

2019년 3/4분기

전기 · 에너지 · 자원 인적자원개발위원회(ISC) 이슈리포트 (ISSUE REPORT)

- 에너지 세부산업 주요이슈를 통한 발전 방안 Vol.2
 - 신재생에너지 자격 활성화 방안
 - 에너지성과 측정 및 검증(M&V) 필요성



●●● 목 차 ●●●

■ 에너지 세부산업 주요이슈를 통한 발전 방안 Vol.2

- 신재생에너지 자격 활성화 방안
- 에너지성과 측정 및 검증(M&V) 필요성

(요 약)	2
I. 개 요	3
II. 신재생에너지 산업의 현황	4
III. 신재생에너지 산업의 시사점	12
IV. ESCO 산업의 현황	13
V. 성과 측정 및 검증(M&V)	15
VI. ESCO 산업의 시사점	22
VII. 결론 및 제언	23

- 본 에너지 세부산업 주요이슈를 통한 발전방안 이슈리포트는 2·3분기에 걸쳐 발간될 예정입니다.
- 비상업 목적으로 본 보고서에 있는 내용을 인용 또는 전재할 경우 내용의 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있으며, 보고서 내용에 대한 문의는 아래와 같이 하여 주시기 바랍니다.
- 전기·에너지·자원산업 인적자원개발위원회 사무국
- 김현정 팀원 (02-3219-0596, hj219@keca.or.kr)

□ 에너지 세부산업 주요이슈를 통한 발전방안 Vol.2

▪ 개 요

- 4차 산업혁명으로 초연결, 초지능, 융·복합의 특징으로, 그린/저탄소 혁명과 융복합화 되면서 에너지 혁명을 불러왔다.
- 탈 탄소, 디지털화, 에너지 생산의 분산화, 에너지 사용패턴의 전기화 등은 에너지 산업의 새로운 성장동력이 되고 있으며, 이는 국가의 경쟁력과 에너지 안보에 막대한 영향을 미치고 있다.

▪ 신재생에너지 산업

- 신재생에너지는 특성에 따라 태양광, 태양열, 풍력, 수력 등으로 구분되며 관련 자격으로 현재 국가기술자격 신재생에너지발전기사, 산업기사, 기능사가 있다.
- 그러나, 현재 신재생에너지발전설비(태양광) 자격은 전력기술관리법, 전기사업법 등에 태양광발전시스템의 설계 및 감리, 안전관리 업무를 전기분야 자격 취득자로 한정하고 있다.
- 태양광발전에 특화된 전문인력 임에도 불구하고, 전기가 아닌 에너지이기 때문에 관련 업무를 수행할 수가 없어 오류가 발생함으로 문제해결을 위한 관련 부처 및 단체와 협의를 통한 해결방안 마련의 필요성을 시사하고 있다.

▪ ESCO 산업

- 미국은 공공부문 ESCO 시장규모만 45억달러/년, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 주요 EU국가 ESCO 시장규모는 최대 110억달러/년, 중국 ESCO 시장규모는 약 600억달러/년 수준으로 지속적인 성장을 거듭하고 있으며, 국내 ESCO시장은 에너지신산업 연계, 에너지효율 및 수요관리 확대 정책과 맞물려 그동안의 침체를 벗어날 것으로 기대하고 있다.
- 해외 ESCO시장의 지속적인 성장요인 중 하나는 성과 측정 및 검증(M&V)을 기반으로 ESCO에 대한 절대적인 신뢰를 꼽을 수 있다. 그러나 국내의 경우 M&V관련 제도 미흡 및 인식 부족 등으로 M&V에 적극적으로 나서고 있지 않다.
- 국내는 물론 세계시장에서 기술력을 통한 경쟁력 및 신뢰를 확보하기 위해서는 성과측정 및 검증에 대한 전문성을 확보해야 가능한 것으로, 이는 전문인력 양성을 위한 교육·훈련이 필요함을 시사하고 있다.

▪ 결론 및 제언

- 국내 환경을 고려하여 세계시장을 선도하기 위한 기술개발에 지속적인 투자와 인력양성 등 효율적인 정책이 필요할 것이다.

□ 에너지란?

- 물리학적 정의가 아닌 일반적인 개념에서의 에너지는 인간이 이용할 수 있는 동력원으로 대부분은 전기를 지칭한다.
- 현대 인류문명에서 가장 중요한 것은 이런 의미의 에너지이며, 지금까지는 화석에너지가 중요한 에너지 자원이었다. 그러나 화석에너지는 매장량과 환경문제 등 그 한계성이 명확해졌고, 이를 대체할 신재생 에너지가 새롭게 나타났다.

□ 에너지 산업의 변화

- 제3차 산업혁명은 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료를 본격적으로 사용하기 시작하면서 나타났으며, 오늘날에는 제4차 산업혁명으로 초연결, 초지능의 융복합 산업이 진행되고 있다.
- 이는 지구온난화의 원인으로 지목받고 있는 화석에너지의 소비를 줄이는 그린/저탄소 혁명과 만나 새로운 산업의 성장동력이 되고 있다. 에너지 혁명을 탈 탄소, 디지털화, 에너지 생산의 분산화, 에너지 사용패턴의 전기화 등으로 설명할 수 있으며 이를 통해 재생에너지, 전기자동차, ESS 등 신시장이 창출되고 있다. 세계는 친환경 유지를 위한 신재생 에너지발전 기술과 기기의 에너지효율 향상, 효과적인 전력공급, 에너지 효율 관리 시스템 등을 포함하여 빠르게 변화하고 있다.

