



Bundesnetzagentur

Wind power development in Germany

Dennis Volk

Business Roundtable, 13.09.2021

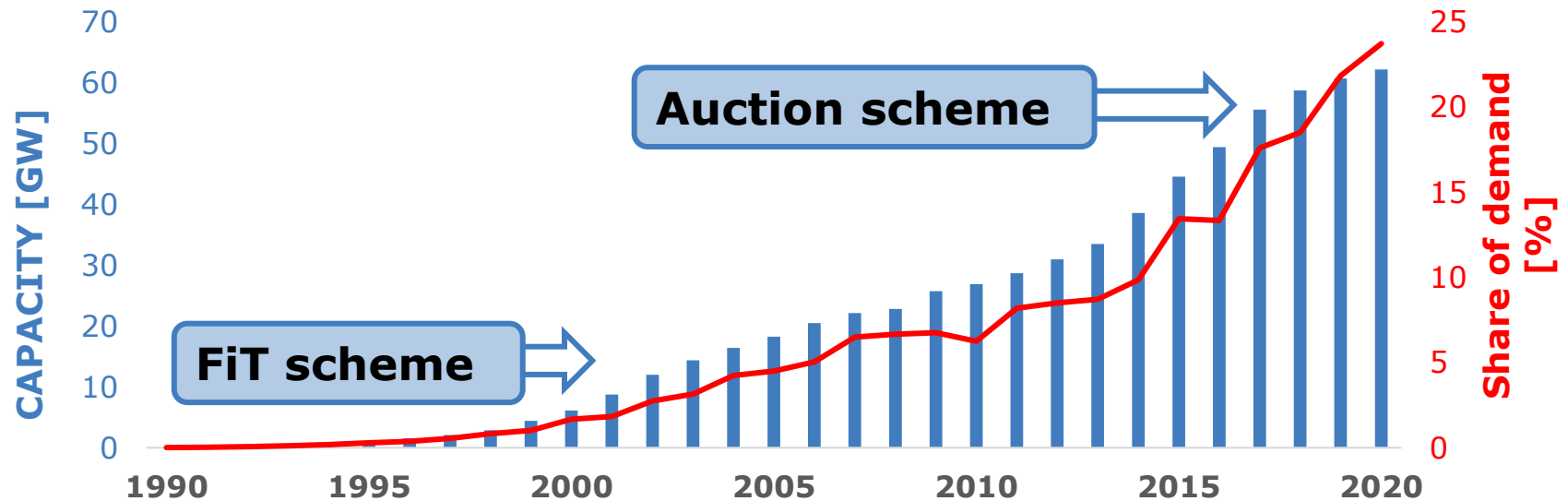


www.bundesnetzagentur.de



- **Germany @ 80 GW peak demand**
- **Germany @ 630 TWh/yr supply (last decade)**

- **Uses dedicated RES policies since early 2000s**
- **Initial aim: decarbonise power sector**





RES targets enshrined into law



Background

- Legal framework in place since 2000
- Selected RES technologies (e.g. hydropower, wind energy, PV, geothermal energy, biomass) can claim a FIT
- Very successful support scheme for scaling up RES generation

Key features of FITs

- Set by the administration and embedded in the law: full transparency and planning security
- Price per KWh set for each technology, size and location
- Level of support to cover the full costs of the RES installation
- Guaranteed feed-in and remuneration for 20 years
- Guaranteed grid access and priority dispatch in the network
- FiT is basically a PPA with government

FiT CHALLENGES

- **Asymmetry of information led to compensation risks**
- **Dynamic industry developments require dynamic levels of support (price)**
- **Growing RES shares with impacts on the power system**

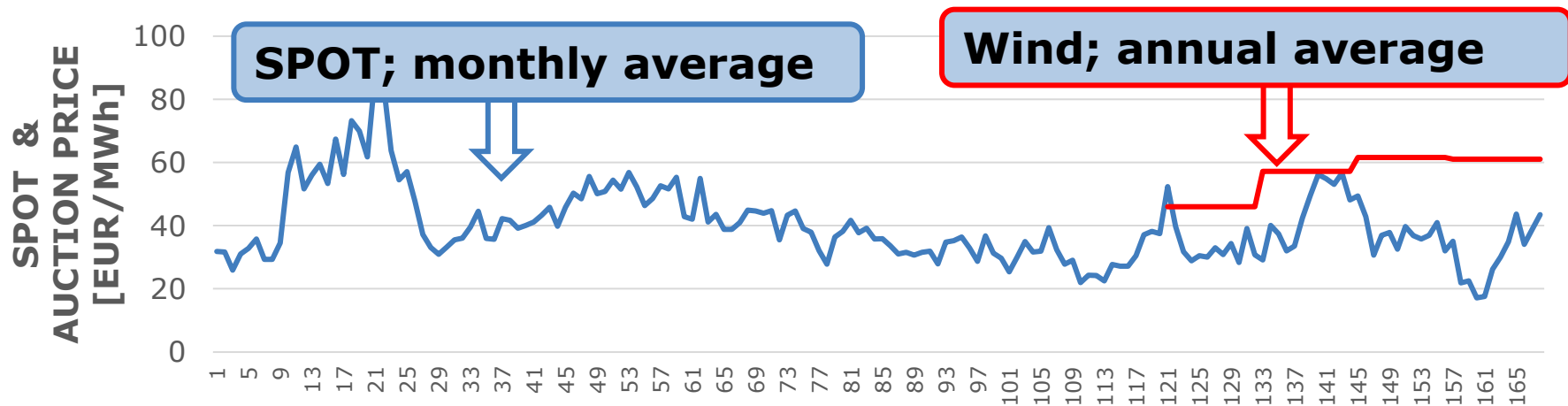


AUCTIONS

Expectations

- **More competitive**
- **Transparent & simple**
- **Acceptance**
- **High realisation rates**
- **Multiplicity of stakeholders**

- **So far 21 auctions held since 2017 (onshore)**
 - **11 GW capacity awarded @ 1314 contracts**
 - **Prices stable at around 6 EURct/kWh**
- **Auctions not always fully subscribed**
 - **Mostly due to land issues**
- **Realisation time between 2 to 3 years: so far no information on realisation rates**





- **RES development key for power sector decarbonisation**
- **Different schemes can work; fair risk allocation required**
- **Minimising offtake risks as well as ensuring contract price transparency and stability are important factors**
- **RES development comes in smaller sizes; „mass-approach“ can avoid administrative bottlenecks**
- **(in the German context), wind is likely to be most competitive new built technology choice**



Bundesnetzagentur

To be continued...

dennis.volk@bnetza.de

RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향

2021.9.13

에너지경제연구원
신재생에너지연구팀


발표자 : 이승문 연구위원

작성자: 조상민 연구위원



목 차

- | | |
|-----|-------------|
| I | RPS 제도의 성과 |
| II | RPS 제도의 한계 |
| III | RPS 제도개선 방향 |
| IV | 해외사례 |



RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향

I

- RPS 제도의 성과

RPS 제도 도입 목적과 특징

✓ RPS 제도 도입 목적

- 전력산업기반기금 부담 완화
 - * 발전차액지원제도는 전력산업기반기금을 활용하여 차액 보전
 - * 태양광 중심으로 보급이 크게 늘어나면서 전력산업기반기금 활용 한계
- 비용효율적인 재생에너지 보급 확대
 - * 발전차액지원제도는 초기시장 형성에 적합한 것으로 평가
 - * 시장 개화에 맞춰 비용효율적, 시장 기반 제도로의 전환 필요성 제기

✓ 우리나라 RPS 제도의 특징

- 판매사업자가 아닌 발전사업자에 의무 부여
 - * 판매독점인 전력시장 구조로 인해 발전사업자에 의무 부여
 - * 일반적으로는 판매사업자에 의무 부여, 이러한 형태는 전세계적으로 사례를 찾기 힘들
- 복잡한 가중치 체계 도입
 - * 에너지원별, 세부유형별 차별화된 가중치 부여
 - * 효율성은 하락, 포트폴리오 다양화 및 산업육성 등의 정책목표 달성에 유리

보급 목표 초과 달성

✔ 목표 초과 달성 : '18년 이후 재생에너지 보급 목표 초과 달성 중

* 특히 태양광 중심으로 보급 증가

✔ 발전공기업의 재생에너지 포트폴리오 확대

* 대규모사업, 수의계약 중심. SPC 참여 중심

✔ 소규모 발전사업자의 재생에너지 사업 참여 활성화

* 태양광 중심으로 수만개의 발전사업자 시장 참여 중

신재생에너지 보급목표 및 실적(신규)

(단위: MW)		태양광	풍력	수력	해양	바이오	폐기물	연료전지	IGCC	합계
'18	목표	1,300	200	15	-	100	-	80	-	1,695
	실적	2,367	161	4	-	865	38	98	-	3,533
'19	목표	1,500	650	20	-	100	-	80	-	2,350
	실적	3,789	191	12	1	290	73	121	-	4,477
'20 (잠정)	목표	3,756	354	9	-	102	-	128	-	4,349
	실적	4,126	242	7	-	317	60	202	-	4,954

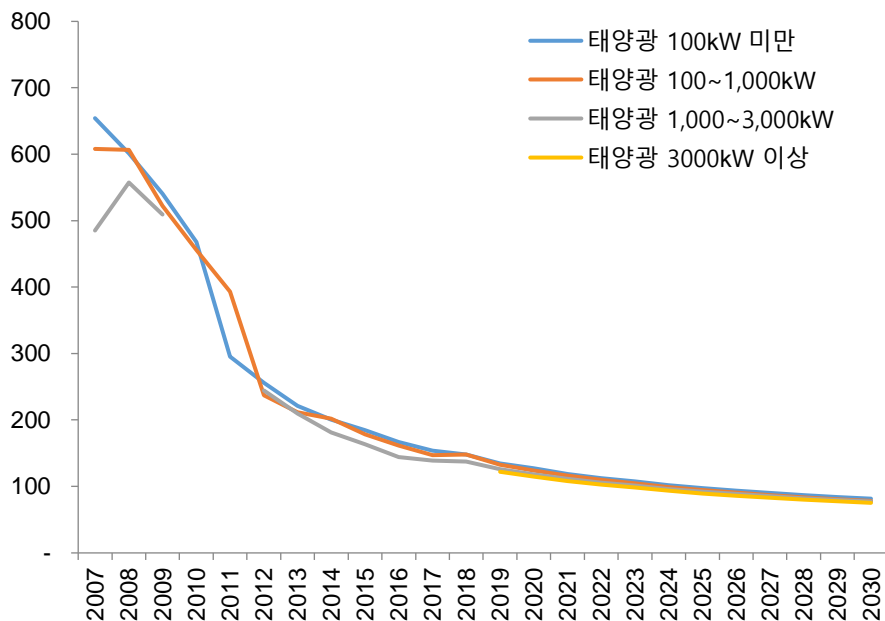
자료 : (목표) '18~'19 제8차 전력수급계획, '20년 제5차 신기본, (실적) 한국에너지공단

