

2015 World Energy Trilemma

기후변화에 관해 우선 취할 행동과
에너지 trilemma와의 균형문제

Project Partner OLIVER WYMAN

WORLD ENERGY COUNCIL
CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE



Officers of the World Energy Council

Marie-José Nadeau

Chair

Younghoon David Kim

Co-chair

Klaus-Dieter Barbknecht

Vice Chair

Finance

Leonhard Birnbaum

Vice Chair

Europe

Oleg Budargin

Vice Chair

Responsibility for Regional

Development

José da Costa Carvalho Neto

Chair

Programme Committee

Arup Roy Choudhury

Vice Chair

Asia Pacific/South Asia

Jean-Marie Dager

Chair

Communications &

Outreach Committee

Hasan Murat Mercan

Vice Chair

2016 Congress, Istanbul

Bonang Mohale

Vice Chair

Africa

O.H. (Dean) Oskvig

Vice Chair

North America

Brian A. Statham

Chair

Studies Committee

José Antonio Vargas Lleras

Vice Chair

Latin America/Caribbean

Wu, Xinxiong

Vice Chair

Asia

Taha M. Zatari

Vice Chair

Special Responsibility

Gulf States & Middle East

Christoph Frei

Secretary General

World Energy Trilemma:

Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

World Energy Council

Project Partner

OLIVER WYMAN

Copyright © 2015 World Energy Council

All rights reserved. All or part of this publication may be used or reproduced as long as the following citation is included on each copy or transmission: 'Used by permission of the World Energy Council, London, www.worldenergy.org'

Published 2015 by:

World Energy Council

62-64 Cornhill

London EC3V 3NH

United Kingdom

Registered in England and Wales

No. 4184478

VAT Reg. No. GB 123 3802 48

Registered Office

62-64 Cornhill, London EC3V 3NH

ISBN: 978 0 946121 40 3

목차

Part 1. 2015 World Energy Trilemma

발간사 Marie-José Nadeau	6
발간사 Joan MacNaughton	8
보고서 요약	10
서문	13
1. 에너지 trilemma 균형의 중요성	16
2. 현장조사를 거친 명확한 목표가 있는 합의된 구도의 중요성	20
3. 목표달성을 위해 우선 취할 행동들	27
4. 결론	49

Part 2. 2015 Energy Trilemma Index

보고서 요약	52
서문	55
1. 행동할 시점과 적극적인 기후대응 구도	57
2. 2015 에너지 trilemma 평가지표	59
3. 지역별 분석결과	67
4. 지역간 분석결과	81
부록 A: 평가지표 방법론 및 종합점수	89
부록 B: 주요 국가별 trilemma 균형 순위	106

Part 1

2015

WORLD ENERGY TRILEMMA

기후변화에 관해 우선 취할 행동과
에너지 trilemma와의 균형문제

발간사

Marie-José Nadeau

2015년 World Energy Trilemma 보고서는 글로벌 에너지 부문에게 근래 역사에서 가장 중요한 해로 기억될만한 시점에 출간되었다. 내려진 - 혹은 내려지지 않은 - 결정은 미래 세대의 세상에 영향을 미칠 수 있는 에너지 부문에 지울 수 없는 흔적을 남길 것이다.

멕시코 메리다(Mérida)에서 개최되는 제 6차 클린에너지 장관회의(Clean Energy Ministerial • CEM)에서 회원국들이 모일 것이다. 장관들은 글로벌 클린에너지 경제로의 전환을 가속화하기 위해 필요한 향후 핵심 대책들을 파악할 것이며, 세계에너지협의회(World Energy Council • WEC)는 이 과정이 전 세계가 에너지 안보, 에너지 형평성 및 환경적 지속가능성이라는 에너지 trilemma의 3대 주요 목표를 달성하는 데 절대적으로 필수적이라고 믿고 있다.

유엔(United Nations • UN)은, 사상 처음, 정식으로 에너지를 개발 의제의 중심에 놓아야 하는 여러가지 지속가능한 개발 목표들(Sustainable Development Goals)에 합의할 예정이다.

프랑스 파리에서 열릴 제21차 기후변화협약 당사국총회(Conference of the Parties, COP21)는 기후변화 대처 및 온실가스 배출량 감축에 대한 합의를 결말지을 것이며 그 효력은 2020년에 발효될 예정이다.

종합하면, 에너지가 환경적으로 지속 가능하도록 보장하는 것의 필요성을 존중하는 동시에, 경제사회 발전 달성에 있어 에너지의 핵심역할이 강력히 주목 받고 있다.

그러나, 분명한 것은, WEC의 회장으로서, 본인이 글로벌 에너지 리더들 및 장관들, 정책입안자들과 회동할 때, 그들이 본인에게 계속해서 주는 메시지는 국제적인 기후관련 프레임워크에 대한 합의의 지속적인 결여로 인하여 에너지 부문의 불확실성이 수용되기 어려운 수준을 야기되고 있다는 점이다. 정책입안자이든 비즈니스 리더든 누구도 우리가 지금과 같은 방식으로 전진할 수 있다고 믿지 않는다. 모두가 완전히 새롭고 균형 잡힌 탄소 에너지 시스템으로 나아가야 한다는 필요를 인식한다. 하지만 이러한 에너지 변혁을 이루기 위해서는 에너지 부문에 합의를 이루고 국제적으로 수용되는 목표를 설정함으로써만 달성될 수 있는 명확한 로드맵 이 필요하다.

이전의 World Energy Trilemma 보고서에서 강조되었듯이, 이러한 중요한 협상과 현실에서 일어나고 있는 일들 간에 종종 격차가 있다. 이러한 점이 바로 내가 글로벌 계획들의 성공이 가능하도록 만드는 요소들을 파악하기 위한 본 보고서를 위해서, 뒤에서 애쓰고 있는 Joan MacNaughton 이 이끌고 있는 팀의 노고를 치하하는 이유이다. WEC는 광범위한 에너지 커뮤니티를 대표하는 근 100개국의 회원들간에 대화를 촉진하고, 바라건대 의미 있는 결과 도출에 도움이 될 만한 명확하며 편파적이지 않은 권고사항을 파악하기 위하여 특수하게 설립되었다.

현실은, 당연히, 필수적인 신규 투자 및 좌초자산 투자의 두 가지 형태로, 막대한 비용이 들 것이다. 하지만 이러한 비용은 명확성의 지속적 결여 시 증가하기만 할 것이다. 수 년간의 대화와 제한된 진행사항을 봤을 때, 마침내 무언가를 해 내야 할 시간이 오고 있음을 본인은 확고히 믿는다. 올해의 World Energy Trilemma 보고서는 정책입안자들 및 기후 협상가들이 지속가능한 에너지 미래를 향한 새로운 로드맵을 그릴 수 있도록 하는 데 가치 있는 정보를 제공한다.



Marie-José Nadeau

Chair, World Energy Council (세계에너지협의회 의장)

발간사

Joan MacNaughton

2015 World Energy Trilemma 보고서는 WEC 커뮤니티의 주요 출발점이다. 기존 연구에서 우리는 비즈니스 리더들 및 정책입안자들, 투자자들로 하여금 에너지 trilemma, 즉, 에너지 안보 및 에너지형평성, 환경적 지속가능성이라는 세가지 목표 달성을 지원하도록 에너지 투자가 흐르게 하려면 필요한 것이 무엇인지 분석하는데 참여하게 했다. 금년에 우리는 파리에서 열릴 기후변화 관련 회의인 COP21에서, 전세계 모든 지역에서 효과적으로 트릴레마 목표들의 균형을 이루는 것이 계속해서 추진될 수 있도록 하기 위해서, 무엇이 도출되어야 하는지에 대한 WEC 커뮤니티의 의견을 상세히 기술하는 것에 중점을 두었다. 본 보고서는 다양한 에너지 정책입안자들, 에너지 부문의 투자자들, 에너지 비즈니스 리더들의 견해들을 정제한다. 주요 내용은 특별히 에너지 비즈니스 리더들 혹은 에너지 부문이 기후변화 협상에 더 참여해야 한다는 요구, 그리고 이러한 기후 변화 협상이 개별 국가들이 요구되는 약속의 '신학(神學)'에서 벗어나 측정과 현장조사가 가능한 행동의 이행에 더 중점을 둔 현실적 접근방법으로 옮겨가야 한다는 요구이다.

협상가들이 에너지 부문의 가치를 무심코 파괴하지 않도록 보장하기 위한 참여 요청을 촉발하는 첫 번째 이유가 에너지 부문의 외부에는 자기 잇속만 차리는 것처럼 보일 수 있다. 하지만 사실 이는 기득권이라기보다는 기후변화문제 해결의 근본인 에너지 전환을 감당하기 위한 막대한 투자의 필요에 관한 것이다. 우리가 에너지 부문으로 투자가 확실히 흐르게 하지 않으면, 협상 당사자들이 한참 전인 2009년 코펜하겐에서의 COP15에서 지지한 2°C 목표 달성이 불가능해질 것이다. 에너지 전환의 성격, 규모 및 속도 관련 결정은 어느 때보다 급속히 변화하고 있는 에너지 공급의 현실을 인식하고 청정기술 활용의 가속화를 어떻게 수용할 지와 기존 비즈니스 모델의 변화에 필요한 것이 무엇인지를 고려해야만 한다. 민간 부문의 긴밀한 협력과 대화가 핵심이 될 것이다.

구체적으로 말하자면, WEC 커뮤니티는, 파리 합의가 개별 국가의 각기 다른 상황과 취약성을 인식하여 유연적이어야 한다는 점을 강조하면서도, 측정가능한 단일 목표가 있는 안정적이고 명확한 정책 프레임워크를 요구한다. 이는 당 합의가 하향식이 아니라 개별 국가 약속들의 총합을 기반으로 할 것이라는 점을 인식한다. 에너지 부문은 합의된 프레임워크가 체계적인 현장조사, 개별국가의 발전 상황에 따른 목표 수정, 장기적 지속성 보장, 내부적 피드백 구조를 확보하도록 해야만 한다고 말한다.

저탄소 에너지 시스템으로의 성공적인 전환의 핵심인 다섯 가지 가능요소가 파악되었다.

첫째, 기술 이전의 장벽들-예를 들어 환경적 상품과 서비스에 대한 관세, 지적재산권 보호의 결여- 문제가 해결되어야 한다. 만약 가능하다면, 에너지 업계가 주도하는 하겠지만, 기술이전 규모를 필요 수준까지 확대하는 데에는 유일한 역할을 하지 않을 것이다.

둘째, 글로벌 탄소 가격이 경쟁력에 대한 우려(소위 '탄소 누출') 불식에 도움이 될 수 있으며 지역 가격제보다 더 경제적으로 효율적일 수 있다. 이는 현재 운영중인 다수의 지역 및 국가적

거래제도 혹은 적용되기 위해 개발중인 제도들이 연계될 잠재력이 있다는 것을 우리가 보장해야 한다는 것을 의미한다. 하지만, 가장 중요한 것은, 고탄소 활동의 실제 비용을 반영하는 가격이 고탄소 및 저탄소 프로젝트들 사이에서 투자결정이 왜곡되는 것을 회피하도록 돕는 데 필요한 것으로 보인다는 것이다.

셋째 요소는 자금조달의 흐름을 장려하기 위한 적절한 정책 신호를 주는 것이다. 작년 WEC 보고서의 금융 부문에서 알아봤듯이, 에너지 비즈니스는 가능한 금전적 이익을 얻기 위하여 수익성 있는 프로젝트 공급라인을 반드시 구축해야 한다.

넷째 - 놀랍게 들릴 수도 있지만 - 에너지 비즈니스 리더들은 공급뿐만 아니라 수요관리도 더 강화해야 한다고 요구한다.

마지막으로, 2012년 World Energy Trilemma 보고서에서의 에너지 비즈니스 리더들 의견을 강력히 반복하는 것이 투자, 민관협력, 연구, 개발 및 시범(RD&D)의 큰 변화의 필수요건이다.

어쩌면 이런 개별적 메시지보다 더 중요한 것은

어쩌면 이런 메시지 하나하나보다 더 중요한 것은, 기후변화 해결 과제들에 대한 표현 방법과 에너지 부문이 과제들에 대응하는 최선의 방법에 대하여, 통합된 목소리와 공통의 언어를 만들기 위한 WEC 워크숍과 개인적 대화들에서 강조된 내용이다. 들었다시피, 사회적 수용이 에너지 전환 관리에서 가장 큰 과제이며 에너지 비즈니스 리더들, 정책입안자들 투자자 커뮤니티는 반드시 협력하여 과제들의 성격과 다양한 해결방법들의 실제 영향에 대해 대중들이 이해할 수 있도록 정보를 제공해야 한다. 그 방법만이 우리가 직면할 어려운 결정들을 대중들이 지원하는 길이다.

본 보고서가 시사하는 것은 에너지 커뮤니티가 기후변화에 대해 더 강력한 행동을 취할 때가 무르익었다고 믿으며 그러한 길로 나아가는 것이 완벽하게 실현가능 하다는 것이다. 실상, 다짐을 적극적인 실행으로 옮길 수 있도록 우리를 움직이는 협상에 대한 진전 없이는, 에너지 안보, 에너지 형평성 및 환경적 지속가능성이라는 세가지 트릴레마 목표들의 달성이 더욱 어려워질 것이다. 에너지 산업은 일부 비즈니스들이 이미 시사하고 있는 리더십의 많은 예들을 기반으로 하여 임무를 충실히 수행할 준비가 되어 있다. 그들이 우리에게 말했다시피, 지금이 바로 무언가를 해 낼 때이다.



Joan MacNaughton

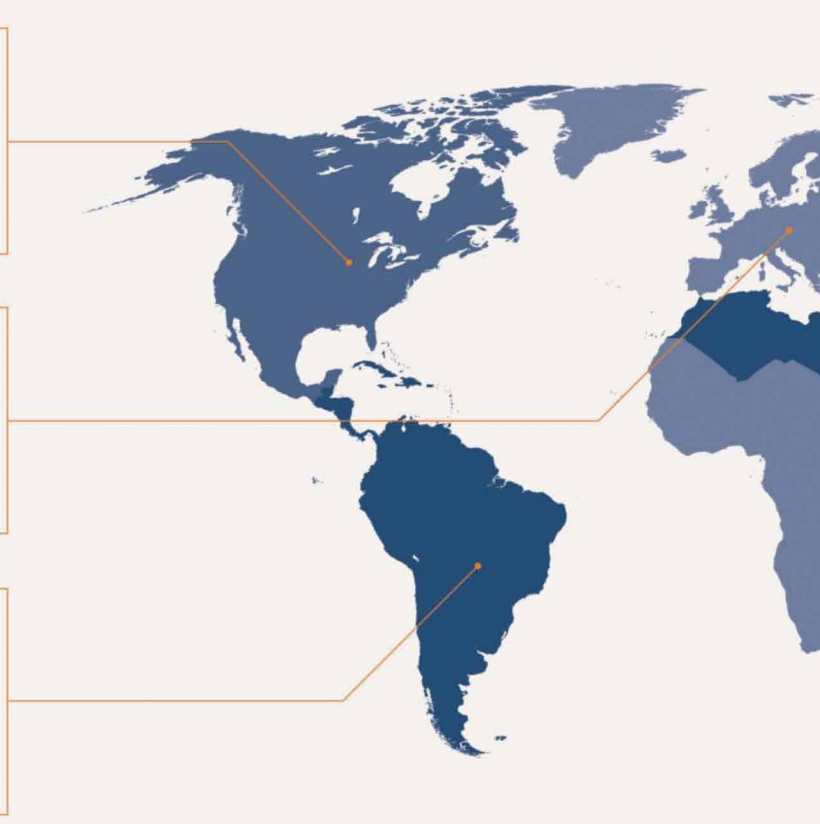
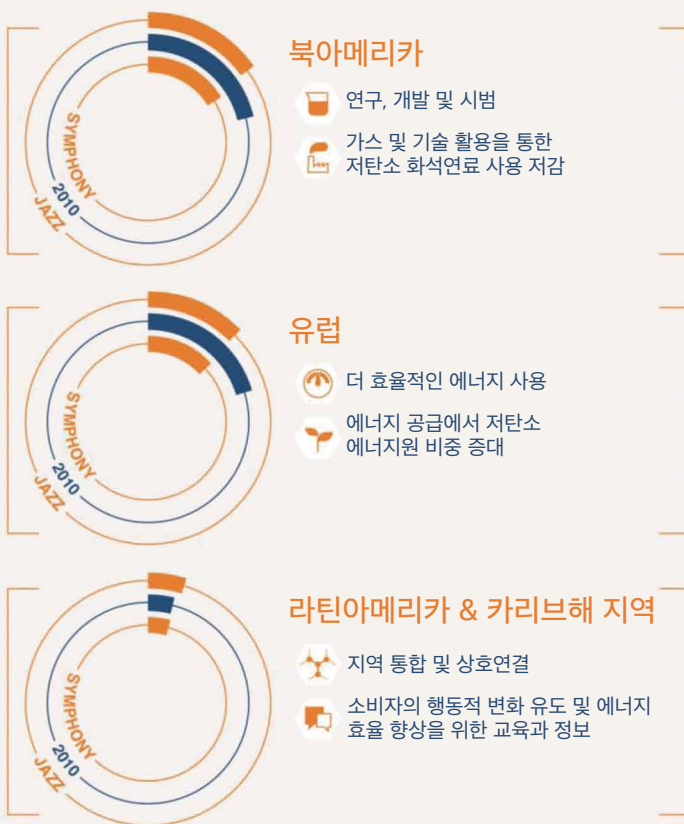
Executive Chair, WEC World Energy Trilemma

정책의 불확실성 타개

에너지 부문은 정책입안자들이 온실가스 감축을 위한 명확한 목표에 합의 할 준비가 되어있다. 정책의 안정성은 에너지 부문이 지속가능한 에너지 미래로의 전환을 이룰 수 있도록 할 것이다. 개별 국가들은 자국의 에너지 분석결과와 우선순위에 따라 다양한 대책을 통하여 목표 달성에 기여할 것이다.

지역적 차이 및 우선순위

에너지 전환을 수용하기 위한 해결책들은 지역 및 국가적 수준의 차이점에 따라 고안되어야 한다.



에너지 부문의 우선적 행동들

기후 및 개발 목표를 달성하고 트릴레마의 균형을 이루기 위해서는 몇 가지 핵심 메커니즘에 중점을 둘 필요가 있다.

국제적 수준에서



무역 및 기술 이전

환경적 상품과 서비스에 대한 관세 철폐, 국산부품 사용요건의 신중한 설정 및 지적재산권 보호가, 특히 개도국에서의, 비용절감과 비즈니스 촉진, 그리고 저탄소 기술의 사용 장려에 핵심이다.



탄소 가격제

탄소의 효과적 가격은 투자의 방향을 저탄소 해결책으로 돌리고 각기 다른 기술들 간의 '공평한 경쟁의 장을 만들' 것이다. 많은 비즈니스 리더들이 이미 사업운영, 전사적 경영계획 혹은 투자 옵션 분석 시 '그림자 탄소 가격(shadow carbon price)'을 사용한다.

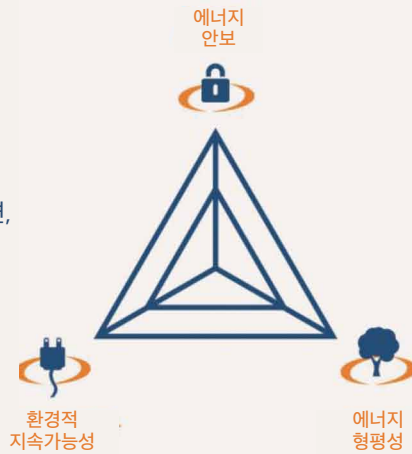


자금조달 메커니즘

민간자본을 더 유치하기 위해서는 적절한 정책 신호들이 제공되어야 하며 수익성 있는 프로젝트들의 포트폴리오가 시행되어야 한다. 만약 규제가 지속가능한 에너지 시스템을 향한 명확하고 안정적인 방향을 제시한다면 금융시장은 혁신적인 자금조달 메커니즘들을 개발할 것이다.

세계 에너지 trilemma

에너지 trilemma의 세 가지 핵심 측면(환경지속가능성, 에너지 안보, 에너지 형평성)들의 균형 이루기가 개별 국가들의 번영과 경쟁력의 기초이다. 만약 에너지 부문이 기후 목표들을 달성하고 개발 목표들 달성을 지원하려면, 에너지 시스템들의 지속가능성을 보장하기 위하여 다른 두 측면(에너지 안보, 에너지 형평성)들과의 균형을 맞출 필요가 있다.

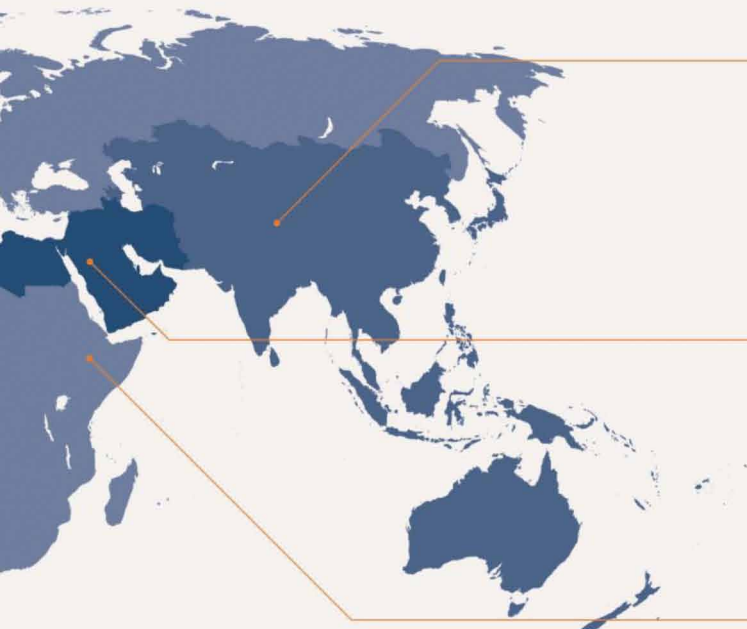
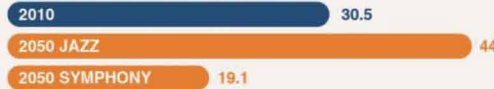


누구의 견해인가?



본 보고서는 장애물, 기회 및 대책들을 조명하기 위하여 WEC의 전 지역에서 개최된 워크숍들과 에너지 부문의 대표 인사들과의 인터뷰 결과를 제시한다.

전체 글로벌 CO₂ 수준
(GtCO₂/년)



아시아

- 수요 성장을 관리하기 위한 기술 이전
- 에너지 공급 변화의 사회적 수용 증가



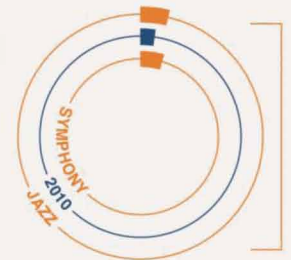
중동 및 북아프리카

- 효율적인 에너지 사용을 장려하기 위한 투명한 에너지 가격제도
- 에너지 공급에서 태양 및 풍력의 비중 증가



사하라 이남 아프리카

- 에너지 공급을 위한 신재생 에너지 및 가스 에너지의 기존 잠재력 이용
- 에너지 및 청정 요리용 연료 접근성



국가적 차원



수요관리 및 에너지 효율성

에너지 리더들은, 지속가능한 에너지 미래는 공급측면의 에너지 효율성 향상 및 에너지 수요 관리뿐만 아니라 주거, 상업, 공업, 운송을 포함한 모든 부문에서의 에너지 효율성 향상에 대하여 동등하게 관심을 가지는 것을 필요로 한다고 강조한다.



혁신 및 RD&D의 우선순위

신기술, 재료 및 연료를 포함한 연구, 개발 및 시범에 대한 투자가 기후 목표와 개발목표 달성에 핵심이다. 국가별 및 국제적 민관협력력을 장려해야만 한다.



성공적인 에너지 전환의 핵심은 정부, 비즈니스 및 금융부문 간의 더 많은 대화이다. 더 많은 상호교류가 실질적이고 경제적으로 건전한 해결책에 초점이 맞춰지는 것을 보장할 것이다.

“

A single target supported
by flexible instruments
will deliver high-impact
results

유연한 제도로 뒷받침되는 단일 목표가
좋은 결과를 가져올 것이다 .

”

서문

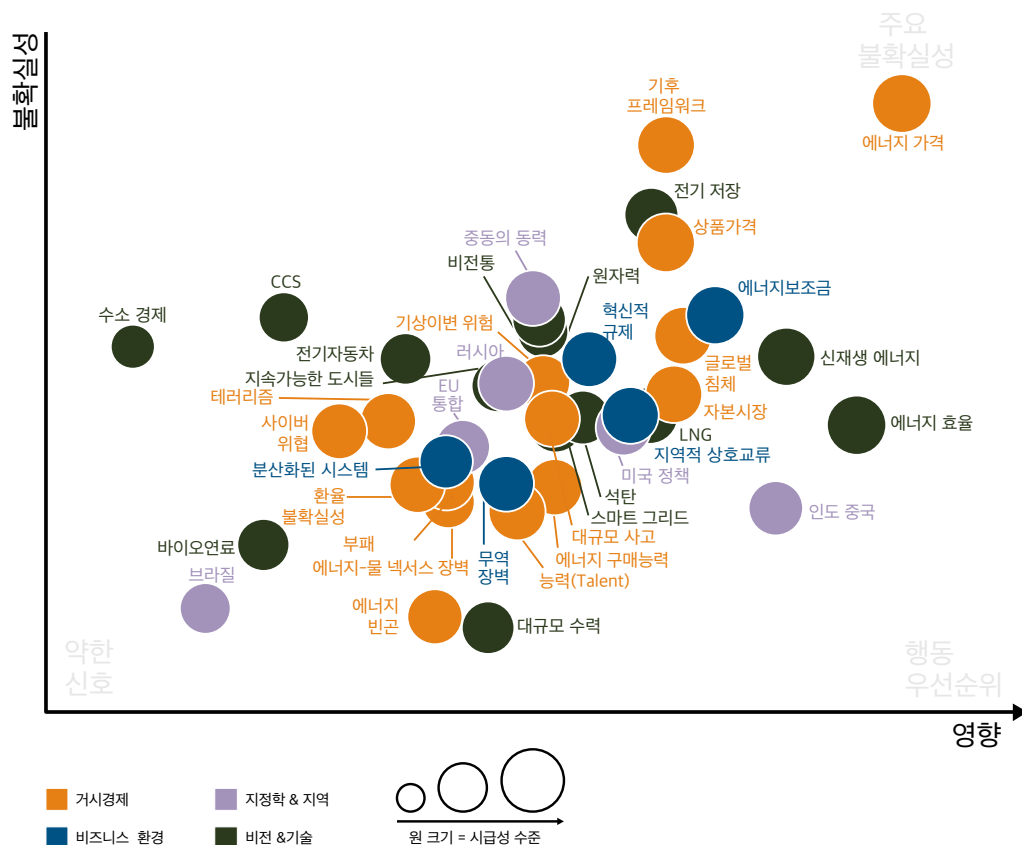
에너지 부문은 야심찬 기후 합의에 준비가 되어있으며 공정한 경쟁을 가능하게 하고 저탄소 에너지 시스템으로의 명확한 경로를 설정하는 측정 가능한 단일 온실가스 배출 목표로 이루어진 국제적 프레임워크를 요구한다. 에너지 리더들이 강조했듯이 지금이 바로 기후 협상가들이 “무언가를 해 낼 때”이다.

글로벌 온실가스 배출량 감축 목표가 에너지부문의 장기적 정책 가이드라인을 제공하는 동안, 각기 다른 자원, 경제구조, 발전상태 및 정책 선호도 측면을 고려하여 지역 및 국가적 수준에서 에너지 전환을 수용하기 위한 해결책들이 고안되어야 한다. 에너지 부문은 의미 있는 프레임워크의 개발을 지원할 핵심대책의 요점을 시사한다. 이러한 메커니즘들의 일부는 무역 및 기술 이전, 탄소 가격제 및 자금조달 메커니즘들을 포함한 국제협력을 요구한다. 국가 탄소 가격제 메커니즘, 수요관리 및 에너지 효율뿐만 아니라 연구, 개발 및 시범(RD&D) 계획 등의 다른 노력들은 국가적 수준에서 시행될 수 있다.

그림 1

글로벌 기후 프레임워크의 결여로 인한 글로벌 불확실성

출처 : World Energy Council, 2015: World Energy Issues Monitor



현재의 총체적 국제 기후 프레임워크 결여는 에너지 부문에, 즉 균형 잡힌 저탄소 에너지 시스템으로 나아가기 위한 우선순위들을 결정하기 위하여 노력하는 정책입안자들과 비즈니스 리더들 모두에게, 불확실성을 야기했다. (그림 1 참조).

본 보고서는 국제포럼 및 다수 국내 포럼에서 기후 및 개발 목표들을 설정하고 정책을 설계하는 정책입안자들을 지원하는데 그 목적이 있다. 본 보고서의 권고는 이전 World Energy Trilemma 보고서들에서 언급된 에너지 부문, 정책입안자들, 그리고 금융부문 간의 글로벌 대화를 기반으로 한다.

WEC는 강력하고 다양한 네트워크를 통해, 글로벌 컨설팅 회사 Oliver Wyman 및 Marsh & McLennan Companies가 모회사인 Global Risk Centre와 협력하여, WEC의 모든 지역에서 워크숍들을 개최하였고 전세계의 해안을 기록하기 위하여 주요 인물들과 인터뷰를 진행하였다(부록 A 참조). 본 보고서에 요약된 그들의 피드백은 정책입안자들이 의미 있는 기후 및 에너지 목표와 정책들을 정하는 것과 관련한 장애물, 기회, 그리고 실행 가이드라인들을 조명한다.

에너지 리더들은 “단순하고, 측정가능하며, 목표 달성 실패 시 처벌이 가능한 합의 도출”을 재차 요구했다.

“

Produce an agreement:
keep it simple,
keep it measurable

단순하고 측정가능한
합의를 도출한다.

”

1. 에너지 trilemma 균형의 중요성

에너지 리더들은 국제 기후변화 합의와 신규 개발 목표 모두 에너지 trilemma 균형을 통하여 달성되어야 한다고 강조한다. 에너지 trilemma는 에너지 안보 에너지 형평성 및 환경적 지속가능성과 같은 세가지 핵심 측면들-에너지 안보 에너지 형평성 및 환경적 지속가능성 - 간에 복잡하게 서로 얽힌 고리들과 그것들이 지속가능한 에너지 시스템을 보장하는 데 중요함에 대해 인지한다. 균형을 이루고 함께 고려될 때, 이러한 세가지 차원들은 개별 국가들의 번영과 경쟁력의 전제조건이다 (그림 2 참조).

그림 2

세계 에너지 trilemma

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2013



에너지, 기후 및 개발 목표에 대한 국제적 합의 도출에 있어 핵심 과제 중 하나가 트릴레마 측면 중 최소 하나에 잠재적으로 미칠 부정적인 영향에 관한 우려임이 강조되었다. 예를 들어, 온실가스 감축의 공급 면에 초점을 둘 경우 에너지 안보와 접근성을 침해할 수 있고, 접근성 증대에 초점을 둘 경우 에너지 안보와 환경적 지속가능성에 영향을 미칠 수 있다. 한 에너지

리더가 강조했듯이, “우리가 환경, 에너지 및 통상 장관들을 한 자리에 모이게 할 때까지, 우리는 좋은 기후 관련 결정을 취할 수 없다.” 특히, 국가들이 갖고 있는 우려는 국제 기후 합의가 자국의 지속적인 경제 발전 및 경쟁력뿐만 아니라 에너지 안보를 보장하는 자율권과 자국 에너지 및 기후 정책 설정 자율권을 제한할지도 모른다는 우려를 하고 있다. 이 이슈가 가장 중요한 국가들은 신흥국들로, 대규모의 성장하는 에너지 시장을 가진 브라질, 인도, 중국 등이지만 미국과 같은 다른 국가에게도 우려 대상이다.

모든 경제국가들이 발전과 성숙여부를 불문하고 우려를 하는 데에는 이유가 있다. 선진국의 성숙하고 정착된 에너지 시스템으로 업그레이드하기 위해 필요한 투자가 중요하다: 독일의 에너지 전환은 2033년까지 약 미화 4,690억 달러 가까이, 어쩌면 더 많이 소요될 것이다.¹ 기술의 전환은 건실하고 경쟁력 있는 에너지 부문을 보장하기 위해서 신규 에너지 공급원 및 분산형 발전 시스템들을 수용하기 위한 비즈니스 모델, 과정 및 규제 프레임워크에서의 아직은 불확실한 발전과 혁신을 동반해야만 한다. 일부 유틸리티 회사들은 이미 새로운 비즈니스 환경의 경쟁에서 이기기 위하여 기업구조를 수정하기 시작했다. 정책과 규제 면에서 확실성을 높인다면 이런 전환과 기회가 가속화될 것이다.

그 동안 실시되었던 워크숍과 인터뷰에서의 결과로 강화된 연구는 경제적 경쟁력을 유지하면서도 에너지 trilemma의 세 가지 차원들의 균형을 맞추기 위한 상당한 기회가 국가들에게 있음을 명확히 보여준다. 성숙한 경제국들은 자국에서 에너지 효율 및 계속되는 구조적 변화에 더 큰 중점을 두면서 계속해서 혜택을 볼 수 있을 것이고, 이로 인해 국내 총생산(GDP)이 향후 20~30년이 넘게 성장함에도 불구하고 에너지 수요 성장이 근-영(near-zero)로 이어질 것이다. 최근의 보고서가 시사하는 점은 자원 효율에 대한 강력한 정책이 3,180억 달러의 유럽연합(EU) 경제 상향 효과를 야기할 수 있다는 것이다.² 탈산업화, 에너지 효율 상승, 신재생 에너지 사용 증대를 계속해서 함께 추진해 온 일부 OECD 경제국들은 이미 경제성장과 온실가스 배출을 분리화하기 시작하고 있다(그림 3 참조).

급속히 성장하고 있는 경제국가들은 에너지 공급의 기술적 발전뿐만 아니라 수요 관리의 글로벌 모범사례들을 활용하여 효과적으로 공급을 늘리고 효율적인 에너지 사용을 보장할 수 있다. 개도국의 신재생에너지 공급에 대한 투자 규모가 2014년에 1,310억 달러였으며(선진국 1390억 달러) 나라별 투자액은 중국 833억 달러, 브라질 76억 달러, 인도 74억 달러 남아공은 55억달러였다.³ 한 에너지 대표가 강조했듯이, “에너지원 부족이 경제성장의 장벽이 되는 일부 지역에서는, 신재생 에너지에 대한 투자가 원자력이나 화력발전소 건설과 비교했을 때 에너지 공급 증가에 훨씬 더 빠른 길이다. 이런 입장에서, 신재생 에너지는 경제성장의 핵심적 가능요소이다.” 많은 국가들이 또한 효율적인 산업장비 채택 장려, 스마트그리드와 스마트 물류 시행, 그리고 노후 가전제품 줄이기, 제품 라벨링, 소비자 교육프로그램 개선 등의 기타 프로그램들을 통하여 에너지 수요 관리에 초점을 맞추고 있다.

1. Oliver Wyman, 2014: Sustainable Energy: Financing Germany's energy transition

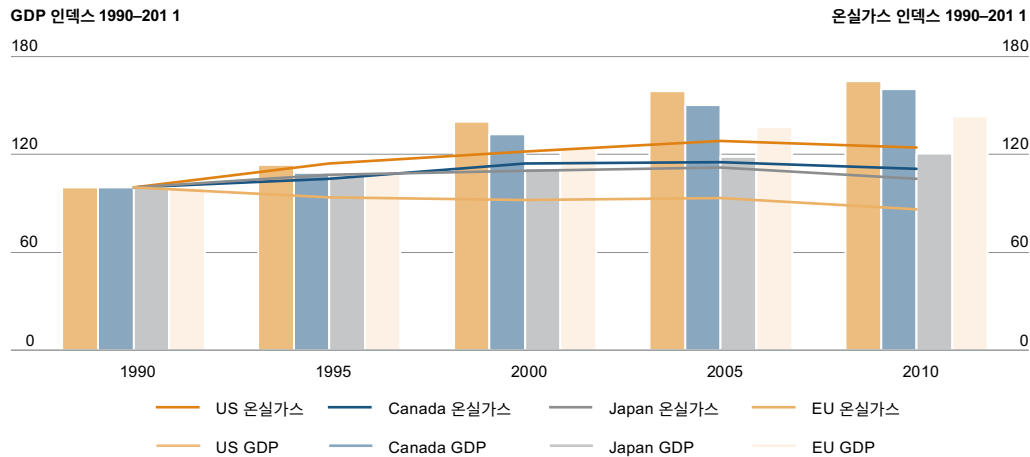
2. World Wildlife Federation, 2015: From crisis to opportunity: Five steps to sustainable European

3. Frankfurt School UNEP Collaborating Centre for Climate Change & Sustainable Energy Finance, 2015: Global Trends in Renewable Energy Investment 2015

그림 3

온실가스 배출과 경제성장을 분리하고 있는 EU, 미국, 캐나다, 일본

출처 : World Resources Institute (WRI), 2014: CAIT 2.0 - WRI's Climate Data Explorer climate; World Bank, 2014: World Bank Open Data (GDP)



에너지 공급의 기술적 발전과 더불어, 트릴레마가 균형을 이룬 저탄소 에너지 시스템의 가능성이 점점 높아지고 있고 환경적 지속가능성이 에너지 안보나 구매력 으로 상당한 상쇄를 하지 않아도 됨을 보여주는 지표들이 있다. 실상, 몇몇 업계 대표들이 제안했듯이, “에너지 전환의 실질 비용은 경제적이 아니라 정치적인 것일 수도 있다.” 지속가능한 에너지 시스템 달성에 대한 투자 수익이나 혜택에 초점을 두는 것은 기후 프레임워크 협상의 분위기와 초점의 긍정적인 변화를 야기할 수 있다.

Box 1: 중국과 미국의 기후 목표 발표

2014년 11월의 미-중 기후변화 공동성명은 기후변화에 관한 국제협력의 중요한 순간으로 기록되었다. 미국은 온실가스 배출량을 2025년까지 2005년 수준의 26~28% 이하까지 감축한다는 목표를 발표했으며 중국은 최고 이산화탄소 배출량의 목표치와 2030년까지 에너지 믹스에서 비화석연료의 비중을 20%까지 증가시킨다는 목표를 발표했다. 이를 위해서 중국은 원자력, 풍력 및 태양 에너지를 포함하여, 향후 15년간 중국에서 기존의 석탄 화력발전소들의 전체 생산능력보다 큰 규모인 800-1,000 GW의 제로배출 능력을 추가적으로 확보해야 한다.

해당 목표들을 달성하기 위해서, 양국이 합의한 것은 다음과 같다: 공동 연구개발의 확대, 탄소포집저장(CCS) 선진화, 녹색상품 무역 촉진, 수산화탄소 협력 강화, 기후-스마트/저탄소 도시 계획 착수 그리고 현실적 클린에너지 시범(파일럿 프로그램, 태양성 조사 및 건물 효율, 보일러 효율, 태양 에너지 및 스마트그리드 영역에서의 기타 협력 프로젝트들의 조합적 시범).⁴

4. The White House, 2014: US-China Joint Announcement on Climate Change and Clean Energy Cooperation, 11 November 2014; Lander, M, 2014: US and China Reach Climate Accord After Months of Talks (New York Times, 11 November 2014)

“

Until we get the
environment, energy
and commerce ministers
in one room we won't
get good climate
decisions

우리가 환경장관, 에너지장관, 통상장관을
한곳에 모으기 전에는 유용한 기후관련 결정을
도출하지 못한다.

”

2. 현장조사를 거친 명확한 목표가 있는 합의된 구도의 중요성

금년(및 지난 몇 년 간)의 비즈니스, 정부, 금융계의 에너지 리더들 간의 대화는 에너지 부문이 글로벌 온실가스 배출량 감축을 위한 명확하고 야심찬 목표를 취하도록 준비태세를 갖추게 하였다. 비즈니스 리더들은 배출 저감의 달성 기회를 촉진할 가장 효율적인 방법으로 국제적 수준의 측정 가능한 단일 목표가 있는 안정적이고 명확한 프레임워크의 개념을 파악한다. 명확한 프레임워크는 에너지 부문에서 미적거리던, 글로벌 에너지 인프라와 에너지 효율 측정에 필요한 48~53조⁵ 달러를 푸는데 장애요소라고 증명된 정책적 불확실성을 감소시킬 것이다.⁶ 한 대표가 강조했듯이, “명확성을 창출하고 일부 결정들이 지원하는 분명한 의지가 있음을 시사할 필요가 있다.” 또 다른 이가 언급하기를, “COP21은 정책적 확실성과 환경 관련 목표 달성을 위하여 국가들에 혜택을 제공할 핵심 플랫폼이다.”

온실가스 배출량 감축 목표의 중점 중 하나는 신재생 에너지, 원자력, 에너지 효율 혹은 CCS를 포함하는 저탄소 및 무탄소 배출 기술들의 정책적 등가성을 지원하고 자원 효율성 및 수요 측면의 반응을 촉진할 것이다. 이는 자원들 및 투자뿐만 아니라 혁신 및 RD&D 노력들에 더 초점을 두는 데 도움이 될 것이며 보다 효과적인 시스템 솔루션으로 이어질 것이다.

글로벌 목표는 국가 및 지역들의 정치, 경제, 사회적 차이점들을 고려해야만 한다. 예를 들어, 미국에서, 구속력 있는 기후 협약은 헌법 및 정치적 장애물을 맞닥뜨릴 수 있다. 인도, 중국과 기타 개도국 및 빠르게 성장하고 있는 신흥국들에서는, 온실가스 배출량 감축이 발전과 빈곤 감축목표를 저해해서는 안 된다. 중동에서는, 분열된 리더십이 지속적이고 안정적인 에너지 정책 개발의 주요 장벽인 반면, 일본이나 한국에서는 에너지 공급의 사회적 수용이 핵심 이슈이다. 라틴아메리카에서는, 지역적 통합이 에너지 및 기후 목표 달성의 핵심 기회이며 정부 간 신뢰 부족이 주요 장애물이다.

글로벌 배출량-감축의 단일된 목표는 국가적 수준의 목표들과 각국이 제출한 자발적 기여방안(INDC, Intended Nationally Determined Contributions)들에 파악된 독특한 접근방법들을 기반으로 할 것이다

INDC 접근법은 국가들이 장기적인 경제, 기후 및 에너지 안보 목표들에 맞춰서, 가용자원,

5. 본 출판물은 1조 단위의 축약버전을 사용함. 즉 one thousand billion (1,000 x 10억)

6. International Energy Agency (IEA), 2014: World Energy Investment Outlook European Commission, 2015: Carbon Leakage, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/leakage/index_en.htm

사회경제적 발전, 기술 및 산업 능력뿐만 아니라 내부시장과의 양립가능성 등을 고려하여, 믿음만한 목표들을 수립할 수 있도록 해 준다(Box 2 참조). 이 상향식 방법의 목적은 모든 국가들이, 선진국이든 개도국이든, 가능한 만큼 목표 달성에 기여하는 것을 보장하는 데 있다. 이러한 맥락에서, 한 대표가 동의하기를, “협상의 핵심 목표들 중 하나가 국가들이 자국의 이익이 보호될 수 있는 범위까지 배출량을 감축하는 글로벌 노력에 동참하도록 장려하는 방안을 찾는 것이므로, 협상가들은 온실가스 감축 목표들이 각국의 상황에 맞추어 수립되는 것을 보장해야 한다.” 또 다른 대표가 강조하기를, “이번 합의는 각국이 자국의 취약점과 경제발전 수준을 고려하는 데 지침을 주도록 고안되어야 한다.” 화석연료 위주 경제국은 에너지 효율과 수요 관리대책, 효율 강화 및 무공해차와 선진 석탄 기술에 대한 연구개발 확대에 초점을 두는 것을 선택할 수도 있다. 대조적으로, 화석연료 수입에 의존하는 국가는 에너지 효율과 수요관리대책의 조합에 초점을 두는 것을 선택할 수 있다. 탄소 가격제 또한 각기 다른 기술들 간에 공정경쟁의 장을 제공하는 것과 신재생 에너지원 증가의 수단이 될 수 있다.

Box 2: 파리까지의 먼 길

유엔 기후 변화 협약(UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에 따라, 국가들은 2015년 12월에 파리에서 개최될 기후 변화 총회에서 새로운 국제 기후 협약 도출을 위하여 성과를 내고 있다. 파리 회의는 제21차 기후변화협약 당사국총회의 연례회의가 될 것이다(COP21).⁷

2015년 컨퍼런스의 목적은 20년이 넘는 유엔 협상 중 처음으로 기후 행동이 2020년에 발효되도록 하는 보편적 의제의 달성이다.

파리 총회에 앞서, 국가들은 UNFCCC 사무국에 자국의 INDC를 전달한다. INDC는 자국의 우선순위, 상황, 능력을 반영하며 “공통의 그러나 차별된 책임과 각각의 능력”을 설명한다.

자국의 기여방안을 설정함에 있어, 국가들은 참조점(적절하다면, 기준년도를 포함한), 타임 프레임 및/또는 시행 기간, 범위, 계획절차, 가정 및 방법론적 접근방법들에 대한 정량화할 수 있는 정보를 포함하도록 장려 받는다. 또한 국가들은 왜 자국들의 INDC가 타당하며 야심 찬 것 인지, 어떻게 국제적 목표의 목적 달성에 기여할 것인가에 대한 견해를 제공할 것이다. 국가들은 자국의 INDC를 2015년 상반기까지 전달할 예정이다.

비즈니스와 사회에서 지원이 증가하고 있으며 일부 주요 경제국들이 온실가스 배출량을 감축하기 위한 INDC를 발표하였으나, INDC 과정은 예정보다 뒤쳐져있으며 예정대로 종료되기 힘들 것으로 보인다.

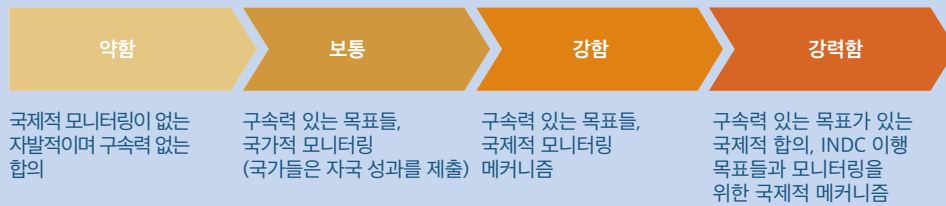
개도국의 역량부족뿐만 아니라 다른 국가들이 자국의 INDC추진과 함께 부과할 규제들이 INDC 추진 과정의 속도를 늦추고 있다.

7. For more information on the UNFCCC and the process see: www.cop21.gouv.fr/en

그림 4

COP21 파리총회 합의의 잠재적 스펙트럼

출처 : World Energy Council/Oliver Wyman, 2015



파리 총회에서 합의에 도달할 것이라는 강력한 지표들이 있지만, 힘이나 구조면에서 회의의 실질적 결과는 불확실하다(그림 4 참조). 구속력 있는 목표를 수반한 국제적 합의는 달성하기 어렵지만, 현장조사를 하는 자발적 합의는 가능성이 여전히 있어 보인다. 그런 점에서, 파리는 INDC를 기반으로 한 글로벌 단일목표 달성을 향한 첫 걸음이 될 수 있다.

에너지 부문은 또한 약속 이행 평가 및 현장조사를 위한 메커니즘의 중요성을 강조했다. 한 에너지 리더가 강조했듯이, “규제와 책임이 ‘좋은’ 패키지의 핵심이다.” 현장조사를 통한 약속 지지는 또한 탄소 누출(Box 3 참조)과 약속에 대한 이행 차이의 결과로 인한 경제적 경쟁력 손실에 대한 우려를 악화시킬 수 있다. 초기부터의 투명한 현장조사는 더 많은 노력이 필요한 부분을 부각시킨다. 한 대표가 강조했듯이, “우리는 노력의 전체를 평가할 수 있어야 한다. 몇몇 약속으로는 충분하지 않다.” 국제적 기후 협약의 경우에는, 추적시스템이 아직 개발되지 않았다. 그러나, 한 인터뷰 대상자가 강조하기를, “에너지 trilemma 지표가 ‘공통의 그러나 차별된 책임과 국가별 역량’을 정하기 위하여 국가들을 분류하는 도움이 될 도구뿐만 아니라 합의된 목표에 따라 진전이 이루어지고 있는지 추적하는 도구가 될 수 있다,” (Box 4 참조). 데이터 수집 및 현장조사는 격차 파악 및 그에 따른 비즈니스 기회들이 저탄소 에너지 경제국으로의 전환을 촉진하도록 도울 수 있다.

현장조사 메커니즘은 또한 역동적이고 진화중인 개별 목표들이 각국의 경제 및 사회적 발전뿐만 아니라 에너지 부문의 발전 정도를 반영하여 변화하도록 해 준다. 파리 총회의 결과는 국가적 목표들과 약속들을, 일례로 5년이나 10년마다, 업데이트하도록 규정된 절차를 포함해야 한다. 지난 10년동안 보았듯이, 한 국가의 에너지 분석결과(수요와 공급)는 상대적으로 단기간에도 급격히 변할 수 있다. 에너지 리더들이 권고했다시피, “짧게 몇 년마다 협상하지 않아도 되는 장기적인 절차를 수립하는 것이 중요할 수 있다.” 장기적인 기후 목표를 고려한 약속들과 세부 목표들을 업데이트 하는 절차는 한 국가의 배출 저감 약속들이 경제 분석결과 및 에너지 trilemma의 균형이 개선됨에 따라 조정할 수 있게 하면서 안정적이고 장기적인 투자 기후를 만들 것이다. “파리 회의 이후, 우리는 합의의 장기적 지속성을 보장하기 위하여 이행, 현장조사 및 검토가 필요하다.”

Box 3 : 탄소 누출 방지

탄소 누출이란 용어는 기후 정책들과 관련된 비용 때문에 기업들이 이산화탄소 등의 특정 온실가스 배출 규제가 없거나 적은 다른 국가들로 생산지를 옮기는 일이 일어날 수 있는 상황을 의미한다. 그런 상황에서 탄소가 한 규제 체제에서 '누출'되어 생산지가 옮겨진 국가에서뿐만 아니라 전 세계적으로 배출량이 증가한다.