□ 에너지 산업의 중요성

- 에너지는 한 사회 삶의 수준을 결정할 뿐만 아니라 국가의 경쟁력과 안보에 막대한 영향을 미치고 있다. 따라서 에너지 산업의 국가경쟁력 향상을 위하여 인적자원개발과 기술향상 및 개발을 위한 적극적인 투자가 필요하다.
- 본 이슈리포트(Vol.2)에서는 신재생에너지 산업과 ESCO 산업의 현황을 통해 세부산업에 대한 과제와 시사점을 도출하고 발전을 위한 제언을 제시하였다.

II 신재생에너지 산업의 현황

□ 국내 신재생에너지 자격 현황

- 신재생에너지는 특성에 따라 태양광, 태양열, 풍력, 지열, 수력, 수열, 해양, 수소, 연료전지, 바이오, 폐기물, 석탄가스/액화 등으로 구분되며, 관련 자격으로 현재는 태양광에 대한 국가기술자격인 신재생에너지 발전설비기사(태양광), 신재생에너지발전설비산업기사(태양광), 신재생에너지발전설비기능사(태양광)가 있다.
- 신재생에너지발전설비(태양광) 자격은 기계, 전기, 건축 분야를 포괄하는 자격으로 고용노동부령 제35호(2011.11.23) 신설되어 2013년부터 신재생에너지 분야의 전문인력 양성을 위해 국가기술자격 검정제도를 시행하고 있다.
- 전 세계적으로 온실가스 감축과 기후변화 대응을 위하여 화석에너지의 사용을 줄이고, 신재생에너지에 대한 투자를 확대하고 있으며, 우리 정부도 2030년까지 태양광 30.8GW, 풍력 16.5GW를 신규로 설치하여 2017년 12월 기준 약 8%인 발전량 비중을 20%까지 끌어올리겠다는 의지를 보임에 따라 태양광 관련 전문자격인 신재생에너지발전설비(태양광) 자격에 대한 관심도가 증가하고 있다.

[그림 II - 1] 재생에너지 3020 이행 계획



* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터(2017.12)

□ 신재생에너지 자격의 활성화 방안 마련 필요

- 신재생에너지발전설비(태양광) 자격은 태양광발전시스템 특성상 전기 분야 외에 기계, 건축, 토목 등에 관한 내용이 포함되어 있어 태양광 발전에 특화된 자격이라 할 수 있다.
- 하지만 현재 전력기술관리법, 전기사업법 등에는 태양광발전시스템의 설계 및 감리, 안전관리 업무를 전기분야 자격 취득자로 한정하고 있다.
- 이에, 신재생에너지발전설비(태양광) 자격 취득자는 태양광발전에 특화된 전문인력 임에도 불구하고, 분야가 전기가 아닌 에너지이기 때문에 태양광발전시스템의 설계 및 감리, 안전관리 업무를 수행할 수가 없어 이에 대한 민원이 상당히 증가하고 있으므로 해결방안 마련이 시급한 상황이다.
- 본 이슈리포트는 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 취득현황, 수행 직무, 시험과목, 개선 사례 등에 대하여 알아보고, 시사점 및 제언을 제시하여 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 활성화를 통한 신재생 에너지 전문인력 양성의 기반을 다지고자 한다.

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 취득현황

- 신재생에너지발전설비(태양광) 자격은 2013년도부터 자격시험을 시행하여 8,772명(2018년 기준)의 자격자를 배출하였다.
- 지구온난화로 인한 온실가스 감축과 미세먼지를 줄이려는 방안으로 신재생에너지에 관한 관심이 높아짐에 따라 2016년 이후 자격 취득자 수는 꾸준히 증가하고 있다.

[표 II - 1] 신재생에너지발전설비(태양광) 자격 발급현황

종목명	연도	필기			실기		
		응시	합격	합격률	응시	합격	합격률
신재생에너지발전 설비기사(태양광)	2013	6,019	1,965	32.6%	1,611	45	2.8%
	2014	2,296	609	26.5%	1,352	82	6.1%
	2015	1,838	1,027	55.9%	2,241	466	20.8%
	2016	1,904	1,111	58.4%	1,915	225	11.7%
	2017	3,522	2,231	63.3%	3,397	1,309	38.5%
	2018	4,803	2,483	51.7%	3,582	1,943	54.2%
	소계	20,382	9,426	46.2%	14,098	4,070	28.9%
신재생에너지발전 설비산업기사(태양광)	2013	2,877	977	34.0%	786	22	2.8%
	2014	1,260	645	51.2%	899	71	7.9%
	2015	919	371	40.4%	1,069	114	10.7%
	2016	846	453	53.5%	724	241	33.3%
	2017	1,882	1,218	64.7%	1,452	539	37.1%
	2018	2,103	1,105	52.5%	1,589	617	38.8%
	소계	9,887	4,769	48.2%	6,519	1,604	24.6%
신재생에너지발전 설비기능사(태양광)	2013	1,641	1,136	69.2%	946	299	31.6%
	2014	1,128	638	56.6%	818	138	16.9%
	2015	1,463	686	46.9%	978	275	28.1%
	2016	1,322	803	60.7%	927	82	8.8%
	2017	2,198	1,733	78.8%	1,553	876	56.4%
	2018	4,170	2,914	69.9%	2,893	1,428	49.4%
	소계	11,922	7,910	66.3%	8,115	3,098	38.2%

* 출처 : 큐넷(www.q-net.or.kr) 국가 자격 종목별 상세정보

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 수행직무

- 자격을 운영·관리하고 있는 한국산업인력공단의 국가 자격 종목별 상세 정보에 따르면, 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 수행직무는 신재생에너지발전설비(태양광)의 시공, 설계 및 감리, 안전관리 등의 업무를 수행할 수 있다고 명시되어 있다.

