

가나 NEDCO 배전 효율화 사업
성과관리방안 수립 용역

결과보고서

2019년 01월



기획재정부
MINISTRY OF STRATEGY
AND FINANCE



한국수출입은행
THE EXPORT-IMPORT BANK OF KOREA



대외경제협력기금
Economic Development Cooperation Fund

**가나 NEDCO 배전 효율화 사업
성과관리방안 수립 용역
결 과 보 고 서**

2019년 01월

한국수출입은행 경험평가팀
(용역수행: 이화여자대학교 산학협력단)

목 차

I. 사업 추진배경	7
1. 가나 국가 개황	7
가. 가나 국가 개요 및 경제현황	7
나. 국가 발전전략	10
다. 지속가능목표(SDGs) 달성전략	13
라. 빈곤문제 현황 및 대응 전략	15
마. 우리나라와의 국가협력전략	20
2. 에너지 분야 현황	23
가. 에너지분야 거버넌스 및 주요 전략	23
나. 가나 전력시장 구조	26
다. 전력설비 현황	28
라. 주요 문제점	29
마. 에너지 분야 대응전략	31
3. 소결	33
II. 사업대상지 및 실시기관	35
1. 사업대상지 개황	35
가. 대상지역 개요	35
나. 지역별 세부 정보	38
2. 실시기관 현황 및 사업 수행 체계	46
가. 사업 추진 체계	46
나. 사업 실시기관 현황	47
다. 사업 실시기관의 전력공급 문제 및 개선 계획	49
3. 타 공여국 활동 현황	51
4. 종합분석 및 소결	55
III. 사업 적절성 분석	57
1. 대상사업 개요	57
2. 사업수요 분석	58

가. 국가차원의 수요	58
나. 사업대상지역 수요	61
다. 예상 수혜자의 수요	76
3. 이해관계자 분석	77
4. 문제 분석	83
5. 목표 분석	84
6. 사회적 기대 효과	86
7. 사업 위험요소	89
8. 유사사업 분석에 따른 함의점	92
9. 소결	93
IV. 성과관리 프레임워크 수립	99
1. 사업 논리모형	99
2. 성과관리 프레임워크	103
3. 예상 문제점 및 대응방안	110
가. 사업 수행 구조 상 예상문제점	110
나. 사업 수행 시 발생 예상 문제점	110
4. 사업 지속가능성을 위한 고려	113
5. 범분야 이슈	114
V. 요약 및 종합 결론	117
1. 요약	117
2. 종합 결론	121

참고문헌

표 목 차

[표 1] 가나 국가 개요 및 경제 현황	7
[표 2] 가나 Vision 2020 주제 및 주요내용	10
[표 3] 개발전략 7대 핵심주제 및 내용	11
[표 4] SDGs 달성을 위한 전략	14
[표 5] 가나 지역별 빈곤률	17
[표 6] 가나 세부지역별 빈곤 인구 수, 비율, 분포율	17
[표 7] 연도별 교육수준 관련 지표 변화	19
[표 8] 연도별 헬스케어 수준 관련 지표 변화	20
[표 9] 한국의 가나 분야별 지원 현황 (2010-2014)	21
[표 10] ECG와 NEDCo의 전력 구입량, 판매량, 손실량	30
[표 11] 배전효율화 사업 대상지역	35
[표 12] Brong Ahafo주, Northern주, Upper West주의 전기접근률	37
[표 13] 가나 주요 지역 Feeder 부하율	37
[표 14] Techiman, Sunyani 시의 주요 특징	38
[표 15] 인터뷰 대상 수혜기관	39
[표 16] 수혜 기관(University of Energy and Natural Resources) 인터뷰 요약 I	40
[표 17] 수혜기관 (Seventh Day Adventist Hospital) 인터뷰요약 II	41
[표 18] 지역별 세부 정보 (Wa시 및 Tumu시)	42
[표 19] 지역별 세부 정보 (Tamale시 및 Bimbilla시)	43
[표 20] 2007년부터 2012년까지의 Tamale의 전기 수요량과 구입량	44
[표 21] 2019년부터 2022년까지의 Tamale의 수요 예상량과 구입 예상량	44
[표 22] Feeder 35F5Y의 수요 및 수요 예상량	45
[표 23] 본 사업의 대상지 및 사업내용	57
[표 24-1] 가나의 지역별 전압기 보유현황(225kV)	59
[표 24-2] 가나의 지역별 전압기 보유현황(161kV)	59
[표 25] NEDCo의 사업대상지 제안을 위한 검토단계	60
[표 26] 2017년 기준 Sunyani, Techiman, Wa 지역의 배전효율지표	61
[표 27-1] 배전 효율화사업 기대효과 1 (Techiman)	63
[표 27-2] 배전 효율화사업 기대효과 2 (Techiman)	63
[표 28-1] 배전 효율화사업 기대효과 1 (Sunyani)	65
[표 28-2] 배전 효율화사업 기대효과 2 (Sunyani)	65
[표 29-1] 배전 효율화사업 기대효과 1 (Wa)	67
[표 29-2] 배전 효율화사업 기대효과 2 (Wa)	67

[표 30] Bimbilla, Tumu지역에서 SAIFI, SAIDI (2017년)	68
[표 31-1] 배전 효율화사업 기대효과 1 (Tumu)	69
[표 31-2] 배전 효율화사업 기대효과 2 (Tumu)	70
[표 32-1] 배전 효율화사업 기대효과 1 (Bimbilla)	71
[표 32-2] 배전 효율화사업 기대효과 2 (Bimbilla)	72
[표 33] 배전 효율성 증대 목표 지역의 전력 관련 문제	73
[표 34] 신뢰도 제고 목표 지역의 전력 관련 문제	74
[표 35] Sunayni 지역 기관 전력관련 문제 인터뷰	76
[표 36] 이해 관계자 식별 및 분석	77
[표 37] 사업대상자(기관) 분석	79
[표 38] 수원국 수혜자 식별 및 분석	80
[표 39] 사업 위험요소 별 위험도	89
[표 40] 유사사업 수행 시 발생 문제 및 함의점	92
[표 41-1] 배전효율화사업 대상지역 적절성 검토 1	95
[표 41-2] 배전효율화사업 대상지역 적절성 검토 2	96
[표 42] 가나 NEDCo 배전효율화사업 Logical Framework	100
[표 43] NEDCo 사업지표	102
[표 44-1] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(배전손실률)	103
[표 44-2] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(SAIDI)	104
[표 44-3] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(SAIFI)	106
[표 44-4] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(새롭게 전기가 보급된 가구 고객 수)	107
[표 44-5] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(새롭게 전기가 보급된 기관 고객 수)	108
[표 45] 사업수행 단계별 예상되는 NEDCo 측 행정 과업 및 예상문제점과 대응방안	111

그림 목 차

[그림 1] GDP 구성 요소 별 비중 변화	10
[그림 2] 가나 연도별 GDP 변화	10
[그림 3] 가나의 빈곤 및 소득격차 추이(%)	16
[그림 4] 가나 주별 빈곤인구 비율(%)	18
[그림 5] 한국-가나 협력전략과 기대효과	22
[그림 6] 한국의 가나 전력분야 지원의 강점 및 기대효과	23
[그림 7] 가나 전력관련 기관 구조	26
[그림 8] 사업대상지의 위치	36
[그림 9] 가나 전력분야 관련 기관 운영 구조	46
[그림 10] NEDCo 조직도	49
[그림 11] 가나 배전효율화 사업에서의 문제분석	83
[그림 12] 가나 배전효율화 사업에서의 목표분석	85

I 사업 추진 배경

1. 가나 국가 개황

가. 가나 국가 개요 및 경제 현황

[표 1] 가나 국가 개요 및 경제 현황

국명	가나 공화국 (Republic of Ghana)			
위치	아프리카 서부 대서양 연안			
수도	아크라 (Accra)			
기후	열대우림기후 (남부: 고온다습, 북부: 고온건조)	언어	영어(공용어) 및 기타 7개 종족어 (Gha, Fante, Ewe, Twi, Haousa, Dagbawi, Nzima)	
민족 구성	아칸족(49%), 몰-다그바네족(17%), 에웨족(13%), 가-아당베족(8%)	GDP	1,084USD (2015)	
면적	238,539 km ²	GNI per capital	3,839USD (2015)	
인구	2,883만명(2017년)	통화 단위	Ghana Cedi(GhC)	
정치 체제	대통령중심제 (공화국)	종교	기독교(69%), 이슬람교(15.6%), 토속종교(8.5%)	
국제기구 가입 현황	UN, WHO, G-24, ICC 등 53개의 국제기구 가입	국제신임도 ¹⁾	무디스	등급: B3 전망: Stable
			S&P	등급: B 전망: Negative
				Fitch
			평균수명	

- **(전체 개요)** 가나는 1957년 사하라 이남의 국가 중 가장 먼저 독립한 국가로, 다수당이 참여하는 민주정권이 유지되고 있으며 정치적, 경제적으로 안정되어 있어 앞으로 성장 잠재력이 풍부함. 정부의 부패 정도가 다른 아프리카 국가에 비해 낮은 편이며, 전반적으로 아프리카 국가 중에서 교육 수준이 높음. 정부 정책은 민간 주도의 경제 성장을 목표로 하고 있어 향후 외국인 투자가 지속적으로 증가될 전망이다 (정우진, 2011)

- **(경제 분야)** 또한, 인근 아프리카 국가에 비해 정돈된 인프라, 금과 다이아몬드 등의 풍부한 광물 자원, 비교적 안정화된 민주화 정치 등으로 UN 및 여러 국가들로부터 인프라 발전, 국가 공업 발전을 위한 경제 발전 지원금을 받고 있으며, 외국인 투자가 꾸준히 증가하는 추세임 (ADB , 2012)

- **(산업 구조)** 인구는 2017년 기준 2,883만 명으로 농업에 적합한 기후를 가지고 있고 금과 망간, 보크사이트, 다이아몬드 등 천연자원이 풍부하여 농업과 광업 부문 중심의 1차 산업을 위주로 한 경제 구조를 가지고 있으며, 총 인구의 60% 이상이 농업에 종사하고 있음.
 - **(서비스·에너지 산업의 부상)** 농업과 광업 중심의 사회에서 2007년 석유 매장량 확인 이후 2010년 원유 생산을 시작했으며, 2011년부터 수출하고 있음. 이로 인해 GDP에서 농업, 산업, 제조업이 차지하는 비율은 점점 감소하고 서비스업이 차지하는 비율이 증가하고 있음. 2017년 취임한 Nana Akufo-Addo 대통령은 경제 부흥을 목적으로 공장 건설, 산업파크 조성, 철도 공사 등의 경제 육성 친화 정책을 추진 중이며, 산업 분야뿐만 아니라 호텔, 운송, 금융 등 서비스 부문의 호조에 힘입어 3차 산업도 또한 큰 규모로 성장하고 있음. 또한, 향후 30년간 원유 생산으로 매년 12억 달러를 벌어들일 것으로 집계됨 (KOTRA, 2017)

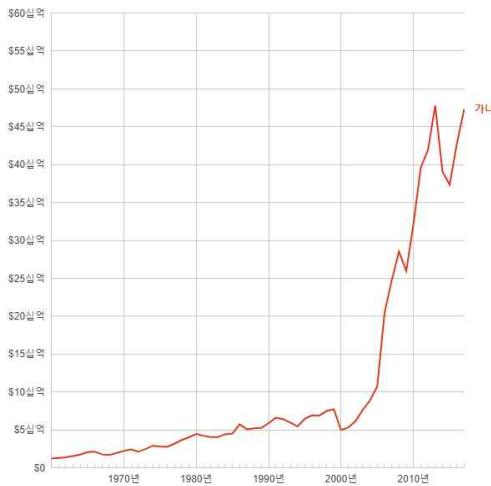
1) 출처: 국제금융센터: <http://www.kcif.or.kr/front/data/interCredict.do>

□ **(최근 동향)** 최근 국제 시장에서 원자재 가격이 하락하면서 경제 성장률은 2013년 7.3%에서 2016년 3.7%로 주춤하였으며 전반적인 거시 경제 전망에 부담을 야기하였음. 또한 이런 가파른 성장은 인플레이션을 가속화시키고 재정 불균형을 악화시켰음. 2014~2015년 전기 생산량 부족과 가나의 주요 수출품인 석유 및 금 가격 하락으로 산업 부문의 GDP 기여도는 2014년 26.6%에서 2015년 25.1%로 감소하였으며 관련 일자리가 감소하는 등 경제에 큰 영향을 미쳤음 (The World Bank, 2018a).

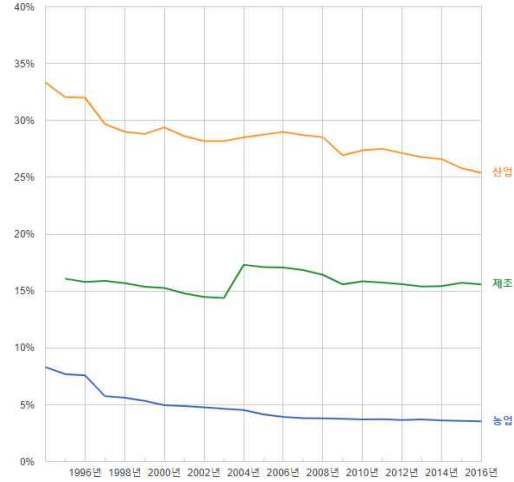
- 재정을 안정화시키기 위해 국제 통화 기금, 세계은행, 기타 개발 파트너의 지원을 받아 2013년 GDP 대비 10.7%의 적자를 2015년 7%로 감소시켰음. 그러나 2016년, 재정 적자는 목표치였던 5.2%보다 높은 9.3%로 보고된 바 있고, 12월 선거를 앞두고 수입 부족과 과도한 지출로 인해 가나 공채가 296억 달러(GDP의 73.4%)로 증가하였음. 채투자와 자본 지출 감소 등으로 2017년 12월 GDP 대비 부채 비율이 73.4%에서 69.2%까지 감소함. (The World Bank, 2018a).

□ **(전망)** 석유생산 증가로 중기적 경제 전망은 다소 낙관적인 편이며, 2018년 GDP 성장률은 7%에 달할 전망이다. 석유생산의 증가는 성장의 주요 동력으로 작용할 것으로 예측되며 가스 생산과 더불어 전력 부분의 연료비를 절감할 수 있을 것으로 기대하고 있음. 농업부문의 회복과 전기 공급의 안정 또한 전반적인 성장을 뒷받침할 것으로 예상됨. 그러나 주요 원자재에 대한 의존도가 높아지고 국제 원자재 가격에서의 예상되는 약세와 변동성은 가나 국내 정세에 대한 불확실성이 심화되는 결과를 야기할 것으로 보임 (World Bank, 2018a).

[그림 1] GDP 구성 요소 별 비중 변화



[그림 2] 가나 연도별 GDP 변화



출처: World Bank, 2018a

나. 국가 발전전략

- 가나는 최상위 개발정책인 “Vision 2020” 을 바탕으로 1996년부터 4년마다 국가개발계획을 단계별로 실행 중에 있으며, 이는 2020년까지 중소득국 진입을 목표로 하는 다음의 5가지 주제로 구성 되어 있음 (Ghana-vision 2020 Presidential Report on CPESDP²⁾, 1995)

[표 2] 가나 Vision 2020 주제 및 주요 내용

No.	주제	주요 내용
1	인간발달	빈곤 감소, 평균 수익 증가, 수익과 기회의 불공평 감소를 목표로 함
2	경제성장	경제 발전 속도를 최적화하고, 모든 가나인들의 최대 복지와 물질 복지를 보장하는 개방적이며 자유주의적인 시장 확립을 목표로 함
3	농촌개발	도시와 농촌 인구의 수입 및 생활수준의 차이감

2) CPESDP: Co-ordinated Programme of Economic and Social Development Policies,

		소를 목표로 함
4	도시개발	중소도시와 도시가 서비스 센터로서의 역할을 잘 수행할 수 있도록 하며, 도시화 과정이 나라의 발전에 긍정적으로 기여할 수 있도록 함
5	정책 환경	사회를 구성하는 모든 섹션이 사회-경제적 개발 발전을 지속시키고 가속화 시키는데 기여할 수 있는 정책적 환경 조성을 목표로 함

□ 현재 중기 개발전략 5차 CPESDP의 정책 문서인 GSGDA II³⁾을 시행 하였으며 7대 핵심주제와 그 내용은 [표 3]에서 기술된 바와 같음 (GSGDA Costing Framework, NDPC⁴⁾, 2015).

- 에너지 및 인프라 개발 분야는 7대 중점분야 중 하나로서, 전통적 에너지에 대한 지속적 관심 및 개발과 인프라 건설을 촉구하고 있음. 특히 주요 에너지원이자 인프라 구축의 기반인 전력 분야와 관련해서는 전력계통 전 과정의 인적자원개발, 전력소실 방지 등 다양한 차원에서 논의되고 있음

[표 3] 개발전략 7대 핵심주제 및 내용

No.	핵심주제	중기 전략	내용
1	거시 경제 안정성 확보 및 유지	<ul style="list-style-type: none"> - 개선된 금전 및 재정 정책 관리 - 효과적이고 효율적인 재정 정책 관리 - 경제 정책 의사 결정 및 관리 - 국제 무역 및 지역 통합 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 기반 공공 정책 수립 과정 결정 - 정부의 모든 수준에서 정책 수립 및 계획의 역량을 강화 - 가나의 수출 경쟁력 증진 및 무역 정책 수립
2	민간부분 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 기업의 행정구조 개선 - 중소기업의 성장 및 발전 	<ul style="list-style-type: none"> - IDF⁵⁾ 설립 - 건설 분야의 규제 및 금융

3) GSGDA: Ghana Shared Growth and Development Agenda

4) NDPC: National Development Planning Commission

		<ul style="list-style-type: none"> - 산업 발전 - 관광 산업 발전 - 창의 예술 산업 발전 	<p>제도를 재조직</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공작 기계 산업 지원
3	농업 현대화 및 천연 자원 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 농업 경쟁력 향상 - 지속 가능한 환경, 토지 및 물 관리 - 가축, 가금류, 어업, 양식 개발 촉진 - 농업 관련 제도 조정 개선 - 퇴화된 산림의 토지 관리 - 습지 및 수자원 관리 - 폐기물 관리, 오염 소음 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 과학, 기술, 혁신 프로그램 개발 - 종자 및 재배 물질 개발 - 농업에 대한 민간 부문 투자 증가 - 농업 단지 개발 장려. - 광물 자원의 지속 가능한 추출 및 사용 촉진 - 천연 자원의 지속 가능한 관리 보장 - 지속 가능한 천연 자원 관리를 위한 제도 및 규제 시스템 강화
4	석유 및 가스 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 석유화학 산업의 개발 촉진 - 석유 및 가스 자원 관리에 대한 국가 기관의 제도적 역량 강화 - 석유 및 가스 고립 지역에 있는 기존 정착지의 재개발 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> - 석유 및 가스 사용 상품 및 서비스에 부가 가치 보장 - 석유 및 가스 이용에 의존하는 산업의 설립 장려 - 새로운 석유 탐사 및 생산법의 통과
5	인프라 및 인간 거주지 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 운송 기술 발달 - 정보 통신 기술 개발 - 산업, 가정을 위한 에너지 공급량 확보 - 사회, 커뮤니티, 레크리에이션 인프라 확보 - 물과 환경 위생 관리 	<ul style="list-style-type: none"> - 운송 기술 개발 실행 - 고속음성, 비디오, 데이터 및 인터넷 시설 제공 - 발전 분야 연구 - 물 자원 관리
6	인적 자원 개발 및 생산성 증대	<ul style="list-style-type: none"> - 양질의 교육 제공 - 양질의 건강관리 - 영양 및 식량 확보 - 스포츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 교육 접근성 증가 - 의료 접근성의 공평성 증가 - 영유아 및 여성의 영양 부족 관련 질병 및 사망 감소

		<ul style="list-style-type: none"> - 청소년 개발 - 사회 개발 및 사회 보장 - 고령자, 아동, 장애인을 위한 제도 - 빈곤 감소와 소득 불평등 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 학교, 커뮤니티에 스포츠 인프라 건설 - 사회적 약자에 대한 제도를 확립 - 사회 경제적 그룹과 지리적 영역 간의 소득 격차 감소
7	투명하고 책임 있는 국가경영	<ul style="list-style-type: none"> - 공공 부문 개혁 - 성평등과 여성 능력 강화 - 부패와 경제 범죄 단속 - 주민의 권리 보장 - 증거 기반의 의사 결정 	<ul style="list-style-type: none"> - 공공 서비스의 관리 및 생산성 향상 - 아동, 여성, 취약 계층의 안전 보장 - 여성의 동등한 경제적 기회와 자원에 대한 동등한 접근성 보장 - 내부 보안 향상

다. 지속가능개발목표(SDGs⁶⁾) 달성 전략

- 국가 빈곤선 이하 인구 비율이 2005년 31.9%에서 2012/2013년 24.2%로 크게 감소하여 2015년 MDGs⁷⁾ 목표치인 25.9% 이하에 이미 도달하였음.
- 절대빈곤감소 및 기아 퇴치, 보편적 초등교육 달성, 양성평등, 안전한 식수 접근 등 전반에 걸쳐 MDGs 목표를 이미 달성했거나 달성 가능할 것으로 예측되나, 전력 인프라, 보건위생 및 의료 환경 개선, 기초교육 등의 분야에서는 여전히 괄목할만한 성장의 필요성 및 개

5) Industrial Development Fund

6) Sustainable Development Goals: 2016~2030년 모든 나라가 공동으로 추진해 나갈 17개의 목표와 169개의 세부목표로 새천년개발목표(MDGs)가 추구하던 빈곤퇴치의 완료를 최우선 목표로 하되 나아가 글로벌하게 전개되고 있는 경제·사회의 양극화, 각종 사회적 불평등의 심화, 지구환경의 파괴 등 각국 공통의 지속가능발전 위협요인들을 동시적으로 완화해 나가기 위한 국가별 종합적 행동 및 글로벌 협력 아젠다로 구성되어 있음

7) Millennium Development Goals: 2015년까지 개도국들을 대상으로 수립한 사회 분야에 관련된 8개의 목표와 21개의 세부 목표를 말함.

선에 대한 요구가 제기되고 있음 (ODA Korea, 주요빈곤 이슈, 2016).

- 2012년 UN팀과의 회담을 통해 가나 정부는 17개의 목표 가운데 우선순위가 높은 8개 중점 문제, 즉, 1) 일자리 창출, 2) Health care 서비스 접근, 3) 여성권의 신장과 아동 복지, 4) 우수한 교육, 5) 인구 역학 (Population dynamics), 6) 위생 개선, 7) 공평한 부의 분배, 8) 장애인으로 선정하였음 (Government of Ghana).
- (SDGs 달성을 위한 전략) 가나는 SDGs를 달성하기 위해 다음 세 가지의 전략을 수립함.

[표 4] SDGs 달성을 위한 전략

항목	주요내용
조정(Alignment)	국가 차원에서 국가개발계획위원회(NPDC)에서 SDGs의 중기 계획을 위한 국가개발정책 프레임워크를 설정함
적응(Adaption)	집행위원회는 2018년이 되기 전, Ghana's 40을 위한 준비 하에 장기 국가 발전 계획의 국가적 상황을 고려하여 SDGs의 목표에 대해 추가 조정함
채택(Adoption)	위원회는 장기적인 국가 발전 계획에 완벽하게 적합한 SDGs의 목표를 변경하지 않고 채택하기로 결정함

- (SDGs 달성을 위한 모니터링) 가나는 국가개발정책 프레임워크를 위한 결과 매트릭스를 선정하였으며 이는 국가 상황을 고려한 글로벌 지표를 보완하기 위해 국가 및 하위 수준의 지표를 포함하고 있음. 또한, 국가, 분야, 지역 등 세 영역의 진행상황에 대한 연례보고서를 제출하고 있으며, 2017년부터는 2년마다 SDGs 특별 보고서를 준비하여 Agenda 2063을 반영할 수 있도록 하고 있음.
- (SDGs 에너지 분야) 에너지 시스템은 사업, 의약, 교육, 농업, 인프

라, 통신, 기술 등 모든 분야에 영향을 미치기 때문에, 에너지 공급에 대한 접근성 결여는 경제 발전에 상당한 장애요인으로 작용하기 마련임. 가나는 2016년 불안정한 전력 공급 문제를 극복한 바 있지만, 국영 에너지 기업이 태생적으로 갖게 되는 재정적인 이슈, 새로운 전기 규제 및 요금제도 구현 관련 문제, 손실되는 전기에너지에 대한 적절한 관리 등 장기적인 문제들이 여전히 산재해 있음 (UN, 2017)

- 이를 위해 정부는 건물의 건축 시 에너지 효율성 보장을 격려, 재활용 에너지에 투자, 청정에너지 기술 채택, 대체에너지 사용 증대 지원 등을 통해 저렴하고 안정적이면서도 지속 가능한 에너지 시스템의 구축을 위한 노력을 기울이고 있음 (UN, 2017)

라. 빈곤문제 현황 및 대응전략

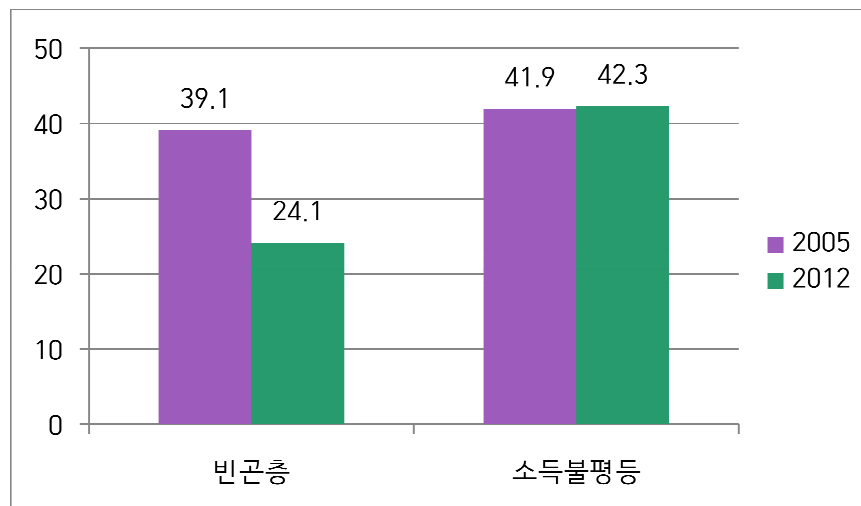
□ (전체 현황) 지속적인 경제 성장으로 국가 빈곤층 비율이 2005년 39.1%에서 2012년 24.2%로 전체적인 빈곤은 크게 감소하였으나, 지역 격차가 심하여 가나 사회의 가장 큰 문제로 대두되고 있음. 특히 지역간 불평등은 주요 도시가 밀집되어 있는 남부와 북부간 차이가 높게 나타나는데 남부와 북부간 빈곤율은 약 4배로 나타남. (Oduro, Baah-Boateng & Yadom, 2011)소득 분배의 불평등을 나타내는 지니계수가 2005/6년 41.9에서 2012/13년 42.3으로 증가하였는데 특히 북부 3개 지역(Northern Region, Upper East, Upper West)은 수도 아크라를 포함한 다른 지역에 비해 빈곤 문제가 심각함.⁸⁾ (ODA Korea, 주요 빈곤 이슈, 2016)

□ (가나 내 남부, 북부 간 불평등) 북부 지역의 빈곤 감소는 거의 이루어지지 않고 있음. 가나 전체의 빈곤율은 1992년부터 2013년까지 절반가량 감소하였으며 극빈층은 25%까지 감소하였음. 2006년

8) 빈곤선(절대빈곤선 1,314 Cedi 기준, 1일 \$1.83) 이하 인구비율: Upper East(44.4%), Upper West(70.7%), Northern(50.4%) VS Ghana 전체평균 24.2%(2012/13년)

55.7%인 북부 지역 빈곤율은 2013년 약 50.4%로 6% 감소하는데 그침. 세계은행에서 가나의 빈곤퇴치 사례를 성공사례로 발표했음에도 불구하고 이와 같은 성공사례는 오직 남부지역에만 적용되어 북부 지역과는 큰 격차가 있음을 알 수 있음 (World Bank, 2011) 특히 북부 지역의 극빈층은 2013년 28%로 나타남.

[그림 3] 가나의 빈곤 및 소득 격차 추이(%)



- (지역별 불평등 격차) 본 배전효율화 사업의 사업대상지인 Brong Ahafo주, Upper West주, Northern주의 경우 특히 가나 내 다른 주(州)에 비해 낙후된 모습을 보이고 있음. 지역별 빈곤율을 살펴보면 다음 표5과 같음. 1992년에서 2013년 사이 거의 모든 지역에서 크게 감소하였으나 빈곤율이 가장 높았던 Upper West 지역의 빈곤율은 다른 지역에 비해 감소율이 높지 않음. 3개 주 모두 가나 내 타 지역에 비해 빈곤율이 다소 높은 것으로 나타나며 특히 Northern Region과 Upper West는 빈곤 감소율 또한 매우 낮아 현재 가나 내 가장 극빈층(1일 \$1.10)이 많은 주로 나타남 (UNICEF, 2016).

[표 5] 가나 지역별 빈곤율

	Old Poverty Line				New Poverty Line			1992 -2013 변화율
	1992	1999	2006	1992 -2006 변화율	2006	2013	2006 -2013 변화율	
Western Region	59.6	27.3	18.6	-41.0	22.9	20.9	-2.0	-43.0
Central Region	44.3	48.4	19.9	-24.3	23.4	18.8	-4.6	-28.9
Greater Accra	25.8	5.2	11.8	-14.0	13.5	5.6	-7.9	-21.9
Volta Region	57.0	37.7	31.7	-25.3	37.3	33.8	-3.4	-28.7
Eastern Region	48.0	43.7	14.7	-33.2	17.8	21.7	3.9	-29.3
Ashanti Region	41.2	27.7	20.5	-20.7	24.0	14.8	-9.2	-30.1
Brong Ahafo	65.0	35.8	29.7	-35.3	34.0	27.9	-6.2	-41.5
Northern Region	63.4	69.2	52.2	-11.3	55.7	50.4	-5.4	-16.7
Upper West	88.4	83.9	87.9	-0.5	89.1	70.7	-18.4	-18.9
Upper East	66.9	88.2	70.5	3.6	72.9	44.4	-28.5	-27.9

(출처: UNICEF, 2016)

□ 가나 10개 지역에 걸친 빈곤 인구를 살펴보면 아래 표6과 같이 Greater Accra가 가장 적은 반면 Northern Region이 가장 많은 빈민층을 가지고 있음이 나타남. 또한 사업 대상지인 3개 지역 모두 타 지역에 비해 빈곤인구 비율이 높게 나타남.