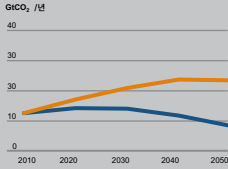
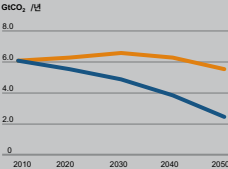
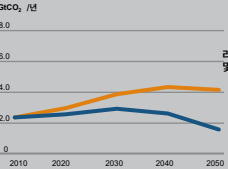
이 문제에 대응하고 경쟁력을 해결하기 위해서, 유럽집행위원회(European Commission, EC)는 탄소 누출 목록을 작성했고 정기적으로 업데이트한다. 이 목록은 탄소 누출의 상당한 리스크에 노출되고 유럽연합배출권거래제(EU Emission Trading Scheme) 하에서 무료로 할당되는 배출권을 증가시킬 것으로 여겨지는 누출 부문과 산하 부문들을 파악하고자 한다. EC는 회원국과 유럽의회의 합의 이후, 그리고 회원국, 업계, 비정부기구들과 학계를 포함한 이해관계자들과 함께 집중적인 논의 이후 이 목록을 만들었다.⁸ 그 목적은 (할당 방법 기반의 효율 벤치마크를 활용하여) 향상된 성과와 구조적 변화에 대한 인센티브는 여전히 제공하면서도 생산 및 배출지를 옮기는 것을 막는 데 있다.

Box 4 : The Energy Trilemma Index(에너지 trilemma 지표) - 무엇을 측정하고 시행할 것인가

World Energy Council과 Oliver Wyman이 매 년 발표하는 Energy Trilemma Index는 국가들의 시간에 따른 상대적인 에너지 성과를 세 가지 차원에서 조사한다: 에너지 안보, 에너지 형평성, 환경적 지속가능성이다(그림 2 참조). 본 지표는 에너지 trilemma의 세 가지 측면 모두를 충족하는 총체적 순위뿐만 아니라 개별 차원의 성과 및 순위 간의 성과 균형을 비교한다. 해당 순위는 에너지 성과와 맥락에 대한 일련의 데이터베이스를 활용한다. 에너지 성과 지표들은 수요와 공급, 에너지 구매력과 접근성, 한 국가의 에너지 생산 및 사용의 환경적 영향을 고려한다. 이 성과지표들은 해당 국가의 정치 및 사회, 경제적 힘과 안정성을 고려하는 맥락적 지표에 의해 증강된다.

Energy Trilemma Index는 매년 업데이트되며 국가 차원에서 기후 프레임워크 약속 및 에너지 목표 달성과 더불어 기후 프레임워크 목표들의 이행 역량 정도 추적을 지원할 수 있다.

8. European Commission, 2015: Carbon Leakage, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/leakage/index_en.htm

	아시아	유럽	라틴아메리카와 카리브해 지역
에너지 trilemma 분석결과 (2014)			
우선순위 분야	다양한 경제국과 중점 분야들이 증가된 접근성에서 확대되어 에너지 수급 측면에서의 에너지 효율과 활발한 수요관리에 더 강조를 하고 있다. 사회적 수용성이 다수 국가에서 장애물이다. 에너지 시스템의 회복력 증대가 중요한 것으로 보인다.	온실가스 배출량 감축, 에너지 효율 증대, 신재생에너지 비중 증가를 통한 에너지 믹스의 다양화가 기후 및 에너지 안보 목표들을 달성하는데 세 가지 핵심 수단으로 보인다. 경쟁력과 변화하는 소비자의 구매력을 둘러싼 우려를 해결해야 한다	기후 패턴들의 변화는 현재 에너지 믹스(수력)에 위협이 되며 적응수단에 초점을 맞출 것을 요구한다. 에너지 수요 성장 관리가 핵심이다. 지속가능한 개발 보장 및 에너지 자원의 활용 최적화를 위한 기회로서의 지역적 통합.
지역의 목소리	"탄소 총량 제한 없이 번영을 누린 부유국들에게 벌금을 물리기보다 최빈국들의 성장을 지원하고 촉진시키는 것이 선진국들의 책임이 되어야 한다."	"오늘의 저감 투자비용은 내일의 적응비용보다 저렴하다."	"에너지 효율 증대의 가장 큰 장애물은 변화에 대한 자연적 저항성이며, 이는 적절한 유인책과 사회화 및 소통의 활발한 프로그램으로 해결되어야 한다."
에너지 수요	2050년까지, 글로벌 경제 성장의 절반 가까이가 아시아에서 이루어질 것으로 예상된다. 전세계의 전체 1차 에너지 소비가 2010년의 40%에서 2050년까지 45~48%로 증가할 것으로 예상된다.	2050년까지, 유럽의 GDP가 2배 가까이 증가할 것이고 글로벌 경제의 기여도가 대략 20%일 것이다(2010: 32%). 에너지 소비는 향후 35년간 상당히 안정적일 것으로 예상된다.	경제가 확장되면서, 일부 국가들 에서는 에너지 소비가 계속해서 에너지 안보 과제를 야기한다. 해당 지역에서 에너지 소비는 2050년까지 거의 2배로 증가할 것 으로 예상된다.
에너지 공급 ⁹	1차 에너지 공급은 중국과 인도가 미래 성장의 중심에 있으면서 90% 가까이 성장할 것이다. 석탄이 여전히 지배적인 연료일 것이다. 수력을 포함한 신재생 에너지원이 2050년 전력생산의 45% 가까이를 차지할 것이다.	이 지역에는 대규모 화석연료 천연 매장층이 부족하다. 에너지 공급 포트폴리오의 다양화에 중점을 두면서도 여전히 규제적 과제를 갖고 있다. 수력을 포함한 신재생 에너지원의 비중은 2050년 전력생산에서 40~47%를 차지할 것이다.	대규모의 석유 및 가스 매장층이 있고 활용 가능한 신재생 에너지 천혜지역 이라 에너지가 풍부한 지역이다. 수력 패턴과 사이클의 변화에 적응 하기 위하여, 이 지역은 화력발전 증가뿐만 아니라 태양 및 풍력에너지 에도 초점을 맞출 필요가 있다.
전기 사용 가능 인구 (%) ¹⁰	89.5	99.9	98.1
배출 원단위 (kCO ₂ / US\$, PPP) ¹¹	0.40	0.33	0.29
CO ₂ 배출 ¹²			

9. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050; 하단 숫자는 WEC의 '심포니'시나리오를 의미하는데, 국제적으로 조율된 정책들과 관행들을 통해서 환경적 지속가능성을 달성하는데 중점을 두는 것이며, 상단의 숫자는 WEC의 '재즈'시나리오를 의미하고, 경제성장을 통해서 에너지에 대한 개별적인 접근성 및 구매력 달성을 고려한 우선순위가 있는 에너지 형평성에 중점을 둔다.

10. Sustainable Energy for All, 2013: Global Tracking Framework

11. World Energy Council, 2015: Energy Efficiency Indicators Database

12. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

중동 및 북아프리카

북아메리카

사하라 이남 아프리카

에너지
트릴레마
프로파일 (2014)



우선순위
분야

에너지 안보 유지와 온실가스 배출량을 포함한 환경적 지속 가능성을 다루는데 관심이 증가함을 고려할 때, 에너지 효율과 에너지 믹스 다양화가 우선순위임. 에너지의 시장가치 투명성 증대가 수요 관리 향상을 지원할 것이다.

에너지 수출과 중공업을 위한 에너지 생산에 상당히 의지하면서 "각국 자체 조건에 맞추어" 글로벌 기후 변화 해결에 의지를 표함. 에너지 효율 향상과 저탄소 에너지 해결책 개발이 중점.

경제성장, 삶의 질 개선 및 평균수명 연장의 수단으로서 에너지 접근성 및 구매력 증대가 중점.

지역의
목소리

"환경적, 경제적, 사회적 혜택을 최종소비자에게 줄 수 있으면서 상업적으로 가능성이 있는 에너지-효율 수단들이 가장 지속 가능하며 에너지 트릴레마의 세가지 모든 차원들을 해결한다."

"화석연료 기반의 경제는 화석연료 수입 의존국과 다르게 탄소 배출을 줄일 것이다."

"직접적인 영향을 보지 않고는, 개도국은 에너지 접근성에 비해 배출 저감에 대한 투자에는 제한된 유인책을 부과할 것이다."

에너지
수요

2050년까지, 역내 GDP는 거의 3배로 증가하겠지만 여전히 전체 경제의 5% 정도를 차지할 것이다. 에너지 수요는 2050년까지 2~2.5배 정도로 상당한 증가가 예상된다.

2050년까지, 역내 GDP는 거의 2배 증가하고 글로벌 경제의 20%를 차지할 것이다(2010: 27%). 에너지 소비는 향후 35년동안 상당히 안정적일 것으로 예상된다.

약 5.9억명의 인구가 현재 전기에 접근하지 못한다. 접근성 증가와 상대적으로 강한 경제성장이 수요를 견인할 것으로 예상되며 2050년까지 2배로 증가할 것으로 예상된다.

에너지
공급

이 지역은 세계 석유의 66%와 천연가스 매장량의 45%를 걸프 협력 회(페르시아만 연안 6개국 협력 기구: GCC) 회원국에서 보유하고 있다. 신재생 에너지원과 원자력을 모두 활용하여 전반적인 에너지 안보를 개선하기 위한 에너지 공급의 다양화가 중점이다.

석유, 천연가스, 석탄의 3대 천연적 혜택뿐만 아니라 신재생 에너지 활용 잠재력까지 가지고 있어 상대적으로 자급자족이 가능하다. 전력 생산 포트폴리오는 국가마다 상당히 다르다.

더 많은 저탄소 에너지원으로 통합할 천연적 혜택을 받았으며 가스가 더 많은 역할을 할 것이다. 신재생 및 전통적 화력발전은 2050년에도 똑같이 차지할 것으로 예상된다.

전기 사용 가능
인구(%)

93.9

99.7

36.9

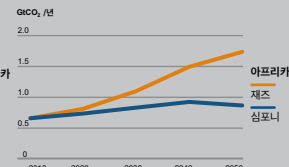
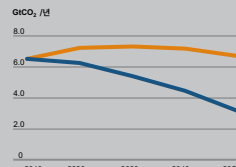
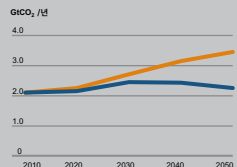
배출량
원단위
(kCO₂ / US\$,
PPP)

0.53

0.36

0.25

CO₂ 배출량



“

Policymakers must
drive a sense of
ambition by setting
a courageous target
that allows people to
become creative

정책입안자는 대담한 목표설정을 하여
사람들이 창조성을 발휘하도록 적극성을 부추겨야 한다 .

”

3. 목표달성을 위해 우선 취할 행동들

각국은 어떻게 온실가스 감축 목표들을 자국의 경제적 상황, 에너지 분석결과, 에너지 trilemma 결과들을 고려하며 달성할 것인지 결정할 필요가 있다. 전세계 에너지 부문 리더들은 다수의 우선순위 메커니즘들을 강조했다. 이 메커니즘들의 일부는 자금조달 메커니즘, 기술 이전 및 통합적 탄소 가격제 메커니즘들을 포함한 국제협력을 요구할 것이다. 이 행동들은 “두 가지 속도의 세계(two-speed world)에서 길을 찾는 과제”를 해결하도록 신중하게 고안될 필요가 있다 즉, 성숙한 경제국들은 에너지 수요와 온실가스 배출량을 감축할 수 있는 반면, 개발이 덜 된 국가들에서는 증가하는 에너지 수요를 충족해야 하고 그로 인한 이들 국가들의 온실가스 배출량의 잠재적 증가를 해결할 필요가 있음을 의미한다. 국가적 탄소 가격제 메커니즘들, 수요관리 및 에너지 효율뿐만 아니라 연구개발의 우선순위를 결정하는 것 등의 기타 노력들은 각국이 개별적으로 시행할 수 있다.

무역 및 기술 이전

무역 및 기술 이전은 기후변화 해결 및 에너지 전환 가능화와 더불어 에너지 trilemma의 세가지 차원들의 균형을 맞추는 데 핵심적인 부분이다. 한 인터뷰 대상자가 강조했듯이, “어떤 식의 기술 이전 메커니즘이 있어야 한다. 우리는 이 문제를 순수 비즈니스 기준으로 해결할 수 없을 것이다.” 또 다른 이가 첨언하기를, “환경적 상품에 대한 관세 철폐도 중요한 문제이다. 에너지 공급 촉진, 에너지 비용 절감, 배출량 감축으로 에너지 trilemma의 세 가지 차원 모두를 해결한다. 관세 인하는 참여국들의 청정 에너지 산업 개발을 가능하게 할 것이다.”

개도국들은 수 년 동안 강력한 기술 이전 메커니즘들의 중요성을 강조해왔다. 특히, 특허문제가 없고 공공 영역에 있는 기술들마저도 종종 자국 역량이 부족한 개도국들에게는 접근하기가 어렵다.¹³ 인하 비용의 재분배와 사람 및 산업의 역량 증대를 통한 기술 이전이 성장으로 가는 더 지속가능한 경로를 가능하게 한다. 한 인터뷰 대상자가 강조하기를, “에너지 부문을 발전시키기 위해서, 우리는 감당할 수 있는 비용 수준의 기술, 사람 및 산업의 역량, 그리고 수익성 있는 프로젝트들의 포트폴리오가 필요하다.”

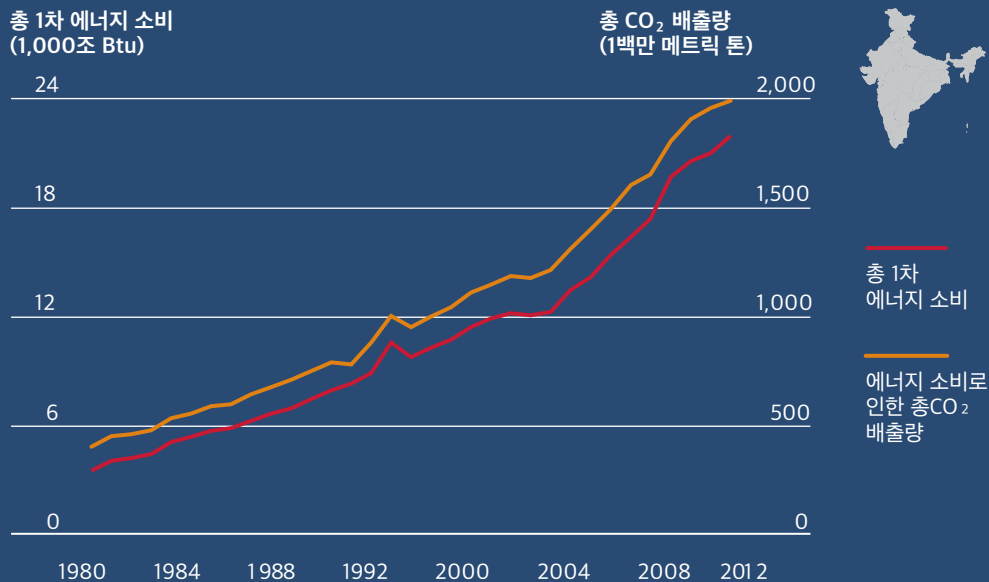
13. International Centre for Trade and Sustainable Development, 2012: Realizing the Potential of the UNFCCC Technology Mechanism: Perspectives on the way forward

인도 : 성장 보장과 영향관리

그림5

인도의 증가하는 에너지 수요와 CO₂ 배출량 1980-2012

출처: 미국 에너지정보청(EIA), 2012: International Energy Statistics(국제 에너지 통계)



인도에는 에너지 trilemma 해결과 기후 목표 달성에 있어 독특한 조합의 장애물들이 있다. 분열된 에너지 시장, 낮은 생산 역량, 불안정한 에너지 인프라, 그리고 상당량의 송배전 손실 상황에서 인도는 사회적 발전 견인을 지속하기 위해 반드시 현대적 에너지 서비스의 접근성을 확대해야만 한다. 세계 주요 온실가스 배출국가 중 하나인 인도는 낮은 대기질 및 수질 그리고 에너지 믹스에서 우위인 석탄으로 인하여 전력 생산에서 배출되는 많은 이산화탄소를 해결하느라 분투한다.

인도 같은 신흥국에게는 국제적으로 합의된 기후 프레임워크의 요건들이 동등한 방법으로 분할되고 개별 국가의 경제, 금융, 기술 및 인적 역량에 따라 분할되는 것이 중요하다. 기존 기술들이 시장 내부에서 그리고 시장 간에 이동될 수 있도록 지원하는 메커니즘들이 가능한 최저 경제비용에서의 온실가스 배출량 감축 목표들을 달성하는 데 핵심요소이다. 예를 들어, 2013년 1차 에너지 소비 믹스에서 석탄이 55% 가까이 차지하고 있는 인도에서는 CCS가 지속적인 경제 성장과 이에 수반하는 이산화탄소 배출량 저감 촉진에 핵심적인 역할을 할 것이다. 새롭게 건축된 석탄 발전소는 탄소 잠금을 피하기 위하여 CCS가 가능해야 한다.

개도국과 신흥국들이 CCS와 기타 중요한 완화기술 개발에 투자가 불가능할 수 있으나 그들은 신규 저탄소 및 무탄소 기술 투자와 수혜를 장려하고 활용하도록 가능하게 해 주는 든든한 환경을 창출을 지원할 수 있다. 예를 들어, 환경적 상품에 대한 관세 철폐는 청정에너지의 기술 비용은 낮추고 활용은 늘리면서 에너지 효율을 높이고 배출량을 줄일 수 있다. 그와 같은 관세 철폐는 또한 경제국 전반의 산업 발전이 더 확충될 수 있도록 할 것이다.

그 동안 개최된 워크숍과 인터뷰들에서 대표들이 강조한 것은 최고의 기술 이전은 파트너십 (공동 비즈니스 및 프로젝트 개발)을 통하여 “비즈니스를 수행”함으로써 달성된다는 것이었다. 그러나, 이 이전 방법은 파트너십을 달성 하기 위해 비즈니스 기회와 시장들을 필요로 하며, 이는 잘 고안된 기술 이전 메커니즘들이 극복해야 할 소위 “닭이 먼저냐, 달걀이 먼저냐의 상황”을 야기한다. 또한, 기술 개발자인지 시행자인지, 혹은 원조 수혜자인지에 따라 해당 국가의 기술적 필요를 고려해야만 한다. 연수는 지식 이전의 유용한 수단이 될 수 있지만 이는 실질 수요와 지식의 실제적 적용이 있을 때에만 유용하다.

COP16에 의해 2010년에 수립된 기술 이전 메커니즘은 “적응과 완화 행동의 지원을 통한 기술 개발 및 이전을 가속화하는 것”을 목표로 한다. 이 메커니즘은 가시화된 프로젝트 규모 확대가 실패하면서 제한적인 성공을 거두었다.¹⁴ 특히, 국가나 기술을 구별하지 않고 효과성을 측정할 적절한 도구를 제공하지 못함으로써 민간 투자를 장려할 국가적 프레임워크들을 효과적으로 고려하지 못한 것으로 보인다.¹⁵

기술 이전 메커니즘들을 설계할 때, 정책입안자들은 어떻게 기술에 대한 수요(및 시장 창출), 경쟁력 있는 비용으로의(산업적 역량 및 잠재력을 인정하면서) 기술 생산, 그리고 해당 메커니즘의 효과성을 평가할 정보 수집을 장려할지 생각해야만 한다. 기존의 정책들에 대한 영향 역시 고려되어야만 한다. 기술 이전이 지속가능한 개발과 함께 이루어지도록 보장하기 위하여 국산 부품 사용 요건을 고려한 신중한 설계가 필요하다. 국산 부품 사용 요건이 자국의 인력 및 제조업 부문 강화에 도움이 되는 반면, 이는 또한 발전을 둔화시킬 수 있고, 일부 경우에는, 외국인 투자 전체를 방해하거나 투자에 너무 많은 장애물이 될 수도 있다.

기술 이전 메커니즘들이 신규 기술 개발 저해를 하지 않도록 하기 위해서는 RD&D에 투자하는 회사들을 보호하기 위해서 지적재산권을 보호하는 것이 기본이다. 전반적으로, 이들 메커니즘들은 송신인과 수신인 모두를 고려해야 하며, 가장 효율적인 곳에서 기술 이전이 이루어지도록 하는 파트너십들을 장려해야 한다.

환경적 상품과 서비스 무역에 대해 정부가 부과한 장벽 철폐, 그로 인한 비용 절감 및 활용 촉진 또한 국제적인 온실가스 감축 목표 달성 기여에 중심적인 수단이다. 오늘날, 국경을 건너면 상당 수의 청정 에너지 장비에 세금이 부과된다. 이러한 관세들이 비용 문제를 가중시키고 무탄소 및 저탄소 에너지 기술들의 수송을 어렵게 하고, 일부 경우에는, 불가능하게 만든다. 관세는 수입 장비를 활용하는 모든 프로젝트의 비용을 증가시킬 뿐만 아니라 규모 달성을 어렵게 만들면서 생산비용 증가를 견인한다. 궁극적으로, 잠재적 시장 규모를 축소함으로써 청정 에너지 분야의 혁신을 위한 유인책을 약화시킨다.

환경적 상품에 대한 관세 철폐는 중요하며 이에 대한 노력이 여러 가지 플랫폼에서 진행 중이다. 관세 철폐는 현재 상황보다 더 많은 전체 에너지 보급을 가능하게 할 것이다. 이는 에너지 비용을 낮추고 온실가스 배출량을 저감시키는 프로젝트를 촉진할 것이다. 요약하면, 관세 철폐는 청정 에너지 기술 비용 감축, 기술 보급 증가 및 관세를 철폐하는 국가들에서의 산업 발전을 가능하게 하여 에너지 trilemma 의 세 가지 모든 측면에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.¹⁶

14. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2008: Bali Action Plan

15. Pueyo and Linares, 2012: Renewable technology transfer to developing countries: one size does not fit all

16. World Energy Council, 2015: Catalysing the low-carbon economy

탄소 가격제

탄소에 가격을 부과하는 국제적 시스템에 대한 요구가 점점 많아지고 있다. “에너지 인프라에 대한 투자가 실제로 흘러 들어가게 하려면, 우리는 잠재적 자금 풀을 창출하기 위하여 CO₂에 달러 가치를 부과할 필요가 있다.” 실제로, 2014년 유엔 기후정상회의(UN Climate Summit) 동안, 전 세계적으로 1,000개 이상의 회사와 투자자들이 탄소 가격제에 대한 지지를 표명했다.¹⁷ 2014년, 전 세계에서 150개 이상의 주요 기업들이 내부 탄소 가격, 소위 ‘그림자 탄소 가격’을 기업 운영, 기업 경영 계획 혹은 투자 분석에 활용하였다.¹⁸ 탄소 가격이 점차적으로 수직화될 것이라는 기대와 함께, 이 접근방법은 기업들이 장기 투자 프로젝트 및 편익 분석을 하고 가장 수익성 있는 투자가 보장되도록 한다.

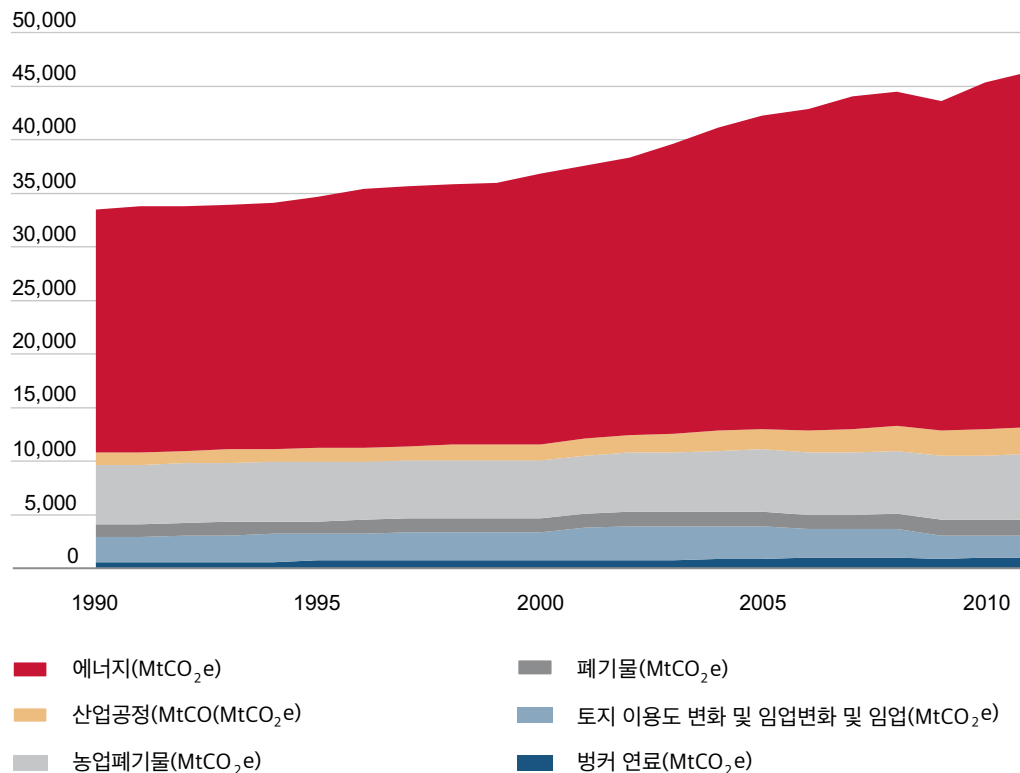
2012년 World Energy Trilemma 보고서에서 처음 강조했듯이, 에너지 업계는 유의미한 탄소 가격이 투자자들에게 분명한 시장 신호를 보내고 “공평한 경쟁의 장 마련”으로써(한 대표가 강조했듯이) 저탄소 프로젝트들로 투자의 방향을 돌릴 것이라고 믿는다.

탄소 가격을 정할 때, 정책 입안자들은 온실가스 배출이 다양한 곳에서(주로 전력 생산 시 화석연료 연소, 산업 및 주거, 운송 부문) 발생하는 것을 인지해야만 한다(그림 6 참조). 이러한 맥락에서, 에너지 리더들은 온실가스를 배출하는 전체 부문에 탄소 가격 적용을 요구했다.

그림6

부문별 온실가스 배출량 1990 ~ 2010 (MtCO₂ / MtCO₂e)

출처: World Resources Institute (WRI), 2014: CAIT 2.0 - Climate Data Explorer



17. World Bank, 2014: Pricing Carbon, www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon

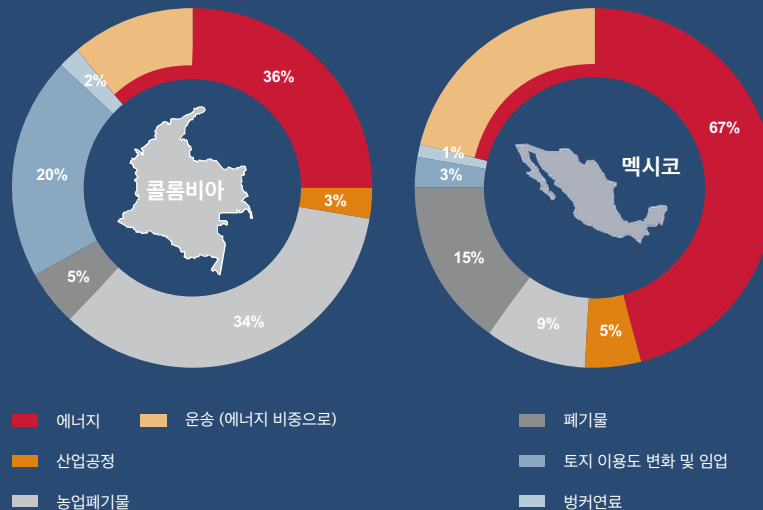
18. Carbon Disclosure Project, 2014: Global corporate use of carbon pricing

콜롬비아 : 에너지 부문 그 이상을 보다

그림 7

부문별 온실가스 배출량 비교

출처 : World Resource Institute (WRI), 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer



멕시코, 미국, 캐나다 혹은 중동 국가 등 많은 에너지 수출국과 달리, 콜롬비아는 에너지 공급 및 활용과 관련한 온실가스 배출량이 매우 적다(그림 7 참조). 주된 이유는 자국 전력 생산의 80% 이상을 차지하고 있는 수력 발전 때문이다. 19 콜롬비아는 기후 목표들과 관련하여 다양한 책임, 기회 및 과제를 가지고 있으며 배출 저감 기회를 모색하기 위하여 에너지 부문을 벗어나 운송이나 농업 같은 부문으로 눈길을 줘야만 한다. 또한 콜롬비아는 에너지 효율 대책과 에너지 효율의 폭넓은 채택을 장려함으로써 수요 성장을 관리할 수 있다. 다가오는 기후 협상과 관련하여 콜롬비아가 갖고 있는 기회에는 배출권의 잠재성 혹은 산림황폐화 줄이기와 온실가스를 흡수하는 주요 환경 기능 역할을 하는 산림 보존의 대가로 받을 다른 보상이 있다.

그러나, 콜롬비아에는 또한 기후변화와 자국 에너지 믹스의 잠재적 변화에 관련하여 떠오르는 과제가 있다. 다가오는 기후 변화 영향은 물 순환을 방해하고 가용 수자원을 감소시킬 수 있다. 콜롬비아는 자국의 에너지 믹스를 다양화하고 태양 및 풍력 등의 신재생에너지와 더불어 화석연료의 사용 확대 가능한 고려할 것을 기대하고 있다. 이러한 다양화와 다양한 신재생 에너지 통합의 효과는 콜롬비아의 미래 기후 목표들 달성과 에너지 trilemma의 균형 가능 능력을 결정하는데 결정적일 것이다.

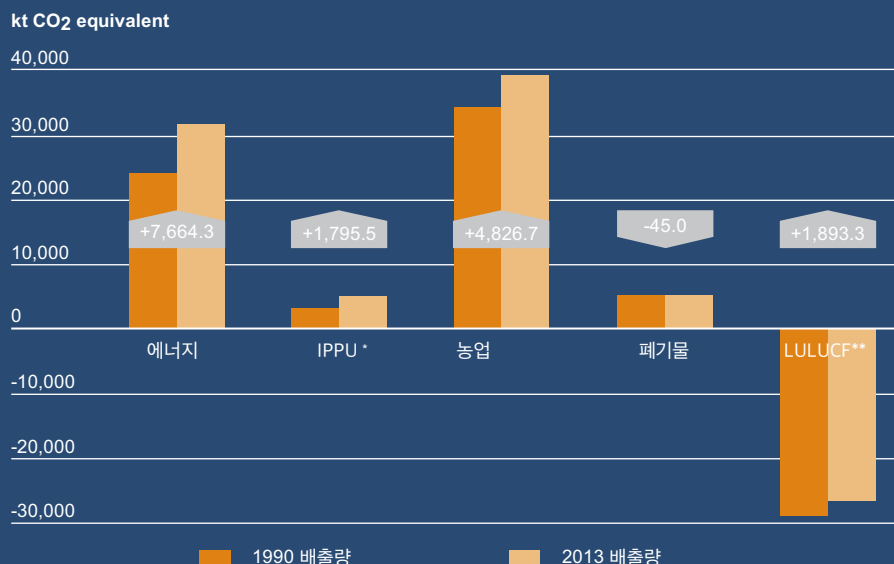
콜롬비아는 낮은 이산화탄소 배출량에도 불구하고 기후 목표들을 달성하고 에너지 안보 및 구매력을 보장해야 하는 중대한 기후 과제 및 기회를 갖고 있는 국가들의 대표적인 예이다.

뉴질랜드 : 미래 기회 창조를 위한 과제 활용 극대화

그림8

부문별 CO2 배출량의 변화 (1990 ~2013)

출처: Ministry for the Environment, 2015: New Zealand's greenhouse gas inventory 1990-2013



*IPPU = 산업 공정 및 제품 활용(Industrial Processes and Product Use); **LULUCF = 토지 사용, 토지 사용 변화 및 임업(Land Use, Land-Use Change and Forestry)

뉴질랜드는 배출 저감능력을 복잡하게 만드는 독특한 기후 관련 과제들이 있으나 자국 및 기타 국가들에게 모범이 될 만한 성공사례를 제공하기도 한다. 풍부한 천연자원 덕분에 수력, 지열 및 풍력의 신재생 에너지로부터 전력의 80%를 생산하고 토지 부문에서 수출의 약 70%를 생산한다. 결과적으로, 총 온실가스 배출량의 절반 정도가 공업이나 에너지 사용이 아닌 농업에서 발생한다. 뉴질랜드는 또한 도로 운송 부문에서 독특한 과제를 안고 있는데, 1990년부터 배출량이 69% 증가하면서 2013년 전체 배출량의 16% 정도를 차지하고 있다. 뉴질랜드는 OECD 회원국 중 1인당 배출량에서 5위를 차지했으나 순 배출량(임업 같은 토지사용의 총량)은 연간 55 백만 톤, 또는 전세계 배출량의 0.2%으로서 상대적으로 작은 편이다.²⁰

이러한 천혜의 자원들과 과제들의 독특한 조합은 다양한 정책 대응들을 낳았다. 그 중심에는 연구(특히 농업), 기술, 금융 및 시장들이 혁신적인 배출 감축 대책 해결에 핵심이 될 것이라는 인식이 있다. 또한, 예상가능하며, 안정적인 장기 정책들이 기업들과 소비자들 사이에서 장기간 취할 최선의 행동들을 장려하게 하고 균형 잡힌 결과를 달성하도록 할 것이다.

이에 따라, 뉴질랜드는 이미 경제 전반 배출거래제도를 보유하고 있고, 신규 기술에 대한 상당한 국제적 투자와 함께, 저탄소 운송 모드, 배터리 기술들과 그리드 기반 해결책에서 신재생

20 Ministry for the Environment, 2015: New Zealand's greenhouse gas inventory 1990-2013

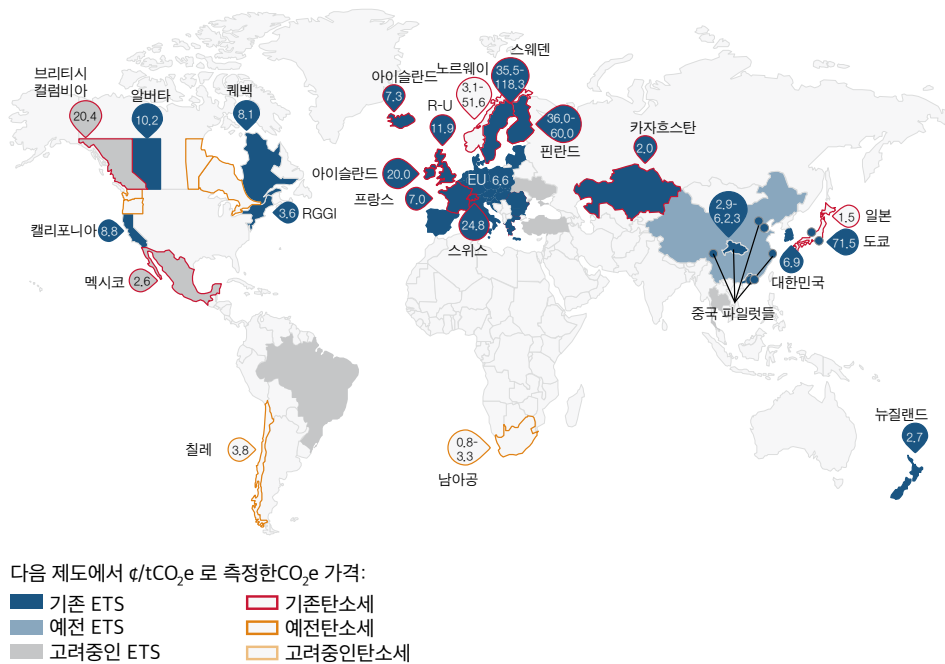
에너지를 극대화하기에 적절한 위치에 있다. 뉴질랜드의 이러한 분야에서의 성공은 다른 낮은 GDP와 토지 기반 경제국들이 신재생에너지 발전으로 전환하는데 긍정적인 변화를 가져오는 촉매 역할을 할 잠재력이 있다.

탄소에 가격을 매기는 가장 흔한 메커니즘들은 배출권거래제도(ETS), 탄소세, 그리고 배출 기준이다. 현재까지 온실가스 배출량 감축이라는 야심찬 목표들을 달성하기 위하여 미국의 연방 하부 관할권들과 중국을 포함하는 18개의 ETS가 있고 12개 탄소세 제도가 전세계적으로 시행되고 있다. 탄소의 가격은 각기 다른 제도들마다 상당히 차이가 난다. 이 제도들이 시행되면, 전체 탄소 제도들을 합칠 때 글로벌 이산화탄소 배출량의 거의 절반을 아우른다(그림 9 참조).²¹ 점점 더 많은 탄소가격제도가 전 세계에서 개발되고 시행되면서, 기존 제도들에서부터의 경험을 수집하고 분석하는 것이 성공적인 탄소가격제 상품들 설계와 시행의 기초가 될 수 있을 것이다

그림 9

탄소 가격제 세계 지도 2014

출처: CDC, 2015: Climate Research; World Bank, Ecofys, 2014: 탄소가격제의 상태와 추세



ETS와 탄소세 중 어떤 것이 더 효과적인가에 대한 다양한 의견이 있다. 세금은 안정적인 탄소가격을 보장하는 반면, ETS는, 퀘벡과 미국 캘리포니아 ETS가 보여주듯이, 안정적인 배출 감축을 보장하고 역내 및 지역 간 여러 독립적인 제도들을 연결하는 기회를 제공한다. 설문에 참여한 민간 부문 에너지 리더들은 ETS의 유연성을 높이 샀다. "ETS는 기술 혁신을 촉진하면서 배출량을 줄이기 위해 요구되는 유연성을 민간 부문에 제공한다." 다른 이들은 강력한 탄소의 가격 신호를 보내는 데 세금이 더 효과적이라고 한다. 한 대표는 강조하기를, "세제 부과가 아마도 탄소에 가격을 매기는 유일한 방법이다. ETS로는 민간부문이 약점을 찾아서 빠져나갈 구멍을 만들 수 있다."

21 World Bank, Ecofys, 2014: State and trends of carbon pricing

캐나다 : 탄소 가격제의 혼합식 접근방법

캐나다는 에너지 원자재 순 수출국이며 전통 및 비전통적 석유, 천연가스 및 수력의 주요 생산자이다. 캐나다는 국가 내 지역수준에서 다양한 양상을 보인다. 앨버타, 서스캐처원, 브리티시 컬럼비아, 뉴펀들랜드 래브라도 주에서는 막대한 석유 및 가스 자원이 경제를 견인하는 반면 브리티시 컬럼비아, 퀘벡, 온타리오 주에서는 풍부한 수력과 저렴한 에너지원이 여러 가지 중요 산업들의 창조를 가능하게 했다. 지역수준에서의 이러한 다양성은 주 정부 차원에서 매우 다른 온실가스 분석결과와 감축전략을 낳았다.

탄소배출 저감을 위한 접근법은 연방 차원에서 권한을 위임한 것이 아니다; 개별 주는 자유롭게 기후 목표 달성을 위하여 다양한 메커니즘들을 추구할 수 있다. 예를 들어, 앨버타 주는 처음으로 대형 산업 배출자들이 배출량을 보고하고 의무 감축을 위해 행동을 취하도록 하는 온실가스 배출 규제 법안을 제정했다. 해당 프로그램은 또한 탄소의 가격을 책정하고 앨버타 기반 탄소 상쇄 시스템을 규제한다. 브리티시 컬럼비아는 2008년에 탄소세를 도입한 반면 퀘벡은 2013년 배출권 거래제를 개시하였다(Table 1 참조 비교). 온타리오는 퀘벡과 캘리포니아의 파트너십 하에 이미 존재하는 시스템에 연계하여 배출권 거래제를 개시할 계획이며 이를 통해 캐나다 경제의 절반 이상을 차지하는 6천1백만 인구의 탄소 시장을 창출할 것이다.²²

Table 1
캐나다의 두 탄소 가격제 제도 비교²³

출처: World Energy Council / Oliver Wyman, 2015

	브리티시 컬럼비아: 탄소세	퀘벡: 배출권 거래제도(cap-and-trade)
정책 유형	세금	배출권 거래제도
목표	탄소 배출량에 가격을 매김으로써 배출량 감축; 결과적인 배출량 수준은 다양함.	사전에 정해진 수준에서 총 배출량에 상한선을 책정함으로써 배출량 감축; 그 수준까지 배출을 허락하는 배출허가권 발행; 배출권 거래 허용; 불이행시 벌금 부과
개요	BC의 온실가스 배출량을 2020년까지 2007년 수준 이하로 33% 감축하기 위하여 2008년에 탄소세 시행. 탄소세율은 CO ₂ e 1톤 당 5 캐나다 달러씩 연간 인상하여, 최종적으로 2012년 7월 톤 당 30달러의 상한선에 도달. 2012년 검토 이후 BC는 탄소세를 CO ₂ e 1톤 당 30달러로 유지하기로 확정함.	2013년 개시; 연간 25,000 메트릭 톤 이상 배출 기업은 의무대상; 시장은 의무대상이 아닌 단체에도 공개; 매 준수기간 말마다 모든 의무대상 배출자는 기간동안의 총 보고 및 감사 배출량 이상의 배출권을 가지고 있어야만 한다. 배출권은 경매, 다른 참가자들로부터의 구매 혹은 상쇄배출권 구매를 통해 획득함.
세수	세수 중립; 모든 탄소세수는 기타 세금 인하를 통하여 개인 및 기업에게 돌려줌.	세수는 퀘벡녹색기금(Québec Green Fund)의 기금으로 사용되거나 2013-2020 기후변화행동계획(Climat Change Action Plan) 상의 계획들 재원용 목적으로 사용.
대상범위	환경부의 국가 재고 보고서에서 다른 BC 내 연료 연소로부터의 대부분의 배출량이 세제 대상.	2013년부터 2014년까지는 공업용 전기 부문에서만 배출권 거래제 대상이 없음; 2015년 부로 화석연료 유통업자도 포함됨.
연간수정	탄소세는 톤 당 5달러씩 인상하여 2012년 30달러로 상한선 도달	배출 단위 총량 상한선이 2015년 65.30 백만에서 2020년에는 54.74 백만으로 매년 낮아짐.
파트너십	없음	캘리포니아와 국제적 파트너십; 2014년 두 시장이 연계되면서 북미에서 가장 대규모의 탄소 시장 형성. 두 번째 공동 탄소 경매가 2015년 3월 개최됨. 온타리오가 이 시스템에 연계를 계획 중.
영향	전반적으로 성공이라고 평가; BC의 연료 사용은 16% 감소한 반면 그 외 캐나다에서는 3% 증가했음. 경제에 역효과는 없었음.	초기 경매 관심 부족, 캘리포니아와 파트너십을 맺으면서 경매가 성공적임. 온실가스 감축 영향은 아직 밝혀진 바 없음.

22 Morrow, A, 2015: Cap and Trade Explained: What Ontario's shift on emissions will mean (The Globe and Mail, 13 April 2015)

23 British Columbia Ministry of Finance, 2013: June Budget Update 2013/14 to 2015/16; Québec Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2013: Québec's cap-and-trade system; British Columbia Ministry of Finance: What is a carbon tax, The Economist, 2014: British Columbia's carbon tax, the evidence mounts, July 31 2014; US EIA, 2015: California and Québec complete second joint carbon dioxide emissions allowance auction

탄소 가격제의 경험은 그 방법이 채택되는 것보다 설계와 시행이 더 중요함을 알려준다. 방법들을 혼합하여 새로 개발하는 것 또한 고려될 수 있는데, 그 일례로, 대형 배출자들을 위한 탄소배출 총량 제한 및 배출권 거래제도(법적 배출 제한)와 다른 배출자들을 대상으로 하는 탄소세 혼합, 혹은 가격 상/하한제(price collars, ceilings or floors) 등의 상·하한 메커니즘들(collar mechanisms)과 탄소배출 총량 제한 및 배출권 거래제도 혼합이 있다. 시장 동력이 반드시 신중히 고려되어야만 하며 필요할 경우 시정대책이 적용되어야만 한다.

한 대표가 강조했듯이, “탄소 가격제는 투자자를 유치하고 필요한 인프라에 대한 투자를 유인하는 데 중요하다.” 하지만, 탄소 가격제의 중요성에 대해 의견이 일치함에도 불구하고, 이 시스템은 저탄소 경제의 전환을 달성하기에는 충분하지 않다. 탄소 가격제와 에너지 효율 대책 혹은 에너지 다양화 관련 목표들 등 기타 정책들과의 효과적이고 신중한 통합이 필수이다. 탄소 가격제의 한계는 또한 상품시장의 변동성과 연계되어 있다. 이러한 맥락에서, 특히 보조금과 같은 안정화 메커니즘들이 점점 더 부정적인 정책 수단이라고 인식되고 보조금 삭감이 긍정적인 탄소세 부과와 흡사해지면서, 안정적인 가격은 달성하기 어려울 것이다.

탄소 가격제 제도가 점점 더 많은 나라들에서 시행되면서 어떤 제도라도 실행되기 위해서는 충분히 여력이 있는 제도적 프레임워크가 필요하다는 점이 인식될 필요가 있다. 이들 프레임워크들은 종종 개도국에서는 시행되고 있지 않다. 따라서, 전세계적으로 연결된 탄소 시장이 가까운 미래에는 가능하지 않을 것이며, 탄소 시장은 계속해서 국가 차원에서 상향식으로 발전하고 가능한 지역들은 연결될 것이다.

기후 행동의 비용 자금조달

기후 합의와 에너지 전환이 효과적이기 위해서, 정책입안자들은 신중하게 금융 이슈를 고려해야만 한다. 그들은 반드시 국가들의 목표달성 약속을 동반하는 비용 문제, 특히 개도국들의 비용 문제를 어떻게 해결할 것인지 결정해야만 한다. 한 인터뷰 대상자가 강조하기를, “강압적인 시스템들은 언제나 비 강압적 시스템보다 더 비용이 많이 들지만, 더 많은 혜택을 가져다 줄 것이다. 단기적 비용을 부정(중략)할 수많은 없다.” 비용은 직접적으로 결정된 최저 탄소 가격 혹은 저탄소 기술들의 획득 및 사용을 위한 필수 규제들의 ‘그림자 탄소 가격’에 의해 견인될 수 있다. 특히, 일부 개도국들은 너무나 부담이 되는 단기 비용을 감수하면서 더 발전된 국가들에서 기술들을 획득해야 할 수도 있으며, 이는 다 함께 국제적으로 합의한 사항에 대한 개도국들의 참여 의지를 꺾을 수 있다. 또 다른 인터뷰 대상자가 강조하기를, “만약 자금조달수단들이 협상에 포함이 되어 있다면, 그것들이 이 불평등을 극복하는데 도움이 될 수 있다.” 자금조달 메커니즘은 또한 RD&D와 기술 이전을 장려하면서 에너지 효율 활용을 가능하게 하는 역할을 한다.

WEC가 Oliver Wyman 과 함께 이전에 실시했던 연구들은 적절한 정책 신호를 주고 수익성 있는 프로젝트들의 포트폴리오를 수립한다면 에너지 부문에 흘러 들어갈 가용자본이 충분하다는 점을 시사한다.²⁴ 에너지 전환과 기후 합의를 지원하기 위해서, 정책 입안자들은 더 많은

24 World Energy Council, 2014: World Energy Trilemma : Time to get real - the myths and realities of financing energy systems

민간 자본을 유치하고 프로젝트들의 파이프라인들이 개발될 수 있는 방법에 초점을 맞춰야만 한다.

공공부문과의 협력으로, 에너지 부문은 수익성 있는 프로젝트들 도출을 보장하기 위하여 일할 수 있다. 금융 부문은 최신 기술 개발에서 생겨나는 신규 자산들과 에너지 가격의 취약성 해결 방법에 기여하고 그것들을 더 잘 이해할 필요가 있다.

만약 명확한 방향과 안정성을 제공하기 위해 규제들이 적절히 고안된다면, 금융 시장들은 청정 에너지 자금조달을 위한 혁신적인 방법들에 대응하고 그 방법들을 모색할 수 있을 것이다.²⁵

과거의 기후 합의는 교토 의정서 하에 개발된 청정개발체제(CDM), 공동이행제도 혹은 배출권 거래제도(ETS)와 같은 자금조달 시스템을 포함했다. 이런 계획들은, 글로벌 온실가스 배출 저감을 지원과 동시에 추가적인 자금을 저탄소 프로젝트들에 제공하면서도, 일부 프로젝트들은 환경 건전성이 부족하다는 주장을 포함한 다양한 비판을 맞닥뜨렸다.²⁶ 이러한 비판을 뒷받침할 만한 증거가 부족했지만, 그럼에도 불구하고 일부 중요 이해관계자들에게는 해당부문에서 자신감을 회복하기 위한 개혁들이 필요하다. 이에 대한 미래 역할은 현재로서는 불확실하며, 그들이 지금까지 동원한 상당량의 민간 부문 투자 모집에 대한 리스크를 증가시키고 있다. 신규 시장 기반 메커니즘과 다양한 접근법을 위한 프레임워크(Framework for Various Approaches)와 같은 신규 자금조달 메커니즘들은 지난 수 년간 기후관련 토론의 일부였으나, 기술적인 디자인과 목적을 둘러싼 협상들은 개도국들이 목표에 대한 야망을 결정하기 전에 그리고 개혁된 CDM에서 제안된 신규 메커니즘들이 어떤 차이가 있는가에 대해 혼란이 있는 상황에서 이러한 논의를 하는 것이 적절한지에 대한 의문을 표하면서 정체되어 있었다.²⁷

다자국제기구들이 기후 및 에너지 목표들을 설정하고 이행하도록 정부들을 지원할 수 있다. 칸쿤에서 열린 COP16에서, 녹색기후기금(Green Climate Fund)이 “주제별 펀딩 창구들을 활용하여 개도국의 프로젝트, 프로그램, 정책, 그리고 기타 활동을 지원하기” 위해 설립되었다. 2014년 페루 리마에서 달성된 100억 미국 달러 자원 목표와 함께, 녹색기후기금의 이사회는, 기후 및 개발 정책 사이의 조율을 확실히 하고 민간 부문 참여를 증대하면서, 적응 및 완화 프로젝트에 자본을 동원하기 위한 프레임워크를 수립하기 위해 일하고 있다.²⁸ 기금은 또한, 온실가스 저감의 장려책으로, 역사적으로 더 많은 배출을 했었고 더 많은 자금조달수단들을 가지고 있는 선진국들로부터 투자를 이끌어내어 완화 비용이 실제로 저렴한 개도국 및 신흥국들에게 보내는데 기여하고 있다. 그러나, 본 기금이 완전히 운영되기 전에 필요한 일련의 단계들이 있는데, 이에는 프로젝트 설명서, 달성 메커니즘들과 실행기관들이 있다.