가격하락 실현

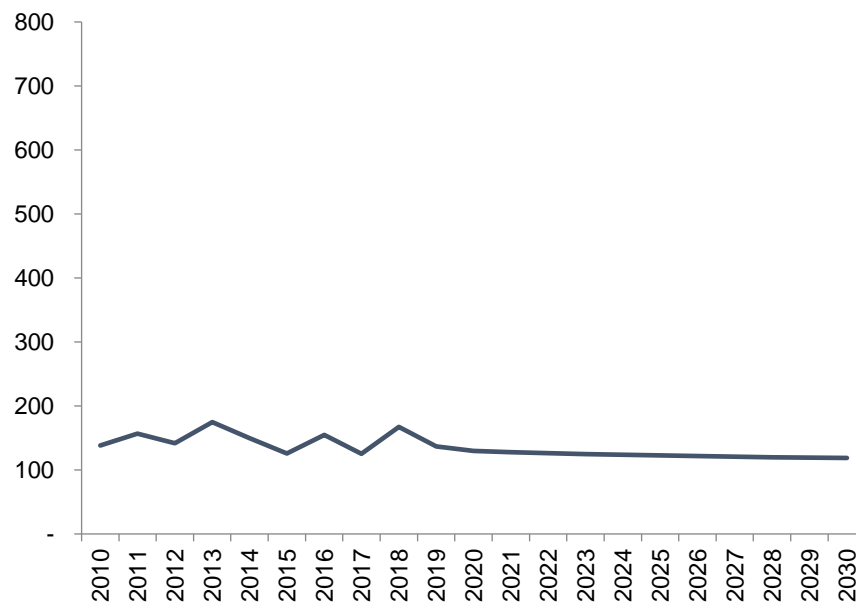
☑ 태양광 중심 발전원가(LCOE) 하락 지속

- * 다만 풍력 등 일부 대규모 사업의 발전원가 하락은 지연 중
- * 여전히 주요국 및 글로벌 평균과 비교하여 높은 발전원가 ('21년 태양광 글로벌 LCOE \$ 48/MWh; BNEF(2021))

태양광 LCOE 추세 및 전망 (원/kWh)



풍력 LCOE 추세 및 전망 (원/kWh)



자료: 한국에너지공단 제공 자료, 자체 조사 자료 등을 바탕으로 에너지경제연구원이 분석

가격하락 실현

✓ REC 가격하락 실현

- 경쟁입찰 시장 SMP+REC 지속 하락 실현
- 현물시장의 경우 수급에 따른 SMP+REC 변동성 노정
 - * 사실상 완전이행 시점인 '18년 이후 SMP+REC 하락폭 확대
 - * 이후 경쟁입찰 시장 보다 현물시장의 SMP+REC가 낮게 유지

SMP+REC 추세 (원/kWh)

구분		'17년	'18년	'19년	'20년상	'20년下	'21년상
경쟁입찰	SMP+REC	183.1	176.5	162.6	151.4	143.7	136.1
현물	SMP	81.8	95.2	90.7	77.8	59.6	78.1
	REC	128.6	94.9	60.5	43.6	42.0	36.1
	SMP+REC	210.4	190.1	151.2	121.4	101.6	114.2

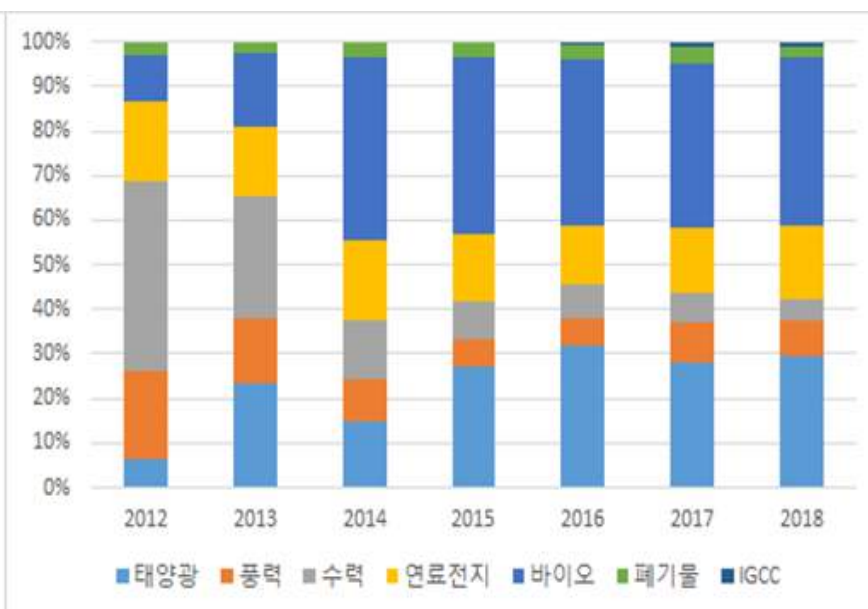
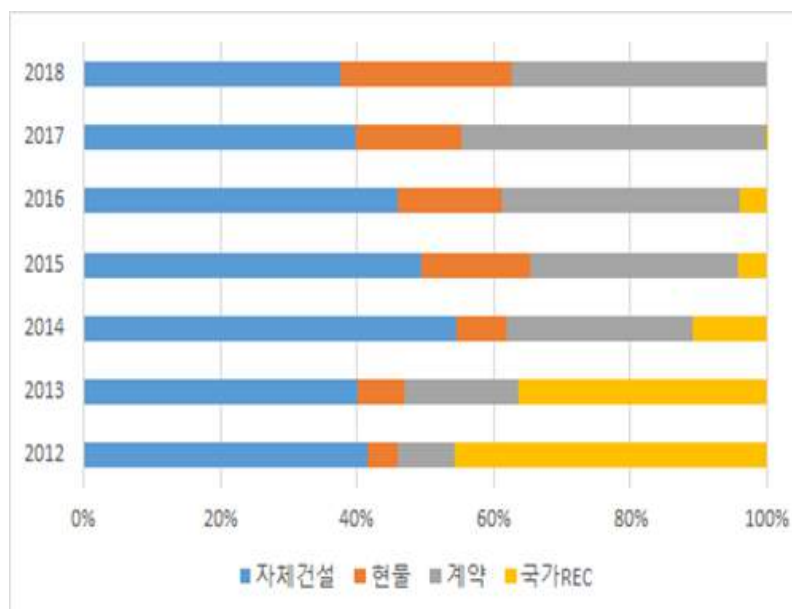
자료 : 전력거래소, 한국에너지공단 자료를 바탕으로 저자 작성

경쟁 확대, 사업의 안정성 증대


경쟁입찰 고정가격장기계약 중심으로 시장 개편

- * 태양광 소규모 : 현물시장 → 경쟁입찰
- * 태양광 대규모 : 수의계약 → 경쟁입찰
- * 연료전지 : 수의계약 → 경쟁입찰 (CHPS) 도입 검토

REC 시장별(좌), 에너지원별(우) 의무이행 비중



자료 : 에너지공단; 출처 : 조상민(2020)



RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향

II

- RPS 제도의 한계

높은 불확실성

✓ 가중치 개정으로 인한 수익 불확실성

- 개정된 가중치는 신규사업자에만 영향을 미치나 REC 수급 변화로 인해 기존사업자 영향
- 또한 신규사업자도 프로젝트 진행 정도에 따라 가중치 개정 리스크에 노출
- 수익계약의 경우 수익계약 가격 가이드라인 변경에 따른 불확실성 존재

✓ 현물시장 가격의 이중 불확실성

- 현물시장 비중이 여전히 높음
- 현물시장 참여자는 SMP 변동과 REC 변동의 이중 불확실성에 노출
 - * 또한 장기적으로는 발전원가가 낮은 신규진입 발전사업자와의 경쟁에도 노출

✓ 수급의 불확실성

- [수요] 의무비율에 따라 확정적, [공급] 미확정 → 수급불일치 가능성 높음
 - * RPS 제도의 Quota는 수요에만 부여, 공급 관리는 원칙적으로 불가능
- 공사기간이 일정하지 않고 실현시기를 예측하기 어려워 공급 예측 또한 어려움
 - * (개발기간) 대규모 태양광은 2년, 풍력은 6년 이상 소요

시장의 효율성 저하

☑ 제도의 복잡성 증대

- 복잡한 가중치 체계, 가중치 개정 시 마다 복잡성 증대

태양광, 해상풍력 가중치 개정 내역

구분	제도시행('12.1)		1차 개정('14.9)			2차 개정('18.6)			3차 개정('21.7)							
태양광	0.7	전, 답, 과수원, 목장용지, 임야	0.7	일반부지	3MW 초과	0.7	일반부지	3MW 초과	0.8	일반부지	3MW 초과					
	1.0	30kW 초과	1		100kW 이상	1.0		100kW 이상	1.0		100kW 이상					
	1.2	30kW 이하	1.2		100kW 미만	1.2		100kW 미만	1.2		100kW 미만					
						0.7	임야			0.5	임야					
	1.5	건축물 등 기존 시설물 이용	1	건축물 등	3MW 초과	1.0	건축물 등	3MW 초과	1.0	건축물 등	3MW 초과					
			1.5		3MW 이하			1.5			3MW 이하	1.5	3MW 이하			
				1.5	수상	1.5	수상		1.2	수상	3MW 초과					
											1.0	자가용		1.0	자가용	100kW 이상
																5.0
						4.0			'18~'19년							
									'20년							
해상풍력	1.5	해상풍력(계통연계 지원시)	1.5	해상풍력(연계거리 5km이하)		2.0	해상풍력	5km이하	2.0	연안상풍력	간석지 등					
	2	해상풍력(계통연계 미지원시)	2.0	해상풍력 (연계거리 5km 초과)	고정형			2.5			5~10km	2.5	해상풍력	그 외		
			1.0~2.5		변동형	3.0		10~15km	기본가중치 +연계거리가중치(5km 이상) +수심가중치(20m 이상)							
					3.5			15km초과								

시장의 효율성 저하

✓ 제도의 복잡성 증대

- 해외사례는 대부분 단순한 가중치 체계 운용

* 미국 : 설치지역(주 내/외), 설치 시점에 따른 구분

* 호주 : 가중치 없음

* 영국 : 원별/유형별로 가중치가 차별적이었으나 최근 RO 종료, CfD(Contract for Difference)로 전환

미국 주별 REC 가중치 사례

구분	가중치	대상전원
Arizona	1.00	연료전지(신재생연료이용), 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 바이오, 열병합
California	1.00	연료전지(신재생연료이용), 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물
Pennsylvania	1.00	연료전지, 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 바이오, 폐기물, CBD, 수요관리, 폐석탄, IGCC, 목재부산물
Colorado	1.00	Colorado 지역 외의 신재생에너지 설비
	1.25	Colorado 지역 내의 신재생에너지 설비
	1.50	Community based Project를 통한 신재생에너지 발전 중에서 설비용량이 30MW 이하인 설비
	3.00	2015년 7월 이전까지 설치된 태양에너지 설비