[표 6] 가나 세부지역별 빈곤 인구 수, 비율, 분포율

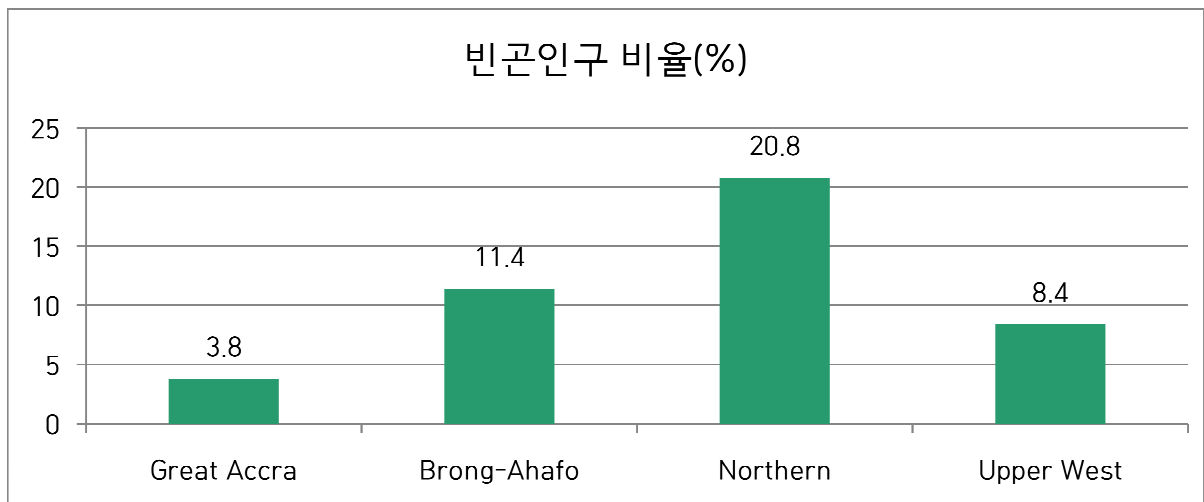
	빈곤인구 수		빈곤인구 비율 (%)			인구분포율(%)		
	2006	2013	2006	2013	변화율	2006	2013	변화율
도심	1,041,086	1,402,091	14.7	22	7.3	37.7	50.1	12.4
지방	6,050,606	4,981,967	85.3	78	-7.3	62.3	49.9	-12.4
총합	7,091,692	6,384,058	100	100	0	100	100	0
지역구분								
Western	514,737	507,416	7.3	7.9	0.7	10.1	9.2	-0.9
Central	456,322	438,835	6.4	6.9	0.4	8.8	8.9	0.1
Greater Accra	416,827	241,166	5.9	3.8	-2.1	13.9	16.3	2.4

Volta	618,168	773,051	8.7	12.1	3.4	7.5	8.7	1.2
Eastern	530,644	592,241	7.5	9.3	1.8	13.4	10.4	-3
Ashanti	894,264	766,148	12.6	12	-0.6	16.8	19.7	2.9
Brong Ahafo	692,635	727,607	9.8	11.4	1.6	9.2	9.9	0.7
Northern	1,490,584	1,326,048	21	20.8	-0.2	12	10	-2
Upper West	706,083	536,943	10	8.4	-1.5	3.6	2.9	-0.7
Upper East	771,426	474,600	10.9	7.4	-3.4	4.8	4.1	-0.7

(출처: UNICEF, 2016)

- 다음 [그림 4]와 같이 사업대상지역인 Brong-Ahafo, Northern, Upper West 지역은 수도인 Great Accra 지역에 비해 빈곤인구 비율이 월등히 높아 해당 지역이 빈곤 감소를 위한 각종 사회기반 시설 및 지원에 대한 수요가 높음을 알 수 있음.

[그림 4] 가나 주별 빈곤인구 비율(%)



- 이와 같은 빈곤율은 각종 사회적 지표에서도 극명하게 드러나고 있음. 부유층에서는 약 5%만의 아동이 교육의 혜택을 받지 못한 반면 북부지역은 약 1/3가량의 아동들이 한 번도 교육을 받아본 적이 없는 것으로 나타남. 또한 아크라 내 90% 남아들이 초등학교를 졸업하는 것에 비해 북부지역의 여아 중 약 26%만인 초등학교를 졸업하고 있음 (Data from the World Inequality Database on Education (WIDE), <http://www.education-inequalities.org/>).

□ 그럼에도 불구하고 중북부지역은 향후 가나의 성장동력의 잠재적 요소를 충분히 갖추고 있는 것으로 나타남. Upper East, Upper West, Northern region을 통칭하는 The Northern Savannah Ecological Zone(NSEZ)은 사탕수수, 목화, 곡물 등 다양한 작물의 상업적 생산에 대한 잠재력이 높으며 이와 같은 생산력 증대는 400,000여개의 일자리를 창출할 수 있을 것으로 기대됨에도 불구하고(World Bank, 2018b) 가나의 발전설비, 송변전설비, 배전설비 등의 전력시설물은 남부지역에 편중되어 있음 (화력발전소와 주요 대도시 집중) (ODA Korea, 주요 빈곤 이슈, 2016)

□ (해결 대책) 가나 정부는 지역 간 빈곤격차를 해소하기 위한 방안으로 교육과 보건 분야를 중점적으로 육성해오고 있음.

- (교육) 2000년 이후 현재까지 교육수준 관련 지표는 다음과 같은 표(World Bank)를 통해 교육을 받을 수 있는 인구의 비율이 증가하고 있으며, 남성과 여성의 차이가 과거에 비해 현저히 줄었음을 알 수 있음 (World Bank, 2018a).

[표 7] 연도별 교육 수준 관련 지표 변화

지표		년도				
		2000년	2004년	2008년	2012년	2016년
15세 이상 인구의 문해율(%)		81.48%	83.04%	83.83%	85.36%	86.25%
초등학교 미취학 아동수(만명)		100.8	76.0	62.4	60.6	63.3
초등학교 이수율 (%)		81.80%	84.41%	88.97%	90.71%	89.62%
중학교 취학률 (%)	남성	57.37%	59.21%	61.74%	64.07%	65.79%
	여성	52.82%	56.59%	59.95%	63.77%	65.49%

(출처: World Bank, 2018)

- (보건) 2000년 이후부터 현재까지 보건 분야 주요 지표는 다음과 같음 (World Bank, 2018a).

[표 8] 연도별 헬스케어 수준 관련 지표 변화

지표		년도				
		2000년	2004년	2008년	2012년	2016년
65세 생존률(%)	남성	66.65	68.53	70.32	71.95	73.03
	여성	75.06	76.55	78.21	79.84	80.81
기대수명(살)		56.99	58.19	60.13	61.56	62.74
5세 미만 사망률(%)		10.01	8.90	8.04	6.87	5.88
임산부 사망 위험도(%)		2.19	1.77	1.47	1.40	1.34

(출처: World Bank, 2018a)

- (향후 계획) 향후 빈곤 감소를 위해 교육과 보건 분야 지원 세부 전략을 살펴보면 과학기술 교육 장려, 교육/보건의료 시설에 대한 접근성 강화, 교육과 산업간 연계강화, 각 종 보조금 장려, 건강자원 관리 등이 포함되어 있음. 이에 비춰볼 때 빈곤퇴치를 위한 보건, 교육 분야의 지속적 발전을 위해서는 정책, 인프라, 교통, 에너지 등 다양한 방면의 지원이 요구되고 있음 (가나 교육부, “Education Strategic Plan 2010 to 2020” , 2012).

마. 우리나라와의 국가협력전략

- (한국의 국제 협력 전략) 한국 정부는 ‘2030 지속 가능한 개발 의 제(SDGs)’ 를 바탕으로 국제적, 보편적 가치에 중점을 둔 사업을 추진하고자 하며 질적 도약을 위해 ODA의 투명성, 책임성, 효과성을 강화하고자 함 (국제개발협력위원회, 2017).
- (한국-가나 협력 전략) 우리나라와 가나 간 수립된 제1차 국가협력 전략은 가나 정부가 ‘Ghana Vision 2020’ 과 ‘가나동반성장개발 계획 2010-2013(GSGDA, Ghana Shared Growth and Development

Agenda)’ 을 성공적으로 달성할 수 있도록 협력함으로써 가나의 발전과 빈곤 감소에 기여하고 양국 간의 우호와 교류협력 증진을 목적으로 하는 국가간 협력 전략임 (ODA Korea, 2017).

- **(중점협력분야)** 이를 위하여 전력 인프라 확충(에너지), 보건위생 및 의료 환경 개선, 기초교육 환경개선을 중점협력분야로 선정함 바 있음. 즉, 안정적인 전력 공급을 위한 인프라 확충과 보건위생 및 의료환경 개선을 위한 식수, 위생 및 모자보전에 기여하고, 기초교육 환경개선을 통하여 교육 인프라 및 역량강화를 도모하고자 협의함. 중점협력분야에 지원되는 규모는 우리나라를 통한 총 지원액의 최소 70% 이상임(ODA Korea, 2017).
- **(원조사업)** 2010년부터 2014년 간 무상원조사업으로 3,950만 달러와 유상원조사업으로 2,462만 달러가 지원되었으며, ODA 지원금액 기준으로 식수공급 및 위생(36%), 교육(14%), 보건(13%), 농수산업(11%), 인구정책 및 생식보건(6%) 순으로 지원되었음.

[표 9] 한국의 가나 분야별 지원 현황 (2010-2014)

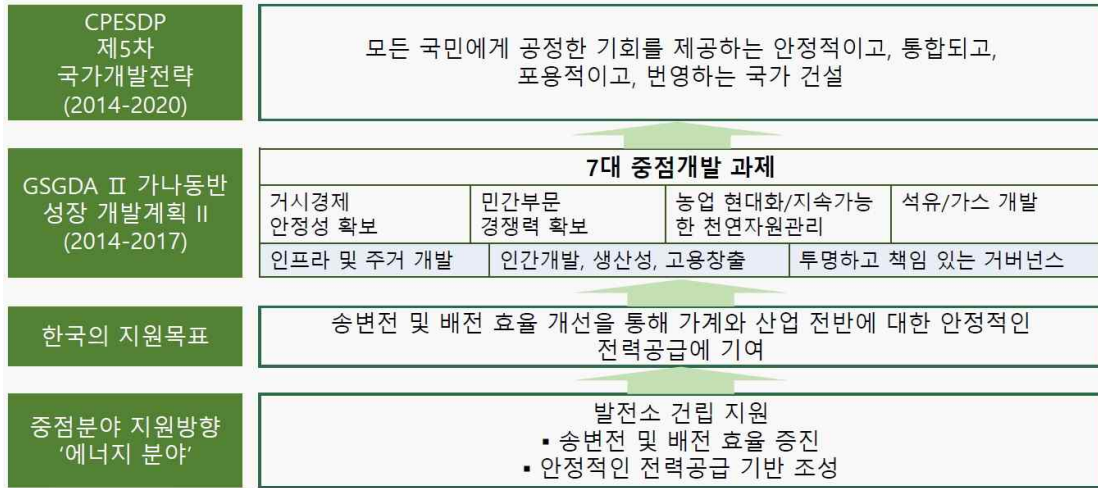
*백만달러, 집행금액, 명목가격

구분	식수공급 및 위생	교육	보건	농수산업	인구정책 및 생식보건	다부문	채무구제	에너지
금액	23.83	8.66	8.60	7.02	3.78	3.22	2.36	1.56
(%)	35.61	13.50	13.42	10.94	5.89	5.02	3.68	2.43

출처: OECD 통계 (ODA Korea, 2017 재인용)

- **(에너지 분야 협력현황 및 한계)** 전력 인프라 확충의 에너지 분야는 제1차 국가협력전략을 통해 중점협력분야로 선정되었음에도 불구하고, 협력 분야인 총 8개 분야 중 가장 저조한 지원이 이루어진 것으로 나타남.

[그림 5] 한국-가나 협력전략과 기대효과



출처: ODA Korea 2017

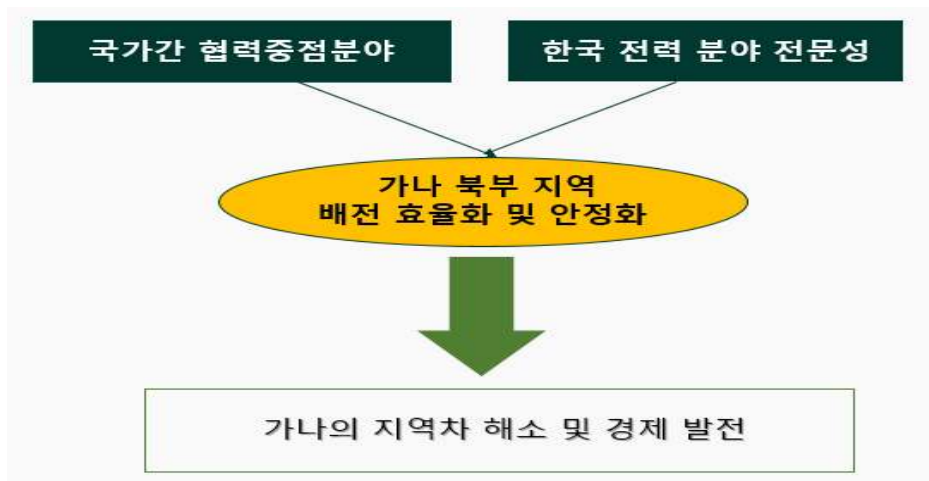
□ (전력 인프라 분야 협력강화 필요성) 본 사업은 한국과 가나 간 제 1차 국가협력전략을 통해 중점협력분야로 선정되었음에도 불구하고 그 동안 가장 지원이 저조했던 에너지 분야에 주목하였음.

- (한국의 전문성) 우리나라는 발전, 송변전, 배전 등을 포괄하는 전력부문 전 분야에서 우수한 기술을 보유하고 있음. 그 중 전력 효율과 밀접한 관계가 있는 송변전 및 배전 분야에서 세계 최고의 기술력과 인적역량을 보유하고 있음. 현재 가나가 추진하고 있는 송변전 및 배전 분야 인프라 개선 및 현대화와 관련하여 우리나라 관련 기술 및 경험을 가나 전력분야 기술자들에게 전수함으로써 가나 전력효율 향상에 기여가 가능할 것이라 예상됨 (ODA KOREA, 가나 국가협력전략, 2016)

- (기대 효과) 송변전 및 배전 효율 증진과 안정적인 전력공급 기반 조성을 위한 에너지 분야 지원은 가나의 가계와 산업 전반에 대한 안정적인 전력공급에 기여함으로써 GSGDA II 7대 중점

개발 과제들에 해당하는 거시 경제적 안정성 확보, 민간 부문 경쟁력 향상, 인프라 및 주거 개발, 인간개발 및 고용 창출 등에 직접적으로 공헌할 수 있음. 또한 궁극적으로는 CPSESDP 제 5차 국가개발전략이 목표로 하는 모든 국민에게 공정한 기회를 제공하는 안정적이고, 통합되고, 포용적이고, 번영하는 국가를 건설하는데 이바지하며 양국 간의 우호와 교류협력 증진에도 긍정적으로 기여할 수 있을 것이라 예상됨.

[그림 6] 한국의 가나 전력 분야 지원의 강점 및 기대효과



2. 에너지 분야 현황

가. 에너지 분야 거버넌스 및 주요 전략

- 가나의 에너지 분야 거버넌스 및 주요 전략으로 △ 전국적인 에너지 접근성을 확대하기 위한 ‘국가 에너지정책’ (Ghana National Energy Policy), △ 안정적인 에너지 공급을 위한 ‘국가전력화계획’ (National Electrification Scheme 1990-2020), 에너지원별 지속발전 가능 활용 전략을 소개한 ‘국가에너지전략’ (Strategic National

Energy Plan 2006-2020) △ 국내 전체 전력의 10%를 신재생에너지로 공급하기 위한 ‘신재생에너지법’ (Renewable Energy Act 2011) 등이 있으며 각 전략별 주요 내용은 아래와 같음:

- (국가에너지정책⁹⁾) 2010년 수립된 국가 에너지 정책은 2020년까지 중진국 경제 수준에 이르기 위한 발전 목표를 달성하기 위해 전국적인 에너지 보급률과 인프라를 확대하는 것이 필수적임을 강조하고, 구체적으로 △ 장기적 에너지 공급 확보 △ 2020년까지 전력 보급률 100% 달성 △ 기술·상업적 손실 감축 △ 에너지 분야의 전반적인 관리와 규제환경 개선 △ 현실적인 에너지 요금체계 확립 △ 전력시장 도매를 통해 민간 사업자의 참여를 독려하고 △ 신재생에너지 장려를 통해 국가 에너지 믹스를 다양화한다는 등의 목표를 설정함.

- (국가전력화계획) 국가전력화계획은 1989년 National Electrification Scheme(NES)을 통해 2020년까지 가나 모든 지역에 안정적으로 전력을 공급한다는 목표를 설립함 (Ministry of Energy, 2010). NES 초기에는 가나 인구의 15-20%만이 전기를 이용할 수 있었으나 (Ministry of Power, 2016) 2009년 66.7%, 2015년 80.51%, 2016년 82.5% (Ministry of Power, 2016)를 달성함. 특히 기존 송전망으로부터 멀리(20km 이상) 위치한 지역에 특별한 지원 전략(특히 농어촌 지역 신재생에너지 관련 설비 초기 투자비용에 대한 재정적 지원, 연구와 개발 부분)이 필요함을 강조함.

- (국가 에너지 전략) 2006년 에너지위원회(Energy Commission)에 의해 수립된 에너지 전략으로 경제 발전에 힘입어 급속히 증가하고 있는 에너지 수요를 2020년까지 지속발전 가능한 방법으로 충족하기 위해 각 산업부문(가정, 상업·서비스, 농·어업, 공업·교통)에 대한 에너지원

9) 정책 분야는 △ 전력 하위 분야(Power Sub-sector) △ 석유 하위 분야(Petroleum Sub-sector) △ 신재생에너지 하위 분야(Renewable Energy Sub-sector) △ 폐기물의 에너지화(Waste-to-Energy) △ 에너지 효율 및 보존(Energy Efficiency and Conservation) △ 에너지 및 환경(Energy and Environment) △ 에너지와 젠더(Energy and Gender) △ 분야의 미래 관리(Managing the future of the sector) 등 8가지로 분류함

별(전력, 석유, 목재 연료와 신재생에너지) 활용 전략을 소개함.

- (신재생에너지법¹⁰) 2011년 수립된 신재생에너지법은 2020년까지 국가 에너지 믹스 중 신재생에너지의 비중을 10%(약 500MW)까지 확대한다는 목표를 설정하고, 이를 위해 신재생에너지원 발전 전력 판매를 보장하는 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff)와 의무할당제, 수입설비에 대한 면세조치와 보조금 등의 규정을 수립함.

□ 유엔의 지속개발가능 목표(Sustainable Development Goals)의 일환으로 2030년까지 가장 최신(modern) 에너지 서비스에 대한 보편적 접근성을 달성, △ 효율성이 강화된 요리용 레인지 200만개를 구입하고 △ 도심과 농촌 지역의 전력 보급 격차를 줄인다는 계획을 추진¹¹하고 있음

□ 이 외에도 1996년 수립된 국가개발정책 “Vision 2020”은 2020년까지 중소득국 진입을 목표로 하여 국가개발계획을 4년마다 단계별로 실행 중이며 전력과 에너지 분야는 2014-17년 개발전략 (Coordinated Programme of Economic and Social Development Policies)에 포함되어있는 가나 성장개발계획(Ghana Shared Growth and Development Agenda)의 중점분야 중 하나로, 심각한 전력 공급의 비효율성을 해결하기 위해 인프라 건설뿐 아니라 전력계통 전 과정의 인적자원을 개발하고 전력손실을 방지한다는 목표를 설정함.

참고: 가나 원자력 발전소 건설현황

가나는 사하라이남 아프리카 최초의 원자력 발전소 건설을 목표로

10) 가나 정부가 설비용량을 확대 추진하는 신재생에너지원으로 태양열, 풍력, 바이오매스, 소수력 등이 있음

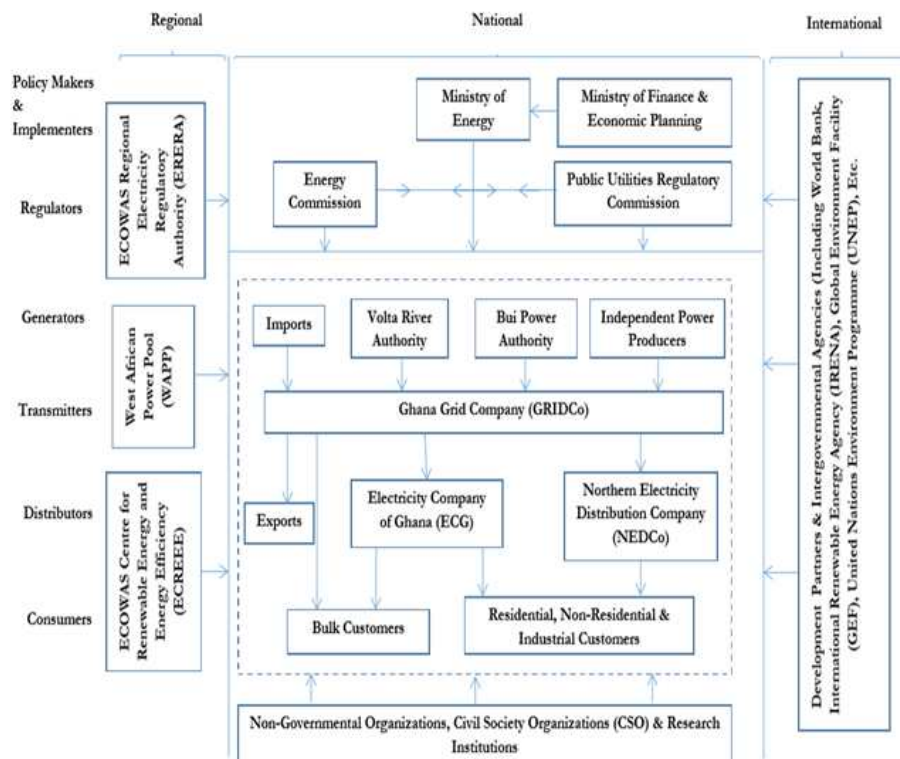
11) 가나 정부는 도심과 농촌 지역의 전력 보급 균형을 이루기 위한 방편 중 하나로 네덜란드, 스위스, 일본, 한국, 독일 등의 지원을 받아 태양열과 바이오매스 발전 확대에 주력해 옴

하고 2017년 10월 원전 건설 승인을 위한 국제원자력위원회(IAEA) 원자력 프로그램(NPP) 1단계를 성공적으로 완료함. IAEA에 의하면 가나가 풍부한 수자원을 보유하고 있는 만큼 수로냉각형 원자로(water cooled reactor) 건설이 이상적인 것으로 알려짐. 가나는 2015년 러시아 국영원자력에너지사(ROSATOM)와 1,000-1,200MW 규모의 원전 건설에 관한 양해각서를 체결, 협력방안을 논의 중에 있으며 중국과도 원자로 R&D 협력을 진행 중에 있음.

나. 가나 전력시장 구조

- (전력분야 기관) 가나 전력시장은 1977년까지 1개 국영기업이 전력 분야 전부를 지배하는 상당히 통제된 구조를 지니고 있었으나, 현재는 아래 7개 기관으로 나뉘어 운영 중에 있음:

[그림 7] 가나 전력관련 기관 구조



- 에너지부(Ministry of Energy): 전력 분야 정책·사업 수립·감독·평가, 유관 국영 전력 기관 관리 및 감독. 2017년 석유부(Ministry of Petroleum)와 전력부(Ministry of Power)가 에너지부로 통합됨.
- 에너지위원회(Energy Commission, EC): 에너지 자원 규제·관리·개발·사용 담당/ 전기 및 천연가스 운송·도소매·배급 관련 인허가/ 법령 준수 여부 감독
- 공공재규제위원회(Public Utilities Regulatory Commission, PURC): 전기·수도 서비스에 대한 상업적 규제·감독/송전료, 전기도소매 가격 승인, 대통령 임명 9인 위원이 5년 간 임기로 운영되며 연임도 가능
- 볼타전력청(Volta River Authority, VRA): 수력, 화력, 태양열 발전소(전체 11개)를 모두 관장하며 국내 및 국외에 전력 발전, 송전 담당. 에너지 부문 개혁으로 인해 독립발전소 (Independent Power Producers, IPP)로 알려진 민간발전회사도 운영 중에 있음.
- **(송전)** 가나송전회사(Ghana Grid Company Ltd, GRIDCo): 가나 내 주요 송전망을 보유·운영하며 총 송전선 길이는 약 5,200km로 직접 소유하고 있는 54개 변전소¹²⁾에 전력을 공급.

12) 변전소(Substation) : 미국 가정에선 110V, 우리나라 가정에선 220V를 쓰듯이 전기를 필요로 하는 수요자들(공장, 방송국, 전철, 가정 등)에게는 사용할 수 있는 정해진 정격 전압이 있으며 수요자 특성에 따라 정격 전압이 다를 수 있음. 따라서 각각의 수요자들에게 전기를 보내기 전에 정격 전압으로 변환을 시키고 수요자들에게 공급하는 작업이 필요한데 이 작업이 이루어지는 곳이 변전소의 역할임

- (배전) △ 가나전력회사(Electricity Company Ghana, ECG)가 남부 6개주¹³⁾ 138만 가구에, △ 불타전력청의 산하기관인 북부배전회사(Northern Electricity Distribution Company, NEDCo)가 북부 4개주 32만 가구에 각각 배전을 담당.

□ (전력공급 단계) 발전(VRA 및 IPPs) - 송전 (GRIDCo) - 배전/분배 (ECG•NEDCo) 단계를 거쳐 최종소비자(가정)에게 공급¹⁴⁾.

다. 전력설비 현황

□ (설비용량) 2018년 기준 가나의 전체 전력 설비용량은 4,741MW이며 이 중 화력 57%, 수력 42%, 태양열 1% 순으로 차지함

□ (발전용량) 2018년 기준 최대 발전용량은 약 4,390MW 수준으로 발전 방식별 최대 용량은 아래와 같음

- (화력) 2,787.5MW: Takoradi(1) 330MW, Takoradi(2) 330MW, Tema(1) 110MW, Kpong Thermal 220MW 등

- (수력) 1,580MW: Akosombo댐 1,020MW, Kpong댐 160MW, Bui댐 400MW(22개의 소형 및 17개 중형 규모의 수력발전 가능 지역이 있으며, 각 발전용량은 15~100MW)

- (태양열) 22.5MW 불타전력청 태양열 2.5MW, BXC(중국계 민간발전사업자, IPP) 태양열 20MW

13) Greater Accra, Western, Ashanti, Central, Volta, Eastern regions

14) 주요 배전기업들이 불타전력청으로부터 34.5kV의 전력을 대량 구입하고 GRIDCo가 이를 11kV의 전압으로 변환하여 산업지대에 공급함(기타 상업 및 주거용 전력은 440/230v로 제공)

- (송전용량) 전체 송전량은 161kV, 송전망 길이는 5,216km에 이룸
 - 남부지역 161kV의 폐쇄형 루프 송전망 △ 북부지역 161kV의 Kumasi 방사형 송전망 △ Techima-Sawla에 이르는 161kV 북-서 송전망(북서주 (Upper West Region, 34.5kV)로 연장) △ 서부 Prestea-Abobo 225kV 길이 220km 단일 송전망 △ Akosombo-Lome(토고) 161kV 이중회선 송전망 등으로 구성
 - 기존 161kV 송전망을 대체하는 330kV 송전망 건설 사업을 추진 중에 있음.
- (전기 보급률) 가나의 전기 보급률은 2010년 67%, 2012년 72%, 2017년 83% 수준으로 사하라 사막 남부에 위치한 아프리카 국가 중 남아공에 이어 두 번째 수준임

라. 주요 문제점

- 가나는 △ 2010년부터 석유를 생산¹⁵⁾하여 산유국 대열에 합류하는 등 관련 인프라에 대한 지속적인 투자와 확장 사업이 진행되고 있고, △ 가스 공급량과 운송 인프라도 증가하는 추세이지만, △ 전력 부분에서는 지역 간 공급 격차가 크고 송배전설비의 노후화로 인한 다양한 문제가 존재하여 에너지 접근성을 비롯한 국가 경제의 균형 잡힌 발전을 위해 인프라와 운영개선이 시급한 상황임
- 가나의 전력문제는 국가 경제상황에도 영향을 미쳐서 세계은행(World Bank)에서는 전력 문제를 국가 경제 활동에 두 번째로 중요한 제약으로 보았으며 2007년 전력위기시 약 1.8% 가량의 손실을 미쳤다고 추정함 (Marthrani, et al., 2013)

15) 석유 매장량 아프리카 국가중 11위, 세계 43위 수준

- (지역 간 전력 공급 불균형) 가나 전체 전력 보급율은 83% 수준으로 타 아프리카 지역에 비해 높은 편이지만 가나 내 지역간 전력 공급의 불균형이 높음. 도심의 전력 보급률은 91%이지만 지방은 50% 수준이며 아직 전력을 공급받지 못하는 가구가 약 120만 가구에 이르는 것으로 집계됨. 주로 도심으로 구성되어있는 남부 지역의 경우 전기 보급률이 85% 이상인 반면 농촌인 북부 지역은 60%에 불과함 (USAID, 2018).

- (높은 배전 손실률) 가나 전력 부문의 고질적 문제 중 하나는 배전손실문제임. 아래 표10은 남부지역의 전력 배전을 담당하는 ECG와 중북부지역의 전력 배전을 담당하는 NEDCo의 2011년부터 2016년까지 전기 구입량 및 판매량 그리고 손실률에 대한 내용으로 평균 24.3%의 손실률을 보여 안정적 전력공급에 장애요인으로 작용하고 있음 (Energy Commission of Ghana, 2017).

[표 10] ECG와 NEDCo의 전력 구입량, 판매량, 손실량

(단위:GWh)

	구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ECG	구입량	7,259	7,944	8,479	8,370	7,544	9,316
	판매량	5,285	6,079	6,496	6,262	5,831	7,115
	손실량	1,974	1,865	1,983	2,108	1,731	2,201
	손실률(%)	27.2	23.5	23.4	25.2	22.7	23.6
NEDCo	구입량	719	822	937	998	1,013	1,140
	판매량	581	658	737	758	719	763
	손실량	138	164	200	240	294	377
	손실률(%)	19.2	20.1	21.3	24.0	29.0	33.1

출처: Energy Commission of Ghana, 2017

- (인프라 노후화) 전체 변전소의 약 40%가 1960년대에 설치되어 송배전 인프라가 노후화되어 있으며, 이에 따라 정전·도전(盜電) 빈도, 전력 손실률(25% 이상)과 발전 연료 도입 가격 등이 높음

- (수력 발전의 높은 비중¹⁶⁾) 2017년 기준 수력 발전량이 전체 발전량의 약 40%에 달함. NEDCo의 2018년 전기공급계획 보고서에서는 2018년 예상 발전량으로 수력발전 4956.32Gwh(30.4%), 화력발전 11301.65Gwh(69.3%), 신재생에너지 42.64Gwh(0.2%)로 수력 발전량의 비중이 줄어들 것으로 전망하였음. 하지만 여전히 그 비중이 30% 이상으로, 주변 물의 양에 따라 발전량이 결정되어 다른 발전 방식에 비해 발전량 변동이 큰 수력발전의 특성상 저수율이 하락하거나 가뭄이 발생하여 물의 양이 감소할 경우 발전량이 급감하는 위험이 있음. 발전량 감소가 심해지게 될 경우, 안정적인 전력 공급이 어려워지며, 정전 등의 전력 관련 문제가 많이 발생할 것으로 예측됨.
- (재정) 전기료 미징수가 잦아 배전 회사들이 열악한 재정 상태에 있는 경우가 많음

마. 에너지 분야 대응전략

- 가나는 UN(The United Nation)의 지속가능개발목표(Sustainable Development Goals; SDG)에서 최신 (modern) 에너지 서비스의 보편적 접근에 대해서도 2030년까지 달성하고자 함
- (발전) 가나 정부는 매년 증가하는 전력수요와 계통 부하 문제를 해결하기 위해 발전소를 증설·초고압 송전망을 확충하여 2026년까지 발전용량을 5,800MW까지 확대하고자함.
- (수출 확대) 여분 전력을 서부아프리카공동체(West African Power Pool, WAPP)의 주변국가인 부르키나파소, 베냉, 토고 등으로

¹⁶⁾ 2018년 기준 한국 수력발전 비중은 2% 미만

전력을 수출할 계획임

- (민간 참여 확대) 또한, 발전량을 확대하기 위해 사하라 이남 아프리카에서 처음으로 전력시장을 개방하고 독립발전사업자 (Independent Power Producer, IPP)를 통해 투자를 확대하는 등 민간부문의 참여를 장려해옴¹⁷⁾

□ (공급) 전통적으로 수력발전에 의존해 온 가나는 2006년 이후 가뭄으로 인한 전력 공급 감소와 증가하는 수요로 인해 2015년부터 심각한 전력난을 겪어왔으며, 2012년 전력 위기를 전담 관리할 수 있는 전력부 (Ministry of Power)를 신설하여 24시간 단전 후 12시간 공급하는 전력공급계획(Load Shedding Plan)을 도입해 실시해 옴

□ (에너지 믹스 개선) 가나 정부는 보다 안정적인 에너지 공급을 위해 △ 수력에 대한 의존을 줄이는 반면 민간 발전자와 협력하여 자체 생산 원유와 천연가스 등을 연료로 한 화력발전소 증설 및 신설을 추진하고, △ 에너지 안보와 기후변화에 대응하는 차원에서 2020년까지 전체 전력 생산에서 태양광 등 신재생에너지가 차지하는 비중을 10%로 확대할 계획임

□ (운영개선) 가나 정부는 전력효율을 높이기 위해 기존의 송변전·배전 인프라 개선과 현대화를 적극 추진 중¹⁸⁾에 있으며, 가정·산업용 부문 에너지 효율과 보존기술 사용을 장려하고 있음

□ (인력양성) 가나 정부는 전력사업 현대화에 주력하면서 전력계통의

17) 2014-2017년 가나 정부는 43개의 전력구입협정(Power Purchase Agreements, PPAs)을 체결 (약 10,800MW 규모)하였으나 이후 관세가 증가하고 경제성장이 주춤하면서 수요가 감소하여 상기 협정을 토대로 한 사업이 모두 완료될 경우 상당한 여분 전력이 발생할 것으로 예상됨.(국가 발전 목표치는 5,800MW). 2017년 1월 출범한 現 정부는 이를 인근 국가에 저가로 수출하고 향후 전력구입협정은 신재생에너지 발전에만 허용할 것이라고 발표함

18) 한국의 경우 EDCF가 2012-2017년 Prestea와 Kumasi 구간 송변전망 구축사업(6,700만불 규모, 2016년 2월 공사 개시)을 진행함.