녹색기후기금이 신흥개도국들에 투자를 쏟는 중요한 수단을 제공할 수 있으나, 정책입안자들은 그러한 제도들이 투명한 규칙과 명확한 결과를 통하여 자신들의 권한을 충족할 수 있어야만 효과를 거둘 수 있다는 점을 깨달아야 한다. 이러한 계획 실행의 지연은 정책입안자들과 제도의 신뢰성을 약화시킨다.

25. World Energy Council, 2014: World Energy Trilemma: Time to get real - the myths and realities of financing energy systems(현실을 직시할 때 - 에너지 시스템 자금확보에 대한 허구와 실상)

26. Clean Development Mechanism Policy Dialogue, 2012: Climate Change, Carbon Markets and the CDM: A call to action

27. World Bank, Ecofys, 2014: State and Trends of Carbon Pricing

28. Dzebo, A, 2014: With \$10bn banked, what next for the Green Climate Fund? (RTCC News, 16 December 2014)

수요 관리와 에너지 효율

수요 관리와 에너지 효율은 트릴레마의 세가지 분야 - 안보 및 형평성, 환경적 지속가능성 - 전부의 과정을 지원한다. 에너지 부문의 기후 목표는 에너지 공급만의 에너지 효율을 높인다고 해서 달성될 수 없음을 강조했다. 주거, 상업, 공업, 운송을 포함하는 모든 다른 부문들에서도 에너지 수요를 관리하는데 있어 동등하게 초점을 맞추고 노력을 더 증대해야만 한다. WEC의 사무총장이 22차 세계에너지총회에서 강조했듯이, “불편한 진실은, 우리가 에너지부문이 마주하고 있는 이슈들을 해결하는 데 있어 잘못된 곳을 바라보고 있다는 것이다. 우리는 에너지 원단위를 감축하기 위해서 수요 측면의 투자, 혁신, 유인책 그리고 보다 강력한 기술적 기준이 더 필요하다.”

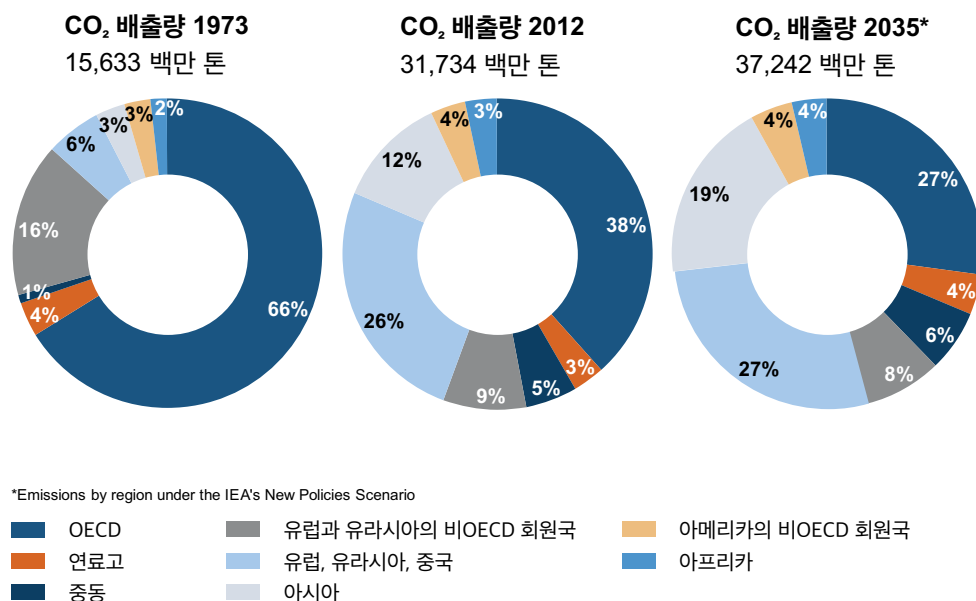
진전이 일어나고 있다. 개도국에서는, 에너지 효율 향상이 지난 40년 간 효과적인 에너지 수요를 40% 감축했다.²⁹ 또한, 2014년, 에너지 부문에서의 글로벌 이산화탄소 배출량의 변화가 둔화되었고, 40년만에 처음으로 온실가스 배출량이 경기침체와 관련 없이 그대로이거나 감축되었다.³⁰ 배출량 성장이 멈춘 것의 이유에는 중국과 OECD 국가들에서의 에너지 소비 패턴의 변화가 크다.

에너지 부문은, 개도국에서는, 이산화탄소 배출 저감 수단으로 에너지 효율에 초점을 맞추는 것이 에너지 접근성, 구매력 혹은 안보 확대보다는 우선순위에서 밀린다고 이야기한다. 에너지 trilemma의 세 가지 측면 확대가 경제사회에 미치는 영향은 종종 에너지 효율 향상을 위한 투자비용보다 더 강력하다. 그러나 에너지 효율에 대한 초기 집중노력은, 에너지 안보와 경제적 경쟁력을 향상시키면서, 에너지 수요를 상당히 감소시킬 수 있다.

그림 10

1973, 2012, 2035년의 지역별 이산화탄소 배출량 비중의 변화

출처: International Energy Agency (IEA), 2014: Key World Energy Statistics



29. IEA, 2013: Energy Efficiency Market Report

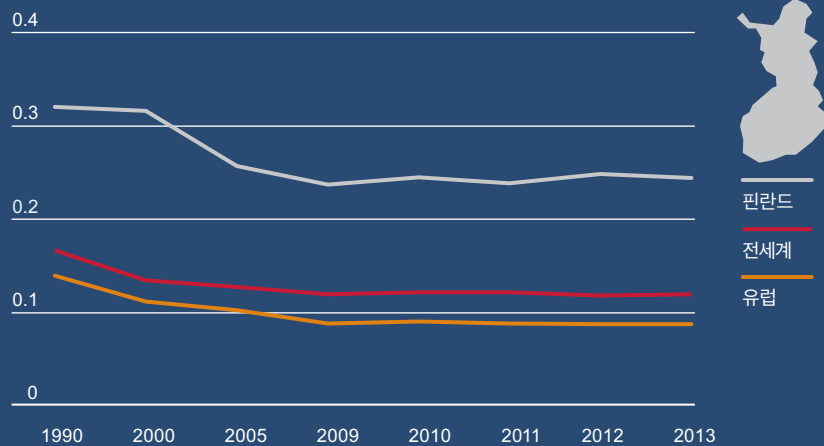
30. IEA, 2015: Global energy-related emissions of carbon dioxide stalled in 2014, 13 March 2015

핀란드 : 자발적 합의

그림11

핀란드의 에너지 효율 향상 (1990 ~2013)

출처: World Energy Council, 2015: Energy Efficiency Policies and Measures Database
산업의 에너지 원단위 (부가가치 대비) (ppp 수준) koe/\$05p



핀란드는 자발적 합의들을 통한 에너지 효율 향상의 오랜 역사를 가지고 있으며 그러한 대책이 처음 시도된 것은 1997년이였다. 새로운 에너지효율협약(EEA) 제도는 2008년에 시작되어 2016년에 종료 예정이다. 이 제도는 핀란드의 에너지 생산 및 서비스, 지방자치단체, 산업, 운송, 건물, 민간 서비스, 농업 및 전자제품 등의 분야에서 일어나는 전체 에너지 소비의 약 80%를 차지한다. 이 제도는 핀란드의 2016년까지 (2001~2005년 평균 대비) 9% 에너지 절약 목표를 달성하는 핵심 수단이다.³¹

본 협약에 가입하는 기업들과 단체들은 부문별 특정 행동 계획들에 의해 합의된 대책들을 시행하는데 전념한다. 각 단체는 단체의 성과에 대해 매년 실시되는 정부 보조의 에너지 감사 및 보고서의 대상이 된다. 모든 보고는 수집되어 중앙 현장조사 데이터베이스에 저장된다. 일부 에너지 효율 투자는 또한 정부가 보조한다.

이러한 자발적 협약들은 여러 부문들과 관련된 추가적인 메커니즘들에 의해 보충된다. 예를 들어, 최저 에너지 성능 기준 제도와 에너지 성능 등급 증서 제도는 에너지 효율적 건설을 장려하기 위해 시행되었다. 교통 텔레매틱스 활용은 운송 부문의 효율을 향상시켰다.³² 가전제품 라벨링 제도는, 교육, 연례 에너지 의식 고취 주간(Annual Energy Awareness Week) 등의 의식 향상 캠페인과 미취학 아동 대상 계획들과 함께, 소비자 행동에 긍정적인 영향을 미치는 것을 목표로 한다.³³

31. Industrial Efficiency Policy Database, <http://iepd.iipnetwork.org/policy/energy-efficiency-agreements>

32. Transport telematics, also referred to as intelligent transport systems, are used to make traffic and transport (especially in cities) faster, safer, more sustainable, comfortable and user-friendly. They can help coordinate traffic flow, improve public transport by providing faster, more reliable travel times, and make road use safer for cyclists and pedestrians.

33. Ministry of Trade and Industry, Finland (Motiva), 2006: Energy Efficiency in Finland: A competitive approach

이러한 수단들은 상당한 영향을 발휘했다. 분석 결과 2013년의 절약분은 핀란드의 총 에너지 소비의 2.4%와 맞먹는 수치였다.³⁴

상당한 에너지 절약분 및 폭넓은 확산과 함께 핀란드의 에너지 효율 접근법은 강력한 보고와 현장조사의 조합이 있는 자발적 협약의 힘을 시사한다. 핀란드의 EEA에 의해 가능해진 향상된 에너지 사용도 분석은, 최신 에너지 효율 기술과 서비스의 채택을 견인하면서, 당 프로그램이 에너지 효율의 부단한 향상 목표들을 달성하도록 도와준다. 에너지 효율에 초점을 둠으로써, 핀란드는 에너지 수요를 합리적으로 개선하고 배출량을 저감하며 경쟁력을 향상할 수 있다.

수요 측의 에너지 효율과 절약을 견인하는 한 메커니즘은 투명하고 비용-반영적인 가격제이다. 상당 수의 설문대상 국가들이 시민과 산업을 위한 낮은 에너지 가격 보장에 중점을 두는 기존의 정책들은 효율 향상을 막을 수 있다고 강조했다. 중동에서는, 예를 들어, 보조금으로 견인된 에너지의 낮은 비용이 수요 측면의 시장 왜곡을 야기하고 더 효율적인 기술 채택을 만류한다. 이 이슈가 해결될 때까지, 에너지 효율 정책은 기대효과 달성이 불가능하고 에너지 효율 기술과 서비스에 대한 투자는 제한될 것이다. 이러한 사례의 한 예는 중동 지역에서 에너지 수요의 핵심 요소인 해수담수화 가격제의 영향이다. 현재, 대부분의 물이 다단증발방식(MSF, multi-stage flash)으로 열을 이용하여 담수화되고 있다. MSF 담수화 플랜트는 가스발전소 근처에 건설되고 있다. 가스가격을 시장가격 이하로 적용함으로써, MSF방식의 열 이용 담수화에서 66%까지 가스를 소비하는 역삼투압방식(RO · Reverse Osmosis)으로 옮겨가야 할 이유가 감소된다. 그러한 예들은 많은 국가들에서 에너지 효율을 위해 아직 이용되지 않은 잠재력이 크다는 점을 강조한다.

전세계의 많은 전문가들이 높은 보조금이 투입되는 에너지 시스템들을 가지고 있는 국가들에게 자국의 보조금 제도를 재고하기 위해, 낮은 연료 비용을 제공하는 현재의 이례적 기회를 촉구한다. 중동의 전문가들은 연료가격이 꼭 시장가격과 일치할 필요는 없지만, 가격제는 소비자 인식을 제고하기 위해서 투명해야 한다고 강조했다.

소비자 인식을 제고할 수 있는 또 다른 메커니즘은 ‘시간대별 차등 요금제(time-of-day pricing)’이다. 한 대표가 강조했듯이, 많은 국가들에서, “우리는 사람들이 하루 중 다른 시간대에 에너지를 사용하는 것에 대해 생각해보도록 만드는 가격 신호가 필요하다.” 남아공에서, 전기 요금제는 공급과 수요 측면 모두를 놓친 기회로 여겨진다. 시간대별 계량법이 이 문제의 한 해결책으로 고려되고 있다. 한 인터뷰 대상자가 강조했듯이, “만약 수급을 기초로 한 시간대별 차등 요금제를 시행한다면, 이 상황이 수리적으로 스스로 정리될 수 있다.” 다른 국가들에서는, 계량 시스템의 부족은 하루의 시간대별 수급을 측정하고 효과적인 가격 신호 체제를 개발하기 위한 데이터가 없음을 의미한다. 가격 신호는 소비자들이 에너지 사용을 재검토하고 수정할 수 있도록 강력한 유인책을 제공할 수 있다. 에너지 가격제 수정과 함께, 에너지 리더들은 또한 “기업의 수요관리 해결책들이 기업 서비스의 일부가 되도록 상업화할 수 있도록 하는 수요관리를 지속적으로 강화하는 정책과 제도”의 중요성을 시사했다.

34. Motiva, 2013: Energy Efficiency Agreements in Finland: Results 2008-2013

Box 5: 에콰도르의 에너지 효율

에콰도르는 Energy Trilemma Index에서, 특히 환경적 지속가능성 측면이 강력한 성과를 보인다. 에너지 안보를 더 강화하기 위해서, 에콰도르는 에너지 사용도의 효율을 증가시키기 위한 여러 계획들을 시행해 왔는데, 여기에는 백열등을 소형 형광전구로 교체하기, 구형의 비효율적 가전제품을 더 새롭고 효율적인 제품으로 교체하기, 전기 에너지 효율이 90%에 달할 수 있는 인덕션 렌지의 대량 도입, LPG 사용 난로의 교체 등이 있다. 정부는 변화에 대한 자연적인 저항이 적절한 유인책과 강력한 소통 프로그램으로 반드시 해결되어야 하는 대형 장애요소임을 인식하고 이러한 프로그램들을 시행했다.

UAE : 지속가능성 추구

그림12

아랍 에미리트 연합국 (UAE)의 에너지 목표들

출처: United Arab Emirates Ministry of Energy, 2014: The UAE State of Energy Report 2015



주요 석유 및 가스 매장량을 보유한 아랍에미리트연합국(UAE)은 에너지 trilemma의 에너지 안보와 에너지 형평성 차원에서 좋은 성과를 보인다. 높은 에너지 원단위와 전반적인 배출량이 -비록 지역의 기후 조건들에 의해서도 영향이 있지만 - 환경적 지속가능성 면에서는 낮은 성과로 이어졌다. UAE는 급격하게 수요가 증가하면서 환경적 지속가능성을 향상하고 에너지 안보를 유지하기 위하여 다양한 핵심 정책들과 계획들을 통해서 에너지 믹스를 다양화 하고 에너지 효율을 향상하기 위한 중요한 조치들을 취하고 있다.

UAE는 신재생 에너지와 원자력을 에너지 믹스에 포함하기 시작했다. 2017년과 2020년 사이에 최소 1.2 GW의 태양 에너지 및 5.4 GW의 원자력이 사용 가능해지며, 현재 지배적인 화석연료 발전을 보완할 것이다. 대형 발전소 규모와 지붕 같은 소규모의 태양광 발전 메커니즘, 풍력, 지열 및 폐기물 에너지 또한 모색 중이다. UAE의 태양광 발전은 단순히 에너지 trilemma의 환경적 지속가능성과 에너지안보 차원뿐만 아니라 구매력과 형평성도 향상시킬 잠재력이 있다. 최근의 태양광 발전비용은 그리드 패리티를 달성했고 kWh당 0.0584 미국달러에 저가로 생산되며 현재 두바이에서의 가스화력발전보다 저렴하다.³⁵

UAE는 또한 에너지 효율 향상의 의지가 있으며 2010년 클린에너지 장관회의(CEM)의 글로벌에너지효율도전(Global Energy Efficiency Challenge)의 26개 서명국 중 하나이다. 두바이는 규제 제정, 전력 및 물 관세율, 가전제품 및 기기들의 표준 및 라벨, 지역 냉방 등을 포함한 수요측면 관리 프로그램들의 혼합을 통하여, 정책 및 규제 개혁, 교육프로그램, 측정 및 검증 등 여러 가지 메커니즘들의 지원을 받아, 달성할 수요 감축 목표를 설정했다. 심지어 완만한 도입도 2030년에 에너지 수요를 1/4나 1/2로 감소시킬 수 있기 때문에, 다른 투자를 위하여 자본을 풀고 역내 환경 영향을 감소시키는 에너지 효율 노력이 중요하다. 두바이에서는 최근 몇 년간, 아부다비에서는 2015년 1월에 전기 및 물 관세를 상당히 인상하였는데, 이는 더 지속가능한 소비 수준으로의 진정한 변화의 강력한 표시이다 - 아부다비 의 2015년 1월 전력

35. The National, 2015: UAE beats renewables cost hurdle with world's cheapest price for solar energy, 18 January 2015; International Renewable Energy Agency, 2015: Renewable Energy Prospects: United Arab Emirates - Remap 2030 analysis

관세는 112%까지, 물 관세는 350%까지 상승했다.³⁶

더 다양화된 에너지 믹스, 에너지 효율 및 기타 개혁들에 대한 지속적인 관심으로, UAE는 환경적 지속가능성 향상과 에너지 안보 및 형평성을 지속적으로 보장하는 권한을 얻게 될 것이다.

가나 : 냉장고 시장의 에너지

본 프로젝트의 1차적 목표는 에너지효율기준 및 라벨(S&L) 등의 규제적 수단과 혁신적인 경제적 수단들의 조합을 도입함으로써 가나에서 유통되고 사용되는 가전제품의 에너지 효율을 향상하는 것이다.³⁷

이 프로젝트는 효율적인 시장기반의 경제적 인센티브를 모색하고 테스트하며, 반복적인 공공 캠페인을 통해 보완했다. 가정의 냉장고는, 제품 재고에 들어있는 오존파괴물질을 처리하는 데 특정한 중점을 두면서, 해결되어야 할 첫 번째 최종 사용기기이다. 2013년 총 프로젝트 예산은 857,958 미국달러였다. Global Environment Facility가 667,958 달러를 제공하고 UNDP는 190,000달러를 지원했다. 2014년 5월 20일부로 총 인도 액은 1,650,000달러였다.³⁸

그림 13

가나의 냉장고 시장의 변혁 달성을 위한 조치들

출처: World Energy Council / Oliver Wyman, 2015



최저에너지효율기준 제정

냉장고 최저에너지효율기준(LI 1958)
중고 냉장고수입 금지(LI 1932).
에너지효율라벨준수 실시를 위해
조사단(Inspectorate Unit) 인적
역량 향상.



텔레비전과 라디오 캠페인

소비자 인식 제고를 위하여 유명한 TV일일
드라마에서 20분동안 다룸.
다큐멘터리와 만화영화도 준비하여 TV 방송.
CM송과 인터뷰를 유명 라디오 프로그램에 방송함.
리베이트 프로그램을 광고하기 위해 옥
외게시판, 포스터, 팸플릿을 준비함.
프로젝트 활동과 비디오를 보여주는 잘 만든 웹사이트.



리베이트 및 반납 프로그램

소비자들이 비효율적인 냉장고를
에너지효율적인 것으로 교환하도록
할인가격에 판매하는 경제적 장려책.
혁신적인 파트너십과 협력: 에너지위원회(Energy Commission)가
전반적인 행정 및 감독을 담당함; 소매점은 구형 냉장고를
수거하고 에너지 효율적 물품 판매; 은행은 리베이트 청구를 처리하고
소비자 대출 제공; 고철상은 구형냉장고 해체;
환경보호청(Environmental Protection Agency)은 회수한
오존파괴물질 폐기.



냉장고 해체 및 가스제거 시설

장비와 교육을 제공하는 민간회사와 합작투자자 설립.
회사는 리베이트 프로그램에서 회수한 냉장고를
해체하고 재활용함.
회수한 CFC, 금속 및 플라스틱의 시장가치는
해당 시설이 프로젝트 종료 후에도 금전적
지속가능성이 보장되도록 지원

36. Regulation & Supervision Bureau (RSB) Abu Dhabi, 2015: New water and electricity tariffs structure; Al Wasmí, N, 2014: Abu Dhabi Residents Brace for Utility Price Hikes (The National, 23 December 2014); kWh rose from 15 fils to up to 31.8 fils (112%) and water rose from 2.2 fils/1,000 litres to up to 9.9 fils (350%).

37. World Energy Council, 2015: Energy Efficiency Policies and Measures Database

38. UNDP, 2011: Promoting the appliance of energy efficiency and transformation of the refrigerating appliances market in Ghana

에너지 대표들은 적절한 가격 메커니즘이 중요한 만큼, 효율적인 에너지 사용과 에너지 효율이 높은 가전제품을 구매하도록 소비자 행동의 장기적인 변화를 이끌어내기 위한 국가적 교육 및 정보화 프로그램들을 통하여 그 메커니즘들을 지원할 필요가 있음을 강조했다. 한 대표가 강조하기를, “에너지 사용과 관련된 가장 큰 과제는 비효율적인 시스템들이 설치된 재고이다.” 일례로, 조명에 들어가는 전기가 글로벌 전력 소비의 약 15%를, 글로벌 온실가스 배출량의 5%를 차지한다. 고효율적인 LED 조명으로의 전환은 조명에 들어가는 전 세계 전력 소비를 50% 이상 감소시킬 수 있고 이산화탄소 배출량의 700 Mt를 줄일 수 있는데 이는 독일의 전체 배출량과 거의 동등한 수치이다.³⁹ 가전제품 및 전력기기 라벨링, 소비자를 위한 에너지 사용수준 경보, 미디어 광고를 통한 실시간 피드백 등의 소비자 교육과 정보화 전략들은 에너지 효율이 높은 제품들을 위한 시장을 확대하는 수단이다. 가전제품 및 전력기기 라벨링은 70개국 이상에서 시행되고 있고 성공적이며 비용대비 효율적인 것으로 증명되었으며 더 많은 국가들로 확산될 수 있다. 유사하게, 자발적이고 필수적인 최저 에너지 등급 기준은 60개국 이상에서 활발히 시행되고 있고 10개국 이상이 그와 같은 대책을 시행할 계획이다.⁴⁰ 국제기구들 또한 이러한 프로그램들과 관련하여 중요한 정보 센터가 될 수 있고 프로그램 개발과 확산에 지원을 제공할 수 있다.

혁신과 RD&D의 우선순위 정하기

온실가스 배출량의 명확한 목표는 핵심 영역에서 더 필요한 혁신뿐만 아니라 RD&D를 유도하고 중점으로 여기게 될 것이다. 핵심 영역들은 CCS, 전력 저장, 스마트 그리드, 고효율 연소기관들, 연료 전지들, 신재생에너지 기술들 및 고급 바이오연료들을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 한 대표가 강조하기를, “정책입안자들은 반드시 사람들이 창조적일 수 있게 하는 대담한 목표를 설정함으로써 야망을 품게 해야 한다. 그리고 나면 찾고 있던 기술적 혁신을 얻게 된다.”

WEC의 광범위한 네트워크에서 실시된 연구는 에너지 공급의 전환 달성은 소비자와 정부에게 최소한의 비용이 드는 방법으로 탈(脫)탄소화가 일어나도록 보장하는 방법의 하나로써 RD&D의 우선순위를 결정하고 달성하는 것을 필수로 한다는 점을 반복해서 강조했다. 그러나, 에너지 RD&D에 대한 투자는 지난 수십 년간 일반적으로 감소했다(그림 14 참조). 그러나, 이전 Trilemma 보고서들에서 인식되었듯이, RD&D는 현재의 에너지 목표들과 2030~2050년 이후 필요를 해결하기 위해서 필수적이다. 업계는 반복적으로 정부들에게 금전적인 지원뿐만 아니라 국가적 그리고 국제적인 민간 협력을 장려함으로써 RD&D 진흥에 초점을 맞출 것을 촉구했다. 에너지 부문은 또한 민간 및 공공 펀딩 모두를 통해서 기업들과 기술연구소들간의 파트너십을 확충해야 한다는 목소리를 높였다. 민간 기술 제공자들은 연구활동과 비용저감을 장려 받는데, 학계와 연구소들이 종종 그러한 연구활동 수행과 관련한 기술들을 소유하고 있다. 국가적 수준의 온실가스 저감을 위한 합의들과 목표들은 또한 그러한 파트너십 촉진을 포함한다.

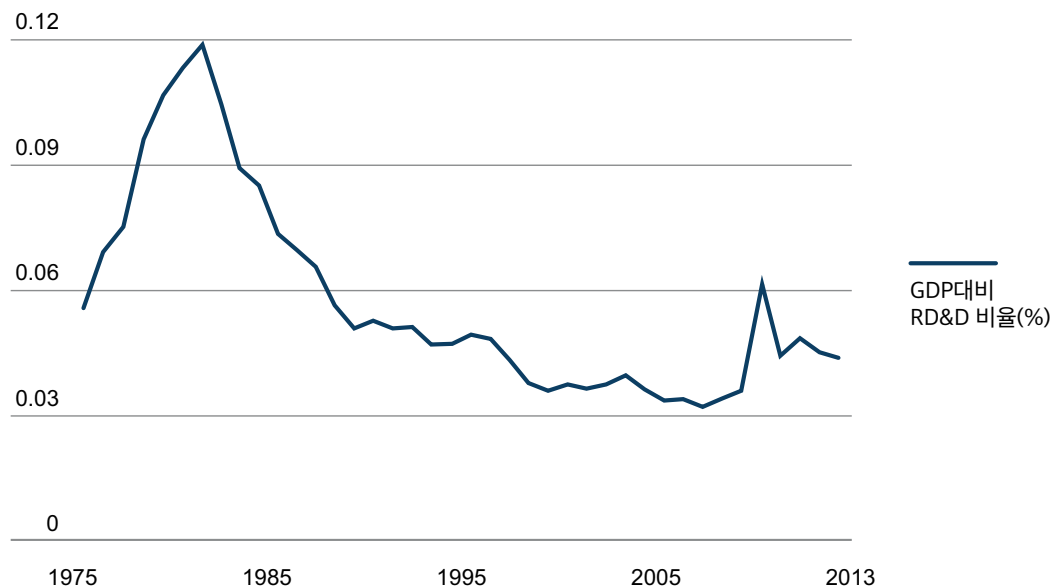
39. United Nations Development Programme (UNDP), 2014: Policy Options to Accelerate the Global Transition to Advanced Lighting

40. World Energy Council, 2015: Energy Efficiency Policies and Measures Database

그림14

OECD 회원국들의 GDP 대비 에너지 RD&D 비율 1974~2013

출처: World Bank, 2014: World Bank Open Data (GDP), IEA, 2014: RD&D Statistics



석유나 석탄에서 천연가스의 전환 자체가 온실가스 배출량을 상당히 감축하겠지만, CCS가 미래의 전진을 위해서 여전히 필수적이다. 화석 연료가 2050년까지 지배적일 것이고 1차 에너지 믹스에서 59%와 77%사이의 비중을 차지하면서,⁴² 수많은 시나리오들이 CCS 활용을 어느 정도 하는 것을 고려한다. 그렇지 않으면, 탈산소화 비용은 훨씬 더 높을 것이고 450 ppm 목표를 달성하는 것에 문제가 될 것이다. “만약 우리가 CCS 상업화를 향후 5년 안에 하지 않으면, 우리는 2°C 목표를 달성하지 못할 것이다.” 2009년 UNFCCC의 코펜하겐 협정에서 합의된 2°C 목표를 달성하기 위해서 연간 50 백만 톤(Mt)의 이산화탄소를 포집 및 저장하는 30개의 대규모 프로젝트들이 2020년까지 필요한 것으로 예상된다.⁴³

에너지 효율 향상에 대한 필요뿐만이 아니라 RD&D를 통한 포집기술 및 자원소비 비용 저감의 필요가 크다.⁴⁴ 더 대규모의 시범 프로젝트들이 가동되기 전까지, CCS는 여전히 매우 고비용이고 자본 집약적이며, 필요한 규모의 진정한 상업화가 될 시기와 방법에 대한 의문들이 있다. CCS 활용을 위한 적절한 정책 프레임워크와 조건들이 만들어질 때까지 이러한 일은 발생하지 않을 것이다. 예를 들어, 탄소 가격제는 중요한 지원요소로 보인다. 한 대표가 강조하기를, “탄소에 대한 유의미한 가격이 없다면, 정부 RD&D의 실질적인 증가가 없는 경우에는 CCS가 일어나지 않을 것이다.”

기존 에너지 정책들뿐만 아니라 발전소 수요로 미루어 볼 때, CCS에 대한 정책 도입이 고려되어야만 한다. 한 에너지 리더가 언급하기를, “건설 및 계획 중인 화력발전소(석탄)는 반드시 CCS 준비가 되어있어야 하며 이 능력을 포함하기 위해서 필요 요소들을 사전에

41. 이 분석에 포함된 나라는 캐나다, 일본, 네덜란드, 노르웨이, 스페인, 스웨덴, 스위스, 영국 및 미국이다. 일본은 2012, 2013년, 네덜란드는 2004, 2013년, 노르웨이는 2013년의 자료이며 분석 가용 자료의 부족으로 인하여 에너지 RD&D 자료는 이전 2년들의 평균으로 계산하였다.

42. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

43. IEA, 2013: Carbon Storage Roadmap

44. IEA, 2013: Actions and Milestones for the Next Seven Years: Creating conditions for deployment

합산한다면 전체 비용에서 작은 부분만 더 더하면 된다.”

예를 들어, 미국에서는, 석탄화력발전소의 CCS와 관련된 규제가 이미 존재하지만 향후 10년 동안 신규 플랜트 건설 프로젝트가 없다. 금년에, EPA는 2020년부터 실시할 가스화력발전소에 대한 규제 확장을 발표할 예정이다. 천연가스발전소에서의 배출가스에서는 이산화탄소 농도가 낮으므로, CCS는 석탄보다는 가스발전에서 훨씬 더 고비용이며, 이로 인해 2015년에서 2020년 사이에 의도치 않은 석탄화력발전소의 붐을 일으킬 수도 있다. 유럽은 또한 CCS 활용을 위한 재원을 별도로 떼어 놓았다. 그러나 주요 석탄발전국가인 영국과 폴란드에서 행해지는 여러 Front End Engineering Design (FEED) 연구들을 제외하고서는, CCS가 비용이 너무 많이 든다는 견해와 함께 그에 대한 관심이 줄어들고 있다. 캐나다는 그러나 CCS에 있어 글로벌 리더가 되기 위한 행보를 보이고 있다. 2014년, 발전 부문에서 세계 첫 대규모 CCS 프로젝트로서 Boundary 댐 통합 CCS 프로젝트를 실시하면서, 비록 대규모의 반복 검증이 과제로 남아있지만, 석탄을 계속해서 활용하는 기술, 환경 및 경제적 가능사례를 만들었다.

온실가스 저감에 있어 에너지 저장 물질과 전지들의 연구개발 역시 중요하다. 저장은 에너지 안보를 유지하면서 글로벌 규모의 간헐적인 (신재생) 에너지원의 통합을 위해 필요한 전력시스템의 유연성을 가능하게 하는데 필수적이다. 한 에너지 대표가 언급하기를, “현재 저장기술은 여전히 과제로 남아 있으며, 현재 투자가 이루어져야 하는 부분이다” 전기 저장의 발전은 신재생 및 분산형 에너지 시스템으로의 전환에 대규모 영향을 끼칠 것이다. 저장 기술이 발전되면서 변동이 심한 전력 생산이 순탄해질 수 있다.⁴⁵

전기 저장의 발전이 여전히 불확실하다. 이는 WEC의 2015년 World Energy Issues Monitor (서문의 그림 1 참조)에서 언급된 세가지 주요 불안정성 중 하나이다. 시장 설계와 규제는 현재 체제에서 유인책이 충분히 강하지 못하면서 전기 저장의 발전을 둔화시키고 있는 요소들로 보인다. 최근 출시된 Tesla(社)의 Powerwall(가정용 배터리 팩)과 같은 근래의 발전은 장기적으로 태양열을 더 접근 가능하게 만드는 잠재력이 있는 영역에서 성과가 일어나고 있음을 시사한다.⁴⁶ 중요한 것은 “비즈니스 모델들과 규제 모델들이 반드시 기술을 따라잡아야만 한다”는 것이다.

전력과 전력 사용에 대한 데이터를 전송하는 스마트 그리드는 에너지 효율 향상 및 신재생 에너지와 분산형 발전의 통합을 가능케 하는 또 다른 핵심 요소이다. 저장이 개선되면서, 정책 및 규제의 상당한 영향을 받아 평탄치 않고 예상치 못한 속도로 스마트 그리드가 발전하고 있다.⁴⁷ 에너지 리더들이 언급하기를, “정책이 따라잡을 때에만 우리는 전환의 가치 전체를 따라잡을 수 있을 것이다.”

45. World Energy Council, 2015: 2015 World Energy Issues Monitor - Energy price volatility: The new normal

46. Liedtke M, Fahey J, 2015: Tesla CEO plugs into new market with home battery system (The Associated Press, 1 May 2015)

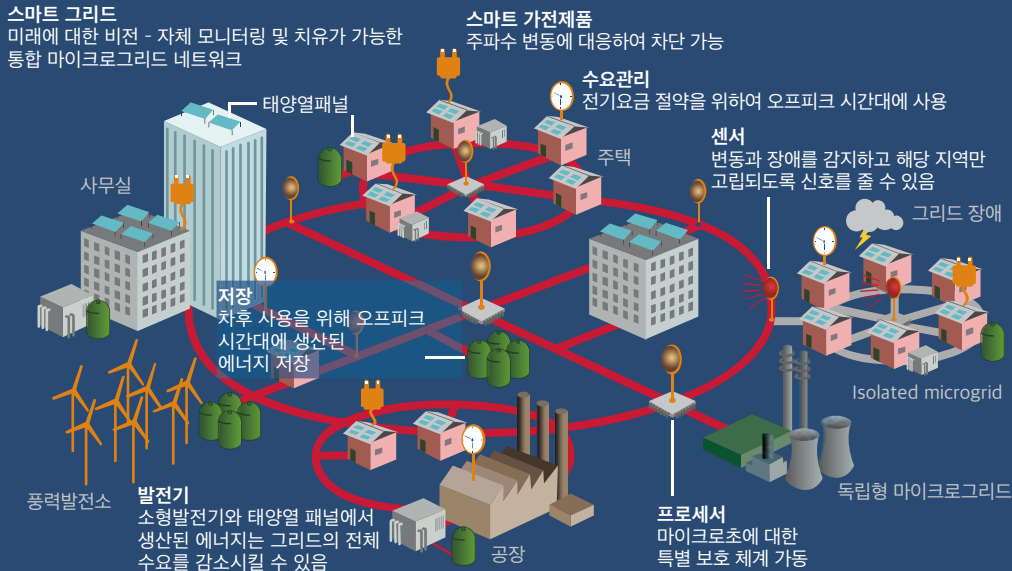
47. Imperial College London, NERA Economic Consulting and DNV GL, 2014: Integration of Renewable Energy In Europe

한국 : 경쟁우위를 위한 스마트 그리드 기술

그림 15

Smart-grid power system 스마트 그리드 전력 시스템

출처: Smart Grid 2030 Associates, SG2030™ Smart Grid Portfolios



에너지 및 에너지 사용에 관한 데이터를 전송하는 스마트 그리드는 저탄소 경제로의 전환을 촉진시키는 핵심 요소이다. 이 기술은 그리드에 접속하는 사용자들의 소비 패턴들을 관리함으로써 에너지 효율을 향상할 수 있다. 스마트 그리드는 전력 흐름의 관리 및 침투 수요 충족을 지원함으로써 송배전 손실을 줄이고 기존 인프라를 최적화하는 데 기여한다. 스마트 그리드는 또한 상당 용량의 분산형 및 신재생 에너지를 그리드가 잘 수용할 수 있게 하므로 신재생에너지의 통합을 지원한다.

스마트 그리드의 잠재적 혜택을 온전히 활용하기 위해서 해결해야 할 두 가지 주요 과제는 다음과 같다. 첫 번째 과제는 시행 수준과 필요한 표준화 및 인증, 운용, 시스템 테스트, 소비자 참여와 관련되어 있다. 두 번째 장애물은, 스마트 그리드 개발의 라이프사이클 동안 필요한 상당한 자금을 고려할 때, 금융적인 측면이다. 이해관계자들로 하여금, ISGAN(International Smart Grid Action Network, 스마트그리드 국제협의체) 등의, 스마트 그리드의 개발 및 활용을 가속화하기 위하여 협력하도록 하는 메커니즘이 스마트 그리드가 제공할 수 있는 가치의 이해도를 향상하는 데 핵심적이다.

한국은 스마트 그리드 기술의 개발을 중요한 경제적인 기회로 본다. 2005년부터, 한국은 적정 에너지 IT개발에 있어 선도적인 역할을 해 왔으며 고급 스마트 미터, 전기차 충전기, 에너지 저장 시스템을 포함하여 연관 산업에서 상당한 기술력을 보유하고 있다. 이러한 기존 기술들과 인프라를 고려할 때, 스마트 그리드 촉진은 새로운 경제 부문을 소개함으로써 한국 경제의 변혁을 가져오는 데 핵심적인 역할을 한다. 스마트 그리드는 또한 전력, 중전기(重電機), 통신, 전자제품, 건설 및 운송을 포함한 업계 전반에 상당한 영향을 미칠 것이다. 한국은 따라서 스마트 그리드 산업 내에서 고급 경쟁력 수준을 획득함으로써 자국 경제를 발전시킬 수 있다.⁴⁸

48. World Energy Council, 2012: Smart Grids: Best practice fundamentals for a modern energy system

전반적으로, 온실가스 배출량 감축 목표를 달성하기 위하여 발전 및 부상하고 있는 기술들의 혜택을 모두 누리기 위해서는 정책적 유연성이 필요하다. “다양한 기술들이 병렬적으로 발휘되고 있는데 문제는 언제 그 기술들이 더 역동적으로 상호작용을 하고 서로를 강화시키는 것을 시작해야 하냐는 것이다. 이는 불명확하고 가장 큰 변화가 될 수 있다. 아직 우리가 예측하지 못하는 역동성과 혁신에 우리는 적응하고 맞출 필요가 있다.”

전통적 기술들 및 새로운 에너지 기술들의 활용 및 사용에 대한 대중의 수용이 민간 및 공공 부문 참여자들 모두에 의해 활발히 해결되어야 할 우선순위 분야라는 점이 전 세계적으로 인식되었다.

“

Don't go backwards
and make sure that
if you are ambitious,
you understand the
consequences

되돌아가면 안되고, 야망이 있다면
중국의 결과도 이해해야 한다.

”

4. 결론

WEC의 전 지역에서 개최된 워크숍들과 대표적 인사들과의 인터뷰에서, 에너지 리더들은 “과학, 경제 사회, 정계 및 비즈니스 커뮤니티들의 각기 다른 목소리들을 한 자리에 모으며 COP21로 가기 위한 의사결정을 더 합리적으로 이끌 것”을 촉구했다. 과제들을 논의하는 데 있어 제한된 공통 언어 혹은 관점들로 인해 업계, 사상가 및 정부간(그리고 정부 부처 간)의 괴리가 종종 있다는 점이 강조되었다. 더 많고 향상된 상호작용이 ‘무엇이 완벽한가’에 관한 질문들에 대한 이론적 접근 방법들을 감소시키고 비즈니스와 커뮤니티들이 시행할 수 있는 현실적이며 경제적으로 건전한 해결책들에 더 중점을 둘 수 있도록 돕는다. 한 인터뷰 대상자가 강조하기를, “정책입안자와 규제자는 그들이 결정하거나 시행할 규제들의 영향에 대하여 기술적이고 경제적인 면에서 근본적으로 잘 이해해야만 한다.”

기후 변화 이슈들에 어떻게 접근할 것인가에 대하여 조율된 리더십이 에너지 정책의 안정성 및 일관성과 관련하여 필요한 신뢰를 민간부문에게 제공한다. 규제 및 정치적 리스크 감소가 대규모 에너지 프로젝트에 필요한 자본 비용 감소와 투자자 신뢰 향상의 핵심 요소이다. 통합된 리더십은 또한 변화를 위한 “사회적 허가” 관련 발전을 도울 것이다. 정부는 반드시 자국이 선택한 접근 방법에 대한 대중의 지지를 얻어야만 하며 그렇지 않으면 에너지 전환을 지지하는 규제, 과정, 인프라 시행에 맞선 거친 정치적 반대와 정책적 방해로 맞게 될 것이다. 이를 위해서는 비즈니스 리더 및 투자자들, 정책입안자들 간에 공통의 언어가 필요하다. “사회적 수용이 에너지 공급 시스템의 전환에서 가장 큰 과제이다.”

에너지 부문은 기후관련 토론을 이끌고 더 청정한 에너지의 접근성 향상을 달성하도록 돕는 투자 및 기술 달성을 위해 해야 할 주요 역할이 있다. 우리의 인터뷰와 워크숍들을 통해서, 기후 목표들과 개발 목표들을 달성하고 에너지 trilemma의 세 가지 차원의 균형을 이루는 데 지원할 지속가능한 에너지 시스템을 달성하는데 필요하다고 에너지 부문이 믿고 있는 것이 무엇인가에 대해 명확한 메시지가 도출되었다.

기후 및 개발 목표들을 달성하기 위하여 정책입안자들, 비즈니스 및 금융 부문 리더들은 에너지 부문의 역동성과 변화를 반영하기 위하여 기존 비즈니스 모델들과 시장 디자인들을 계속해서 혁신해야만 한다.

▶ **안정적이고 명확한 정책.** 글로벌 기후 정책의 불확실성은 지속적으로 에너지 부문의 핵심 우려 대상이었고 지속가능한 에너지 시스템 구축에 필요한 필수 변화들 견인의 주요 장벽이다. 전 세계의 에너지 리더들은 정책입안자들과 협상가들에게 던지는 자신들의 메시지에서 명확하게 밝혔다: 지금은 글로벌 단일 목표에 대해 합의하고 그 목표가 측정가능하도록 만들 때이다. 정치적 리스크를 감소시키고 에너지 부문에 대한 투자 흐름을 보장하기 위해서 안정적인 프레임워크가 필요하다.

- ▶ **차이점 인식.** 국제적 합의는 국가들이 전체 목표 달성에 기여하면서도 자국 목표를 달성하기 위한 맞춤형 대책들의 조합을 활용하는 자체 경로 개발을 허락하도록 충분히 유연적이어야만 한다. 에너지 사용 유형이 진화하고 국가들이 발전하면서, 어떤 합의이던지 국가 수준에서 역동적인 목표 수정을 위한 범위를 제공해야만 한다. 이는 또한 그러한 합의의 장기적 지속성을 보장할 것이다. “피드백 구조가 없다면, 파리 총회는 공허한 약속이 될 것이다.”
- ▶ **정책입안자들, 비즈니스 리더들과 금융 부문의 더 많은 대화.** 에너지 부문의 가치를 유지하고 저탄소 에너지 시스템들에 대한 투자를 장려하기 위한 저탄소 미래로의 전환은, 든든한 에너지 부문을 유지하면서 진화를 지원할 새로운 정책, 규제 및 금융적 해결책을 필요로 할 것이다. “우리는 ‘규제 2.0.’이 필요하며, 그리하여 기술이 진화하면서 에너지 비즈니스들의 미래 규제 프레임워크를 명확히 할 수 있다.”
- ▶ **다섯 가지 우선적 행동 영역들.** 에너지 및 기후 목표들이 성공하기 위해서는 유관 정책 달성을 위하여 적절한 가능요소들이 실시되어야만 한다.
 - 탄소 및 기술 이전. 정책입안자들은 기술이 변화의 가능요소이자 장애물이 아님을 확실히 하기 위하여, 특히 개도국에서, 메커니즘들을 도입해야만 한다. 환경적 상품 및 서비스에 대한 관세 철폐, 신중하게 설계된 국산부품 사용요건 및 지적재산권 보호는 완화 비용을 낮추고 저탄소 기술의 활용을 장려하며 민간 자본을 유치하기 위한 효과적인 수단들이다
 - 탄소 가격제. 탄소에 가격을 매기는 것은 에너지 생산의 실제 비용과 사용이 인정되는 것을 보장하는 한 방법으로 인식되며 비즈니스 차원뿐만 아니라 국가 및 지역적 수준에서도 일련의 탄소 가격제 제도의 시행이 점점 더 늘어나고 있다. 글로벌 탄소 가격은 투자가 저탄소 해결책에서부터 왜곡되어 빠져나가는 것을 막을 수 있다. 또한 탄소가격제는 경쟁력과 탄소 누출을 둘러싼 우려를 감소시키고 경제 및 에너지 효율을 향상하는 데 도움이 될 수 있다.
 - 자금조달. 에너지 부문에 자본이 투입되는 것이 가능하지만 더 많은 민간 자본을 유치하기 위해서는 적절한 정책 신호가 필요하고 수익성 있는 프로젝트들의 포트폴리오가 시행되어야 한다.
 - 공급뿐만 아니라 수요에도 중점을. 수요관리는 종종 에너지 방정식에서 무시되는 편이었다. 협상가들은 반드시 더 효율적인 에너지 사용과 미래에 기회로 이어질 행동적 차원뿐만 아니라 기술적 차원들을 인식해야 한다. 신규 기술들이 계획되지 않은 공급에서 더 높은 비중을 차지할 수 있으므로(예를 들어 신재생 에너지) 에너지 공급의 균형을 이루는 것 또한 신중히 고려되어야 한다.
 - 혁신 및 RD&D. 기후 및 개발 목표들을 달성하기 위해서, 새로운 기술, 물질 및 연료가 필수적이게 될 것이다. 정부들은 금전적으로뿐만 아니라 또한 국내 및 국제적 민간 협력을 장려함으로써 RD&D 육성을 하는 데 계속해서 관심을 가져야만 한다.

Part 2

2015
**ENERGY
TRILEMMA
INDEX**

에너지 시스템의
지속가능성 벤치마킹

보고서 요약

올해 다섯 번째로 발간되는 2015 Energy Trilemma Index는 세 가지 에너지 trilemma 목표 전체에 걸쳐 나타난 전반적인 향상을 수록하고 있다. 비록 국가들이 여전히 균형 잡힌 접근법을 개발하는데 어려움을 겪고 있고, 130개 회원 중 오직 두 개 국가만 종합점수 'AAA'를 달성했을 뿐이라는 사실이 결과로 나타나 있지만 말이다.

올해 평가지표 상위권 순위를 차지한 국가는 스위스, 스웨덴, 노르웨이이다. 에너지 안보 분야에서 캐나다가 다시 한 번 정상에 올랐으며, 미국은 에너지 형평성(에너지 가격 합리성 및 접근성)분야의 순위를 유지했고 스위스는 환경지속성 분야의 선두를 달리고 있다. 라틴 아메리카 지역에서는 1순위를 차지한 우루과이를 콜롬비아가 바짝 뒤쫓고 있는 한편 중동 지역에서는 카타르가 이웃 국가들을 제치고 앞서 나가고 있다. 사하라 이남 아프리카 지역에서 가봉이 평가지표 상위권으로 올라서는 등 상승세를 유지하고 있으며, 아시아 국가 중 10위권에 든 국가로는 여전히 뉴질랜드가 유일하다.

스위스와 스웨덴만이 종합점수 'AAA'를 달성했을 뿐이라는 사실에 비추어 봤을 때, 에너지 trilemma 사이의 균형을 유지하는 일은 여전히 많은 국가들에게 어려운 도전 과제가 될 것이다. 영국(UK)의 종합점수는 'AAB'로 하향 조정되었는데, 이는 영국의 에너지 형평성이 다른 주요국들과 비교해 봤을 때 악화됐기 때문이다. 본 보고서의 '주목할 국가 리스트'는 향후 몇 년 안에 추세에 변동이 있을 것으로 기대되는 국가들을 집중 조명하고 있다. 국가 에너지 시스템의 근본적 전환을 통해 일어날 수 있는 이와 같은 변화는 에너지 공급 믹스와 관련하여 규제적 성격을 띠게 되거나 국가 에너지 시스템의 회복력 향상을 위한 인프라 변경과 관련될 수 있다. 2015년 남아프리카 공화국과 미국이 독일, 이탈리아, 일본, 영국과 함께 부정적인 리스트에 오른 한편 필리핀과 세르비아는 멕시코 및 아랍에미리트(UAE)와 마찬가지로 향후 몇 년 안에 전반적으로 긍정적인 추세를 보일 것으로 기대되고 있다.

각국이 직면하고 있는 분명한 여러 도전 과제에도 불구하고, 지난 5년간의 평가지표 결과는 에너지 trilemma의 모든 측면에서 진전이 있었다는 신호를 보여주어, 지속 가능하고 균형 잡힌 에너지 시스템으로의 전환이 서서히 진행되고 있음을 입증한다.

지난 5년간 기록된 바와 같이 글로벌 에너지 집중도는 4.2% 감소했고 CO₂ 배출 집중도는 4.5% 줄어들었다.¹ 글로벌 전화(電化)율이 85%까지 올라, 2010년에서 2012년 사이에 추가적으로 2억 2천 2백만 명이 전기의 혜택을 누릴 수 있게 되었다.² 전 세계적으로 많은 국가에서 휘발유 가격이 합리적인 가격을 유지하고 있지만, 전기 요금은 여전히 OECD 회원국들의 가계에 부담으로 작용하고 있다.

1. Enerdata/World Energy Council, 2013: Energy efficiency indicator database

2. Sustainable Energy for All, 2015: Global tracking framework

기후 변화를 막고 온실가스(GHG) 배출을 저감할 합의를 정의하고자 파리에서 열리는 제21차 기후변화당사국총회 (COP21) 준비의 일환으로서 본 평가지표의 지역별 분석은 이산화탄소 배출과 관련하여 여러 지역의 에너지 시스템들이 당면한 도전 과제와 기회들을 강조한다.