[표 II - 2] 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 수행직무

종목명	수행직무
신재생에너지발전설비기사(태양광)	신재생에너지설비에 대한 공학적 기초이론 및 숙련기능, 응용기술 등을 가지고 태양광발전설비를 기획, 설계, 시공, 감리, 운영, 유지 및 보수하는 업무 등을 수행
신재생에너지발전설비산업기사(태양광)	신재생에너지설비에 대한 공학적 기초이론 및 숙련기능, 응용기술 등을 가지고 태양광발전설비를 설계, 시공, 감리, 운영, 유지 및 보수하는 업무 등을 수행
신재생에너지발전설비기능사(태양광)	신재생에너지설비에 대한 공학적 기초이론 및 숙련기능 등을 가지고 태양광발전설비를 시공, 운영, 유지 및 보수하는 업무 등을 수행

* 출처 : 큐넷(www.q-net.or.kr) 국가 자격 종목별 상세정보

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 시험과목

- 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 시험과목은 태양광발전시스템의 이론과 기획, 설계, 시공, 감리, 운영, 유지보수, 안전관리, 관련 법규 등 태양광발전 전반적인 내용에 대해 검증할 수 있는 내용으로 이루어져 있다.
- 특히, 전기분야 외에 태양광발전소 건설을 위한 기획, 인허가, 건축, 토목 등에 관한 내용이 포함되어 전문적인 자격으로 2020년부터 시험과목을 NCS(국가직무능력표준)을 기반으로 개편하여 시행할 예정이다.

[표 II - 3] 신재생에너지발전설비기사(태양광) 시험과목

필기		실기	
과목명	주요항목	과목명	주요항목
태양광 발전 시스템 이론	1. 신재생에너지 개요 2. 태양광발전 시스템 개요 3. 태양광 모듈 4. 태양광 인버터 5. 관련기기 및 부품 6. 기초이론 (전기, 전자)	태양광 발전 설비 실무	1. 기획 2. 설계 3. 태양광 발전장치 구성품 준비 4. 시공 5. 감리 6. 운영 및 유지보수 7. 안전관리
태양광 발전 시스템 설계	1. 태양광발전 시스템 기획 2. 태양광발전 시스템 설계 3. 도면작성		
태양광 발전 시스템 시공	1. 태양광발전 시스템 시공 2. 태양광발전 시스템 감리 3. 송전설비		
태양광 발전 시스템 운영	1. 태양광발전 시스템 운영 2. 태양광발전 시스템 품질관리 3. 태양광발전 시스템 유지보수 4. 태양광발전설비 안전관리		
신재생 에너지 관련 법규	1. 관련법규		

* 출처 : 큐넷(www.q-net.or.kr) 국가 자격 종목별 상세정보

[표 II - 4] 신재생에너지발전설비산업기사(태양광) 시험과목

필기		실기	
과목명	주요항목	과목명	주요항목
태양광 발전 시스템 이론	1. 신재생에너지 개요 2. 태양광발전 시스템 개요 3. 태양광 모듈 4. 태양광 인버터 5. 관련기기 및 부품 6. 기초이론 (전기, 전자)	태양광 발전 설비 실무	1. 설계 2. 태양광 발전장치 구성품 준비 3. 시공 4. 감리 5. 운영 및 유지보수 6. 안전관리
태양광 발전 시스템 시공	1. 태양광발전 시스템 시공 2. 태양광발전 시스템 감리 3. 송전설비		
태양광 발전 시스템 운영	1. 태양광발전 시스템 운영 2. 태양광발전 시스템 품질관리 3. 태양광발전 시스템 유지보수 4. 태양광발전설비 안전관리		
신재생 에너지 관련 법규	1. 관련법규		

* 출처 : 큐넷(www.q-net.or.kr) 국가 자격 종목별 상세정보

[표 II - 5] 신재생에너지발전설비기능사(태양광) 시험과목

필기		실기	
과목명	주요항목	과목명	주요항목
태양광 발전 설비	1. 신재생에너지 개요 2. 태양광발전 시스템 개요 3. 태양광 모듈 4. 태양광 인버터 5. 관련기기 및 부품 6. 태양광발전시스템 시공 7. 태양광발전시스템 운영 8. 태양광발전시스템 품질관리 9. 태양광발전시스템 유지보수 10. 태양광발전설비 안전관리 11. 관련법규	태양광 발전 설비 실무	1. 시공 2. 운영 및 유지보수 3. 안전관리

* 출처 : 큐넷(www.q-net.or.kr) 국가 자격 종목별 상세정보

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 법적 근거 부족

- 현재 신재생에너지발전설비(태양광) 자격은 국가기술자격법 시행규칙 <별표2> 직무 분야별 분류상 에너지·기상에 포함되어 있다.
 - ※ 국가기술자격법 시행규칙 별표2 : 국가기술자격의 직무 분야 및 국가기술 자격의 종목(제3조 관련)
- 하지만 전력기술관리법에 의하면 태양광발전설비의 설계 및 감리 업무는 전기분야의 자격 취득자가 수행하도록 제시되어 있고, 전기사업법에 의하면 태양광발전설비의 안전관리 업무 또한 전기분야의 자격 취득자가 수행하도록 제시되어 있다.
- 태양광발전설비의 설계 및 감리, 안전관리 업무를 전기분야의 자격 취득자로 한정하고 있고, 고용주로서도 법적 고용의무가 없는 신재생에너지발전설비(태양광) 자격 취득자를 고용할 필요가 없어 자격증의 활용도가 적은 상황이다.