안정적인 운영 및 유지보수를 위해 인력을 양성하고 신(新)설비 도입을 위한 전문기술이론 습득 등 체계적인 인력 역량 강화를 추진하고 있음¹⁹⁾

3. 종합분석 및 소결

- 현재 가나는 석유 매장 확인 이후 안정된 경제, 정치적 환경으로 외국인 투자가 증가하고 있으며, 2017년 부임한 대통령의 경제 부흥을 목적으로 한 경제 성장 진화 정책으로 급격하게 산업이 발달하고 있음.
- 하지만 가나는 가파른 산업의 성장으로 발생한 재정 불균형 등의 경제 문제를 해결하기 위해 외부로부터 지원을 받아 현재 많은 부채를 지고 있으며 산업 발달에 반드시 뒷받침 되어야 할 에너지 공급량, 배전 시스템, 인적 자원 등이 그 수준에 따라가지 못하고 있음.
- 가나는 2020년까지 중진국 경제 수준에 진입하기 위한 발전정책에 맞추어 자체 생산 전통 에너지 자원을 자국 수요를 충당하는데 활용하는 한편, 에너지 접근성을 확대하고 지역 간 격차를 줄이기 위해 전력부문 개선이 필요함을 강조함.
- 이러한 국가적 차원의 전력 인프라에 대한 니즈는 가나의 발전과 빈곤감소 및 한국과의 교류협력 증진을 목적으로 하는 우리나라와의 제1차 국가협력전략의 중점협력분야 선정을 통해서도 드러나고 있음. 즉, 전력 인프라 확충(에너지)는 보건위생 및 의료환경 개선과 기초교육 환경개선과 함께 중점협력분야로 선정되었으며, 우리나라 국제개발 지원액의 최소 70% 이상이 지원되기로 함.

19) 한국의 경우 2015-2017년 KOICA가 ‘가나 송변전 HRD 인프라 구축사업’ (260만불)을 진행함

- 그러나 전력 인프라 확충을 비롯한 에너지 분야는 우리나라 총 국제개발을 위한 지원금 중 약 2.43%만이 지원되어 지원금 수준 기준으로 가장 하위 분야로 보고되고 있음.

- 본 사업은 한국과 가나 간 제1차 국가협력전략을 통해 중점협력분야로 선정되었음에도 불구하고 그 동안 가장 지원이 저조했던 에너지 분야를 주목하였음. 중남부 지방에 비해 상대적으로 전기 관련 인프라가 부족한 북부 지방의 송변전 및 배전 효율 증진과 안정적인 전력공급 기반 조성을 위한 에너지 분야 지원은 남북의 지역 불균형을 해소하는데 기여할 뿐만 아니라 가나의 가계와 산업 전반에 대한 안정적인 전력공급에 기여함으로써 GSGDA II 7대 중점 개발 과제들에 해당하는 거시 경제적 안정성 확보, 민간 부문 경쟁력 향상, 인프라 및 주거 개발, 인간개발 및 고용 창출 등에 직접적으로 공헌할 수 있음. 이를 통해, 궁극적으로는 CPSESDP 제 5차 국가개발전략이 목표로 하는 모든 국민에게 공정한 기회를 제공하는 안정적이고, 통합되고, 포용적이고, 번영하는 국가를 건설하는데 이바지하며 양국 간의 우호와 교류협력 증진에도 긍정적으로 기여할 수 있을 것이라 예상됨.

- 한편 전력부문의 가장 심각한 문제는 △ 전력 보급률에 대한 지역 간 불균형(남부 도심지역 85% 이상, 북부 농촌 지역 60%)과 △ 인프라의 노후화로 인한 높은 전력 손실률(25%) 등으로 가나 정부는 관련 운영방안을 개선하고 인프라를 향상하는데 주력하고 있음.

- 가나 정부는 에너지 분야 대응전략으로 △ 2026년까지 발전용량을 두 배 이상으로 확대·관련 인프라를 증대하고 △ 2020년까지 신재생에너지의 비중을 10%까지 확대하며 △ 전력 인프라 개선 관련 인력을 양성할 계획임.

II 사업 대상지 및 실시 기관

1. 사업 대상지 현황

가. 대상지역 개요

- 본 성과관리 대상 사업의 사업 수행 지역은 3개 주 내 총 6개 지역을 대상으로 하고 있으며 세부 지역명은 다음 [표 11]와 같음.

[표 11] 배전효율화사업 대상지역

No	지역	사업대상도시	예정 사업
1	Brong Ahafo 주	Techiman시	배전손실률 감소 사업을 위한 배전 변전소 및 콘덴서뱅크 ²⁰⁾ 설치
2		Sunyani시	
4	Upper West 주	Wa시	
5		Tumu시	배전 안정성 제고를 위한 개폐소 ²¹⁾ , DNMS 시스템 ²²⁾ 등 설치
6	Northern 주	Tamale시	
7		Bimbilla시	

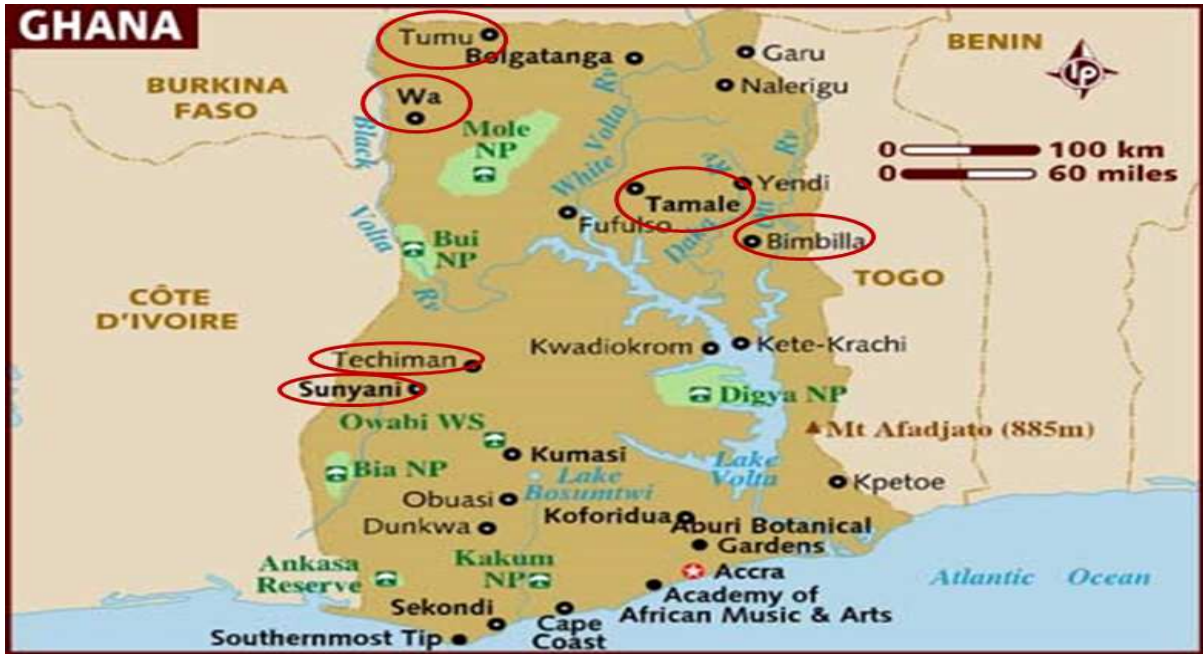
- 본 배전효율화 사업의 사업 대상 지역은 가나 내 중북부 내 다음 [그림 8]과 같이 위치하고 있음.

20) 콘덴서 뱅크(Condenser bank): 전기에너지를 축적하기 위한 대용량 콘덴서 시스템으로 에너지 저장소를 의미함

21) 개폐소(Switching station): 송전선로 도중이나 송전선의 분기점에서 송전선을 개폐하기 위해 설치한 시설을 의미함. 만약 송전선로에 이상이 생기면 그 부분을 점검하기 위해 개폐소에서 고장 구간만 자동적으로 전기를 차단시키고 작업이 진행이 됨. 즉, 정전이 많이 일어나는 곳에서는 필수적인 시설임.

22) 원방감시 제어시스템 (Distribution Network Management System, DNMS system): 복잡하고 거대한 송 변전 시스템에서 여러 곳에 설치된 기기들의 정보를 모니터링 및 집중 제어하는 시스템임. 분산제어시스템에 비해 사고가 났을 때 효율적으로 처리할 수 있다는 장점이 있음

[그림 8] 사업대상지의 위치



출처: Lonely Planet 가나 지도를 바탕으로 저자 표기

- 6개 지역 모두 가나 내 주요 도시로서 상대적으로 낙후된 가나의 중북부 지역에 위치하고 있음. 앞서 가나 국가 현황을 통해 나타났듯 중북부 지역은 남부지역에 비해 상대적으로 발전 수준이 낮으며 특히 전력 등 각종 인프라 부족으로 산업 발전 및 교육, 보건 분야와 같은 사회 공공 분야 발전에 장애가 되고 있음.
- 사업대상지역 내 전기 접근율을 타 지역과 비교해보면 다음 표 12와 같음. 타 지역에 비해 사업대상지역인 Brong Ahafo주, Northern 주, Upper West주의 전기 접근율이 저조한 것으로 나타남.

[표 12] Brong Ahafo주, Northern주, Upper West주의 전기 접근율

지역	인구수	전기접근율	가구 수	전기가 보급된가구 수	전기 접근 인구 수
Western	2,376,021	68%	553,635	376,472	1,615,694
Central	2,201,863	81%	526,764	426,679	1,783,509
Greater Accra	4,010,054	97%	1,036,426	1,005,333	3,889,752
Volta	2,118,252	65%	495,603	322,142	1,376,863
Eastern	2,633,154	70%	632,048	442,434	1,843,207
Ashanti	4,780,380	82%	1,126,216	923,497	3,919,911
Brong Ahafo	2,310,983	67%	490,519	328,648	1,548,358
Northern	2,479,461	50%	318,119	159,060	1,239,730
Upper West	702,110	40%	110,175	44,070	280,844
Upper East	1,046,545	44%	177,631	78,158	460,479

출처: UNEP DTU (2010)

- 또한 사업대상지역이 Brong Ahafo주, Northern 주, Upper West주를 중심으로 배전손실률에 영향을 미칠수 있는 급전선(Feeder)과부하가 주요 전력 문제 중 하나로 나타남. 다음 표 13은 NEDCo가 관할하고 있는 지역의 급전선 과부하율을 지역별 평균으로 나타내었음. 사업대상 주 내에서도 세부 사업지역을 중심으로 급전선 부하율이 높게 나타난 것을 알 수 있음.

[표 13] 가나 주요 지역 feeder 부하율

지역	Feeder 부하율
Sunyani	99.2%
Techiman	56.3%
Tamale	43.1%
Bolga	22.4%
Wa	48.8%
Zebilla	4.9%
Saela	14.4%
Yendi	19.6%
Buipe	6.36%

출처: NEDCo(2017), Annual Report

나. 지역별 세부 정보

1) Brong Ahafo 주 내 Techiman 시와 Sunyani 시

- **(지역 개요)** Techiman 시와 Sunyani시는 가나 중남부 지역의 주요 상업 지역이며 Brong Ahafo 주 내 2개 주요 거점 도시로 주요 특징은 다음과 같음.

[표 14] Techiman, Sunyani 시의 주요 특징

Techiman 시	Sunyani 시
<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 104,212명 (2013년) • (주요 특징) Brong Ahafo 주 내 Sunyani에 이어 두 번째 거점 도시. 1970년대 이후부터 급격한 인구 유입으로 대형 상업지구 기능 • Techiman BSP²³⁾에서의 최대 수요량(Maximum Demand): 35.8 MW (2017년) 	<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 248,500명 (2012년) • (주요 특징) 가나 내 주요도시인 Kumasi와 연결되어 주요 각종 생필품 자원이 유통되는 Brong Ahafo 주 내에 상업지구 역할 • 주요 관광 도시 중 하나 • Sunyani BSP에서의 최대 수요량 : 43.6 MW (2017년)

출처: NEDCo, (2017)a, NEDCo. (2017)b, Ghana Statistical Service, (2014)

- **(지역 내 주요 산업/공공 기관 현황)** Techiman 시와 Sunyani시 모두 지역 내 거점도시로 교육, 의료, 금융기관 등이 밀집되어 있음. 특히 Sunyani 지역에는 Sunyani Polytechnic, UENR(University of Energy and natural Resources), 가나 가톨릭 대학 등 나라에서 수준이 높은 교육 기관이 위치해 있음. Techiman 지역에는 2개의 종합 병원이 위치 함.

23) Bulk Supply Point (≡ Substaion) : 송전 시스템(transmission system)에서 배전 시스템(distribution system), 고객과 연결되어 있는 전기 grid 등으로 전달하는 전기를 공급하는 지점

- 2017년 NEDCO에서 발행한 연간보고서(p.35)에 따르면 Sunyani 지역의 6개 Feeder들의 평균 Feeder 부하량²⁴⁾은 약 87%이지만 각각의 Feeder에 걸리는 부하량은 최소 32.6%부터 최대 175.7%까지 나타나는 등 편차가 심하며 특히 2~3개의 Feeder에 부하가 집중되어 있음. 이와 같은 높은 부하율²⁵⁾은 전기제품의 고장발생, 정전, 안전사고 등의 문제를 유발할 수 있음.
- Sunyani시와 Techiman시 거점도시로 인구가 많으며 주요 교육기관과 의료기관이 밀집되어 전력부문의 수요가 높을 수밖에 없음. 실제 현지조사를 통해 이에 대한 구체적인 요구를 다음과 같이 조사함.
- 현지 조사는 교육기관 1곳과 의료기관 1곳을 대표로 방문하여 인터뷰를 실시하였으며 이를 통해 전력 불안정과 관련한 직접적 불편함 및 기관 운영의 장애를 확인할 수 있었음.

[표 15] 인터뷰 대상 수혜 기관

분류	교육기관	의료기관
기관명	University of Energy and Natural Resources	Seventh Day Adventist (SDA) Hospital
기관개요	<ul style="list-style-type: none"> • 본 배전효율화사업에 학교 내 변전소 부지를 제공하는 직접 이해관계자이자 수혜자 • Sunyani 지역 내 공과계열 대학기관 	<ul style="list-style-type: none"> • Sunyani West 지역의 유일한 병원으로 Sunyani Municipal과 Sunyani West 지역의 경계지역에 인접하여 내원 환자가 많으며 해마다 내원환자 수가 증가 추세임

24) 평균 Feeder 부하량(% Loading of Feeder) : 각 Feeder에서 필요로 하는 최대 수요량 (Max Demand)를 케이블에 걸릴 수 있는 최대 용량(Max. Rating of Take-Off Cable)으로 나누어 준 값

25) 부하율: 산정기간 중 최대 전력에 대한 평균 전력의 비율 (평균 전력/최대전력)

□ 수혜기관 중 교육기관인 University of Energy and Natural Resources의 인터뷰 결과를 요약하면 다음과 같음.

[표 16] 수혜 기관(University of Energy and Natural Resources) 인터뷰 요약 I

방문기관	University of Energy and Natural Resources
인터뷰 대상자	총 3명 Prof. Emmanuel Opuni-frampong, Vice Chancellor Lydia, Oteng, Quality Assurance Paul, Deputy Director of Finance
주요내용	<p>✓ 주요 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> • (교내 시설 문제) 대학교 내 시설(에어컨, 냉장고 등)의 기능이 떨어질 정도로 전기 문제가 심함. • (교육 서비스 문제) Civil Engineering, Electronic Engineering 등의 공과대학 전공이 주를 이루고 있어 각 실험실마다 전기 공급을 통해 작동하는 장비가 있는 만큼 해당 장비들이 향후 원활히 작동되길 바람. 또한, 대규모 인원 강의를 수행하는 경우 컴퓨터, 마이크 등의 작동 또한 전력 문제로 인하여 원활한 강의 진행이 어려움 • (학생 불만) 학생 수가 점차 많아짐에 따라 전력 문제로 인한 교내 시설 및 교육 서비스에 대한 학생들의 불만이 높아지고 있음 • (재정 측면) 잦은 정전으로 인하여 전기 시설의 잦은 재작동으로 인하여 비용 소모가 상당함 <p>✓ 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 이번 프로젝트에 학교 내 변전소 부지 제공에 기여하는 만큼 Dedicated Line을 받아 향후 본 대학교의 전력문제가 해결되었으면 함. • 교육 서비스의 질 향상 • 불필요한 비용 지출 감소 • 학생 불만 해소

□ 수혜기관 중 의료기관인 Seventh Day Adventist Hospital의 인터뷰 결과를 요약하면 다음과 같음.

[표 17] 수혜기관 (Seventh Day Adventist Hospital) 인터뷰요약 II

방문기관	Seventh Day Adventist (SDA) Hospital
인터뷰 대상자	<p>총 3명</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dr. philip Karikari 2. Emmanuel Owusu Owiafe, Pharmacist 3. Gladys oduro
주요내용	<p>✓ 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> • (의료 서비스) Sunyani West 지역의 유일한 병원으로 Sunyani Municipal과 Sunyani West 지역의 경계지역과 인접하기에 두 지역의 환자들이 방문하고, 해마다 방문 환자 수가 늘어나는데 일반 진료, 입원, 수술 및 출산 등의 의료 서비스에서 불안정한 전력 공급으로 전반적인 진단, 처치, 치료, 케어를 포함하는 높은 질의 의료서비스 제공에 문제를 겪고 있음 • (의약품) 저장소의 에어컨 미가동 문제로 온도에 민감한 의약품 및 고가의 백신 손실이 많음 • (의료 장비) 긴 시간 작동되어야 의료 장비의 전원이 잦은 정전으로 전원 유지가 어려움 • (환자의 불만) 잦은 정전으로 인하여 환자의 대기 시간이 약 3시간 소요 • (경제적 측면) 정전 시 병원 내 디젤로 운영하는 발전기를 작동하지만 충분하지 않고, 불안정한 전력 공급으로 인한 추가 경제적인 부담이 큼 <p>✓ 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 헬스케어의 질 향상 • 환자 대기 시간 감소 • 24시간 응급실 운영 용이 • 잦은 정전으로 인한 추가적인 비용 발생 감소

2) Upper West 주 내 Wa 시와 Tumu 시

[표 18] 지역별 세부 정보 (Wa시 및 Tumu시)

Wa 시	Tumu 시
<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 102,446명 (2012년) • (주요 특징) 도시임에도 대부분의 인구가 소규모 농장으로 생계를 유지하는 농경 사회로 주요 농작물은 옥수수, 수수, 참마, 오크라, 땅콩, 망고 등이 있음 • Wa BSP에서의 최대 수요량 : 15.3 MW (2017년) 	<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 11,086명 (2010년) • (주요 특징) 가나의 북서쪽, 가나와 부르키나파소의 국경선 바로 아래 위치한 작은 도시로 Navrongo 도시와 길로 연결되어 있음 • Tumu BSP에서의 최대 수요량 : 3.6 MW (2017년)

출처: Ghana Statistical Service, (2010)b, NEDCo, (2017)a

- **(주요 기관)** Wa 지역엔 UDS (University of Development Studies)가 있으며, Tumu 지역은 투무 교육 대학, 2개의 고등학교, 기술 고등학교와 의료기관으로는 Tumu District Hospital, Virtue Medical Centre 단 두 개의 병원이 위치하고 있음.
- 대학교와 같은 교육 기관은 학생의 입학과 졸업, 연구 등으로 인한 교육활동이, 병원과 같은 의료기관은 환자의 방문과 입원, 응급 치료 등 의료 활동이 지속적으로 이루어지는 곳으로 해당 활동을 이어나가기 위한 전기 사용 또한 지속적으로 요구되는 곳임. 따라서 교육 기관과 의료 기관이 위치한 지역의 경우에는 지속적인 전기 사용이 요구되고, 학생 수와 환자 수가 증가하는 경우에 따라 부하 증가를 예측하고 있음.
- Tumu시의 경우, GRIDCo가 Tumu에 161kV의 변전소가 최근 건설된 것으로 확인됨. 이로 인한 향상된 성과는 현재 시점에서 정확히 측정되기 어려움. 그러나 여전히 현재 feeder 용량은 제한적이고 해당 지역 내 NEDCo의 고객인 SONABEL²⁶⁾의 전력 수요를 충족하지

못하고 있을 가능성을 고려하여 Tumu 지역에 새로운 34.5kV의 개폐소 설치를 통해 Tumu 지역민에게 전력 공급을 향상하고자 함 (NEDCo, no updated).

3) Northern 주 내 Tamale 시와 Bimbilla 시

[표 19] 지역별 세부 정보 (Tamale시 및 Bimbilla시)

Tamale 시	Bimbilla 시
<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 550,000 (2018년) • (주요 특징) 가나 북부 지역의 수도 도시로, 가나에서 네 번째로 큰 도시이며 서 아프리카에서 가장 빠르게 성장중임. NEDCo의 본사가 위치해 있음 • Tamale BSP에서의 최대 수요량 : 55.7 MW (2017년) 	<ul style="list-style-type: none"> • (인구수) 31,400 (2010년) • (주요 특징) 가나의 북동부 지역에 위치한 작은 마을 • Yendi BSP에서 Bimbilla로의 최대 수요량 : 43.6 MW (2017년)

출처: Ghana Statistical Service, (2010)a

□ (주요 산업 및 주요 기관) Tamale 시는 북부 가나의 주요 교육 센터로, 742개의 학교가 있음. Africa World Airline, Starbow Airline, Antrak Air 등의 상업 항공기들이 주로 이용하는 공항이 위치해 있으며, 10개의 병원이 있어 교육, 교통 및 의료 시설이 상당수 위치한 도시임. Bimbilla 시는 비교적 작은 시로 교육 대학과 하나의 중학교, 하나의 직업 훈련 학교가 있음. 이 외 의료시설로는 Bimbilla 병원, Alaafie 의료 센터가 있으며, Bimbilla New market, Old Market이 위치함.

□ Tamale 시에는 중요한 역할을 하는 34/11kV의 변전소(공항, Dalun Water Works 변전소)가 있음. 공항과 연결된 선을 제외하고 11kV 선은 BSP(Bulk Supply Point)에서 직접 공급되며 시작되는데,

26) Brukina Faso의 국영 전기 회사

Tamale가 점점 커짐에 따라 그 부하가 심화된 상태로 다음 표는 2007년부터 2012년까지 Tamale의 전기 수요 및 2019년부터 2022년까지의 수요 예상량을 나타냄.

[표 20] 2007년부터 2012년까지의 Tamale의 전기 수요량과 구입량

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
수요(MW)	22.9	22.3	23.9	25.4	27.2	32.53
수요 증가율(%)		-2.62	7.17	6.28	7.09	19.60
구입(GWh)	78.39	106.9	134.8	152.1	169.1	185.5
구입 증가율(%)	7.77	36.38	26.11	12.83	11.17	9.72

출처: NEDCo, 2017b

[표 21] 2019년부터 2022년까지의 Tamale의 수요 예상량과 구입 예상량

	2019	2020	2021	2022
수요 예상(MW)	66.71	73.87	81.55	89.75
수요 예상 증가율(%)	11.07	10.73	10.40	10.06
구입 예상 (GWW)	331.8	352.0	372.3	392.5
구입 예상 증가율(%)	6.50	6.10	5.75	5.44

출처: NEDCo, 2017b

□ NEDCo는 Yendi에서 Ketekrachi까지 34.5kV선로를 운영하고 있는데 Bimbilla는 이로부터 약 300km 거리에 위치해 있음. 이러한 배선 feeder는 가나 정부의 Self Help Electrification Programme (SHEP)²⁷⁾의 활동에 의해 재연장 되었으나, 해당 설계상의 한계로 인하

27) Self Help Electrification Programme (SHEP) : 국가 전기화 계획인 NES(National

여 전력 질의 저하, 높은 손실 및 부하 수요에 부응하지 못하는 용량을 나타냄. 따라서 Bimbilla 지역의 부하 수요에 충족하는 적정량의 전력량과 전력 공급의 질을 높이고 손실을 줄이고자 개폐소의 설치와 전압 승강기 설치가 필요함 (NEDCo, No updated).

- Feeder 35F5Y는 Yendi BSP에서 Bimbilla로 34kV로 공급되고 있으며, 수용이 어려운 저전압으로 공급될 것으로 예상하는 바 feeder 용량의 초과로 잦은 정전이 일어나고 있을 것으로 봄. 해당 feeder는 2013년 6.01MW로 측정된 수요가 2022년에는 22.7MW로 상당한 증가가 예상되고 있으며 한 개의 전압 조절기로는 feeder 35F5Y에 요구되는 전압 수준을 유지하기 어려워 추가적인 전압 승강기를 설치하고자 함 (NEDCo, 2017b).

[표 22] Feeder 35F5Y의 수요 및 수요 예상량

Feeder /year	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
35F5Y (MW)	6.01	7.11	8.41	9.89	11.6	13.4	15.5	17.7	20.1	22.7

출처: NEDCo, 2017b

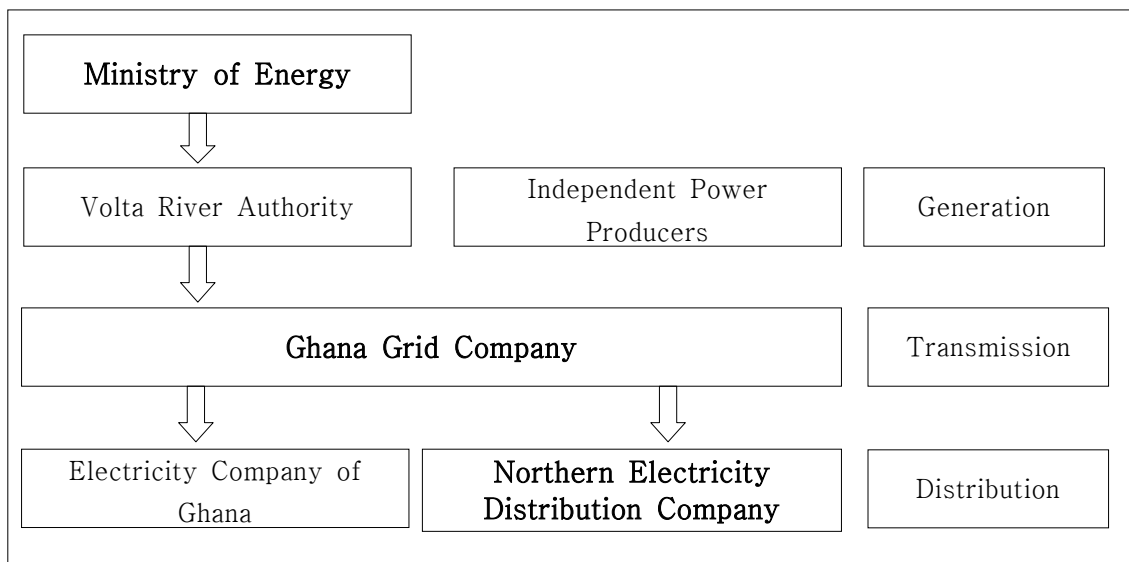
Electrification Scheme)를 지원하기 위해 설립된 보충 전기 프로그램으로 정부가 국가 전력망과 지역 사회의 연결을 가속화시키고 지역 사회의 자가 발달 계획(self-help development)을 장려하기 위해 도입됨

2. 사업 실시기관 현황 및 사업 수행체계

가. 사업 추진체계

- 본 성과관리 대상사업의 사업 추진은 가나 정부기관 중 에너지부 (Ministry of Energy)를 중심으로 이루어지며 실제 사업 실행은 NEDCo(Northern Electricity Distribution Company)가 담당하고 있음.
- 가나 에너지부는 국가 에너지 자원 개발 및 활용을 총괄하는 정부 부처로 국가단위 에너지 정책 개발, 이행, 감독 및 관련 전략을 실행 하고 있음. 또한 가나 내 국영 전력기관의 관리 및 감독을 담당 하고 있으며 본 사업의 실행기관인 NEDCo 또한 이에 포함되어 있음.
- 전력 분야를 중심으로 살펴보았을 때 가나 정부 기관인 에너지부와 사업 실행기관인 NEDCo간의 역할 및 구조는 다음 그림과 같음.

[그림 9] 가나 전력분야 관련 기관 운영 구조



- 본 성과관리 대상사업은 가나 중북부 지역을 대상으로 하고 있기 때문에 이 지역들의 배전을 담당하고 있는 전력회사인 NEDCo가 본 사업 실행의 주요기관임. NEDCo는 본 배전효율화사업에 대해 가나 에너지부 및 산업경제부에서의 검토와 채택을 받아 착수하게 되었으며, 본 사업의 담당자는 사업수행 전반에 대하여 NEDCo 임원, 가나 에너지부 및 산업경제부, 파트너사 등에 보고할 의무를 가지고 있음 (NEDCo, 2017).

나. 사업 실시기관 현황

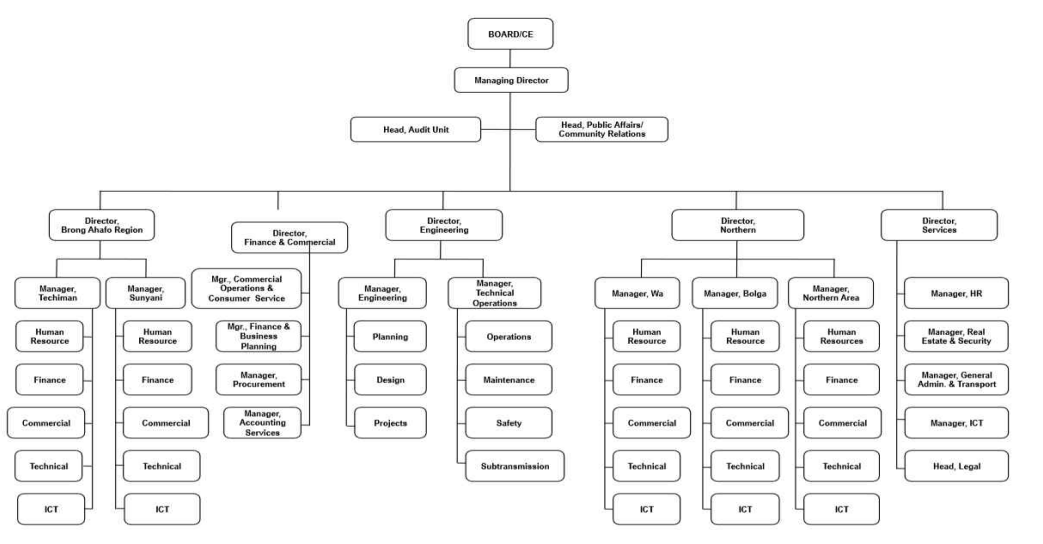
- (기관 설립 배경) 배전효율화사업의 실 수행기관인 The Northern Electricity Distribution Company(NEDCo)는 Volta River Authority(VRA)의 자회사였음. 1980년대 가나의 전력 부문의 구조 개편(Power Sector Reform) 착수 이전 Electricity Corporation of Ghana (ECG)가 가나 전체의 전기 배전을 맡았었음. 1994년 6월 Government of Ghana(GoG)는 Power Sector Reform Programme (PSR)을 시행하면서 전 고객에게의 서비스 향상을 목표로 하였고, PSR의 하나로 VRA management가 NEDCo 운영을 맡게 됨 (NEDCo, 2017c).
- (NEDCo 관할 지역) NEDCo는 가나 지역의 64%에 해당하는 지역의 전기 송배전을 담당하고 있으며 관할지역으로는 Brong Ahafo, Northern, Upper East 및 Upper West 지역 등이 있다. 뿐만 아니라 가나의 Volta, Ashanti, Western 지역의 일부를 포함하며 부르키나 파소, 토고 및 코트디부아르의 일부 국경지역 또한 NEDCo에 의해 전력이 공급됨. 지역 간 거리는 국제 기준에 비하여 멀지 않지만 담당 지역 내 도로의 사정이 매우 열악하고 이동에 다소 어려운 특징이 있음. 이에 따라 NEDCo의 업무 수행에 지역 간 열악한 도로 연결 상태에 다소 영향을 받고 있음 (NEDCo, 2017b).
- (전기 서비스) 가나 전체의 전기보급률(Access to electricity)²⁸⁾ 평균

이 약 80~83%인 것에 반해, NEDCo 담당지역의 전기보급률은 약 65~68% 수준인 것으로 보고되고 있음(NEDCo, 2018). 전기 배전 네트워크는 해마다 확대되고, 이와 관련한 수요도 계속적으로 증가하고 있음. 국경 지역을 제외한 NEDCo의 에너지 수요는 2017년 기준 1,234.05GWh였으며 2018년 말까지 1,328.97GWh로 약 7.7% 증가할 것으로 예상하고 있음. 에너지 수요가 높아지고는 있지만 전기 보급율의 경우 전기가 요구하는 모든 개발 활동에 상응하는 접근 수준에는 부정적으로 나타나고 있음 (NEDCo, 2017c).