- ▶ 빠르게 성장하는 **아시아** 신흥 경제국들에게 글로벌 이산화탄소 배출의 약 50%에 해당하는 책임이 있지만, 전력 생산에 재생에너지원을 활용하는 경우가 늘어나고 있으며 재생에너지에 대한 글로벌 투자의 거의 절반 가량이 2014년 아시아에서 이뤄졌다.³ 빠르면 2030년까지 GHG 배출의 정점을 찍겠다는 목표를 가진 중국처럼, 국가 차원에서 결정하고 이행하기로 서약한 조치들이 다른 아시아 국가로 하여금 선례를 따르도록 하는 유인책이 될 것이다.
- ▶ **유럽**은 야심 찬 GHG 저감 목표를 설정하며 다시 한 번 환경지속성 평가지표의 선두 주자로 자리매김 했다. 지속적인 비공업화, 더 높은 에너지 효율성, 더 많은 재생에너지 사용 등의 조합을 통해 유럽연합 회원국들은 경제 성장과 GHG 배출 사이의 연결고리를 끊어낼 수 있었다. 그러나 경쟁력 및 변화하는 소비자 선호는 유럽 내에서 점점 더 큰 우려사항이 되고 있다.
- ▶ 전 세계 GHG 배출의 9%를 차지하는⁴ **라틴 아메리카** 국가들은 기후 패턴 변화로 유발되는 문제들과 에너지-물-식량 연계와 관련된 우려 사항들에 직면하고 있다. 이들을 해결하기 위해서는 잠재적인 '뉴 노멀'⁵에 적응 가능한 회복력 있는 연성 및 경성 방법들을 시행해야 한다. 이들 리스크에 적응하는 것 이외에도 남미 국가들의 코 앞에 들이닥친 문제는 바로 환경지속성 부분에서 보여준 높은 성과를 계속 유지하면서도 경제적·사회적 불평등을 해소하는 것이다.
- ▶ **중동 및 북부 아프리카**는 에너지 효율성과 에너지 믹스 다양화와 관련된 정책들에 점점 더 초점을 맞추고 있다. 만약 올바른 목표가 설정되고 정책 프레임워크가 개발된다면, CO2 배출이 2030년에 정점에 도달할 가능성이 있다. 그렇지 않는다면 이산화탄소 배출은 2050년까지 계속 증가하게 될 것이다.⁶
- ▶ **북아메리카**의 이산화탄소 배출(전 세계 총 배출량의 약 14% 차지)⁷이 2030년 정점에 도달한 후 2010년 수준으로 줄어들거나 혹은 그보다 더 낮아질 것으로 예상된다.⁸ 북미 3개국 모두 에너지 수출을 위한 에너지 생산에 경제의 상당 부분을 기대고 있기 때문에, 에너지 분야에서 GHG 배출을 저감하려는 노력은 에너지 효율성 향상과 이산화탄소 포집 및 저장기술과 같은 저탄소 에너지 솔루션 개발에 집중될 가능성이 높다.
- ▶ **사하라 이남 아프리카** 국가들은 대부분 평가지표의 하위권에 자리하고 있는데, 에너지 분야에서 낮은 이산화탄소 배출을 보이고 있다. 이들 국가는 상당한 경제성장을 이룩할 것으로 예측되며, 이에 따라 이산화탄소 배출 증가도 2050년까지 30%~140%에 달할 것으로 전망된다.⁹ 높아지는 세계 평균 온도 및 이로 인해 에너지 시스템이 받게 되는 타격에

3. United Nations Environmental Programme/Bloomberg New Energy Finance, 2015: Global trends in renewable energy investment

4. World Resource Institute (WRI), 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

5. World Energy Council, 2015: The road to resilience - managing and financing extreme weather risks

6. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

7. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

8. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

9. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

대처하기 위한 연성 및 경성 적응 방법들에 대한 관심이 고조되고 있으며, 높아진 관심은 지역 경제·사회 개발에 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

에너지 접근성, 전력 생산 믹스 내에서 재생에너지가 차지하는 부분, 에너지 효율성 향상률 등 세 가지 부분 모두 긍정적으로 발전하고 있지만 진전 속도가 여전히 더디다는 사실은 분명하며, 진전을 가속화할 유일한 방법은 투자자들에게 확실성을 줄 수 있는 확고하고 안정적인 정책 프레임워크를 마련하는 것이다. UN 지속가능개발목표 에 에너지 분야가 포함됨으로써 에너지 trilemma 목표 달성이 탄력을 받게 될 것이다. 이와 마찬가지로 COP21에서 GHG 배출에 대해 분명하고 측정 가능한 목표 설정에 유의미한 합의가 이루어지고, 2015 World Energy Trilemma보고서 권고한 바와 같이 현실적이고 강력한 실행 조치들이 뒷받침한다면, 이는 저탄소 에너지 시스템으로의 전환을 가속화 하는데 도움이 될 것이다.

서문

본 보고서는 World Energy Council이 글로벌 컨설팅 회사 Oliver Wyman 및 그 모회사 Marsh & McLennan Companies의 Global Risk Centre와 파트너십을 통해 함께 마련한 2015 Energy Trilemma Index결과를 국가별로 상세하게 수록하고 있다.

본 평가지표는 130개 회원 전체에 대한 비교 순위를 제공하고 국가별 종합점수를 매긴다. 종합점수는 한 국가가 에너지 trilemma의 세 측면들 사이의 균형을 얼마나 잘 유지하고 있는지를 부각시키며 최고의 성과를 낸 AAA국가들이 어디인지 밝히고 있다.

World Energy Council 회원국 전체를 대상으로, 각 국가의 분석결과는 해당 국가의 상대적인 에너지 성과와 관련 속성을 부각시키기 위해 마련됐다. 이들 분석결과와 평가지표는 비교평가를 제공하여, 각 국가가 환경적으로 민감한 에너지 시스템을 합리적인 가격으로 안전하게 제공하는 방식으로 에너지 trilemma의 균형을 잡을 수 있는지 그 능력을 평가하고 각국이 현재 직면한 도전 과제는 무엇인지 집중 조명할 수 있게 한다.

본 평가지표 보고서에 포함된 내용은 다음과 같다.

- ▶ 개요: 행동 개시 및 야심 찬 기후 프레임워크를 설정할 시기
- ▶ 인포메이션 그래픽: 기후 변화에 대해 우선 순위가 높은 조치들 및 에너지 trilemma의 균형을 잡을 방법
- ▶ 2015 에너지 trilemma 평가지표 순위 및 종합점수
- ▶ 지역별 분석결과
- ▶ 지역간 에너지 trilemma 분석결과
- ▶ World Energy Council 각 회원국 국가 분석결과
- ▶ 평가지표 근거, 구조, 방법론

종합적인 평가지표 순위가 중요하긴 하지만, 전체적인 경향과 에너지 trilemma의 균형 등은 가장 가치 있는 정보로서 국가들이 자국의 에너지 trilemma를 해결하는데 큰 도움이 된다. 모든 국가는 일등이든 꼴찌든 순위와 관계없이 더 많은 에너지 성과를 낼 수 있는 기회를 가지고 있다. 공공분야 및 민간분야의 의사 결정권자들이 수년간의 성과에 나타난 경향, 특히 세 가지 측면 각각을 들여다 보고, 이를 또래 집단, 즉 지역적으로 유사한 국가들 혹은 GDP 수준이 유사한 국가들과 대조해서 비교해 보기를 권장한다.

평가지표 논의는 에너지 trilemma 분석결과가 공통된 국가들을 강조하여 의사 결정권자들이 교훈을 얻을 수 있는 벤치마킹 그룹을 추가로 제시한다. 지역별 구분을 떠나서 예시가 되는 분석결과 그룹에는 석유 수출국이 직면한 문제점들, 높은 비율의 재생에너지 혹은 수력발전을

달성한 국가들의 경험, 또는 고도성장 경제국들이 감당해야 하는 에너지 균형 등이 포함되어 있다.

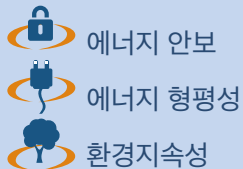
본 보고서의 목적은 정책 입안자들이 기후 및 개발 목표를 설정하고 국내외 포럼에서 정책을 구상할 때 이를 지원하는 것이다.

본 보고서는 지역별·국가별로 차이점이 존재하고 우선 순위가 다르기 때문에 서로 다른 해결책이 요구된다는 점을 인정하고 있지만, 국제적인 기후 프레임워크가 지속적으로 부재함에 따라 발생하는 불확실성의 정도가 너무 심대하여 에너지 분야로서는 이를 받아들일 수 없다는 점도 강조하고 있다. 권고사항들은 이전의 여러 World Energy Trilemma 보고서에서 제시된 에너지 분야, 정책 입안자, 금융 분야 사이의 글로벌 담화를 기반으로 하면서도 또한 담화 자체를 강화하는 역할도 한다. 이들 권고사항은 효과적인 프레임워크 이행을 지원하고 기후 및 개발 목표가 달성될 수 있도록 보장하기 위해 전 세계 에너지 리더들이 필요하다고 파악한 5개 주요 행동 분야를 적시하고 있다.

도해(圖解)

에너지 trilemma 평가지표 분석 결과를 보여주는 그래픽들은 아래에 제시된 도해를 사용한다.

에너지 성과 측면:



에너지 trilemma 평가지표 결과 및 국가별 분석결과는 World Energy Council 홈페이지 www.worldenergy.org/data/sustainability-index에서 찾아볼 수 있다.

1. 행동할 시점과 적극적인 기후대응 구도

글로벌 에너지 인프라에 필요한 투자액 48~53조 달러는 분명한 기후 프레임워크 및 글로벌 배출 목표에 달려있다는 사실이 점점 자명해지고 있다.

에너지 분야는 더 이상 분명할 수가 없다: 기후에 대한 행동에 나설 때가 무르익었다. 능력도, 전문성도, 의지도 있지만 협상을 넘어 실행으로 나아가기 위해서는 분명한 정책 방향과 일관성 있는 목표가 필수적이다.

전 세계 및 에너지 분야 전체를 주도하는 리더들의 관점에 대해 진행했던 광범위한 연구를 보면 리더들이 앞으로 전진해 나아가야 한다는 시급함을 새롭게 인식하고 있음을 알 수 있다. 오랫동안 지속된 불확실성이 현재 산업계를 무겁게 짓누르고 있다. 상품주기는 강력하고 번덕스러운 정책 맞바람을 견뎌낼 여유가 없는 것이다. 불확실성이야말로 업계 리더들이 에너지 분야에 영향을 끼치는 가장 주요한 원인으로 꼽은 이슈 중 하나이다.

2009년 IEA는 각국 정부가 정한 지구 평균 온도 상승폭 '2°C 제한'을 달성하기 위해 2035년까지 에너지 인프라 분야에 필요한 투자 금액이 최대 53조 달러에 달한다고 추산했다. 오래 지속된 지지부진함이 투자액 확보 전망에 지대한 영향을 끼치고 있다는 사실은 자명하다. 우유부단함이 지속될수록 올바른 에너지 인프라와 기술이 실현되어 성공적인 에너지 전환을 담보하고 글로벌 에너지 trilemma를 해소할 수 있도록 보장하기가 더욱 어려워지게 된다.

기후변화를 뒷받침하는 과학적 증거가 강화되고 있다는 사실 외에도 글로벌 에너지 수요에 극적인 변화가 일어날 것으로 예상된다는 사실도 시급함을 강조하는 요소가 된다.

아시아는 2050년까지 세계 경제 성장의 약 50%를 담당하고, 1차 에너지 소비율이 전체의 45~48%로 상승할 것으로 예상된다. 중동과 북아프리카는 계속해서 에너지 과다 소비국으로 남고, 경제 규모는 2050년까지 세 배 증가하여 같은 기간 동안 에너지 수요가 두 배 늘어날 전망이다. 동 기간 유럽의 GDP가 두 배 증가할 것으로 예상되에도 불구하고 에너지 효율성 향상 덕분에 유럽의 에너지 수요에 별다른 변화가 없을 것으로 보인다. 북미도 마찬가지일 것으로 예견된다.

세계가 12월 파리에서 개최되는 COP21에서 마련될 잠재적인 기후변화 합의문이 내포하는 합의에 초점을 맞추기 시작하고 비관론자들이 또다른 협상 실패가 가져올 여파에 대비하는 가운데, 에너지 산업계는 저탄소 에너지 믹스로의 전환을 가능케 하는 조력자로 스스로를 자리매김 하고자 열망하고 있다.

각국의 에너지 정책을 에너지 안보, 에너지 형평성(가격 합리성 및 접근성), 환경지속성 등 세 가지 목표와 대조하여 평가한 The 2015 World Energy Trilemma 보고서 작성에 가이드 역할을 했던 2천 5백명의 에너지 리더들이 진정한 진전을 이루기 위한 다섯 가지 주요 방법들을 지지하고 있다. 1) 공정한 경쟁의 장을 만들기 위한 탄소가격제 설정, 2) 탄소거래 장애물 제거 및 기술이전 강화, 3) 연구개발 및 시연에 있어 단계 변화, 4) 투자가 흐르도록 올바른 정책 신호와 은행 자금지원이 가능한 프로젝트 파이프라인 제공, 5) 에너지 수요에 대한 더 많은 집중 등이 그 다섯 가지이다.

그러나 투명하고 일관된 배출 목표가 없다면 이들 메커니즘의 성공 가능성은 제한적이다. 쉽게 모니터 할 수 있는 목표여야 하지만 동시에 각국의 구체적 상황 변화에 맞출 수 있을 만큼 충분히 유연해야 한다. 그러나 그 성공은 정책 입안자들에게 달려있다. 정책 입안자들의 역할은 에너지 업계와 투자 업계가 상호 협력을 증진할 수 있는 환경을 조성하는 것인데, 이는 목표가 달성될 수 있도록 보장하고 이미 실행에 옮겨진 방법들이 이들 목표 달성에 기여하도록 확실히 하기 위함이다. 에너지 trilemma 보고서가 단지 행동을 촉구할 뿐만 아니라 에너지 전환에 에너지 분야가 그 역할을 온전히 다할 수 있도록 하기 위한 활동 영역을 분명하게 펼쳐놓는 이유가 바로 이것이다.

에너지 분야는 반드시 선제적으로 논의에 참여해야 한다. 에너지 접근성에 신기술이 가져올 영향에 대해 우려하는 공동체로서, 올바른 정책 플랫폼의 지원을 받아 기후 변화로 인한 도전 과제들과 이에 대처하기 위한 다양한 접근법이 내포하고 있는 의미에 대한 대중의 이해를 높일 책임은 우리 산업계의 몫이다.

에너지 전달 및 사용 방법도 변해야 하지만, 환경부 장관과 에너지 장관 및 통상부 장관이 같은 회의실에 모이기 전에는 곧바로 실행할 수 있는 기후 정책 결정은 있을 수 없다. 이제 협상은 반드시 강력한 이행으로 방향을 잡아야 한다. 분명하게 울려 퍼질 수 있는 메시지는 바로 지금이야말로 뭔가 이를 시기라는 것이다.

다음 장에 나타나는 인포메이션 그래픽은 2015 World Energy Trilemma 보고서의 주요 발견사항을 잘 나타내고 있다.¹⁰

10. 'Jazz' and 'Symphony' are the two World Energy Council scenarios introduced in the 2013 World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050 report. The lower number in the infographic on the following page refers to the Council's 'Symphony' scenario, which focuses on achieving environmental sustainability through internationally coordinated policies and practices, while the higher number reflects the Council's 'Jazz' scenario, which focuses on energy equity with priority given to achieving individual access and affordability of energy through economic growth.

2. 2015 세계 에너지 trilemma 평가지표

세 가지 측면에서 나타나는 경향과 세 측면 사이의 균형은 국가가 자국의 에너지 trilemma를 해소하는데 도움이 되는 가장 가치 있는 정보를 제공한다.

지속 가능한 에너지는 사회 변화를 꺾고 경제를 성장시킬 기회일 뿐만 아니라 꼭 이뤄야 할 당위로서, 증가하는 에너지 수요를 충족시키고 탄소발자국을 줄이기 위한 전제조건이다. World Energy Council이 에너지 trilemma라고 정의한 3가지 측면의 균형을 잡는 것이 그토록 중요한 이유가 바로 이 때문이다. 에너지 trilemma의 세 가지 핵심 측면들 사이의 균형을 맞추는 일은 개별 국가들의 번영과 경쟁력 확보를 위한 강력한 토대가 된다. 에너지 안보는 경제 성장을 촉진하고 사회 발전을 도모하는데 필수적이다. 사회 전 계층이 합리적인 가격으로 에너지에 접근할 수 있어야 하고, 기후 변화에 맞서고 대기질과 수질을 유지하기 위해서는 에너지 생산과 사용이 환경에 끼치는 영향을 최소화할 필요가 있다.

2015 에너지 trilemma 평가지표는 에너지 trilemma를 정량화하고 에너지 안보, 에너지 형평성, 환경지속성 등의 측면에서 보여지는 각각의 능력을 바탕으로 회원국을 상대평가 하여 순위를 매긴다. 국가 순위는 에너지 평가지표와 관련 평가지표에 포착된 일련의 데이터베이스를 기반으로 정해진다. 에너지 평가지표는 에너지 수요와 공급, 에너지 가격 합리성 및 접근성, 해당 국가의 에너지 사용이 환경에 가져오는 영향 등을 고려한다. 관련 평가지표는 에너지 성과의 더 광범위한 환경을 다루는데, 해당 국가의 정치적·경제적·사회적 강점과 안정성이 포함된다. 지표들은 연구 목표와 관련성이 높은 정도에 따라 선정됐다.

또한 종합점수도 각국에 부여된다. 종합점수는 서로 상충되는 세 가지 측면 사이에서 균형을 얼마나 잘 맞추고 있는지를 집중 조명한다. 그림 1은 2015년에 평가한 130개 회원의 전체적인 평가지표 성과와 종합점수를 보여준다. 지속 가능한 에너지 시스템을 위한 솔루션 개발에 몰두하는 정책 입안자에게 이 그림은 다른 것과 비할 데 없는 유일무이한 정보원천이자 가이드가 될 것이다.

본 평가지표는 에너지 trilemma에 존재하는 균형을 나타내고 국가가 균형 잡힌 에너지 분석결과를 개발하기 위해서 반드시 추가적인 주의를 기울여야 하는 핵심 분야를 가리킨다. 세 가지 측면에서 나타나는 경향과 세 측면 사이의 균형은 회원국이 자국의 에너지 trilemma를 해소하는데 도움이 되는 가장 가치 있는 정보를 제공한다. 본 평가지표는 측면별로 세분화된 3년 연속 순위도 다루고 있다.

따라서 회원국들은 자국의 에너지 정책 결과를 거시적 차원에서뿐만 아니라 각 측면별로도

추척할 수 있다. 본 평가지표를 통해 에너지 산업분야의 지역적·경제적·구조적 측면을 또래 집단과 비교해 볼 수 있다. 국가마다 부존 자원이 다르고 정책 목표와 도전 과제들이 상이하기 때문에 국가의 절대 순위보다 또래 집단과 비교한 자국의 상대적 성과가 더욱 의미가 있다.

좀 더 심도 깊은 평가지표 분석을 위해 회원국들을 4가지 경제 그룹으로 분류했다.

- ▶ 그룹 I : 1인당 GDP가 US\$ 33,500 을 초과하는 국가
- ▶ 그룹 II : 1인당 GDP가 US\$ 14,300~33,500인 국가
- ▶ 그룹 III : 1인당 GDP가 US\$ 6,000~14,300인 국가
- ▶ 그룹 IV : 1인당 GDP가 US\$ 6,000 미만인 국가

마지막으로 본 평가지표의 방법론이 계속해서 개선되고 있다는 사실을 언급할 필요가 있다. 평가지표 방법론에 대한 추가 정보, 2013년과 2014년 순위, 종합점수 등은 부록 A에 수록되어 있다.

국가 에너지 시스템의 지속 가능성 벤치마킹

2015 에너지 trilemma 평가지표는 에너지 trilemma 내의 균형이 선진국부터 후진국에 이르는 모든 국가들에 지속적으로 존재한다는 사실을 확인한다. 본 평가지표는 회원국들이 각각의 경제적·사회적 발전단계를 통과함에 따라 특유의 도전 과제들에 직면해 있다는 사실을 보여준다. 선진국들이 현재는 평가지표에서 높은 순위를 차지하고 있지만, 고령화 문제와 탄소집중적 에너지 시스템은 이들 국가들이 반드시 해결해야 하는 과제이다. 재생에너지와 같이 저탄소 또는 제로 탄소 배출 형태의 에너지를 늘리고 수력 및 원자력을 자국의 에너지 믹스에 포함시키는 것이 해결 방법일 수 있다. 본 평가지표는 또한 개발도상국들이 잡을 수 있는 기회도 보여준다. 재생에너지원이 점점 더 폭넓게 사용 가능해지고 비용 효율이 높아짐에 따라 개도국들은 자국의 산업화를 뒷받침하고 더 많은 국민들이 에너지에 접근할 수 있도록 하는데 환경에 민감하고 가격이 적절한 에너지원을 이용하게 될 수도 있을 것이다. 이들 국가들이 재생에너지원을 개발할 가장 높은 잠재력을 가지고 있지만, 필요한 투자를 동원하는 일이 미래 프로젝트의 성패를 가르는 중요한 요소가 될 것이다.

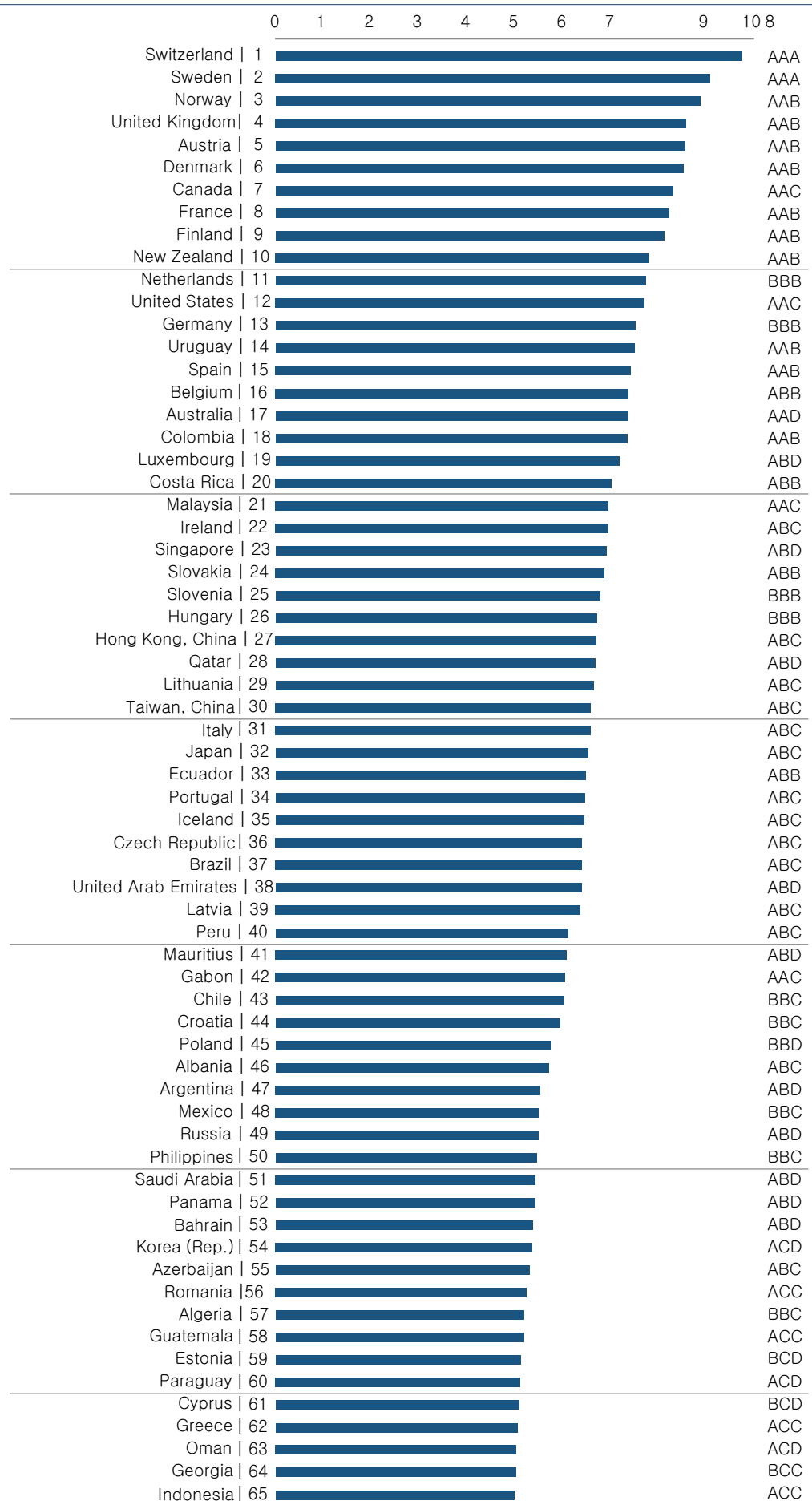
2015 에너지 trilemma 평가지표 결과는 상위 10위에 오른 국가들이 선진국들로서, 저탄소 혹은 제로 탄소 에너지원 전력 생산 비중이 높고, 이를 잘 구축된 에너지 효율성 프로그램이 뒷받침하고 있다는 사실을 보여준다(그림 2 참조). 이 같은 공통점을 넘어서면 원자력 에너지 사용에 있어서의 큰 격차와 같이 에너지원과 에너지 공급에 있어서 차이점이 존재한다. 이런 차이점들은 단일한 하나의 해결책은 없으며 각국은 적절한 경우에 사용할 수 있는 자국의 보유자원을 충분히 이용해야 하고 최종 사용자로 이어지는 가치사슬을 통해 에너지 지속 가능성을 지원해야 한다는 결론을 강화한다.

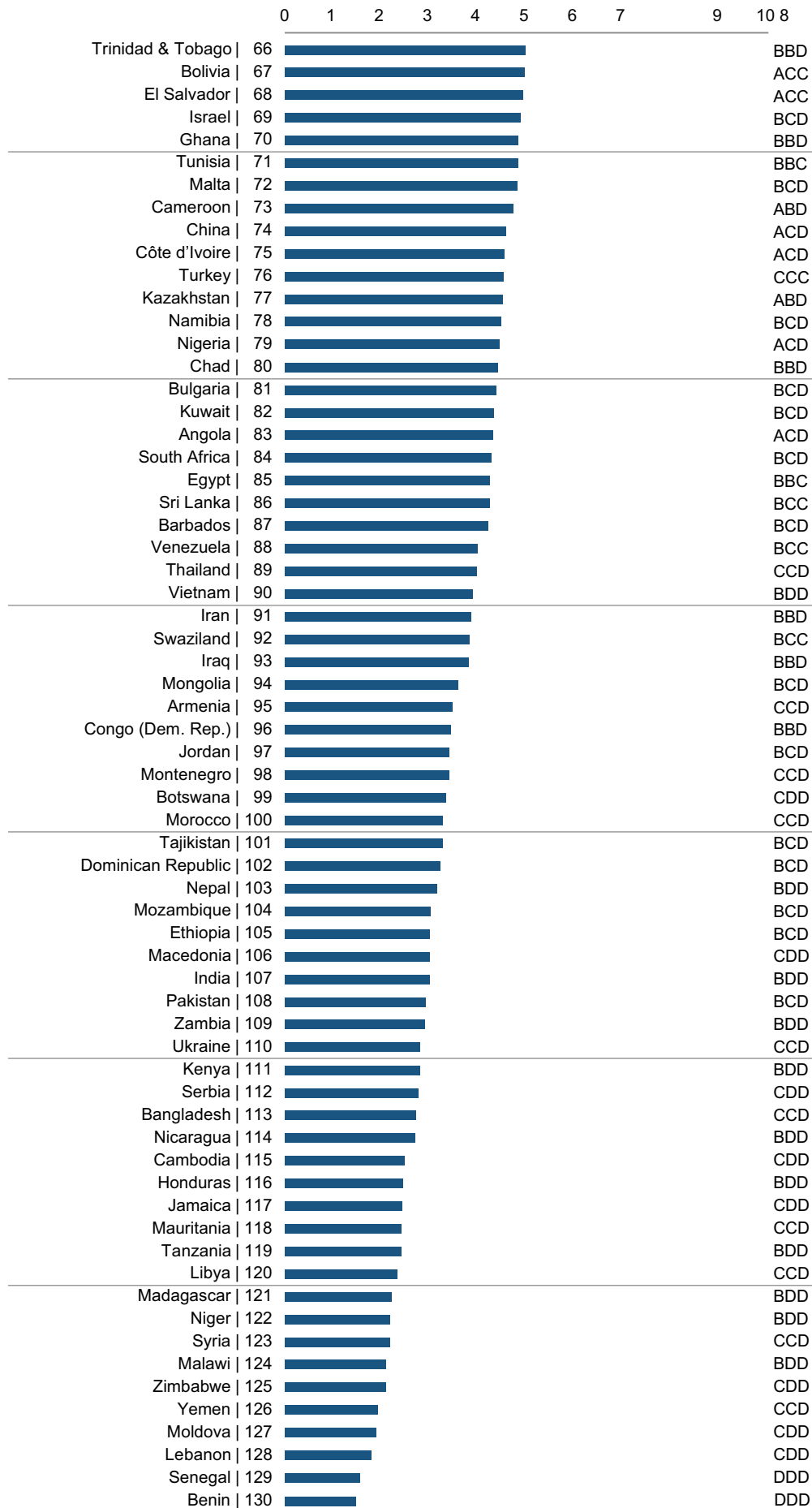
과거 5년간의 평가지표 결과를 들여다보면, 지속 가능하고 균형 잡힌 에너지 시스템으로의 전환이 서서히 이뤄지고 있다는 점이 분명해진다. 에너지 trilemma 전체 측면에 있어 진전이 가시적으로 나타나고 있다. 평균 글로벌 에너지와 킬로와트 시간당 CO₂ 배출로 측정되는 배출 정도가 미미하게 내려갔다. 평가 대상 국가들의 평균 전력 접근성이 높아졌다. 동시에 전력 공급의 품질도 미미하게나마 나아진 것으로 여겨진다. 전 세계적으로 많은 국가에서 휘발유 가격이 적정 수준으로 낮아졌지만, OECD 국가의 평균 전력 가격은 높아졌다.

그림1

2015 에너지 trilemma 평가지표 순위 및 종합점수

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015





에너지 수출입 의존도를 낮추기 위한 많은 국가들의 노력이 평가 대상 국가들의 데이터에 드러난다. 마찬가지로 많은 국가들이 한 가지 에너지원으로 전력을 생산하는데 의존하는 현재에서 화석연료·원자력·수력·재생에너지 믹스로 나아가는 방식으로 전력 생산을 다변화하는데 진전을 이루고 있다. 하지만 에너지원의 다변화가 곧 에너지 시스템 지속 가능성을 의미하는 것일까? 에너지 접근성, 재생에너지 비중, 에너지 효율성 향상률 모두가 긍정적인 발전을 보이고 있지만 진전 속도는 더디다. 속도를 낼 방법은 투자자들에게 확실성을 주는 국가 차원의 강력하고 안정적인 정책 프레임워크를 마련하는 길뿐이다.

그림 2

에너지 trilemma 평가지표 종합 10위 및 각 측면별 10위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015



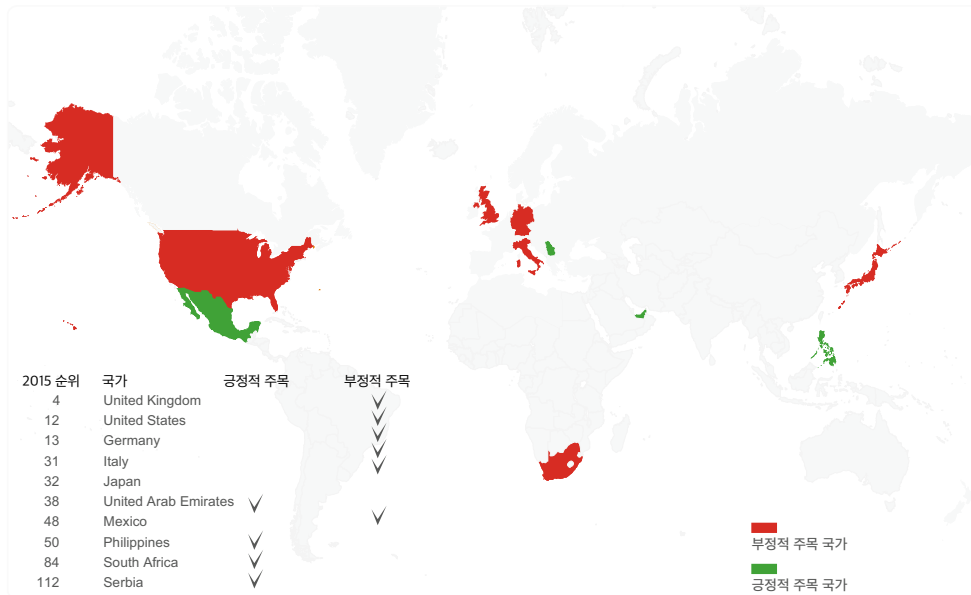
평가지표의 주목할 국가 리스트에 오른 국가들

2014년에 처음 도입된 주목할 국가 리스트는 가까운 장래에 자국의 에너지 trilemma 평가지표 성과에 있어서 상당한 변화 - 긍정적이든 부정적이든 - 를 겪을 가능성이 높은 국가들을 파악하기 위한 것이다. 데이터 수집·가공·배포에 제약이 있기 때문에, 본 리스트의 목적은 현재 각국의 에너지 분야에서 진행되고 있지만 평가지표에는 아직 포착되지 않은 전개 상황을 반영하기 위한 것이다. 최근 정책 변화, 예전에 없던 사건 또는 해결되지 않은 구조적 이슈 등을 고려하여 한 국가의 성과에 대해 전향적인 관점을 수립하기 위해 본 리스트는 선별된 평가지표들, 임시지표, 관련 국가별 데이터 등을 바탕으로 작성되었다.

그림 3

2015 World Energy Council 주목할 국가 리스트

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015



2015 주목할 국가 리스트에는 2014년 처음 목록에 올라 올해에도 여전히 World Energy Council이 주목할 국가 리스트에 남아 있는 다음의 국가들을 포함한다:

- ▶ **독일**의 순위는 독일 에너지 시스템 전환을 위한 계획의 영향을 지속적으로 받고 있다. 에너지 시스템 전환 계획에는 재생에너지 전력 생산 비중을 높이고 1차 에너지 사용과 CO₂ 배출을 줄이며 원자력 발전(2012년 전력 생산 믹스의 16%)을 2022년까지 단계별로 폐쇄하는 내용이 포함되어 있다.¹¹ 현재 에너지 시스템에 필요한 투자액은 2033년까지 4천7백억 달러로 추산된다.¹² 에너지 서비스 가격이 올라감에 따라 독일의 에너지 형평성 실적은 이미 지난 5년간 하락세를 면치 못하고 있다. 에너지 안보 및 환경지속성 분야에서 일어나는 추가 변동 사항은 향후 평가될 것으로 예상된다.
- ▶ **이탈리아**는 원자력 발전을 거부하고 석탄 사용을 줄이고 있지만 재생에너지 개발은 제한적이다. 이러한 상황에서 이탈리아가 점점 더 자국의 에너지 공급을 천연가스 쪽으로 옮기고 있기 때문에 이탈리아는 앞으로 수입 에너지에 더 의존하게 될 것이다. 이탈리아는 에너지 수요를 충족하기 위해 2025년까지 대부분의 에너지 자원을 수입하게 될 것으로 전망된다.¹³ 이탈리아의 에너지 안보와 에너지 형평성 부분의 실적은 향후 평가에서 더 떨어질 것으로 예상된다.
- ▶ **일본**에서 후쿠시마 원자력 발전소 사고 이후 에너지 공급을 둘러싼 불확실성은 원자력 규제위원회 (NRA)의 안전 검사를 통과한 발전소를 재가동하기 시작한다는 계획에도 불구하고 여전히 남아있다. 원자력 발전소 재가동에 대한 동의를 인접 지역의 지방 정부

11. U.S. Energy Information Administration (EIA), 2012: International energy statistics (www.eia.gov)

12. Oliver Wyman, 2014: Financing Germany's Energy Transition (Oliver Wyman journal)

13. Italian Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation: Energy, the Italian outlook (www.est.it/mae/it/politica_estera/temi_globali/energia/situazi_italiana.html)

및 도지사로부터 쉽게 얻을 수 있을지 여부는 여전히 미지수로 남아있다. 후쿠시마 사고가 일본 전력 발생원 믹스에 주목할 만한 영향을 끼쳤고, 이로 인해 전력 생산에 더 많은 화석 연료가 들어가게 되어, 환경도 악영향을 받고 있다. 일본의 전반적인 실적이 떨어져서 2011년 13위에서 2015년 32위로 주저앉았다. 이와 같은 하락세는 앞으로의 에너지 공급에 대한 확실성이 더 분명해지기 전까지 몇 년간 계속될 것으로 전망된다.

▶ **멕시코** 정부는 2014년 민간 분야가 멕시코의 자유경쟁 에너지 시장에 전면적으로 참여할 수 있도록 허가하는 헌법 개정 및 관련 법 개정을 승인했다. 이에 따라 멕시코 에너지 분야는 두 가지 전환을 동시에 진행해야 하는 도전 과제에 직면하게 되었다. 독점적 구조를 자유경쟁 시장 체제로 전환하는 것이 하나, 고탄소에서 저탄소 경제로 전환하는 것이 다른 하나이다. 이들 변화를 진행하는 것은 어려운 시도이지만 멕시코의 전반적 에너지 trilemma 성과는 개혁이 이행됨에 따라 향상될 것으로 전망된다.

▶ **아랍에미리트(UAE)**는 석유와 천연가스 매장량이 풍부함에도 불구하고 저탄소 에너지 솔루션에 대대적으로 투자하고 있다. 최근 프로젝트 중에는 5.4기가와트급 원자력 발전소 건설, 재생에너지 목표 설정, 에너지 수요 저감 및 에너지 효율성 목표 설정, 중동지역 최초의 녹색성장 계획 수립 등이 포함된다. 2015년 8월부터 휘발유와 경유에 대한 보조금을 철폐하기로 한 최근 발표는 연료 소비를 합리화하고 천연자원을 보존하며 환경을 보호하고 국가 재정에 도움이 될 것으로 예상된다.¹⁴ 더 나아가 UAE는 에너지 trilemma가 제공하는 프레임워크를 기반으로 전국에 적용될 일관성 있는 에너지 정책 개발을 진행 중이다. 에너지 안보와 환경지속성 측면에서 상당한 개선이 이뤄짐에 따라, 에너지 측면들 전반에 걸친 UAE의 성과에 변화가 일어날 것으로 보인다.

▶ **영국(UK)**은 에너지 공급을 확보하는데 있어 어려운 과제에 직면해 있다. 국내 화석 연료 생산이 꾸준한 하락세를 보이고 있고, 원자력 발전소가 하나 둘씩 가동을 멈추고 있으며, 수많은 석탄 화력 발전소들도 유럽법규 개정에 따른 변화 때문에 문을 닫아야 하게 됐다. 더 나아가 노후한 인프라와 빠듯한 예비용량 여유폭 때문에 2014/2015 겨울철 에너지 공급을 보장하기 위해서 국가 전력망 사업자는 입찰을 포함한 특별 대책을 수립해야 한다. 영국의 에너지 안보분야 성과는 이와 같은 제약들을 아직 반영하지 않고 있어, 향후 순위가 내려갈 것으로 예상된다. 게다가 풍력과 태양열에 대한 기준가격지원제도의 갑작스런 철폐는 이들 분야에 대한 투자를 저해하여, 에너지 공급원에 대한 더 많은 다양성 확보와 환경지속성 향상이라는 영국의 목표에도 영향을 끼칠 것이다.

회원국들의 지원을 받아 World Energy Council은 2015년에 주목할 국가 리스트에 추가할 다음의 국가들을 파악하는데 도움이 됐던 엄선된 질적 지표들에 대한 정보를 수집했다. 필리핀, 남아프리카 공화국, 세르비아, 미국이 새로 리스트에 오른 국가들이다. 질적 지표에 대한 추가 정보는 부록 A를 참조하기 바란다.

▶ 1990년대 후반에 이뤄진 규제완화 개혁 이후, 필리핀은 지난 5년간 긍정적인 트렌드를 목도해 왔다. 신재생에너지원 15% 이상¹⁵, 연료 수입 의존도 감소, 전력 접근성 비율 증가,

14. Carpenter C and Khan S, 2015: U.A.E. Removes Fuel Subsidy as Oil Drop Hurts Arab Economies (Bloomberg, 22 July 2015)

15. EIA, 2012: International energy statistics

전력 공급 품질 향상, 에너지 집중도 및 배출 집중도의 지속적 감소 등을 포함한 전력 생산 포트폴리오 다양화를 통해 필리핀은 엄청난 진전을 이뤘다. 그러나 태풍 Yolanda(2013) 및 태풍 Glenda(2015) - 데이터 미반영- 등과 같은 이상 기후 현상이 반복됨에 따라 에너지 안보와 에너지 신뢰도가 영향을 받게 되고, 향후 몇 년 간 필리핀이 이뤄낼 긍정적 경향이라는 성과까지 타격을 받을 수 있다.

- ▶ 2014년 12월에 도입된 **세르비아**의 신규 법안 Energy Law 2014(Official Gazette 145/2014)에는 독점을 철폐하고 전위(轉位)를 포함한 에너지 사용 전 분야에 시장경쟁 체제를 도입하는 내용이 담겨있다. 이 법률이 집행된다면 향후 몇 십 년 동안 세르비아의 전반적 에너지 trilemma 성과가 향상될 것으로 기대된다.
- ▶ **남아프리카 공화국**의 에너지 시스템은 용량 부족과 불안정한 전력, 석탄, 액체 연료 공급 등의 문제를 겪고 있다. 전력 수요가 지속적으로 증가하는데 비해 빠른 매장량, 형편없는 유지관리 관행, 연료 제약, 더딘 신규 용량 추가 등의 상황으로 인한 전력 공급 위기가 가장 눈에 띈다. 남아공의 주요 전력 회사는 아프리카 최대 경제국의 상점 및 공장 폐쇄와 항공편 지연사태로 이어지는 전국적 규모의 정전을 피하기 위해 순환 전력 평균 분배, 즉 로드 쉐딩을 실시해 왔다.
- ▶ **미국** 에너지국이 4년에 한 번씩 발간하는 Quadrennial Energy Review는 노후한 에너지 송배전 및 저장 시스템을 둘러싼 우려 사항들을 집중 조명한다. 미국의 노후한 전력망과 저장시설은 미국이 에너지 수입국에서 수출국으로 변모함에 따라 변화하는 에너지 전망에 의해 더욱더 영향을 받고 있다. 허리케인 • 가뭄 • 눈보라 • 홍수 등과 같은 이상 기후에 점점 더 노출됨에 따라 이에 대한 대책에 필요한 투자가 이뤄지지 않는다면 장비 손상 • 고장 • 전력 차단 등과 같은 사건이 앞으로 늘어날 것이다. 평균 기온 상승은 미국의 수자원 시스템에도 스트레스를 주고, 가동에 대량의 물이 필요한 기존 전력 생산에 위협을 가할 수 있다.¹⁶ 게다가 대부분의 화력 발전소 및 원자력 발전소들이 최소 30년 이상 가동되어 왔는데, 평균 가동 수명이 40년에 불과하기 때문에 앞으로 이들 발전소가 대체될 필요가 있을 것이다.¹⁷ 미국이 조만간 에너지 수출국이 될 것이라는 전망에도 불구하고, 수명이 거의 다 된 발전소들의 존재는 향후 몇 년 간 하락세를 면치 못할 미국의 에너지 안보에 위협이 된다.

16. Fahey J, 2013: U.S. Electrical Grid Report Calls For More Spending; Cites Climate Change And Aging Infrastructure, Huffington Post, 8 December 2013

17. EIA, 2011: Age of electric power generators varies widely, 16 June 2011

3. 지역별 분석결과

에너지 trilemma 평가지표의 세 측면 전반에서 나타나는 성과의 가변성은 각국이 직면한 에너지 문제의 고유성 정도를 보여준다. 에너지 시장 및 환경지속성 이슈들이 가지는 초국가적 성격은 이전 보고서에서 부각됐던 해당 국가의 과거까지 아우르는 시각을 필요하게 만든다. 에너지 리더들은 에너지 자원과 인프라 및 법규에 지역적으로 조정된 접근법을 채택하기 위한 기회들을 검토할 필요가 있다고 강조했다.

본 섹션은 지역별 도전 과제는 물론 2015 평가지표에 나타난 각 지리구(地理區)에 속한 국가들의 평균적인 결과를 나타낸다.

표 1

지리구들 사이의 핵심 매트릭스 비교

출처: World Energy Council/Oliver Wyman

지리구		1인당 GDP (PPP, US \$)	산업 분야 (총 GDP의 %)	TPEP/TPEC ¹	전력 접근 가능한 인구 비율 (%)	에너지 가격 합리성 (US\$ per kWh) ²	에너지 집종도 (koe per US\$, PPP)	배출 집종도 (kCO ₂ per US\$, PPP)	1인당 CO ₂ 배출
아시아	아시아	21,851	29.8	0.82	90.1	0.19	0.14	0.29	5.12
	고GDP 국가	43,737	27.1	0.56	99.9	0.19	0.14	0.32	9.84
	저GDP 국가	7,261	31.7	0.99	83.5	–	0.14	0.28	1.97
유럽	유럽	29,486	26.7	0.69	100.0	0.23	0.15	0.29	5.85
	서유럽	42,313	23.5	0.58	100.0	0.25	0.14	0.22	6.88
	동유럽	17,774	29.6	0.79	100.0	0.19	0.17	0.36	4.90
라틴 아메리카 & 카리브해		13,670	26.5	0.90	94.0	–	0.14	0.26	3.66
중동 & 북 아프리카	중동 & 북 아프리카	34,347	42.0	1.88	96.2	0.15	0.14	0.35	10.70
	GCC 국가	58,708	48.1	2.01	98.7	0.15	0.17	0.38	18.45
	비GCC 국가	21,059	39.0	1.82	95.0	–	0.13	0.34	6.83
북 아프리카		37,993	28.4	1.12	99.7	0.11	0.15	0.34	11.75
사하라 이남 아프리카		5,454	27.8	4.53	40.3	–	0.21	0.18	0.92
글로벌 평균		22,031	29.5	1.65	85.5	0.21	0.16	0.27	5.26

표 2

GDP 그룹간 핵심 매트릭스 비교

출처: World Energy Council/Oliver Wyman

GDP 그룹	1인당 GDP (PPP, US \$)	산업 분야 (총 GDP의 %)	TPEP/TPEC ¹	전력 접근 가능한 인구 비율 (%)	에너지 가격 합리성 (US\$ per kWh) ²	에너지 집종도 (koe per US\$, PPP)	배출 집종도 (kCO ₂ per US\$, PPP)	1인당 CO ₂ 배출
그룹 I	52,304	31.3	1.16	99.5	0.23	0.16	0.29	11.78
그룹 II	22,102	29.6	1.06	98.1	0.18	0.14	0.31	5.68
그룹 III	10,172	33.0	1.36	90.4	—	0.13	0.29	2.57
그룹 IV	3,127	24.3	3.24	49.8	—	0.21	0.19	0.56
글로벌평균 ³	22,031	29.5	1.65	85.5	0.21	0.16	0.27	5.26

1. 총 1차 에너지 생산 대비 총 1차 에너지 소비 비율로서, 한 국가의 에너지 수출입 정도를 보여준다.

2. '-'는 해당 지역에 너무 많은 국가들이 있는데, 본 지표용으로 사용 가능한 데이터가 부족하다는 사실을 의미한다.

3. 130개 회원 전체 평균이 본 평가지표에 포함되어 있다.

그림 4

에너지 trilemma 분석결과: 아시아

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



저GDP 국가들

저GDP 국가들	고GDP 국가들
Armenia	Australia
Azerbaijan	Hong Kong, China
Bangladesh	Japan
Cambodia	Korea (Rep.)
China	Malaysia
Georgia	New Zealand
India	Singapore
Indonesia	Taiwan, China
Kazakhstan	
Mongolia	
Nepal	
Pakistan	
Philippines	
Sri Lanka	
Tajikistan	
Thailand	
Vietnam	

아시아

세계 최대의 대륙인 아시아는 가장 많은 인구가 살고 있는 곳이기도 하다. 수많은 다양한 경제국가들이 포진해 있는 이 지역에는 저개발국가, 빠르게 성장하는 개발도상국, 고도 선진국

등이 두루 포함된다.

아시아에는 에너지 순 수입국과 순 수출국이 혼재되어 있으며 에너지 수요 및 소비가 거의 모든 국가에서 증가할 태세로, 2050년까지 전 세계 총 45%~48%에 이를 것으로 전망된다.¹⁸ 1차 에너지 공급도 증가하기 시작, 2050년까지 90% 정도 성장할 잠재력이 있는데 주로 남아시아·중앙아시아·동아시아, 특히 중국과 인도가 이와 같은 성장세의 중심에 자리한다.¹⁹ 많은 국가에 매장량이 존재하고 관련 인프라가 마련되어 있는 상황에서 석탄이 지배적인 연료로 남을 확률이 높다. 사회가 더욱 동력화(動力化)됨에 따라 대량의 석유와 천연가스 수입이 필요할 것이다. 2012년 전 세계 온실가스(GHG) 배출의 거의 50%가 아시아 국가에서 이뤄졌는데, 중국이 최대 배출국이다.²⁰

경제 성장을 촉진하고 늘어나는 인구의 에너지 니즈를 충족시키기 위해 계속 화석 연료를 사용하면 중기적으로 배출이 늘어나는 결과가 나타날 것이다. 그러나 전력 생산에 재생에너지를 사용하는 경우가 지속적으로 늘어나고 있는데, 이와 같은 현상은 저 GDP 국가에서 더 높게 나타난다. 2014년 재생에너지에 대한 전 세계 투자의 거의 절반 정도가 아시아에서 이루어졌는데, 중국에 8백 30억 달러 이상의 투자가 이뤄졌다. 이는 2013년과 비교했을 때 2백 80억 달러가 늘어난 수치이며, 인도를 포함한 기타 아시아 국가에 5백 60억 달러가 추가적으로 지출됐다.²¹

GDP가 높은 아시아 국가들과 GDP가 낮은 아시아 국가들 사이에는 에너지 형평성 부분에 큰 격차가 존재한다. 많은 수의 GDP가 낮은 경제국들이 자국민이 현대적 에너지 서비스에 접근하도록 하는 일에 여전히 어려움을 겪고 있기 때문이다. 전 세계적으로 전기의 혜택을 누리지 못하는 11억 명의 인구 중 2억 4천만 명 이상이 인도에 살고 있다.²²

환경지속성 성과도 GDP가 낮은 국가의 지속적인 도전 과제로 남아있다. 특히 좀 더 산업화 된 중국, 인도네시아, 태국, 인도, 베트남 등의 국가에서 두드러진다. 이들 국가에게 점점 더 중요한 문제로 대두되는 것은 증가하는 에너지 수요를 저탄소 방법을 사용한 전력 생산과 지속적인 에너지 효율성 증가에 초점을 맞추어 충족시키는 것이다. 이산화탄소 배출 정점을 2030년경 찍고, 그 정점을 가능한 앞당기기 위해 노력한다는 목표를 세운 중국²³과 같은 국가들이 맹세하여 전국적으로 결정된 조치들은 다른 아시아 국가들이 이와 같은 선례를 따라 2015년 말 파리에서 열리는 COP21 준비의 일환으로 자국의 자발적 온실가스 감축기여방안 (INDCs)를 제출하도록 자극할 수도 있다.