시장의 효율성 저하

☑ 정부의 적극적 시장개입과 제도의 경직성 증가

- REC 가중치 개정
- 대규모 프로젝트 수의계약 가이드라인 개정

태양광 LCOE, 적정가중치, 최종가중치

대분류	소분류		기존	LCOE (원/kWh)	적정 가중치	초안	최종안	
태양에너지	일반부지	소규모(100kW 미만)	1.2	164.24	1.11	1.2	좌동	
		중규모(100kW~3MW)	1.0	147.40	1.00	1.0	"	
		대규모(3MW 초과)	0.7	134.16	0.95	0.8	"	
	건축물	소규모(100kW 미만)	1.5			1.4	1.5	
		중규모(100kW~3MW)		140.31	1.08	1.2		
		대규모(3MW 초과)	1.0			1.0	1.0	
	수상태양광	소규모(100kW 미만)	1.5			1.6	좌동	
		중규모(100kW~3MW)		169.25	1.31	1.4	"	
		대규모(3MW 초과)				1.2	"	
	임야			0.7	147.40	0.92	0.5	"
	자가용			1.0	164.24	1.16	1.0	"

시장의 효율성 저하

✓ 가격신호 작동 미흡

- 계약-정산간 불일치로 인한 의사결정 구조의 복잡성 : 공급의무사의 목적함수 불확실*
 - * 우리나라의 RPS제도는 주요 참여주체인 대규모발전사업자가 수요자이면서 동시에 공급자로 시장 참여
 - * 발전사업 수익 극대화, 정산 손실 최소화, 기타 효용 극대화 등이 의사결정에 복합적으로 작용
- 긴 건설기간으로 인해 공급의 (단기)가격탄력성이 낮고 시차가 존재
- REC 가중치와 계약방식*으로 인한 문제 : 가격신호가 작동하지 않거나** 역으로 작용 가능
 - * SMP+REC 합산 고정가계약, 혹은 SMP+REC*가중치 고정가계약
 - ** 1MW 미만 소규모의 경우 전력시장가격과 무관(한전 PPA)

SMP+REC 고정가격 장기계약 시 발전사업자의 수익

(SMP+REC 180)	S1. SMP 80			S2. SMP 100		
	SMP	REC	실질수익	SMP	REC	실질수익
해상풍력 (가중치 2.5)	80	100	330	100	80	300
대규모 태양광 (가중치 0.7)	80	100	150	100	80	156
소규모 태양광 (가중치 1.1)	80	100	190	100	80	188

자료 : 저자 작성

예상되는 문제

✓ 시장의 불확실성*은 신규 잠재 사업자의 시장진입 저해, 금융비용 등 비용 상승 유발

* 수급 불확실성, 가격 불확실성

✓ 비용효율적 재생에너지 보급 미흡, 이행비용 증가

- 복잡한 가중치 체계는 비용이 높은 입지나 사업유형의 개발을 유도

ex) 해상풍력 수심 가중치 부여는 수심이 깊어 비용이 높은 해상풍력 프로젝트의 사업성을 보장, 개발 유도

- 정부 주도의 가중치 및 가격결정 구조는 시장의 가격 발견 기능 활용 어려움

- 시장참여자 증가, 정부 주도의 가격 결정 구조는 제도개선의 어려움으로 귀결

✓ 전력중개사업자 등 신규 비즈니스모델 활성화 지연

- 전력시장 가격 신호에 반응할 유인과 보상체계 미흡

ex) 소규모~중규모 태양광 가중치 1.0 ↑, 전력판매 가격과 무관하거나 높을수록 수익성 하락

- Tracker 설치 및 태양광 모듈 방향 조정, ESS 설치 등을 통한 수익창출, 전력계통 운영 기여 유인 부족

✓ 실시간 시장, 보조서비스 시장 등 전력시장 제도개선 방향*과의 정합성 부족

* 재생에너지 확대에 대응하여 가격 신호를 강화, 시장의 효율성 제고

RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향

III

- RPS 제도 개선방향

재생에너지 지원 정책수단

- ✔ Price-based : FiT(Feed-in Tariff), FiP(Feed-in Premium)
- ✔ Quantity-based : Quota(RPS(Renewable Portfolio Standard), RO(Renewable Obligation))



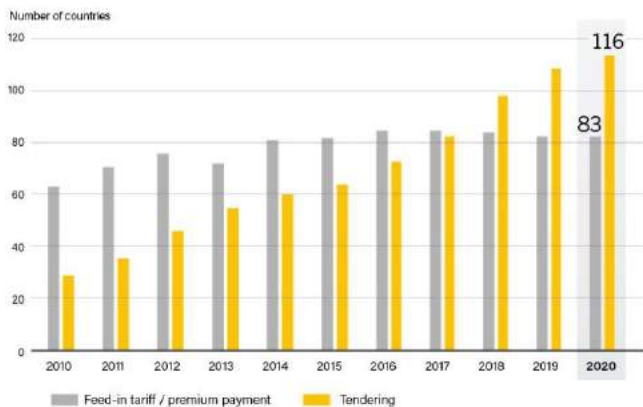
재생에너지 지원 정책수단

✓ 글로벌 추세 : *FiP + Auction*

* 재생에너지 정책 패러다임의 전환 : *Promotion effectiveness* → *Market efficiency*

FiT/FiP, 경매 채택 국가

Renewable Energy Feed-in Tariffs and Tenders 2010-2020



The shift towards competitive auctions and tenders continued in 2020.



Note: A country is considered to have a policy (and is counted a single time) when it has at least one national or state/provincial-level policy.
Source: REN21 Policy Database.

REN21 RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT

자료: REN21, 2021, Renewables 2021 Global Status Report

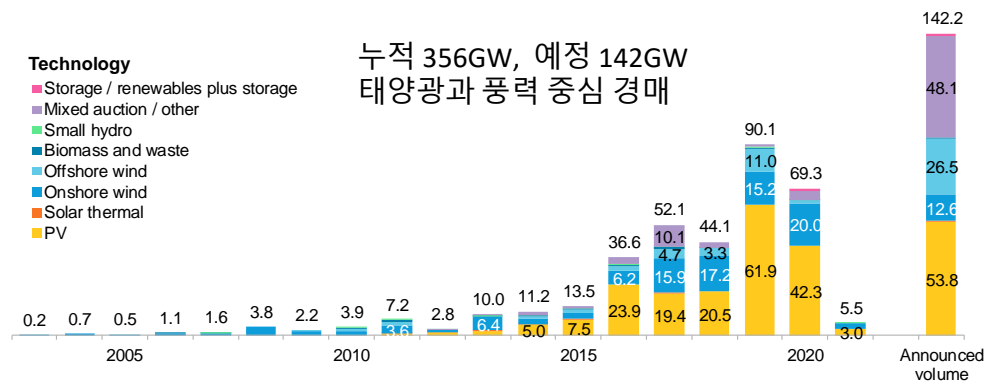
경매 현황

GW

Technology

- Storage / renewables plus storage
- Mixed auction / other
- Small hydro
- Biomass and waste
- Offshore wind
- Onshore wind
- Solar thermal
- PV

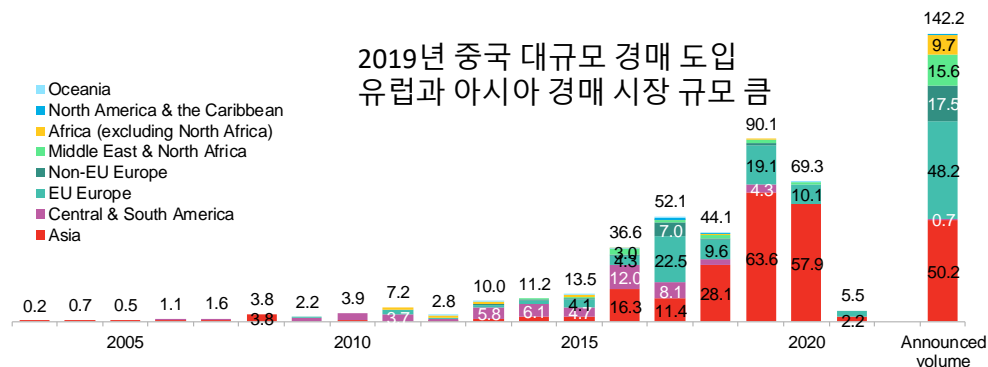
누적 356GW, 예정 142GW
태양광과 풍력 중심 경매



GW

- Oceania
- North America & the Caribbean
- Africa (excluding North Africa)
- Middle East & North Africa
- Non-EU Europe
- EU Europe
- Central & South America
- Asia

2019년 중국 대규모 경매 도입
유럽과 아시아 경매 시장 규모 큼



자료: BNEF, 2021, 2Q 2021 Global Clean Energy Auctions Update

시장효율성 증대

경매의 유형, 특징

- 유형 : 기술차별 여부, 경매대상, 지원형태, 가격결정 방식 등 다양한 요소에 따라 차별적
 - * 기술차별, 용량(MW), FiP, Pay-as-bid가 가장 일반적인 형태
 - * 최근들어 기술중립/다기술 경매 사례 증가
- 특징 : 재생에너지의 비용효율적 보급을 위한 수단으로 적극 활용 중 (Premium을 시장에서 결정)
 - * 일부국가에서 경매 실패 사례 존재 : 일본, 멕시코 등
 - * 부지확보, 송전망 연결과 관련한 문제 부각

주요국가의 경매 유형

	Denmark	Germany	Netherlands	Portugal	UK
경매 시작 시기	2005: 해상풍력 2016: 태양광 2018: 기술 중립	2015	2011	2006	2014
경매 대상	용량(MW): 해상풍력 에너지(MWh): PV 등	용량(MW)	에너지(MWh)	용량/계통접속(MW)	에너지(MWh)
기술 차별	해상풍력 및 태양광 특정, 육상/연안(nearshore) 풍력, PV를 위한 다기술 경매	육상풍력, 해상풍력, 태양광, 바이오매스 특정, 다기술 및 국가간 (대상: 태양광, 육상풍력)	다기술	기술 차별	바스켓을 적용한 다기술 (성숙 기술, 미성숙 기술, 바이오매스)
구매 상한	용량: 육상풍력 예산: 태양광, 중립	용량	예산	예산	예산 (바이오매스 용량 제한)
지원형태	변동형FiP	변동형FiP	변동형FiP	FiT	CfD(변동형FiP)

자료 : AURESII, 2020, Auction for the support of renewable energy: Lessons learnt from international experiences

시장안정성, 산업육성 등 정책목표 달성

- ✓ 장기계약 체결 보장
 - 수익의 안정성을 보장, 시장참여 유도
- ✓ 장기 경매물량 설정 및 사전 공시
 - 시장규모에 대한 예측가능성 부여, 제조/시공업계의 설비투자 안정성 제고
- ✓ 원별 시장 분리, 다속성 평가
 - 차별적 LCOE 하락에 따른 에너지원간 유불리 제거, 장기적인 기술발전 도모
 - 다속성 평가를 통한 LCR(Local Contents Requirement) 등 정책목표 달성

독일 연차별 경매 물량(MW)

