바람을 식히고 대류에 의해 뜨거운 공기를 내보낸다. 또한 건물의 개구부는 아트리움과 복도, 계단 및 엘리베이터 로비에서 자연 환기를 가능하게 한다. NTU의 정원 캠퍼스에 따라 학습 거점은 디자인에 다량의 자연 원리를 도입하였다. 내부 녹색 수직구조물과 옥상 테라스는 정원을 경험할 수 있게 한다(그림 14). 또한 녹색 구조물은 태양열 흡수를 줄여 인공 냉각 시스템에 대한 의존도를 줄였다. 건물의 역상형 구조는 상층이 하층을 덮어 태양 노출을 줄인다. 다른 에너지 절약 기능으로 교실과 화장실, 계단에 에너지 효율성이 높은 조명 및 모션 센서가 있어 조명을 유연하게 사용할 수 있다. 또한 건물의 레이아웃은 자연 조명을 최대한 활용하여 에너지 수요를 더욱 줄일 수 있다. 또한 건물의 모든 벽과 천장, 기둥의 외장이 콘크리트로 되어 있다. 이는 시각적인 효과를 줄 뿐만 아니라, 페인트와 벽 타일, 천장 보드 등과 같이 환경을 오염시킬 수 있는 자재를 사용하지 않았으므로 학생들에게 건강한 실내 환경을 제공할 수 있다.



그림 14 하이브 외부 모습



그림 15 하이브 내부 모습



그림 16 하이브 모형도

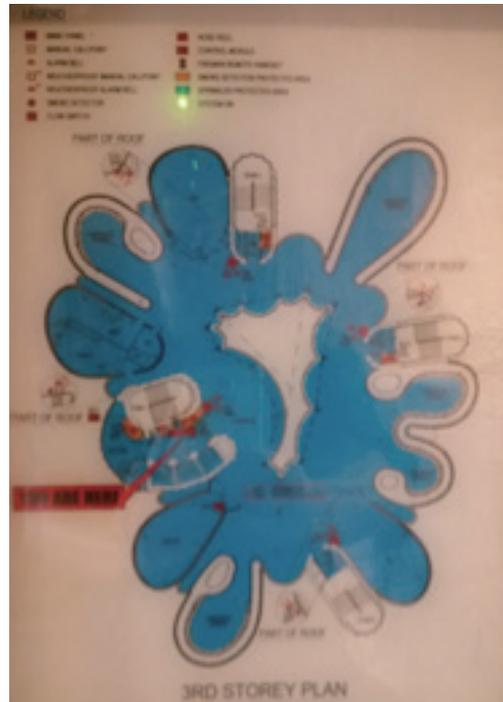


그림 17 하이브 단면도

5.2 마리나 베이 패션웨이브 (PAssion Wave)

패션웨이브(PAssionWave)는 수상 스포츠와 라이프 스타일 스포츠 프로그램을 위한 시설이다. 워터 프론트 파크의 분위기를 살리고 수상 스포츠 시설의 운영 요구 사항에 효과적으로 대응하는 것을 목표로 유통시설 운영에 관한 프로세스에 도움이 되도록 설계되었다(그림 18).



그림 18 마리나베이의 패션웨이브

본 건물은 그린마크 플래티넘을 수상했다. 에어컨 등의 인공적인 냉각은 한계가 있으므로, 건물의 방향은 수동냉각과 바람길을 고려하여 설계되었다. 건물은 보트 하우스 물 사용 최소화와 생물다양성, 수력 발전에 초점을 맞추었다. 이 건물은 생물다양성 보호와 지역사회를 고려한 우수 사례이다.

표 7 패션웨이브의 에너지 절약 사례

구분	기준(kW)	목표(kW)	절약성과
VRV 시스템	260847.8	156254.1	40.1%
MV & 공기 분배 팬	8346.5	8346.5	0.0%
조명(인테리어)	137309.8	59117.9	56.9%
콘센트 사용량	85371.0	85371.0	0.0%
승강기	8322.0	8322.0	0.0%
총 건물 에너지 소비량	500197.1	317411.5	36.5%
에너지 기준(\$/year) (20 센트 /kWh 기준)	\$100,039.42	\$63,482.30	\$36,557.12

출처: Building & Construction Authority (BCA), 2014

표 7에 나타낸 바와 같이, 건물 전체의 에너지 소비량은 베이스라인 기준으로 36.5% 감소하여 연간 SGD 36,557 달러를 절약하는 효과를 달성하였다. 이를 위해 다음의 전략들을 실행하였다.

• 이중 냉각(Dual Cooling Option)

자연 환기(통풍)가 가능하도록 천장에 팬을 설치하였고 효율적인 냉각시스템(Efficient Air Conditioning System VRV system)을 사용하였다.

• 센서 조명 활용(Lighting Design with sensors)

에너지 효율을 높이기 위해 조명 위치를 전략적으로 선정하였다. 복도와 보트 하우스는 LED 전구를 사용하고 사무실은 T5 전구를 사용하였다. 에너지 절약을 최대화하기 위해서 동작 센서와 사진 센서를 설치하였다.