향후 몇 년 동안 정부가 취할 조치에 따라 이산화탄소 배출이 2050년까지 30% 이상 점진적으로 감소하거나 75% 이상 증가할 수 있다(그림 4 참조). 아시아 에너지 분야의 우선 순위가 높은 조치들은 각국의 에너지 및 경제 분석결과에 따라 에너지 접근성 증대에서부터 적극적인 수요 관리를 비롯한 에너지 공급 및 수요 측면의 효율성 향상에 더욱 강조점을 두는

18. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

19. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

20. World Resource Institute (WRI), 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

21. United Nations Environmental Programme/Bloomberg New Energy Finance, 2015: Global trends in renewable energy investment

22. Sustainable Energy for All, 2015: Global tracking framework

23. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

것에 이르기까지 다양하게 뻗어 있다. 에너지 공급의 변화, 예를 들어 원자력 발전을 늘린다던가 에너지 믹스에서 재생에너지 비율을 늘리는 등의 공급 변화를 사회적으로 수용하는 일을 추진하는데 장애가 되는 요소들이 많은 국가들에 존재한다. 특히 이상 기후 현상에 대한 완화 조치뿐만 아니라 적응을 통해 에너지 시스템의 회복력을 키우는 일은 매우 중요한 것으로 여겨진다.²⁴

그림 5

2050년까지 아시아 CO₂ 배출 전망치

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

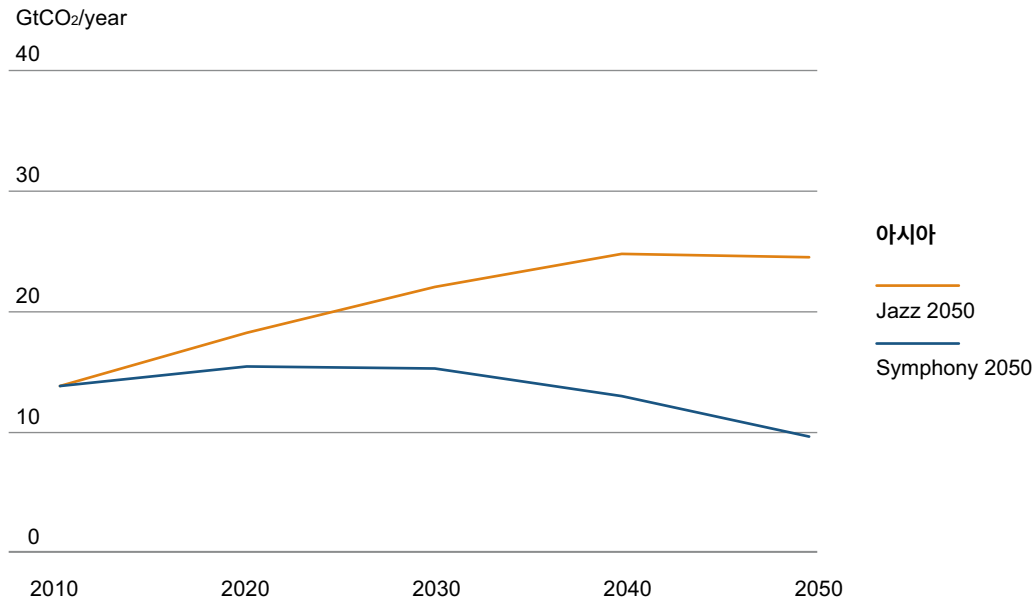
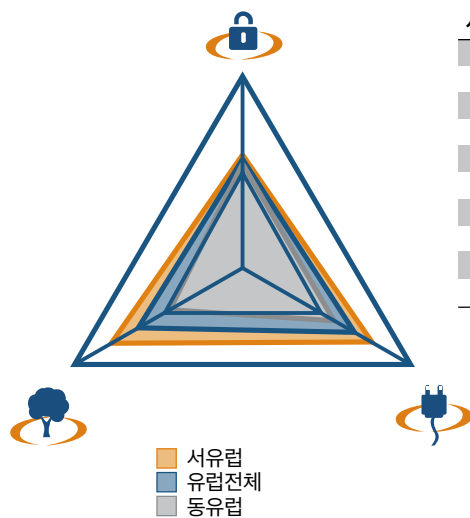


그림 6

에너지 trilemma 분석결과: 유럽

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



서유럽

Austria	Luxembourg
Belgium	Malta
Cyprus	Netherlands
Denmark	Norway
Finland	Portugal
France	Spain
Germany	Sweden
Greece	Switzerland
Iceland	Turkey
Ireland	United Kingdom

동유럽

Albania	Moldova
Bulgaria	Montenegro
Croatia	Poland
Czech Rep.	Romania
Estonia	Russia
Hungary	Serbia
Latvia	Slovakia
Lithuania	Slovenia
Macedonia	Ukraine

유럽

최근 있었던 세계 경기 침체에 뒤이어 유로존의 GDP는 2014년 다시 0.8% 상승했고, 이 성장세는 계속 이어져 2015년에는 1.5%, 2016년에는 1.7%로 각각 늘어날 것으로 전망된다.²⁵ 동유럽과 중부유럽 및 터키의 GDP 성장은 계속해서 견실할 것으로 예측되는데, 2015년을 거쳐 2016년까지 3.1%~3.6%에 이를 것으로 기대된다.²⁶ 이는 저렴한 석유 가격이 주도하는 민간 분야 소비 증가로 뒷받침되는 예측이다.²⁷ 향후 35년간 유럽의 GDP가 최소 75%에서 최대 100%까지 성장세를 보일 것으로 기대되는 반면 유럽의 에너지 수요는 대체적으로 변함없이 그대로일 것으로 예상되는데, 이는 대부분 에너지 효율성 향상에 기인한다.

대부분의 유럽 국가들은 순 에너지 수입국으로서 대규모 화석연료 천연 매장량이 부족한 상태이다. 그러나 유럽은 여전히 에너지 안보를 상대적으로 잘 유지하고 있는 편인데, 이는 에너지 소비 증가를 잘 억제하고 전력 생산 포트폴리오를 다변화하려는 노력을 의식적으로 기울이고 있기 때문에 가능하다. 수력을 포함한 재생에너지원이 이미 유럽지역 전력 생산의 평균 23%를 차지하고 있다. 정책 불확실성과 보조금 부분에서 일어난 과거로 역행하는 변화의 결과로 2013년 재생에너지에 대한 투자가 36% 감소한 이후, 재생에너지 투자는 2014년 상당히 안정적인 5백 75억 달러 수준을 유지하고 있다.²⁹

비록 전기 접근성이 전 유럽 지역에 걸쳐 사실상 100%에 달하고 전력 서비스 품질이 대부분의 국가에서 신뢰할 만한 상태로 여겨지고 있긴 하지만, 점점 더 많은 가정이 연료 빈곤에 직면하고 있는 상황에서 증가하는 전기 요금과 휘발유 가격은 많은 유럽 국가들의 우려사항이 되고 있다. 또한 많은 유럽 국가들이 걱정하고 있는 바는 상승하는 에너지 가격이 자국 경제의 경쟁력에 타격을 주고 변화하는 소비자 선호에도 영향을 줄 것이라는 점이다.

지속적인 비공업화와 더 높은 에너지 효율성 및 더 많은 재생에너지 사용 등이 함께 어우러진 결과 유럽연합 국가들은 경제 성장과 GHG 배출을 분리해 낼 수 있었다.³⁰

야심 찬 GHG 배출 저감 목표, 재생에너지 비율 확대를 통한 에너지 믹스 다양화 달성, 에너지 효율성 향상 목표 등이 더 안전하고 청정한 에너지 시스템을 구현하기 위한 세 가지 핵심 수단이다. 2012년 전 세계 GHG 배출의 14%가 유럽 국가들로부터 나왔다.³¹ (UNFCCC와) EU 및 EU 회원국들에게 제출된 바에 따르면, 2030년까지 1990년과 비교해서 국내 GHG 배출을 적어도 40% 감축하는 구속력 있는 목표가 결의됐다.³²

2050년까지의 World Energy Council 시나리오는 향후 35년간 유럽 내 이산화탄소 배출이 최소 10%에서 최대 60% 줄어든 것으로 예측하고 있다(그림 6 참조). 유럽 에너지 분야에

25. IMF, 2015: World Economic Outlook (July 2015 Update)

26. IMF, 2015: Regional Economic Issues - Central, Eastern, and Southeastern Europe

27. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

28. EIA, 2012: International energy statistics (www.eia.gov)

29. United Nations Environmental Programme/Bloomberg New Energy Finance, 2015: Global trends in renewable energy investment

30. World Energy Council, 2015: World Energy Trilemma - Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

31. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

32. UNFCCC, 2015: INDCs as communicated by Parties (www4.unfccc.int/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx)

필요한 우선 조치는 GHG 배출 저감에서부터 에너지 효율성 향상 및 재생에너지 비율 증가를 통한 에너지 믹스 다양화까지 뻗어 있다. 경쟁력과 소비자 구매력 변화는 많은 유럽 국가들이 점점 더 걱정하는 사안이다.³³

그림 7

2050년까지 유럽 CO₂ 배출 전망

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

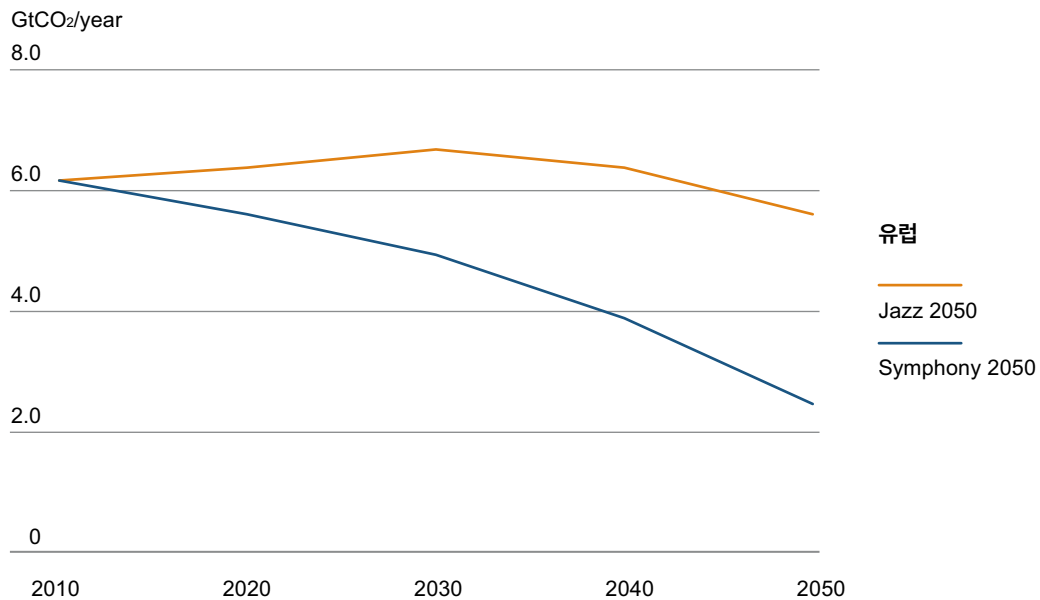
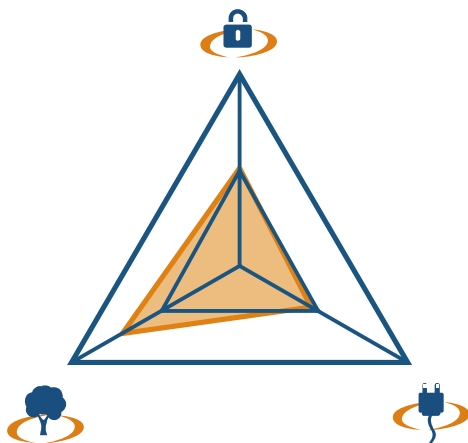


그림 8

에너지 trilemma 분석결과: 남아메리카 및 카리브해 지역

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



LAC 국가들

Argentina	Guatemala
Barbados	Honduras
Bolivia	Jamaica
Brazil	Nicaragua
Chile	Panama
Colombia	Paraguay
Costa Rica	Peru
Dominican Republic	Uruguay
Ecuador	Venezuela
El Salvador	

33. World Energy Council, 2015: World Energy Trilemma - Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

남아메리카 및 카리브해 지역

남아메리카 및 카리브해 지역(LAC) 국가들은 대부분 중·저소득 국가들로서, 일부는 세계에서 가장 빠르게 성장하는 경제국이다. LAC는 2015년 0.5%의 저조한 성장률을 보인 후 2016년에는 1.7%로 다시 상승할 것으로 예상된다.³⁴ 견실한 경제 정책 및 과거 10년 동안의 상대적으로 유리한 국제적 환경 덕분에 수천만 명의 사람들이 빈곤에서 벗어났지만 여전히 세계에서 가장 큰 소득 격차로 신음하고 있다.

LAC 지역에는 에너지 순 수입국과 순 수출국이 혼재되어 있는데, 에콰도르와 베네수엘라는 OPEC 회원국이다. 전반적으로 LAC는 에너지가 풍부한 지역으로 대량의 석유와 가스 매장량이 존재하고 활용 가능한 천연 재생에너지원도 풍부하다. 경제가 팽창함에 따라 에너지 소비가 지역 전반에 걸쳐 지속적으로 증가하고 있으며 에너지 수요도 늘어나 2050년까지 거의 두 배에 달할 것으로 예측된다.³⁵ 앞으로 에너지 수요 상승을 관리하는 일이 매우 중요해 질 것이다.

이 지역의 전체적인 에너지 형평성은 꽤 낮은 편이다. 전기 접근성이 상이하여 니카라과 인구의 거의 1/4이 현대적 전기 서비스 혜택을 누리지 못하고 있는데 반해, 좀 더 경제가 발전한 일부 국가들의 전화(電化) 비율은 거의 100%에 육박한다.³⁶ 보조금이 아르헨티나, 베네수엘라, 볼리비아, 에콰도르, 칠레 등 많은 국가에서 중요한 역할을 하고 있으며, 연료 보조금을 줄이려는 정부의 노력은 대규모 반발에 직면하여 대부분 실패로 돌아갔다.

2012년 이 지역에서 배출된 GHG는 전 세계 배출량의 약 9% 정도 밖에 되지 않았다.³⁷ CO₂ 배출은 2050년까지 점차적으로 30% 이상 줄어들거나 75% 이상 늘어날 수 있다(그림 8 참조). LAC 에너지 분야의 가장 큰 문제들 중 일부는 변화하는 기후 패턴과 점점 심화되는 물·에너지·식량 연계로 야기되는 문제들이다. 예를 들어 브라질, 베네수엘라, 콜롬비아의 가뭄, 칠레와 볼리비아 등에서 나타난 폭풍과 폭우 등은 남미 및 카리브해 지역 국가들의 에너지 인프라를 좀 더 자주 위협하고 있다. 이들 변화는 뉴 노멀에 적응하기 위한 연성 및 경성 회복 조치들의 이행을 필요로 한다.³⁸ 수문학적 패턴과 주기에 일어난 변화에 적응하기 위해 이 지역 국가들은 태양열과 풍력 에너지에 초점을 맞추는 동시에 화석 연료를 이용한 전력 생산을 늘려야 할 필요가 있을 것이다. 에너지원 사용 최적화를 위한 지역 통합은 지속 가능한 개발을 확실하게 할 일종의 기회이다.³⁹

남미와 카리브해 국가들이 사회적·경제적 불평등을 해소하고 개발의 혜택을 나머지 국민들에게도 확대하고자 노력하면서도 이 지역의 우수한 환경적 성과를 유지할 수 있는지 여부는 두고 봐야 할 일이다.

34. IMF, 2015: World Economic Outlook (July 2015 Update)

35. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios

36. Sustainable Energy for All, 2015: Global tracking framework

37. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

38. World Energy Council, 2015: The road to resilience - managing and financing extreme weather risks

39. World Energy Council, 2015: World Energy Trilemma - Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

그림 9

2050년까지 남미와 카리브해 지역의 CO₂ 배출 전망치

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

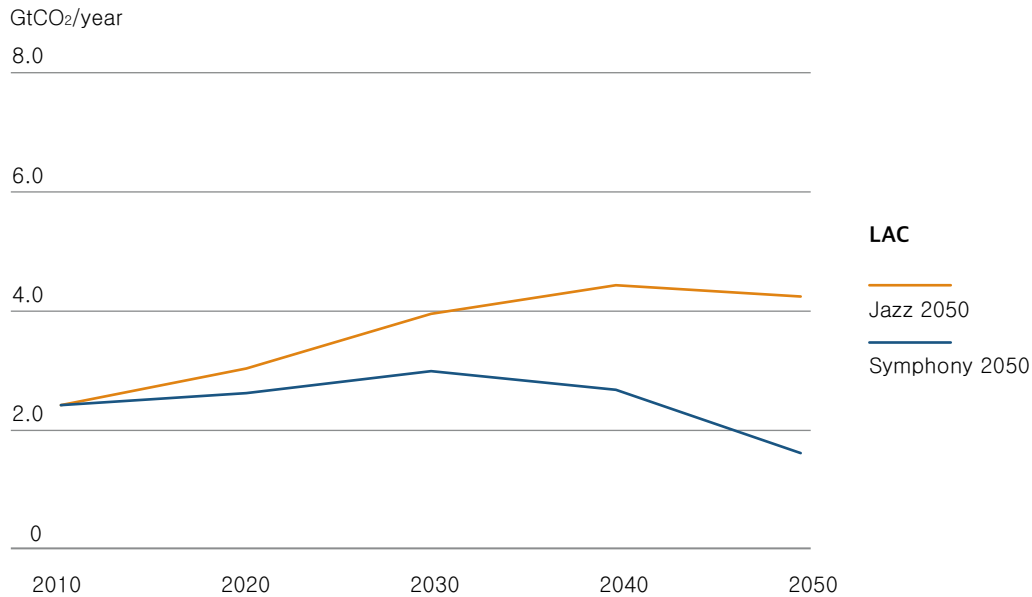
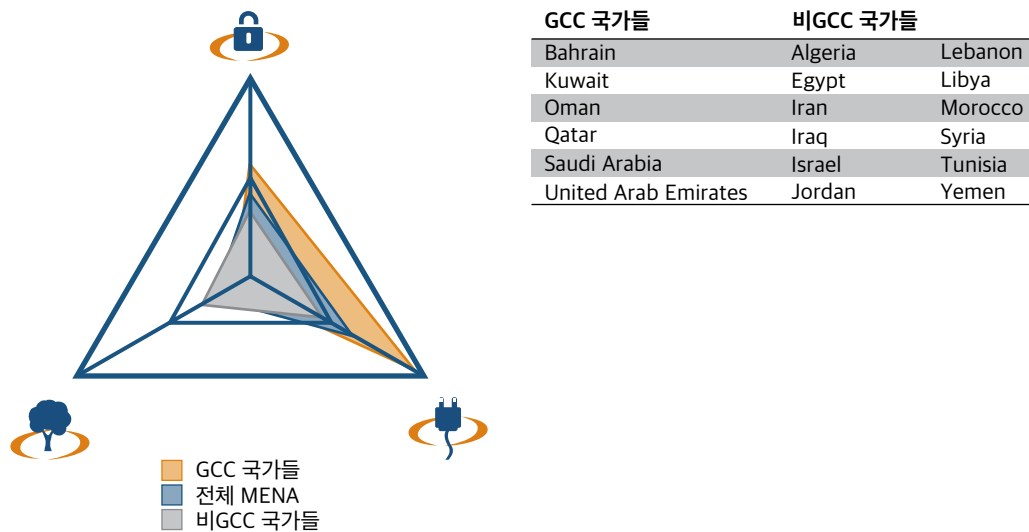


그림 10

에너지 trilemma 분석결과: 중동 및 북아프리카

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



중동 및 북아프리카

중동 및 북아프리카(MENA) 지역은 글로벌 에너지 산업에 필수적인 역할을 하고 있다. 전 세계 석유 매장량의 약 66%, 천연가스 매장량의 약 45%가 이 지역 국가들에 있는데, 대부분

걸프협력회의(GCC) 회원국에 집중되어 있다.⁴⁰ 이 지역 대부분의 국가들이 석유와 가스 수출에 크게 의존하는 경제 구조를 가지고 있지만, 일부는 최근 몇 년 동안 자국의 경제 구조와 에너지 믹스를 다변화하기 위한 조치들을 취해왔다.

이 지역의 광대한 전략적 석유와 천연가스 매장량에도 불구하고 12개 OPEC 회원국 중 8개국을 포함하고 있는 이 지역의 에너지 안보는 평균 수준에 머물러 있다. 이는 부분적으로 5년간의 높은 에너지 소비 증가율, 특히 GCC 국가들의 높은 에너지 수출 의존 경제, 그리고 현재 거의 전적으로 화석 연료에 의존하는 매우 낮은 수준의 전력 생산원 다양화 등으로 설명될 수 있다. 그러나 사우디아라비아, 아랍에미리트, 바레인 등과 같이 전통적으로 석유에 의존하는 걸프 국가들이 화석 연료로 쌓은 자국의 부를 활용하여 재생에너지 및 원자력 사용을 개발하는 방법을 통해 자국의 전력생산 연료 믹스의 다양화에 있어 부족한 부분을 해결해 나가고 있다. 이는 지난 1년간 유가가 하락 곡선을 그렸던 점을 감안하면 점점 더 관련성이 높아지고 있다.

출렁이는 원유가격, 변화하는 글로벌 에너지 공급과 수요, 대규모 인프라 프로그램, 증가하는 국내 수요 등이 중동 지역의 국영석유기업(NOCs)의 경쟁 지형에 영향을 끼치고 있다. NOC와 각국 경제는 강력하게 연결되어 있기 때문에 전략적 리스크를 효과적으로 헤쳐나가는 일에 이들 기업의 명운이 걸려있다.

정부의 선구적인 전략들에 지속적으로 자금을 대기 위해서 NOC는 반드시 견실한 리스크 거버넌스 관행을 개발해야 한다.⁴¹

세 가지 에너지 측면들 중 에너지 형평성이 이 지역 내에서 여전히 가장 강세를 보이고 있다. 전력과 휘발유 가격이 매우 저렴하고, 정부에 의해 인위적으로 낮은 가격에 고정되거나 보조금이 지급되는 경우가 종종 있다. 그러나 저가의 에너지는 에너지 효율성 향상이나 에너지 소비 감소를 장려하는데 별 도움이 안된다. 이 지역의 환경지속성 성과가 이를 반영한다. 배출 집중도와 에너지 집중도가 세계 최악의 수준에 머물러 있다. 한편 전력 생산으로 인한 CO2 배출도 엄청나게 높은 상태로 남아 있어 현재 원자력 또는 재생에너지 사용이 사실상 거의 없는 상태라고 볼 수 있다.

2012년 MENA 지역에 전 세계 GHG 배출 총량 중 7%의 책임이 있다.⁴² 그러나 에너지 배출이 향후 10년간 증가할 것으로 예상된다. 올바른 목표가 설정되고 정책 프레임워크가 개발된다면 CO₂ 배출이 2030년에 정점에 도달할 가능성이 있다. 그렇지 않다면 CO₂ 배출이 2050년까지 계속 증가할 수도 있다(그림 10 참조).⁴³ 에너지 안보 수준을 유지하고 환경 영향을 줄이기 위해서는 에너지 효율성과 에너지 믹스 분야 다변화에 반드시 더 많은 초점이 가야 한다. 에너지 시장 가치의 투명성을 높이면 수요 및 관련 이슈들을 더 잘 관리 하는데 도움이 된다. 게다가 에너지와 수자원에 대한 투명한 가격 책정도 물 부족 지역의 핵심 이슈인 에너지·물 연계를 해소하는데 도움이 된다.⁴⁴

40. World Energy Council, 2013: World Energy Resources

41. Oliver Wyman, 2012: Creating value under pressure: why national oil companies need risk management in a shifting environment

42. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

43. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050.

44. World Energy Council, 2015: World Energy Trilemma - Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

그림 11

2050년까지 중동 및 북아프리카 지역 CO₂배출 전망치

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

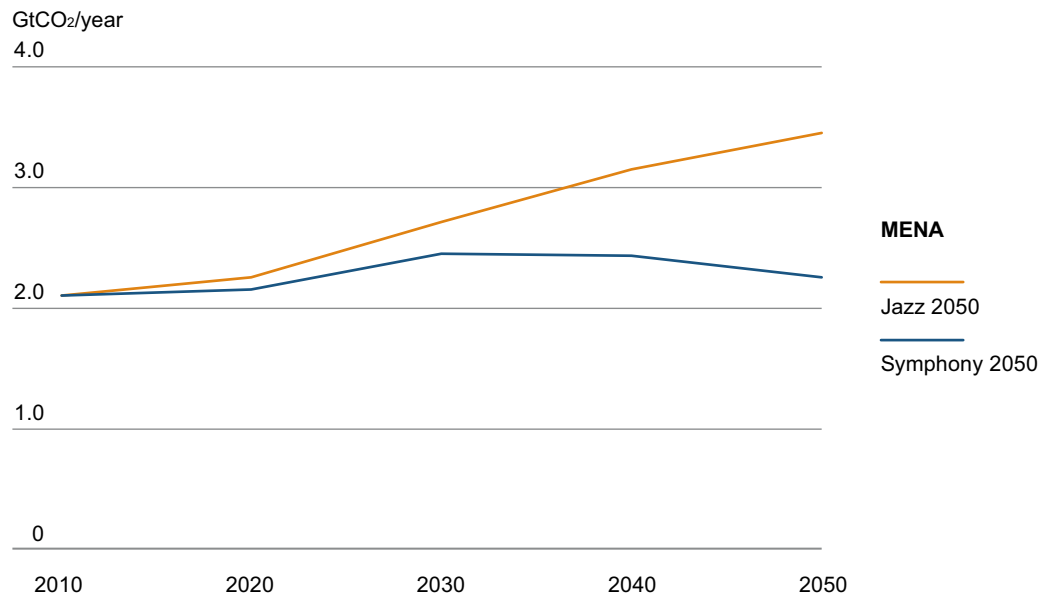
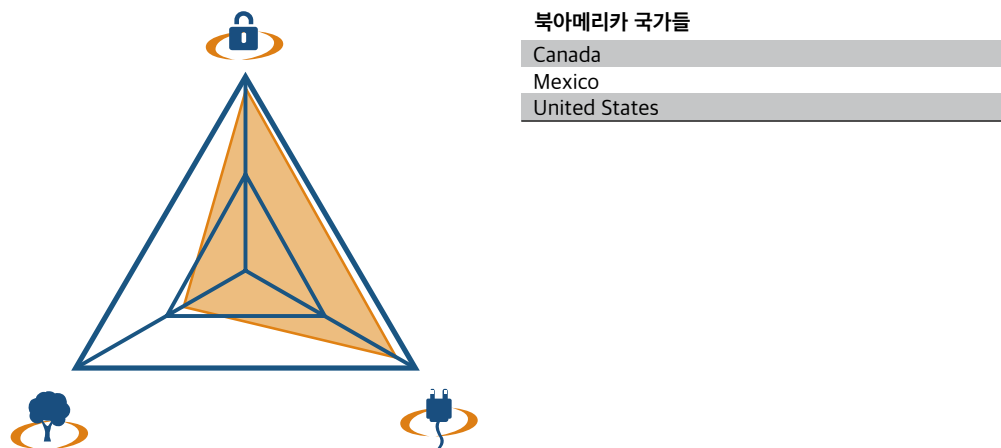


그림 12

에너지 trilemma 분석결과: 북아메리카

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



북아메리카

북아메리카 지역에는 캐나다, 미국, 멕시코가 있다. 캐나다와 미국은 둘 다 탈공업화된 성숙한 경제국인데 반해 멕시코는 빠르게 성장하는 현대적인 공업경제이다. 2015년에 북미 지역의 GDP는 최소 1.5%에서 최대 2.5% 성장할 것으로 기대되며, 2016년에는 최소 2.1%에서 최대 3.0%로 증가할 것으로 전망된다.⁴⁵ 3개국 모두 북미 국가들간의 무역 관세를 철폐한 1994

45. IMF, 2015: World Economic Outlook (July 2015 Update)

North American Free Trade Agreement (NAFTA)의 혜택을 톡톡히 봤다. 예를 들어, 멕시코 수출의 90%가 캐나다 아니면 미국으로 향한다. 북미 전 지역이 특히 최근의 글로벌 경제 불황의 타격을 심하게 받았으나, 경제 성장이 회복되고 있다. 아직 불황 전 수준을 회복하지는 못했지만 말이다.

비록 이 지역의 에너지 사용이 높지만 북미 지역 3개국은 상대적으로 자급률이 높은 편이다. 세 국가 모두 다량의 석유, 천연가스, 석탄, 수력 잠재력 등의 부존자원을 보유하고 있기 때문이다. 캐나다와 멕시코 모두 에너지 순 수출국이고, 미국은 빠르면 2020년 늦어도 2030년에는 에너지 순 수출국이 될 궤도상에 있다.⁴⁶ 올해 전반적으로 전력 생산 포트폴리오의 다양성이 향상 되었지만 전력 생산에 저탄소 및 재생에너지원을 사용하는 일은 여전히 혼재된 양상을 보인다. 멕시코가 여전히 자국의 전력 4/5를 화석 연료를 태워 얻고 있는데 반해 캐나다는 전력 니즈의 78%를 원자력·수력·기타 재생에너지를 사용하여 충족하고 있다.⁴⁷

북미 지역이 에너지 안보와 에너지 형평성 분야에서 높은 점수를 기록하고 있지만 환경지속성 분야에서는 뒤처져 있다. 멕시코와 미국은 계속해서 자국의 에너지를 활용한 전통적인 화력 발전에 의존하고 있다. 석탄 화력 발전소에 대한 규제를 변경하고 전력 생산에 천연가스 사용을 늘리는 조치 등과 함께 미국 내 경량 및 중량 자동차 표준 개선은 이미 줄어들고 있는 GHG 배출을 지속적으로 감축시킬 것이다. 수력·원자력·기타 재생에너지원 등이 전력 생산 믹스에서 높은 비중을 차지하는 캐나다는 거리상의 문제와 에너지 집약적 산업에 대한 높은 의존도 때문에 에너지 집중도와 배출 집중도가 높아 고전하고 있다.

2012년 북미 지역은 세계 GHG 배출의 약 14%에 대한 책임이 있었다.⁴⁸ 이 지역의 배출은 빠르면 2010년에 늦어도 2030년에 정점을 찍은 후 2010년 수준 혹은 그 보다 낮은 수준으로 내려올 것으로 예측된다(그림 12 참조). 북미 3개국 모두 에너지 수출 및 중공업용 에너지 생산에 크게 의존하고 있으므로 에너지 분야에서 CO₂ 배출을 저감하기 위한 노력은 에너지 수요 및 공급 양측 모두에서 에너지 효율성을 높이고, 탄소 포집 및 저장 기술과 같은 저탄소 에너지 솔루션 개발에 초점을 맞추게 될 가능성이 높다.⁴⁹ 북미 3개국 모두 2015년 말 파리에서 열리는 COP21 준비의 일환으로 자국의 자발적 온실가스 감축방안(INDCs)를 제출했다. 제출된 방안에는 GHG 배출을 저감하기 위해 완화 조치에 초점을 둔 경제 전반의 목표뿐만 아니라 기술 개발 및 기술 이전을 비롯한 적응 및 용량 증대를 위한 행동들이 포함되어 있다.⁵⁰

46. EIA, 2015: U.S. energy imports and exports to come into balance for first time since 1950s (15 April 2015)

47. EIA, 2012: International energy statistics (www.eia.gov)

48. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

49. World Energy Council, 2015: World Energy Trilemma - Priority actions on climate change and how to balance the trilemma

50. UNFCCC, 2015: INDCs as communicated by Parties

그림 13

2050년까지 북미 CO₂ 배출 전망치

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050

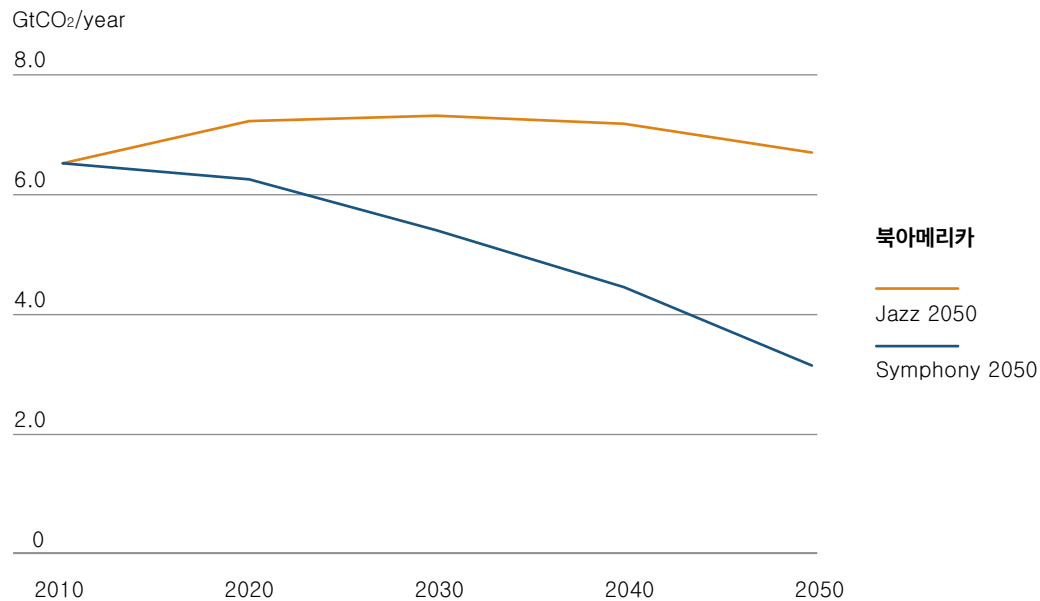
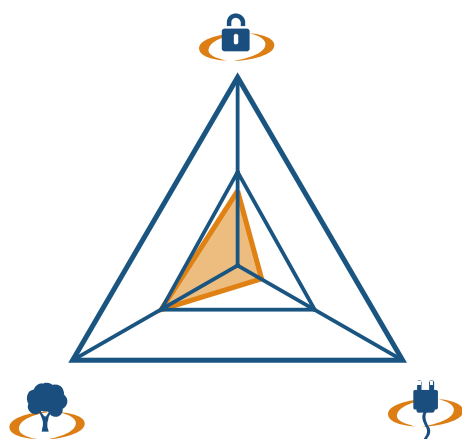


그림 14

에너지 trilemma 분석결과 : 사하라 이남 아프리카

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



사하라 이남 아프리카 국가들

Angola	Ghana
Benin	Kenya
Botswana	Madagascar
Cameroon	Malawi
Chad	Mauritania
Congo (Dem. Rep.)	Mauritius
Côte d'Ivoire	Mozambique
Ethiopia	Namibia
Gabon	Niger

사하라 이남 아프리카

사하라 이남 아프리카 지역의 경제 성장이 강세를 유지할 것으로 예상된다. 이 지역의 GDP 성장세는 2015년 4.4%, 2016년 5.1%로 전망된다.⁵¹ 그러나 이 지역은 또한 세계 최빈국도 포함하고 있는데, 1인당 GDP가 콩고 민주 공화국의 650달러에서 가봉의 2만2천 달러에

51. IMF, 2015: World Economic Outlook (July 2015 Update)

이르기까지 다양하다.⁵² 이 지역 경제는 대부분 석유, 가스, 석탄, 우라늄, 광물, 보석의 원석 등 원자재와 자원 채취 및 농업에 의존하고 있다. 많은 사하라 이남 아프리카 국가들은 또한 산업화와 제조업 기반 구축을 진행하고 있다.

에너지 안보 순위가 낮지만 (몇 가지 예외를 제외하고), 사하라 이남 아프리카 국가들의 에너지 형평성은 훨씬 더 낮다.⁵³ 이 지역의 에너지 trilemma 분석결과 중 가장 강세를 띄는 부분은 환경지속성인 것으로 보인다. 그러나 이는 주로 저 에너지 소비 수준을 반영한 결과로, 이들 국가 중 많은 수가 급격한 사회·경제 개발에 동반하는 에너지 수요 급등을 아직 경험하지 못하고 있기 때문이다. 이 지역의 에너지 수요는 점점 더 늘어나서 2050년까지 두 배 이상이 될 것으로 예측된다.⁵⁴

사하라 이남 아프리카 국가들은 화석 연료 및 재생에너지원, 특히 수력과 태양열 자원이 모두 풍부하다. 이 지역에는 OPEC 회원국인 앙골라 및 나이지리아와 같은 대형 산유국들과 전력 생산을 전부 혹은 거의 전적으로 재생에너지, 주로 수력발전에 의지하고 있는 여러 국가들이 포함된다. 이들 에너지원의 잠재력이 대부분 활용되지 않은 채 남아있는데, 이 지역 국가들이 이들 자원을 효율적으로 사용하기에는 제도적 장애가 크고 인프라가 미비하기 때문이고, 정치적 리스크와 윤리적 약점으로 인해 투자자들도 멀리 떨어져 있다.

사하라 이남 에너지 시스템에 대한 노력과 투자는 경제 성장과 삶의 질 향상 및 기대수명 증가 수단으로서의 에너지 접근성과 합리적인 가격에 초점을 맞출 필요가 있다. 2012년 이 지역의 이산화탄소 배출량이 세계 총 CO₂ 배출의 7%도 채 안될 정도이지만,⁵⁵ 정책 입안자들이 경제 개발에 대안적인 경로를 채택할 것을 고려하여 재생에너지 잠재력을 현실에 발현시키고 더욱 지속 가능하고 회복력 있는 에너지 시스템을 구축한다면 더 많은 혜택이 돌아올 것이다. 남아프리카 공화국이 이 지역의 다른 국가들 사이에서 단연 눈에 띈다. 55억 달러가 이미 투자된 남아공은 2014년 전 세계적으로 재생에너지 투자가 이뤄진 상위 10개국에 포함됐다. 전력 생산 분석결과에서 24%가 재생에너지인 케냐는 2014년 13억 달러의 투자를 유치했다.⁵⁶

이 지역 많은 국가들의 이산화탄소 배출도가 낮지만, 시나리오에 따르면 배출이 점차적으로 늘어 2050년에는 적게는 30% 많게는 140% 증가할 것으로 보여진다. 완화 조치에 초점이 덜 맞춰진 상황에서 많은 국가들이 적응 조치에 관심을 더 기울일 것을 요구하고 있다. 세계 평균 기온 상승이 앞으로 다가올 수십 년 동안 이 지역의 사회적·경제적 발전에 악영향을 끼칠 것으로 예상되기 때문이다. 지금까지 UNFCCC의 INDC 프로세스에 기여할 수 있는 능력이 있는 아프리카 국가들은 소수로서 베냉, 콩고, 에티오피아, 가봉, 케냐, 모로코 등의 국가들이 이에 해당된다.⁵⁷

52. IMF, 2015: World Economic Outlook database (data reflect GDP PPP per capita in 2013)

53. SE4All, 2015: Global tracking framework

54. World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios

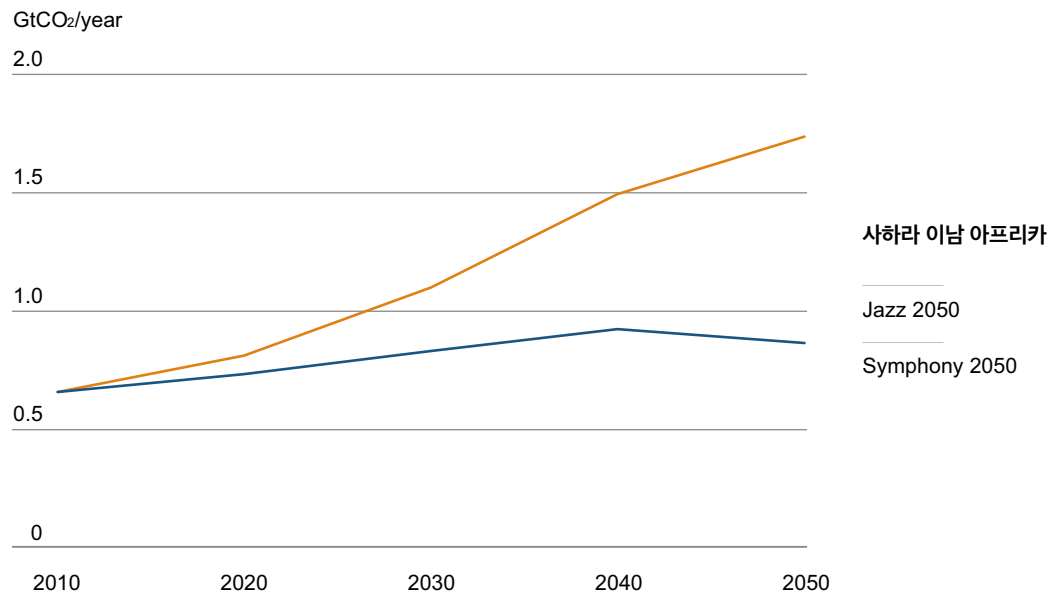
55. WRI, 2014: CAIT 2.0 - WRI's climate data explorer

56. United Nations Environmental Programme/Bloomberg New Energy Finance, 2015: Global trends in renewable energy investment

57. UNFCCC ad source

그림 15**2050년까지 사하라 이남 아프리카 국가들의 CO2 배출 전망치**

출처: World Energy Council, 2013: World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050



4. 지역간 분석결과

각국은 자국의 사회적·경제적 목표와 니즈뿐만 아니라 경제발전 단계, 부존자원, 국가 정책과 규제 등을 고려하여 에너지 trilemma의 균형을 잡기 위한 자체적인 경로를 채택하게 된다. 이와 더불어 각국은 자국의 에너지 분야를 위해 설정한 자체적인 목표 달성을 위한 구체적인 투자 요건을 가지게 된다. 그러나 패턴이 존재하니, 국가들을 유사한 에너지 trilemma 분석결과끼리 분류하여 그룹으로 묶어보면 정책 입안자들이 공통의 문제점에 대해 성공을 거둔 기존 혹은 새로운 접근법들을 파악하는데 도움이 될 것이다.

에너지 분야 전반이 직면하고 있는 도전 과제들을 더 잘 이해하려면 다섯 가지로 나뉜 분석결과 그룹을 살펴보아야 한다. 이 그룹들은 평가지표 분석을 통해 에너지 trilemma 특성과 도전 과제가 공통된 국가들을 파악하여 만들어진 것이다. 2013 에너지 trilemma 평가지표에 최초로 제시됐던 이 분명한 분석결과들은 전제조건이 유사한 다른 국가들에게 기준이 되는 가이드 역할을 한다(표 3 참조). ‘집단의 리더’는 예외로 하고, 그 밖의 그룹들은 한 국가의 절대적 성과가 아니라, 에너지 안보·에너지 형평성·환경지속성이라는 세 가지 측면에 대한 상대적이고 비교 가능한 성과를 바탕으로 이루어진 것이다. 더 나아가 각각의 그룹에는 다른 국가들보다 사회적·경제적 발전이 더 이루어졌지만 여전히 비슷한 에너지 문제에 직면하고 있거나 한때 직면했었던 국가들이 포함되어 있다.

여기에 더해, 클린에너지 장관회의 (CEM)에 참여하는 국가들을 위해 분석결과가 하나 만들어졌다. CEM은 고위급 글로벌 포럼으로서, 세 가지 글로벌 기후 및 에너지 정책 목표에 초점을 둔 정책과 방안을 촉진하기 위한 포럼이다. 세 가지 목표란 전 세계 에너지 효율성 향상, 청정 에너지 공급 강화, 청정 에너지 접근성 확대 등을 말한다. 참여하는 국가들은 전 세계 온실가스 배출의 75%, 글로벌 청정 에너지 투자의 90%를 차지한다.⁵⁸ 이들 국가는 또한 청정 에너지 기술에 대한 공공 연구 및 개발 대부분에 재정을 지원하고 있다. CEM 국가들의 에너지 trilemma 분석결과는 매우 다양하며, 그들이 직면한 도전 과제와 기회들도 마찬가지다. 참여 국가들 중 많은 수가 다섯 가지 에너지 trilemma 분석결과에도 또한 속해 있다.

58. Clean Energy Ministerial, 2015 (www.cleanenergyministerial.com)

표 3

에너지 투자 도전 과제의 다섯 가지 분석결과

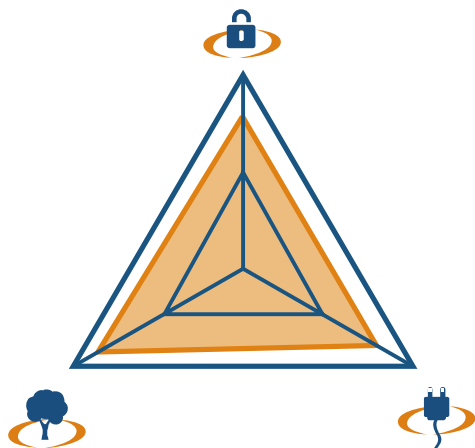
출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2014

	예시가 되는 대표적 회원국	에너지 trilemma 핵심 강점	에너지 투자 핵심 니즈와 도전과제
집단의 리더 (Pack Leaders)	스위스 스웨덴 영국	현재 사용중인 기존 시스템과 경제적 강점 덕분에 전반적으로 높은 성과와 균형 유지; 수십 년 전에 내린 투자 결정의 혜택	현 시스템 변경 및 성과가 높은 유틸리티 분야 유지; 에너지 수요 관리 및 에너지 효율화 지속
화석 연료 사용 (Fossil-fueled)	아랍에미리트 말레이시아 사우디아라비아	개발할 수 있는 화석 연료의 존재 덕분에 가능한 합리적 에너지 가격과 에너지 안보	에너지 사용 집중도가 덜한 상태로 지속적인 전환 자극; 석유 및 가스 탐사 비용 및 리스크 증가 관리; 변화하는 에너지 시장에 대응
고도 산업화 (Highly-Industrialized)	중국 멕시코 러시아	에너지 안보 및 강력한 GDP 성장	금융 시장 및 안전한 투자 프로파일 개발; 에너지 수요 관리 및 에너지 효율성 증대; 경제 성장 지원을 위한 에너지 시스템 투자 확대
수력발전 사용 (Hydro-powered)	브라질 콜롬비아 에티오피아	높은 재생에너지 사용은 저배출 및 높은 전화(電化)율로 귀결	금융 시장 및 안전한 투자 프로파일 개발; 에너지 수요 관리 및 에너지 효율성 증대; 경제 성장 지원을 위한 에너지 시스템 투자 확대
집단의 후위 (Back of the Pack)	세네갈 니카라과	화석연료에 전적으로 의존하는 경제 개발 방향에만 갇혀 있지 않는 국가들	국가 리스크 순위가 투자 잠재력을 훼손할 수 있음; 은행 자금 지원을 받을만한 프로젝트 개발, 국가 금융시장 역량 및 인적 자원 개발

그림 16

에너지 trilemma 분석결과 및 대표적 예가 되는 국가들: 집단의 리더

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



국가	평가지표순위	종합점수
Switzerland	1	AAA
Sweden	2	AAA
United Kingdom	4	AAB
Austria	5	AAB
Denmark	6	AAB
France	8	AAB
New Zealand	10	AAB
Netherlands	11	BBB
Germany	13	BBB
Spain	15	AAB

집단의 리더

‘집단의 리더’는 세 측면들의 종합점수와 에너지 trilemma 평가지표 종합순위 모두에 있어 가장 좋은 성적을 낸 국가들이다. 대부분의 국가들이 각각의 측면에서 전체 회원국들 중 상위 1/3에 랭크되어 있다.

집단의 리더는 모두 1인당 GDP가 높은 OECD 회원국들로서, 에너지 인프라 투자를 뒷받침하는 성숙하고 강력한 정치적·사회적·경제적 조건을 갖추고 있다. 이들 국가들은 GHG 배출 저감, 자국 전력 연료 믹스에서 재생에너지 비율 증가, 에너지 효율성 향상 등 일련의 구체적인 목표를 가지고 있다. 이는 자국의 환경 영향을 줄이고 에너지 안보를 강화시키기 위한 노력의 일환이다. 그러나 선도적인 이들 국가조차 심각한 에너지 이슈와 맞닥뜨리고 있어, 이들 국가가 미래에도 엘리트 그룹에 남아 있으리라는 보장은 어디에도 없다. 정책 입안자들은 올바른 시장 구조를 공들여 만들고 국내 자원과 자국의 역량을 반영한 전략을 기반으로 세워진 미래 지향적이고 신중한 에너지 정책들을 지원하고 성공적으로 실행해 나가야 한다. 이는 탈탄소화라는 목표를 달성하는 동시에 에너지 서비스 가격을 합리적으로 유지하고 경제의 경쟁력을 담보하기 위함이다.

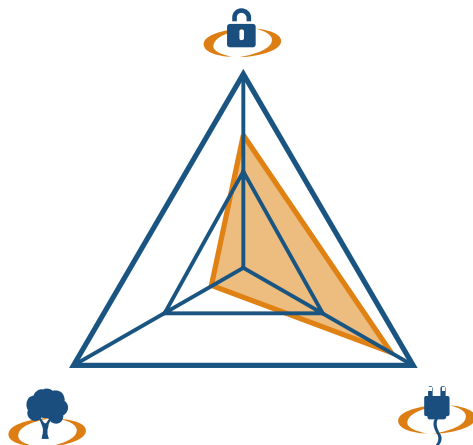
집단의 리더들이 직면하고 있는 거대한 도전 과제들 중 하나는 저탄소 경제로 전환하는데 필요한 변화를 주도하고 이에 대해 재정지원을 하는 것이다. 현 에너지 시스템은 새로운 리스크에 적응하기 위해서 교체되거나 구조가 조정되어야 한다. 예를 들어 풍력 및 태양열 에너지와 같은 분산적이고 간헐적인 재생에너지를 전력망에 통합시키는 것은 어려운 과제이다. 이들 재생에너지는 그 특성상 하루 동안 혹은 계절에 따라 변동이 심하고 정확한 예측을 필요로 하기 때문이다. 에너지 시스템의 유연성을 높이면서도 전력 공급의 신뢰성과 품질을 유지하는 것이 전기 시스템 전체에 제기된 새로운 필요 요건으로서, 전력망 인프라 개발이 적시에 이루어져야 할 것이다.