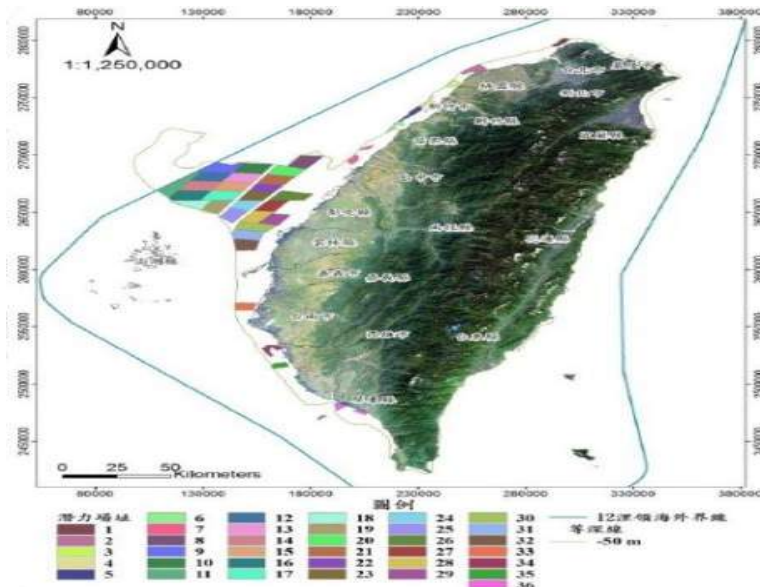
Tender Volume	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Onshore Wind	4,500	4,000	3,000	3,100	3,200	4,000	4,800	5,800
Offshore Wind	950	905	900	2,900	3,500			
Solar PV	2,150	6,000	2,000	2,000	2,050	1,950	1,950	1,950
Biomass	600	600	600	600	600	600	600	600
Biomethane	150	150	150	150	150	150	150	150
Innovation tenders	500	600	600	650	700	750	800	850

자료 : Researchgate

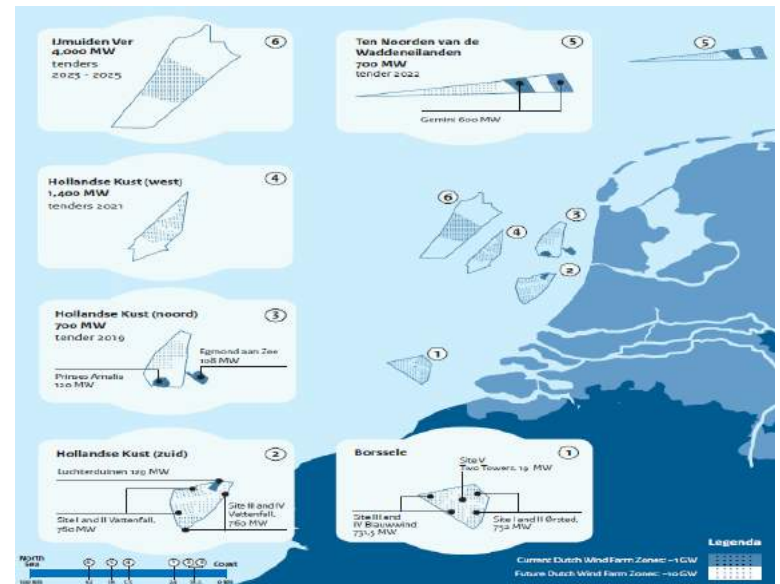
제도개선 시 고려 요소들

- ✓ 풍력 등 미성숙, 유효경쟁 확보가 어려운 기술 대상 경매의 설계
 - [태양광, 연료전지] multi unit auction이 적합
 - [풍력] 계획입지제도/집적화단지과 같은 single unit auction 도입 가능성 검토 필요

대만 36개 풍력발전 잠재 개발지구



네덜란드 에너지로드맵 상의 풍력발전 단지



제도개선 시 고려 요소들

- ✓ 국가 재생에너지 보급목표를 반영한 경매물량 설정
 - 탄소중립시나리오, 에기본, 신기본, 전기본 등 국가계획과 연계
- ✓ 원별 시장 분리와 최적 포트폴리오 구성
 - 기술차별 경매 시행, 원별 물량 합리적 배분
 - 장기적으로 기술중립 경매 도입 가능성 검토
- ✓ 산업파급효과 등 정책목표 반영을 위한 경매 설계
 - 다속성 평가 방식 도입
 - ex) 태양광 사례 : 탄소인증제/최저효율제
 - 혁신기술 경매 도입 검토 : BIPV, 해상태양광, 부유식풍력 등 신기술 및 자국기업 경쟁력 확보 기술
- ✓ 소규모 재생에너지 프로젝트 활성화 대안 마련

SFO°C

Solutions for Our Climate

[풍력보급 활성화를 위한 RPS 제도 개선 간담회]

풍력발전 RPS 시장 제도의 현황과 문제점

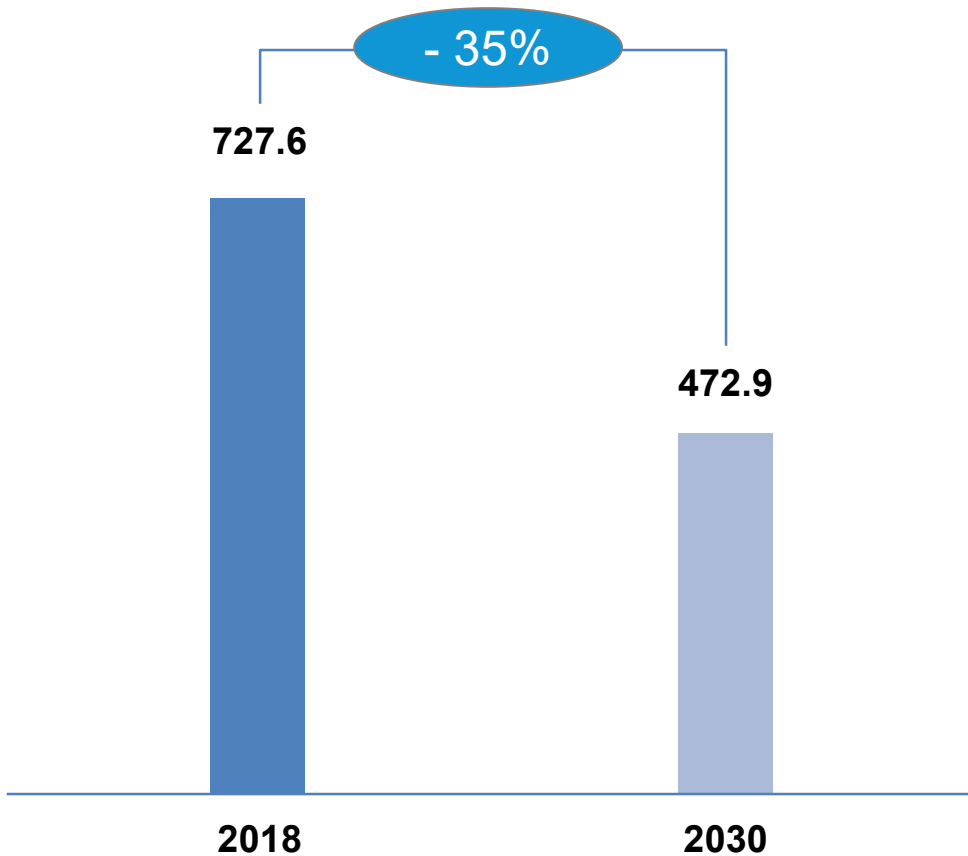
기후솔루션 권경락

2021. 09. 09.

한국의 2030 NDC 감축 목표

탄소중립기본법 상의 감축목표

(Unit : 백만톤)



기존 감축 목표의 기준연도 변경
(‘17년 → ‘18년)

감축 수준의 법제화
(24.4% → 최소 35%)

IPCC 권고 수준은 물론,
글로벌 주요 국가의 감축 수준 대비 미달

2030 NDC 강화에 따른 전력부문의 변화 (KAIST-기후솔루션)

NZ2050	2020		2030		2040		2050	
	Generation (GJ)	Ratio(%)	Generation (GJ)	Ratio(%)	Generation (GJ)	Ratio(%)	Generation (GJ)	Ratio(%)
Oil	0.041	1.9%	0.022	0.8%	0.003	0.1%	0	0.0%
Gas	0.518	23.8%	0.759	26.2%	0.298	7.9%	0.057	1.3%
Gas CCS	0	0.0%	0.08	2.8%	0.41	10.9%	0.536	12.6%
CHP	0.053	2.4%	0.059	2.0%	0.039	1.0%	0.033	0.8%
Coal	0.791	36.3%	0.259	8.9%	0.003	0.1%	0	0.0%
Nuclear	0.594	27.2%	0.514	17.7%	0.39	10.3%	0.267	6.3%
Biomass	0.04	1.8%	0.042	1.4%	0.003	0.1%	0	0.0%
Biomass CCS	0	0.0%	0.041	1.4%	0.179	4.7%	0.294	6.9%
Hydro	0.017	0.8%	0.021	0.7%	0.026	0.7%	0.032	0.8%
Solar	0.091	4.2%	0.66	22.8%	1.536	40.7%	2.006	47.1%
Wind	0.034	1.6%	0.442	15.2%	0.889	23.5%	1.031	24.2%
Total Generation (GCAM)	2.18	100.0%	2.899	100.0%	3.778	100.0%	4.256	100.0%

- ‘30년 감축목표 35% 상향 시, 석탄발전은 발전비중 10% 미만으로 하락해야 하며, 재생에너지 비중은 37% 수준으로 증가해야 함 (기존 목표 20%)

2050 탄소중립 이행을 위해 필요한 재생에너지 규모

2050 탄소중립 이행을 위해 필요한 재생에너지 규모

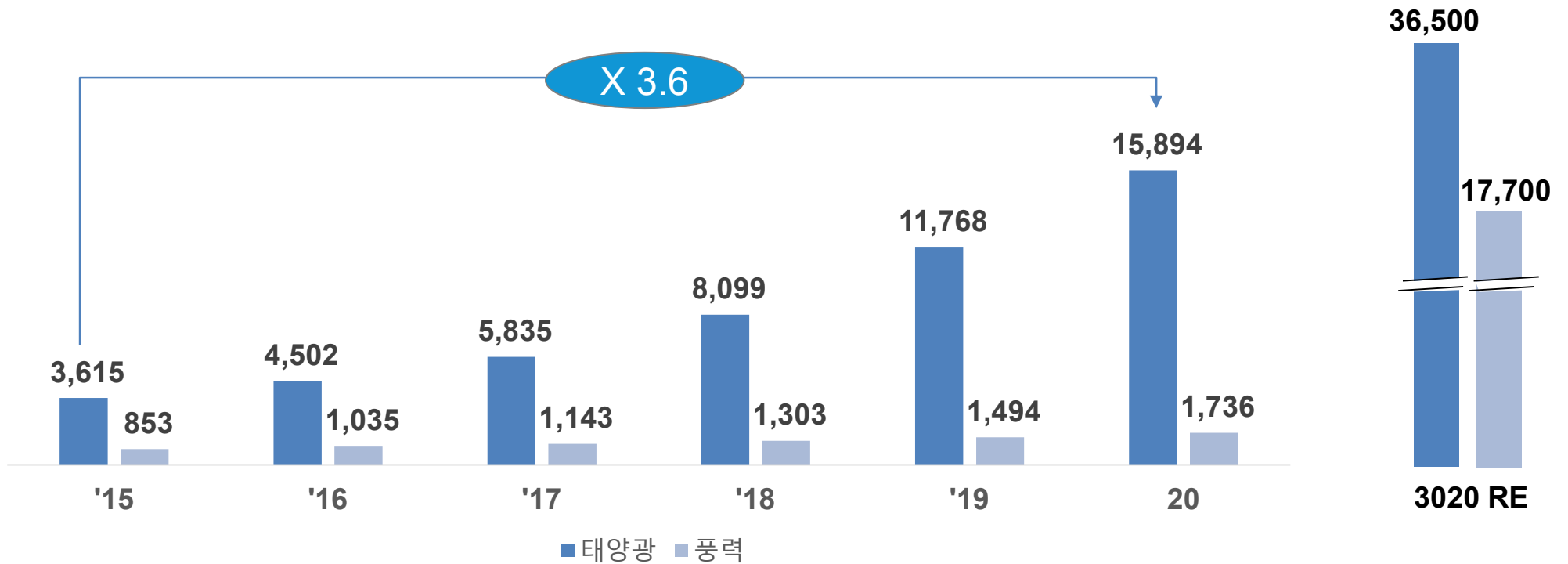
	이창훈 (2019)	에너지전환포럼 이성호 (2020)	녹색에너지 전략연구소 (2021)	기후솔루션-KAIST (2021)
태양광	305 GW	400 GW	367 GW	348 GW
풍력	152 GW	100 GW	132 GW	139 GW
합계	457 GW	500 GW	499 GW	487 GW