- (조직 구성) NEDCo는 2012년에 설립되었으며, 인력의 80%는 NEDCo 의 사업 분야와 유관한 충분한 경력과 경험이 없어 인력 개발이 필요한 상태임. 주요 조직은 Commercial Department, Network Operation Department, Engineering Service Department, Services Department, Finance Department이다. Commercial Department는 요금 책정과 수익 창출과 손실에 대한 전략을 세우며, 또한 IT 서포트 서비스, 기존 고객과 잠재 고객의 고객 케어 서비스를 담당함. Network Operation Department는 송배전 연결 운영 및 유지 보수 등을 담당함. Engineering Service Department는 공학 설계 디자인, 프로젝트 관리 및 공학 기술 서포트를 담당함 (NEDCo, 2017a).

28) NEDCo 담당 지역 내 전체 인구 대비 전기 보급 인구의 비율

[그림 10] NEDCo 조직도



출처: NEDCo 홈페이지

다. 사업실시기관의 전력공급 문제 및 개선 계획

□ NEDCo는 전력 공급의 주요한 장애요인으로 1) 전압 (Voltage Constraints), 2) 용량 (Capacity Constraints), 3) 신뢰도 문제 (Reliability Constraints)로 3가지에 주목하고 있음 (Energy Commission of Ghana, 2018).

- (전압 문제) 부하율이 높고 길이가 긴 배전망에서 심각한 전압 강하가 나타나고 있으며 특히 전기 수요가 높은 시간대에는 국가 그리드(Grid)를 사용하는데 제한이 있어 발전기와 같은 대체공급원은 사용함.
- (용량 문제) 초기 배전선로 연결 시 대상지역의 인구 밀집도가 낮았으나 현재 인구 수 증가 및 인구 밀집도 증가로 인하여 상당수의 케이블 및 도체가 공급되는 용량의 한계에 이르러 높은 부하율의 원인이 됨.

- (신뢰도 문제) 현재 노후화되고 과거 긴 방사형 형태로 설치된 배전선로가 전력 신뢰도에 영향을 미치고 있음.

- (하위 전송선로 및 배전선로 문제) 현재 하위 전송선로와 배전선로는 긴 방사형 형태로 설치되어 있으며 기술적으로 허용되는 한계치를 초과하여 연결되어 있음. 특히 Techman, Tamale, Yendi 지역에서 이와 같은 문제가 뚜렷하게 나타남 (Energy Commission of Ghana, 2018).
- (개선계획) 현재 GRIDCo에서는 Berekum에서 주변지역의 공급 품질을 개선하기 위해 161/35.4kV BSP를 건설중에 있으며 2018년 완료될 것으로 예상하고 있음. 또한 NEDCo는 Yaji-kwame Danso와 같이 200km 떨어진 Techiman BSP에서 전력을 공급받아 문제가 발생하는 사항을 개선하기 위해 Techiman 내 Atebubu에 새로운 BSP 건설을 계획하고 있음. 또한 현재 NEDCo에서 보유하고 있는 5,800개의 배전용 변압기 중 2018년, 373개의 배전용 변압기를 업그레이드하고 일부 추가 설치하여 전력 품질 개선 및 전기 보급률을 높이고자 함 (Energy Commission of Ghana, 2018).
- (변전소 문제) 현재 NEDCo는 15개의 1차 변전소를 보유하고 있으며 모두 신뢰성 문제를 가지고 있는 단일 변전소임. Tamale, Techiman, Sunyani, Wa 등과 같이 NEDCo 관할 지역 내 주요 도시는 이미 기술적 한계를 넘어서 운영되고 있음 (Energy Commission of Ghana, 2018).
- (개선계획) 이에 NEDCo에서는 인프라를 개선하기 위한 구체적 계획을 수립하였으나 자금 조달 문제로 인해 개선계획 진척에 어려움을 겪고 있음. 특히 Tamele 지역에 3개, Sunyani 지역에 3개 총 6개 변전소를 건설하기 위해 자금확보 과정에 있음 (Energy Commission of Ghana, 2018).

3. 타 공여국 활동 현황

□ (원조 현황) 2010-2014년 對가나 총 원조 수원액은 총 지출기준²⁹⁾ 약 82억 9,718만불(무상 50억 8,979만불, 유상 32억 739만불)임. 그러나 2011-2012년 이후 유·무상 원조는 감소하는 반면 외국인 직접 투자(Foreign Direct Investment, FDI)가 증가하는 추세임.

□ (주요 공여국 및 기관) 2010-2014년 對가나 공여국 및 기관은 세계은행(20%), 아프리카 개발은행(13%), 미국(11%), 영국(8%), IMF(6%) 순이며, 우리나라의 유·무상 지원규모는 19위(6,412만불)임. 각 공여국·기관별 최근 주요 활동 내용은 아래와 같음:

- 세계은행(Country Partnership Strategy 2013-2017): 경제제도를 개선하고 일자리 창출 및 경쟁력 향상, 빈곤감소 및 취약계층 지원함
- 아프리카개발은행(Country Strategy Paper 2012-2016): 중소농업기업을 포함한 가나 기업의 생산성 증대, 기업환경 개선을 위한 경제구조 개혁을 지원함
- 미국(Country Development Cooperation Strategy 2013-2017): 민주주의 및 거버넌스, 지속가능한 경제성장, 의료서비스 증진, 초등학교 문해율을 향상하기 위해 추진됨
- 영국(Operational Plan 2011-2015): 경제적 재화 창출, 거버넌스 개선, 인적자원 개발을 증진

29) 유상원조 차관상환액을 공제하지 않은 금액 기준

□ (전력부문 원조 현황)

- (세계은행) 세계은행은 2018년 7월 가나가 에너지 부문을 개혁하고 발전계획을 수립하는데 필요한 역량을 강화하기 위해 2022년까지 2,000만불 규모의 ‘가나 에너지 부문 변화 이니셔티브 사업’ (Ghana Energy Sector Transformation Initiative Project)을 승인하였으며, 동 사업은 에너지 부문의 △ 재정 공급 △ 계획과 조직 △ 접근성 △ 사업관리(Project management) 개선과 △ 천연가스 등 5가지 내용으로 구성됨.
- (미국) 미국은 가나 전력부문 최대 공여국으로 가나 정부는 민간 자본 유치를 통한 전력분야 인프라 개선과 서비스 제공 효율화를 위해 2016년 9월 미국 MiDA³⁰⁾와 5년간 6,570만불 규모의 협약을 체결하였으며, 동 협약은 △ ECG 재정 및 운영관리 △ NEDCo 재정 및 운영관리 △ 규제강화 및 역량강화 △ 전기보급률 향상 △ 발전분야 개선 △ 에너지 효율 및 수요관리 등 6개 프로젝트로 구성됨.
- (일본) 일본 정부는 2012년 가나에 대한 “국가지원정책” (Country Assistance Policy)을 수립하여 가나가 독립적으로 경제발전 계획을 수립하고 관리 능력을 배양할 수 있도록 △ 농업(쌀 재배) △ 인프라 (전력·교통) △ 의료과학·계량 교육 △ 행정·재무 관련 역량개발에 주력해 옴. 전력부문 사업 사례로는 △ 2013년 9월부터 2015년 8월까지 Tamale와 Sunyani 구간 2개 변전소(개폐소(34.5/11.5kV)·하위 송전선(34.5kV)과 배분선(11.5kV) 건설을 위한 “배전 시스템 개선 사업” (Project for Improvement of Power Distribution System)

30) 전체 영문명 Millennium Development Authority로 미국 정부가 가나 전력분야 민영화 및 민간자본 유치를 지원하는 Millennium Challenge Corporation(이하 MCC)의 이행기관으로 설립. 동 사업은 ECG 민영화 작업과 NEDCo 운영개선을 도와 장기적으로 약 140-220만 가나인들에게 혜택을 줄 것으로 전망됨

과 △ 2012년 6월부터 2014년 8월까지 가나대학(University of Ghana) 노구치 의료 연구소(NMIMR)에 태양광 전력설비(315kW, 405kW) 설치를 위한 “태양열 청정에너지 발전 사업” (Project for the Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System)* 등이 있었음.

(참조: <https://www.jica.go.jp/ghana/english/activities/activity09.html>)

참고: JICA 배전 시스템 강화사업

JICA에서는 가나 정부의 요청을 바탕으로 총 2.5개월에 걸친 3차례의 현장조사를 바탕으로 배전시스템 강화사업(Project for Improvement of Power Distribution System) 실시를 가나 에너지부 및 Volta River Authority와 협의함

- 사업기간: 총 16개월
- 사업대상지역: 총 2개 지역 (북부 Tamale 지역, Brong Ahafo 주의 Sunyani 지역)
- 주요 사업 내용:

대상지역	장비 구입 및 설치계획
Tamale	1. UDS Primary Substation 건설 1) Transformer (34.5/11.5kV, 7.5 MVA): 1 set 2) 34.5kV Switchgear Cubicle: 2 sets 3) 11.5kV Switchgear Cubicle: 5 sets 4) Station transformer (11.5/0.43 kV, 100 kVA): 1 set 5) Substation building (단층, 면적: 약 260m ²) 2. 34.5kV Sub-transmission line (Tamale BSP와 UDS Primary Substation 구간): 약 19km 3. 11.5kV distribution line (새로운 UDS Primary Substation에서 현재 배전선로 구간) 1) UDS feeder: approx. 0.2km 2) Tolon feeder: approx 0,7km

	3) Cheshegu feeder: approx 0.3km 4. Tamale BSP에 Extension 34.5kV Switchgear: 3 sets
Sunyani	1. Kotokrom Primary Substation 건설 1) Transformer (34.5/11.5kV, 7.5 MVA): 1 set 2) 34.5kV Switchgear Cubicle: 2 sets 3) 11.5kV Switchgear Cubicle: 5 sets 4) Station transformer (11.5/0.43kV, 100kVA): 1 set 5) Substation building (단층, 면적: 약 260m ²) 2. 34.5kV Sub-transmission line (Sunyani BSP와 새로운 Kotokrom Primary Substation 구간): 약 8,5km 3. 11.5 kV distribution line (새로운 Kotokrom Primary Substation에서 현재 배전선로 구간) 1) Hospital feeder: 약 4.3 km 2) New Dormaa feeder: 약 0.6 km) 3) Chiraa feeder: 약 0.7 km) 4. Sunyani BSP에 Extension 34.5 kV Switchgear: 3 sets 5. Ring Main Unit (RMU): 1 set

출처: JICA (2012)

- (러시아) 가나는 사하라이남 아프리카 최초의 원자력 발전소를 건설한다는 목표를 두고 1960년대부터 러시아와 관련 협력방안을 논의해 왔으며, 2015년 러시아 국영원자력에너지사(ROSATOM)와 1,000-1,200MW 규모의 원전 건설에 관한 양해각서를 체결함.

4. 종합 분석 및 소결

- **(배전효율성 증대 목표 지역)** 배전 변전소 혹은 콘덴서 뱅크 설치를 통해 배전손실률 감소를 목표로 하는 도시는 Techiman, Sunyani, Wa 세 곳임. 세계 도시의 배전손실률은 각각 3.27%, 2.42%, 4.26%로 다른 NEDCo 관할 지역의 도시인 Tumu(2.1%)에 비해 다소 높은 편임. Techiman과 Sunyani는 Brong Ahafo 주의 주요 도시로 여전히 인구 유입이 많으며 교육기관과 의료기관이 밀집되어 있어 전기 수요량이 점점 높아지고 있으나 배전 시설이 이를 감당하지 못하며, 각각 Feeder에 걸리는 평균 Feeder 부하량이 최소 32.6%부터 최대 175.7%까지 나타나는 등 일부 Feeder에 부하가 집중되어 있어 배전 손실률이 크게 발생함. Wa도시는 대부분의 인구가 농장으로 생계를 유지하는 농경 사회이지만 인구가 많아 전력 수요량이 증가하고 있어 콘덴서 뱅크를 건설함으로써 역률 개선을 높여 전력 공급의 효율성을 높이고자 함.

- **(전력 신뢰도 제고 목표 지역)** 개폐소 혹은 DNMS 시스템 설치를 통해 배전 전력 안정성 제고 목표로 하는 도시는 Tumu, Tamale, Bimbilla 세 곳임. Tamale 지역은 인구가 55만 명으로 가나에서 네 번째로 큰 도시이며 가나 북부 지역의 수도 도시로서 아프리카에서 가장 빠르게 성장 중임. 742개의 학교, 10개의 병원, 공항 등 중요 기관이 매우 밀집되어 있어 많은 고객들의 정보를 통합해서 관리하는 시스템을 갖추어야 함. Tumu 지역은 가나의 북서쪽, 가나와 부르키나파소의 국경선 바로 아래 위치한 작은 도시로 NEDCo가 Tumu에 충분한 인프라를 갖추지 못해 안정적으로 전기를 공급받고 있지 못함(SAIDI 80hr/yr, SAIFI 150회/yr). 따라서 새로운 34.5kV의 개폐소를 설치함으로써 Tumu 지역민에게 안정적으로 전력을 공급하고자 함. Bimbilla는 가나 북동부에 위치한 작은 도시로 NEDCo에서 운영하는 34.5kV선로로부터 약 300km 떨어져 있음. 선로로부터 떨어진 먼 거리로 인해 배전 과정에서 불가피하게 전력 질의 저하(SAIDI 126hr/yr, SAIFI 87.4회/yr)와 높은 전압 및 전력 손실이 발생

함. 이를 줄이기 위해 개폐소의 설치와 전압승강기 설치가 필수적임.

- (타 공여국의 활동) 2010년부터 2014년까지 對가나 공여국 및 기관은 대표적으로 세계은행, 아프리카개발은행, 미국, 영국 등이 있으며 주로 경제제도 개선, 일자리 창출, 빈곤감소, 가나 기업 생산성 증대, 민주주의 및 거버넌스, 지속가능한 경제성장, 경제구조 개혁, 교육, 의료서비스 증진 등의 활동을 하였음.

- 하지만 위와 같은 다수의 개발 사업들은 모두 인구가 밀집되어 있는 남쪽 지방의 수도권 혹은 불타지역에 집중되어 있어 상대적으로 낙후한 중북부 지역을 대상으로 한 개발 사업은 매우 부족함. 본 사업은 비교적 낙후된 중북부 지역을 대상으로 하여 남부와 중북부 지역의 격차를 줄이는데 기여하고자 함.

III 사업적 절성 분석

1. 대상사업 개요

- 본 사업은 기존의 노후화된 송변전 및 배전 인프라와 열악한 운영 시스템으로 인하여 발생되고 있는 높은 전력 손실률을 저감하고, 배전 시스템의 신뢰성을 향상시키는 것을 목표로 함.
- 사업대상지로 가나의 Northern 주를 포함한 총 3개 주 6개 도시가 검토되고 있으며, 배전 인프라 시설과 운영시스템 구축 등이 진행될 예정임. 구체적인 사업내용은 [표 23]와 같음.

[표 23] 본 사업의 대상지 및 사업내용

목표	대상 지역(주, 도시)		사업 내용
배전손실률 저감	Brond-Ahafo state	Techiman	변전소(1), 콘덴서 뱅크(2)
		Sunyani	변전소(3), 콘덴서 뱅크(6)
	Upper West state	Wa	변전소(2) ³¹⁾ , 콘덴서 뱅크(2)
배전시스템 신뢰성 향상	Northern State	Tumu	개폐소(1)
		Tamale	배전 네트워크 관리 시스템(DNMS) ³²⁾
	Bimbilla	개폐소(1), 전압 승강기(1), 콘덴서 뱅크(2)	
총합	배전변전소(5기+1기), 콘덴서 뱅크(12기), 배전관리시스템(DNMS), 개폐소(2기) 및 전압 승압기 ³³⁾		

31) 변전소 2기 추가가 논의되고 있으나 해당 과업은 본 사업의 의무이행과업에 해당되지 않음.

32) 배전 관리 시스템(DNMS, Distribution Network Management System)은 컴퓨터와 통신기술을 활용하여 배전 계통을 구성하는 다양한 설비를 관리하고 배전 안정성을 위하여 원방에서 감시 제어하는 시스템임(이재형 외, 2014).

33) 전압 승압기(Voltage booster): 전선을 타고 전기가 (전류 I, 전압 V)로 흐르게 되면 전기는 V와 I의 곱만큼의 에너지(정확히 말하면 시간당 에너지를 가지고 이동하게 되는데,

*괄호안의 숫자는 해당 전력 시설의 수를 의미함.

- 추가적인 과업으로서 NEDCo 측에서 고객 서비스 센터 5개소 설치를 요청받은 상태임³⁴⁾

2. 사업 수요 분석

가. 국가 차원의 수요

- 앞서 기술되었던 대로, 가나 전력 분야의 주요 문제점은 전력공급에서의 지역 간 편차와 송배전 설비의 노후화임. 가나의 남부지역 전기 접근율이 85% 이상인 것에 반하여 현재 사업 대상지들이 속한 가나 중북부 지역의 전기 접근률은 약 65~68% 정도 수준에 불과함. 이는 국가 경제의 균형적 발전을 저해하는 요인으로 작용하고 있어, 중북부 지역의 전력분야 개선은 국가적 차원의 시급한 과제라고 할 수 있음.
- 2012년 기준으로 가나의 전압기 보유현황을 북부, 중부, 남부³⁵⁾로 나누어 [표 24-1], [표 24-2]과 같이 나타내었음. 특히, 중북부의 모든 변압기의 용량을 합쳐도(179.6) 남부에 위치하고 있는 New Tema 변전소(251)와 Kumasi 변전소(201.4) 한 곳에도 미치지 못하는 양임을 알 수 있음 (ODA Korea, 전력 설비현황, 2016).

이론적으로는 발전소에서 만든 에너지가 손실되지 않고 가정, 공장 등의 고객에게 모두 공급되어야 하지만, 실제로는 전선을 타고 이동할 때 에너지가 손실되면서 이동하게 됨. 즉, 전류 I는 일정하고 전압 V는 조금씩 감소됨. 따라서 전선의 길이가 너무 길게 되면 전압 V는 많이 떨어지게 되는 현상이 야기됨. 이 때 고객들이 받게 되는 전기의 전압은 가정에서의 220V와 같이 정해져 있는데, 발전소로부터 멀리 떨어진 고객들은 가까이 위치해있는 고객들에 비하여 낮은 전압의 전기를 받게 됨. 승압기(Voltage booster)는 떨어진 전압을 다시 올려줌으로써 멀리 있는 고객들이 정격 전압을 받을 수 있도록 기능함

34) Berekum S/S(Sunyani), Wa#2 S/S(Wa), Fiapre S/S(Suniyani), Tumu Switcing Station(Tumu), Bimbilla Switching Station(Bimbilla)

35) 북부: Northern, Upper West, Upper East 3개 지역, 중부: Brong-Ahafo 1개 지역, 남부: Western, Central Ashanti, Eastern, Greater Accra, Volta 6개 지역

[표 24-1] 가나의 지역별 변압기 보유현황(225kV)

구분	Region	변전소명	TR ³⁶⁾ 수량(개)	정격전압(kV)	정격출력 (MVA)
남부	Western	Elubo	1	225/161	200
	Western	Prestea	2	225/161/13.2	400
계			3		600

[표 24-2] 가나의 지역별 변압기 보유현황(161kV)

구분	Region	변전소명	TR ³⁷⁾ 수량(개)	정격전압(kV)	정격출력 (MVA)
남부	Greater accra	Achimota	5	161/34.5	330
		Mallam	2	161/34.5	132
		New Darkwa	2	161/11.5	66
		New Tema	5	161/34.5, 161/11.5	251
	Volta	Aflao	1	161/34.5	33
		Asiekpe	2	161/74, 29/11.7	66
	Eastern	Akwatia	2	161/11.5, 161/34.5	18.3
		Akosombo	1	161/11.5	13.3
		Kpong	1	161/11.5	5
		Old Kpong	2	161/34.5	66
		Nkawkaw	1	161/11.5/6.64	13.3
	Western	Asawinso	2	161/34.5	46.3
		Bogoso	2	161/34.5	66
		Essiama	1	161/34.5	33
		Tarkwa	2	161/34.5	66
	Central	Cape Coast	2	161/11.5,161/34.5	46.3
		Dunkwa	1	161/11.5/6.63	5
		Wexford	1	161/34.5	33
		Winneba	2	161/11.5/6.64	25
	Ashanti	Konongo	2	161/11.5	10

36) Transformer 변압기

	Ashanti	Kumasi	5	161/11.5/6.6, 161/34.5	201.4
	Ashanti	New Obuasi	3	161/11.5	99
	Ashanti	Obuasi	3	161/6.64	60
계			50		1684.9
중부	Brong-Ahafo	Ahafo	2	161/11.5	80
		Techiman	1	161/34.5/11.5	20
계			3		100
북부	Upper East	Bolgatanga	1	161/36/11.5	20
		Zebilla	1	161/34.5	33
	Northern	Sawla	1	161/36	13.3
		Yendi	1	161/34.5	13.3
계			4		79.6

□ 가나 정부는 송변전 및 배전 인프라 개선을 위한 현대화 작업을 적극 추진하고 있으며, 향후 개선된 전력 인프라를 안정적으로 운영하고 적절한 유지보수 관리를 할 수 있는 인력 양성에도 힘쓰고 있음. 국가적 차원의 이러한 다각적 노력은 본 사업의 지속가능성 측면에서 긍정적인 요인으로 판단됨.

□ 사업대상지 선정을 위해 NEDCo 자체적으로 다음과 같은 검토 단계를 거쳐 사업대상지를 제안하였음 (NEDCo technical feasibility report, 2017).

[표 25] NEDCo의 사업대상지 제안을 위한 검토단계

1단계	2단계	3단계
기술적 실현가능성 파악	경제적, 재정적 실현 가능성 파악	1단계와 2단계 결과 분석을 통한 우선순위 결정 ³⁸⁾

37) Transformer 변압기

38) 우선순위는 프로젝트의 실현 가능성, 구체적인 프로젝트의 구현 계획, 프로젝트의 비용, 컨셉 디자인, 총 프로젝트의 비용을 넘지 않는 범위 등의 기준으로 결정

나. 사업대상지역 수요

- **(전체 현황)** 사업대상지들의 전력현황을 살펴보면, 전력이 공급되는 지역 및 해당 지역의 유입인구 증가 대비 이러한 환경 변화에 최적화되지 못한 배전시스템 운영으로 인하여 전력 손실 증가, 전압 강하, flicker³⁹⁾ 발생, 배전 변압기 용량 부족 등의 현상이 발생하고 있어 전력 품질 유지 및 신규 접속이 어려운 상황임. 한편, NEDCo 관할 지역에 현재 5,800대 이상의 변압기가 있으나, 일부는 과부하 상태임.
- **(배전 효율성 증대 목표 지역)** 아래 표는 NEDCo가 담당하고 있는 배전 효율성 증대 목표 지역인 Sunyani, Techiman, Wa 도시의 2017년 배전 손실률은 다음과 같음.

[표 26] 2017년 기준 Sunyani, Techiman, Wa 지역의 배전 효율 지표

지표	지역		
	Sunyani	Techiman	Wa
배전 손실률	3.27%	2.4%	4.26%

출처: FS팀 네드코 사업지 네트워크 분석자료

- 3개 지역의 배전 손실률의 평균은 약 3.31% 정도로 나타났음. 발전소에서 생성된 전력이 고압배전선로, 배전용 변압기, 저압배전선 및 인입선 등을 거쳐 수용지점에 이르는 동안 선로의 저항은 0이 아니기 때문에 손실은 불가피하게 발생하는 현상임. 예를 들어, 수용가에 95만㎞의 에너지를 전달하기 위해 100만㎞의 에너지를 발전시켜야함. 배전 과정에서 손실되는 5만㎞의 에너지를 4로 줄이는 것은 발전량을 약 1.05만㎞ 늘리는 효과와 같으며, 공급자의 측면에서 생산 비용을 절감할 수 있다는 큰 장점이 있음. 그러나 선진국에 비

39) 전력이 일정하게 공급되지 않아(전압 변동) 전등이나 가로등이 깜빡이는 현상

하면 여전히 매우 높은 배전 손실률을 보이는 것으로 확인됨⁴⁰). 한편, 시간이 흐르면서 증가되는 부하량에 따라 손실률 자체는 증가할 수밖에 없음. 그러나 본 사업을 통해 새로운 시스템이 구축된다면, 개선된 전력 손실률의 저감효과를 기대할 수 있음.

□ NEDCo와의 인터뷰를 통해 분석한 사업대상지역의 전력 관련 문제점 및 수요는 다음과 같음.

- (Techiman) Techiman 지역의 11.5kV 네트워크는 기술적으로 허용되는 길이 이상으로 확장되어 있어 네트워크 일부 영역에서 심각한 전압 강하가 발생하는 전력 품질 문제가 발생되고 있음. 또한, 이러한 긴 선은 배전 네트워크에도 기술적 손실⁴¹)을 야기하여 프로젝트를 통해 Techiman 지역의 전력 공급 장치의 질을 향상시키고 기술적 손실을 줄이는 것이 필요한 상황임.
- Techiman에 거주하는 지역주민들에게 공급되는 전력 품질을 향상시키는 것 외에도, Techiman 지역과 인근에 의료 서비스를 제공하는 Holy Family Hospital과 Valley View University를 중심으로 인프라 전력의 질을 개선으로 하는 것을 목표로 함.
- 본 사업을 통해 Techiman 지역에 변전소(1기)와 콘덴스뱅크(2기)가 설치됨으로써 기대되는 효과는 다음의 [표 27-1], [표 27-2]와 같음. [표 27-1]에서 제시된 바와 같이, 2018년 대비 2030년에는 부하 예상 및 에너지 구매 예상 증가율이 약 1.6배 정도 될 것으로 예측됨. 한편, [표 27-2]에서 나타나고 있는 것처럼, 2030년 기준 전력손실률 또한 기존 시스템 하에서는 4.72% 예측되는 반면, 새로운 시스템 하에서는 4.44%까지 저감될 것으로 예측되고 있어 전력손실률에서의 개선이 기대됨.

40) 우리나라의 경우 2017년 기준으로 배전손실률이 1.6%로 측정됨(전력통계 정보 시스템, <http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectEksaPlrChart.do?menuId=060300>)

41) Technical loss

[표 27-1] 배전효율화 사업 기대효과 1 (Techiman)

년도	지표					
	수요 최대량(Mw) ⁴²⁾		에너지 구입량(Mwh) ⁴³⁾		선의 용량(Mw) ⁴⁴⁾	
	기존 ⁴⁵⁾	기대치 ⁴⁶⁾	기존	기대치	기존	기대치
2018	6.03	5.90	51774.93	52093.56	9.2	20.00
2019	6.31	6.17	54152.92	54447.97	9.2	20.00
2020	6.60	6.43	56625.34	56959.44	9.2	20.00
2021	6.88	6.70	59020.50	59358.08	9.2	20.00
2022	7.17	6.96	61527.26	61932.48	9.2	20.00
2023	7.45	7.22	63939.59	64329.17	9.2	20.00
2024	7.74	7.49	66463.52	66912.50	9.2	20.00
2025	8.03	7.74	68893.02	69447.63	9.2	20.00
2026	8.32	8.02	71434.12	71958.78	9.2	20.00
2027	8.61	8.28	73889.37	74411.04	9.2	20.00
2028	8.91	8.54	76447.64	77079.19	9.2	20.00
2029	9.18	8.79	78787.39	79399.05	9.2	20.00
2030	9.47	9.04	81276.46	81945.87	9.2	20.00

[표 27-2] 배전효율화 사업 기대효과 2 (Techiman)

년도	지표					
	손실(% ⁴⁷⁾		미공급 에너지(Mwh) ⁴⁸⁾		Feeder 끝 전압(% ⁴⁹⁾	
	기존	기대치	기존	기대치	기존	기대치

42) Peak Demand

43) Energy Purchase

44) Line Capacity

45) 프로젝트를 진행하지 않고 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

46) 프로젝트를 진행하고 나서의 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

2018	2.58	2.14	1056.63	517.01	93.64	98.49
2019	2.71	2.20	1105.16	540.42	93.34	98.31
2020	2.93	2.46	1155.62	563.60	93.02	98.14
2021	3.10	2.61	1204.50	586.53	92.72	97.98
2022	3.28	2.87	1255.66	609.81	92.40	97.80
2023	3.46	3.00	1304.89	632.87	92.09	97.64
2024	3.65	3.25	1356.40	656.16	91.77	97.46
2025	3.82	3.54	1405.98	678.10	91.46	97.30
2026	4.00	3.65	1457.84	702.31	91.14	97.12
2027	4.18	3.80	1507.95	725.32	90.82	96.95
2028	4.37	4.10	1560.16	748.09	90.49	96.78
2029	4.54	4.22	1607.91	770.04	90.20	96.61
2030	4.72	4.44	1658.70	792.50	91.49	96.44

- **(Sunyani)** Sunyani 지역의 11.5kV 네트워크도 또한 기술적으로 허용되는 길이 이상으로 확장되어 있어 네트워크 일부 영역에서 심각한 전압 강하가 발생하는 전력 품질 문제가 발생하고 있음. 또한 Sunyani에는 기관 고객이 많은데 이러한 기관들은 낮과 밤에 모두 전기를 이용해야 하는 경우가 많은 것으로 조사되었음. 기관 고객들은 낮과 밤에 공급되는 현재 전력의 질에 만족하지 않은 것으로 확인됨.
- 가장 영향을 많이 받는 feeder는 SDA 병원, University of Energy and Natural Resources(UENR), 가톨릭 대학, Sunyani 시의회 사무실과 같은 중요한 기관에 전력을 공급하지만, 이를 담당하는 긴 11kV 선은 배전 네트워크에 높은 기술적 손실을 야기하고 있음. 본 사업을 통해 전력 공급장치의 질을 향상시키고 배전 네트워크의 기술적 손실 저감에 대한 필요가 확인됨.
- 이러한 필요에 따라, Sunyani 내 Flapre, Abesin, Berekum 지역에 변

47) Loss

48) Unserved Energy : 정전 시간동안 부하차단(load shedding)된 에너지

49) Feeder end voltage

전소 및 콘덴스뱅크를 설치할 예정임. 이를 통해 기대되는 효과는 다음의 [표 28-1], [표 28-2]와 같음. [표 28-1]에서 제시된 바와 같이, 2018년 대비 2030년에는 부하 예상 및 에너지 구매 예상 증가율이 약 1.6배 정도일 것으로 예측됨. 한편, [표 28-2]에서 나타나고 있는 것처럼, 2030년 기준 전력손실률 또한 기존 시스템 하에서는 세 지역 평균이 약 5.02%로 예측되는 반면, 새로운 시스템 하에서는 4.03%까지 저감될 것으로 예측되고 있어 전력 손실률에서의 개선이 기대됨.