더 나아가, 집단의 리더 중 일부 국가에서 원자력 발전이 점점 더 대중의 우려 사항이 되고 있다. 정책 입안자들이 직면하고 있는 도전 과제들에는 원자력을 대체하고 저탄소 또는 제로탄소 에너지로 전력을 생산할 새로운 방법을 개발하는 것 등이 포함되어 있다.

그림 17

에너지 trilemma 분석결과와 대표적 예가 되는 국가들: 화석 연료 사용

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



국가	평가지표순위	종합점수
United States	12	AAC
Australia	17	AAD
Malaysia	21	AAC
Qatar	28	ABD
United Arab Emirates	38	ABD
Saudi Arabia	51	ABD
Oman	63	ACD
Kazakhstan	77	ABD
Kuwait	82	BCD
Egypt	85	BBC

화석연료 사용

‘화석연료 사용’ 국가들은 화석연료 부존자원이 풍부하여 전력 생산을 대부분 화석연료에 의존하는 경향이 있어, 이에 따라 전력생산 kWh당 CO₂ 배출이 상대적으로 높은 편이다. 이 그룹에 속하는 경제국들이 합리적 가격의 에너지와 안전한 에너지 접근성이라는 혜택을 누리고 있지만, 높은 1인당 에너지 소비는 높은 수준의 GHG 배출과 환경에 더 큰 영향으로 이어지고 있다. 화석연료 사용 분석결과와 예가 되는 국가들은 에너지 trilemma에서 에너지 안보와 에너지 형평성 쪽으로 기울어진 편향성을 전형적으로 보이는 반면 자국의 환경 영향을 최소화하는데 애를 먹고 있다.

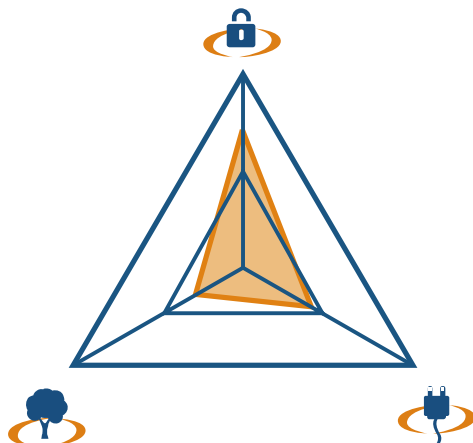
이 그룹은 일반적으로 에너지 수출국으로 가는 길목에 있는 미국을 비롯하여 사우디아라비아와 아랍에미리트 등의 에너지 수출국으로 구성되어 있다. 비록 화석연료가 전 세계적으로 최대 2050년까지 주요 에너지 믹스의 지배적 존재로 남아 있을 것으로 예상되지만, 이들 경제국들에게 도전 과제가 닥쳐오고 있다. 여기에는 2015년 이후의 의미 있는 기후변화 협약이 가져올 영향이 포함되는데, 에너지 안보 증진을 위해 에너지원을 다변화할 필요와 에너지 수요 관리 및 에너지 효율성 개선의 시급성 등이 이에 해당된다. 그러나 기회도 또한 존재한다. 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS)기술 개발에 대한 혼신의 노력을 통해 전력 생산과 연료 전환뿐만 아니라 산업에 대규모로 사용되는 화석 연료로부터 배출되는 GHG를 저감할 수 있다. 돌파구가 마련되면 이는 이들 국가의 에너지 trilemma 성과에 ‘게임을 바꾸는’ 영향을 가져올 수 있고, 2015년 이후의 기후 변화 협약 하에서 장기적이고 지속적인 화석 연료 활용이 가능하게 될 것이다.

이들 국가에게 탄소발자국을 줄이는 것이 특히 중요한 이유는 북미 지역에 나타나고 있는 더욱 극심한 기상 이변 현상 혹은 중동 지역의 수자원이 부족한 국가들에게 나타나는 에너지와 수자원 사이의 점점 더 복잡해지는 관계 등과 같은 새로운 리스크들에 이 국가들이 직면해 있기 때문이다. 에너지원의 다변화와 전력 생산의 탈탄소화는 이 그룹에 속한 국가들의 에너지 trilemma 분석결과에 균형을 잡기 위해 나아가야 할 필수적인 다음 단계이다. 예를 들어, 미국은 집단의 선두를 달리는 몇몇 국가들처럼 적극적인 2020 배출 목표를 설정했고, 셰일가스와 석탄 화력 발전을 감축한 결과, 이들 목표 달성으로 향해 한 발짝 더 다가서는 진전을 이루고 있다.

그림 18

에너지 trilemma 분석결과와 대표적 예가 되는 국가들: 고도 산업화

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



국가	평가지표순위	종합점수
Mexico	48	BBC
Russia	49	ABD
Philippines	50	BBC
Indonesia	65	ACC
Bolivia	67	ACC
Tunisia	71	BBC
China	74	ACD
Turkey	76	CCC
South Africa	84	BCD
Thailand	89	CCD
Vietnam	90	BDD
India	107	BDD

고도 산업화

‘고도 산업화’ 국가들은 대규모 제조업 분야가 있는 신흥 경제국들이다. 고도로 산업화된 분석결과를 잘 보여주는 국가들은 에너지 trilemma 균형에서 에너지 안보 쪽으로 많이 기울어진 양태를 보이고 있어, 에너지 형평성과 환경지속성을 보장하기 위한 진전이 필요한 상황이다.

이들 경제국들은 에너지 집약적이고 배출 집중적인 경제활동에 기반하고 있어, 평가지표 국가들의 평균인 1달러당 CO₂ 0.27kg를 37% 웃도는 평균 배출 집중도를 보인다. 이와 비슷하게, 본 분석결과 그룹의 평균 에너지 집중도도 집단의 리더들보다 33% 높다.⁵⁹ 이들 국가의 고속 경제 성장과 이에 따른 에너지 수요 상승이 자국민의 경제적 상황에 끼치는 영향이 심각한데 비해 1인당 에너지 소비는 여전히 낮다.

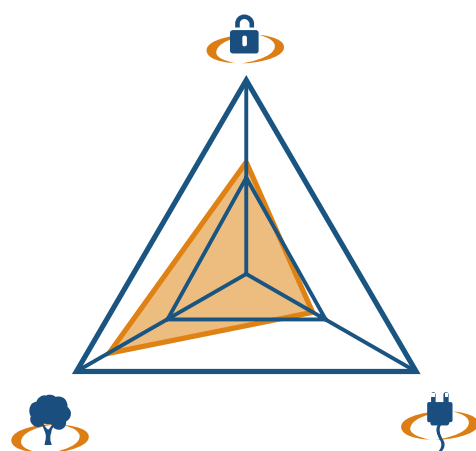
고속 경제 개발에 초점이 맞춰져 있지만, 환경지속성 성과를 향상시키는 일이 점점 더 중요도를 더해가고 있다. 증가하는 에너지 수요를 충족하기 위해 이 그룹에 속한 국가들 중 일부는 중국 또는 인도처럼 재생에너지원에 상당한 투자를 하기 시작했다. 에너지 믹스에서 재생에너지원의 비중을 높이면 국가의 환경 발자국을 줄이는데 도움이 될 뿐만 아니라, 에너지 안보를 강화하고 수입 에너지에 대한 의존도를 낮추는데도 도움이 된다.

이들 신흥 경제국에게 주어진 또다른 핵심 도전 과제는 에너지 접근성을 확대하고, 늘어나는 중산층 인구의 증가하는 에너지 니즈를 충족시키며, 모두가 에너지를 합리적인 가격에 누릴 수 있도록 보장하는 것이다. 발전 용량을 증설하고 에너지 자원을 확보하며 더 안정적인 에너지 서비스 제공을 위해 기존 송배전망을 업그레이드 하는 일 등이 이들 국가에게 숙제로 남아있다. 전기 송배전 시스템뿐만 아니라 발전 시설을 개발하거나 업그레이드 할 때 환경적 고려를 포함할 기회가 이들 국가에게 있다. 이는 장기적으로 자국 에너지 시스템의 지속 가능성에 도움이 될 것이다.

그림 19

에너지 trilemma 분석결과와 대표적 예가 되는 국가들: 수력발전 사용

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



국가	평가지표순위	종합점수
Uruguay	14	AAB
Colombia	18	AAB
Costa Rica	20	ABB
Ecuador	33	ABB
Brazil	37	ABC
Peru	40	ABC
Panama	52	ABD
Paraguay	60	ACD
Cameroon	73	ABD
Sri Lanka	86	BCC
Ethiopia	105	BCD

59. Enerdata/World Energy Council, 2013: Energy efficiency indicator database

수력발전 사용

이들 신흥 경제국들은 전력 생산의 평균 79%를 수력발전에서 얻고 있어, 모든 분석결과 그룹 중에서 수력발전 비중이 가장 높다.⁶⁰ ‘수력발전 사용’국가들의 에너지 trilemma 분석결과는 환경지속성 쪽으로 기울어 있지만, 이들 국가들의 에너지 안보도 합리적 수준의 관측은 성과를 보이고 있다.

수력발전 기반 국가들은 대부분 남아메리카 지역에 포진해 있는데, 이 지역에 수많은 강력한 강들이 흐르고 있기 때문이다. 일부 국가는 가뭄 때문에 타격을 입어 그 결과 에너지가 부족해 에너지 안보에 대한 우려를 부각시켰다. 수력발전과 관련된 리스크를 완화하기 위해서 많은 국가들이 비수력 재생에너지뿐만 아니라 에너지 안보와 합리적 에너지 가격을 유지하기 위해 상호보완적인 화력발전 비율을 높이려고 모색하고 있다.

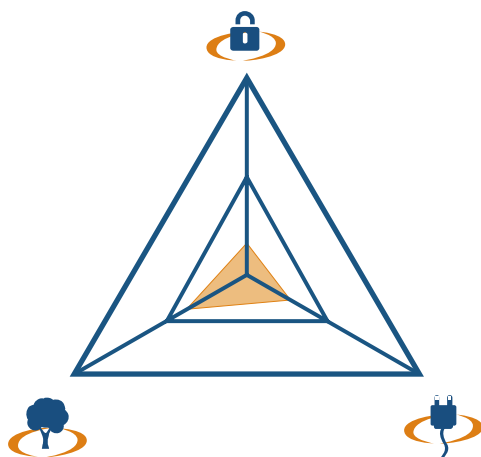
변화하는 수문학적 패턴과 주기에 적응하기 위해 수력발전 사용 국가들이 여러 전략을 채택하여 자국 에너지 시스템의 회복력을 높이려고 한다. 화석연료 발전(發電) 증설, 지역 통합 및 태양열과 풍력 에너지 개발에 대한 더 많은 초점 등을 이들 전략의 예로 들 수 있다.

대부분의 국가들이 여전히 개발도상에 있는 가운데, 이들이 직면한 도전 과제는 늘어나는 전력 수요를 맞추면서 낮은 환경 발자국을 유지하는 일이 될 것이다. 역사적으로 산업화가 진행중인 국가들이 경제 성장을 촉진하고 에너지 접근성을 확대하고자 진력할 때 환경에 대한 영향이 상당히 커지는 일이 있어왔다. 그러나 브라질, 파나마, 우루과이와 같은 수력발전 사용 국가들은 산업화와 환경지속성이 꼭 상호 배타적인 관계만은 아니라는 사실을 입증하고 있다.

그림 20

에너지 trilemma 분석결과와 대표적 예가 되는 국가들: 집단의 후위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



국가	평가지표순위	종합점수
Jordan	97	BCD
Morocco	100	CCD
Dominican Republic	102	BCD
Nepal	103	BDD
Nicaragua	111	BDD
Honduras	116	BDD
Jamaica	117	CDD
Libya	120	CCD
Yemen	126	CCD
Moldova	127	CDD
Lebanon	128	CDD
Senegal	129	DDD
Benin	130	DDD

60. EIA, 2012: International energy statistics

집단의 후위

‘집단의 후위’에 해당하는 국가들의 에너지 trilemma 분석결과는 뻘뻘하게 밀집되어 있고, 이들 국가는 세 가지 측면 모두에서 진전을 이루기 위해 고군분투하고 있다. 이 분석결과는 전 세계의 저개발국 및 개발도상국으로 대표된다.

낮은 에너지 사용과 관련 활동 저조로 인해 환경지속성은 다른 측면들의 성과에 비해 높은 편이다. 충분한 에너지 인프라와 석유 및 석유제품 비축물과 투자 등이 부재한 상황에서 국가들은 일반적으로 아직 고탄소 또는 화석연료 에너지 인프라에 갇혀 있지 않아 에너지 및 경제 개발에 좀 더 지속 가능한 접근법을 취할 수 있는 잠재력이 있다. 이와 같은 개발에 가장 방해가 되는 핵심 요소는 자금 및 인적자원 부족, 정치적 불안정, 높은 수준의 부패 등이다.

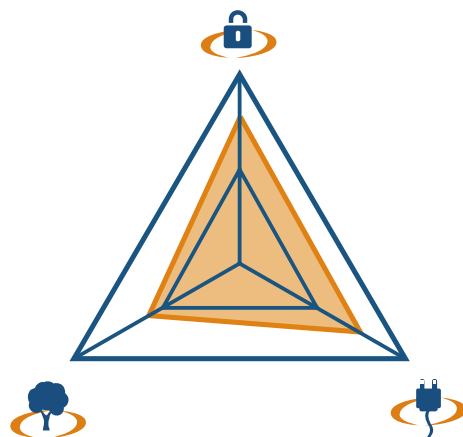
자본을 유치하고 자원을 활용하기 위해, 이들 국가는 반드시 투자를 뒷받침할 제도적 프레임워크를 개발해야 한다. 게다가 금융 투자와 에너지 프로젝트들은 반드시 국민에 의해 관리되어야 하는데, 많은 국가에서 인적 자원 부족이 은행 자금 지원이 가능한 프로젝트의 속도와 규모를 늘리는데 가장 큰 장애 요소로 기능하고 있다. 이들 국가 내에 관리 가능하고 과학적이며 공학적인 자본이 부족하다는 점이 많은 개발 노력의 핵심 주안점이 된다. 이런 측면에서 다국적 개발 은행들이 각국 정부와 함께 제도적 역량을 기르고 국내 금융 시장을 개발하고 재정적 보장과 지원을 제공하고 국내 인적 자원을 양성하도록 돕는데 핵심적 역할을 한다. 만약 올바른 투자 환경이 마련된다면 개발 기회는 상당할 것이다.

집단의 후위에 자리한 국가들이 직면한 도전 과제들이 엄청나긴 하지만 국내 에너지 분야 개발로 이들 국가가 경제 성장과 사회 발전 및 지속 가능성으로 향해 나아가는 여정을 시작할 수 있을 것이다.

그림 21

에너지 trilemma 분석결과: 클린에너지 장관회의(CEM) 국가들

출처: World Energy Council/Oliver Wyman



CEM 참가국

Sweden	Japan
United Kingdom	Italy
Norway	Brazil
Denmark	United Arab Emirates
Canada	Mexico
Finland	Russia
France	Korea (Rep.)
Germany	Indonesia
United States	China
Australia	South Africa
Spain	India

CEM 참가국들

클린에너지 장관회의(CEM)은 고위급 포럼으로서 국가들이 한 자리에 모여 정책과 모범 사례 장려에 국제적 협력을 증진하고자 하는 자리이다. 이는 전 세계적으로 에너지 효율성을 높이고 청정 에너지 공급을 확대하며 청정 에너지 접근성을 늘리기 위함이다. 참여하는 정부들은 글로벌 온실가스 배출의 75% 및 글로벌 청정 에너지 투자의 90%를 차지한다.⁶¹ 이들은 또한 청정 에너지 기술에 대한 공공 연구와 개발 대다수에 자금을 지원하고 있다. CEM 국가들의 에너지 trilemma 분석결과는 매우 다양하고 이들이 직면한 도전 과제와 기회들도 마찬가지로 다양하다. 참가국들 중 많은 수가 다섯 가지 에너지 trilemma 분석결과에도 또한 포함되어 있다.

연례 장관급 회의와 공공-민간부문 참여 및 연중 계속되는 이니셔티브들을 통해 CEM 국가들은 자국 에너지 시스템의 지속 가능성을 향상시키고자 협력한다. 이러한 메커니즘을 통해 청정 에너지 기술 진보를 꾀하려는 노력은 에너지 trilemma의 세 가지 도전을 해결하는데 있어 리더십의 수준을 보여준다. CEM은 통합, 인적 자원, 청정 에너지 공급, 에너지 효율성 등 4개 카테고리로 분류되는 13개 주요 이니셔티브들을 통해 작동한다. 이들 분야에서 이뤄지는 진보는 국가들이 에너지 trilemma 도전 과제를 극복하는데 도움이 될 수 있다. 향후 이들 국가의 경향을 주목해 볼 필요가 있을 것이다.

미국이 CEM 이니셔티브들의 반 이상을 주도하고 있지만, 중국 및 인도와 같은 신흥 경제국들을 비롯한 서구 유럽 국가들이 청정 에너지 기술로의 전환을 가속화 하는데 리더 역할을 수행하고 있다.

전 세계적으로 기후 변화에 맞서 싸우고 2015년 12월에 파리에서 열리는 기후 회담에 앞서 청정 에너지 기술 및 정책 개발에 박차를 가하기 위해 에너지 리더들이 미주 지역 에너지 및 기후 파트너십(ECPA)와 2015년 5월에 열린 제 6차 클린에너지 장관회의에서 몇 가지 새로운 이니셔티브들을 시작했다. 이는 저탄소 경제 성장을 도모하는 한편 기후 오염을 줄이기 위한 국가적 약속을 이행하도록 돕기 위한 것이다.

61. Clean Energy Ministerial, 2015 (www.cleanenergyministerial.com)

부록 A : 평가지표 방법론 및 종합점수

에너지 trilemma 평가지표는 환경을 민감하게 인식하는 에너지 시스템을 안정적으로 합리적인 가격에 제공할 수 있는 능력에 따라 국가들의 순위를 매긴다. 이 순위는 다양한 국가 차원의 데이터와 에너지 성과 및 관련 프레임워크를 포착한 데이터베이스를 기반으로 결정된 것이다. 에너지 성과는 수요와 공급, 에너지 접근성 및 가격 합리성, 해당 국가의 에너지 사용이 환경에 가져오는 영향 등을 고려하여 평가된다. 관련 지표들은 에너지 성과의 좀 더 광범위한 환경들을 감안하는데, 사회적·정치적·경제적 강점과 안정성 등이 포함된다.

각국에게는 또한 종합점수도 부여된다. 종합점수는 에너지 지속 가능성의 세 가지 측면 - 에너지 안보, 에너지 형평성, 환경지속성 - 들을 균등하게 잘 해결하고 그 성과가 높은 국가에 AAA를 부여한다. 그보다 못한 점수(예를 들어 BBC, CCD)들은 해당 국가가 에너지 trilemma의 균형을 잡기 위해 개선해야 할 분야가 어디인지 보여준다. 종합점수 시스템의 목적은 에너지 리더들이 불확실성과 리스크를 최소화하기 위해 필수적인 균형 잡힌 에너지 분석결과를 개발하기 위해 초점을 맞춰야 할 분야를 파악하는데 도움을 주는 것이다.

본 평가지표 분석으로 나타난 결과는 본 보고서에 포착된 - World Energy Council 회원 중 - 개별 국가들의 분석결과를 상호보완 하는 역할을 한다.

지표들은 연구 목표와의 높은 연관성과 제시된 낮은 상관관계 등을 바탕으로 선정되었으며, 많은 국가들을 포함하기 위해 신뢰할만한 출처로부터 나온 것이다. 본 평가지표는 또한 35개 비회원 단체들을 포함하며, 130개 회원의 성과를 측정한다. 사용된 데이터 국제에너지기구(IEA), 미국 에너지부 산하 에너지 정보국(US Energy Information Administration), 세계은행(World Bank), 국제통화기금(International Monetary Fund), 세계경제포럼(World Economic Forum), 에너데이타(Enerdata), 세계 에너지 협의회(World Energy Council) 및 기타 기구들이 포함된다.

본 평가지표의 구조와 23개 지표들의 범위가 그림 A-1에 나타나 있다. 60개 이상의 데이터 세트가 23개 지표 개발에 사용되었다. 본 평가지표는 3:1의 비율로 에너지 성과 측에 가중치를 두고, 동일한 가중치를 가지는 각각의 측면에 대한 점수가 자신의 측 안에서 매겨진다.

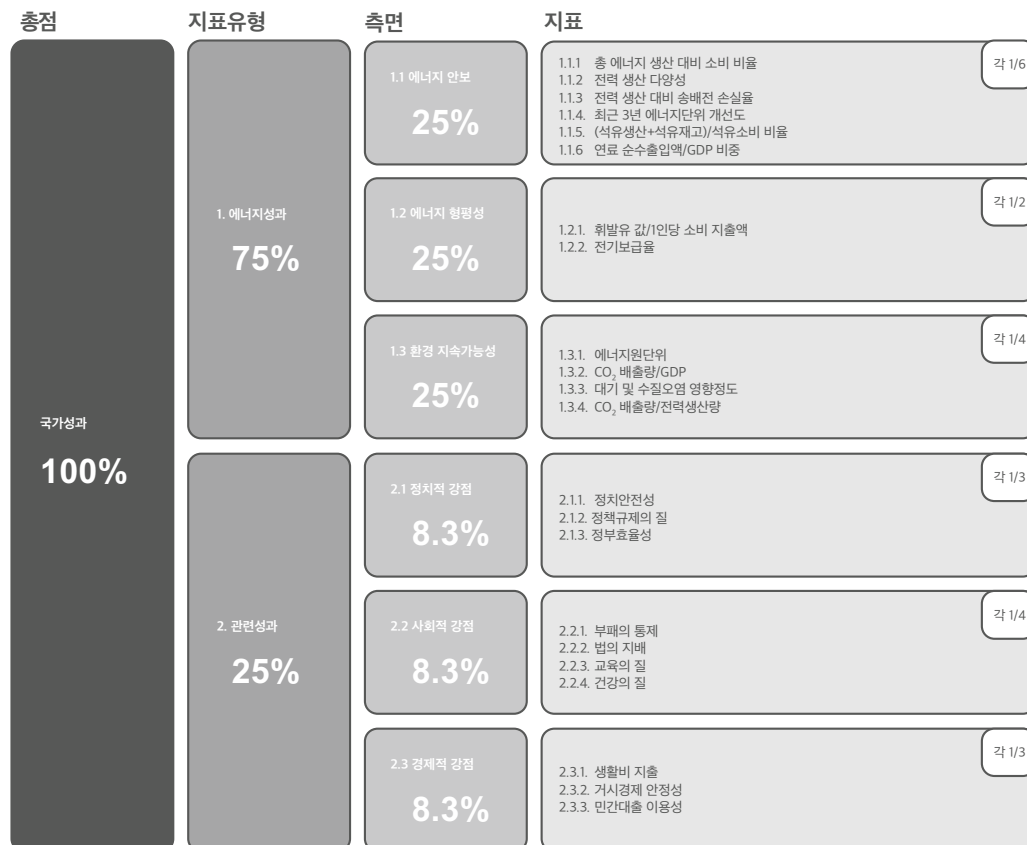
전반적으로 본 평가지표는 각국의 상황에 맞게 그동안 적용됐던 에너지 정책의 종합적인 영향을 보여주고 각국이 이룩한 에너지 지속 가능성 성과의 현재를 포착한다. 특정 정책의 효과를 전체 국가에 걸쳐 비교하기란 대단히 어려운 일이다. 각각이 자국의 실정에 맞는 독특한 일련의 정책들과 상호작용을 하기 때문이다. 그러나 정책들이 가져온 결과를 종합적이고 광범위하게 측정하는 것은 가능하다. 예를 들어, 일인당 에너지 집중도가 유사한 수준인 국가들이 자국의 환경 영향을 완화하는데 어떤 성과를 보이는지 혹은 전반적인 1인당 전력사용이 어떠한지 등은 가능하다.

세 가지 측면의 국가별 종합점수에 대한 세부내용, 추가적인 핵심 매트릭스 및 국가별 분석 내용 등은 온라인 www.worldenergy.org의 국가 분석결과에서 찾아볼 수 있다. 방법론 전체는 요청이 있을 경우 제공될 수 있다.

그림 A-1

평가지표 구조

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2014



평가지표 구조와 지표 선정

평가지표 구조와 지표 선정에 적용된 일련의 지적이고 실용적인 원칙들은 다음과 같다.

1. 관련성 : 프로젝트 목표라는 맥락에서 국가의 상황에 대한 통찰을 제공할 수 있는 지표들을 선택하거나 개발했다.
2. 특수성 : 각 지표들은 보강이 필요하지 않는 한, 탐구 대상 이슈의 여러 면에 초점을 맞추고 있다.
3. 균형 : 각 측면 (그리고 평가지표 전반의 측면들) 내의 지표들은 다양한 이슈들을 포함하고 있다.
4. 관련 민감성 : 다양한 국가들의 상황(예를 들면 부의 정도, 국가의 크기 등)을 포착하는 지표들은 적절한 경우에 구매력 평가(PPP) 기준 GDP 및 1인당 GDP로 표준화 되었다.
5. 범위 : 85%의 World Energy Council 회원국에게 데이터를 제공하는데 개별 지표들이 필요하다. 전체 지표들의 최소 75%에 적용 가능한 데이터가 있는 국가들만 평가지표 계산에

- 포함되었다.
6. 신뢰성 : 가장 최신 정보를 담고 있는 믿을 만한 출처에서 나온 지표들만 엄선했다.
 7. 비교 가능성 : 한 지표를 계산하기 위한 데이터는 국가들 사이의 비교를 위해 하나의 출처에서 추출됐다.

데이터 업데이트

본 평가지표는 23개 지표들을 개발하는데 사용된 60가지 데이터 세트에 기반하고 있다. 일부 지표들이 하나의 데이터 세트에서 파생된 반면 그 밖의 지표들은 두서너 가지 이상의 하위세트의 결합으로 구성됐다.

가능한 경우에는 데이터가 업데이트 됐다. 그러나 데이터 수집·가공·보급 상의 제약으로 인해 현재 평가지표는 일반적으로 2011년부터 2014년까지의 데이터를 반영하고 있다. 본 평가지표의 결과들에 영향을 끼칠 수 있는 최근의 세계 이벤트들이 완전히 포착되지는 않았다. 정책들이 완전히 실행되는데 일반적으로 2~3년이 걸리는데, 그 효과가 확실히 나타날 때까지 더 오랜 기간이 걸릴 수도 있다.

대다수의 지표들이 매년 혹은 반년에 한 번씩 업데이트되지만 일부 지표들은 비정기적으로 검토되거나 업데이트 간격이 더 길다. 비정기적 업데이트들은 때때로 개별 지표 결과에 상당한 변화를 가져와, 그 결과 측면별 순위도 변하게 된다.

예를 들어, World Bank의 국제비교프로그램(ICP)은 지금까지 두 차례만 발간됐다. 첫 번째는 2005년의 결과를 담은 것이고 두 번째는 2011년의 결과를 발간한 것이다. ICP는 국제적으로 비교 가능한 가격과 규모 단위를 구매력 평가에 기반하여 구성요소 지출이 포함된 GDP 용으로 생산한다. 최근 발간된 ICP에는 이전에는 포함되지 않았던 국가들이 추가되어 있다. 아르헨티나와 레바논과 같은 국가들은 더 이상 포함되어 있지 않다. 2014년 평가지표 결과에서 볼 수 있듯이, 데이터 업데이트 및 특정 국가들을 위한 데이터 사용 가능성의 변화는 본 평가지표의 에너지 형평성과 경제적 안정성 측면의 기저를 이루는 지표들에 상당한 변화를 초래했다.

신규 구매력 평가 벤치마크를 위한 2011 ICP 조사를 출간한 이후 International Monetary Fund는 World Economic Outlook의 구매력 평가 가중 예상치와 구매력 평가 가치로 평가된 GDP를 업데이트 했다. 이와 같은 변화는 때때로 GDP 대비 TPEC 비율의 5년 CAGR(1.1.4)을 비롯하여 주요 에너지 총 집중도(1.3.1)와 이산화탄소 배출 집중도(1.3.2) 등의 지표가 상당히 변하게 되는 결과를 초래한다.

GDP 그룹별 평가지표 결과

또한 본 평가지표의 각 측면들에 부(富)가 어떤 영향을 끼치는지 이해하기 위해 국가들을 4개 경제 그룹으로 분류했다.

- ▶ 그룹 I: 1인당 GDP (PPP)가 US\$ 33,500 초과인 경우
- ▶ 그룹 II: 1인당 GDP (PPP)가 US\$ 14,300 ~ US\$ 33,500인 경우
- ▶ 그룹 III: 1인당 GDP (PPP)가 US\$ 6,000 ~ US\$ 14,300인 경우
- ▶ 그룹 IV: 1인당 GDP (PPP)가 US\$ 6,000 미만인 경우

그림 A-2부터 A-5는 각 GDP 그룹에 속한 각국의 순위를 나타낸다.

그림 A-2

GDP 그룹 I에 해당하는 국가들의 순위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015

GDP 그룹순위	국가	수입국/ 수출국	  			2015 평가지표
			에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성	
1	Switzerland	I	10	5	1	1
2	Sweden	I	16	17	9	2
3	Norway	E	33	18	6	3
4	United Kingdom	I	4	30	21	4
5	Austria	I	44	9	11	5
6	Denmark	E	2	57	12	6
7	Canada	E	1	2	71	7
8	France	I	41	13	13	8
9	Finland	I	23	16	51	9
10	New Zealand	I	29	35	47	10
11	Netherlands	I	31	36	46	11
12	Unites States	I	10	1	95	12
13	Germany	I	25	46	44	13
14	Belgium	I	50	26	41	16
15	Australia	E	6	14	110	17
16	Luxembourg	I	105	3	31	19
17	Ireland	I	72	43	14	22
18	Singapore	I	120	15	25	23
19	Hong Kong, China	I	90	8	66	27
20	Qatar	E	36	4	101	29
21	Taiwan, China	I	54	12	96	30
22	Italy	I	63	50	23	31
23	Japan	I	83	19	49	32
24	Iceland	I	93	23	34	35
25	United Arab Emirates	E	47	6	103	38
26	Saudi Arabia	E	49	7	120	51
27	Bahrain	E	51	11	128	53
28	Korea (Rep.)	I	101	20	94	54
29	Oman	E	81	10	123	63
30	Kuwait	E	98	27	116	82

그림 A-3

GDP 그룹 II에 해당하는 국가들의 순위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015

GDP 그룹순위	국가	수입국/ 수출국	  			2015 평가지표
			에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성	
1	Uruguay	I	18	44	4	14
2	Spain	I	55	23	24	15
3	Costa Rica	I	64	53	2	20
4	Malaysia	E	19	24	76	21
5	Slovakia	I	26	34	50	24
6	Slovenia	I	45	40	40	25
7	Hungary	I	40	38	39	26
8	Lithuania	I	76	39	22	29
9	Portugal	I	62	68	26	34
10	Czech Republic	I	22	31	98	36
11	Brazil	I	43	78	17	37
12	Latvia	I	84	45	19	39
13	Mauritius	I	106	49	8	41
14	Gabon	E	8	96	10	42
15	Chile	I	57	51	81	43
16	Croatia	I	77	41	33	44
17	Poland	I	32	32	104	45
18	Argentina	I	9	103	30	47
19	Mexico	E	37	61	80	48
20	Russia	E	15	37	108	49
21	Panama	I	104	54	15	52
22	Azerbaijan	E	11	67	74	55
23	Romania	I	20	75	97	56
24	Estonia	I	66	64	100	59
25	Cyprus	I	103	29	83	61
26	Greece	I	86	21	88	62
27	Trinidad & Tobago	E	61	33	111	66
28	Israel	I	116	25	87	69
29	Malta	I	129	55	64	72
30	Turkey	I	71	73	79	76
31	Kazakhstan	E	28	48	118	77
32	Bulgaria	I	48	80	112	81
33	Barbados	I	114	47	84	87
34	Venezuela	E	74	56	72	88
35	Iran	E	58	28	124	91
36	Iraq	E	39	42	115	93
37	Montenegro	I	118	72	93	98
38	Botswana	I	124	98	86	99
39	Libya	E	89	99	99	120
40	Lebanon	I	122	123	91	128

그림 A-4

GDP 그룹 III에 해당하는 국가들의 순위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015

GDP 그룹순위	국가	수입국/ 수출국				2015 평가지표
			에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성	
1	Colombia	E	13	58	3	18
2	Ecuador	E	5	62	27	33
3	Peru	I	27	84	36	40
4	Albania	I	59	86	5	46
5	Philippines	I	52	93	35	50
6	Algeria	E	70	52	53	57
7	Guatemala	I	73	76	16	58
8	Paraguay	E	68	100	7	60
9	Georgia	I	75	70	43	64
10	Indonesia	E	17	89	75	65
11	El Salvador	I	96	66	18	68
12	Tunisia	I	78	59	59	71
13	China	I	21	79	129	74
14	Namibia	I	108	92	28	78
15	Angola	E	67	109	20	83
16	South Africa	E	30	87	130	84
17	Egypt	E	56	81	52	85
18	Sri Lanka	I	99	85	32	86
19	Thailand	I	97	63	107	89
20	Swaziland	I	60	95	85	92
21	Mongolia	E	42	94	127	94
22	Armenia	I	110	71	82	95
23	Jordan	I	113	60	90	97
24	Morocco	I	102	77	89	100
25	Dominican Republic	I	119	88	56	102
26	Macedonia	I	112	69	116	106
27	Ukraine	I	88	65	121	110
28	Serbia	I	95	74	126	112
29	Jamaica	I	126	82	105	117

그림 A-5

GDP 그룹 IV에 해당하는 국가들의 순위

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015



GDP 그룹순위	국가	수입국/ 수출국	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성	2015 평가지표
1	Bolivia	E	14	91	77	67
2	Ghana	E	38	107	42	70
3	Cameroon	E	24	111	37	73
4	Côte d'Ivoire	E	12	108	69	75
5	Nigeria	E	7	112	63	79
6	Chad	E	34	122	29	80
7	Vietnam	E	46	97	102	90
8	Congo (Dem. Rep.)	E	35	128	54	96
9	Tajikistan	I	79	106	48	101
10	Nepal	I	123	117	38	103
11	Mozambique	E	85	125	58	104
12	Ethiopia	I	91	121	45	105
13	India	I	69	105	122	108
14	Pakistan	I	6	14	73	16
15	Zambia	I	100	120	60	109
16	Kenya	I	107	114	57	111
17	Bangladesh	I	94	110	65	113
18	Nicaragua	I	111	101	67	114
19	Cambodia	I	121	116	70	115
20	Honduras	I	125	102	68	116
21	Mauritania	I	92	119	78	118
22	Tanzania	I	109	127	61	119
23	Madagascar	I	115	129	62	121
24	Niger	E	65	126	125	122
25	Syria	I	82	83114123		
26	Malawi	I	117	130	55	124
27	Zimbabwe	I	80	124	119	125
28	Yemen	E	87	115	92	126
29	Moldova	I	130	90	113	127
30	Senegal	I	127	113	106	129
31	Benin	I	128	118	109	130

2015 평가지표 분석결과 그룹들

의사 결정권자들을 지원하기 위해 2015 평가지표 분석은 다섯 가지 뚜렷한 분석결과들을 집중 조명한다. 각 그룹에 속한 국가들은 에너지 trilemma 특성들과 도전 과제들을 공통적으로 공유하고 있다. 이들 분석결과들은 단순화되어 있고 포괄적이지도 않지만, 유사한 전제조건을 가진 다른 국가들에게 벤치마킹 가이드 역할을 한다.

- ▶ 집단의 리더: 각 측면별 균형 및 평가지표 종합 순위에 있어서 최고를 달리는 국가들
- ▶ 화석 연료 사용: 화석 연료 매장량이 풍부하여 전력 생산을 대부분 화석 연료에 의존하는 경향이 있어 발전(發電) kWh당 CO₂ 배출이 상대적으로 높아, 에너지 trilemma 분석결과가

불균형적으로 에너지 안보와 에너지 형평성에 치우친 반면 환경 영향을 최소화하는데 고군분투하고 있는 국가들

- ▶ 고도 산업화: 제조업 분야 비중(30% 이상)이 크고 에너지 trilemma 분석결과가 불균형적으로 에너지 안보에 쏠려 있어 에너지 형평성과 환경지속성 분야에 진전이 필요한 신흥 경제국들
- ▶ 수력발전 사용: 수력발전으로 전력을 생산하는 비중이 높고(40% 이상) 에너지 trilemma 분석결과가 불균형적으로 환경지속성 분야로 기울어져 있지만 에너지 안보 분야에서도 합리적인 수준의 성과를 내고 있는 국가들
- ▶ 집단의 후위: 뻣뻣하게 뭉쳐있고 세 가지 측면 모두에서 진전을 이루는데 고전을 면치 못하고 있는 저개발국 및 개발도상국들.

95개 World Energy Council 회원국 중 42개국만이 위의 다섯 가지 대표 그룹에 속해 있다. 일부 국가들이 지역·경제·에너지 분야 구조의 관점에서 하나의 그룹에 충분히 속할 수 있는 반면 다른 국가들은 두 가지 분석결과에 해당이 되어 하나의 분석결과로 쉽게 분류될 수 없다. 특정 국가의 가이드로 어떤 에너지 분석결과가 적당한지 살펴보려면 본 보고서에 제시된 국가 분석결과 세부 내역을 검토해 보기를 권장한다.

점수 시스템 방법론

본 평가지표의 순위는 한 국가의 에너지 성과와 관련 성과를 모두 측정한다. 비록 측면들의 가중치가 에너지 측면으로 기울어져 있기는 하지만 관련 성과 측면들이 선진국에는 유리하고 개발도상국에게는 불리하게 작용하는 경우가 종종 있다. 게다가 본 평가지표 순위는 한 국가가 에너지 trilemma 도전 과제에 얼마나 잘 대응하고 있는지(세 가지 측면 사이의 균형을 얼마나 잘 잡는지)를 나타내지는 않는다.

이러한 문제를 극복하기 위해서 한 국가가 세 가지 서로 상충되는 측면들 사이의 균형을 얼마나 잘 관리하고 있는지를 집중 조명하는 종합점수 시스템이 도입됐다. 종합점수는 - 에너지 안보, 에너지 형평성, 환경지속성 - 에너지 성과만 살피기 때문에 세 가지 관련 성과 측면들 - 정치적 강점, 사회적 강점, 경제적 강점 - 의 성과는 고려하지 않는다.

종합점수를 통해 World Energy Council은 에너지 측면들에 좋은 성과를 내고 에너지 trilemma 균형을 잘 잡는 국가들을 쉽게 이해할 수 있도록 높은 성과에 점수를 부여하는 방법으로 이들 국가를 파악하여 보여준다. 성과가 좋은 국가들은 AAA 점수를 받고 성과가 좋지 못한 국가들은 DDD 점수를 받게 된다.

점수 계산은 에너지 성과 측면들에 대해 표준화 된 0-10 결과들을 4개 그룹에 분배하는 방식으로 이뤄진다. 그 후 세 자리 점수가 국가들에 부여된다. 종합점수의 세 자리 문자의 순서가 특정 에너지 측면에 해당되는 것은 아니지만 알파벳 순서에 따라 점수가 내려가는 의미를 나타내기는 한다.

최고 점수인 A는 8보다 높은 결과에 주어졌다. 표준화 된 결과가 5이상인 국가에게는 B가 주어졌다. 평균 결과가 2.51에서 5 사이인 경우에는 C가 부여됐다. 마지막으로 D는 실적이 부진한 경우에 주어졌다.

국가들에 부여된 점수가 전반적 추세(단기적 변동의 반대 의미로)의 경우에만 올라가거나 내려가도록 보장하기 위해 10%의 '판단 여유'가 사용됐다(그림 A-6 참조). 어떤 국가가 여러 측면들 중 하나에 있어 새로운 점수를 받기 위해서는 개선의 경우 정해진 여유분을 초과하여 상승하거나, 악화의 경우 여유분 아래로 하락해야 한다. 그 외의 경우, 2013 종합점수가 그대로 유지된다.

다음에 나오는 국가들의 점수는 판단 여유 안에 해당되어 2015년에 상승하거나 하락하지 않았다: 체코 공화국, 독일, 온두라스, 이스라엘, 이탈리아, 카자흐스탄, 쿠웨이트, 리비아, 몰타, 뉴질랜드, 니카라과, 나이지리아, 페루, 세르비아, 스리랑카, 태국, 베트남

그림 A-6

종합점수 시스템

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2014

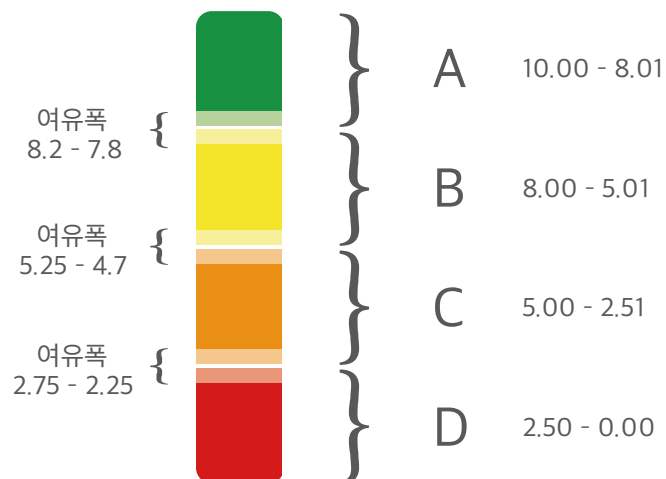


그림 A-7

2015 에너지 trilemma 평가지표 순위 및 종합점수

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015



평가지표	국가	종합점수	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성
1	Switzerland	AAA	10	4	1
2	Sweden	AAA	16	17	9
3	Norway	AAB	33	18	6
4	United Kingdom	AAB	4	30	21
5	Austria	AAB	44	9	11
6	Denmark	AAB	2	57	12
7	Canada	AAC	1	2	71
8	France	AAB	41	13	13
9	Finland	AAB	23	16	51
10	New Zealand	ABB	29	35	47
11	Netherlands	BBB	31	36	46
12	United States	AAC	3	1	95
13	Germany	BBB	25	46	44
14	Uruguay	AAB	18	44	4
15	Spain	AAB	55	23	24
16	Belgium	ABB	50	26	41
17	Australia	AAD	6	14	110
18	Colombia	AAB	13	58	3
19	Luxembourg	ABD	105	3	31
20	Costa Rica	ABB	64	53	2
21	Malaysia	AAC	19	24	76
22	Ireland	ABC	72	43	14
23	Singapore	ABD	120	15	25
24	Slovakia	ABB	26	34	50
25	Slovenia	BBB	45	40	40
26	Hungary	BBB	40	38	39
27	Hong Kong, China	ABC	90	8	66
28	Qatar	ABD	36	4	101
29	Lithuania	ABC	76	39	22
30	Taiwan, China	ABC	54	12	96
31	Italy	ABC	63	50	23
32	Japan	ABC	83	19	49
33	Ecuador	ABB	5	62	27
34	Portugal	ABC	62	68	26
35	Iceland	ABC	93	22	34
36	Czech Republic	ABC	43	31	98
37	Brazil	ABC	47	78	17
38	United Arab Emirates	ABD	22	6	103
39	Latvia	ABC	84	45	19
40	Peru	ABC	27	84	36
41	Mauritius	ABD	106	49	8
42	Gabon	AAC	8	96	10
43	Chile	BBC	57	51	81
44	Croatia	BBC	77	41	33
45	Poland	BBD	32	32	104
46	Albania	ABC	59	86	5
47	Argentina	ABD	9	103	30
48	Mexico	BBC	37	61	80
49	Russia	ABD	15	37	108
50	Philippines	BBC	52	93	35
51	Saudi Arabia	ABD	49	7	120
52	Panama	ABD	104	54	15
53	Bahrain	ABD	51	11	128
54	Korea (Rep.)	ACD	101	20	94
55	Azerbaijan	ABC	11	67	74
56	Romania	ACC	20	75	97
57	Algeria	BBC	70	52	53
58	Guatemala	ACC	73	76	16
59	Estonia	BCD	66	64	100
60	Paraguay	ACD	68	100	7
61	Cyprus	BCD	103	29	83
62	Greece	ACC	86	21	88
63	Oman	ACD	81	10	123
64	Georgia	BCC	75	70	43
65	Indonesia	ACC	17	89	75



평가지표 국가

종합점수

에너지 안보

에너지 형평성

환경지속성

66	Trinidad & Tobago	BBD	61	33	111
67	Bolivia	ACC	14	91	77
68	El Salvador	ACC	96	66	18
69	Israel	BCD	116	25	87
70	Ghana	BBD	38	107	42
71	Tunisia	BBC	78	59	59
72	Malta	BCD	129	55	64
73	Cameroon	ABD	24	110	37
74	China	ACD	21	79	129
75	Côte d'Ivoire	ACD	12	108	69
76	Turkey	CCC	71	73	79
77	Kazakhstan	ABD	28	48	118
78	Namibia	BCD	108	92	28
79	Nigeria	ACD	7	112	63
80	Chad	BBD	34	122	29
81	Bulgaria	BCD	48	79	112
82	Kuwait	BCD	98	27	116
83	Angola	ACD	67	109	20
84	South Africa	BCD	30	87	130
85	Egypt	BBC	56	81	52
86	Sri Lanka	BCC	99	85	32
87	Barbados	BCD	114	47	84
88	Venezuela	BCC	74	56	72
89	Thailand	CCD	97	63	107
90	Vietnam	BDD	46	97	102
91	Iran	BBD	58	28	124
92	Swaziland	BCC	60	95	85
93	Iraq	BBD	39	42	115
94	Mongolia	BCD	42	94	127
95	Armenia	CCD	110	71	82
96	Congo (Dem. Rep.)	BBD	35	128	54
97	Jordan	BCD	113	60	90
98	Montenegro	CCD	118	72	93
99	Botswana	CDD	124	98	86
100	Morocco	CCD	102	77	89
101	Tajikistan	BCD	79	106	48
102	Dominican Republic	BCD	119	88	56
103	Nepal	BDD	123	117	38
104	Mozambique	BCD	85	125	58
105	Ethiopia	BCD	91	121	45
106	Macedonia	CDD	112	69	116
107	India	BDD	53	104	122
108	Pakistan	BCD	69	105	73
109	Zambia	BDD	100	120	60
110	Ukraine	CCD	88	65	121
111	Kenya	BDD	107	114	57
112	Serbia	CDD	95	74	126
113	Bangladesh	CCD	94	110	65
114	Nicaragua	BDD	111	101	67
115	Cambodia	CDD	121	116	70
116	Honduras	BDD	125	102	68
117	Jamaica	CDD	126	82	105
118	Mauritania	CCD	92	119	78
119	Tanzania	BDD	109	126	61
120	Libya	CCD	89	99	99
121	Madagascar	BDD	115	129	62
122	Niger	BDD	65	126	125
123	Syria	CCD	82	83	114
124	Malawi	BDD	117	130	55
125	Zimbabwe	CDD	80	124	119
126	Yemen	CCD	87	115	92
127	Moldova	CDD	130	90	113
128	Lebanon	CDD	122	123	91
129	Senegal	DDD	127	113	106
130	Benin	DDD	128	118	109

그림 A-8

2014 에너지 trilemma 평가지표 순위 및 종합점수

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2014

평가지표 국가		 종합점수	 에너지 안보	 에너지 형평성	 환경지속성
1	Switzerland	AAA	22	5	1
2	Sweden	AAA	20	19	6
3	Norway	AAB	45	15	5
4	United Kingdom	AAA	9	22	18
5	Denmark	AAB	6	47	9
6	Canada	AAB	1	2	56
7	Austria	AAB	44	10	8
8	Finland	ABB	26	16	37
9	France	AAB	41	11	10
10	New Zealand	AAB	16	28	42
11	Germany	BBB	27	42	27
12	United States	AAC	8	1	83
13	Australia	AAD	10	3	98
14	Netherlands	BBB	55	33	31
15	Spain	ABB	37	46	24
16	Colombia	AAC	5	63	4
17	Slovakia	ABB	15	37	34
18	Luxembourg	AAD	109	4	23
19	Costa Rica	ABB	51	56	2
20	Qatar	AAD	3	6	103
21	Belgium	ABB	65	29	32
22	Ireland	ABC	69	39	13
23	Japan	ABB	62	20	41
24	Slovenia	BBB	52	40	45
25	Portugal	ABB	53	65	22
26	Malaysia	ABC	28	21	84
27	Hong Kong, China	ABD	101	9	60
28	Czech Republic	ABC	12	38	87
29	Italy	ABC	70	48	21
30	Brazil	ABC	29	86	19
31	Iceland	ABC	94	18	36
32	Croatia	ABC	74	31	26
33	Hungary	BBB	43	53	35
34	Taiwan, China	ACC	75	14	86
35	United Arab Emirates	ABD	47	8	102
36	Ecuador	ABB	23	52	28
37	Lithuania	ABC	90	45	20
38	Mexico	BBC	30	43	74
39	Uruguay	ABC	91	41	7
40	Peru	ABC	18	97	38
41	Singapore	BBD	124	35	50
42	Poland	BBC	32	36	91
43	Latvia	ABD	96	59	14
44	Panama	ABC	86	50	17
45	Tunisia	BBB	36	58	57
46	Mauritius	ABD	107	60	15
47	Bahrain	ABD	40	13	126
48	Guatemala	BBC	31	73	29
49	Gabon	ABC	33	89	12
50	Russia	ABD	2	44	104
51	Greece	ABC	59	23	82
52	El Salvador	ABC	61	71	11
53	Chile	BCC	89	55	67
54	Romania	ACC	4	78	95
55	Korea (Rep.)	BCD	98	25	85
56	Kazakhstan	AAD	13	17	118
57	Albania	ACC	83	84	3
58	Philippines	BBC	34	93	51
59	Angola	ABD	25	100	25
60	Argentina	ABC	14	96	44
61	Barbados	BBD	117	34	40
62	Bolivia	ACC	7	88	70
63	Cyprus	BCD	106	32	77
64	Trinidad and Tobago	BBD	50	30	112
65	Malta	BCD	128	51	65