➤ 기존 연구결과를 종합할 경우, 약 457 ~ 500 GW 수준의 재생에너지 확대 필요

국내 재생에너지 보급속도의 현 주소 (1)

재생에너지 보급 통계(누적, '20)

단위 : MW

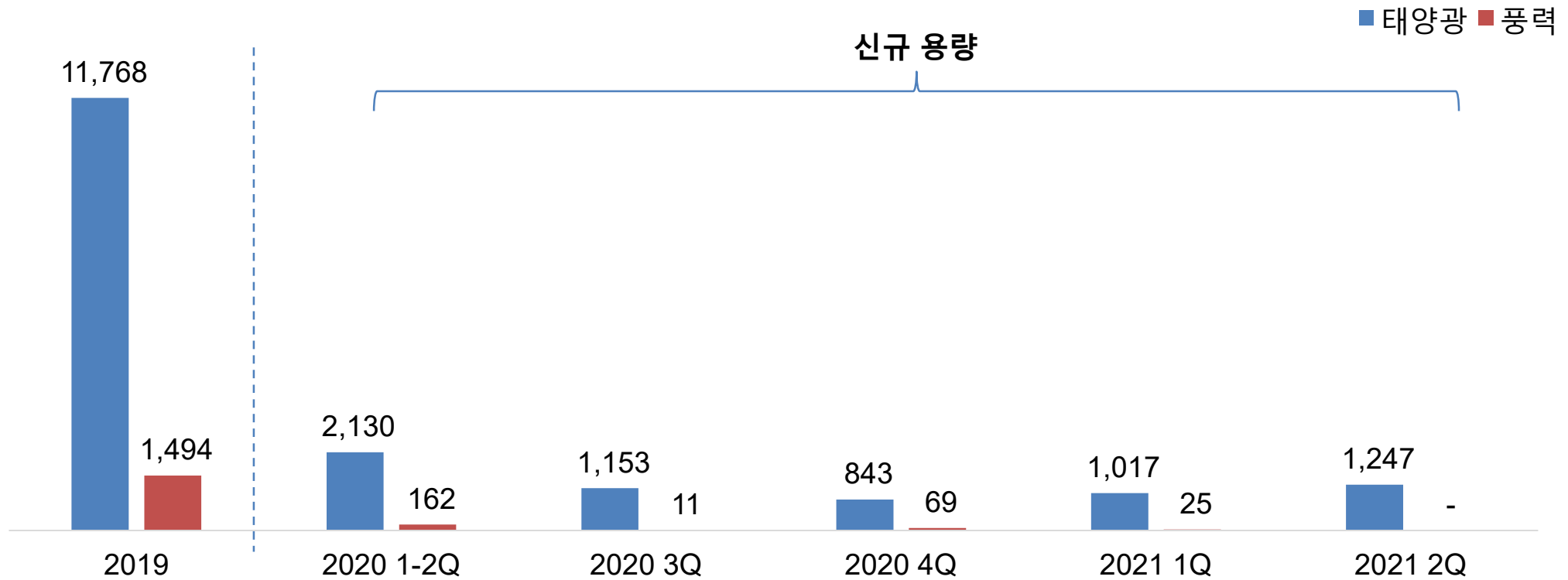


- 현재 보급 속도는 기존 보급 목표 달성에 부족한 상황이며, 향후 NDC 강화 시나리오를 고려하면 태양광은 연간 10GW, 풍력은 연간 3~4GW 보급이 필요한 상황

국내 재생에너지 보급속도의 현 주소 (2)

태양광/풍력 설치용량 현황

(Unit : MW)

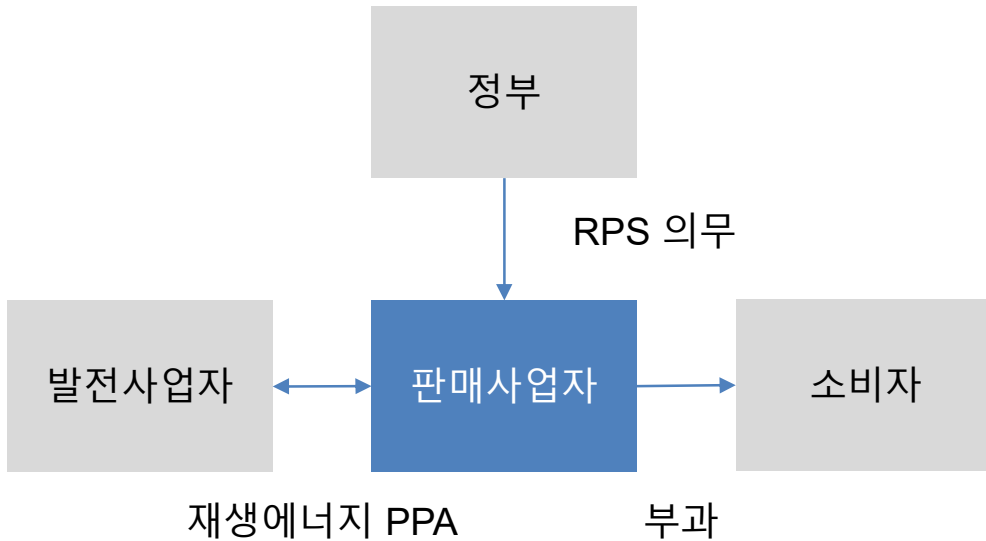


- 특히, 최근 보급 통계에 따르면 1MW 이하 중소규모 태양광 보급 속도가 개선되지 못하고 있으며, 풍력발전은 거의 보급되지 못하는 것이 현실

전력산업 구조와 연계된 RPS 제도 현황

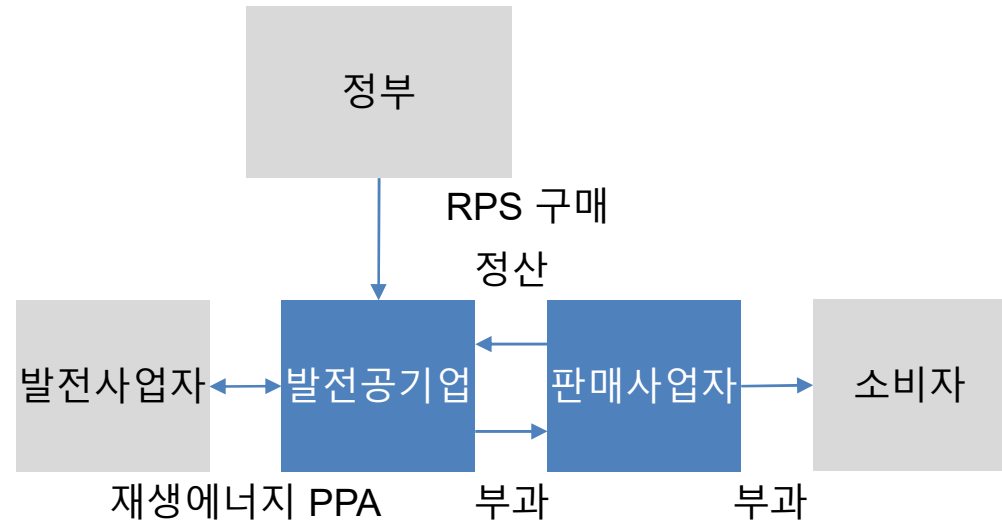
- 한국의 RPS 제도는 단일 판매사업자로 구성되어 있는 전력산업 구조로 인해 발전공기업에 부과되는 특이한 형태로 구성

기본 모델



RPS 공급 의무가 판매사업자에게 부과되며, 판매사업자는 발전사업자와 PPA를 체결하고, 초과 비용을 소비자에게 부과

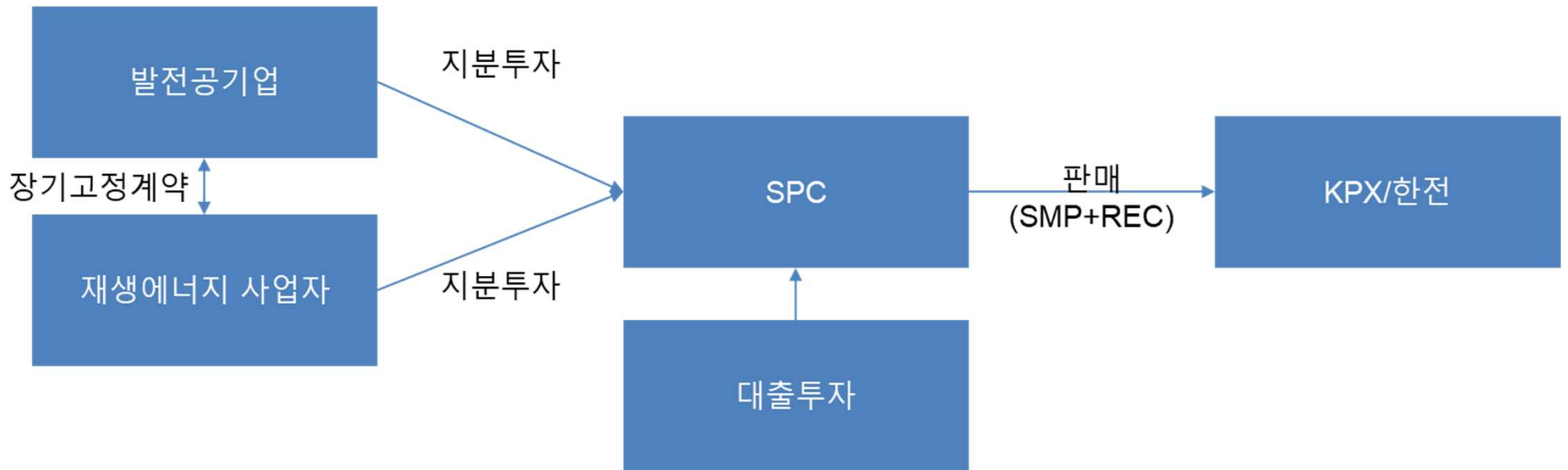
한국 모델



재생에너지 발전사업자는 발전공기업과 PPA를 맺어야 하는 기형적인 구조가 발생하며, 판매사업자는 구매 비용을 정산

전력산업 구조와 연계된 RPS 제도 현황

- 풍력발전 사업자의 매출 구조는 SMP(전력도매가격)과 REC로 구성
- 한국의 전력시장 구조에 따라, 풍력발전 사업자와 발전공기업과 20년에 걸친 SMP+REC 장기 고정계약을 체결하고 공동으로 SPC에 출자하는 구조