• 효율적인 물 사용(Water Efficient Features)

패션웨이브의 물 사용 조정은 매우 효율적이라 WELS의 우수 등급을 받았다. 관개 시스템에는 강우 센서를 설치하여 빗물의 흐름을 조절하도록 하였다.

• 물 재활용(Water Recycling)

패션웨이브는 보트 세척에 사용한 물을 필터를 통해 빗물 저장고로 다시 보냄으로써 최대한 물을 절약할 수 있도록 설계되었다. 집수된 물은 조경용 관개 용수로 사용한다.

• 신재생 에너지(Renewable Energy)

패션웨이브에서는 풍력 터빈을 이용하여 수력 발전의 신재생에너지를 생산한다. 압축기에서 나오는 바람을 이용하여 터빈을 돌림으로써 전기를 발생시킨다(그림 19). 생산된 전기는 보트 세척을 위한 압축기의 전력으로 사용한다.

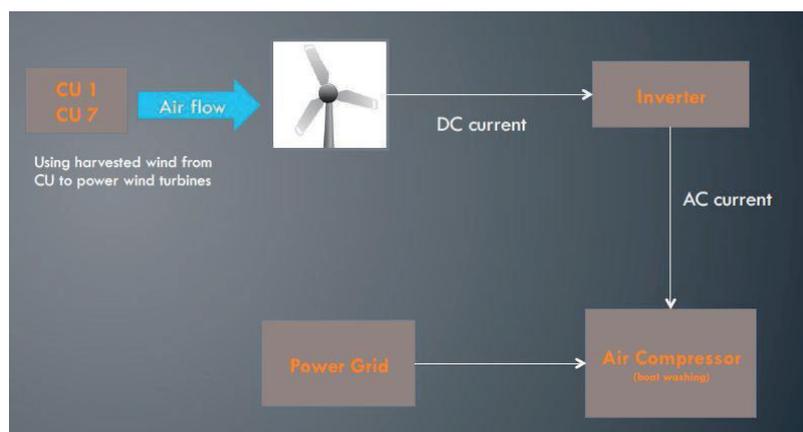


그림 19 패션웨이브의 풍력 터빈
출처: GreenAconsultants, 2016

이 외에도, 패션웨이브는 작은 아이디어를 통한 에너지 절약을 장려하고 있다. 수상 스포츠에 사용되는 보트와 카누는 물을 사용하여 세척해야 하는데 그림 20과 같이 공기와 물을 함께 사용하여 물 소비를 줄일 수 있도록 설계하였다. 또한 구멍조끼 건조를 위해 압축기 바람을 사용하도록 설계하였다(그림 21).



그림 20 패션웨이브 보트 세척대 - 물과 공기를 동시에 사용하여 물 소비 감소 유도



그림 21 패션웨이브 압축기-구멍조끼 건조에 압축기 바람 사용

6. 국가 분석 종합

이 보고서는 싱가포르의 에코이노베이션에 대해, 사회경제 이슈, 환경 이슈, 정책 환경에 대한 이해를 바탕으로 2016 ASEI 측정 결과를 분석하였다. 싱가포르는 인구지리적 특성과 지속적인 경제성장으로 인해 다양한 환경문제를 경험하고 있다. 주변국들이 오염 자체에 따른 문제를 다루는 것과 달리 싱가포르는 오염 물질 및 자원의 효율적 관리와 관련된 환경 문제를 다루고 있다. 또한, 자원 희소성과 환경 관리의 중요성이 오래전부터 정부의 주요 정책 대상이었기 때문에 특정 문제를 해결하는 것보다는 기존 정책을 보다 효과적으로 발전시키는 것에 초점이 두고 있다.

싱가포르 정부는 사회 경제 부문의 에코이노베이션 활성화 정책을 추진하는데 중요한 역할을 한다. 2016년에는 향후 5년간 에코이노베이션과 관련된 연구 개발을 지원하기 위해 SGD 190억 달러를 할당하였다. 싱가포르 그린 플랜 1992-2001은 정부가 차세대 지속가능한 발전을 이끌기 위한 첫 걸음이었다. 10년 후, 싱가포르 그린 플랜 2002는 원래의 목적을 지속적으로 추진하기 위해 시작되었다. 또한 2009년 이후 지속가능한 싱가포르 청사진 계획은 싱가포르를 세계적인 지속가능한 도시로 만들기 위한 정부의 계획이며, 에코이노베이션 계획 중 하나라고 말할 수 있다. 2015년에는 지속가능한 싱가포르 청사진이 다시 실행되고, 그 주요 비전은 배출 제로 국가, 최고의 녹색경제, 적극적이고 우아한 커뮤니티를 지향하는 '에코 스마트 타운'과 '자동차 라이트'이다. 예를 들어, 싱가포르는 소비를 줄이고 재사용을 촉진하며 모든 자재를 재활용하기 위해 공기식 폐기물 반송 시스템을 도입함으로써 제로 배출 국가가 되기 위해 노력하고 있다. 이러한 비전을 달성하기 위해서는 기술적인 에코이노베이션이 요구된다. 싱가포르는 환경 관련 법률이나 규제가 강하고, 이러한 규제는 정부와 산업계가 환경에 미치는 영향을 줄이도록 장려하고 있다. 유해 폐기물 법에 따라 유해 폐기물의 수출입 및 운송을 희망하는 사람은 허가를 받고 유해 산업 폐기물을 관리 할 수 있다. 또한 에너지 절약법은 기업에게 의무적인 에너지 관리를 요구한다. 이 법에 따라 대기업은 에너지 효율을 높이고 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다.