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 일부 법적 근거 마련 사례

- 전기공사업법 시행령 일부 개정(2016.12.30)으로 태양광발전설비의 시공 업무에 신재생에너지발전설비(태양광) 자격을 활용할 수 있게 되었다.

[표 II - 2] 전기공사기술자의 등급 및 인정기준

필기	실기
<p>1. “국가기술자격자”란 「국가기술자격법」에 따른 국가기술자격 종목 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기술자격을 취득한 사람을 말한다.</p> <p>가. 기술사: 발송배전, 건축전기 설비, 전기응용, 철도신호, 전기철도, 산업계측제어, 원자력발전, 전기안전</p> <p>나. 기능장: 전기</p> <p>다. 기사: 전기, 전기공사, 철도신호, 전기철도, 원자력</p> <p>라. 산업기사: 전기, 전기공사, 철도신호, 전기철도</p> <p>마. 기능사: 전기, 철도전기신호</p>	<p>1. “국가기술자격자”란 「국가기술자격법」에 따른 국가기술자격 종목 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기술자격을 취득한 사람을 말한다.</p> <p>가. 기술사: 발송배전, 건축전기 설비, 전기응용, 철도신호, 전기철도, 산업계측제어, 원자력발전, 전기안전</p> <p>나. 기능장: 전기</p> <p>다. 기사: 전기, 전기공사, 철도신호, 전기철도, 원자력, 신재생에너지발전설비(태양광)</p> <p>라. 산업기사: 전기, 전기공사, 철도신호, 전기철도, 신재생에너지발전설비(태양광)</p> <p>마. 기능사: 전기, 철도전기신호, 신재생에너지발전설비(태양광)</p>

□ 신재생에너지발전설비(태양광) 자격의 활용성에 대한 논란

- 지구온난화와 기후변화 문제해결을 위한 수단으로 신재생에너지가 대안으로 떠오르면서 세계 각국은 화석연료의 사용을 지양하고, 신재생 에너지에 대한 투자를 늘려가고 있다. 우리 정부도 신재생에너지 보급 확대를 위해 많은 노력을 하고 있다.
- 신재생에너지의 보급이 확대되면서 향후 전문인력에 대한 수요도 늘어날 것으로 전망됨에 따라 신재생에너지발전설비(태양광) 자격에 대한 관심도가 높아지고 있으며, 2013년 최초 검정제도가 시행된 이후 매년 자격 취득자 수가 증가하고 있다.
- 하지만 자격의 법적 뒷받침이 부족하여 태양광발전설비의 설계 및 감리, 안전관리 업무에 전문적인 자격인 신재생에너지발전설비(태양광) 자격 취득자가 관련 업무를 수행할 수 없다고 하는 오류가 발생함에 따라 문제해결을 위한 목소리가 거세지고 있다.

□ 관련 부처 및 단체와 협의를 통한 해결방안 마련 필요

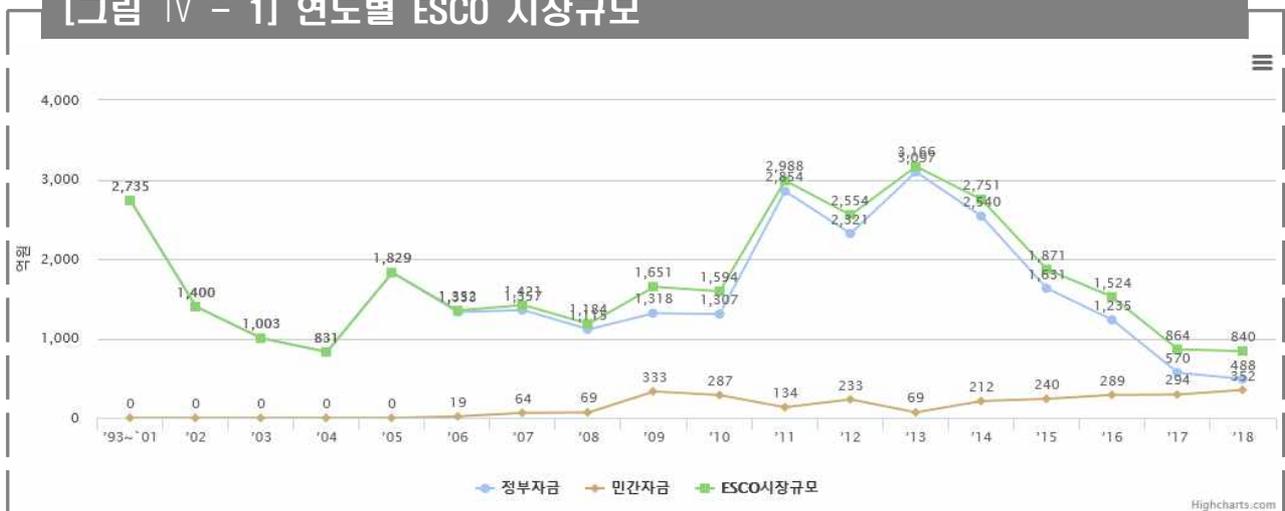
- 신재생에너지는 화석연료를 기반으로 하는 전통적인 에너지와 다른 새로운 에너지원이다. 새로운 것이 나타나면 그에 따라 기존의 방식에 변화를 주거나 새로운 기준을 만들어야 한다. 하지만 서로 이해관계가 충돌할 수 있어 관련 부처 및 단체와 충분한 협의를 거쳐 해결방안 마련이 필요하다.
- 또한, 신재생에너지발전설비(태양광) 자격 취득자의 의견을 종합하고, 대변하는 등 창구 역할을 할 수 있는 단체나 협의체가 필요하며, 이를 통해 관련 부처 및 이해관계에 있는 단체에 의견을 전달하고 협의가 이루어져야 할 것이다.