평가지표	국가	종합점수	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성
66	Israel	BCD	104	27	88
67	Bulgaria	ACD	24	80	109
68	Saudi Arabia	ABD	68	7	125
69	Indonesia	ACD	17	64	106
70	Cameroon	BBD	38	111	30
71	Azerbaijan	ABD	21	57	99
72	Oman	ACD	97	12	124
73	Turkey	BCC	63	76	69
74	China	ACD	19	82	127
75	Estonia	BCD	71	68	115
76	Kuwait	BCD	79	26	121
77	Paraguay	ACD	81	103	16
78	Georgia	BCD	102	67	39
79	Algeria	BCC	80	49	78
80	Sri Lanka	BCC	77	83	49
81	Nigeria	ACD	11	108	81
82	Venezuela	BBC	56	62	73
83	South Africa	BCD	42	85	129
84	Armenia	CCC	92	66	75
85	Egypt	BBC	58	54	89
86	Côte d'Ivoire	BCD	35	110	66
87	Vietnam	BDD	39	99	101
88	Namibia	BCD	123	92	46
89	Iran	BCD	66	24	120
90	Thailand	CCD	95	77	107
91	Botswana	CDD	126	98	71
92	Swaziland	CCD	72	94	79
93	Mozambique	BCD	67	124	61
94	Ukraine	BCD	54	74	116
95	Montenegro	CCD	116	69	93
96	Ghana	CCD	78	106	76
97	Dominican Republic	BCD	111	87	54
98	Mongolia	BDD	49	95	128
99	Mauritania	BDD	48	115	94
100	Congo (Dem. Rep.)	BBD	46	126	58
101	Chad	BCD	85	121	48
102	Macedonia	CDD	103	75	111
103	Malawi	BCD	93	129	33
104	Kenya	BCD	84	114	63
105	Nicaragua	BDD	100	101	59
106	Tajikistan	BCD	82	107	53
107	Honduras	BDD	114	102	55
108	Jordan	BDD	112	61	114
109	Nepal	BDD	125	117	43
110	Niger	BCD	57	127	92
111	Morocco	CCD	118	72	96
112	Jamaica	CCD	121	79	90
113	Zambia	BDD	108	118	62
114	Libya	CCD	73	91	108
115	Ethiopia	BDD	99	119	47
116	Serbia	CDD	105	70	119
117	Cambodia	CDD	115	113	64
118	Pakistan	BDD	60	104	97
119	Syria	BCD	64	81	117
120	Madagascar	CCD	88	125	72
121	Tanzania	BDD	110	128	52
122	India	CDD	76	105	123
123	Lebanon	CDD	127	123	68
124	Moldova	CDD	119	90	113
125	Bangladesh	CDD	113	112	80
126	Yemen	CDD	87	109	110
127	Senegal	CDD	122	116	100
128	Benin	DDD	129	120	105
129	Zimbabwe	DDD	120	122	122

그림 A-9

2013 에너지 trilemma 평가지표 순위 및 종합점수

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2013

평가지표 국가		 종합점수	 에너지 안보	 에너지 형평성	 환경지속성
1	Switzerland	AAA	19	6	1
2	Denmark	AAA	3	25	10
3	Sweden	AAA	24	14	6
4	Austria	AAB	33	7	7
5	United Kingdom	AAA	11	8	19
6	Canada	AAB	1	2	60
7	Norway	AAB	51	10	8
8	New Zealand	AAB	15	26	37
9	Spain	AAA	22	16	23
10	France	AAB	44	5	9
11	Germany	ABB	31	11	30
12	Netherlands	ABB	42	23	35
13	Finland	ABB	37	21	45
14	Australia	AAD	10	3	97
15	United States	AAC	12	1	86
16	Japan	ABB	48	17	33
17	Belgium	ABB	63	13	34
18	Qatar	AAC	8	9	95
19	Luxembourg	ABD	107	4	29
20	Ireland	ABC	82	30	15
21	Costa Rica	ABB	57	45	2
22	Slovakia	ABB	20	38	48
23	Portugal	ABB	55	53	20
24	Colombia	AAC	5	85	4
25	Slovenia	BBB	60	27	42
26	Argentina	ABB	14	33	38
27	Taiwan, China	ABC	71	22	59
28	Italy	ABC	69	34	24
29	Panama	ABB	53	58	18
30	Croatia	ABC	66	31	21
31	Hungary	BBB	46	42	44
32	Czech Republic	ABC	16	32	90
33	Iceland	ABC	96	15	41
34	Brazil	ABC	27	86	17
35	Ecuador	ABB	25	62	28
36	Tunisia	BBB	28	57	56
37	Malaysia	BBC	34	40	92
38	Bahrain	AAD	23	19	125
39	Greece	ABC	54	18	81
40	Hong Kong, China	ABD	99	24	58
41	Mexico	BBC	29	47	75
42	Lithuania	ABC	93	46	26
43	Latvia	ABD	98	54	14
44	United Arab Emirates	BBD	49	37	102
45	Peru	ABC	21	96	43
46	Uruguay	ACC	92	67	5
47	Singapore	BBD	124	43	51
48	Poland	BBC	38	39	94
49	El Salvador	ABC	68	64	11
50	Barbados	ABD	118	41	25
51	Saudi Arabia	ABD	45	12	124
52	Romania	ACC	9	70	88
53	Mauritius	ABD	109	60	16
54	Russia	ABD	2	61	99
55	Bolivia	ACC	4	84	71
56	Gabon	ABC	35	92	12
57	Chile	BCC	90	56	72
58	Kazakhstan	ABD	6	35	116
59	Angola	ABD	7	104	31
60	Albania	ACC	87	76	3
61	Guatemala	BBC	40	75	36
62	Oman	ACD	78	20	120
63	Cyprus	BCD	104	36	80
64	Korea (Rep.)	BCD	103	49	85
65	Philippines	BBC	39	93	54



평가지표	국가	종합점수	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성
66	Kuwait	BCD	73	28	122
67	Israel	BCD	102	29	83
68	Estonia	BCD	65	51	117
69	Sri Lanka	BCC	72	80	40
70	Bulgaria	ACD	26	77	108
71	Malta	BCD	128	48	65
72	Georgia	ACD	106	66	22
73	Indonesia	ACD	17	83	104
74	Paraguay	ACD	84	99	13
75	Turkey	BCC	64	82	70
76	Egypt	BBC	47	59	84
77	Venezuela	BBC	41	55	82
78	China	ADD	18	101	126
79	South Africa	BCD	43	78	128
80	Congo (Dem. Rep.)	BBD	30	121	27
81	Azerbaijan	BCD	32	74	98
82	Cameroon	BBD	62	107	39
83	Montenegro	BCD	115	71	57
84	Nigeria	ACD	13	111	79
85	Armenia	CCC	95	69	73
86	Macedonia	BCD	89	50	106
87	Syria	BBD	52	52	113
88	Algeria	CCC	86	68	74
89	Thailand	CCD	91	88	101
90	Namibia	BCD	123	94	49
91	Iran	BCD	75	44	119
92	Swaziland	BCD	61	98	76
93	Côte d'Ivoire	BCD	36	108	68
94	Malawi	BCD	74	129	32
95	Mongolia	BDD	50	100	129
96	Jordan	BDD	119	63	107
97	Ukraine	BCD	59	73	114
98	Trinidad and Tobago	CCD	79	95	115
99	Botswana	BDD	126	97	62
100	Honduras	BCD	111	90	52
101	Vietnam	CDD	77	102	105
102	Ghana	CCD	85	105	77
103	Mozambique	CCD	67	124	66
104	Chad	BCD	83	123	50
105	Morocco	CCD	110	79	96
106	Serbia	CDD	101	65	118
107	Tajikistan	BCD	81	109	61
108	Kenya	BCD	88	114	63
109	Lebanon	CCD	127	87	89
110	Dominican Republic	BDD	114	106	55
111	Nepal	BDD	125	122	46
112	Ethiopia	BDD	97	119	47
113	Nicaragua	CCD	100	91	87
114	Pakistan	BDD	56	103	100
115	India	CDD	76	110	121
116	Tanzania	BDD	117	125	53
117	Libya	CCD	70	72	123
118	Cambodia	CDD	121	113	67
119	Mauritania	BDD	58	117	112
120	Zambia	BDD	108	120	64
121	Jamaica	CDD	116	81	110
122	Niger	CCD	80	127	91
123	Bangladesh	CDD	113	115	78
124	Madagascar	CDD	105	126	69
125	Moldova	CDD	122	89	109
126	Senegal	CDD	120	118	93
127	Yemen	CDD	94	112	111
128	Benin	DDD	129	116	103
129	Zimbabwe	DDD	112	128	127

그림 A-10

열지도 시스템을 이용한 2015 종합점수 도표화

출처: World Energy Council/Oliver Wyman, 2015

					
평가지표	국가	종합점수	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성
1	Switzerland	AAA	9.30	9.68	10.00
2	Sweden	AAA	8.83	8.75	9.37
3	Norway	AAB	7.51	8.68	9.61
4	United Kingdom	AAB	9.76	7.75	8.44
5	Austria	AAB	6.66	9.37	9.22
6	Denmark	AAB	9.92	5.65	9.14
7	Canada	AAC	10.00	9.92	4.57
8	France	AAB	6.89	9.06	9.06
9	Finland	AAB	8.29	8.83	6.12
10	New Zealand	ABB	7.82	7.36	6.43
11	Netherlands	BBB	7.67	7.28	6.51
12	United States	AAC	9.84	10.00	2.71
13	Germany	BBB	8.13	6.51	6.66
14	Uruguay	AAB	8.68	6.66	9.76
15	Spain	AAB	5.81	8.29	8.21
16	Belgium	ABB	6.20	8.06	6.89
17	Australia	AAD	9.61	8.99	1.55
18	Colombia	AAB	9.06	5.58	9.84
19	Luxembourg	ABD	1.93	9.84	7.67
20	Costa Rica	ABB	5.11	5.96	9.92
21	Malaysia	AAC	8.60	8.21	4.18
22	Ireland	ABC	4.49	6.74	8.99
23	Singapore	ABD	0.77	8.91	8.13
24	Slovakia	ABB	8.06	7.44	6.20
25	Slovenia	BBB	6.58	6.97	6.97
26	Hungary	BBB	6.97	7.13	7.05
27	Hong Kong, China	ABC	3.10	9.37	4.96
28	Qatar	ABD	7.28	9.76	2.24
29	Lithuania	ABC	4.18	7.05	8.37
30	Taiwan, China	ABC	5.89	9.14	2.63
31	Italy	ABC	5.19	6.20	8.21
32	Japan	ABC	3.64	8.60	6.27
33	Ecuador	ABB	9.68	5.27	7.98
34	Portugal	ABC	5.27	4.80	8.06
35	Iceland	ABC	2.86	8.37	7.44
36	Czech Republic	ABC	8.37	7.67	2.48
37	Brazil	ABC	6.74	4.03	8.75
38	United Arab Emirates	ABD	6.43	9.61	2.09
39	Latvia	ABC	3.56	6.58	8.60
40	Peru	ABC	7.98	3.56	7.28
41	Mauritius	ABD	1.86	6.27	9.45
42	Gabon	AAC	9.45	2.63	9.30
43	Chile	BBC	5.65	6.12	3.79
44	Croatia	BBC	4.10	6.89	7.51
45	Poland	BBD	7.59	7.59	2.01
46	Albania	ABC	5.50	3.41	9.68
47	Argentina	ABD	9.37	2.09	7.75
48	Mexico	BBC	7.20	5.34	3.87
49	Russia	ABD	8.91	7.20	1.70
50	Philippines	BBC	6.04	2.86	7.36
51	Saudi Arabia	ABD	6.27	9.53	0.77
52	Panama	ABD	2.01	5.89	8.91
53	Bahrain	ABD	6.12	9.22	0.15
54	Korea (Rep.)	ACD	2.24	8.52	2.79
55	Azerbaijan	ABC	9.22	4.88	4.34
56	Romania	ACC	8.52	4.26	2.55
57	Algeria	BBC	4.65	6.04	5.96
58	Guatemala	ACC	4.41	4.18	8.83
59	Estonia	BCD	4.96	5.11	2.32
60	Paraguay	ACD	4.80	2.32	9.53
61	Cyprus	BCD	2.09	7.82	3.64
62	Greece	ACC	3.41	8.37	3.25
63	Oman	ACD	3.79	9.30	0.54
64	Georgia	BCC	4.26	4.65	6.74
65	Indonesia	ACC	8.75	3.17	4.26



평가지표	국가	종합점수	에너지 안보	에너지 형평성	환경지속성
66	Trinidad & Tobago	ABD	5.34	7.51	1.47
67	Bolivia	ACC	8.99	3.02	4.10
68	El Salvador	ACC	2.63	4.96	8.68
69	Israel	BCD	1.08	8.13	3.33
70	Ghana	BBD	7.13	1.78	6.82
71	Tunisia	BBC	4.03	5.50	5.50
72	Malta	BCD	0.07	5.81	5.11
73	Cameroon	ABD	8.21	1.47	7.20
74	China	ACD	8.44	3.87	0.07
75	Côte d'Ivoire	ACD	9.14	1.70	4.72
76	Turkey	CCC	4.57	4.41	3.95
77	Kazakhstan	ABD	7.90	6.35	0.93
78	Namibia	BCD	1.70	2.94	7.90
79	Nigeria	ACD	9.53	1.39	5.19
80	Chad	BBD	7.44	0.62	7.82
81	Bulgaria	BCD	6.35	3.87	1.39
82	Kuwait	BCD	2.48	7.98	1.00
83	Angola	ACD	4.88	1.62	8.52
84	South Africa	BCD	7.75	3.33	0.00
85	Egypt	BBC	5.73	3.79	6.04
86	Sri Lanka	BCC	2.40	3.48	7.59
87	Barbados	BCD	1.24	6.43	3.56
88	Venezuela	BCC	4.34	5.73	4.49
89	Thailand	CCD	2.55	5.19	1.78
90	Vietnam	BDD	6.51	2.55	2.17
91	Iran	BBD	5.58	7.90	0.46
92	Swaziland	BCC	5.42	2.71	3.48
93	Iraq	BBD	7.05	6.82	1.16
94	Mongolia	BCD	6.82	2.79	0.23
95	Armenia	CCD	1.55	4.57	3.72
96	Congo (Dem. Rep.)	BBD	7.36	0.15	5.89
97	Jordan	BCD	1.31	5.42	3.10
98	Montenegro	CCD	0.93	4.49	2.86
99	Botswana	CDD	0.46	2.48	3.41
100	Morocco	CCD	2.17	4.10	3.17
101	Tajikistan	BCD	3.95	1.86	6.35
102	Dominican Republic	BCD	0.85	3.25	5.73
103	Nepal	BDD	0.54	1.00	7.13
104	Mozambique	BCD	3.48	0.38	5.58
105	Ethiopia	BCD	3.02	0.69	6.58
106	Macedonia	CDD	1.39	4.72	1.00
107	India	BDD	5.96	2.01	0.62
108	Pakistan	BCD	4.72	1.93	4.41
109	Zambia	BDD	2.32	0.77	5.42
110	Ukraine	CCD	3.25	5.03	0.69
111	Kenya	BDD	1.78	1.24	5.65
112	Serbia	CDD	2.71	4.34	0.31
113	Bangladesh	CCD	2.79	1.47	5.03
114	Nicaragua	BDD	1.47	2.24	4.88
115	Cambodia	CDD	0.69	1.08	4.65
116	Honduras	BDD	0.38	2.17	4.80
117	Jamaica	CDD	0.31	3.72	1.93
118	Mauritania	CCD	2.94	0.85	4.03
119	Tanzania	BDD	1.62	0.23	5.34
120	Libya	CCD	3.17	2.40	2.40
121	Madagascar	BDD	1.16	0.07	5.27
122	Niger	BDD	5.03	0.23	0.38
123	Syria	CCD	3.72	3.64	1.24
124	Malawi	BDD	1.00	0.00	5.81
125	Zimbabwe	CDD	3.87	0.46	0.85
126	Yemen	CCD	3.33	1.16	2.94
127	Moldova	CDD	0.00	3.10	1.31
128	Lebanon	CDD	0.62	0.54	3.02
129	Senegal	DDD	0.23	1.31	1.86
130	Benin	DDD	0.15	0.93	1.62

부록 B : 주요 국가별 trilemma 균형 순위

총 93개국 회원국 중 주요 20개국가만 게재. 나머지 73개국은 생략.

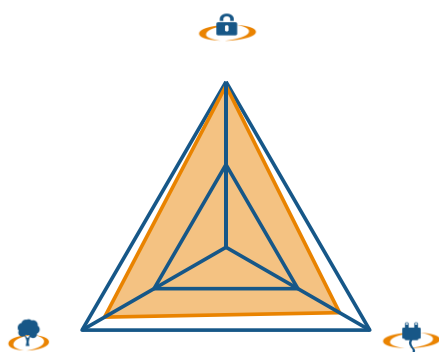
그림 B-1

주요 20개국 Energy Trilemma 순위

출처 : WEC/Oliver Wyman, 2015

국가명	종합 순위	에너지 성과 순위	에너지성과			관련 성과 순위	관련성과		
			에너지안보	에너지 형평성	환경지속성		정치적 강점	사회적 강점	경제적 강점
영국	4	3	4	30	21	18	20	16	33
호주	5	5	44	8	11	12	12	13	18
캐나다	7	9	1	2	71	15	10	14	29
프랑스	8	7	41	13	13	23	30	20	40
미국	12	13	3	1	95	19	21	21	28
독일	13	19	25	46	44	13	15	14	16
스페인	15	14	55	23	24	27	42	22	37
대만	30	45	54	12	96	14	23	23	6
이태리	31	27	63	50	23	38	41	38	51
일본	32	38	83	19	49	24	16	11	64
브라질	36	29	43	78	17	44	69	54	31
멕시코	48	55	37	61	80	55	60	73	42
러시아	49	43	15	37	108	74	96	83	50
사우디	51	54	49	7	120	64	67	49	76
한국	54	78	101	20	94	22	40	32	14
인니	65	58	17	89	75	82	86	84	77
중국	74	86	21	79	129	47	84	66	11
터키	76	82	71	73	79	62	70	50	71
이란	91	76	58	28	124	122	118	93	123
인도	107	109	53	104	122	90	104	87	69

TRILEMMA BALANCE



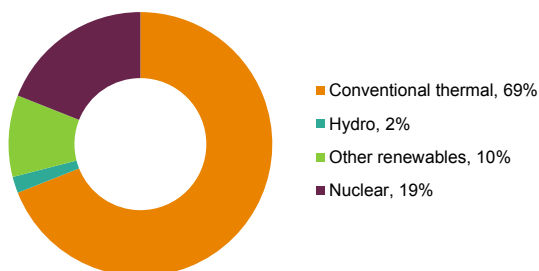
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	2	3	3	→	
 Energy security	11	9	4	→	A
 Energy equity	8	22	30	↓	B
 Environmental sustainability	19	18	21	→	A
Contextual performance	27	20	18	→	
 Political strength	21	21	20	→	
 Societal strength	17	19	16	→	
 Economic strength	55	35	33	↑	
Overall rank and balance score	5	4	4	→	AAB

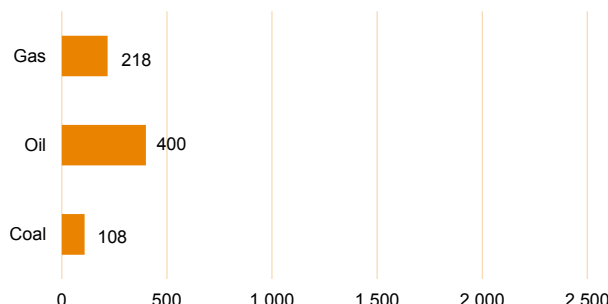
INDEX COMMENTARY

Overall, the United Kingdom maintains a stable position in the Index throughout the years. The UK remains a 'Pack leader' and continues to balance the energy trilemma very well, with good performance on all three energy dimensions. A more diversified electricity generation portfolio and lower import dependence result in a slightly higher energy security ranking. However, tightening capacity margins place the UK on the Index's watch list as the effects of ageing power plant infrastructure are not yet reflected in the data. Performance in energy equity suffers this year, as electricity becomes comparatively more expensive. The environmental sustainability performance is stable. Unlike most other 'Pack leaders', the UK still relies on fossil fuels for 69% of its electricity fuel mix. Contextually, indicators of political, societal and economic strength are robust.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



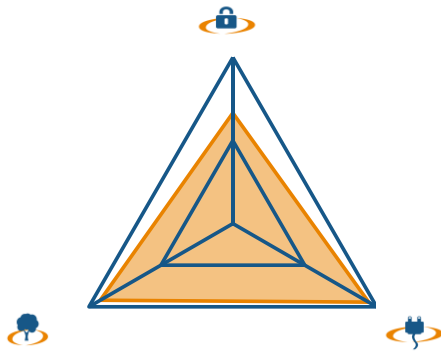
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	20.6	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	38,225 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.62	Energy intensity (koe per USD)	0.09
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.21	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	7.03
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.26	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- The UK faces significant challenges in securing its energy supply. Domestic production of fossil fuels has steadily declined. Aspirations to produce unconventional oil and gas have to surmount technical barriers and secure public acceptance. In the power sector, the nuclear fleet is being run down, and many coal plants will be forced to close by European legislation. Constraints in domestic supply have been further aggravated by a number of unscheduled incidents in 2014, which have caused the closure of three power supply plants and four nuclear reactors.
- The UK is implementing policies that aim at decarbonising the power sector while securing supply through comprehensive reforms in the Energy Act 2013, notably contracts for difference to support low-carbon generation and the creation of a capacity market. A renewables energy target is already in place (15% of energy demand is to come from renewables by 2020). The fourth carbon budget has been confirmed, requiring a cut of 40% in CO₂ emissions compared with 1990, setting the UK on a path to meet its long-term objective of reducing GHG emissions by 80% by 2050 compared to 1990 levels.
- The greatest challenges for policymakers will be executing the reforms, monitoring their impact and if necessary adjusting the new policies to ensure they are effective while staying within the overall prescribed cost framework. Difficulties with implementation are vividly illustrated by the unsatisfactory start to the Green Deal, designed to drive more demand-side efficiency. Consistency of policy is also crucial to secure and maintain investments while reforms are being implemented.

TRILEMMA BALANCE



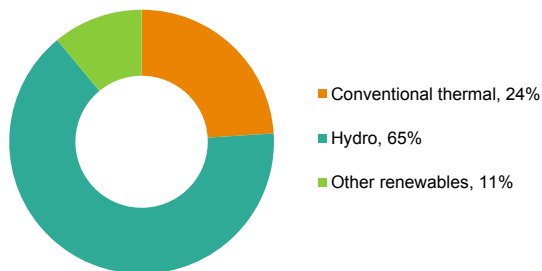
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	5	5	5	→	
Energy security	33	44	44	→	B
Energy equity	7	10	8	→	A
Environmental sustainability	7	8	11	→	A
Contextual performance	12	13	12	→	
Political strength	12	12	12	→	
Societal strength	16	13	13	→	
Economic strength	27	19	18	→	
Overall rank and balance score	4	7	5	→	AAB

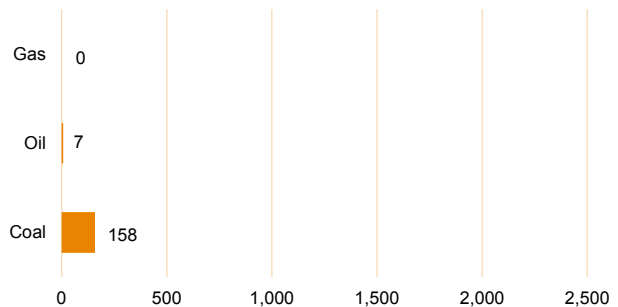
INDEX COMMENTARY

Austria continues to balance the three dimensions of the trilemma fairly well, gaining two places in this year's Index. Even though the country has a well-diversified generation portfolio, energy security is the country's weakest dimension, with comparatively low oil and oil product stocks, and a high reliance on fuel imports. For the most part, energy equity and environmental sustainability indicators remain stable. Performance on contextual indicators stays very good.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



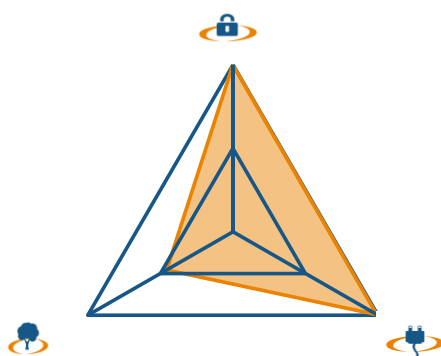
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	28.6	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	45,789 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.35	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.20	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	7.29
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.27	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- The Energy Trilemma Index reflects Austria's situation very well. Energy security, however, does not yet reflect the accomplishments achieved by the country. For example: Austria's increasing energy self-sufficiency, which is also one of the country's main long goals; or the progress since 1980 in the renewable energy sector, where Austria has more than doubled the production of renewable energy.
- Policy developments in Austria and targets for 2020 are compatible and in line with EU policy, including: an increase of the share of energy consumption produced from renewable resources to 34% by 2020; reducing greenhouse gas emissions by 16% from 2005 levels for sectors not included in the EU Emissions Trading Scheme (EU ETS) and 21% from 2005 levels for sectors included in EU-ETS; and a 20% improvement in energy efficiency. In addition, Austria set the goal of achieving 100% energy self-sufficiency with renewables by 2050. Lastly, Austria's Sustainability Strategy lists 20 goals to: increase quality of life overall; strengthen economic growth; support sustainable goods and services; and optimise the transport system.
- Key issues policymakers need to focus on are: 1) reduce dependence on energy imports; 2) increase efforts around energy efficiency and energy savings; 3) decrease energy intensity; and 4) increase the use of renewable energy.

TRILEMMA BALANCE



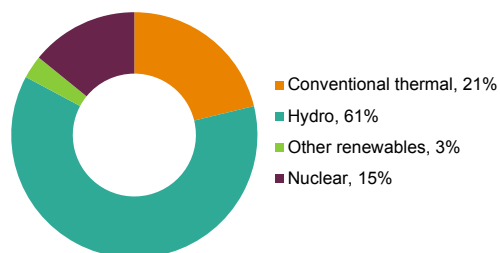
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	8	4	9	→	
Energy security	1	1	1	→	A
Energy equity	2	2	2	→	A
Environmental sustainability	60	56	71	↓	C
Contextual performance	14	14	15	→	
Political strength	10	10	10	→	
Societal strength	10	14	14	→	
Economic strength	46	27	29	→	
Overall rank and balance score	6	6	7	→	AAC

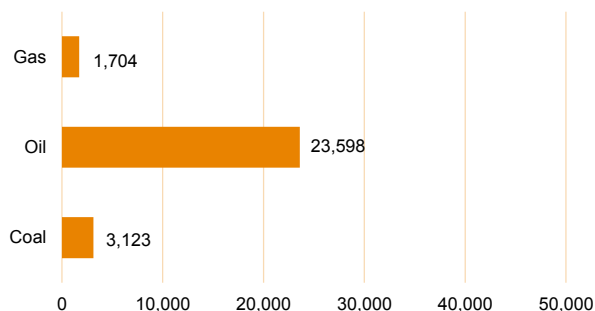
INDEX COMMENTARY

Canada ranks 7 in the overall Index ranking. Although one of the top Index performers overall, Canada's weaker environmental sustainability ranking continues to undermine its otherwise excellent performance. Canada, one of the largest energy exporters in the world, ranks exceptionally well on the energy security dimension with a favorable energy export to import ratio, a significantly diversified electricity generation portfolio away from fossil fuels and a low economic dependency on fuel exports. Energy equity is also high with plentiful, relatively affordable energy. Environmental sustainability remains Canada's weakest energy dimension with comparatively high, although decreasing levels of energy and emission intensity, and a higher reliance on energy-intensive resource development industries than most industrialised countries. Contextual performance is stable and strong.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



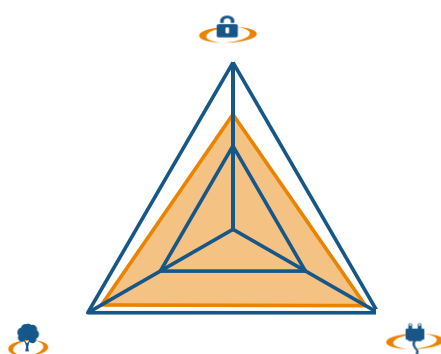
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	28.2	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	43,590 (I)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	1.41	Energy intensity (koe per USD)	0.19
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.41	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	15.33
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.10	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Canada's high and improving position in the Index reflects the country's extensive and diverse energy resource base and public and private commitment to develop those resources. The two main challenges Canada faces are: balancing resource development with environmental protection; and developing diverse markets for Canada's energy resources.
- The most recent energy policy developments include: strong focus on developing markets for oil and gas beyond North America; a faster energy infrastructure approvals process; more stringent environmental standards for fossil-fuelled power generation, both federally and provincially. These three developments should support continuing improvement in Canada's energy balance.
- The three key issues policymakers need to focus on are: 1) managing the environmental/climate impacts of energy resource development; 2) market diversification; and 3) ensuring an appropriate sharing of the benefits from resource development, most notably with Canada's aboriginal population in whose traditional territory most resource development and delivery projects are being developed.

TRILEMMA BALANCE



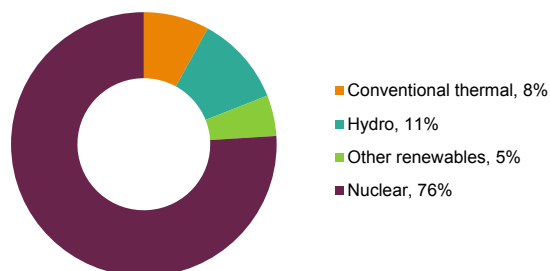
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	6	6	7	→	
Energy security	44	41	41	→	B
Energy equity	5	11	13	→	A
Environmental sustainability	9	10	13	→	A
Contextual performance	28	23	23	→	
Political strength	27	30	30	→	
Societal strength	19	20	20	→	
Economic strength	52	38	40	→	
Overall rank and balance score	10	9	8	→	AAB

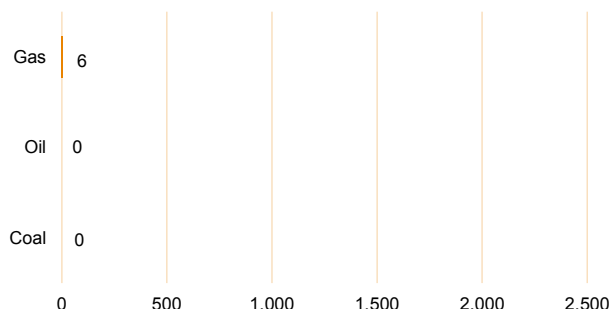
INDEX COMMENTARY

France's overall Index ranking remains mostly unchanged. The three sides of the energy trilemma are relatively well-balanced, although energy security lags slightly behind. Overall energy security performance continues to be stable. Energy equity as well as environmental sustainability performance is unchanged and excellent – not unexpected as France uses fossil fuels to generate less than 10% of its electricity. Contextual performance is good and stable.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



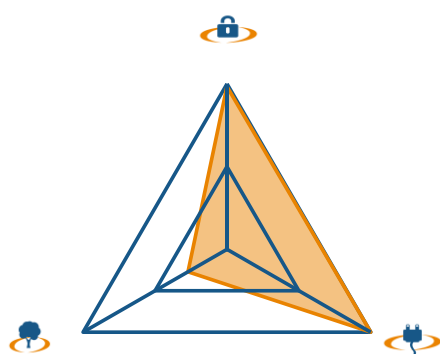
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	19.4	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	39,818 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.48	Energy intensity (koe per USD)	0.13
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.17	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	5.02
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.21	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- France has very little domestic oil and natural gas production and relies heavily on imports. To reduce import dependency, France has pursued a vigorous policy of nuclear power development since the mid-1970s and now has by far the largest nuclear generating capacity of any country in Europe, and is second only to the United States in the world. Nuclear power constitutes about 79% of total electricity generation.
- Recent energy policies include measures and targets to improve energy efficiency, boost renewable power and tackle climate change. The government recently passed a new energy transition law with the aim to cut France's reliance on nuclear energy in favour of renewables. The legislation includes the commitment to increase the target price of carbon to €56 per ton in 2020 and €100 per ton in 2030. The government has also revised social tariffs for electricity and gas to counteract the increase in energy prices.
- Key challenges for France come with the implementation phase of its policies and efforts must go towards meeting the targets set. The coexistence of regulated tariffs and market prices for electricity could also cause friction for producers.

TRILEMMA BALANCE



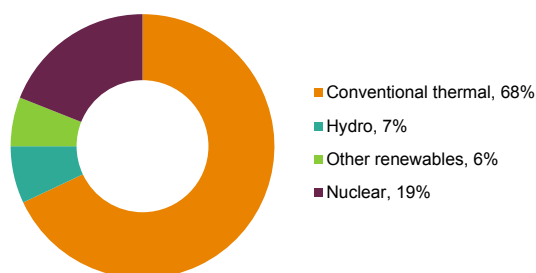
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	15	13	13	→	
Energy security	12	8	3	→	A
Energy equity	1	1	1	→	A
Environmental sustainability	86	83	95	→	C
Contextual performance	20	19	19	→	
Political strength	24	20	21	→	
Societal strength	27	21	21	→	
Economic strength	29	28	28	→	
Overall rank and balance score	15	12	12	→	AAC

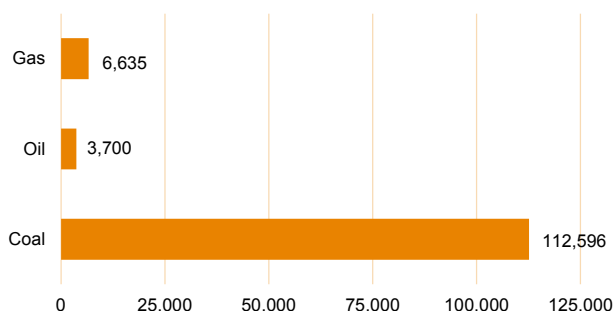
INDEX COMMENTARY

The United States maintains its position in this year's Index. The US balances the three dimensions of the energy trilemma in a fashion that is typical for a 'Fossil-fuelled' country. Strong performances on energy security and energy equity are partially offset by the country's large environmental footprint. An improved consumption to production ratio leads to improved better energy security ranking. The country maintains its global first place ranking on the energy equity dimension, as it continues to offer some of the most (relatively) affordable energy in the world. Performance on the environmental sustainability dimension lags behind, with high levels of energy and emission intensities. Contextually, the country's performance is constant and well above average.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



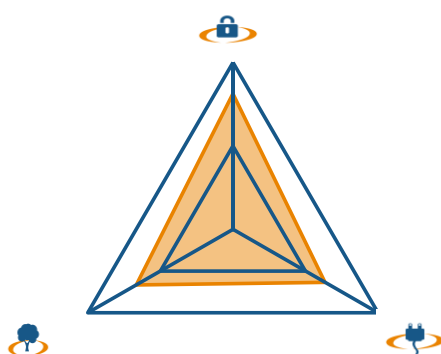
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	20.7	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	52,939 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.82	Energy intensity (koe per USD)	0.15
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.36	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	16.46
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.13	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Due to advances in horizontal drilling and hydraulic fracturing, shale gas production has become economically viable in recent years. The Energy Information Administration (EIA) estimates that the country has more than 1,744 trn cubic feet of technically recoverable natural gas, including 211 tcf of proved reserves (the discovered, economically recoverable fraction of the original gas-in-place). Production of shale gas is expected to increase from a 2007 US total of 1.4 tcf to 4.8 tcf in 2020. The significant increases in domestic oil and gas production will greatly reduce oil imports over the next 10 years, and lead to increased exports of refined products and possibly natural gas.
- Important energy policy developments in the United States that will impact on the country's balance in the three dimensions of energy sustainability include: 1) the Environmental Protection Agency (EPA) regulations on coal leading to the projected closure of more than 200 coal plants in the next few years accounting for more than 10% of the USA's current energy production; 2) possible regulations on unconventional gas production; and 3) the extension (or not) of the wind production tax credit, which can cut the cost of developing a wind project by nearly a third.

TRILEMMA BALANCE



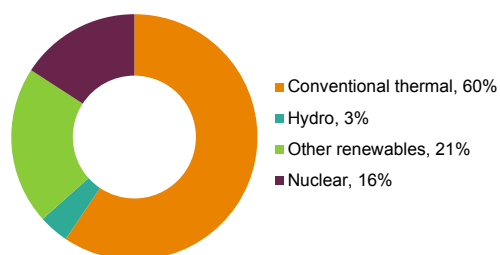
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	10	14	19	↓	
Energy security	31	27	25	→	B
Energy equity	11	42	46	↓	B
Environmental sustainability	30	27	44	↓	B
Contextual performance	13	12	13	→	
Political strength	16	16	15	→	
Societal strength	18	11	14	→	
Economic strength	24	14	16	→	
Overall rank and balance score	11	11	13	→	BBB

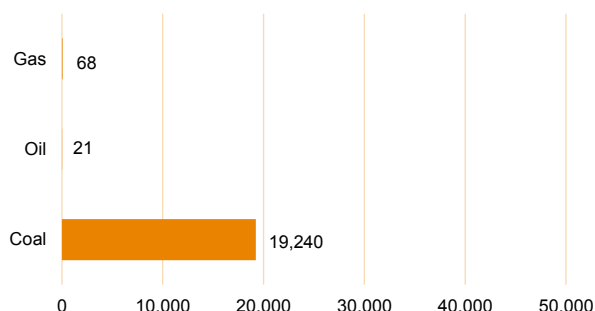
INDEX COMMENTARY

Germany drops two places in this year's Index but continues to balance the three facets of the energy trilemma very well. Given the sharp policy shift determined by the 'Energiewende', the country has been put on watch as a deterioration of energy security and energy equity is to be expected in the following years. Performance on energy security and energy equity remain stable. Environmental sustainability dropped from 2011 to 2013 as emissions and energy intensity increased in light of the shutdown of several nuclear power plants and the increased usage of lignite. However, for a country with a large industrial sector environmental sustainability performance is still very good. Germany's performance on contextual indicators continues to be very strong.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



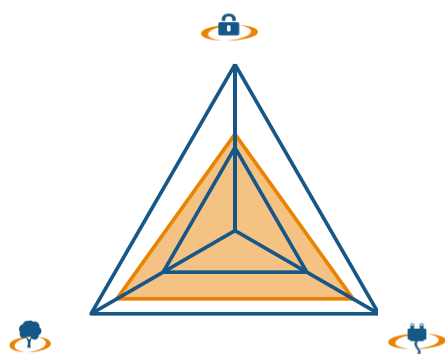
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	30.8	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	44,697 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.35	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.27	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	9.43
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.39	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- The most recent policy development in Germany, initiated before 2010, is the German Energy Transition. The goal of the policy is sustainability, focusing on a strong increase in power generation from renewable sources, a reduction of primary energy usage and CO₂ emissions. The 2011 decision to phase out nuclear by 2022 constitutes a challenge to Germany's energy mix. Eight out of 17 facilities were closed immediately, one was closed in 2015, and the remaining eight nuclear power plants will be phased out gradually over the next seven years. Due to low wholesale prices and regulatory uncertainty, investors are reluctant to invest in new conventional power plants, which will still be needed to secure energy demand.
- To achieve the increase in power generation from renewable sources, the Renewable Energy Law (EEG) guarantees a fixed price independent of demand and supply for renewable power plants. The law first came into effect in 2000 with revisions in 2006, 2008, 2012 and 2014. Even though there are visible successes as shown by the significantly increased share of renewable energy, the law is disabling market mechanisms allowing the sector to rely on subsidies rather than encouraging competition for innovative, efficient and inexpensive technologies.
- Subsidies for renewable energy and investments in grid infrastructure to integrate the increasing amounts of volatile renewable energy into the system have led and will continue to lead to higher electricity prices. Policymakers must set the right framework towards a free and efficient European electricity market to limit the burden.

TRILEMMA BALANCE



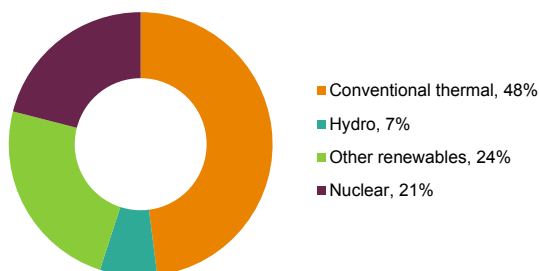
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	7	16	14	↓	
 Energy security	22	37	55	↓	B
 Energy equity	16	46	23	↓	A
 Environmental sustainability	23	24	24	→	A
Contextual performance	24	27	27	→	
 Political strength	40	44	42	→	
 Societal strength	24	22	22	→	
 Economic strength	25	37	37	→	
Overall rank and balance score	9	15	15	↓	AAB

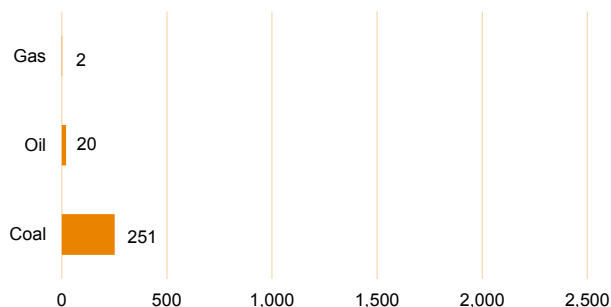
INDEX COMMENTARY

This year, Spain maintains a stable position in the overall Index rankings as improvements in energy equity are offset by a drop in energy security. Spain still balances the competing dimensions of the energy trilemma well. One of the world's largest energy importers, Spain maintains a diversified electricity mix and reduces distribution losses of electricity, although worse energy consumption to GDP growth ratio (data point update) cause its performance in energy security to deteriorate. Spain's energy equity ranking surges as gasoline prices decrease (and the data point for electricity prices becomes unavailable and an average gets used). Like many of its fellow EU members, Spain performs well on the environmental sustainability dimension, with 21% of its energy coming from nuclear power, 7% from hydro, and 24% from other renewables (mostly wind). Spain's contextual indicators are stable and good.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



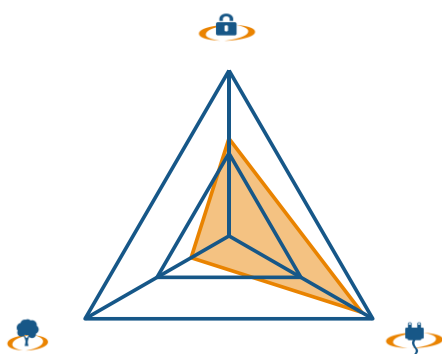
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	25.4	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	32,681 (II)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.26	Energy intensity (koe per USD)	0.10
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.20	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	5.12
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- In 2014, energy demand in Spain continued its decreasing tendency. However, there is evidence of a changing stable trend, as a result of economic recovery and a return to positive growth rates of energy consumption.
- The electricity market reform introduced by the Spanish Administration in 2013 with the main objective to eliminate the tariff deficit is on track to reaching its aim: the sector's costs and revenues are back in balance, and the accumulated deficit, which peaked at the end of 2013, should gradually disappear over the next 15 years.
- Spain has significantly increased its share of renewable sources in the primary energy mix in 2014, especially in power generation (40% to date), contributing to lowering the country's energy dependence. However, the lack of interconnections with Europe is viewed as an obstacle to further growth of the renewable energy sector in Spain, and enhanced security of supply. The EU agreed on a target of 10% share of interconnection capacity of total installed generation capacity for every member country by 2020; Spain's electricity interconnection capacity remains low, at around 6% of installed capacity.
- A new hydrocarbons law has recently been approved, creating a new single organised gas market operator, which will be responsible for managing a Spanish gas 'hub', i.e. a trading platform aimed at improving trade and prices of gas. This is an important step towards creating a European gas market and enhancing interconnections with Europe, especially taking into account that Spain has the largest LNG regasification capacity in the EU (one-third of total EU capacity).

TRILEMMA BALANCE



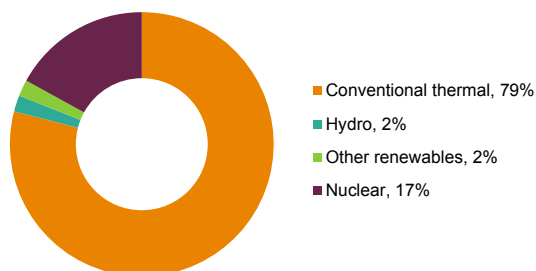
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	41	54	45	→	
Energy security	71	75	54	↑	B
Energy equity	22	14	12	→	A
Environmental sustainability	59	86	96	↓	C
Contextual performance	11	15	14	→	
Political strength	23	22	23	→	
Societal strength	22	24	23	→	
Economic strength	5	9	6	→	
Overall rank and balance score	27	34	30	→	ABC

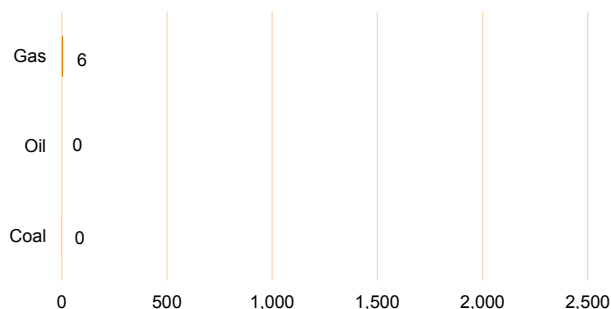
INDEX COMMENTARY

Taiwan maintains a stable position in the Index throughout the years. Average to low performances on the energy security and environmental sustainability dimensions are balanced out by a high degree of energy equity. Taiwan's energy security ranking is lower mostly due to its heavy reliance on energy imports. The island's small size and lack of natural energy resources means that it only produces 10% of the energy it consumes, although Taiwan is trying to change this by increasing the amount of nuclear and wind power in its electricity generation portfolio. The recent improvements are driven by the use of up-to-date data points underlying the indicator for energy consumption in relation to GDP growth. Energy equity, Taiwan's best performing dimension, is high. Taiwan sees a drop in environmental sustainability performance as the country is outperformed by its peers. Contextually, Taiwan continues to perform well with no noteworthy changes.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)

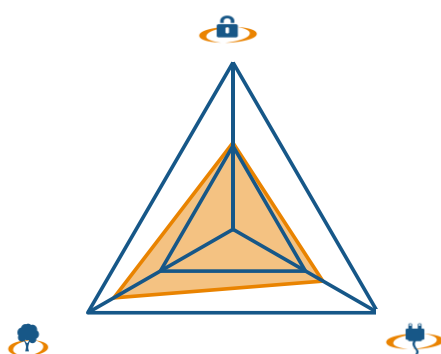


KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	30.5	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	43,678 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.10	Energy intensity (koe per USD)	0.23
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.54	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	10.86
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	99

TRENDS AND OUTLOOK

TRILEMMA BALANCE



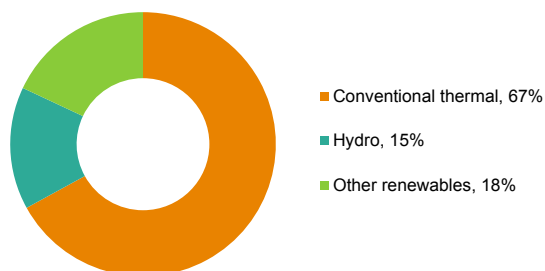
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	25	34	27	→	
Energy security	69	70	63	→	C
Energy equity	34	48	50	↓	B
Environmental sustainability	24	21	23	→	A
Contextual performance	39	36	38	→	
Political strength	43	42	41	→	
Societal strength	32	38	38	→	
Economic strength	59	44	51	→	
Overall rank and balance score	28	29	31	→	ABC

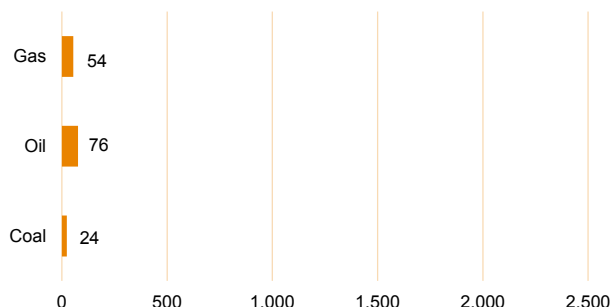
INDEX COMMENTARY

Overall, Italy maintains a stable position in the Trilemma Index through the years, but the three sides of the energy trilemma are not balanced. Hampered by an unfavourable total energy production to consumption ratio, Italy is increasing both its energy production and the diversity of its electricity fuel mix to improve its long-term energy security. Energy equity remains mostly stable as Italy continues to provide its citizens with relatively affordable, high-quality energy. Environmental sustainability performance remains relatively stable, with slight declines in CO₂ emissions from electricity generation and improved emissions intensity. Contextual performance is also largely unchanged, with macroeconomic stability being by far the worst indicator.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



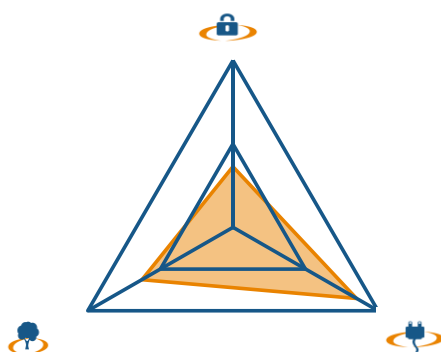
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	23.9	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	35,284 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.19	Energy intensity (koe per USD)	0.10
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.22	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	5.75
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.31	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Italy has reached important mitigation policy objectives by transforming its thermoelectric fleet into one of the most efficient in Europe and by changing the energy mix for power generation from oil to cleaner natural gas and renewable energy. Furthermore, several measures were adopted for improving energy efficiency in the residential, commercial and transport sectors. These policies have led to impressive achievements in the reduction of GHG emissions and water pollution between 2005 and 2013.
- Recent policy developments include: a review of the incentive scheme for PV installations, extending the timeframe during which the incentive will be provided; asking producers of renewable energy (RE) to contribute to balancing and transmission/distribution costs (RE associated with on-site consumption is partially exempted); the introduction of the Conto Energia, a mechanism supporting cooling/thermal efficiency and the production of thermal energy from RE in buildings and businesses; and the development of the PAEE National Action Plan on Energy Efficiency that sets efficiency goals to 2020 and policies for achieving them. These measures are expected to have a positive impact on both energy affordability and environmental sustainability by lowering the burden of incentives on energy bills, increasing the share of RE in thermal uses and improving efficiency.
- Finally, the increasing interconnection of the Italian natural gas market with EU markets is expected to lower natural gas prices in the wholesale market, and hence for households and industry. The new government is also working on the legal framework for offshore upstream activities to encourage the domestic production of oil and natural gas.