이러한 맥락은 싱가포르 ASEI 측정 결과를 해석하기 위한 합리적인 단서를 제공한다. 싱가포르 2016 ASEI 점수는 전체 ASEM 회원국 평균점수보다 높다. 이는 국가 수준의 에코이노베이션 수준이 유럽 선진국 수준인 것으로 이해할 수 있다. 에코이노베이션 추진 단계를 나타내는 영역별 점수에서는 '역량'과 '지원환경' 영역은 '활동'과 '성과' 영역에 비해 상대적으로 우수하게 나타났다. 이 결과는 싱가포르가 에너지 효율, 인프라 등 에코이노베이션을 추진하기 위한 탄탄한 역량과 정부의 강력한 규제, 인센티브 제도 등 다양한 정책을 바탕으로 양호한 지원환경을 갖추고 있다는 것을 보여준다.

2016 ASEI 측정에 사용하지 못한 8개 지표에 대해 싱가포르 현지 데이터 가득성을 검토하였다. 검토 결과, 8개 지표에 대하여 바로 활용가능한 데이터는 없었으며 직접 데이터를 수집하는 과정을 거쳐야 하는 것으로 확인되었다. ASEI 측정을 고도화 하기를 위해서는 추가 지표에 대한 데이터 수집이 필요한 만큼 향후 데이터 수집을 위해 싱가포르와의 적극적인 협력이 필요하다.

7. 참고문헌

- ADB. (2016). Asian development outlook 2016: Asia's potential growth. Retrieved from <http://www.adb.org/publications/asian-development-outlook-2016-asia-potential-growth>
- BBC. (2016). Singapore Profile - timeline. Retrieved from <http://www.bbc.com/news/world-asia-15971013>
- Building & Construction Authority (BCA). (2014). BCA Awards 2014 Listing (Green Mark Awards Category). Retrieved from <https://www.bca.gov.sg/greenmark/others/gm2014.pdf>
- Choy, H. J., Jindal, G., & Low, M. (2015). Singapore's Intended Nationally Determined Contribution for COP21 Climate Conference in Paris, (September), 1-4.
- CIA. (2016). The World Factbook. Retrieved from <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sn.html>
- Global Environmental Forum. (2003). Overseas environmental measures of Japanese companies (Singapore): Research report on trends in environmental considerations related to overseas activities of Japanese companies FY 2002, (March).
- GreenA consultants. (2016). Water Venture.
- KIHASA. (2015). Comparative Study of Family Policy in East Asia.
- KIHASA. (2016). Singapore's Population Policy History and Recent Issues, 5(February).
- Lambert, T. (2016). A brief history of Singapore. Retrieved from <http://www.localhistories.org/singapore.html>
- LCLG. (2016). Employment & Labour Law 2016: Singapore. Retrieved from <http://www.iclg.co.uk/practice-areas/employment-and-labour-law/employment-and-labour-law-2016/singapore>
- Mui-Teng, Y. (2014). Chapter 10 : Singapore's System for Managing Foreign Manpower. Managing International Migration For Development in East Asia, 2009(March), 220-240. Retrieved from http://lkyspp.nus.edu.sg/ips/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/pa_MT_Managing-International-Migration-for-Development-in-East-Asia-Research-Papers_240215.pdf
- Park, M., Han, K., Jang, E., Choi, W. & Joo, J. (2016). ASEM Eco-innovation Index 2016. ASEM SMEs Eco-Innovation Center.
- The Ministry of Environment and Water Resources. (2009). A Lively and Liveable Singapore.
- The Ministry of Environment and Water Resources. (2012). The Singapore Green Plan 2012: Beyond Clean and Green Towards Environmental Sustainability, 1-68.
- The Ministry of Environment and Water Resources. (2016). ANALYSIS OF REVENUE Financial Year 2016, (March).
- The National Environment Agency. (2015). Singapore Waste Statistics 2014. Retrieved from <http://www.zerowastesg.com/2015/03/18/singapore-waste-statistics-2014/>
- The Transparency International. (2015). Corruption Perceptions Index 2015.
- UNDP. (2015a). Briefing note for countries on the 2015 Human Development Report: Singapore, 1-8. Retrieved from http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/TZA.pdf
- UNDP. (2015b). Human Development Report 2015 Work for Human Development.
- WEF. (2015). The global competitiveness report 2015-2016. World Economic Forum (Vol. 5). Retrieved from <https://doi.org/92-95044-35-5>
- WPR. (2015). World Population Review 2015. Retrieved from <http://worldpopulationreview.com/>
- Yale University. (2016). 2016 Environmental Performance Index, 123. Retrieved from www.epi.yale.edu