IV ESCO 산업의 현황

□ ESCO 산업 현황

- 1992년 4개 업체등록을 시작으로 1997년에서 2001년은 업체등록이 급격하게 증가한 후 유지하다가 2009년부터는 지속적인 증가로 2019년 8월기준 304개의 기업이 활동하고 있다.
- 2013년 3,100억원을 고점으로 2016년 1,500억원, 2018년 800억원 규모로 지속적인 시장의 위축, 시장 내·외적 요인으로 연평균(CAGR)* -23.3% 역성장추세에 있다.

[그림 IV - 1] 연도별 ESCO 시장규모



- ESCO 투자대상은 산업체, 건물 구분 없이 사업이 위축되었으나 공공부문 LED조명 교체 의무화 등으로 인해 최근 공공부문에 대한 시장은 약간 증가하는 추세에 있다.
- ESCO산업의 경우 현재 약 304개의 기업이 사업을 영위하고 있으며 약 10,000명의 전문인력이 종사하고 있다. ESCO 전문인력 중 약 3,000명 (에너지진단인력 포함)은 ESCO업체에 종사하고 있으며, 설비시공업체, 제조업체, 건설업체 등에서 에너지절약(ESCO)분야의 종사하는 고용인력은 약 7,000명으로 추산되고 있다.
- ※ 이는 단순한 ESCO시장에 대한 통계로 에너지 수요관리, 부하관리, 에너지 관리, 에너지설계, 에너지서비스 등의 산업을 포함할 경우 근로자수는 증가

□ ESCO 산업 M&V 동향

- 국내에 ESCO 투자사업에 대한 성과측정 및 검증(M&V)과 관련한 규정이나 가이드라인은 아직 없다.
- ESCO 투자사업 표준 일반계약서에 사후관리의 일환으로 MRV계획서를 작성토록 하고 있을 뿐이며, 에너지사용자 또한 M&V비용에 대한 부담으로 ESCO 투자사업 후 성과측정 및 검증에 적극적으로 나서고 있지 않다.
- M&V 관련 제도 미흡, M&V비용에 대한 부담, M&V에 대한 인식 부족 등의 여러 이유로 ESCO 투자사업 뿐만 아니라 에너지효율분야 전반에 걸쳐 M&V는 아직 초창기 수준에 머물러 있다.
- 지난 2016년부터 ESCO협회에서 미국 EVO¹⁾와 교육기관 파트너(TP) 계약을 체결하고 공인된 국제 M&V전문가인 CMVP²⁾를 양성하는 교육과정을 운영하고 있으며, M&V에 대한 체계적인 접근 방법 정립과 보급·확산을 위한 노력을 기울이고 있다.

□ 에너지신산업과 ESCO

- 에너지신산업은 에너지 수요관리 부문의 향후 비전을 제시한다는 측면에서 ESCO의 새로운 사업 분야로 부상할 것이다.
- 이와 관련하여 정부가 추진하고 있는 ICT 기반 ESCO 사업은 프랜차이즈 점포 내 설비 개체 및 ICT 기반 모니터링·분석 시스템을 구축하여 에너지 효율을 향상하는 사업이다.
 - 전통적인 에너지 효율 개선사업의 요소들과 에너지저장장치(ESS), 에너지 관리시스템(EMS) 등 에너지신산업의 핵심 요소들을 포괄하고 있다. 이 사업을 계기로 향후 ICT 기반 에너지 절약시스템의 구축 및 운용으로 ESCO사업 영역을 확장 시킬 필요가 있다.

1) EVO : Efficiency Valuation Organization 미국 에너지효율평가기구

2) CMVP : Certified Measurement and Verification Professionals, EVO와 미국에너지공학자협회(AEE)에서 운영하는 공인된 국제 M&V전문가

V

성과 측정 및 검증(M&V)

□ 측정 및 검증(M&V) 개념

- 측정 및 검증(Measurement and Verification)은 측정값을 기반으로 에너지 관리 프로그램에 의하여 개별 시설 내에서 얻어지는 에너지 절감량을 신뢰할 수 있게 결정하는 과정이다.(IPMVP Core Concepts 2016, EVO)

□ M&V 적용

- 에너지 효율(Energy Efficiency) 향상 프로젝트
- 에너지성과 계약, 에너지 효율 향상 프로그램
- 에너지사용자가 내부 검토 목적으로 필요한 경우 등

□ M&V Benefits

- 절감량 측정을 위한 표준 절차를 정의하여 소유주에게 신뢰성 제고
- 에너지 절감량을 국제적으로 통용되는 방법으로 검증함으로써 ESCO 투자 사업의 합리성 제공
- 성과보증 계약 규정 및 배출량 거래 시 투명하고 실현 가능한 결과 도출로 이해당사자 간 해결 지원