[표 28-1] 배전효율화 사업 기대효과 1 (Sunyani)

지역	년도	지표					
		수요 최대량(Mw) ⁵⁰⁾		에너지 구입량(Mwh) ⁵¹⁾		선의 용량(Mw) ⁵²⁾	
		기존 ⁵³⁾	기대치 ⁵⁴⁾	기존	기대치	기존	기대치
Flapre	2018	6.03	5.90	51774.93	52093.56	9.2	20.00
	2030	9.47	9.05	81276.46	81945.87	9.2	20.00
Abisem	2018	2.80	2.74	24054.61	24035.47	9.2	20.00
	2030	4.46	4.34	38322.55	37400.11	9.2	20.00
Berekum	2018	3.14	3.14	26681.21	26461.73	9.2	20.00
	2030	5.88	5.55	49963.54	50453.16	9.2	20.00

* 에너지 구입량 기준, Flapre 지역이 50.69%, Abeisem 지역이 23.47%, Berekum지역이 25.93%의 비중을 차지함.

[표 28-2] 배전효율화 사업 기대효과 2 (Sunyani)

지역	년도	지표					
		손실(% ⁵⁵⁾		미공급 에너지(Mwh) ⁵⁶⁾		Feeder 끝 전압(% ⁵⁷⁾	
		기존 ⁵⁸⁾	기대치 ⁵⁹⁾	기존	기대치	기존	기대치
Flapre	2018	2.58	2.14	1056.63	517.01	93.64	98.49
	2030	4.72	4.44	1658.70	792.50	91.49	96.44
Abisem	2018	3.25	2.13	490.91	240.23	89.50	98.04
	2030	6.09	2.70	782.09	380.49	84.08	92.10

50) Peak Demand

51) Energy Purchase

52) Line Capacity

53) 사업 수행 전 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

54) 사업 수행 후 새로운 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

Berekum	2018	4.69	2.86	825.19	550.13	93.92	99.73
	2030	4.63	4.42	1545.26	972.36	91.49	99.51

- (Wa) Wa 변전소는 NEDCo가 1995년 도입되기 전에 ECG에 의한 디젤 발전기 작동을 위해 80년대 후반에 건설되었고 34.5kV 국가 그리드에 맞게 건설되었음.
- 하지만 이미 변전소의 작동 수명을 초과한 상태라 안전도와 관련한 심각한 문제가 우려되는 상황임. 또한 개폐기의 개통가능 상태와 별개로 80%의 부하가 걸리고 있음. 뿐만 아니라, Wa의 11.5kV 네트워크는 기술적으로 허용되는 길이를 초과하였으며 이로 인해 일부 지역에서 심각한 전압 강하와 배전 네트워크의 높은 기술적 손실 등 전력 공급 문제가 발생하고 있음.
- 이러한 문제들을 해결하기 위한 조치로서 본 사업을 통해 2개의 변전소와 2개의 콘덴서 뱅크⁶⁰⁾를 설치하고자 함. 이를 통해 기대되는 전력 지표들의 변화(2018~2023년)는 [표 29-1], [표 29-2]와 같음⁶¹⁾. [표 29-1]에서 제시된 바와 같이, 2018년 대비 2030년에는 부하 예상 및 에너지 구매 예상 증가율이 약 1.8배 정도일 것으로 예측됨. 한편, [표 29-2]에서 나타나고 있는 것처럼, 2030년 기준, 전력손실률 또한 기존 시스템 하에서는 약 4.90%로 예측되는 반면, 새로운 시스템 하에서는 약 3.80%까지 저감될 것으로 예측되고 있어 전력 손실률에서의 개선이 기대되고 있음.

55) Loss

56) Unserved Energy : 정전 시간동안 부하차단(load shedding)된 에너지

57) Feeder end voltage

58) 사업 수행 전 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

59) 사업 수행 후 새로운 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

60) 1개의 변전소는 본 사업의 의무이행과업에 해당되지 않음.

61) 기대효과는 본 사업의 의무이행과업으로 포함될 1개의 변전소와 콘덴서 뱅크 설치를 기준으로 산출됨.

62) Peak Demand

63) Energy Purchase

[표 29-1] 배전효율화 사업 기대효과 1 (Wa)

년도	지표					
	수요 최대량(Mw) ⁶²⁾		에너지 구입량(Mwh) ⁶³⁾		선의 용량(Mw) ⁶⁴⁾	
	기존 ⁶⁵⁾	기대치 ⁶⁶⁾	기존	기대치	기존	기대치
2018	4.54	4.44	38577.29	38962.39	9.2	20.00
2019	4.9	4.79	41636.28	41967.99	9.2	20.00
2020	5.2	5.08	44185.44	44629.29	9.2	20.00
2021	5.49	5.35	46649.63	46976.16	9.2	20.00
2022	5.78	5.62	49113.82	49510.86	9.2	20.00
2023	6.15	5.98	52257.78	52574.26	9.2	20.00
2024	6.45	6.26	54806.94	55198.38	9.2	20.00
2025	6.75	6.55	57356.10	57588.35	9.2	20.00
2026	7.04	6.81	59820.29	60003.77	9.2	20.00
2027	7.42	7.17	63049.22	63310.97	9.2	20.00
2028	7.73	7.46	65683.36	65821.59	9.2	20.00
2029	8.02	7.73	68147.54	68151.19	9.2	20.00
2030	8.41	8.09	71461.45	71468.34	9.2	20.00

[표 29-2] 배전효율화 사업 기대효과 2 (Wa)

년도	지표					
	손실(% ⁶⁷⁾		미공급 에너지(Mwh) ⁶⁸⁾		Feeder 끝 전압(% ⁶⁹⁾	
	기존	기대치	기존	기대치	기존	기대치
2018	2.30	2.2	1193.11	777.91	95.12	98.46
2019	2.60	2.3	1287.72	838.73	94.72	98.17
2020	2.50	2.4	1366.56	889.18	94.39	97.95
2021	2.90	2.5	1442.77	937.80	94.05	97.72
2022	3.00	2.7	1518.98	985.31	93.72	97.49
2023	3.30	2.8	1616.22	1047.31	93.29	97.2
2024	3.40	3	1695.06	1096.14	92.95	96.97
2025	3.70	3	1773.90	1147.12	92.6	96.74
2026	4.00	3.2	1850.11	1193.94	92.25	96.51
2027	4.10	3.4	1949.98	1255.78	91.81	96.21
2028	4.40	3.5	2031.44	1306.90	91.46	95.97
2029	4.70	3.6	2107.66	1354.52	90.96	95.74

64) Line Capacity

65) 프로젝트를 진행하지 않고 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

66) 프로젝트를 진행하고 나서의 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

2030	4.90	3.8	2210.15	1417.44	90.64	95.44
------	------	-----	---------	---------	-------	-------

- (전력 신뢰도 제고 목표 지역) 아래 표는 NEDCo가 담당하고 있는 전력 신뢰도 제고 목표 지역인 Bimbilla, Tumu에서의 2017년 1월부터 2017년 7월까지 측정한 SAIFI⁷⁰⁾, SAIDI⁷¹⁾는 다음과 같음.

[표 30] Bimbilla, Tumu 지역에서의 SAIFI, SAIDI(2017년)

지표	지역	
	Tumu	Bimbilla
SAIDI (hr/yr)	80	126
SAIFI (회/yr)	150	87.4

- 이와 같은 지표 수치에 따르면, Tumu 지역의 경우, 평균적으로 4.5일에 한 번, 약 2시간 정도씩 정전이 발생하고 있음. Bimbilla 지역의 경우, 평균적으로 3일에 1번, 약 41분 정도씩 정전이 발생하고 있음.
- 이러한 잦은 정전 발생은 각종 사회기관 및 공공시설의 원활한 운영에 저해요인으로 작용하고 있음. 또한 달마다 정전의 횟수와 정전시간 간의 편차가 커서 예기치 못한 정전 사고가 빈번하게 일어나고 있음. 이는 현재 배전 시스템이 안정적으로 기능하지 못하고 있다는 것으로 보임.
- NEDCo와의 인터뷰를 통해 파악된 전력신뢰도 제고 목표 대상지역은 Tumu, Tamale(DNMS 설치), Bimbilla이며, 전력 관련 문제점 및

67) Loss

68) Unserved Energy : 정전 시간동안 부하차단(load shedding)된 에너지

69) Feeder end voltage

70) SAIFI(System Average Interruption Frequency Index)은 평균 정전 횟수를 의미함. 북미의 경우, 평균 1.1회/년으로 보고되고 있음

71) SAIDI(System Average Interruption Duration Index)은 평균 정전 기간(시간)을 의미함. 북미의 경우, 평균 1.5시간/년으로 보고되고 있음

수요는 다음과 같음.

- (Tumu) Dalun 수처리 시설과 같이 중요 부하 지점에 연결된 전력 공급 장치는 34,000kV feeder에 연결되어 있고 총 길이는 300km이상이며 수많은 측면 연결 지점이 있음. 농촌 지역 사회를 포괄하기 위해 진행된 과거 프로젝트를 통해 feeder가 광범위하게 확장됨으로써 중요 부하 지점에 대한 전력 공급의 신뢰성이 감소한 상태임.
- 본 사업을 통해 Gumo에 34.5kV 개폐소를 건설함으로써 결함으로부터 중요 부하 지점을 적절하게 보호하며 전력 공급의 신뢰성을 향상시키고자 함. 이를 통해 기대되는 Tumu 지역의 전력 지표들의 변화(2018~2023년)는 [표 31-1], [표 31-2]와 같음. [표 31-1]에서 제시된 바와 같이, 2018년 대비 2030년에는 부하 예상 및 에너지 구매 예상 증가율이 약 1.6배 정도일 것으로 예측됨. 개폐소 설치를 통해 2030년 기준으로 기존 시스템 하에서는 미공급 에너지가 2446.30Mwh으로 예측되나, 본 사업 후 1291.22Mwh로 감소되고 feeder 끝 전압 역시 89.30%에서 94.68%까지 개선될 것으로 보임. 따라서 SAIFI, SAIDI에서도 개선 효과가 나타날 것으로 기대하고 있음⁷²⁾

[표 31-1] 배전효율화 사업 기대효과 1 (Tumu)

년도	지표					
	수요 최대량(Mw) ⁷³⁾		에너지 구입량(Mwh) ⁷⁴⁾		선의 용량(Mw) ⁷⁵⁾	
	기존 ⁷⁶⁾	기대치 ⁷⁷⁾	기존	기대치	기존	기대치
2018	4.77	4.69	40949.50	41682.05	20.00	20.00
2019	5.01	4.91	43009.85	43783.12	20.00	20.00
2020	5.24	5.13	44984.35	45795.28	20.00	20.00
2021	5.48	5.36	47044.70	47894.74	20.00	20.00
2022	5.71	5.58	49019.21	49907.12	20.00	20.00
2023	5.95	5.80	51079.56	52008.89	20.00	20.00
2024	6.19	6.03	53139.91	54108.76	20.00	20.00
2025	6.42	6.25	55114.42	56121.48	20.00	20.00

72) 해당 지표에 대한 FS팀의 분석이 이루어지지 않은 시점이라 본 보고서에는 반영되지 못함.

2026	6.66	6.47	57174.77	58223.62	20.00	20.00
2027	6.90	6.70	59235.12	60323.94	20.00	20.00
2028	7.15	6.92	61381.32	62515.68	20.00	20.00
2029	7.39	7.15	63441.67	64616.37	20.00	20.00
2030	7.63	7.37	65502.02	66719.17	20.00	20.00

[표 31-2] 배전효율화 사업 기대효과 2 (Tumu)

년도	지표					
	손실(%) ⁷⁸⁾		미공급 에너지(Mwh) ⁷⁹⁾		Feeder 끝 전압(% ⁸⁰⁾	
	기존	기대치	기존	기대치	기존	기대치
2018	3.40	3.40	1529.34	821.69	86.30	95.60
2019	3.52	3.52	1606.29	860.23	97.20	95.53
2020	3.66	3.66	1680.03	898.78	96.40	95.45
2021	3.78	3.78	1756.98	939.07	96.10	95.38
2022	3.92	3.92	1830.72	977.62	95.00	95.30
2023	4.07	4.07	1907.67	1016.16	94.40	95.22
2024	4.20	4.20	1984.61	1056.46	94.30	95.14
2025	4.34	4.34	2058.35	1095.00	93.10	95.07
2026	4.49	4.49	2135.30	1133.54	92.54	94.99
2027	4.63	4.63	2212.25	1173.84	91.30	94.91
2028	4.79	4.79	2292.40	1212.38	91.30	94.84
2029	4.94	4.94	2369.35	1252.68	89.70	94.76
2030	5.10	5.10	2446.30	1291.22	89.30	94.68

- (Bimbilla) 34.5kV 배전라인으로 인한 전력 공급의 신뢰성 문제가 있음. 신설된 배전변전소의 연결을 위하여 개폐소 및 전압 승압기를 설치함으로써 전력손실을 보상하고 신뢰성 향상을 도모할 필요가 있음.

73) Peak Demand

74) Energy Purchase

75) Line Capacity

76) 프로젝트를 진행하지 않고 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

77) 프로젝트를 진행하고 나서의 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

78) Loss

79) Unserved Energy : 정전 시간동안 부하차단(load shedding)된 에너지

80) Feeder end voltage

음.

- 본 사업을 통해 기대되는 Bimbilla 지역의 전력 지표들의 변화(2018~2023년)는 [표 32-1], [표 32-2]와 같음. [표 32-1]에서 제시된 바와 같이, 2018년 대비 2030년에는 부하 예상 및 에너지 구매 예상 증가율이 약 1.8배 정도일 것으로 예측됨. 개폐소 및 전압승압기 설치를 통해 2030년 기준으로 미공급 에너지가 기존 시스템 하에서는 7740.29Mwh에서 1699.02Mwh로 감소되고, feeder 끝 전압도 63.05%에서 98.16%까지 상당히 개선될 것으로 예측됨. 따라서 SAIFI 및 SAIDI 지표에서도 상당한 개선효과가 있을 것으로 기대됨⁸¹⁾. 더불어 기존 시스템 하에서는 2030년 기준 전력 손실률도 29.74%에서 사업 이후 18.27%까지 저감될 것으로 예측됨.

[표 32-1] 배전효율화 사업 기대효과 1 (Bimbilla)

년도	지표					
	수요 최대량(Mw) ⁸²⁾		에너지 구입량(Mwh) ⁸³⁾		선의 용량(Mw) ⁸⁴⁾	
	기존 ⁸⁵⁾	기대치 ⁸⁶⁾	기존	기대치	기존	기대치
2018	5.40	5.40	46357.92	46762.17	9.2	20.00
2019	5.80	5.67	49748.92	49705.30	9.2	20.00
2020	6.11	5.95	52427.37	52287.97	9.2	20.00
2021	6.43	6.25	55217.43	54912.43	9.2	20.00
2022	6.78	6.56	58179.19	57567.14	9.2	20.00
2023	7.14	6.89	61295.47	60240.23	9.2	20.00
2024	7.53	7.24	64660.71	62974.21	9.2	20.00
2025	7.96	7.60	68360.76	65740.92	9.2	20.00
2026	8.45	7.98	72575.90	68564.41	9.2	20.00
2027	9.06	8.38	77804.04	71457.61	9.2	20.00
2028	10.02	8.80	86045.45	74486.89	9.2	20.00
2029	10.02	9.24	86045.45	76181.17	9.2	20.00
2030	10.02	9.70	86045.45	81361.55	9.2	20.00

81) 해당 지표에 대한 FS팀의 분석이 이루어지지 않은 시점이라 본 보고서에는 반영되지 못함.

82) Peak Demand

83) Energy Purchase

84) Line Capacity

[표 32-2] 배전효율화 사업 기대효과 2 (Bimbilla)

년도	지표					
	손실(%) ⁸⁷⁾		미공급 에너지(Mwh) ⁸⁸⁾		Feeder 끝 전압(% ⁸⁹⁾	
	기존	기대치	기존	기대치	기존	기대치
2018	13.06	12.8	1419.12	946.08	91.19	98.99
2019	14.94	13.8	1522.93	993.38	89.01	98.99
2020	15.44	14.14	1604.92	1043.05	87.38	98.99
2021	16.06	14.51	1690.33	1095.21	85.87	98.99
2022	16.87	14.89	1781.00	1149.97	83.78	98.99
2023	17.82	15.27	1876.39	1207.46	81.75	98.99
2024	18.97	15.67	1979.41	1267.84	79.50	98.99
2025	20.41	16.08	2092.68	1331.23	76.94	98.99
2026	22.26	16.51	2221.71	1397.79	73.89	98.99
2027	24.89	16.94	2381.76	1467.68	69.90	98.99
2028	29.74	17.37	2634.04	1541.06	63.05	98.53
2029	29.74	17.81	3775.89	1618.12	63.05	98.35
2030	29.74	18.27	7740.29	1699.02	63.05	98.16

□ 위 내용을 종합하여 볼 때 사업대상지역 별 전력과 관련된 주요 문제점으로 지적된 사항 및 이에 대한 원인은 다음 표와 같음.

85) 프로젝트를 진행하지 않고 기존 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

86) 프로젝트를 진행하고 나서의 시스템으로 작동하였을 때 예상되는 수치

87) Loss

88) Unserved Energy : 정전 시간동안 부하차단(load shedding)된 에너지

89) Feeder end voltage

[표 33] 배전 효율성 증대 목표 지역의 전력 관련 문제

지역		주요문제점	문제 원인	개선 방안	기대 효과
Brong-Ahafo 주	Techiman 시	높은 전력 손실, 심각한 전압 강하, 전력 수요 증가	긴 전선, 활발한 경제 활동 및 계속되는 인구유입, 대학과 병원 등 공공기관 수요	변전소 및 콘덴서뱅크 설치	전력 손실률 저감, 전압 강하문제 개선, 전력 품질 향상
	Sunyani 시	높은 전력 손실, 심각한 전압 강하, 전력 수요 증가, 긴 정전 시간	긴 전선, 활발한 경제 활동 및 계속되는 인구유입, 대학과 병원 등 공공기관 수요	변전소 및 콘덴서뱅크 설치	전력 손실률 저감, 전압 강하문제 개선, 전력 품질 향상
Upper West 주	Wa 시	높은 전력 손실, 잦은 정전	낙후된 발전소와 변전소 및 수의 부족	변전소 및 콘덴서뱅크 설치	전력 손실률 저감 및 전력 품질 향상

90) 송전선로 TL(transmission line) 또는 배전선로 DL(distribution line): 두 선로 모두 생산된 전력을 수송하는 전기 설비이지만, 배전 선로는 변전소에서 수용가에 배분하는 선로를 의미하고, 송전선로는 배전선로 이외의 것을 의미함.

[표 34] 전력 신뢰도 제고 목표 지역의 전력 관련 문제점

지역		주요문제점	문제 원인	개선 방안	기대 효과
Upper West 주	Tumu 시	잦은 정전 발생 및 긴 정전 시간, 일부지역의 전력 미공급	지역의 고립적 특성 긴 전선과 수많은 연결점 => 최근 Gridco에 의한 변전소가 신설되었으나 개폐소 미설치로 인한 전력 공급의 불안정성 지속	개폐소 설치	정전횟수 및 정전시간의 감소 등 전력 공급의 안정성 수준의 개선
Northern 주	Tamale 시	변전소 수 증가, 높은 관리비용	효율적 관리 및 자료 수집의 어려움	배전 관리 시스템 설치	효율적 시설 관리, 배전 시스템 신뢰성 향상, 안정적인 고객 관리
	Bimbilla 시	전압 불안정성 전력 손실 전력 공급의 불안정성	배전선로90)의 노후화, 1개의 긴 선로, 많은 부하가 걸리고 배전 손실	개폐소, 전압 승강기, 콘덴서 뱅크 설치	전압조정을 통한 정격전압 보상, 전력 공급의 안정성 수준 개선

□ 본 배전효율화 사업을 통해 각 지역별로 지적된 전력관련 문제에 다음과 같이 기여할 수 있을 것으로 예측됨.

- (배전 효율성 증대 목표 지역 - Techiman, Sunyani, Wa) 기존에 장거리 배전, 배전라인의 노후화, 변전소 부족 등의 문제로 인하여 심각한 전력 손실로 인한 배전 효율화 측면에서의 문제가 있었음. 한편, 활발한 경제 발전과 더불어 계속되는 인구 유입에 따라 시장, 대학, 병원 등 기관을 비롯한 도시의 전체적인 전력 수요량이 크게 증가할 것으로 예측됨. 본 사업을 통해 변전소와 콘덴서 뱅크를 추가 건설함으로써 새로운 고객에게 전기를 제공할 뿐만 아니라 기존 변전소와 변압기에 걸리던 과부하를 줄여 전력 손실률을 개선하여 전력 효율을 높이고 안정적인 전력 수급을 기대할 수 있을 것이라 예측됨. 더불어 정전의 횟수와 시간 또한 감축시키는 효과도 예상됨에 따라 공급 전력의 품질도 개선될 것으로 보임.
- (전력 신뢰도 제고 목표 지역 - Bimbilla, Tumu) 기존에 1개의 긴 선로가 많은 고객을 담당하여 전압이 낮아지고 한번 정전이 일어나면 많은 고객이 피해를 보는 경우가 많았음. 개폐소와 전압 승압기를 설치함으로써 정전 등의 문제가 발생하였을 때 보다 신속하게 대처할 수 있고 전압을 올려 안정적이고 신뢰도 높은 전기 공급이 가능해짐
- (전력 신뢰도 제고 목표 지역 - Tamale) DNMS 시스템을 적용하여 배전선로 관련 기술적인 정보, 연결된 고객의 전기 사용량 등의 수많은 정보를 통합해서 관리할 수 있어 관리비용이 감소되고 전기요금 부과가 용이해짐.

다. 예상수혜자의 수요

- (실 사용자 수요) 또한 사업대상지역 중 Sunyani지역에 위치한 실사용자 집단을 인터뷰한 결과, 전력 문제로 인해 실제 기관 운영 및 생활에 불편함이 있었음을 다음과 같이 확인함.

[표 35] Sunayni 지역 기관 전력관련 문제 인터뷰

기관	전력관련 문제
교육기관	전력 부족으로 인해 에어컨, PC, 실험기기 등의 학교 운영에 필요한 시설 이용 불편 초래
의료기관	잦은 정전으로 인한 장시간의 환자 대기시간 지연 약품 보관 냉장시설 미가동으로 인한 폐기 의료 사고 발생 등의 문제

- 전력 공급의 비효율성은 전력 서비스의 고객인 개별 가구 뿐 아니라 각종 사회시설에서의 불안정한 전력 공급의 문제로 이어지고 있음을 확인함. 이는 단순한 주민 생활의 불편함 외에 중장기적으로는 사회 발전의 저해요소로 작용할 수 있음. 특히 교육기관과 의료기관에서 나타나는 전력 불안정성의 문제는 가나의 국가적 차원의 개발목표 중 하나인 교육과 보건 수준 개선을 통한 빈곤퇴치와 지역간 편차 해소를 저해하는 요인으로 작용할 수 있음.

3. 이해관계자 분석

□ 수원국 이해관계자 식별 및 분석

[표 36] 이해 관계자 식별 및 분석

이해관계자		이해관계 분야	사업 영향	사업 기대성과	사업 전략 이행 현실성	
중앙 부처	에너지부 (Ministry of Energy)		<ul style="list-style-type: none"> 가나 에너지 분야 활동의 감시, 평가, 관리 및 감독의 역할 국가 에너지 자원 개발 및 활용 총괄 	<ul style="list-style-type: none"> 국가 단위의 전력 분야 사업 결정권 가나 정부의 에너지 분야 목표 달성 책임 	<ul style="list-style-type: none"> 북부 지역의 전력에 대한 가나인의 보편적 접근성 (universal access) 을 향상 NEDCo에 지원 확대로 북부 지역의 발전 	<ul style="list-style-type: none"> 가나의 전력 분야의 목표 달성 및 국가 균형발전 과제 이행을 위해 본 프로젝트를 채택한 바와 같이 사업 수행에 긍정적인 협조 기대 가능 전기 요금 징수 문제점을 해결하고자 사전 요금 측정 방식으로 변경하여 정책적 반영 경험이 있는 등 전력문제를 해결하기 위한 정책 결정 및 수정에 적극적
	에너지부	전력 담당부 배전	<ul style="list-style-type: none"> 가나 전력 부문의 배전 총괄 	<ul style="list-style-type: none"> 가나 국가 단위의 배전 분야의 문제점 파악, 사업 배경의 이해 	<ul style="list-style-type: none"> 가나 중북부지역의 전기 보급률 개선 가나 중북부지역 고객만 	<ul style="list-style-type: none"> NEDCo로의 배전 분야에 대한 문제 해결을 위한 지시와 방향성 제시 가능

				도움		<ul style="list-style-type: none"> ○ 전력 손실의 문제 해결을 위해 필요시 정부는 정책을 변경할 의지가 있음
	발전 및 송전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가나 전력 부문의 발전 총괄 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가나 국가 단위 발전 분야의 문제점 파악 ○ 가나 전기 발전 부문의 상황 및 사업 배경의 이해 도움 	<p>죽 증대</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전력 손실의 문제 해결 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가나 전반의 전기 발전 용량에 대한 관리 감독 가능 	
	재정 및 관리부 (Finance and Administration) ⁹¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지 산업 경제 및 인프라 부문의 관리 총괄 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 프로젝트 이행을 위한 예산 수립, 향후 인프라 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전력 공급의 질적 변화와 전력의 질 향상을 위한 관리 ○ 에너지 부문 발전을 통한 정부의 산업화 능력 강화 ○ 제조업, 의료, 교육 시설 등의 활성화 ○ 병원시설에 대한 전력의 공급의 국제기준 달성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지부와 관련한 경제 활동 및 인프라 활성화에 대한 지원 	
	재정부 (Ministry of Finance)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 프로젝트 개발 컨셉, 계획 및 비용 부문 검토 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 프로젝트 체결 기관 부처로 이행 비용 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 프로젝트의 성공적인 이행 및 프로젝트의 성과를 통해 추후 채무 이행을 위한 기반 마련 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 프로젝트 이행 예산 확보를 통하여 향후 프로젝트 이행 비용 지급 ○ 유상원조의 직접관계자 	

- 사업대상자(기관) 분석
 - 사업대상자(기관) 명: NEDCo

[표 37] 사업대상자(기관) 분석

특징	관심사 및 기대성과	잠재성	문제점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 북부지방 전력 송전 및 시스템 운영 ○ 프로젝트 이행 기관 (Project Executing Agency; PEA)으로 프로젝트의 기획, 이행, 관리, 감독 및 운영의 책임 기관 ○ 향후 수출입은행으로 프로젝트 관련 보고 기관 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (관심 분야) 전력공급 확장 및 전력공급의 질 향상을 통해 고객 불만 감소 ○ 이를 통해 향후 요금 징수율을 높이고 잠재적 고객 확장 ○ (기대성과) 전력 손실 개선 및 전력 공급의 신뢰성 향상(정전 감소) ○ 전력 공급 접근성(access) 확대를 통한 고객 수 증가 ○ 전력 공급 질 향상을 통 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국영기관으로 지속적 사업 이행 가능 및 정부기관과 밀접한 협력 ○ NEDCo 고객수의 지속적 증가로 전기 서비스의 질적 증가를 통해 향후 전기요금 징수율 증가. 이를 통해 향후 안정적 운영 가능 ○ 전기 보급의 확장 및 질적 개선으로 고객만족도 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2012년에 설립된 신생 기관으로 전문 인력과 관련 경험 부족. 국제사회 프로젝트 운영 능력에 대한 충분한 검증 부족 ○ 본 사업 이행에 유관한 비용 측면, 인력, 보유 장비 등 충분한 자원 확보 및 투입계획 확인 한계 ○ 프로젝트 내용 중 배전선로 공사에 대하여 기존 NEDCo 측의 이행계획을 한국 측으로의 이행으로 변경 요청하고

91) 가나 에너지부에는 Civil Service Four-Line Directorates와 Four Key Technical Directorates로 구성되어 있음. Civil Service Four-Line Directorates는 Finance and Administration (F&A), Policy, Planning, Budgeting, Monitoring and Evaluation (PPBME), Human Resources Management and Development (HRMD), Research, Statistics and Information Management로 구성됨. Four Key Technical Directorates에는 Power Directorate, RENEwable and Alternative Energy, Petroleum Directorate, Legal Directorate로 이루어짐

	한 고객 이익 증대		<p>있는 바, 향후 배전효율화 사업의 성과 확인을 위한 전력 공급의 이행가능성 확인 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고객 정보 관리가 전산화 되어있지 않고, 체계가 미흡함. 이에 NEDCo 전력 공급의 질 외에도 NEDCo에서 제공하는 서비스(고객 응대, 정전 발생 시 복구 완료 시간 등)의 서비스의 질의 지속적인 관리 문제 발생 가능
--	------------	--	--

□ 수원국 수혜자 식별 및 분석

[표 38] 수원국 수혜자 식별 및 분석

수혜자		수혜자 특징	문제점	사업 기대 성과
민간	지역 주민	<ul style="list-style-type: none"> ○ NEDCo 담당 지역의 전기 이용자 ○ NEDCo 잠재 고객 ○ NEDCo 전기 서비스의 불만 고객 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 불안정한 전력 공급으로 인한 생활 불편 및 경제적 손실 ○ 본 프로젝트 착수 시 인근 공사로 인한 환경적 영향이 직간접적으로 있음 ○ 기존의 불안정한 전력 공급으로 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안정적인 전기 공급으로 생활 불편 해소 ○ 불필요한 경제적 지출 해소 ○ 일자리 창출, 경제 활성화 및 사업 안정화 ○ 가계 활성화

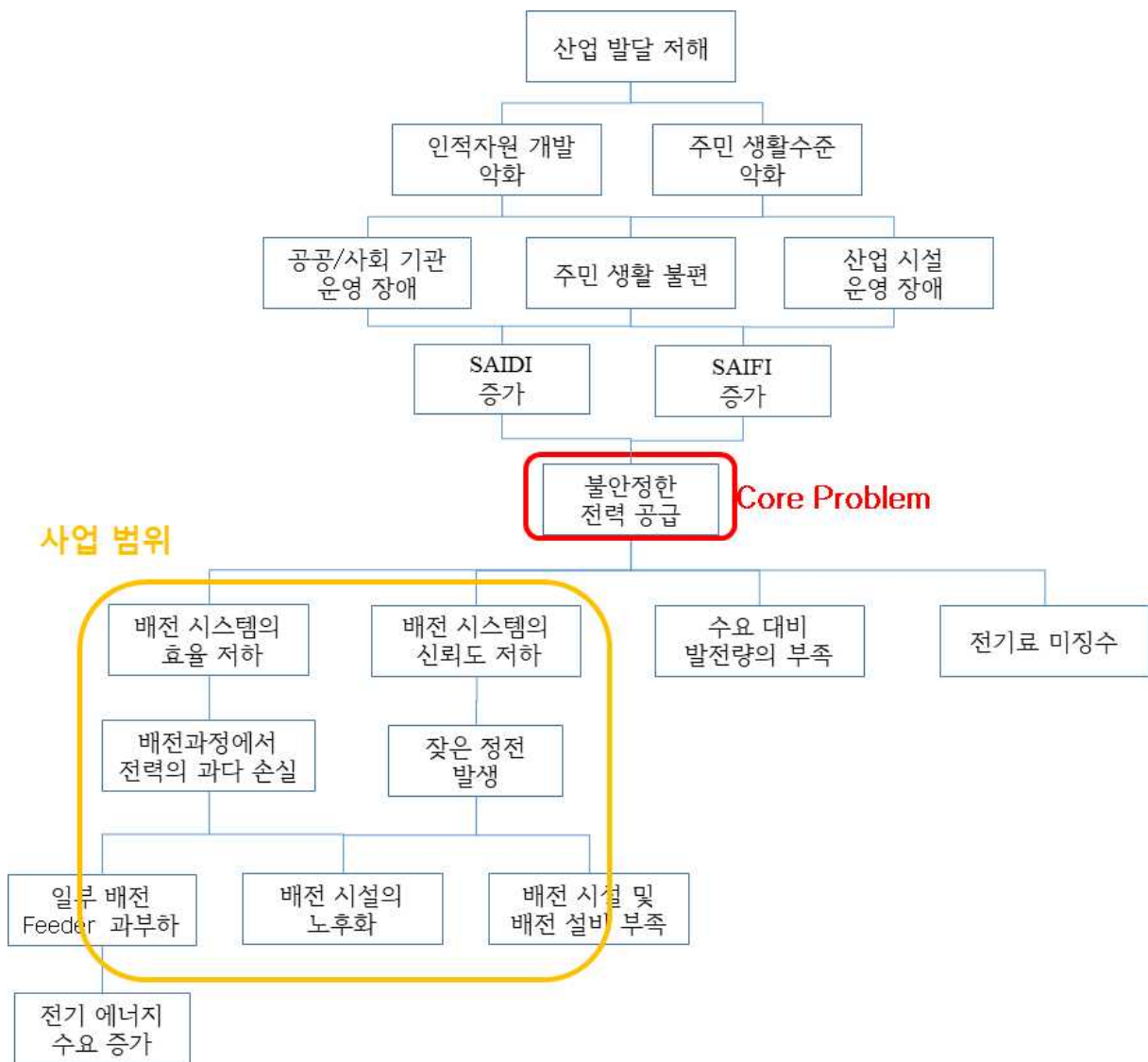
			인한 생활 불편 및 경제적 손실	
산업체	의료 시설	<ul style="list-style-type: none"> 지역 및 인근 주민의 헬스케어 지역 및 인근 주민의 삶의 질 향상에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> 불안정한 전력 공급으로 의료서비스의 질이 낮아짐 원활한 의료장비, 의료기기 사용, 환자 등록 데이터 관리, 의약품 보관의 문제 발생 환자 대기 시간이 오래 걸림 응급 환자, 산모 등의 사망률에 영향 잦은 정전으로 인한 전기 요금 추가 발생으로 인한 경제적 손실 	<ul style="list-style-type: none"> 의료서비스의 질 향상 환자 대기 시간 감소 24시간 응급실 운영 용이 잦은 정전으로 인한 추가적인 비용 발생 감소
	교육 시설	<ul style="list-style-type: none"> 지역 및 인근주민의 교육 기회 제공 인근 주에서의 학생 유입 전문 인력 양성 	<ul style="list-style-type: none"> 불안정한 전력으로 질 낮은 교육 서비스 제공 에어컨 등 교내 시설의 불안정한 전력 공급 학생들의 불만 교내 시설, 실험실 사용 등의 교육 서비스에 대한 불만 잦은 정전으로 인한 전기 요금 추가 발생으로 인한 경제적 손실 	<ul style="list-style-type: none"> 교내에 안정적 전력 공급 교내 학생의 불만 해소 잦은 정전으로 인한 추가적인 비용 발생 감소 교육 서비스 질 향상 향후 등록 학생 증대
	제조업	<ul style="list-style-type: none"> 제약회사 등의 가나 내수산업 제품 제조 	<ul style="list-style-type: none"> 제조 공정 원활한 프로세스 진행에 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 안정된 산업 경영 지역 경제 활성화

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 산업 경제 활성화의 동력 ○ 지역 주민의 일자리 창출 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제 약화 ○ 잦은 정전 및 불안정한 전기 공급으로 인한 불필요한 요금 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고용 증대 ○ 수익 증대 ○ 불안정한 전력 공급으로 인한 추가 부담 비용 감소
--	---	---	---

4. 문제분석

- 이해관계자 인터뷰 및 문헌분석 등을 통해 조사된 사업대상지역 내 문제를 분석해보면 다음 [그림 11]과 같음

[그림 11] 가나 배전효율화 사업에서의 문제분석



- 지역 내 전력 관련 주요 문제는 비효율적, 불안정한 전력공급임. 이에 대한 원인은 크게 3가지로 전기 에너지 발전량 부족, 배전소 과부하, 전기료 미징수에서 기인함. 특히 배전소 과부하의 원인은 배

전시설의 노후화와 설비 부족으로 인한 전력 과다 손실이 주요 원인임. 또한 인구 증가 및 산업 발달에 따른 전기 에너지 수요 증가 또한 이와 같은 문제 발생의 다른 원인으로 볼 수 있음.