Issue 1. 불투명하고 복잡한 계약 체결 구조

- 발전공기업과 재생에너지 사업자가 장기고정계약 및 SPC 출자를 완료하기 위해서는 아래와 같이 총 3개의 절차를 거쳐야 함
 - 사업 인허가 이후 최소 8개월에서 최대 24개월까지 심의기간 소요
 - 계약 가격에 대해 정부가 직접 개입, 진행 과정과 절차, 근거가 투명하게 제시되지 않음



Issue 2. REC 계약단가의 불투명성과 과도한 개입

RPS 제도와 연계된 가격 정책의 문제점

REC가중치 높더니 계약價 낮춘 '풍력 조삼모사'

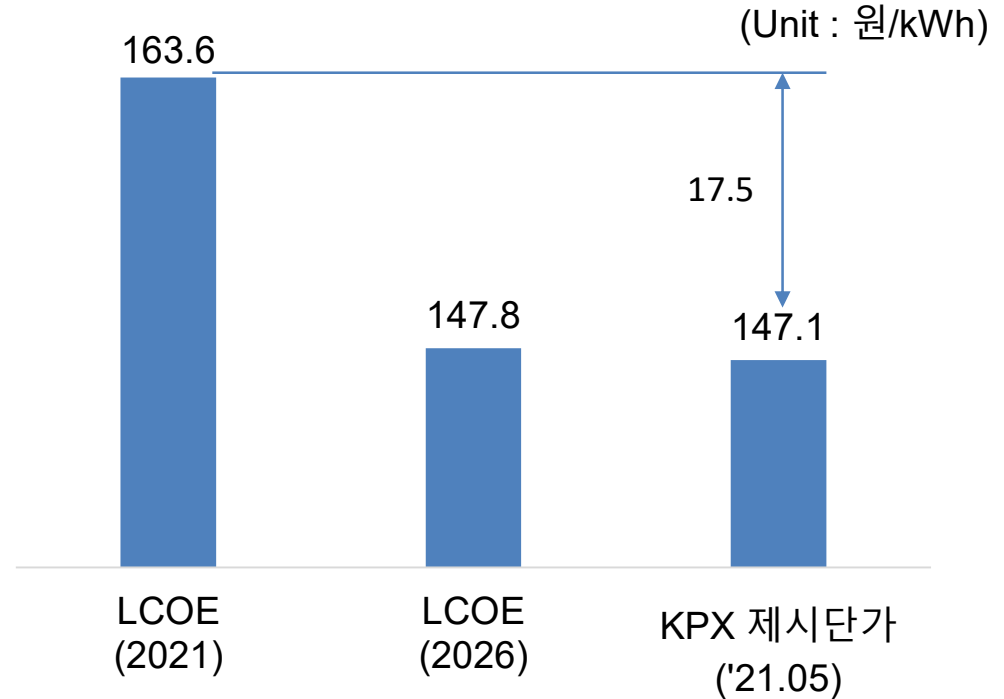
풍력발전 계약가격 kWh당 137원으로 하향
업계 "사업추진 불가능...원별 정산가 분리"

[이투뉴스] 발전공기업 REC계약단가 수준을 정하는 전력거래소 신재생에너지 사업성검토 실무위원회가 풍력발전 균등화발전비용(LCOE)을 기존 대비 7% 낮추면서 풍력업계가 된서리를 맞고 있다. 정부가 최근 육상풍력 REC가중치를 1.0에서 1.2로 높였으나 실무위가 직후 그만큼 계약가를 떨어뜨리면서 사실상 '조삼모사' 정책이 됐다는 비판이 나오고 있다.

풍력업계에 따르면 신재생에너지 사업성검토 실무위는 최근 비용평가심의회를 열어 풍력 LCOE 계약가격을 kWh당 137원으로 하향 조정한 것으로 전해졌다. 지난 5월 위원회가 제시한 계약금액 기준인 147.1원보다 7% 낮은 수준이다.

풍력사업은 다른 재생에너지사업 대비 LCOE가 높고 사업에 장기간이 소요돼 REC가격 변동에 크게 민감하다. 그래서 프로젝트 파이낸싱 시 운영기간 매출이 급격하게 변하는 것을 막기 위해 통상 RPS 공급의무를 갖는 발전공기업과 REC계약을 맺고 지분출자를 받는다. 이 과정에 투자심사가 필요하며, 두 차례의 비용평가와 정부승인 절차를 밟게 된다.

앞서 지난달 산업부는 REC가격 급락으로 풍력발전의 사업성이 훼손되는 것을 막기 위해 육상 풍력 기준 가중치를 1.2로 높였다. 그러나 신재생에너지 사업성검토 실무위원회는 kWh당 계약금액을 137원으로 떨어뜨려 민간의 사업추진이 불가능한 수준으로 여건을 조성했다는 업계의 하소연이다.

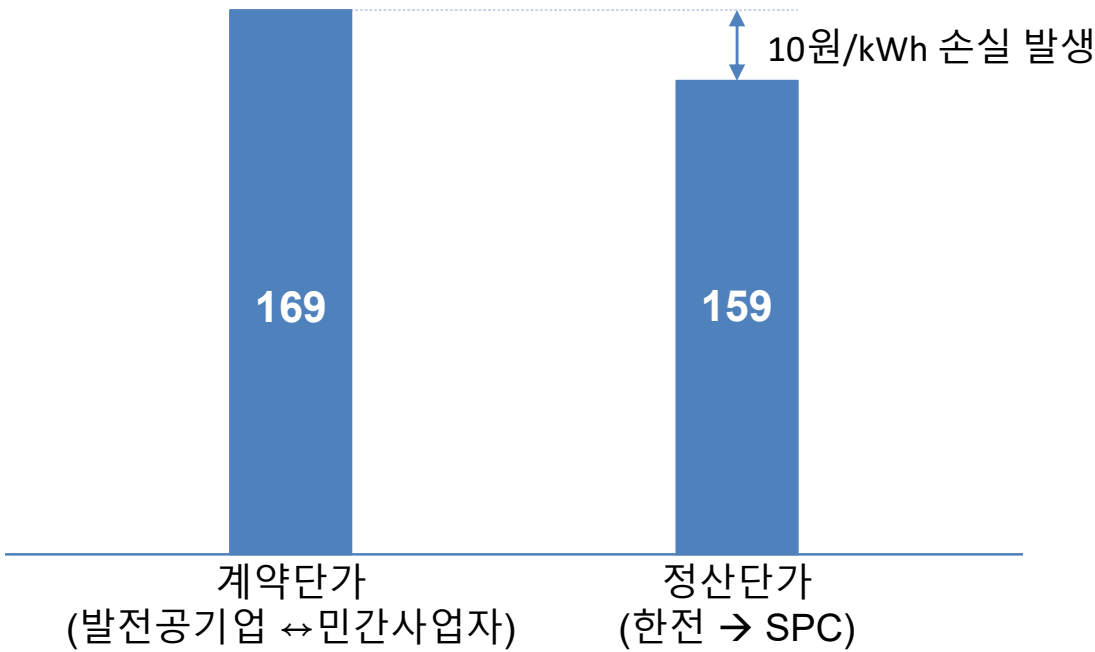


KPX가 자체적으로 설정한 내부 기준의 적정성에 대한 판단이 필요하며...

지역 조건이 상이한 풍력발전에 획일적인 기준을 적용하는 것에 대한 제도 보완 필요

Issue 3. 정산 손실이 발생하는 구조적 한계

- 계약단가와 정산단가의 불일치로 인해 풍력발전 사업자는 구조적으로 손실을 볼 수 밖에 없는 구조가 형성되고 있음



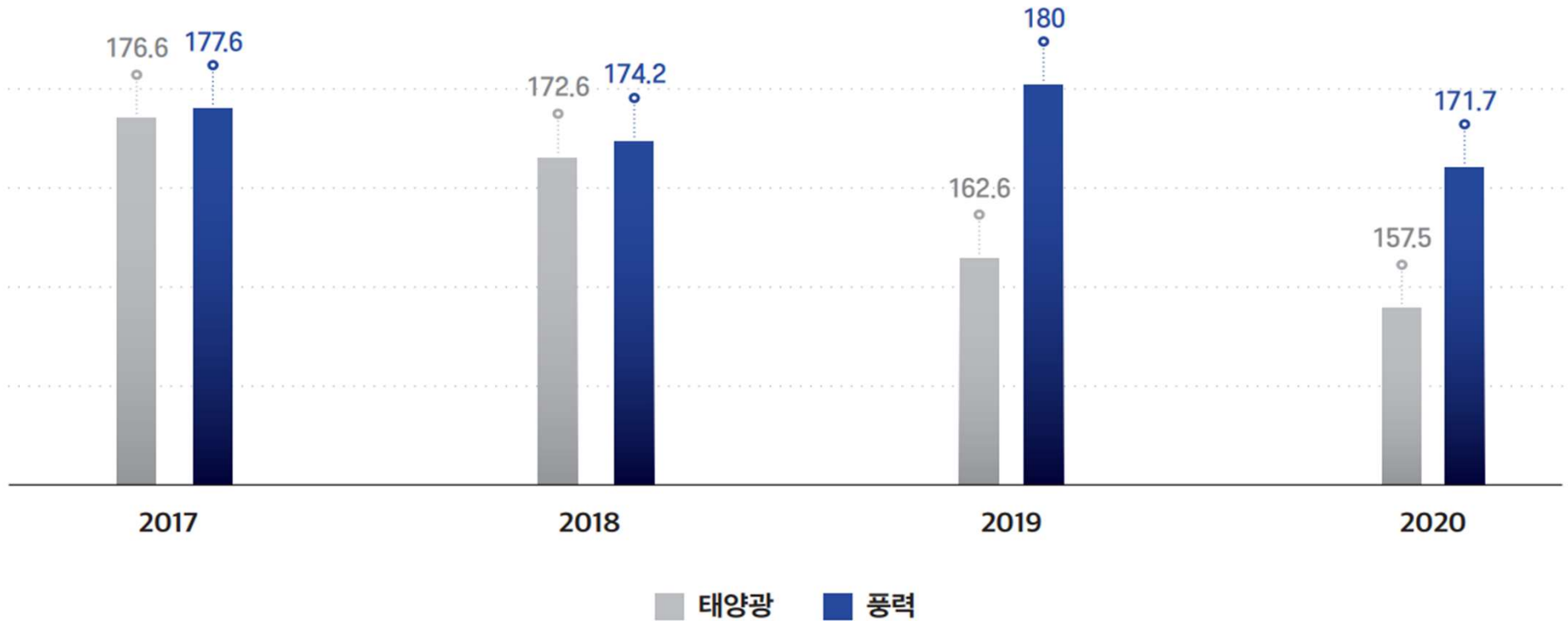
정산단가는 전력거래소가 태양광 발전과 풍력 발전의 가중평균 기준 단가를 적용하여 산출

현재 태양광 발전단가가 풍력보다 낮은 상황을 감안할 때, 풍력발전 사업자는 정산 손실을 볼 수 밖에 없는 구조

발전공기업은 투자 사업에 대한 손실을 얻게 될 경우, 공기업 지위를 고려한 법적/정책적 요소가 발생할 가능성이 높으므로, 해당 손실을 SPC에 전가할 가능성 존재

Issue 3. 정산 손실이 발생하는 구조적 한계

연도별 태양광/풍력 평균 계약 가격



- 태양광 발전단가의 하락 속도가 상대적으로 빠른 점을 고려할 때, 단일 REC 시장에서 공정한 경쟁이 이루어지기 어려운 구조

Key Questions

발전공기업과 민간 발전사업자 간의 재생에너지 구매계약 체결 과정에서의 중복적이고 불합리한 요소를 어떻게 제거할 것인가?