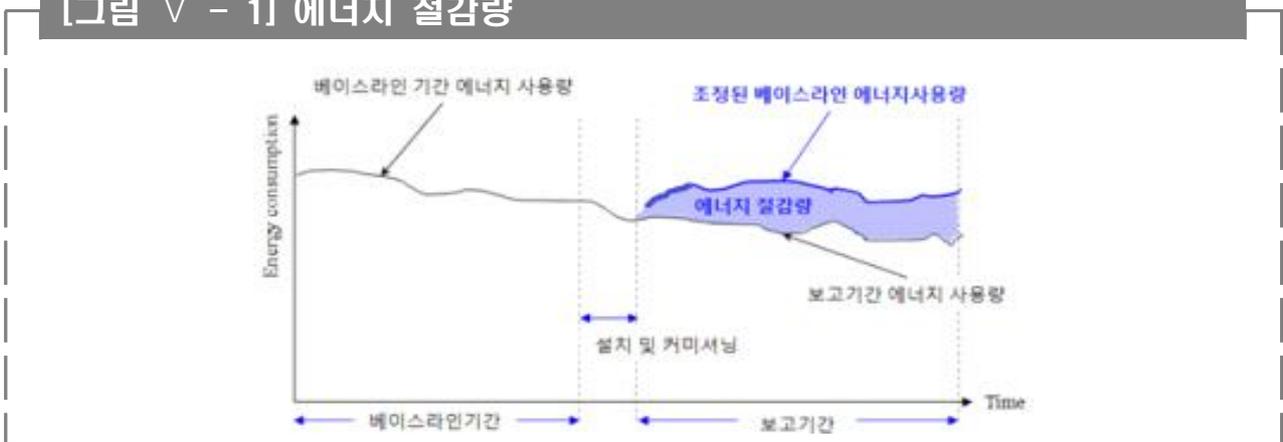
□ M&V 관련 자격

- 국제적으로 통용되고 있는 민간 자격으로 M&V전문가 CMVP(Certified of Measurement and Verification Professional)가 있다.
- ※ (사)ESCO협회에서 EVO Training Partner로써 국제 M&V전문가 CMVP 교육 및 자격시험을 연 3회 이상 시행하고 있음

□ 에너지 절감량

- 어떤 프로젝트의 실행 전과 후의 측정된 에너지 소비량의 비교
- 조정 혹은 정규화된 베이스라인 에너지사용량과 에너지사용량의 차이
에너지 절감량 = 조정된 베이스라인 에너지사용량 - 보고 기간 에너지사용량

[그림 V - 1] 에너지 절감량



* 출처 : 2019 ESCO백서

- 에너지사용량을 측정, 측정값을 분석하여 에너지 절감량을 결정

$$Energy\ Saving = EC_{bl} - EC_{rp} - EC_{ad}$$

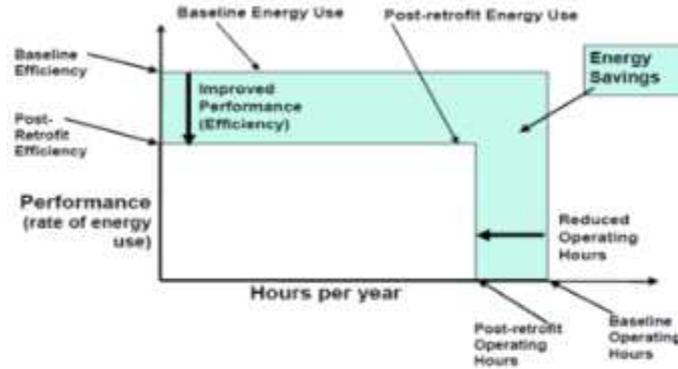
※ EC_{bl} : 베이스라인 기간 동안의 에너지 사용량

※ EC_{rp} : 보고 기간 동안의 에너지 사용량

※ EC_{ad} : 일상적, 비일상적으로 조정된 에너지 사용량

- 에너지성과(예: 에너지 절감량)는 성능개선과 운영시간에 의해 결정
- 베이스라인 기간보다 보고 기간의 에너지 효율을 높이거나 운영시간을 단축하여 그에 상응하는 에너지 절감량 도출 가능
- 에너지 절감량에 영향을 주는 잠재영향인자(예: 생산량, 가동시간 등) 데이터의 관리 및 수집이 반드시 필요

[그림 V - 2] 운영시간에 따른 에너지 절감량

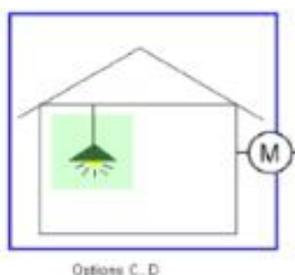


* 출처 : 2019 ESCO백서

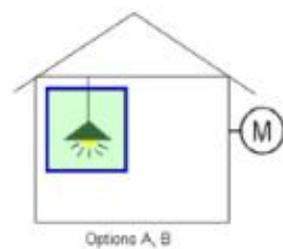
□ M&V 기본방법

- 일부 설비에 대해 측정하는 경우
 - 옵션 A : 중요 파라미터만 측정, 측정비용을 절감할 수 있으나, 예측량에 불확도가 포함될 수 있으며, 예측값의 불확도에 대해 이해 관계자가 수용해야 함
 - 옵션 B : 모든 파라미터 측정
- 전체시설에 대해 측정하는 경우
 - 옵션 C : 베이스라인과 보고 기간의 측정 데이터가 필요
 - 옵션 D : 베이스라인 기간 데이터가 없는 경우 제어된 환경 내에서 베이스라인 데이터를 생성(시뮬레이션)