□ 이와 같은 비효율적, 불안정한 전력공급은 자연스럽게 정전횟수 및 정전시간이 증가되는 현상을 초래함. 개별가구 및 각종 시설에서 나타나는 정전은 기관 및 산업체 운영에 막대한 장애를 초래하며 개별가구 또한 일상생활 속에서 심각한 불편을 겪고 있음. 이와 같은 현상이 장기화 될 경우, 전반적인 국가 개발의 저해요소로 작용할 수 있음.

□ 그 외에 비효율적, 불안정한 전력공급의 원인인 전기 에너지 발전량 부족은 다양한 신재생 에너지 개발 및 발전소 건립 등의 방법으로 가나 정부차원에서 해결하고자 노력을 기울이고 있음.

□ 전기료 미징수와 관련한 문제는 고객의 경제적인 여건과 함께 전력공급에 대한 고객 불만 등 고객 차원의 요인과 전기사용량 측정 방식 및 데이터 관리 시스템의 문제에서 기인된 것으로, 이는 추후 전력공급이 원활해지고 DNMS 시스템을 이용하여 고객들의 사용량 데이터 관리가 수월해진다면 점진적으로 해결될 수 있을 것이라 예측됨

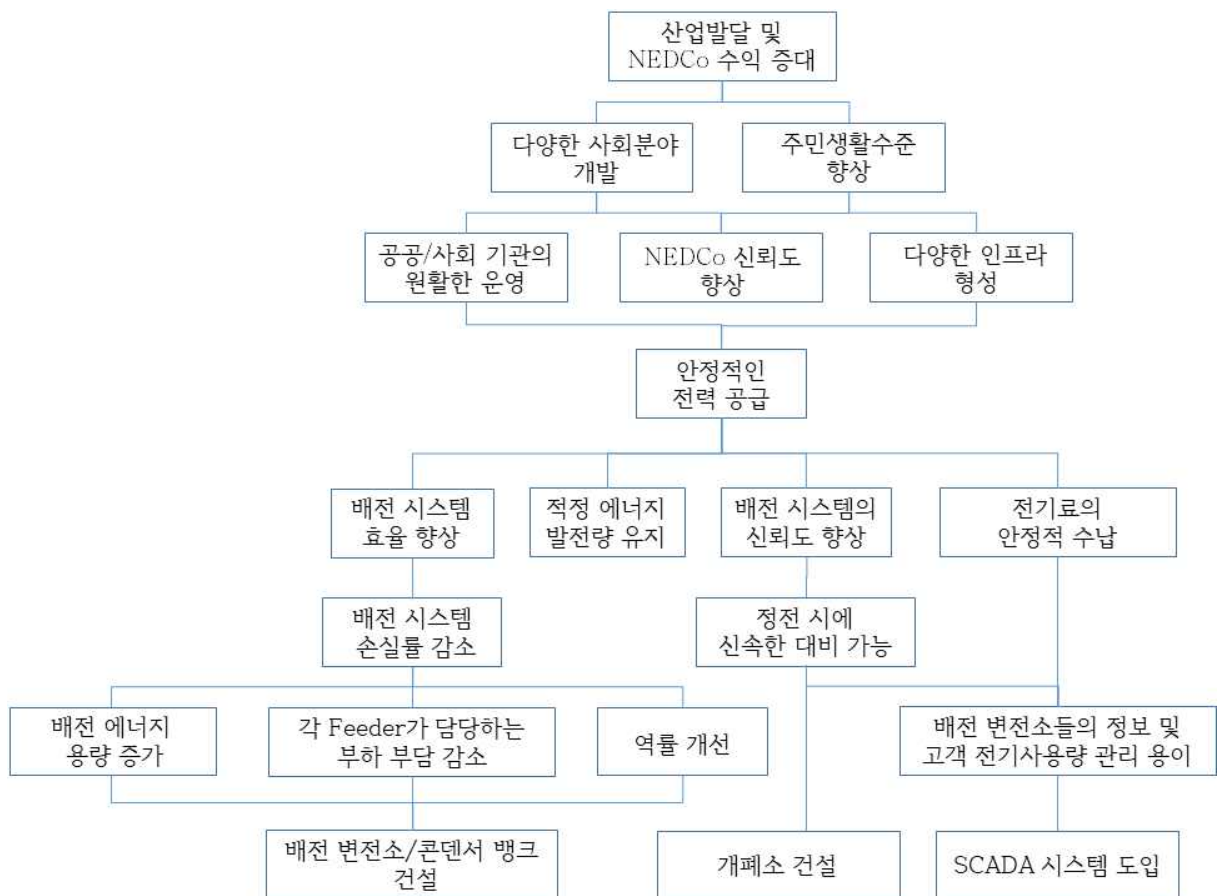
□ 이에 본 배전효율화사업에서는 배전소 과부하 해결을 위한 배전시설 개선을 중심으로 사업을 수행할 예정임.

5. 목표분석

□ 문헌분석 및 현지 조사를 통해 분석된 문제나무를 본 배전효율화사업을 통해 이루고자 하는 목표를 바탕으로 재구성하면 다음 [그림 12]과 같음.

- 본 배전 효율화사업은 변전소 및 개폐소의 건설, 콘덴서 뱅크 및 DNMS 설치 등으로 이루어져 있으며 이는 배전 손실률 감소 및 신뢰도 향상에 직접적으로 영향을 미치는 요소임.
- 이를 통해 기존에 있던 배전소의 부하량 감소와 에너지 용량 증가로 인해 배전 손실률이 감소하며, 평균 정전 기간, 횡수가 감소하여 보다 안정적인 전력 공급이 가능해지며 DNMS 시스템을 통해 여러 변전소의 전력 데이터를 쉽게 측정, 관리할 수 있어 효율적인 일처리가 가능해짐. 이는 궁극적으로 안정적인 전력 공급에 기여할 수 있음. 더불어, 사업 대상 지역의 새로운 일자리 창출 (시설 건설, 관리 등)로 인한 주민의 수익증대 등 장기적인 성과도 기대됨

[그림 12] 가나 배전효율화 사업에서의 목표분석



□ 또한 정부 차원의 노력으로 신재생 에너지 개발 및 추가 발전소 건설 등으로 도시의 전기 수요량 이상의 전기 에너지를 생산할 수 있게 될 때, 그 용량을 수용할 수 있으며 안정적으로 수혜자들에게 공급할 수 있는 배전 시설들과 배전 시스템의 확충은 반드시 뒷받침되어야 함. 이 프로젝트는 이러한 배전 시설 및 시스템 확충의 과정이라고 볼 수 있음.

□ 궁극적으로는 시장, 병원, 학교 등의 공공/사회기관과 가정으로 안정적인 전력 공급을 가능하게 함으로써 다양한 인프라를 형성하고 지역과 국가의 경제를 성장시키는 것을 목표로 함.

6. 사회적 기대효과

□ 동 프로젝트로 인해 직간접적으로 전력공급 수혜를 받게 될 인구수는 약 82.5만 명⁹²⁾으로 예상됨. 또한 장기적인 차원의 사회·환경적 효과로는 △ 공공시설과 개별 수용가를 위한 전력 공급의 안정화 △ 주민활동을 위한 인프라 확대 △ 물과 환경의 위생관리 능력강화 △ 교육의 질 개선 △ 정부의 도시화 역량강화 △ 고령자, 아동, 장애인 등 사회 취약층을 위한 제도 강화 △ 지역 간 빈곤과 소득 불평등 감소 △ 성평등과 여성 능력 강화 등으로, 가나 정부가 핵심 개발정책인 “Vision 2020” 과 2014-17년 개발전략(CPESDP)⁹³⁾을 통해 달성하고자 하는 목표와도 일치하며 지역과 국가 차원에서 아래와 같이 여러 효과가 예상됨.

□ **(지역 발전)** 주로 북부 농촌지역에 집중될 예정인 동 프로젝트는 해당 지역의 전반적인 전력 배분·공급 역량을 강화함으로써 △ 핵심 산업인 농업의 생산성을 제고하고 △ 공공시설의 운영 효율성을 제고하며 △ 인적, 시설 간 교류를 확대하여 지역 안정과 발전에

92) 위 추정수치는 NEDCo로부터 받은 2017, 2018년도 지역별 outage 데이터를 참고하였음. 데이터는 매월별 5개 지역의 모든 변전소와 feeder 당 고객 수를 포함하고 있으며 2017년 4분기 기준, 지역별 고객수가 Sunyani(21.9만), Techiman(15.1만), Northern(21.2만), Upper East(13만), Upper West(11.3만)으로 총 82.5만 명의 고객수를 가지고 있음.

93) 세부 사항은 본 보고서 I.1.2. “국가 발전전략 “ 참조할 것

기여, △ 장기 일자리를 창출함으로써 지역 간 빈부격차를 줄이는 역할을 담당할 수 있을 것으로 보임. 이러한 효과는 궁극적으로 도심 지역 대비 전력 공급 격차를 좁히고 농촌 주민들의 삶의 질을 높여 가나 정부의 도시화 역량을 강화하는데 기여할 수 있을 것으로 예상됨.

□ **(교육·의료 서비스 개선)** 동 프로젝트를 통해 특히 주요한 교육 및 의료 시설에서의 전력 서비스 품질이 향상될 것으로 예상됨에 따라 양질의 교육과 의료 서비스를 받을 수 있는 인구수가 증가할 것으로 보임. 이에 따라, 사업지역의 발전이 예상되며 국가적 차원에서의 균형적인 경제발전에도 기여할 수 있을 것으로 기대됨.

- (교육) 공급되는 전기 에너지 품질의 향상은 빈곤층을 포함하여 모든 가정의 복지를 향상 시킬 것임. 대부분 가정에서 일어나는 정전은 예기치 않은 일이며, 아이들은 정전이 끝날 때까지 기다리는 동안 학습을 중단해야 함. 특히 일부 지역의 경우 오랜 시간동안 단전이 되기도 하는데 이는 교육에 심각한 부정적 영향을 줄 수 있음. 따라서 안정적인 전기 공급은 학교뿐만 아니라 가정에서의 교육에도 좋은 영향을 미칠 것임.

- (의료 서비스) 병원 등 의료시설에도 잦은 정전이 일어나 응급 치료가 어렵고 환자가 장시간 대기하는 등 의료 서비스를 제공하는데 상당한 불편을 초래해 왔으며, 약품 보관 냉장시설 미가동 등으로 인해 위생과 약품의 질을 악화시키는 경우가 빈번하였으나, 전력이 안정적으로 공급된다면 이러한 부분들이 개선될 것으로 예상됨.

□ **(환경 개선)** 현재 가나의 많은 시골 지역에서는 여전히 물을 주변 저수지나 우물에서 확보하는 등 식수 시설 및 정수 시설이 열악함. 이 때 전력 배분의 개선은 전력의 흐름을 안정화시킴으로써 전기 에너지를 필요로 하는 펌프, 물탱크, 수도관 등의 식수 시설과 정수

시설을 안정적으로 운영할 수 있도록 하여 안전과 환경보호 방안을 개선하는 데에도 기여할 수 있음.

- 또한 가나의 발전은 주로 석탄을 기반으로 하는 화력 발전소의 비중이 높음.⁹⁴⁾ 따라서 배전 시스템에서의 손실은 더 많은 석유, 석탄, 천연자원을 낭비시키며 이산화탄소 등의 탄소화합물 배출량을 증가시킴. 배전 손실률을 감소시키게 된다면 그만큼의 이산화탄소 배출 증가율을 낮추고 지역 오염원을 줄이는데 기여할 것으로 기대됨.
- 전기의 사용이 증가됨에 따라 가정에서는 장작, 숯, 석탄, 연탄 등의 고체연료에 대한 의존도가 감소할 수 있음. 그로 인해 클린 쿡에 대한 접근이 향상되어 여성과 어린이의 건강에 긍정적인 영향을 줄 수 있고, 환경 오염원을 줄일 수 있음.
- **(여성)** 전력 공급의 개선은 여성들과 소녀의 삶에 도움이 될 것임. 여성과 소녀들은 주로 안정적으로 전기를 사용할 수 있을 때 전기 기계 장치를 이용하여 가정 일을 훨씬 더 쉽고 빠르게 수행할 수 있음. 또한 일자리 창출과 경제 발전으로 여성의 경제활동 기회가 많아지며 더 많은 소녀들이 교육을 받을 수 있는 등 전반적인 성별 특정 문제를 해결하는데 도움이 될 것으로 기대됨.
- **(에너지 부문)** 동 프로젝트를 통해 농촌지역의 배전률이 높아질 경우 2020년까지 모든 지역에 에너지 접근성을 확대(국가에너지정책, 2010년)할뿐 아니라 안정적으로 전력을 공급(국가전력화계획, 1990년) 한다는 가나 정부의 목표를 달성하는데 일조할 수 있을 것으로 예상되며, 기후변화 대응책의 일환으로 추진하고 있는 신재생 에너지 확대와 관련 전문 인력 양성 계획을 추진하는 데에도 긍정적 효과를 발휘할 수 있을 것으로 전망됨.

94) 2017년 총 발전한 에너지(14178.53GWh) 중 화력발전이 58.13% (8242.21GWh), 수력발전이 39.61% (5615.51GWh), 외부에서 수입한 전기량이 2.26%(320.81GWh)를 차지함 (2018 electricity supply plan)

- (빈곤 가정을 위한 에너지 효율적인 전등 배포) 가난한 가정들의 전기요금을 완화하기 위해 개발정책대출 (Development Policy Loan) 등의 기구에서 빈곤선 이하의 가정에게 무료 LED 전등을 배포하는 등 에너지 효율적인 조명 사용을 촉진하기 위한 노력이 수반된다면 전력 소비량을 줄일 수 있고, 주로 조명용으로 전기를 사용하는 열악한 가정의 경우 전기 요금을 완화시킬 수 있음. 가난한 가정뿐만 아니라, 일반 가정에서도 에너지 효율이 좋은 전등, 형광등을 사용하면 주 정부의 전력 소비를 크게 감소시킬 수 있을 것임.
- LED 전등을 기반으로 에너지뿐만 아니라 이산화탄소를 절약할 수 있음. 온실 가스 감축과 더불어 미립자 및 SO_2 (이산화황)과 같은 국부적으로 중요한 오염 물질의 배출도 감소할 것으로 예측됨.

7. 사업 위험요소

- 본 배전효율화사업에서 발생할 수 있는 사업 위험요소를 분류하여 위험도를 높음-보통-낮음 수준으로 다음과 같이 분류함. 본 사업은 북부 7개 도시에 걸친 넓은 면적과 주요 교육·의료 시설을 대상으로 하고 사업주인 NEDCo사의 해외 수원 경험이 부족한 만큼 대한 특히 기관 역량 및 기타 사업 수행 환경적 측면에서 높은 위험도를 나타냄.

[표 39] 사업 위험요소 별 위험도

분류	위험도
정치 및 거버넌스	보통
에너지분야 정책 및 전략	낮음
사업 수행을 위한 기관의 역량 및 지속가능성	높음
사업의 재정관리	보통
사업의 기술적 측면	낮음

환경 및 사회적 요소	보통
기타(사업수행 환경 등)	높음

- **(정치 및 거버넌스)** 가나의 정치 체계는 안정적이며 거버넌스의 투명성 또한 아프리카 내 타 국가에 비해 발전된 모습을 보임. 이에 정치적 위험성은 낮으나 부정부패에 대한 위험요소가 여전히 남아 있음. 경찰, 세관, 세무서 등 공공기관에 부정부패가 잔재해 있어 공사 진행과 소통과정에 장애로 작용할 수 있어 위험도는 보통으로 평가됨. 위험요소 감소를 위해서는 의사결정 과정 중 다양한 외부 전문가와 논의 및 의견 수렴이 권고됨.
- **(에너지 분야 정책 및 전략)** 가나 정부는 전력효율 증대를 위해 인프라 개선과 현대화 사업에 적극적이며 추후 이를 안정적으로 운영하고 유지보수하기 위한 인력 양성을 추진하고 있음. 이에 본 사업을 위협할 수 있는 정책적 변화나 전략 수정의 가능성과 관련한 위험도는 낮음.
- **(사업수행을 위한 기관의 역량 및 지속가능성)** 에너지부는 현재 다양한 사업 수행으로 사업 의사결정 및 수행과정이 지연될 우려가 높음. 또한 여러 사업을 관리하는 만큼 사업의 결과물에 대한 충분한 품질 관리를 수행하지 못할 가능성이 높음.
- NEDCo⁹⁵⁾는 세계은행과의 MCC 협정을 토대로 재정 및 운영관리 부분의 개선에 도움을 받고는 있지만 그 외 해외 원조를 통해 유사한 사업을 진행한 경험이 부족⁹⁶⁾하여 동 프로젝트의 원활한 진행에

95) 사업 수행 이전 준비 단계에서 NEDCo 측에서 준비 완료 되어야 하는 사항으로 △ 부지확보 △ 부지사용 승인 △ 세금 감면 절차 △ 인력확충과 △ 절차확인 등이 있으며, 사업 기간 중에는 △ 민원처리 △ 프로젝트 관리 △ 자금 집행관리 △ 엔지니어 등 △ 인력과 기술 지원 등이 있음

96) 영문 사업명 "The Project for Improvement of Power Distribution System in the Republic of Ghana" 로 2013년 9월부터 2014년 5월 걸쳐 Tamale와 Sunyani에 2개 변전소를 건설하는 사업을 진행한 바 있음. 그러나 해당 사업에 대한 완료 보고서 등을 보유하지 않는 등 프로젝트 관리 능력에 대한 신뢰도가 확보되지 않음. 또한 NEDCo가 신생기관인 관계로 해외 원조 사업 수행 횟수가 적음.

영향을 미칠 수 있음. 이에 기관의 역량 부분에 대한 위험도는 높음으로 책정됨. 사업 수행 전 NEDCo를 중심으로 구성될 PIU 구성원에 대한 자격요건, 경험에 대한 점검이 요구되며 EDCF 측에서도 사업 진행 과정에 대한 충분한 기술자문과 철저한 관리감독이 요구됨. 또한 NEDCo를 중심으로 구성된 PIU가 중앙정부와 충분히 소통하지 못하거나 적절한 자금 및 인력지원을 받지 못하는 가능성을 고려하여 이 부분 또한 사업기간 동안 EDCF 측의 면밀한 관찰이 요구됨

- **(사업의 재정관리)** 현재 가나는 IMF에 의해 자재의 통관, 반입, 세금, 환율 등이 영향을 받고 있어 자금 조달 과정에 불안 요소가 존재함. 또한 에너지부 및 NEDCo 측의 자금의 효율적 관리 역량 및 재정적 신뢰도에 대한 신뢰할만한 지표를 발견하지 못하여 최근 세계은행에서 분석한 가나 에너지부에 대한 재정관리 프레임워크 결과를 참고하여 사업 위험요소를 보통으로 책정함. 사업 수행 전 NEDCo 측에서 준비되어야하는 자금 및 운용계획에 대해 검토가 필요하며 본 사업이 다년 사업으로 진행될 가능성이 있는 만큼 이에 대한 연간 검토가 요구됨.
- **(사업의 기술적 측면)** 본 배전효율화 사업 내 구성된 활동은 전력 분야에서 일반적으로 수행되는 활동으로 특별히 새로운 기술적 디자인이 요구되지 않아 기술적 측면의 위험도는 낮은 것으로 판단함.
- **(환경 및 사회적 요소)** 배전효율화 사업 수행 시 사회적 위험 수준은 낮은 것으로 예상됨. 그러나 사업 수행 내용이 장거리에 걸쳐 신규 전력시설을 건설해야 하는 만큼 토지와 공기 등 환경파괴가 수반될 수 있어 위험도를 보통으로 책정함. 공사 수행과정에 있어 가나 정부와 NEDCo의 규제법(규정)을 면밀히 검토하여 준수하기 위한 준비과정이 필요함.

- (기타) 현재 배전 효율화 사업의 사업부지가 사유화 되어 있음. 사업 부지 확보에 대해 확인해 본 결과 현재 배전 효율화 사업의 사업부지 중 Amangoase 변전소 부지와 Abesim 변전소 부지는 NEDCo에서 확보하였으나 Fiapre 변전소 부지는 확보 과정 중이라는 것을 PCP⁹⁷⁾를 통해 확인하였음. 이후 NEDCo측으로부터 본 사업에서 요구되는 변전소 등의 부지확보와 보상 문제가 없음을 확인을 완료하였음. 이를 바탕으로 최종적으로 부지 확보와 보상 문제가 없음을 EDCF에서도 이중으로 점검 확인이 필요함.
- 또한 추후 사업이 시작된 후에도 통행, 소음 등 민원이 발생할 가능성이 높음. 또한 사업 지역의 치안문제로 인해 자재와 인력 손실을 초래할 가능성이 있어 위험도가 높음으로 책정됨. 이에 대해 수원국의 사전 계획 수립이 요구됨.

8. 유사사업 분석에 따른 함의점

- 개발도상국 개발사업의 대표기관인 세계은행 및 기타 주요 원조기관의 과거 및 현재 에너지 분야 원조 사례를 살펴본 결과 사업 수행 중 아래와 같은 제약(장애요소)이 확인되었음.

[표 40] 유사사업 수행 시 발생 문제 및 함의점

발생 문제	함의점
사업 수행 지연 및 이로 인한 비용 증가	<p>기관의 사업관리 능력 부족, 토지보상 지연, 구매 과정의 지연, 부적절한 계획 등 다양한 요인으로 인해 사업 수행 지연이 발생하고 이는 다시 사업비용 증가로 귀결될 수 있음. 따라서 구매 및 유통이 필요한 항목을 표준화 시키고 자격을 갖춘 업체와 구매 과정의 간소화가 필요함</p> <p>또한 사업 수행관리 능력 강화 및 의사결정 간소</p>

97) NEDCo, (2018). “Project Concept Paper” , NEDCo System Enhancement Project in the Republic of Ghana

	화를 위해 의사결정 시스템을 일원화하고 사업 운용 경험이 있는 외부 전문가를 적극 활용할 필요가 있음
현지 전문가들의 관리 역량 부족	장비 사용교육과 같은 일방적인 기존의 역량강화 교육은 추후 운영의 지속가능성이나 효과적인 역량강화의 결과로 나타나지 않음. 따라서 기존의 역량강화 교육 방식에서 벗어나 실제 현지 관계자들의 업무 역량을 진단하고 현지 환경에 맞춰 구체적인 교육프로그램으로 구성하여 효과적으로 운영될 수 있음
사업 운용의 투명성 및 효율적 관리 부족	효과적이고 효율적인 전력 서비스 제공을 위해서는 정치적 이슈보다 규정 및 기술적 근거를 바탕으로 한 의사결정과정의 필요함. 특히 전력관련 시장과 관련된 정보에 대한 접근성 확보가 중요함

- 검토한 유사사업의 범위가 모두 상이하어 유사사업에서 도출된 모든 함의점을 반영하는 데 한계가 있음. 특히 교육과 같은 부분은 주로 무상사업에서 다루는 범위로 유상사업 맥락에서 그대로 적용하는 것에는 한계가 있음. 따라서 유사사업 함의점 중 현재 유상사업의 범위 내에서 적용 가능한 것들을 선별적으로 적용할 필요가 있음.

9. 소결

- 가나는 아프리카 내에서 사회경제 수준이 타 국가에 비하여 상당히 양호한 수준임에도 불구하고 남부와 중북부 간 심각한 빈부 격차와 불균등한 경제발전으로 인한 다양한 사회문제를 겪고 있음. 특히, 중북부지역은 남부지역에 비하여 경제발전 및 삶의 질의 근간인 전력 인프라가 현저히 부족함. 구체적으로 살펴보면, 심각한 배전 손실과 불안정한 배전 시스템으로 인하여 다양한 전력 문제를 겪고 있으며 점진적으로 이루어지고 있는 경제 발전과 인구 유입으로 인

하여 전력 수요는 지속적으로 증가하고 있는데 반해, 전력 품질은 점차 저하되고 신규 접속은 어려워 전력 문제의 악순환이 지속되고 있음. 전압 시설의 과부하 현상도 곳곳에서 발생하고 있어, 개별가구 및 기관들은 잦은 정전과 긴 정전시간을 경험하고 있으며, 이는 개인의 삶의 질을 저하하고 학교 및 보건시설과 같은 공공시설의 운영에 막대한 지장을 초래하고 있음. 또한 효율적으로 전력 시설들을 관리하고 관련 데이터를 체계적으로 관리할 수 있는 시스템 부족으로 인하여 불필요한 비용이 많이 발생하고 있음.

- 본 사업은 이러한 문제점을 해결하기 위해서 주요한 배전 관련 문제를 배전 손실과 불안정한 배전 시스템으로 정의하고, 본 사업을 통해 두 가지 측면의 배전 문제가 개선되는 것에 목적을 두고 있음. 이를 위해 사업 효과가 가장 극대화할 수 있는 지역들이 사업대상지로 제안되었음. 구체적으로, 가나 중북부 지역 중 6개 사업대상지가 선정되었는데 이들은 공통적으로 가나 전국 내 빈곤층 비율이 가장 높으며 전기 접근률이 가장 낮고, 전력공급의 비효율성 및 불안정성이 심각한 수준인 지역들임. 더불어 앞으로도 경제발전으로 인하여 지속적인 전력 수요가 높아질 것으로 예측되는 곳들임. 한편, 사업대상지의 특성에 따라 배전 손실을 저감하고 배전 시스템 향상이라는 두 가지 목적 중 우선적으로 해결되어야 할 목적을 설정함. 다음의 [표 41-1], [표 41-2]와 같은 검토 결과를 토대로 사업대상지 선정은 적절하다고 판단됨.

[표 41-1] 배전효율화사업 대상지역 적절성 검토 1

No	사업 대상 지역	사업대상 도시	선정근거	
			지역적 특성	전력 수급 현황 특성
1	Brong Ahafo 주	Techiman 시	Sunyani와 더불어 Brong-Ahafo 내 주요도시로 성장 잠재력이 높으며 북부지역을 연결하는 주요 도로에 위치. 지역 내 공공시설 (교육기관, 의료기관)의 다수 위치함	긴 전선으로 인한 전력 손실이 심각함. 이로 인해 정전이 발생하는 등 배전 신뢰도 저하가 발생하고 있음. 따라서 변전소와 콘덴서뱅크 설치를 통해 배전 효율성 증대가 적절하다고 판단됨.
2		Sunyani시	Brong-Ahafo의 주도로 공항 위치 다수의 고등 교육기관과 3개 대형 의료기관 밀집	긴 전선으로 인한 전력 손실이 심각함. 이로 인해 정전이 발생하는 등 배전 신뢰도 저하가 발생하고 있음. 따라서 변전소와 콘덴서뱅크 설치를 통해 배전 효율성 증대가 적절하다고 판단됨.
3	Upper West 주	Wa시	Upper West 주의 주도로 부르키나파소와 연결되는 거점도시. 대학 등 고등교육기관이 위치하며 추후 학교, 병원 등이 지속적으로 건설예정	낙후된 변전소와 현저하게 부족한 변전소 수로 인한 심각한 배전 손실과 이에 따른 전력 공급의 불안정성이 발생하고 있음. 따라서 변전소 및 콘덴서뱅크 설치를 통한 배전 손실을 저감을 우선적 목적으로 설정하는 것이 적절함.

[표 41-2] 배전효율화사업 대상지역 적절성 검토 2

No	사업 대상 지역	사업대상 도시	선정근거
1	Upper West 주	Tumu시	Upper West의 Sissala East District의 주요도시 잦은 정전과 긴 정전시간 발생 등 전력 공급의 불안정성이 가장 심각한 문제임. 최근 변전소가 설치되었는데 개폐소 미설치로 인한 전력 공급의 불안정성 지속으로 배전 신뢰도 향상을 목적으로 개폐소 설치가 적절함.
2	North-ern 주	Tamale시	Northern 주의 주도이자 가나 내 4번째로 큰 도시로 742개의 초/중등 교육기관과 5개 이상의 고등 교육기관(대학 및 전문대학)이 밀집됨 최근 변전소 증가로 높은 수요에 대한 대응이 잘 이루어지고 있으나 지역이 넓어 배전 시설의 효율적 관리가 어려움. 이에 따른 배전 시스템 신뢰성 저하 및 비효율적인 고객관리의 문제점이 있음. 따라서 배전 시스템 신뢰도 향상을 목적으로 DNMS 설치가 적절함.
4		Bimbilla시	주변 소도시의 교육수요를 포함하여 교육기관 밀집 전압의 불안정성이 가장 심각한 문제이므로 전압조정을 통한 정격전압 보상이 우선적으로 해결되어야 함. 따라서 배전 시스템 신뢰도 향상을 목적으로 개폐소, 전압 승강기, 콘덴서 뱅크 설치가 적절함. 이를 통해 전력 손실 등의 차선적 이슈도 개선될 것으로 예측됨.