현행 단일 REC 시장 구조를 그대로 유지할 경우, 풍력발전의 가격 경쟁력을 지속적으로 확보할 수 있는가? (과거 태양광/비태양광 별도 운영 경험 고려)

더 나아가, 현행 RPS 시장 구조는 풍력발전 투자 활성화에 기여할 수 있는가?



End of Document

풍력발전 투자 활성화를 위한 개선방향

2021. 9. 13(Mon)

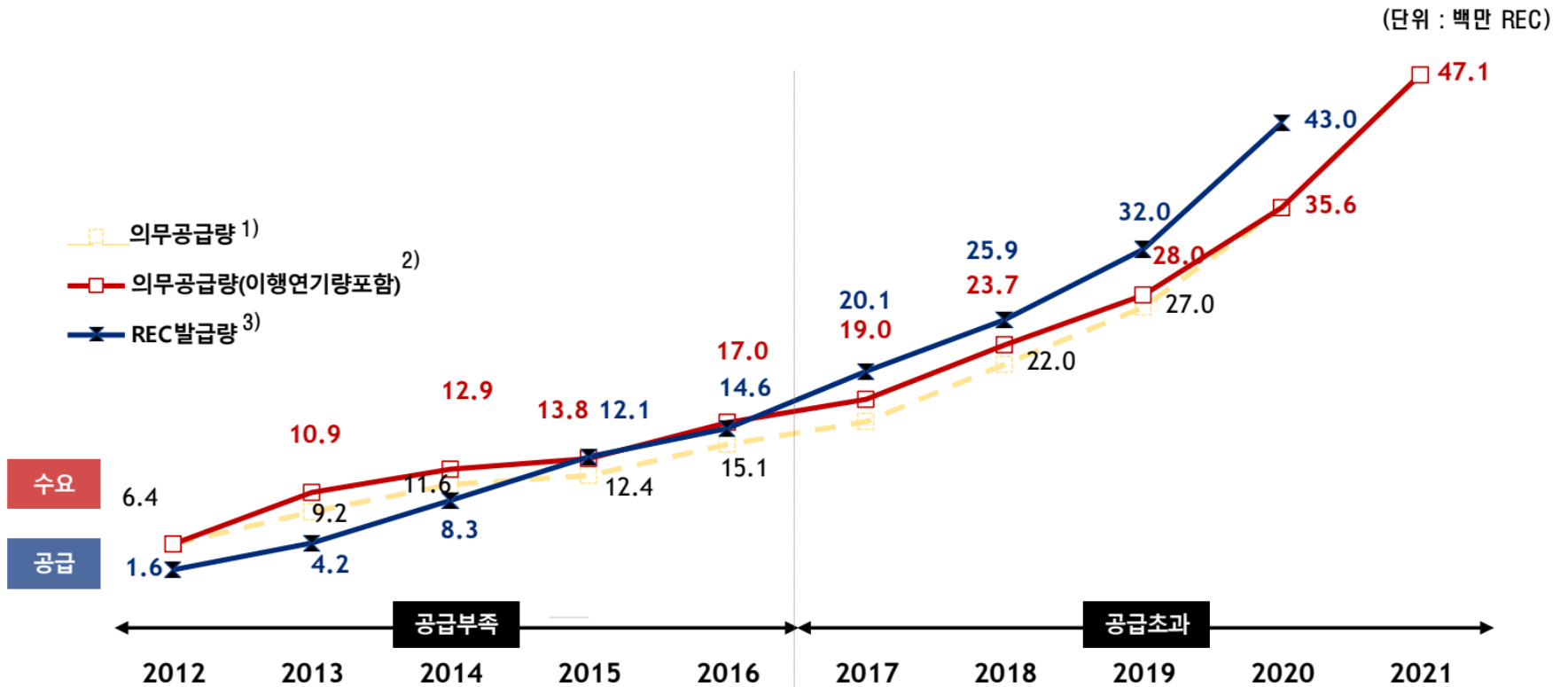


한국풍력산업협회
Korea Wind Energy Industry Association

RPS시장 분석1

□ 주요내용

○ 2016년 이후 REC공급량이 수요량을 웃돌면서 지속적으로 가격 하락이 발생하고 있음.



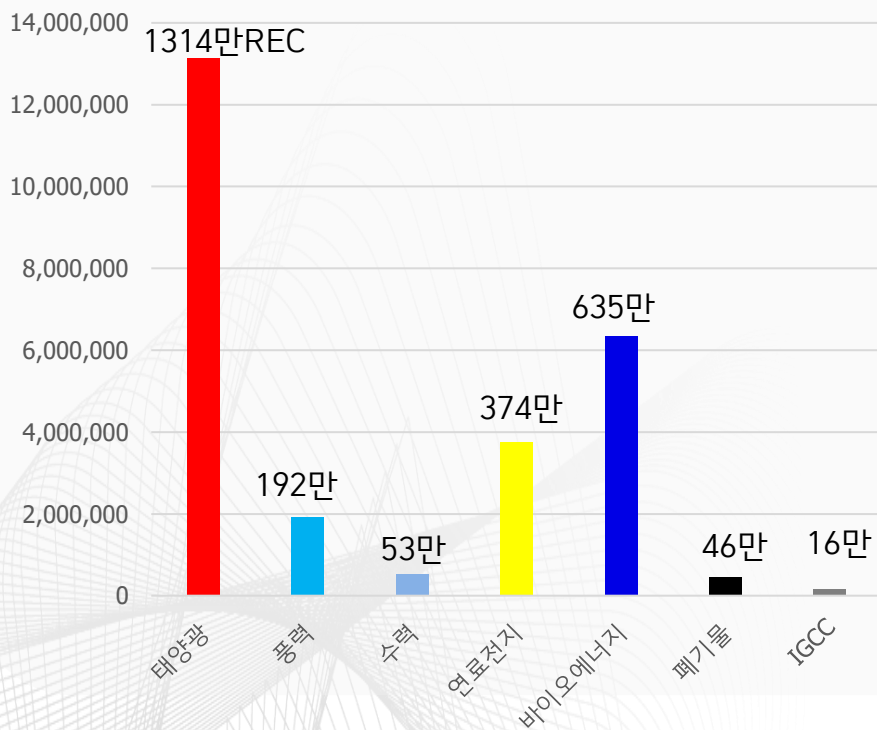
1) 산업부 의무공급량 공고 ; 2) 당해연도로 이행한 물량 포함한 총 의무량 (전기연구원, 공급인증서 중장기 가격전망 분석 보고서, ' 18.10), ' 20년이후는 이행 없음 가정 ; 3) 에너지공단 REC 발급 실적

RPS시장 분석2

□ 주요내용

- RPS 에너지원별 이행실적에서 태양광, 바이오에너지, 연료전지 순으로 많은 비중을 차지.
- 풍력이 차지하는 비중은 2020년도 기준으로 6.7%에 불과.
- 에너지원별 쓸림 극심. 2021년 상반기 기준으로 태양광과 거의 6~7배 차이.

신재생에너지 REC 발급량 ('21 상반기 기준)



<표 2-14> 에너지 원별 이행실적 비중

(단위: 천REC, %)

구분	태양광	풍력	수력	연료전지	바이오	폐기물	IGCC	합계
2012	92	63	1,257	116	73	45	-	1,646
	5.6%	3.8%	76.4%	7.1%	4.4%	2.7%	-	100.0%
2013	579	213	1,778	654	700	256	-	4,180
	13.8%	5.1%	42.5%	15.6%	16.8%	6.1%	-	100.0%
2014	1,629	331	1,118	1,718	3,237	305	-	8,339
	19.5%	4.0%	13.4%	20.6%	38.8%	3.7%	-	100.0%
2015	3,365	502	987	1,931	4,958	397	-	12,140
	27.7%	4.1%	8.1%	15.9%	40.8%	3.3%	-	100.0%
2016	4,571	893	1,137	2,103	5,453	416	26	14,599
	31.3%	6.1%	7.8%	14.4%	37.3%	2.8%	0.2%	100.0%
2017	6,521	1,502	1,264	2,788	7,062	752	219	20,108
	32.4%	7.5%	6.3%	13.9%	35.1%	3.7%	1.1%	100.0%
2018	9,223	1,991	1,249	3,171	9,278	681	270	25,863
	35.7%	7.7%	4.8%	12.3%	35.9%	2.6%	1.0%	100.0%
2019	14,344	2,108	1,206	4,082	9,377	674	175	31,967
	44.9%	6.6%	3.8%	12.8%	29.3%	2.1%	0.5%	100.0%
2020	20,764	2,863	1,492	6,476	9,956	1,009	393	42,952
	48.3%	6.7%	3.5%	15.1%	23.2%	2.3%	0.9%	100.0%

자료: 한국에너지공단, 2021, 신재생에너지 공급의무화(RPS) 설치확인 및 REC발급 현황 개방 정보
(<https://data.go.kr/data/3075801/fileData.do>, 검색일: 2021.04.21.)

● RPS시장 분석3

□ 주요내용

○ 주안점

- 가격하락과 에너지원별 가격경쟁만이 RPS제도의 근본 취지인가?
- 하락하는 REC 평균가격 또는 RPS 이행비용에 대한 정부정산기준가격은 풍력발전을 대표할 수 있는가?

○ 신재생에너지법의 근본 취지 : 신재생에너지 보급 촉진과 다양한 에너지원 구비

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법) 제1조(목적)
이 법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급·촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지를 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.

● RPS시장 분석3

□ 주요내용

○ 신재생에너지법 상 RPS제도의 목적 : REC가중치를 통해 신재생에너지 보급 촉진

- 제12조(신·재생에너지사업에의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화 등)

② 산업통상자원부장관은 신·재생에너지의 이용·보급을 촉진하고 **신·재생에너지산업의 활성화**를 위하여 필요하다고 인정하면 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 신축·증축 또는 개축하는 건축물에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 설계 시 산출된 예상 에너지사용량의 일정 비율 이상을 신·재생에너지를 이용하여 공급되는 에너지를 사용하도록 신·재생에너지 설비를 의무적으로 설치하게 할 수 있다.