[그림 V - 3] 운영시간에 따른 에너지 절감량



< Whole Facility Method >



< Retrofit Isolation Method >

* 각 방법에 2가지 종류 : 여러 가지 상황에서 유연성을 가지고 적용할 수 있게 하기 위함

* 출처 : 2019 ESCO백서

□ M&V 국내외 프로토콜

- 서로 다른 목적에 따라 프로토콜 개발
- 대표적으로 IPMVP, FEMP, ASHRAE Guideline 14-2014
- 그 외 California Energy Evaluation Protocols, Australian Best Practice Guide, OEH-NSW-M&V Operation Guide

[표 V - 1] 국외 프로토콜 비교

구 분	IPMVP	FEMP	ASHRAE Guideline
프로 토콜			
	International Performance Measurement & Verification Protocol	Federal Energy Management program : M&V Guidelines	Measurement of Energy and Demand Savings
기관	EVO : Efficiency Valuation Organization	DOE : Department of Energy	ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating & Air Conditioning Engineers
목적	<ul style="list-style-type: none"> · 국제성과측정 및 검증 의정서 · 설비에서 에너지 또는 물의 효율을 개선한 프로젝트에 주로 적용 	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 연방지역의 에너지 절약 프로젝트에 활용할 목적으로 개발한 M&V 가이드라인 · 건물의 에너지 절감량을 정량화하는 내용을 담고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지절약에 대한 요구 사항 및 요소, 세부 측정 방법 및 기기장비의 데이터 측정 방법 등에 대해 서술 · IPMVP나 FEMP 보다는 좀더 세부적인 사항까지 서술

* 출처 : ESCO협회

○ IPMVP

[표 V - 2] IPMVP M&V Option

구 분	Option A	Option B	Option C	Option D
	Partially Measured Retrofit Isolation	Retrofit Isolation	Whole Facility	Calibrated Simulation
측정주기	단기적 또는 지속적	단기적 또는 지속적	지속적	-
계산	· 개선 후 단기 혹은 지속적인 측정을 통한 공학적 계산	· 단기 혹은 지속적인 측정을 통한 엔지니어링 계산	· 단순 요금청구서 비교부터 다변량 회귀분석 기법을 활용한 유틸리티 측정 자료 분석	· 시간 또는 월 단위의 유틸리티 청구서 혹은 end-use 활용하여 보정된 에너지사용량 시뮬레이션 분석
적용 대상	· ECM 영향받는 기기의 절감량 측정하는 경우 · 에너지사용에 영향을 주는 변수들이 단순하고 모니터링이 용이한 경우 · 타 설비와의 상호작용에 대한 영향 계측 가능 또는 적을 때	· 에너지 절감에 영향을 미치는 요인들이 단순하고, 기기에 대한 운전데이터가 제어 시스템을 통해 산출이 가능할 경우	· 과거의 에너지 사용에 영향을 주는 모든 변수를 포함하여 기준을 산출할 경우 · 에너지절약 단위 기술의 측정이 불가할 경우	· 베이스라인 또는 에너지 성능 데이터가 존재하지 않는 경우 · 에너지 절감에 영향을 미치는 요인을 쉽게 측정할 수 없는 경우
사례	ceiling mounted lighting (사용시간에 대한 불확도 존재)	Boiler fuel systems	Multiple ECM (lighting, HVAC, window, heating system, operator training, and occupant awareness campaigns)	no base year energy data exist (Multiple ECM)
시뮬레이션	-	-	-	○
분석 DATA	Key Parameters	All Parameters	Utility Data	Utility Bills, End Use, system Equipment
국내 BEMS 적용	· BEMS 특성상 시스템 간의 상호작용에 대한 영향이 큼 · 이를 개별 평가하기에는 어려움이 있음		· 다양한 에너지 절약 기술이 복합적으로 적용 · 통합관리 측정시 용이	· 시뮬레이션 수행할 수 있는 전문가 필요

* 출처 : ESCO협회

○ FEMP

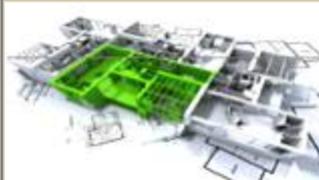
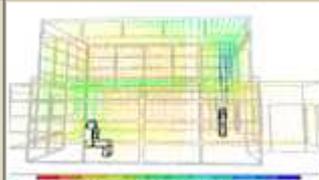
[표 V - 3] FEMP M&V Option

구 분	Option A	Option B	Option C	Option D
	Retrofit Isolation with Key Parameter Measurement	Isolation with All Parameter Measurement	Utility Data Analysis	Calibrated Simulation
측정주기	단기적	지속적	장기적, 지속적	단기적, 장기적
계산	<ul style="list-style-type: none"> 직접 측정과 추정값, 엔지니어링 계산 혹은 부품 혹은 시스템 모델은 회귀분석을 통해 개발됨 	<ul style="list-style-type: none"> 직접 측정, 엔지니어링 계산 혹은 부품 혹은 시스템 모델은 회기 분석을 통해 개발됨 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 사용 요인의 공공요금 계측 데이터에 대한 회기분석을 근거로 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 모델과 건물 전체 혹은 최종 사용자 계측 정보 혹은 두 가지 모두의 측정
적용 대상	<ul style="list-style-type: none"> 운전 스케줄이 크게 변경되지 않는 사업에 적용 에너지절약조치 전과 후에 개선 설치된 장비의 용량이나 효율을 측정하고 합의된 운전 시간과 부하를 적용하여 에너지 절감량을 구하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 장기적이고 연속적인 측정을 요구하는 프로젝트에 적용 에너지 절감량을 산정하기 위해 에너지 절감에 영향을 주는 모든 인자에 대한 개선 성과를 측정해야 하고, 교체 전과 후의 성능 측정이 지속적으로 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절약조치에 대해 그 성과를 직접 측정하기 어려운 프로젝트에 적용 시설에 대한 총 에너지 사용량으로 에너지 절감조치의 영향을 규명하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 신축 건물 등 BASELINE이 없을 경우 적용 보정된 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 에너지 절감량을 구하는 방안 에너지사용에 영향을 미치는 요인들이 복잡적이어서 산정이 어려운 경우 적용
시뮬레이션	-	-	-	○
분석 DATA	장비의 등급, 용량, 운전시간, 효율	end-use용량, 파워, 냉방톤, 조명 시간	건물 전체 유틸리티 데이터, 장치 수준, 서브 미터 에너지데이터	건물 전체 유틸리티 측정 데이터