□ 본 사업의 주요 이해관계자인 에너지부는 SDG의 달성과 더불어 북부지역과 남부지역간의 전기 이용의 격차를 줄여 나아가 가나인의 보편적인 이용이 가능하도록 본 프로젝트를 선정함. 또한, 이를 지

원하기 위하여 정책적 변화도 고려하겠다는 의지를 보이는 만큼 적극적으로 북부 지역의 전력 문제에 대하여 해결하고자 하는 자세를 엿볼 수 있음

□ 다만, NEDCo의 경우 본 프로젝트의 이행기관인 동시에 수혜기관으로서 비교적 신생 기관임에 따라 관련 프로젝트 경험과 전문 인력이 부족함. 그러나 경력이 풍부한 매니저와 교육에 대한 수요 의지를 보이며 발전 가능성이 있음. 또한 관할 지역에 전력 서비스 질을 높여 고객 만족을 이끌어내고자 본 프로젝트를 제안하며 향후 향상된 서비스 제공과 잠재 고객을 확보하고자 노력하는 모습을 볼 수 있었음

□ 수혜 관계자의 측면에서 기존의 불안정한 전력 공급의 환경에도 불구하고 교육시설과 의료시설이 설립되었었고, 설립 이래로 안정된 전력 환경이 제공되지 못함에 따라 본 프로젝트를 통한 안정적인 전력 공급 환경이 절실함. 이는 수혜 지역의 교육 서비스와 헬스케어 서비스의 질 향상에 기인할 뿐만 아니라 인근 지역 주민의 유입을 통해 지역 활성화를 꾀할 수 있음.

□ **(사회적 기대효과)** 부가적인 사회적 기대효과로는 △ 농업 활성화를 통한 지역 경제발전의 가속화와 가나 정부의 도시화 능력 강화 △ 교육·의료 서비스 개선을 통한 여성 능력과 성평등 강화 △ 물과 위생 관리 개선을 통한 안전과 환경보호 강화 △ 전반적인 에너지 공급 안정을 통한 국가 발전계획 달성 등이 있음

□ 또한 여성인권 향상과 환경보호 등을 기대할 수 있음. 전기의 안정적인 공급으로 여성의 가정일이 수월해지며 경제활동 기회가 많아지고 소녀들의 교육 기회도 많아질 것으로 생각되며 낭비되는 손실량을 줄여 석유, 석탄, 천연자원의 낭비를 줄이고 이산화탄소 배출을 감축시킬 수 있음. 또한 장작, 숯, 석탄, 연탄 등의 고체 연료 대신 전기를 이용하기 때문에 여성과 어린이의 건강에 긍정적인 영향

을 줄 수 있고 환경 오염원을 줄일 수 있음

- 한편, 동 사업은 넓은 사유지역과 주요 공공시설을 대상으로 하는 만큼 사업 수행 과정에 △ 잦은 민원 △ 부정부패 △ 금융제도의 불안정 △ 치안 불안 △ 환경 파괴 △ NEDCo의 해외 수원 경험 부족 등으로 인한 위험요소가 따를 수 있으므로 철저한 사전준비와 환경심사 규제안 등에 대한 면밀한 검토가 필요할 것으로 보임.

- 본 사업을 통해 한국의 전문 인력과 선진 기술을 활용하여 가나의 배전 분야의 문제점을 해결하는 것은 한국과 가나 간 국가협력전략의 중점협력분야 중 그 동안 미진했던 에너지 분야에 대한 협력이 활성화된다는 점에서 긍정적이라 평가될 수 있음. 특히, 가나 국가 내에서도 개발협력 지원이 부진했던 중북부 지역의 심각한 인프라 문제 중 배전 손실 및 불안정한 전력 공급의 문제를 개선함으로써 궁극적으로 가나의 지역간 불평등 격차를 줄이고 빈곤문제를 완화시키는 데에 기여할 수 있을 것이라 기대됨.

- 결과적으로, 본 사업은 SDGs 측면에서의 빈곤퇴치, 한국과의 국제협력관계의 취지, 가나 국가적으로 설정한 지역 간 불평등 격차의 완화라는 거시적 차원의 다양한 목적에 모두 부합하는 것으로 보이며 사업 대상지들 또한 지역적 특성과 전력 서비스 수급 현황 등이 세부적인 사업 목적과 유기적으로 연결되어 적절히 선정되었다고 보임. 또한 본 사업의 직접 수혜자들이 개별 가구뿐만 아니라 학교 및 보건시설 등 공공의 이익을 위한 기관들이 많은 비중을 차지하고 있는 바, 원조를 통한 지원 방식 또한 적절하다고 판단됨.

IV 성과 관리 프레임워크 수립

1. 사업논리모형 (Logical Framework)

- 이해관계자 분석, 문제분석 그리고 목표 분석 등을 통해 설정된 사업 범위를 바탕으로 사업논리모형을 작성하면 아래 표와 같음.

[표 42] 가나 NEDCo 배전효율화사업 Logical Framework

구분	지표	기초선	목표치	가정/리스크	
중장기 효과 ¹⁾	1. 전기 사용량 증가	1. 전기 사용량	323MWh ⁹⁸⁾	646~807 MWh ⁹⁹⁾	1. 전기에너지 발전량 증가한다 2. 수용가 분전반 개선에 재투자된다
	2. 전력요금 징수율 증가	2. 요금 징수율	69%	80~85% ¹⁰⁰⁾	
산출결과 ²⁾	1. 배전 효율성 증대 (Increased distribution efficiency)	1. 배전손실률(Sunyani)	3.27%	2.99~4.03%	수용가로 배전선로 연결 및 전기회로 보호장치(배선용 차단기, 누전차단기 등) 가 설치된다
		1. 배전손실률(Techiman)	2.42%	3.54~4.44%	
		1. 배전손실률(Wa) ¹⁰¹⁾	2.40%	3.00~3.80% ¹⁰²⁾	
	2. 전력 서비스의 신뢰도 향상 (Improved reliability of service)	2-1.SAIDI(Tumu) ¹⁰³⁾	82.7	40~35 hr/yr	설치된 배전시설의 안정적 운영 관리된다
		2-1.SAIDI(Bimbilla) ¹⁰⁴⁾	126.4	63~58 hr/yr	
		2-2.SAIFI(Tumu) ¹⁰⁵⁾	150	75~70 no/yr	
	3. 전력 서비스	2-2.SAIFI(Bimbilla) ¹⁰⁶⁾	87.4	43.7~38 no/yr	제공되는 자료는 객관적이고 신뢰성이 있다
		3-1.새롭게 전기가 보급된 가구고객 수 (residential)	4,822	8,500~8,900	
	3-2. 새롭게 전기가	281,856	507,000~		

	접근성 확대 (Improved access to electricity)	보급된 기관고객 수 (non-residential)		521,000	
산출물 ³⁾	1. 배전시설 및 설비 현대화 2. 배전운영시스템 고도화	1. 설치된 변전소 수 2. 설치된 콘덴서 뱅크의 수 3. 설치된 개폐기 수 4. 설치된 DNMS 시스템 수 5. 승압기 설치 수			1. 사업 수행기관과 협력기관의 의사소통과 협력이 유지되며 의사결정이 적시에 이루어진다 2. 사업지역 내 유관기관이 사업에 적극적으로 협조한다 3. 제공되는 자료는 객관적이고 신뢰성이 있다 4. 재난이나 정치적 갈등상황이 발생하지 않는다
사업목표 : 배전 분야에서의 전력 손실 감소, 전력 에너지의 신뢰성 향상 주 수혜자 : 북부지역 주민					

98) Tamale 지역 제외

99) Energy Commission of Ghana에서 2017년 발간한 National Energy Statistics 2007-2016 NEDCo에서 실제로 판매된 전기 용량. 목표치는 FS팀 네트워크 분석결과를 참고하여 2030년 기준 수요량이 최소 1.5배 증가하는 것으로 참고하여 목표치 범위를 100~150%로 정하였음.

100) NEDCo 측정 자료 (2017년 연간보고서) NEDCo 자체 징수 시스템에 의해 측정. 목표치는 ECG 자료를 참고하여 2030년 요금 징수율을 85% 잡되, 최소 80~85% 증가하는 것으로 정하였음.

101) 본 사업의 의무이행과업인 Wa 변전소 1기 기준(2기 제외)

102) FS팀이 분석한 2023년까지의 예측 결과를 근거로 검토함.

103) NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 기초선과 목표치를 설정함.

104) NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 기초선과 목표치를 설정함.

105) NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 기초선과 목표치를 설정함.

[표 43] 가나 NEDCo 사업 지표

지표별 정의 및 관리			
지표명	정의	자료원/ 자료수집방법	지표관리담당자
전 인구의 전력접근률	NEDCo에서 연간 판매한 전기량	NEDCo 측정 자료/NEDCo 자체 징수 시스템에 의해 정기적으로 측정	
요금 징수율	NEDCo에서 요금이 부과 대상 고객 수 중 실제 요금이 징수된 비율	NEDCo 측정 자료/NEDCo 자체 징수 시스템에 의해 정기적으로 측정	
배전손실률	배전 변전소로부터 송출된 전력 가운데 실제로 수용가에게 판매된 전력을 제외한 나머지를 송출된 배전전력량으로 나눈 비율	NEDCo 측정 자료/NEDCo 변전소에서 송출된 전력과 수용가에게 판매된 전력의 비율로 배전손실률을 정기적으로 측정	
SAIDI	계통 평균정전지속시간 지수	NEDCo 측정자료/NEDCo에서 변전소 혹은 전력 시설에서 상시로 정전의 횟수, 지속시간 등의 정보를 수집함	
SAIFI	계통 평균정전빈도수 지수	NEDCo 연간 보고서/NEDCo에서 변전소 혹은 전력 시설에서 상시로 정전의 횟수, 지속시간 등의 정보를 수집함	
새롭게 전기가 보급된 고객 수	해당 분기에 새롭게 전기요금이 부과된 고객(가구 및 기관) 수	NEDCo 전기요금 청구 목록/NEDCo의 전기요금 청구내역에서 신규고객 수 수집	

106) NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 기초선과 목표치를 설정함.

배전효율화 사업 수행 시 예상되는 산출결과는 크게 배전 효율성 증대, 전력 서비스 질 제고, 전력서비스 접근성 확대 3가지로 구분될 수 있음. 3가지 산출결과는 공급자적 측면, 실사용자적 측면, 기관의 발전 혹은 성장 잠재성 측면을 고려하여 설정하였으며 각 3가지 성과에 따른 주요 내용은 다음과 같음.

- **(배전 효율성 증대)** 현재 사업 활동으로 계획되어 있는 변전소 건설 및 콘덴서 뱅크 설치를 완료하여 사업 지역 내 전력 손실 저감을 통해 달성될 수 있음. 이를 위하여 본 사업에서는 6개의 변전소 건설 및 12개의 콘덴서 뱅크를 설치를 지원할 계획을 가지고 있으며, Brong-Ahafo 주의 Techiman시, Sunyani시, West 주의 Wa시가 사업대상지역임. 또한 이를 위한 산출결과 지표로서 배전손실률을 제안하는 바이며, 산출물 지표로는 추가된 변전소 설치 수, 추가된 콘덴서 뱅크의 수, 추가된 변전소 트랜스포머 수로 파악 가능할 것으로 예상함.
- **(전력 서비스 신뢰도 제고)** 전력 서비스의 신뢰도 제고를 위해 본 사업은 2개의 개폐소, 1개의 DNMS 시스템 및 1개의 전압 승압기 설치를 지원할 계획임. 사업예상지는 Upper West 주의 Tumu시, Northern 주의 Tamale시 및 Bimbilla시임. 이를 위한 산출결과 지표로서 수용가 관점에서 전력 서비스의 질 평가를 위해 널리 활용되고 있는 SAIFI와 SAIDI 지표를 제안하는 바임. 산출물 지표로는 설치된 변전소의 수와 콘덴서 뱅크의 수, 그리고 승압기의 수를 선정하였음.
- **(전력서비스 접근성 확대)** 현재 계획된 배전효율화 사업은 전력 서비스 접근성 확장에 직접적으로 기여하는 주요한 개입으로 볼 수 있으며 전력 접근성 향상은 전력 활용이 가능한 수용기관 및 수용가들의 수의 증가를 통해 확인할 수 있음. 이를 위한 산출결과 지표로서 새롭게 전기가 보급된 고객 수가 활용될 수 있을 것이라 판단됨.

2. 성과관리 프레임워크 수립

- 산출결과(Outcome)에 대한 성과지표 및 각 지표별 정보는 아래와 같음. 이는 추후 성과관리 프레임워크 수립을 위한 자료로 활용할 수 있음

[표 44-1] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(배전손실률)

Outcome 1. 배전효율성 증대 성과지표					
지표명	배전손실률	기초선(2017)/ 목표치(2030)	지역	기초선	목표치
			Sunyani	3.27%	2.99~4.03%
			Techiman	2.42%	3.54~4.44%
			Wa	2.40%	3.00~3.80% ¹⁰⁷⁾
지표정의 (지표 산출방법)	<p>배전 손실은 배전용 변전소로부터 송출된 전력이 고압배전선로, 배전용 변압기, 저압배전선 및 인입선 등을 거쳐 수용지점에 이르는 동안 발생하는 저항에 의한 손실(technical loss)와 계량 오차로 인한 손실(non-technical loss) 두 종류가 있음. 위와 같은 이유로 발생한 전력 손실을 백분율로 표시한 것을 배전손실률%이라고 하며 산출공식은 다음과 같음.</p> $\text{배전손실률\%} = \frac{\text{배전전력량} - \text{판매전력량}}{\text{배전전력량}} \times 100\%$ <p>즉, 배전 변전소로부터 송출된 전력 가운데 실제로 수용가에게 판매된 전력을 제외한 나머지를 송출된 배전전력량으로 나눈 비율을 의미함.</p>				

	목표치는 2030년을 기준으로 하되, 목표치 달성 부담을 최소화하기 위하여 FS팀 네트워크 분석 자료에서 2025년부터 2030년에 해당하는 수치를 목표범위로 설정함.
수집빈도	월별로 각 배전 선로당 배전손실률을 계산하고, 이를 통해 연간 1회 평균값을 계산하여 사용함
지표 출처	NEDCo 측정 자료
지표 수집방법	NEDCo 변전소에서 송출된 전력과 수용가에게 판매된 전력의 비율로 배전손실률을 정기적으로 측정
지표선정 이유	전기가 고압배전선로, 배전용 변압기, 저압배전선로, 인입선 등을 거치는 동안 선로의 저항에 의해 어쩔 수 없이 손실이 발생할 수밖에 없음. 하지만, 손실률이 높을수록 같은 수요량에도 더 많은 발전량을 생산해야하기 때문에 경제적으로나 환경적으로 부정적인 영향을 줌. 따라서 송배전손실률, 송변전손실률과 함께 배전손실률 지표는 거의 모든 전력 회사에서 관련된 통계를 가지고 있으며 이를 낮추기 위해 선로의 재료, 회로 등의 연구가 활발하게 진행되고 있음

[표 44-2] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(SAIDI)

Outcome 2. 전력 서비스질 제고 성과지표 - 1					
지표명	SAIDI	기초선 (2017) /목표치	지역	기초선	목표치
			Tumu	82.7	40~35 hr/yr
Bimbilla	87.4	43.7~38 no/yr			

107) FS팀이 분석한 2023년까지의 예측 결과를 근거로 검토함.

108) SAIDI와 SAIFI의 수식에서 사용된 변수들의 의미

지표정의 (지표 산출방법)	계통 평균정전지속시간 지수 ¹⁰⁸⁾ ($SAIDI = \frac{\text{고객 그룹에 대한 총 정전시간}}{\text{모든 고객수}} = \frac{\sum(U_i N_i)}{\sum N_i}$)
수집빈도	한 달 단위로 정전시간을 평균 내어 사용함 - 지표의 수집 빈도는 월별 수집으로 함. 이는 나라마다 전기를 많이 사용 하는 시간(기간, 월) 및 자연재해(기간, 월)로 인한 정전 발생 등에 대한 데이터를 구축하여 대비할 수 있으며 월별 데이터를 추후 연간 평균으로 나타낼 수 있음
지표 출처	NEDCo 측정자료
지표 수집방법	NEDCo에서 변전소 혹은 전력 시설에서 상시로 정전의 횟수, 지속시간 등의 정보를 수집함
지표선정 이유	일반적으로 고객들은 전기를 소비할 때 중단 없이 공급이 되는 것을 원하고 정부/전력회사는 사람들에게 전기가 얼마나 잘 공급이 되고 있는지 관심을 가지고 있음. 이 때 SAIDI는 고객 한 사람이 평균적으로 몇 시간의 정전을 경험하게 되는가를 보여주는 지표로 일반적으로 SAIFI와 함께 배전 시설의 신뢰성을 나타내는 지표로써 사용됨. 지표의 계산이 매우 간단하여 직관적으로 이해하기 쉬우며 다른 국가, 다른 지역의 시설과의 직접적인 비교도 가능하다는 장점이 있음. 그 예 ¹⁰⁹⁾ 로 북유럽 당국은 SAIDI/SAIFI 기준을 적용하여 시장에서 전력 분배를 모니터링하고 있으며, 핀란드를 비롯한 일부 국가에서는 배전 네트워크 사업자에게 전기 분배가 오래걸리는 경우 고객에게 환급을 요구하는 규정을 채택하고 있음. 목표치는 2030년을 기준으로 하되, 목표치 달성 부담을 최소화하기 위하여 NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 목표범위로 설정함.

N_i : 통계 모집단 내 i번째 지역에 속한 고객 수

U_i : i번째 지역에서 발생한 총 정전시간(hour)

[표 44-3] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(SAIFI)

Outcome 2. 전력 서비스질 제고 성과지표 - 2					
지표명	SAIFI	기초선 (2017년) / 목표치 0	지역	기초선	목표치
			Tumu	150	75~70 no/yr
			Bimbilla	87.4	43.7~38 no/yr
			Tamale	-	-
지표정의 (지표 산출방법)	계통 평균정전빈도수 지수($SAIFI = \frac{\text{고객 그룹에 대한 총 정전 횟수}}{\text{모든 고객수}} = \frac{\sum(\lambda_i N_i)}{\sum N_i}$)				
수집빈도	한 달 단위로 정전시간을 평균 내어 사용함 - 지표의 수집 빈도는 월별 수집으로 함. 이는 나라마다 전기를 많이 사용 하는 시간(기간, 월) 및 자연재해(기간, 월)로 인한 정전 발생 등에 대한 데이터를 구축하여 대비할 수 있으며 월별 데이터를 추후 연간 평균으로 나타낼 수 있음				
지표 출처	NEDCo 연간 보고서				
지표 수집방법	NEDCo에서 변전소 혹은 전력 시설에서 상시로 정전의 횟수, 지속시간 등의 정보를 수집함				
지표선정 이유	일반적으로 고객들은 전기를 소비할 때 중단 없이 공급이 되는 것을 원하고 정부/전력회사는 사람들에게 전기가 얼마나 잘 공급이 되고 있는지 관심을 가지고 있음. 이 때 SAIFI는 고객 한 사람이 평균적으로 몇 번의 정전을 경험하게 되는가를 보여주는 지표로 일반적으로 SAIDI와 함께 배전 시설의 신뢰성을 나타내는 지표로써 사용됨. 지표의 계산이 매우 간단하여 직관적으로 이해하기 쉬우				

λ_i : i번째 지역에서 발생한 총 정전 횟수(회)

109) 출처 : <https://www.ensto.com/company/newsroom/articles/saidi-and-saifi-indices-guiding-towards-more-reliable-distribution-network/>

며 다른 국가, 다른 지역의 시설과의 직접적인 비교도 가능하다는 장점이 있음. 그 예로 북유럽 당국은 SAIDI/SAIFI 기준을 적용하여 시장에서 전력 분배를 모니터링하고 있으며, 핀란드를 비롯한 일부 국가에서는 배전 네트워크 사업자에게 전기 분배가 오래 걸리는 경우 고객에게 환급을 요구하는 규정을 채택하고 있음.

목표치는 2030년을 기준으로 하되, 목표치 달성 부담을 최소화하기 위하여 NEDCo의 주별 측정자료와 NEDCo에서 실시한 2023년 기준 사업수행 전후 예측자료를 참고하여 목표범위로 설정함.

[표 44-4] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(새롭게 전기가 보급된 가구 고객 수)

Outcome 3. 전력서비스 접근성 향상 성과지표 -1				
지표명	새롭게 전기가 보급된 고객 수	기초선(2017) /목표치(2025)	기초선 4,822	목표치 8,500~8,900
지표정의 (지표 산출방법)	해당 분기에 전체 전기요금 부과된 가구 고객 중 사업대상지 내 새롭게 전기요금 부과된 고객 수			
수집빈도	분기별			
지표 출처	NEDCo 전기요금 청구 목록			
지표 수집방법	NEDCo의 전기요금 청구내역에서 신규고객 수 수집			
지표선정 이유	새롭게 전기가 보급된 고객 수는 본 배전효율화사업이 추구하는 안정적 전력공급을 수혜자 측면에서 확인할 수 있는 지표로서 전력 접근성 향상을 직접적으로 나타냄. 또한 구체적으로는 전기요금 부과되는 고객 수를 측정함으로써 향후 운영 관리를 위한 수익 증대의 가능성을 간접적으로 나타냄			

	<p>수 있음</p> <p>목표치는 유사사업인 JICA 프로젝트를 참고하고 2030년 기준 85% 증가로 정하되, 목표치 달성 부담을 최소화하기 위하여 80~85% 증가율을 고려하여 목표치 범위를 설정함.</p>
--	--

[표 44-5] 산출결과에 대한 성과지표 및 지표별 정보(새롭게 전기가 보급된 기관 고객 수)

Outcome 3. 전력서비스 접근성 향상 성과지표 -1				
지표명	새롭게 전기가 보급된 기관 고객 수	기초선(2017) /목표치(2025)	기초선	목표치
			281,856	507,000~ 521,000
지표정의 (지표 산출방법)	해당 분기에 전체 전기요금에 부과된 고객 중 사업대상지 내 새롭게 전기요금에 부과된 기관 수			
수집빈도	분기별			
지표 출처	NEDCo 전기요금 청구 목록			
지표 수집방법	NEDCo의 전기요금 청구내역에서 신규고객 수 수집			
지표선정 이유	<p>새롭게 전기가 보급된 고객 수는 본 배전효율화사업이 추구하는 안정적 전력공급을 수혜자 측면에서 확인할 수 있는 지표로서 전력 접근성 향상을 직접적으로 나타냄. 또한 구체적으로는 전기요금 부과되는 고객 수를 측정함으로써 향후 운영 관리를 위한 수익 증대의 가능성을 간접적으로 나타낼 수 있음</p> <p>목표치는 유사사업인 JICA 프로젝트를 참고하고 2030년 기준 85% 증가로 정하되, 목표치 달성 부담</p>			

을 최소화하기 위하여 80~85% 증가율을 고려하여 목표치 범위를 설정함.

- 제시된 4개의 지표 중 SAIDI와 SAIFI 지표는 현재 NEDCo에서 월별로 측정중인 지표로 향후에도 수집에 어려움이 없음. 또한 배전손실률 또한 NEDCo에서 측정 중이므로 지표 사용에 기술적 어려움을 없을 것으로 판단됨. 따라서 사업 착수 전 측정 후 기초선 값을 추가로 명확하게 확인할 필요가 있음.

3. 예상 문제점 및 대응방안

가. 사업 수행 구조 상 예상 문제점

- 유상원조의 특성 상 수원국의 주인의식 및 주체성이 강조됨. 대규모 차관을 바탕으로 사행되는 사업인만큼 장기간에 걸쳐 진행되므로 사업의 지연 방지 및 전문성과 투명성 유지가 필수적임. 따라서 공여국의 면밀한 관리감독이 요구됨.
- 따라서 사업의 원활한 수행을 위한 구조적 차원의 대응 방안이 요구됨. 구체적으로는 1) 단순하면서도 일원화된 의사결정 구조, 2) 수원국 및 공여국 양측의 일관된 담당자 배정, 3) 외부 전문가 적극 활용, 4) 성과지표에 대한 수원국과 공여국의 공통 관리가 우선적으로 필요함

나. 사업 수행 시 발생 예상 문제점

1) NEDCo의 유상원조 방식의 사업 수행 경험 부족

- NEDCo가 유상원조 방식의 ODA 사업을 수행 및 관리 경험이 부족한 것으로 파악됨에 따라 원활한 사업 추진 및 적절한 위험관리에 대한 신뢰성이 의문시됨. 사업 수행 단계별 NEDCo 측의 행정 관련 과업이 적절하게 달성되지 않을 경우, 사업 지연은 물론 사업 중단 가능성이 있어 이에 대한 대응이 필요함
- 특히, 가나 남부지역의 전력공급을 담당하고 있는 GRIDCo가 과거 수행했던 유사사업의 경우, 보상 관련 문제 때문에 90%이상 수행된 사업이 중도에 중단되는 사례가 보고된 바 있음. 사업수행단계별 예상되는 NEDCo 측 행정 과업 및 예상 문제점에 대한 대응방안은 다음과 같음

[표 45] 사업수행 단계별 예상되는 NEDCo 측 행정 과업 및 예상문제점과 대응방안

단계	행정과업 및 예상문제점	대응방안
사업 착수 전	<ul style="list-style-type: none"> • 가나정부 예산 확보 • 가나 정부 정책 공유 • 사업부지 확보 • 보상 및 세금 관련 이슈 해결 • 민원처리 	<ul style="list-style-type: none"> • 과업별 NEDCo 측 세부계획 공유 및 증빙제시가 가능한 사안에 대해서는 증빙 요구 • 사업부지 확보를 위해 토지보상에 대한 객관적인 증빙 확인, 세금문제 등에 대한 담당인력 지정 및 재정적, 인적, 기술적 역량에 대한 면밀한 검토와 문제해결과정에 대한 모니터링 필수
사업 수행과정	<ul style="list-style-type: none"> • 한국과 가나 간 기술적 차원의 기준(standard) 협의 • 의사결정 지연 • 프로젝트 및 현장 관리 • 사업비 적시 지급 • 민원처리 • 자연재해 등 돌발적으로 발생하는 위험요소에 대한 대응 	<ul style="list-style-type: none"> • PIU 구성계획 공유 • 의사결정구조 단순화 및 PIU 결정권 강화 • 과업별 프로세스 및 담당인력에 대한 역량 검토 • 자연재해에 대해서는 보험제도 활용 및 긴급구호 발생시 대책 수립
사업 완료 후	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스 유지관리 • 차관 상환 	<ul style="list-style-type: none"> • 재정조달방법 및 일정 등 차관상환능력에 대한 면밀한 검증 필요

2) NEDCo 측 담당 과업의 지연 가능성

□ 본 사업의 주요 성과 달성을 위하여 수행되어야 하는 필수적인 활동들 중 변전소 간 연결, 전선 간 연결은 본 사업의 과업 범위에 포함되어 있지 않으며, NEDCo 측 과업으로 협의된 바 있음. NEDCo 측과의 긴밀한 협조가 이루어지지 않아 해당 과업들에 대한 수행이 지연된다면, 본 사업의 주요 성과들의 달성 또한 지연될 가능성이 높음. 사업 지연의 위험을 최소화하기 위하여 동 분야에서 통상적으로 행해지는 방법 중 하나로서, 국가간 Loan agreement 체결 시

관련 조항을 조건 조항으로 두는 안을 고려할 수 있음.

3) 가나 정부의 환경평가 정책 및 규정에 대한 준수

- 현지 출장 중 NEDCo 측에서 본 사업 수행 시, 가나 정부의 환경평가 정책 및 규정 준수를 강조한 바 있음. 원활한 사업 추진을 위하여 가나 정부의 정책 및 규정에 대한 자료를 미리 확보하고 사전에 검토할 필요가 있음.

4) 사업계획의 변경 및 추가에 따른 위험요소

- 사업이 수행되면서 사업 내용이 구체화되는 과정에서 사업내용 변경이 일어날 수 있음. 그러나 이 때 적절한 기준이나 규정이 없다면 계획했던 성과달성의 지연은 물론 지표 변경까지도 고려해야하는 상황에 놓일 수 있음.
- 따라서 일관된 사업 추진 및 성과 달성을 위하여 사업 계획 변경에 대한 제약이나 조건에 대해 수행기관과 사전에 협의하는 것이 필요하다고 판단됨. 예를 들어, 전체 예산의 25%이내에서만 사업 내용 변경이 가능하다거나 지표 변경은 최소화하는 등 사업 수행 전 구체적인 협의가 필요함.

5) 기후 변화 및 자연재해의 취약성

- 기후 변화 및 자연재해 취약성이 높은 지역임. 지난 현지출장을 통해 확인된 바에 따르면, 2012년부터 약 3년간 가뭄, 태풍 등의 자연재해로 인하여 전력 공급량이 크게 감소되어 다양한 사회적 문제가 야기되었다고 함.
- 자연재해와 같은 돌발적 위험상황과 관련 피해에 대한 대응방안 수립이 매우 중요하다고 판단됨. 자연재해 피해경감을 위한 보험제도

활용, 긴급구호 지원방안에 대한 계획 수립, 현지 정부기관의 협조 방식에 대한 논의 등을 제안하는 바임.

4. 사업 지속 가능성을 위한 고려

- (가나 정부의 의지) 중앙 정부의 이해관계자는 SDG 목표의 달성과 가나 에너지 부문 목표 달성, 북부지역과 남부지역간의 전기 접근성 격차를 줄이기 위한 정책적 변화에 적극적으로 개입하고자 하는 의지를 갖고 있는 것으로 확인됨. 실제로 전력 서비스 개선을 위해 기존 요금 체계 변경을 통해 전기 요금 수급률을 높인 바 있으며, 전력서비스 개선 및 확대를 위한 정책 변경에도 적극적으로 참여한 전례가 있음. 이는 본 배전 효율화 사업의 효과성 및 지속가능성에 기여할 것으로 기대함.

- (안정적 재원) 안정적 전력 공급 유지에 대한 지속가능성을 위해서는 안정적 재원 확보 또한 필수적임. 이것은 공급된 전력에 대한 정확한 측정 및 요금 산출 및 징수의 체계적 시스템이 전제되어야 가능함. 본 사업의 일부 사업지에 DNMS 시스템이 도입됨에 따라 시스템 준비의 효과를 확인할 수 있을 것이라 판단됨. 이를 근거로 추후 다른 지역에까지 시스템이 확장되어야 할 것임. 한편, 전력서비스 사용자들의 요금 납부에 대한 의지 또한 중요함. 전력 사용기관과의 인터뷰 결과, 안정된 전기 서비스가 제공된다면 사용 요금이 높아지더라도 기꺼이 비용을 지불할 의사가 있다는 것이 확인된 바 있음. 따라서 본 사업을 통해 도입될 시스템 안정화 및 이에 대한 효과 측정이 단기적으로 이루어져야 할 과업으로 예상되며, 수용가 측면에서의 서비스 품질관리에 초점을 두어야 할 것으로 보임. 이를 위해 NEDCo와 구체적인 방안 및 이행계획에 대한 논의가 필요함.

- (인적자원관리) 프로젝트 종료 이후에도 지속적으로 안정화된 전력 관리 및 향상된 전력 서비스 제공을 위하여 체계적으로 인적자원이

관리될 필요성이 있음. 전력 설비를 적절하게 운용 및 관리할 수 있는 인적자원의 확보를 위하여 주기적인 교육 및 역량개발이 이루어져야 함. 또한 한국으로부터 선진화된 기술 및 시스템에 대한 지식과 관련 역량을 전수받을 수 있는 프로그램 및 구체적인 계획이 필요함. 이를 담당하는 주 전담인력 배정 또는 부서의 설치와 인력 자원의 현 수준을 파악하는 모니터링 계획 수립이 필요함. 이를 통해 사업의 지속가능성이 담보될 수 있을 것으로 사료됨.