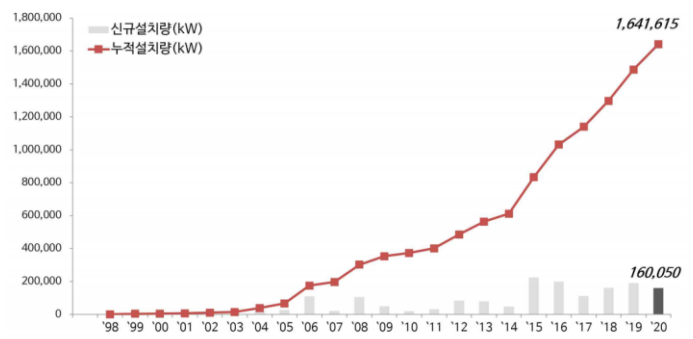
국내 풍력시장 현황

□ 주요내용

- 지난 20여년간 풍력발전은 1.6GW 공급. 타원 대비 실적이 미미함
- 국내 풍력발전시장은 아직 정상 궤도에 안착하지 못함.

○ 최근 5년간(2016~2020) 연평균 증가율 : 약 14.6%

연도	신규설치량	누적설치량	증가율	연도	신규설치량	누적설치량	증가율
1998	1,200kW	1,200kW	-	2010	19,750kW	372,595kW	5.6%
1999	2,145kW	3,345kW	178.8%	2011	31,100kW	400,860kW	7.6%
2000	1,500kW	4,845kW	44.8%	2012	84,050kW	484,910kW	21.0%
2001	1,980kW	6,825kW	40.9%	2013	80,150kW	563,650kW	16.2%
2002	3,750kW	10,575kW	54.9%	2014	47,860kW	611,510kW	8.5%
2003	4,230kW	14,085kW	33.2%	2015	224,350kW	833,500kW	36.3%
2004	23,390kW	38,195kW	171.2%	2016	200,750kW	1,031,220kW	23.7%
2005	28,000kW	66,195kW	73.3%	2017	111,450kW	1,139,910kW	10.5%
2006	109,350kW	175,545kW	165.2%	2018	161,350kW	1,296,440kW	13.7%
2007	21,150kW	196,695kW	12.0%	2019	191,025kW	1,487,465kW	14.7%
2008	105,250kW	301,945kW	53.5%	2020	160,050kW	1,641,615kW	10.4%
2009	50,900kW	352,845kW	16.9%				



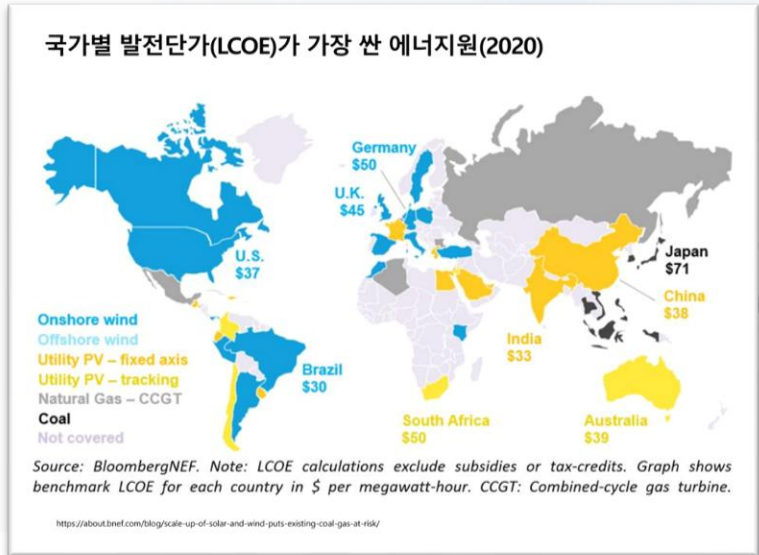
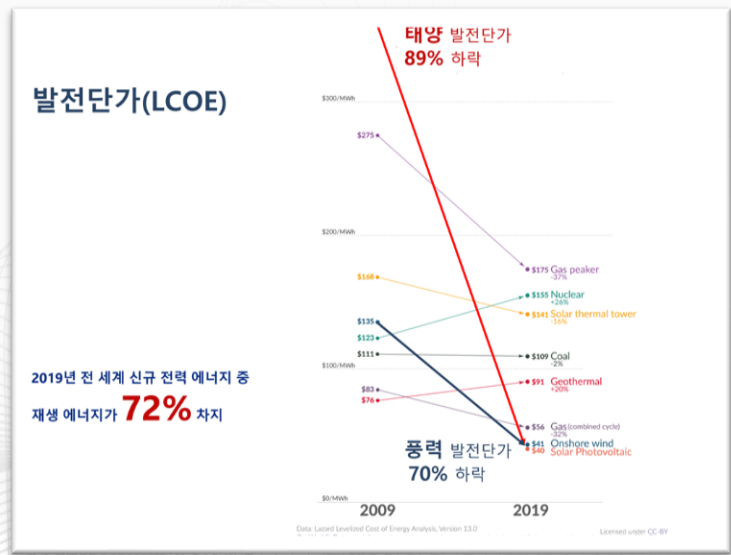
※ 출처 : '11년 2,835kW, '13년 1,410kW, '15년 750kW, '16년 4,640kW, '17년 2,760kW, '18년 4,820kW, '20년 5,900kW

#	Country or territory	2014 ^[24]	2015 ^[25]	2016 ^[25]	2017 ^[26]	2018 ^[27]	2019 ^[15]	2020 ^[28]
1	China	114,763	145,104	168,690	188,232	211,392	236,320	281,993
-	European Union	128,752	141,579	153,730	169,319	178,826	192,020	201,507
2	United States	65,879	74,472	82,183	89,077	96,665	105,466	117,744
3	Germany	39,165	44,947	50,019	56,132	59,311	61,357	62,184
4	India	22,465	27,151	28,665	32,848	35,129	37,506	38,559
5	Spain	22,987	23,025	23,075	23,170	23,494	25,808	27,089
6	United Kingdom	12,440	13,603	15,030	18,872	20,970	23,515	24,665
7	France	9,285	10,358	12,065	13,759	15,309	16,643	17,382
8	Brazil	9,939	8,715	10,740	12,763	14,707	15,452	17,198
9	Canada ^[29]	9,694	11,205	11,898	12,239	12,816	13,413	13,577
10	Italy	8,663	8,958	9,257	9,479	9,958	10,512	10,839
11	Sweden	5,425	6,025	6,519	6,691	7,407	8,804	9,688
12	Australia ^[30]	3,806	4,187	4,327	4,557	5,362	6,199	9,457
13	Turkey ^[31]	3,763	4,718	6,101	6,516	7,369	8,056	8,832
14	Mexico	2,551	3,073	3,527	4,005	4,935	6,215	8,128
15	Netherlands	2,805	3,431	4,328	4,341	4,471	4,600	6,600
16	Poland	3,834	5,100	5,782	6,397	5,864	5,917	6,267
17	Denmark	4,845	5,063	5,227	5,476	5,758	6,128	6,235
18	Portugal	4,914	5,079	5,316	5,316	5,380	5,437	5,239
19	Belgium	1,959	2,229	2,386	2,843	3,360	3,879	4,692
20	Ireland	2,272	2,486	2,830	3,127	3,564	4,155	4,300
21	Japan	2,789	3,038	3,234	3,400	3,661	3,923	4,206
22	Greece	1,980	2,152	2,374	2,651	2,844	3,576	4,113
23	Norway ^{[32][33][34]}	819	838	838	1,162	1,675	2,444	3,977
24	Austria	2,095	2,412	2,632	2,828	3,045	3,159	3,224
25	Romania	2,953	2,976	3,028	3,029	3,029	3,029	3,023
26	South Africa	570	1,053	1,471	2,094	2,085	2,085	2,636
27	Argentina	204	204	204	228	722	1,604	2,624
28	Finland	627	1,005	1,539	2,113	2,041	2,284	2,474
29	Chile	836	933	1,424	1,540	1,621	2,150	2,149
30	South Korea	609	852	1,089	1,136	1,302	1,420	1,636

● 풍력발전의 가격경쟁력

□ 주요내용

- 풍력발전단가는 10년(2009~2019)간 약 70% 하락. 태양광과 함께 가장 저렴한 에너지원 부상
- 유럽, 북미, 남미 등 많은 국가에서 발전단가(LCOE)가 가장 저렴한 에너지원으로 평가됨
- 시장이 성숙할 수록 전반적인 전력단가 하락에 기여, 연료수입비용도 줄일 수 있음
- 국내 풍력발전시장은 아직 정상 궤도에 안착하지 못함.



● 풍력발전 투자활성화 대안1

□ 주요내용

- 풍력발전 포함한 재생에너지는 자연환경에 따른 공급 불확실성이 강한 사업, 반면 연료비가 들지 않는 게 사업성을 높여주는 이점. 초기 자본 조달을 위해 금융, 입지, 전력계통 등 불확실성을 제거해야 함. 적어도 신재생에너지 보급과 산업육성을 위한 RPS 제도가 불확실성을 가중시키는 원인으로 작용하는 건 문제 의식이 필요
- 금융
 - 해상풍력의 경우, 단지 연계거리와 내부 연계망에 따라 달라지는 REC 가중치에 대해 예측성을 제고해야 함('20년 7월 해상풍력 발전방안에서 가중치 사전예고제 시행 내용 수록)
 - 시장 현실과 동떨어진 REC 계약가격 책정을 지양해야 함
 - 공급의무자들이 풍력발전 프로젝트에 대해 제대로 된 REC정부정산기준가격으로 보전받을 수 있도록 해야 함.
 - 금융사들에게 풍력 프로젝트 전문성 부여를 위한 지원 필요

● 풍력발전 투자활성화 대안1

□ 주요내용

○ 입지

- 명확한 수용성 기준을 마련해 지역에서 횡행하는 각종 인허가 지연 원인을 줄여나가야 함.
- 지역과 주민이 요구 민원 비용 증가를 줄일 수 있어야 함.(ex 전문성 없는 지역시공업체 권유)

○ 전력계통

- 풍력발전 시장 성장에 맞춰 공용망이나 공동접속설비 등의 전력계통 보강이 이뤄져야 함.
- 명확한 전력계통비용 산출 및 비용 반영.

● 풍력발전 투자활성화 대안2

□ 주요내용

○ 비용평가문제 개선방안

- 비용평가를 통해 계약가능금액을 확정하기보다 계약 가능한 금액범위 기준을 확정하여 공급의무사-발전사업자 간 협상을 통해 가능 범위 내에서 조정하는 방안.
- 전력거래소와 한국에너지공단 등 비용평가가 중복되는 2개 위원회 통합.
- 장기간 준비 기간이 필요한 풍력발전사업의 특성 고려, 매년 변동 책정되는 계약가격에 대해 일정 유지기간 부여(약 3~5년)
- 민간사업자의 위원회 참석 기회(계약금액 책정 소명기회 등) 부여.
- 협회 측에서도 회원사들과 협의해 주기적으로 관련 연구용역을 통해 현실성 있는 비용을 책정해 정부에 제시하거나 공표를 고려.

○ 정산문제 개선방안 : 1안) 정부출자협의 가격으로 REC 비용정산(★)

2안) 원별 분리 REC 비용정산

3안) 경매입찰, FIT(Feed in Tariff), CFD(CfD : Contract for Difference) 방식 등 전면 도입 고려.