* 출처 : ESCO협회

○ ASHARE Guideline 14-2014

[표 V - 4] ASHARE Guideline 14-2014 M&V Option

	Whole building Approach	Retrofit Isolation Approach	Whole Building Calibrated Simulation Approach
구 분			
측정주기	지속적	주기적, 지속적	지속적
계산	ECM 영향받는 기기의 절감량 측정하는 경우	ECM 영향받는 기기의 절감량 측정하는 경우	-
적용 대상	· 건물 전체, 건물 그룹, 건물과 독립된 건물 에너지 흐름에 대한 측정된 데이터를 메인으로 사용	· lighting, chiller, boiler 등의 서브 시스템의 사용에너지를 독립적으로 측정	· 컴퓨터 시뮬레이션 활용 모델을 만들어 에너지 사용량과 장비의 요구량을 계산 · 실제 사용량과 예측값과 비교
관행적 조정치	베이스라인&개선 후	베이스라인&개선 후	베이스라인 and/or 개선 후
시뮬레이션	-	-	○
분석 DATA	유틸리티 요금 데이터	유틸리티 요금 데이터	유틸리티 요금 데이터

* 출처 : ESCO협회

VI ESCO 산업의 시사점

□ 에너지성과 측정 및 검증(M&V) 필요성 및 중요성 나날이 증가

- 에너지서비스와 에너지효율 개선의 가치를 나타내고 사용자, 계약자, 투자자가 비용을 계산하여 비교하는 일이 보편타당하고 신뢰할 수 있도록 에너지 성과를 정량화하는 M&V의 중요성은 증가하고 있다.
- 제3차 에너지기본계획 및 최근 확정·발표된 에너지효율혁신전략에서 에너지 정책 패러다임을 소비구조 혁신 중심의 전환을 목표로 ESCO활성화 및 에너지공급자효율 향상제도 의무화 등의 내용을 포함하고 있다.
 - 소비효율 38% 개선('17년 대비), 수요 18.6% 감축('40, BAU 대비)
 - 부문별 수요관리강화, 수요관리시장 활성화, 성과측정 및 검증 강화
 - 수요관리시장 활성화를 위해 에너지 의무진단 결과의 개선이행을 ESCO 투자사업과 연계하여 의무진단 제도의 효과성을 제고하고 ESCO 시장 활성화
 - M&V전문인력 보유 기업이 공공부문 입찰 참가 시 우대 등
 - 에너지공급자에게 에너지절감 목표를 부여하고 수요자 대상 효율 투자를 의무화하도록 법제화하는 에너지공급자 효율향상제도(EERS)를 의무화하는 내용 포함

□ 에너지 성과 제3자 검증제도 도입 필요

- EERS제도 의무화로 에너지효율 개선사업에 대한 성과측정 및 검증(M&V)의 필요성 및 중요성은 증가하고 있지만 이와 관련 제도와 전문인력은 부족한 상황으로 성과측정 및 검증을 위한 제3자 검증제도 도입이 필요하다.
 - 에너지 절감(전력) 성과에 대해 보조금을 지급하는 EERS제도의 운영 특성상 사업 후, 에너지 절감 성과에 대한 측정 및 검증은 필수적이다.
 - 또한, 측정 및 검증(M&V) 관련 전문자격(예: CMVP)을 보유한 인력 또는 해당 인력을 채용한 기업만이 M&V 3자 검증 업무를 수행할 수 있도록 근거 마련해야 하며 CMVP 양성 및 배출에도 적극적인 지원이 이루어져야 할 것이다.

[표 VI - 1] CMVP 에너지업계 종사 현황

구 분	공공기관	ESCO	학계	컨설팅	제 조 사	금융회계	엔지니어링, 기타	합계
CMVP	7	27	4	15	4	1	5	63
CMVP-IT	1	6	-	4	-	-	1	12
합계	8	33	4	19	4	1	6	75

* 출처 : ESCO협회(CMVP 취득현황은 '19년 6월 기준임)

VII

결론 및 제언

- 에너지 산업의 전반적인 상황은 인프라 구축 및 시장 형성 등 도입기를 지나 발전을 위한 성장통을 겪고 있으며, 이러한 시기가 과도기가 되지 않도록 하기 위해서는 기술향상 및 기술개발, 인력양성 및 인력육성 등에 초점을 맞출 필요성이 있다.
- 산업계 니즈를 반영한 커리큘럼 및 교육과정을 마련하여 전문인력 양성 및 인력향상을 통해 분야별 전문인력 수급을 도모해야 한다.
- 국내 환경을 고려하여 세계시장을 선도하기 위한 지속적인 투자와 소비자 혜택 및 인센티브 마련, 새로운 시스템에 대한 중요성 인식 제고, 의무화 제도 마련 등 효율적인 정책이 필요할 것이다.