TRILEMMA BALANCE



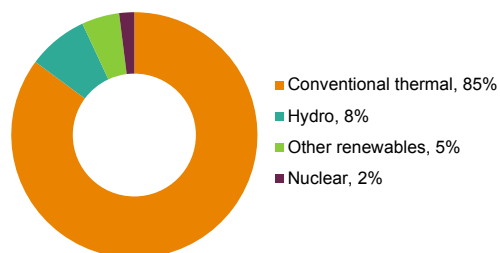
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	14	22	38	↓	
Energy security	48	62	83	↓	C
Energy equity	17	20	19	→	A
Environmental sustainability	33	41	49	↓	B
Contextual performance	32	28	24	→	
Political strength	22	19	16	↑	
Societal strength	12	15	11	→	
Economic strength	71	71	64	→	
Overall rank and balance score	16	23	32	↓	ABC

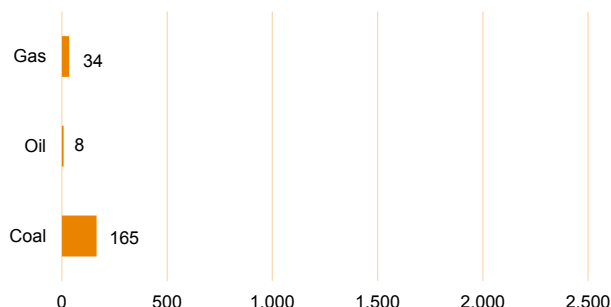
INDEX COMMENTARY

Japan's overall Index ranking slips a further nine places this year, a reflection of weaker energy performance. Japan, a resource-poor country, continues to struggle with unfavourable total energy production to consumption and therefore import to export ratios. The electricity fuel mix becomes notably less diverse, as many of the country's nuclear reactors remain closed after the 2011 Fukushima accident and the future of nuclear power in Japan continues to be uncertain. Japan's rank on the energy equity dimension is stable. An again improving quality of the electricity supply and lower gasoline prices are offset by increasing electricity prices. Environmental sustainability performance continuous to drop given the increased amount of fossil fuels burned for power generation. Contextually, indicators of political and societal strength repeat their outstanding performance for yet another year, with economic indicators improving across the board.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



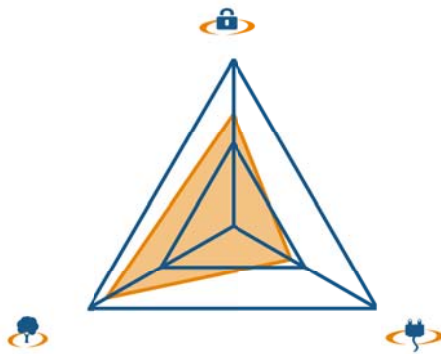
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	25.7	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	36,793 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.15	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.29	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	9.16
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.25	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Most recent energy policy developments include the implementation of a feed-in tariff (FIT) system in July 2012, which led to the rapid penetration of renewables, in particular of mega-solar PV. As a result, in some areas the total capacity of renewables connected to the grid has become larger than the minimum demand during daytime, making it difficult to balance supply and demand for electricity. In addition, the FIT system is viewed with some criticism as purchasing prices are set high based on the estimated cost of individual renewable energies to guarantee investors' profit. In this context, the government has started to examine the amendment of the FIT system, such as imposing a ceiling on the total annual purchasing cost for solar PV.
- In July 2015 the government finalised the 2030 energy mix (renewables: 22-24%; nuclear: 22-20%; LNG: 27%; coal: 26%, oil: 3%) and submitted its 2030 GHG reduction target of 26% compared to 2013 levels to the UNFCCC. The 2014 Basic Energy Plan repositioned nuclear as an important base-load and in July 2013 the newly established independent Nuclear Regulation Authority (NRA) started to accept applications from nuclear power operators to undergo safety examinations based on new standards, which added severe accident management and measures against risks such as terrorism attacks or volcano eruption. In September 2014, the NRA announced that the first two PWR nuclear units passed the safety examinations. One of these two plants restarted its operation in mid-August 2015. However, it remains uncertain when and how many units will follow, and whether to extend the lifetime of aged plants from 40 years to 60 years.

TRILEMMA BALANCE



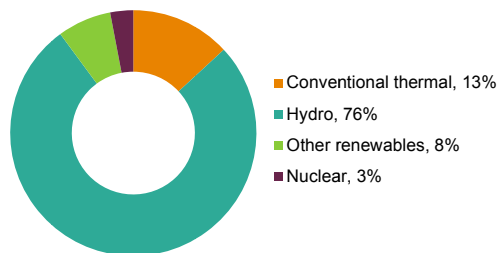
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	30	29	29	→	
Energy security	27	29	43	→	B
Energy equity	86	86	78	→	C
Environmental sustainability	17	19	17	→	A
Contextual performance	58	45	44	→	
Political strength	63	65	69	↓	
Societal strength	66	59	54	↑	
Economic strength	37	25	31	→	
Overall rank and balance score	34	30	37	→	ABC

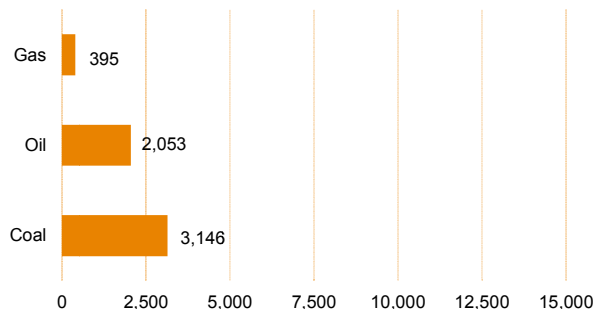
INDEX COMMENTARY

Brazil drops by seven places in this year's Index. Brazil's balancing of the energy trilemma is lopsided, with high rankings in energy security and environmental sustainability, but low levels of energy equity. Despite efforts to further diversify the electricity generation energy security deteriorates mostly due to an increase in distribution and transmission losses, energy consumption growing faster than GDP as well as comparatively lower oil and oil product stocks. Brazil's energy equity ranking still lags behind the country's performance on the other energy dimensions despite some improvements. The perceived quality of the electricity supply continues to worsen. With electricity being generated mostly with hydropower, Brazil's environmental impact is relatively low and earns a very good ranking. Contextual indicators remain mostly stable.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



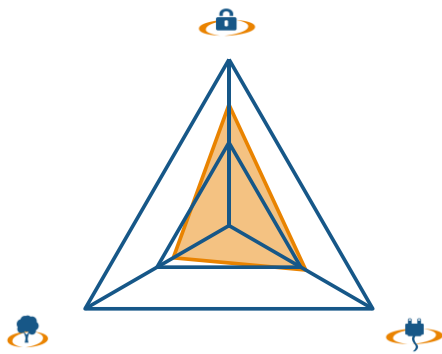
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	23.8	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	15,979 (II)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.82	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.18	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	2.30
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- The most significant policy developments in Brazil's energy sector in 2015 include: 1) a 50% rise in electricity prices due to losses incurred by the government following a plan to reduce power bills by 20% in 2012. An additional increase of 8-10% in electric power tariffs is expected for 2016. A system of tariff flags, applying different tax rates depending on flag colour printed on the bill, was initiated to provide relief for poorer consumers. 2) A halt in the operation of 21 thermal power plants, which should generate monthly savings of R\$5.5 billion, driven by greater volumes of rainfall and lower demand for energy. 3) A 14% increase of the supply generated by sugarcane bagasse. The sector has great potential for growth, especially as sugarcane's harvest period coincides with Brazil's driest months and electricity tariffs make investments attractive.
- In August 2015 the federal government issued the Programa de Investimentos em energia elétrica worth R\$186 billion with the objective of increasing the total energy supply, with a preference towards low-carbon generation, and strengthening the transmission and distribution system.
- Current forecasts predict total consumption increasing at an average rate of 3.5% (per annum) to 2019. Installed capacity for wind energy is predicted to increase by 60% in 2015, accounting for a larger share of the electricity generation mix (now 4.5%), and reach 15.2 GW by 2019 from 6GW in 2014. With regards to the oil and gas sectors, Petrobras recently approved its 2015-2019 business plan, reducing its outlook for petroleum production by 2020 from 4.2 million bbd/day to 2.8 million.

TRILEMMA BALANCE



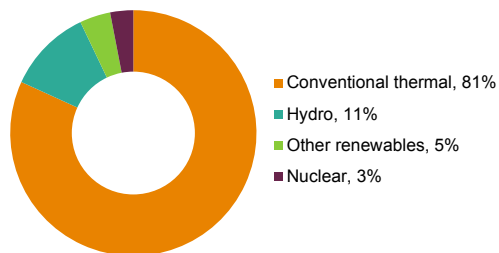
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	38	37	55	↓	
Energy security	29	30	37	→	B
Energy equity	47	43	61	↓	B
Environmental sustainability	75	74	80	→	C
Contextual performance	61	52	55	→	
Political strength	65	63	60	→	
Societal strength	68	68	73	→	
Economic strength	40	42	42	→	
Overall rank and balance score	41	38	48	↓	BBC

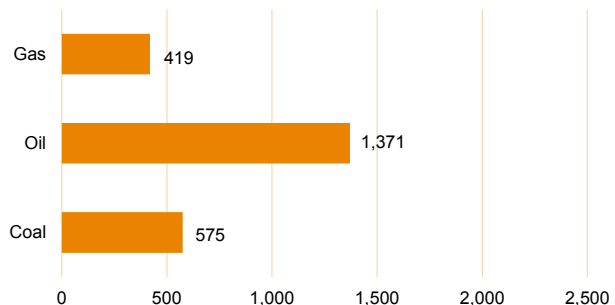
INDEX COMMENTARY

Mexico drops 10 places, with slight deterioration across all three core energy dimensions. Like the other 'Highly-industrialised' countries, Mexico shows a strong performance in energy security, decent levels of energy equity, and an environmental sustainability ranking that lags behind. The net energy exporter's energy security performance slightly worsens as its production to consumption ratio changes. Energy equity also slips as gasoline becomes more expensive even though the quality of electricity supply remains stable. Mexico, which has a highly-industrialised economy and still generates 81% of its electricity by burning fossil fuels, struggles the most with mitigating its impact on the environment. Although most underlying indicators show an improvement, this dimension drops a few ranks as peer countries perform better. Mexico's biggest challenges in this dimension remain air and water pollution. Contextually, Mexico's performance is overall stable, with mediocre levels of political and societal strength and a comparatively stronger economy.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



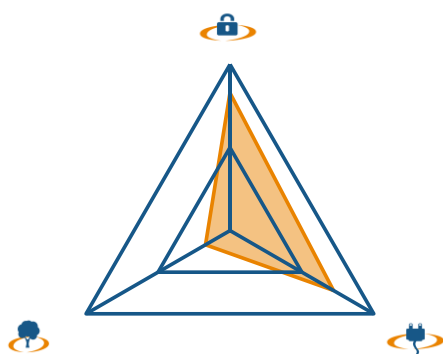
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	36.4	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	17,449 (II)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	1.14	Energy intensity (koe per USD)	0.12
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.27	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	3.47
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.09	Population with access to electricity (%)	99

TRENDS AND OUTLOOK

- In 2013 the Mexican Congress approved the constitutional changes and respective legislation allowing the participation of the private sector through competitive markets in most of the activities involved. Thus, the Mexican energy sector will have the challenge to manage two transitions simultaneously: the transition from a monopolistic structure to a competitive market scheme and from a high-carbon to a low-carbon economy.
- One of the new laws establishes a clean energy certificate scheme for the energy sector bringing it in line with the 2012 General Law on Climate Change. Mexico is the second country, after the UK, which has enacted a law that frames the actions to be taken as far as climate change is concerned, both from an emission mitigation point of view as well as measures of adaptation. Mexico's Intended Nationally Determined Contributions for COP21 include a 25% reduction in GHG emissions with respect to a business as usual (BAU) projection by 2030, with 35% of electricity generation to come from clean energies and an aspirational goal of a 50% reduction in GHG emissions by 2050, as described in the LGCC.
- The greatest challenges policymakers need to focus on to meet the targets are: 1) the continuation of a renewable energy programme and the re-initiation of a nuclear programme; 2) continued increase of production of both oil and natural gas on and offshore as well as the development of shale gas resources; and 3) improved energy efficiency and energy conservation including cogeneration in order to reduce Mexico's energy intensity.

TRILEMMA BALANCE



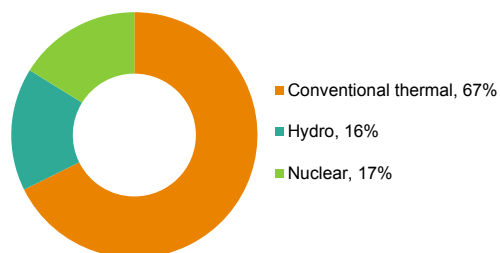
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	46	40	43	→	
Energy security	2	2	15	→	A
Energy equity	61	44	37	↑	B
Environmental sustainability	99	104	108	→	D
Contextual performance	80	74	74	→	
Political strength	97	97	96	→	
Societal strength	92	90	83	↑	
Economic strength	47	51	50	→	
Overall rank and balance score	54	50	49	→	ABD

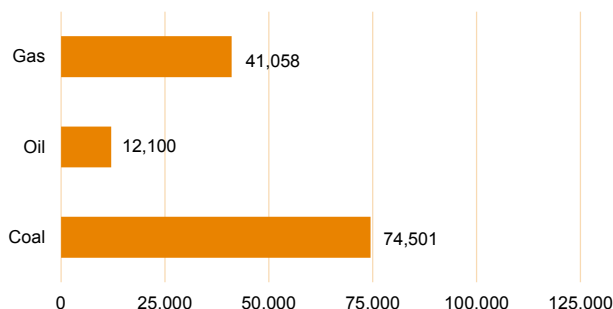
INDEX COMMENTARY

Russia maintains a stable position in the Index over the years. One of the 'Highly-industrialised' countries, Russia's balance of the energy trilemma consists of a very good level of energy security, an average performance on energy equity, and a poor environmental sustainability ranking. Russia's energy security drop is driven by the use of up-to-date data points for the indicator capturing energy consumption in relation to GDP growth. As gasoline is very affordable and the perceived quality of electricity services improves Russia moves up the energy equity ranking. The environmental sustainability dimension, by far the country's weakest, remains stable with low levels of emissions and energy intensity. Contextual performance stays mostly unchanged compared to last year.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



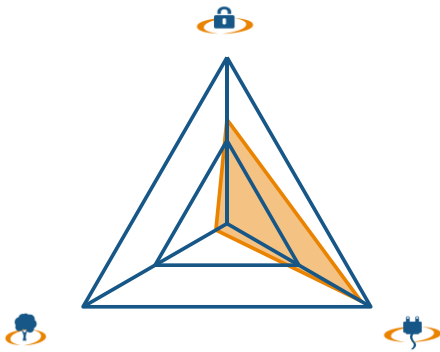
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	36.3	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	24,298 (II)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	1.73	Energy intensity (koe per USD)	0.34
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.73	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	11.24
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Russia is endowed with natural resources, and exports natural gas and oil to countries in Eastern and Western Europe, Turkey, Japan as well as other Asian countries. The high dependence of the economy on energy exports and the vulnerability to the fluctuations in the energy prices, the development of shale gas in other regions of the world, but also Europe's efforts to decrease dependence on Russian gas imports following disputes with key transit countries such as Ukraine, led to the development of diversification strategies for the economy, transportation routes, but also the country's own energy and electricity generation mix.
- The Energy Strategy to 2030 emphasises action on improving energy efficiency, increasing the use of clean energy technologies such as renewable energy, hydro and nuclear, and reducing GHG emissions. With the accession of Russia to the World Trade Organisation in August 2012, the country agreed to increase its domestic natural gas prices, with the target of setting domestic prices in Russia equal to European 'net of transport prices' by 2014.
- Some targets as well as policies and measures are in place already. For example, in May 2013 Russia issued Resolution No. 449 on a Mechanism for the Support of Renewable Energy Sources on the Wholesale Electric Power and Capacity Market, which incentivises the use of renewables in power generation, legislations does not yet match the ambitious target to reduce GHG emissions by 2030 of up to 100 to 105% compared to 1990 levels.

TRILEMMA BALANCE



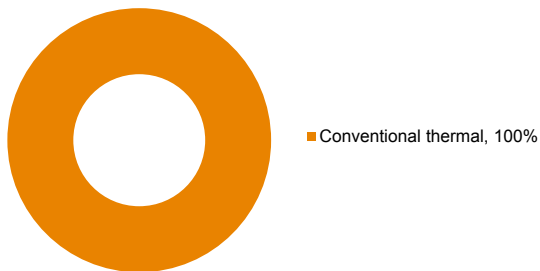
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	57	67	54	→	
Energy security	45	68	49	→	B
Energy equity	12	7	7	→	A
Environmental sustainability	124	125	120	→	D
Contextual performance	47	64	64	↓	
Political strength	79	67	67	↑	
Societal strength	55	51	49	→	
Economic strength	14	84	76	↓	
Overall rank and balance score	51	68	51	→	ABD

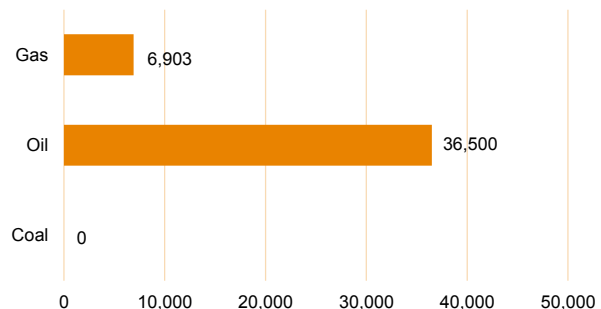
INDEX COMMENTARY

Saudi Arabia's ranking gains 17 places in this year's Index. As one of the 'Fossil-fuelled' countries, Saudi Arabia's energy trilemma is balanced in a fashion that is typical of that country grouping, with good performance on energy security and high levels of energy equity, and a poor environmental sustainability performance. Energy security goes up by several ranks this year, mainly due to a lower dependence on fuel exports, which make up a large part of Saudi Arabia's GDP, supported by a decrease in transmission and distribution losses and a better consumption to GDP growth ratio. Performance on energy equity remains high helped largely by cheap gasoline and plentiful, high-quality electricity. Environmental sustainability still lags severely since Saudi Arabia's energy mix relies entirely on fossil fuels. Contextually performance is stable, with improvements in political stability, control of corruption, rule of law, and accessibility of domestic credit to the private sector.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



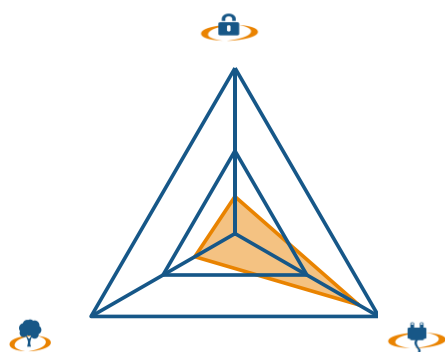
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	59.7	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	50,934 (I)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	2.83	Energy intensity (koe per USD)	0.15
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.36	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	16.46
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	98

TRENDS AND OUTLOOK

- The Saudi energy sector, totally dependent on oil and gas for electricity generation and transportation, faces the dual challenge of coping with rising internal energy demand and reducing carbon emissions.
- In order to tackle the challenge Saudi Arabia is looking to diversify its national energy mix to include renewable energy and nuclear and recently announced plans to invest US\$109 billion over the next 20 years in solar energy. Energy efficiency has been identified as a key national priority. Saudi Arabia is also investing in the exploration of shale gas to meet its domestic energy demand. Carbon capture, utilisation and storage (CCUS) gained a strategic priority on the Saudi energy policy agenda to promote clean use of fossil fuels.
- To achieve the above mentioned goals, policymakers should focus on: 1) maintaining Saudi Arabia's spare capacity and global position as a secure supplier of energy; 2) diversifying the economy which currently depends mainly on hydrocarbons; 3) educating the public about the importance of energy, managing national demand, and increasing efficiency.

TRILEMMA BALANCE



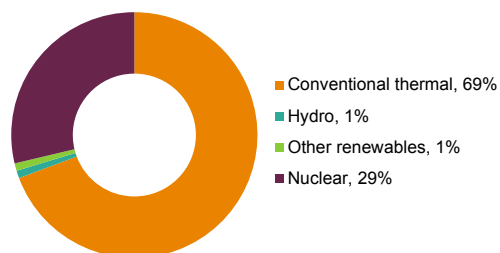
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	85	70	78	↑	
 Energy security	103	98	101	→	D
 Energy equity	49	25	20	↑	A
 Environmental sustainability	85	85	94	→	C
Contextual performance	16	22	22	→	
 Political strength	37	40	40	→	
 Societal strength	26	31	32	→	
 Economic strength	9	13	14	→	
Overall rank and balance score	64	55	54	→	ACD

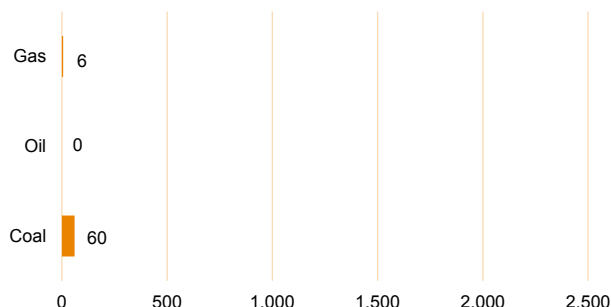
INDEX COMMENTARY

Korea moves up one place in the 2015 Trilemma Index, mostly due to improvements in energy equity. Korea has a low level of energy security and struggles with mitigating its environmental impact, but performs rather well on the energy equity dimension. Korea continues to be heavily reliant on fuel imports with an unfavourable energy import to export ratio. Indicators for energy equity display no notable changes. While there is no improvement or worsening for indicators underlying environmental sustainability, the movement in ranking is caused by peer countries improving faster. Contextual performance is good and stable across the board, with a particularly strong performance in economic strength.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



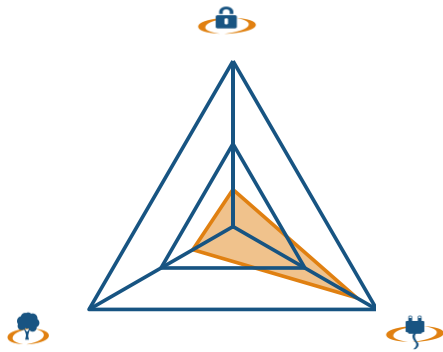
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	38.7	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	33,791 (I)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.14	Energy intensity (koe per USD)	0.18
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.39	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	12.23
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.11	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Energy security remains a major challenge with a very low stability of resource supplies and an energy import dependency of around 97%. As a counter measure Korea (Republic) has invested in overseas resource development, but this brings new challenges such as low production capacity, lack of human resources, technical skills and so on. There are environmental sustainability calls for action given high energy intensity levels, growing energy consumption and increasing GHG emissions.
- Recent policy measures to enhance energy security include: expanding cooperation with resource-rich countries; strengthening the competitiveness of energy developing companies; and establishing the Overseas Resource Development Fund to fund energy development projects in addition to giving government loans and guarantees. Environmental sustainability policy measures include: the expansion of renewable energy with targets until 2030; the shift from government-financed feed-in tariffs to a renewable portfolio standard in 2012 to create new demand for renewable energy; and the strong support of RD&D. Nuclear energy plays an essential role in the country's energy system in terms of energy security, economics, climate change and load demand.
- Policymakers need to continue focusing on: 1) the enhancement of overseas energy development; 2) the development of renewable energy; and 3) the expansion of the nuclear power sector considering safety issues, waste disposal, and increasing public acceptance by providing objective information and being transparent.

에너지 삼중고 균형



평가지표 및 종합점수

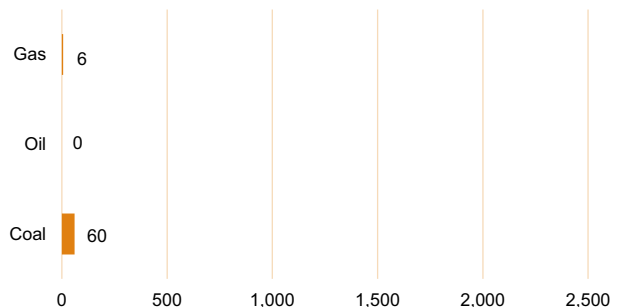
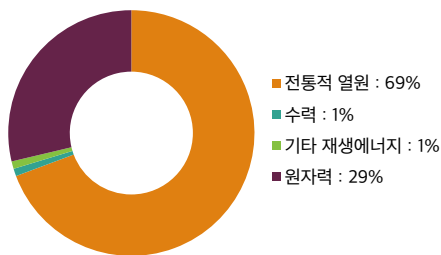
	2013	2014	2015	Trend	Score
에너지 성과 (Energy performance)	85	70	78	↑	
에너지 안보	103	98	101	→	D
에너지 형평성	49	25	20	↑	A
환경지속성	85	85	94	→	C
관련 성과 (Contextual performance)	16	22	22	→	
정치적 강점	37	40	40	→	
사회적 강점	26	31	32	→	
경제적 강점	9	13	14	→	
종합점수	64	55	54	→	ACD

평가지표 설명

2015 에너지 트릴레마 평가지표에서 한국이 한 계단 상승한 것은 대부분 에너지 형평성 분야의 향상 덕분이다. 에너지 안보가 낮은 편인 한국은 환경적 영향을 완화하는데 고전을 면치 못하고 있지만, 에너지 형평성 측면에서는 오히려 좋은 성과를 내고 있다. 불리한 에너지 수출 대비 수입 비율을 보이는 한국은 앞으로도 연료 수입에 크게 의존할 것이다. 환경지속성을 나타내는 지표들이 개선도 악화도 보이지 않는데 국가 순위가 변동이 생긴 것은 또래 국가들이 빠르게 향상되고 있기 때문이다. 관련 성과는 전반적으로 양호하고 안정적이며, 경제적 강점에서 특히 탁월한 성과가 나타난다.

발전원 다양성

화석연료 매장량(단위 : MTOE)



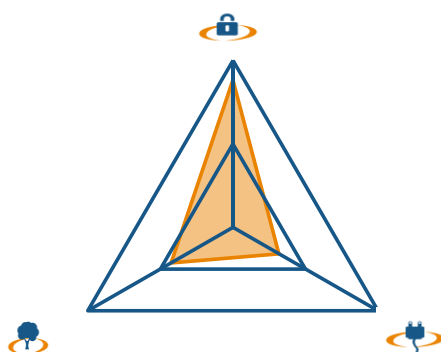
주요 수치

제조업 비중 (% of GDP)	38.7	1인당 소득 (PPP, USD); GDP Group	33,791 (I)
1차에너지 생산/소비 비중 (에너지 순 수입)	0.14	에너지 집중도 (koe per USD)	0.18
배출집중도 (kCO ₂ per USD)	0.39	1인당 CO ₂ 배출 (tCO ₂) / 인	12.23
에너지 접근성 (USD per kWh, 2014)	0.11	전력공급율 (%)	100

한국에너지 정책 평가

- 자원 공급 안정성이 매우 낮고 에너지 수입 의존도가 약 97%에 달하기 때문에 에너지 안보는 여전히 주요 도전 과제로 남아있다. 이에 대한 대응 조치로 한국은 해외 자원 개발에 투자해 왔지만 이는 저조한 생산 능력, 인적 자원 부족, 기술 능력 등과 같은 새로운 문제로 대두되고 있다. 높은 에너지 집중도, 늘어나는 에너지 소비와 GHG 배출 등을 고려해 볼 때 환경지속성을 위한 행동이 요구되는 바이다.
- 에너지 안보를 강화하기 위한 최근 정책들은 다음을 포함한다. 1) 자원 부국과의 협력 확대, 2) 에너지 개발 기업들의 경쟁력 강화, 3) 정부 용자와 보충에 더해 에너지 개발 프로젝트에 재정을 지원하기 위한 해외자원개발기금 설립. 환경지속성 정책들은 다음을 포함한다. 1) 2030년까지 목표를 설정하여 재생에너지 확대, 2) 재생에너지에 대한 신규 수요 창출을 위해 정부가 재정을 지원하는 차액보전제도를 2012년 재생에너지 포트폴리오 표준으로 변경, 3) RD&D에 대한 강력한 지원. 원자력 에너지는 에너지 안보, 경제, 기후 변화, 부하 수요 측면에서 한국의 에너지 시스템에 핵심적인 역할을 한다.
- 정책 입안자들이 계속해서 집중해야 하는 분야는 다음과 같다. 1) 해외 에너지 개발 강화, 2) 재생에너지 개발, 3) 안전 문제와 폐기물 처리를 고려한 원자력 분야 확대 및 객관적 정보 제공과 투명성 제고로 원자력에 대한 국민 수용성 개선

TRILEMMA BALANCE



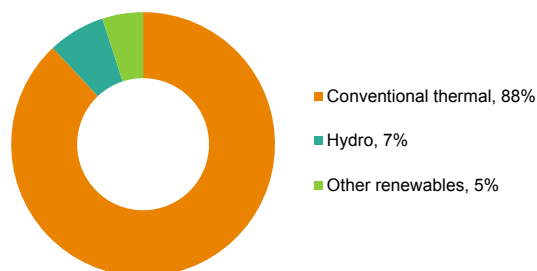
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	68	61	58	→	
Energy security	17	17	17	→	A
Energy equity	83	64	89	↓	C
Environmental sustainability	104	106	75	↑	C
Contextual performance	72	81	82	↓	
Political strength	95	88	86	↑	
Societal strength	82	87	84	→	
Economic strength	42	76	77	↓	
Overall rank and balance score	73	69	65	→	ACC

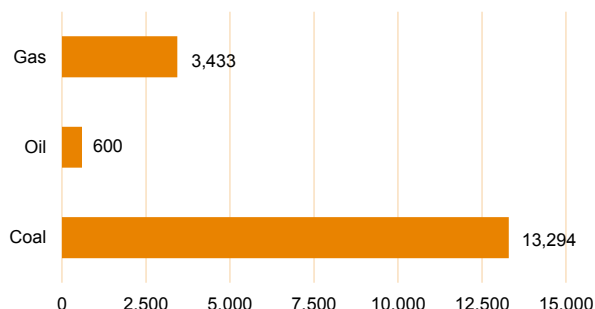
INDEX COMMENTARY

Indonesia moves up four places in this year's Index. However, Indonesia faces the same challenges in balancing the competing sides of the energy trilemma as its peers in the 'Highly-industrialised' group of countries do, with the very strong energy security ranking offset by weaker energy equity and environmental sustainability performance. Energy security is robust, with a very favourable total energy production to consumption ratio, and a slowing energy consumption growth rate. Energy equity faces a drop this year as prices for gasoline increase. Performance on the environmental sustainability dimension also lags quite a bit, with slowly improving energy intensity offset by high CO₂ emissions from electricity generation. Contextually, indicators remain mostly stable, with slight improvements across the board for political strength and societal strength.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



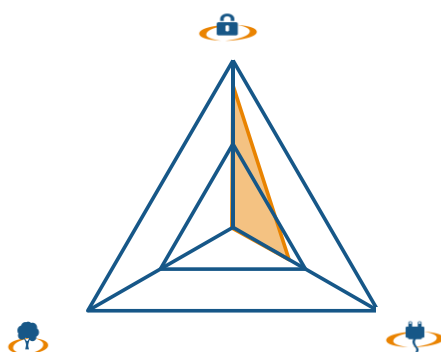
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	45.5	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	10,129 (III)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	2.24	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.23	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	1.89
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	96

TRENDS AND OUTLOOK

- Fossil fuels remain the main energy source. Levels of development and deployment of efficient and low-carbon and carbon-free energy technologies are slower than expected to fulfil sustained energy demand growth, which remains positive under significant energy subsidies to support social and economic development.
- Recent energy policy developments include the energy policy targets of the Presidential Decree No. 5, 2006 on National Energy Policy and its Blueprint of National Energy Management 2005-2025. The policy targets are: reducing energy elasticity to less than one, aligned with the target of economic growth; enhancing the national energy mix with oil below 20%, natural gas more than 30%, coal to more than 33%, and the remaining 17% from new and renewable energy. The Ministerial Decree on feed-in tariffs for renewable energy gives more opportunity for development of small renewable energy with private participations. This will give remote islands the opportunity to accelerate access to electricity. The government is also preparing to issue a new national energy policy as the implementation of Energy Law No. 30, 2007.
- Key issues policymakers need to continue to focus on include: 1) removing energy subsidies; 2) intensifying the efforts to increase the use of new and renewable energy through research and development, pilot projects, providing incentives, capacity building; 3) embed low-carbon and carbon-free technologies in the long-term energy plan; 4) increase energy efficiency on supply and demand sides; and 5) attract more investments to the energy sector.

TRILEMMA BALANCE



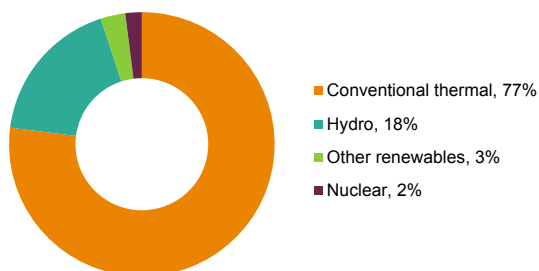
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	90	82	86	→	
Energy security	18	19	21	→	A
Energy equity	101	82	79	↑	C
Environmental sustainability	126	127	129	→	D
Contextual performance	44	47	47	→	
Political strength	76	79	84	↓	
Societal strength	61	69	66	→	
Economic strength	7	8	11	→	
Overall rank and balance score	78	74	74	→	ACD

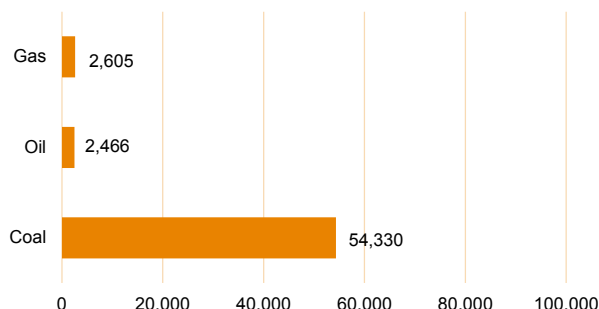
INDEX COMMENTARY

China maintains its position in the Index with a rather unbalanced energy trilemma. Energy security is by far the strongest of this 'Highly-industrialised' country's three dimensions as it struggles to replicate its success in this dimension with equally strong performances in the other two dimensions of the energy trilemma. The energy equity dimension remains stable. China fails to improve its ranking on the environmental sustainability dimension, as energy and emissions intensity continue to be high compared to peer countries. Contextual performance is mostly stable, with mediocre scores for indicators of political and societal strength, and a strong economic performance.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



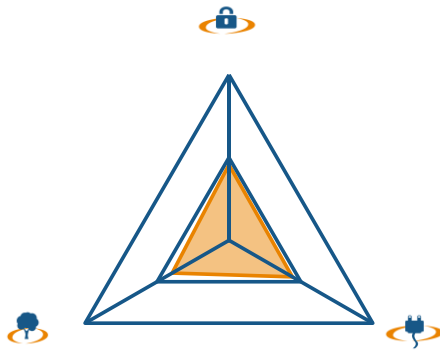
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	43.9	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	11,886 (III)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.86	Energy intensity (koe per USD)	0.22
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.59	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	6.09
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- China is the largest global energy consumer, and emitter of CO₂ emissions. Given its fast growing economy, energy security is crucial to the country's development. To limit its dependence on oil and gas imports, China is set to develop the oil and gas shale industry, and a great number of nuclear power plants are either under construction or in planning, most of them located in coastal areas where the economy is expanding rapidly.
- The 12th Five year plan (2011-2015) prioritises sustainable growth, industrial upgrading, energy efficiency, an increase of the share of renewables and reduction of GHG emissions. The 12th Energy Development plan addresses additional issues such as: improvement of safety in coal mines; further exploration of petroleum and natural gas resources; development of unconventional oil and gas resources; and halting foreign oil dependence at 61%.
- To enable continued economic growth, meet the growing demand and manage the environmental impact China needs to continue investing in the diversification of its energy mix, the deployment of clean energy technologies, and energy efficiency and conservation. Strategies such as the 'Top 10,000 programme', which targets 15,000 industrial enterprises, around 160 large transportation enterprises and public buildings (consuming about two-thirds of China's energy) for energy efficiency improvements; the development of a pricing mechanism for natural resources that reflects market forces; resource scarcity and the cost of environmental damage; or the implementation of plans to expand the transmission and distribution are crucial.

TRILEMMA BALANCE



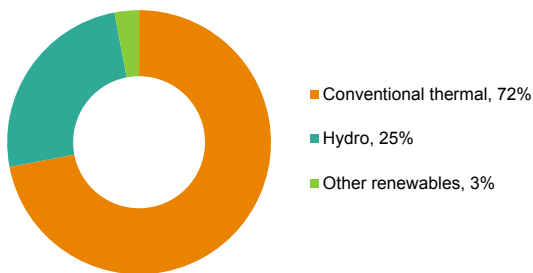
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	74	71	82	→	
Energy security	64	63	71	→	C
Energy equity	82	76	73	→	C
Environmental sustainability	70	69	79	→	C
Contextual performance	68	69	62	→	
Political strength	65	68	70	→	
Societal strength	51	52	50	→	
Economic strength	91	95	71	↑	
Overall rank and balance score	75	73	76	→	CCC

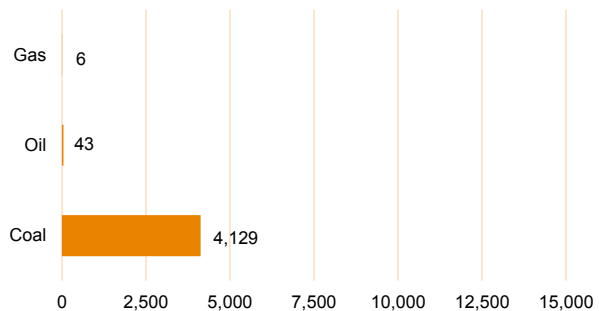
INDEX COMMENTARY

Turkey maintains a stable position in the Index throughout the years. The country balances the three competing sides of the energy trilemma well, despite below average rankings on all three dimensions. With regards to energy security, the country's performance deteriorates slightly as oil and oil product stocks decrease. Performance on the energy equity dimension does not display great changes as gasoline and electricity prices are stable. Turkey continues to struggle with mitigating its impact on the environment, although some progress is reflected in slightly lower energy and emissions intensity, progress in peer countries is faster. Contextually, Turkey's performance remains largely unchanged on the political and societal strength dimensions, but with a notable improvement in economic strength driven by greater access to credit to the private sector.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



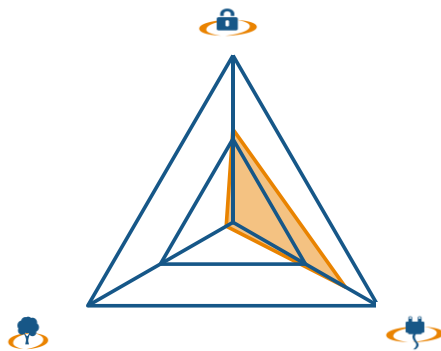
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	26.9	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	18,994 (II)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.28	Energy intensity (koe per USD)	0.11
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.28	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	3.95
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	0.17	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Turkey has to accommodate a fast-growing demand for energy and enormous investment volumes are required to meet this growth. Furthermore, only 23% of energy consumption is met by domestic resources, thus energy dependence is of great concern.
- Policymakers should consider increased support for the development of domestic resources, such as hydropower and lignite to meet the increasing energy demand.

TRILEMMA BALANCE



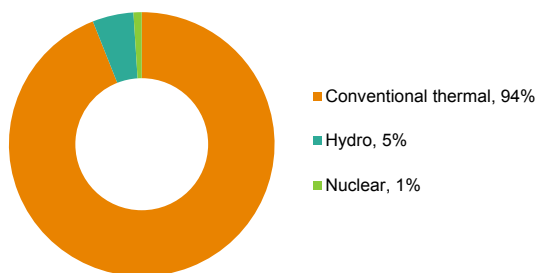
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	87	75	76	↑	
Energy security	75	66	58	→	B
Energy equity	44	24	28	↑	B
Environmental sustainability	119	120	124	→	D
Contextual performance	95	124	122	↓	
Political strength	115	115	118	→	
Societal strength	81	96	93	↓	
Economic strength	89	126	123	↓	
Overall rank and balance score	91	89	91	→	BBD

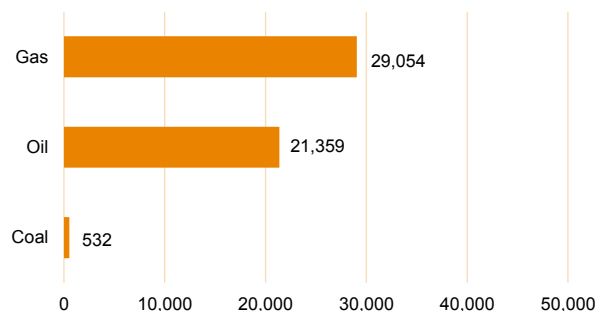
INDEX COMMENTARY

Iran's overall Index ranking remains mostly unchanged. Iran's balancing of the various dimensions of the energy trilemma is rather lopsided, with a respectable energy equity ranking and slightly lagging performance in energy security being counterbalanced by the country's lack of mitigation of its environmental impact. High distribution losses of electricity (an amount equal to 15% of total electricity generated), and low, but improving diversity of the electricity generation portfolio result in a lower energy security rank than might be expected from an OPEC country. Energy equity is Iran's strongest energy dimension, slightly deteriorating as gasoline becomes less affordable and the perceived quality of electricity supply worsens. Performance on the environmental sustainability dimension is a serious challenge for Iran, with high energy and emission intensity, levels of pollution, and amounts of CO₂ emitted from electricity generation. Contextually, indicators of political and societal strength are stable but low.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



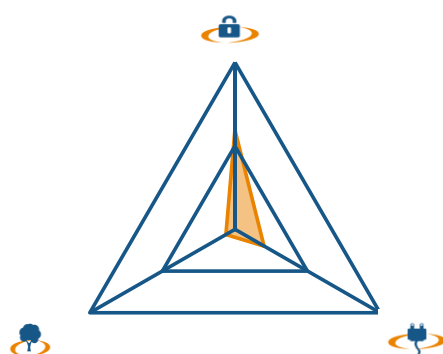
KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	40.7	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	16,591 (II)
TPEP/TPEC (net energy exporter)	1.53	Energy intensity (koe per USD)	0.22
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.52	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	6.95
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	100

TRENDS AND OUTLOOK

- Home of the world's fourth largest proved crude oil reserves and second largest natural gas reserves, Iran's energy sector has been crippled by international sanctions since 2011, resulting in limited foreign investment, a near 1.0 million b/d drop in crude oil, a decreasing rate of gas production growth and a 47% drop in oil and natural gas export revenue in the first year after the sanctions were enforced. Structural issues such as subsidies on both natural gas and refined petroleum products have led to the inefficient and wasteful use of energy. Finally, Iran's rapidly growing own energy consumption (about 6 percent per year for the past 30 years) has raised concerns about the country's ability to continue to export oil in the next decade.
- After 20 months of negotiations, Iran has agreed a long-term nuclear deal to limit its sensitive nuclear activities in return for the lifting of sanctions. Once the agreement is finalised, Iran will be able to revive its oil and gas sectors. A new oil contract model to attract foreign investors by allowing international oil companies to participate in all phases of an upstream project, including production, is being drafted. Lifting of sanctions should also allow for technology (such as enhanced oil recovery techniques) and expertise to flow in order to expand capacity at oil and natural gas fields and reverse declines in mature ones.
- In light of declining oil prices, policymakers also have the opportunity to revisit subsidy schemes which weigh heavily on government budgets.

TRILEMMA BALANCE



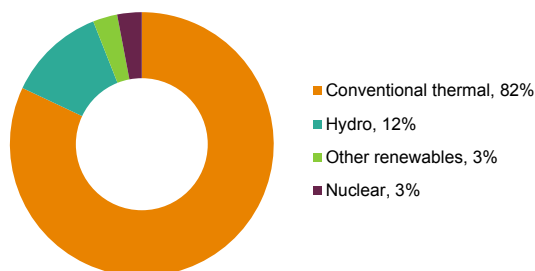
INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	124	122	109	↑	
Energy security	76	76	53	↑	B
Energy equity	110	105	104	→	D
Environmental sustainability	121	123	122	→	D
Contextual performance	76	90	90	↓	
Political strength	93	103	104	↓	
Societal strength	80	84	87	→	
Economic strength	54	77	69	→	
Overall rank and balance score	115	122	107	→	BDD

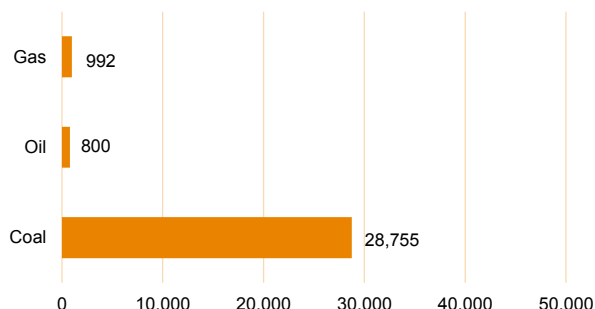
INDEX COMMENTARY

India gains 15 places in the overall Index rankings. India has a stronger energy security performance, followed by a weaker energy equity result and a very poor performance on the environmental sustainability dimension. Energy security improves, driven by updated data points, underlying the indicator for energy consumption in relation to GDP growth. Energy infrastructure becomes more stable as transmission and distribution losses are reduced. Energy equity performance is still low with only 79% of the population having access to electricity. The emerging economy faces environmental challenges such as high CO₂ emissions from electricity generation. Contextual performance is fairly stable, with economic strength India's best contextual dimension, slowly improving.

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



KEY METRICS

Industrial sector (% of GDP)	24.2	GDP per capita (PPP, USD); GDP Group	5,456 (IV)
TPEP/TPEC (net energy importer)	0.67	Energy intensity (koe per USD)	0.14
Emission intensity (kCO ₂ per USD)	0.34	CO ₂ emissions (tCO ₂) per capita	1.62
Energy affordability (USD per kWh, 2014)	-	Population with access to electricity (%)	79

TRENDS AND OUTLOOK

- India faces challenges on all three dimensions of the energy trilemma. The National Action Plan for Climate Change (NAPCC) provides a road map for sustainable development). The National Institution for Transforming India, which has taken over from the Planning Commission, has the mandate to design strategic and long-term policy frameworks and is working on a new Integrated Energy Policy (IEP) to develop a new road map for developing energy security to support equitable growth.
- Recent policy developments include: 1) a target 175 GW of renewable power generation by 2022, of which 100 GW is through solar; 2) carbon taxation through coal cess; 3) the Deendayal Upadhyaya Gram Jyoti Yojana (DDGJY) scheme overseeing rural electrification (village electrification has reached 97%); 4) the deregulation of petroleum products, and introduction of targeted subsidies through Direct Benefit Transfer (DBT) for LPG; 5) the allocation of coal block through auctions; and 6) the completion of the first cycle of a Perform, Achieve and Trade (PAT) scheme to facilitate industrial investment in energy efficiency through trading of energy savings certificates, covering 90% of total industrial sector energy consumption.
- The challenges policymakers need to focus on are: 1) reviving the distribution sector financially and operationally; 2) developing an easier exploration policy for the allocation of hydrocarbon blocks; 3) expanding modern energy access; and 4) integrating large renewable capacity, both planned and under development.

World Energy Council 회원국

Algeria	Latvia
Argentina	Lebanon
Armenia	Libya
Austria	Lithuania
Bahrain	Luxembourg
Belgium	Mexico
Bolivia	Monaco
Botswana	Morocco
Brazil	Namibia
Bulgaria	Nepal
Cameroon	Netherlands
Canada	New Zealand
Chad	Niger
Chile	Nigeria
China	Pakistan
Colombia	Paraguay
Congo (Democratic Republic)	Peru
Côte d'Ivoire	Philippines
Croatia	Poland
Cyprus	Portugal
Czech Republic	Qatar
Denmark	Romania
Ecuador	Russian Federation
Egypt (Arab Republic)	Saudi Arabia
Estonia	Senegal
Ethiopia	Serbia
Finland	Slovakia
France	Slovenia
Gabon	South Africa
Germany	Spain
Ghana	Sri Lanka
Greece	Swaziland
Hong Kong, China	Sweden
Hungary	Switzerland
Iceland	Syria (Arab Republic)
India	Taiwan, China
Indonesia	Tanzania
Iran (Islamic Republic)	Thailand
Iraq	Trinidad & Tobago
Ireland	Tunisia
Israel	Turkey
Italy	Ukraine
Japan	United Arab Emirates
Jordan	United Kingdom
Kazakhstan	United States
Kenya	Uruguay
Korea (Republic)	Zimbabwe
Kuwait	

Patrons of the World Energy Council

Alstom	Marsh & McLennan Companies
Bloomberg New Energy Finance	Oliver Wyman
Electricité de France	PricewaterhouseCoopers
Emirates Nuclear Energy Corporation	Saudi Aramco
ENGIE	Siemens AG
GE Power and Water	Swiss Re Corporate Solutions
Hydro-Québec	Tokyo Electric Power Co.
Korea Electric Power Corp.	VNG – Verbundnetz Gas AG

World Energy Council는 전 인류를 위한 최선의 혜택을 가져올 수 있고 환경을 민감하게 인식하는 에너지 시스템을 합리적인 가격에 안정적으로 제공하고자 노력하는 리더들과 업계 종사자들로 구성된 공정한 주요 네트워크로 1923년에 설립됐다. 유엔이 인증한 글로벌 에너지 기구로서, 90개가 넘는 국가에 소재한 3천여 개 이상의 단체들이 회원으로 가입되어 있고 정부와 민간기업 및 국영기업, 학계, 비영리단체, 에너지 관련 이해 당사자들을 끌어들이고 있다. 본 기구는 고위급 회의를 주최하고 권위있는 연구 결과들을 출판하며 세계 에너지 정책 담화를 촉진하기 위한 광범위한 WEC회원 네트워크를 통해 작업하는 방식으로 세계와 지역 및 국가의 에너지 전략에 정보를 제공하고 있다. 더 많은 세부 사항은 www.worldenergy.org와 @WECouncil를 참조하기 바란다.

The World Energy Council (WEC) is the principal impartial network of leaders and practitioners promoting an affordable, stable and environmentally sensitive energy system for the greatest benefit of all. Formed in 1923, WEC is the UN-accredited global energy body, representing the entire energy spectrum, with more than 3000 member organisations located in over 90 countries and drawn from governments, private and state corporations, academia, NGOs and energy related stakeholders. WEC informs global, regional and national energy strategies by hosting high-level events, publishing authoritative studies, and working through its extensive member network to facilitate the world's energy policy dialogue.

Further details at www.worldenergy.org and [@WECouncil](https://twitter.com/WECouncil)