5. 범분야 이슈

□ (환경) 개폐소 건설 부지와 배전선 공사 구역 및 임시 작업 공간의 환경 손실을 줄여 지역의 랜드 마크나 나무 등의 별목으로 인한 피해를 줄이는 것이 필요함. 따라서 a) 배전선로 공사는 무분별한 별목을 방지하도록 하고 b) 해당 구역의 사전 조사를 통해 중요한 나무 등 환경적인 부문에 대해 주의 깊게 살피어 기술적으로 피해를 최소화 하도록 함. c) 공사 작업이 끝나면 모든 잔해물과 쓰레기를 치우고 타지 않도록 해야 하며 d) 근로자에게 해당 구역 외 나무를 포함한 식물의 손상을 끼치지 않도록 지시하여야 하며 연료나 목재로의 사용을 금하도록 함. e) 토지 소유자에게는 나무 등의 식물에 대한 보상금을 지불하여 피해를 입은 부문에서는 구제받을 수 있도록 해야 하며, f) 베인 나무 한 그루당 배전선로로부터 10미터 거리에 세 그루의 나무를 심을 수 있으며, g) 국제 기준에 따라 나무 / 관목 / 관상용 식물은 1 : 3 비율로 보상하여 심을 수 있으며, h) 공사 완료 후 임시로 설치한 사무소, 휴게실 및 화장실 등 모두 제거하도록 함 (AfDB, no updated)

□ 고려해야할 또 다른 환경적 영향 : (a) 배전선로 부지와 도로 토지 취득 (b) 식생(vegetation) 정리 (c) 깊은 굴착 (기술) 개발 (d) 먼지, 소음 및 진동 (e) 폐 전기 및 전자 부품 관리 (f) 기름 유출로 인한 오염, 연료 및 위험물 유출 (g) 공사 근로자를 위한 산업 안전 보건 관리. 작업 중에 주요한 영향: 시각적 침입(visual intrusion), 전기

설비와 관련된 화재 위험 및 공공 안전, 변압기 및 개폐 장치의 절연유 유출 위험, 현대 가스(modern gas)로 채워진 개폐 장치(sulphur hexafluoride; SF6)에서의 가스 누설의 위험, 변압기 및 관련 장비의 소음, 엔지니어링 및 유지 보수 작업에서 발생하는 폐기물의 영향 (AfDB, 2014)

- **(지역 사회 경제)** 농업 분야에서 사용되는 전기 모터와 같은 기기는 농작물 수확과 생산성을 향상할 것이며 냉장고나 에어컨을 사용하는 음식점, 식료품점 등에서도 안정적인 전력 공급을 통한 시장 활성화에 기여할 것으로 봄 (AfDB, no updated)

- **(젠더)** The Millennium Development Authority (MiDA)는 여성, 노인과 장애인과 같은 취약 그룹 간에 에너지 또는 전기 접근과 관련하여 사회적인 불평등을 전달하는 Action Plan을 포함하는 Social and Gender Integration Plan (SGIP)를 발간하며 가나 내 다양한 에너지 기관 내에 젠더 대응 (gender responsiveness) 촉진과 남성과 여성간의 불평등에 대해 전달함. 에너지 정책은 성별간 중립적일 것이라는 인식이 만연하지만 중립적이지 않고 불평등하게 바라보는 시선도 있음. 이에 따라 여성과 취약 그룹의 에너지 섹터 내에서 구직 기회를 향상하고, 저렴한 비용의 관세율을 적용하여 전기 요금을 낮추도록 하고, 가나 시민들의 안전한 근무 환경을 보장하도록 함 (Ghana News Agency, 2017)

- **(사회적 젠더 통합)** 최근 국제개발 분야에서 성 주류화 관점을 전 분야 및 정책에 반영하고자 하는 추세임. 따라서 본 사업에서도 사업지의 현실적 맥락을 고려하여 성 주류화 관점을 반영하는 노력을 기울일 수 있을 것으로 기대됨. 예를 들어, 여성과 남성의 평등한 기회 보장과 업무 환경 개선을 위한 정책 프레임 워크 제공을 통해 에너지 분야에서 여성의 점진적으로 참여확장을 기대할 수 있음 (MiDA, 2014)

- NEDCo에서는 성 (gender) 정책 개발 지원 및 관련 지식 공유, 네트워킹, 인턴십 및 멘토링 개발을 통한 성 정책 실행 및 여직원 협회 역량 강화를 위한 NEDCo의 제도적 역량 강화 활동과 과학 기술 분야의 대학생 지원에서도 여자 대학생에게 주력하고자 함 (MiDA, 2014)

- 가나 정부에서 2012년에 MCC에 전달한 The Social and Gender Assessment에서는 소득 수준에 따른 전기 접근 격차와 함께 가나의 전기 접근에 대한 예비 문제(preliminary issues)가 강조됨. 특히 여성의 수입 창출 활동에 높은 에너지 투입이 요구되며, 생산적 활동에 필요한 현대 에너지(modern energy)에 대한 접근은 제한적임을 지적함. 이에 따라 MCC의 젠더 정책에 따라 사회적 성별 고려 사항을 Access Project에 반영하도록 기술하고 있는데 첫째, 시장의 대부분의 MSME¹¹⁰⁾s 을 저소득 여성들이 소유 및 운영하고 있어 조명 전기 및 전기 사용의 증가는 소득 향상의 기회로 보며 조명의 증가는 안전한 업무 환경에 기여할 것임. 둘째, 파트너십 강화를 통해 여성 시장 단체를 무역 교류 활동에 포함하며 여성으로서 겪는 어려움을 전달하고 유관 기관을 통해 필요한 도구가 있다면 조달받으며 전력 문제를 해결하도록 함. 궁극적으로 사회적인 포용력과 함께 능동적으로 여성에게 전기 서비스가 전달되도록 함 (MiDA, 2014)

110) MSME: Micro, Small, and Medium Enterprises 로 Micro: less than 6 people Small: between 6 and 29 people Medium: between 30 and 99 people 의 정규 또는 비정규직의 직원이 있는 사업

V 종합 결론

1. 요약

- 가나는 서아프리카 국가 중 민주주의의 선두주자이자 2000년대 이후 빠른 경제성장을 경험한 국가로서, 인근 아프리카 국가들에 비하여 비교적 안정된 정치적, 경제적 조건을 바탕으로 높은 성장 잠재력을 지니고 있음.
- 그러나 주요 원자재에 대한 의존도가 높고, 산업 발전의 기반인 인프라 개발에 취약하다는 구조적 문제를 가지고 있음. 실제로, 최근 국제 원자재 시장변화의 영향으로 다소 둔화된 경제성장률을 보이고 있으며, 인플레이션이 가속화되고 재정 불균형이 심화되는 등 불안정한 경제상황을 겪고 있음.
- 한편, 지속적인 경제성장으로 국가 빈곤층 비율은 크게 감소하였으나 지역 및 부문 간 불균형적 산업 성장으로 인하여 지역 편차가 심한 편임. 특히, 남부와 북부 간 상당한 경제수준 격차가 확인되고 있으며, 북부의 일부 지역은 다른 지역에 비하여 빈곤 문제가 심각한 수준인 것으로 보고되고 있음.
- 가나 정부는 이러한 불안정한 정치사회적 상황 및 불평등한 소득분배 구조를 타개하고 장기적 차원에서의 안정적인 경제 부흥을 도모하기 위하여 적극적인 경제 성장 친화 기조를 유지하고 있음. 구체적으로는 최상위 개발정책 “Vision 2020” (1996-2020)을 수립하고 2020년까지의 중소득국 진입을 목표로, 국가적 차원의 도전 과제 및 정책적 방향을 제시하고 있음.
- 한편, 가나는 주요 에너지원이자 인프라 건설의 기반인 전력 분야에서 상당한 문제점을 지니고 있는데, 지역 간 전력 공급 격차가 크고 송배전 설비의 노후화로 인하여 에너지 접근성 및 안정성 수

준이 높지 않음. 국가경제의 균형 잡힌 발전을 위해 전력 분야에서의 상당한 개선이 필요한 상황임.

- 이에, 국가적 차원에서 전력 분야에 대한 적극적인 대응전략을 취하고 있음. 즉, 전력과 에너지 분야는 최상위 개발목표를 달성하기 위한 단계별 국가개발계획 중 2014-2017년 가나 성장개발계획의 중점분야로 선정된 바 있으며, 민간 참여 확대, 공급량 확대전략, 운영 개선, 인력 양성 등 다양한 대응전략을 실행하고 있음.
- 전력 인프라 확충 및 개선에 대한 가나의 관심과 니즈는 우리나라와의 제1차 국가협력전략에서도 드러난 바 있음. 가나의 발전과 빈곤 감소에 기여하고 양국 간의 우호와 교류협력 증진을 목적으로 하는 국가 간 협력전략인 우리나라와의 국가협력전략의 중점협력분야로서 전력 인프라 확충(에너지)은 보건위생 및 의료 환경 개선과 기초교육 환경개선과 함께 선정된 바 있고, 중점분야에 우리나라 국제개발 지원액의 최소 70% 이상이 지원되기로 하였음.
- 그러나 전력 인프라 확충을 비롯한 에너지 분야는 우리나라의 국제개발을 위한 총 지원금 중 약 2.43%만이 지원되어 지원금 수준 기준으로 가장 하위 분야로 보고되고 있음
- 본 사업은 그 동안 경시되어왔던 전력 에너지 분야에 주목한 사업임. 구체적인 사업내용을 살펴보면, EDCF의 유상원조방식으로 진행되며, 가나 정부기관인 에너지부 주도 하에, 북부지역의 전력 공급을 담당하고 있는 NEDCo가 사업 실행을 담당할 예정임.
- 사업대상지는 경제 발전 수준이 상대적으로 낮은 중북부 지역의 주요 6개 도시이며, 구체적인 사업활동은 배전 손실을 저감 및 배전 안정성 제고를 목적으로 6기의 변전소, 12기의 콘덴서 뱅크, DNMS 시스템 및 2기의 개폐소와 전압 승압기를 설치하는 것임.

- 6개 도시는 테치만(Techiman), 쑤냐니(Sunyani, 와(Wa), 투무(Tumu), 타말레(Tamale), 빔빌라(Bimbilla)로, 각 주의 주요도시로서 교육기관, 보건시설 등 주요 인프라 시설을 갖추고 있는 곳들임. 해당 도시들은 경제 성장 과정을 거치면서 전력 공급지 및 사용자 수가 크게 증가하였으나 최적화되지 못한 배전시스템 운영으로 인한 전력 손실 증가, 전압 강하, flicker 발생, 배전 변압기 용량 부족 등으로 인하여 낮은 전력 품질 및 잦은 정전 현상이 발생하고 있음. 또한 전력 품질 유지 및 신규 접속이 어려운 상황임.
- 개별 가구 뿐 아니라 각종 사회시설에서의 전력 불안정성은 단순한 주민의 생활의 불편함 외에 중장기적으로는 사회 발전의 저해요소로 작용할 수 있음. 특히 교육기관 및 의료기관의 전력 불안정성은 가나 개발전략 중점분야인 교육과 보건위생 분야 발전에 악영향을 초래할 수 있음.
- 따라서 본 사업을 통한 사회적인 중장기 기대효과로 공공시설과 개별 수용가를 위한 전력 공급의 안정화, 주민활동을 위한 인프라 확대, 물과 환경의 위생관리 능력강화, 교육의 질 개선, 정부의 도시화 역량강화, 지역 간 빈곤과 소득 불평등 감소 등이 예상됨.
- 가나 정부 및 사업수행기관인 NEDCo 이해관계자 분석, 문제분석 그리고 목표 분석 등을 통해 설정된 사업 범위를 바탕으로 사업논리모형을 수립하였음. 본 사업의 중장기 효과로서 전 인구의 전기 사용량 증가, 전력 요금 징수율 증가로 구체화하였으며, 배전 효율성 증대, 전력서비스의 질적 향상, 전력 서비스의 접근성 확대를 산출결과(Outcome)로 정의하였음. 이를 위한 검증지표로 배전 손실률, SAIDI, SAIFI, 새롭게 전기가 보급된 개별가구의 수, 새롭게 전기가 보급된 기관의 수를 제시하였음.
- 산출물(Output)로는 배전시설 및 설비 현대화, 배전운영시스템 고도화로 구체화하였으며, 이를 위한 과정 지표(process indicator)로 사

업 모니터링 보고 건수, 계획 대비 공사 지연일수, 분쟁 발생 건수를, 산출물 지표(Output indicator)로 설치된 변전소 수, 설치된 콘덴서뱅크의 수, 설치된 개폐기 수, 설치된 DNMS 시스템 수, 승압기 설치 수를 제안하였음.

□ 세부 활동은 PIU 및 Steering Committee 구성, 변전소 설치, 콘덴서뱅크 설치, 개폐소 설치, DNMS 시스템 설치, 승압기 설치, 사업관리 모니터링을 제시하였음.

□ 그러나 본 사업 추진과 관련한 다양한 위험요소의 발생이 예상되므로, 이에 대한 고려가 필요하다고 판단됨. 먼저 정치 및 거버넌스 차원에서는 여전히 잔재해 있는 △ 공공기관의 부정부패가 사업진행과 관련한 의사결정 및 소통과정의 장애로 작용할 가능성이 있으며, △ 사업수행기관인 NEDCo의 유상원조방식의 사업수행 경험의 부족으로 인한 원활한 사업추진 및 위기관리 역량에 대한 우려가 있음. 또한 사업 수행 규모가 방대하고, 도시 기반시설의 건설이 주내용이므로 △ 환경적 측면에서의 위험요소를 고려해볼 수 있음. 이와 관련하여 가나 정부의 환경 평가 정책에 대한 충분한 인지를 위한 준비가 필요함.

□ 한편, 실무적 차원에서의 예상문제점은 다음과 같음. 유상원조의 특성상 수혜국의 업무 수행에 대한 전반적인 역량의 한계, 수행 능력의 부족, 수혜 기관의 인력들의 개발을 위한 노력이나 의지, 역량의 한계와 같이 다양한 위험요소에 대한 공여국 차원의 적극적 대응 및 개입을 통하여 실무에서 예상되는 위험요소와 관련한 문제점을 해결하여야 함. 따라서 이에 대한 구체적인 모니터링 계획 수립 및 협의체가 요구됨. 특히, 유사사업이 중도에 중단된 사례를 비추어 보았을 때 사업 착수 전, 토지보상 및 민원처리 등의 문제는 면밀히 검토되어야 함.

□ 원활한 사업 추진을 위하여 가나 정부 및 사업수행기관인 NEDCo

측과의 면밀한 협력관계를 구축해야할 것으로 판단됨.

2. 종합 결론

- 본 사업은 가나 국내외적으로 강조되었던 중요성에도 불구하고, 가나를 대상으로 하는 유무상 원조의 지원 대상에서 경시되어온 전력 효율화 분야에 주목하고 있음. 특히, 전력 효율화 개선에 대한 국가적, 지역적 니즈가 지속적으로 제기되어왔던 가나 중북부 지역이 주요 사업대상지로 선정됨.
- 전력 및 에너지 분야는 MDGs부터 SDGs에 이르기까지 국제사회에서 주요한 주제 및 분야로서 중요하게 논의되고 있으며, 가나 국가적으로도 중소득국 국가로서의 도약을 위하여 중요한 인프라 기반인 전력 공급의 안정화 및 확대에 대한 높은 관심과 의지가 표명된 바 있음.
- 우리나라와의 국제협력적 관점에서 본 사업은 중요한 의의를 갖고 있음. 전력 인프라 확충은 우리나라와 가나 간 국가협력전략을 위한 주요중점분야로 선정되었음에도 불구하고 그 동안 가장 저조한 지원이 이루어졌던 분야였음. 본 사업은 우리나라와의 국가협력전략의 본래 취지와 목적에 부응하고, 가나의 발전과 빈곤 감소에 기여할 수 있다는 점에서 의미가 있으며, 본 사업을 통해 궁극적으로는 양국 간의 우호와 교류협력 활성화에 일조할 수 있을 것이라 여겨짐.
- 한편, 본 사업은 가나 지역 내에서도 상대적으로 경제성장 수준이 낮은 북부 지역에 안정적으로 전력을 공급하고 전력 접근성을 확대하고자 하는 목적을 가지고 있음. 이러한 목적을 바탕으로, 남부 지역과의 경제발전 수준에서의 지역격차를 줄이고, 북부 지역의 경제성장의 토대를 마련할 수 있을 것으로 판단됨에 따라 가나의 균형적 국가발전 차원에서 상당한 중요성을 지님.

- 한편, 사업대상지로서 가나 중북부 중에서도 6개의 주요 도시가 선정된 것은 NEDCo측의 기술적, 경제적 및 재정적 실현 가능성을 기준으로 제안된 결과임. 검토 결과, 지역적 특성 및 전력 문제 현황을 고려할 때 적절하게 선정되었다고 판단됨. 즉, 중북부 지역 내 6개의 도시는 다른 지역에 비하여 괄목할만한 경제성장 과정을 거치면서 전력 공급지 및 사용자들이 증가하게 되었고, 이로 인하여 전력 공급의 안정화에 대한 지역적 요구가 높은 지역들임. 대상지별로 배전 손실 저감 또는 배전 시스템 안정성 향상 중에서 우선적으로 해결되어야하는 목적을 수립하였는데, 이 또한 적절하다고 판단됨.

- 결과적으로, 가나 중북부의 6개 도시를 주요 사업지는 인프라 개발의 취약성, 지역 간 불균형적인 경제성장 수준의 격차를 해소하고자 하는 가나 정부의 의지와 경제 성장으로 인하여 공급지 및 사용자 수가 크게 증가한 것에 반하여 최적화되지 못한 배전 시스템으로 인하여 낮은 전력 품질 및 잦은 정전 현상 문제 상황을 해결해달라는 지역적 요구가 통합적으로 고려된 결정이었다고 판단됨. 또한 본 사업의 일차적 수혜기관으로서 교육시설 및 보건시설이 포함되어 있는데, 이는 교육과 보건 분야에 대한 국가차원의 육성정책 및 우리나라와의 국가협력전략의 중점협력분야와도 일치하는 것으로 확인됨에 따라 중요한 의의를 갖는다고 여겨짐. 또한 공공의 이익을 위한 기관들로서 원조 방식의 개발협력 지원이 적절하다고 판단됨.

- 다만, 사업을 추진함에 있어 다양한 위험요소가 발생할 수 있을 것으로 예상됨. 무엇보다 유상원조 방식의 사업을 수행한 경험이 부족한 사업수행기관인 NEDCo 측의 사업 운영 및 위험관리 역량에 대한 우려가 가장 큰 문제점으로 판단됨. 가나를 비롯한 아프리카 국가들이 전반적으로 자연재해 등 돌발적 위험요소에 대한 대응속도의 신속성이 떨어지고, 대응전략의 효과성 또한 높지 않다는 점

을 고려할 때, 적절한 조치 및 개입이 이루어지지 않으면 사업지연은 물론 사업이 중단될 가능성까지도 심도 있게 검토되어야 함.

- 종합적으로, 본 사업은 국제적인 개발협력의 흐름은 물론 우리나라와 가나 간 국제협력적 차원과 가나의 개발맥락 및 빈곤 퇴치라는 거대한 담론 내에서 중요한 역할 및 함의를 제공할 것이라고 판단됨. 다만, 사업의 성공적 수행 및 목표한 성과를 효과적으로 달성하기 위해서는 예상되는 위험요소에 대한 면밀한 검토 및 대응전략의 수립이 전제되어야 할 것임.

참고문헌

<국내 문헌>

- [1] 정우진(에너지경제연구원), (2011). 가나 자원개발과 인프라 시장의 전략적 진출방안 연구, 경제인문사회연구회
- [2] 한국국제협력단 ODA 연구원, (2017). [가나][에너지(전력)]분야 현황
- [3] 외교부, (2018). 2018 주요국 에너지자원 현황 및 정책
- [4] KOICA ODA 교육원, 2015, 국제개발협력사업 실행과 관리, p 4
- [5] KOTRA 아크라 무역관, (2017). 가나 국가정보, p 83
- [6] 이재형, 김필석, 이석찬, 장길수, & 신용학. (2014). IEC 61968 기반 변전자동화 시스템의 GIS 적용. 대한전기학회 학술대회 논문집, 247-248.

<해외 문헌>

- [7] A.D. Oduro, W. Baah-Boateng and L. Boakye-Yiadom, (2011). Measuring the Gender Asset Gap in Ghana. Accra: University of Ghana and Woeli Publishing Services. <http://www.genderassetgap.org>
- [8] AfDB, (2014). Electricity Distribution System Reinforcement and Extension, p 13
- [9] AfDB, (no updated). Environmental and Social Management Plan Summary, pp. 3, 4, 7
- [10] Clement G Abayana, (no updated). Electricity Access Progress In GHANA, Noxie consult
- [11] Ghana energy commission(GRIDCo, Volta River Authority, BUI Power Authority, Ghana LTD, NEDCo), (2018). 2018 Electricity supply plan for ghana
- [12] Ghana Government, (1995). Ghana-vision 2020 Presidential Report on CPESDP
- [13] Ghana Government NDPC, (2015). Ghana Shared Growth and Development Agenda(GSGDA) II - Costing Framework volume II (2014-2017)

- [14] Ghana News Agency, (2017). MiDA to implement gender inclusive plan in the energy sector, Oct. 9th
- [15] Ghana Statistical Service, (2010). Population & Housing Census, District Analysis Report, Nanumba North District
- [16] JICA, (2012). Preparatory Survey Report on the Project for Improvement of Power Distribution System in the Republic of Ghana
- [17] MiDA, (2014). Millennium Challenge Compact Between The United States of America Acting Through The Millennium Challenge Corporation and The Republic of Ghana, pp. 24, 27, 20
- [18] Ministry of Energy, Ghana (2010). National Energy Policy.
- [19] Ministry of Energy, Ghana (2012). Education strategic plan 2010 to 2020
- [20] Ministry of Foreign Affairs of Japan, (2012). Country Assistance Policy for the Republic of Ghana.
- [21] NEDCo, (2017)a. “Annual Progress Report”
- [22] NEDCo, (2017)b. “Technical Feasibility Report“, pp.123-5, 136-7
- [23] NEDCo, (2017)c. “Concept Paper for NEDCo’s Investment Projects/Opportunities “
- [24] NEDCo, (2018). “Project Concept Paper” , NEDCo System Enhancement Project in the Republic of Ghana
- [25] NEDCo, (no updated). “NEDCo Project Concept Paper” , NEDCO Distribution System Improvement Project Through Smart Grid, South Korean Loan Request, pp.9-10
- [26] NEDCo, VRA, GRIDCo, BUI POWER AUTHORITY, (2018)a. “2018 Electricity Supply Plan for Ghana” ,
- [27] The World Bank, (2018). Ghana-Energy Sector Transformation Initiative Project
- [28] The World Bank, (2018). Second Programmatic electricity Distribution Reform Development Policy Loan for Rajasthan
- [29] UN, (2018). The Sustainable Development Goals(SDGs) in Ghana

- [30] UNEP DTU, (2010). Electricity access progress in Ghana ([http://www.unepdtu.org/-/media/Sites/Unepriose/Workshop-Presentations-\(Powerpoints\)/SE4-All-Presentations/abavana-electricity-access-progress-in-ghana.ashx?la=da&hash=E90613CB58DADD12FFF6CDC6B9E13C20DE732DAD](http://www.unepdtu.org/-/media/Sites/Unepriose/Workshop-Presentations-(Powerpoints)/SE4-All-Presentations/abavana-electricity-access-progress-in-ghana.ashx?la=da&hash=E90613CB58DADD12FFF6CDC6B9E13C20DE732DAD))
- [31] UNICEF, (2016). The Ghana Poverty and Inequality Report: Using the 6th Ghana Living Standards Survey
- [32] USAID (2018), POWER AFRICA FACT SHEET (https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Ghana_-_November_2018_Country_Fact_Sheet.pdf)
- [33] World Bank, (2011). Tackling Poverty in Northern Ghana. World Bank. Washington D.C
- [34] World Bank, (2018)a. International Development Association Project, pp 33-34
- [35] World Bank (2018)b. Third Ghana Economic Update:Agriculture as an engine of growth and jobs creation.(English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/113921519661644757/Third-Ghana-EconomicUpdate-agriculture-as-an-engine-of-growth-andjobs-creation>
- [36] WooamByucksan co., Ltd. (2018). The Feasibility Study for NEDCo Distribution System Improvement Project, P 3

<웹사이트>

Ghana News Agency :

<http://www.ghananewsagency.org/economics/mida-to-implement-gender-inclusive-plan-in-the-energy-sector-123310>

NEDCo 홈페이지 : <http://nedco.com.gh/>

The World Bank, Open data : <https://data.worldbank.org/>

Volta River Authority 홈페이지 내 NEDCo 소개:

https://www.vra.com/subsidiaries/northern_electricity_distribution.php

Executive Summary

Ghana is one of the leading countries in democratization and rapid economic development in Africa. In comparison to other African countries in the area, Ghana carries high potential for political and economic stability. Nonetheless, high level of reliance on raw materials and industry development, which depends on advanced infrastructure, can also be seen as one of the basis for Ghana's vulnerability.

For instance, somewhat stagnant economic growth due to recent market changes in raw material, accelerate inflation, and exacerbated fiscal imbalance have been some of the contributing factors in an unstable economy.

While national poverty has been decreasing due to continuous economic growth, regions of Ghana still face economic disparity due to imbalanced industry growth. Significant economic disparity has been confirmed specially in the north and south of Ghana as severe poverty is more prevalent in some parts of the north. In order to overcome such unstable socio-political conditions as well as unfair structure of income distribution, Ghana maintains a proactive environment for economic growth aiming at long-term stable economic recovery. Therefore, Ghana established "Vision 2020" development policies at the highest level of government with the aim of becoming middle-income country.

As the principal source of energy, the construction of infrastructure such ground electrical work has been a great point of controversy in Ghana because of energy inaccessibility and instability caused by significant gap in supply and deterioration of transmitters. There is a great need for significant improvement in electricity distribution to achieve economic development in the country. Therefore, Ghana seeks a proactive strategy response at the national level. In other words, Ghana selected a step-by-step country development plan between 2014 and 2017, not only energy and electricity as key development areas, but also expansion of private sector participation, supply strategy, improvement in operations, and labor force training as some of response strategies.

In relation to modernization and improvement of electricity infrastructure, Ghana's interest and needs have appeared in South Korea's first level of Country Partnership Strategy. As part of promoting friendship, exchanging collaboration, reducing poverty, and supporting Ghana's development, South Korea's Country

Partnership Strategy has recognized modernization of Ghana's electricity infrastructure along with improvement in healthcare system and basic education as key development areas. The Country Partnership Strategy also proposes to provide more than 70% in financial support from South Korea's allocated budget for international aid. However, South Korea's financial aid in the area of energy is the lowest as it only consists of 2.43% of total international development aid. In terms of distribution efficiency, Northern Electricity Department Company (NEDCo) of Ghana has been an enterprise focused on the modernization of electricity infrastructure in the energy sector, which has been neglected so far. In looking at NEDCo's report, financing electricity infrastructure has been carried through Economic Development Cooperation Fund(EDCF)'s credit assistance program. Under the hospice of Ghana's government agency in the area of energy, NEDCo is charged with providing electricity in the northern region.

Six cities in the mid and northern region with significantly low economic development has been identified as targets. With the aim of reducing transmission loss and improve transmission stability, the plan is to install six substations, 65 condenser banks, a Distribution Network Management System (DNMS), and two switching stations and voltage boosters. The project will be carried out in six cities: Techiman, Sunyani, Wa, Tumu, Tamale, and Bimbilla. Representing each region of Ghana, these cities hold major infrastructure facilities in the area training and healthcare system. While the amount of users and supply sources have increased in the aforementioned cities through economic development, low quality electricity and frequent blackouts occur due to lack of optimization. For instance, increase in electricity loss, voltage drop, flickering, and shortage of distribution transformer are some of the reasons why maintenance and new access to electricity are difficult.

Households are not the only one affected, but also social services become unstable to the point in which citizens face discomfort and mid-term social development is hindered. As a result of unstable provision of electricity, training centers and public health services are especially unable to comply with development strategies in priority development areas such as education and disease control due to such inadequate conditions.

In light of such issues, the goal of the project is to 1) stabilize electricity supply for individual consumers and public services, 2) modernize the infrastructure for citizens' quality of life, 3) enable better sanitation of water and environment, 4)

reform quality of education, 5) empower and urbanize the country, and 6) reduce income inequality and poverty in each region. The performance management in electricity distribution efficiency program is designed between the Ghanaian government and the business execution organization, NEDCo. A logical framework was established through stakeholder, problem, objective analyses.

The goal of the project is to increase electricity use and tariff rate. The expected outcomes include increased distribution efficiency, improved reliability service, improved access to electricity. The indicators include transmission loss, SAIDI, SAIFI, specified voltage rate, and number of consumers with renewed electricity.

Modernization of distribution facilities and improvement of distribution system are defined as output, whereas the number of installed substations, condenser banks, switch, DNMS, and voltage boosters consist of output indicators. Activities include formation of PIU and Steering Committee, installments of substations, condenser banks, switch, DNMS, and voltage booster, and project management monitoring. Data representation and reliability of data collection were considered when defining performance indicators.

The following chart reflects the logical framework of the project.

Logical Framework

Classification		Indicator	Baseline	Performance Goals	Assumption/Risks
Goal	1. Electricity Use Increase	Electricity Use	323 MWh	646~807 MWh	1. Electricity decreases 2. Re-investment in Improvement of Panel Board by consumers occurs
	2. Collection Rate of Electricity Fees	Tariff rate	69%	80~85%	
Outcome	1. Increased Distribution Efficiency 2. Improved Reliability Service 3. Improved Access to Electricity	1. Transmission Loss (Sunyani)	3.27%	2.99~4.03%	Distribution line connection and electric circuit safety device (molded case circuit breaker, short circuit breaker, etc) are installed by consumers.
		1. Transmission Loss (Techiman)	2.42%	3.54~4.44%	
		1. Transmission Loss (Wa)	2.40%	3.00~3.80%	
		2-1.SAIDI(Tumu)	82.7	40~35 hr/yr	Installed distribution system is safely managed and maintained.
		2-1.SAIDI(Bimbilla)	126.4	63~58 hr/yr	
		2-2.SAIFI(Tumu)	150	75~70 no/yr	
		2-2.SAIFI(Bimbilla)	87.4	43.7~38 no/yr	
		3-1. Number of Customers Using Renewed Electricity (Household)	4,822	8,500~8,900	Provided data is objective and reliable.

		3-2. Number of Customers Using Renewed Electricity (Business)	281,856	507,000~521,000	
Output	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distribution Facilities and Modernized Equipment 2. Enhancement of Distribution Network Management System 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Number of Installed Substation 2. Number of Installed Condenser Bank 3. Number of Installed Switch System 4. Number of Installed SCADA System 5. Number of Booster Installment 			<ul style="list-style-type: none"> - Timely decision-making is realized by maintaining collaborative communication between implementing organization and collaborators - Proactive cooperation from relevant organizations within the region - Data is reliable and objective. - Accidents and political conflicts do not occur.
<p>Objectives: Reduction of transmission loss in the area power supply, improvement in energy reliability. Beneficiaries: citizens of target region.</p>					

However, various risk factors are considered when carrying out the project. Firstly, political and governance corruption are some of risk factors. The possibility of such effect among public service agencies with regards to process, decision-making, and communication should be considered. As the implementing organization, concerns over risk management and smooth project implementation exist as NEDCo lacks experience in carrying projects involved in credit assistance model. Further environmental risk factors are considered as the scale of the project advances rapidly affecting construction and basic infrastructure of cities. Therefore, sufficient investigation of Ghana's policies regarding environmental evaluations prior to implementing the project is needed.

There are also issues expected to rise at the administrative level. In looking at the nature of credit assistance programs, certain risk factors include limited effect, lack of implementation ability, efforts for development of the labor force that can be resolved through response and intervention by donor countries. As such, accurate division of responsibilities by establishing a monitoring plan and advisory group as well as checking each transition level through process examination are some of the demands. If obligations established between donor and recipient countries at the beginning of the project are not fulfilled, other risk factors can become obstacles affecting performance management. Considering similar project that has been suspended in the middle as an example, it is important to consider thoroughly issues such as land compensation and customer service prior to project commencement. Therefore, the donor and recipient countries should form safety nets in case of discontinued collaboration and failure to fulfill tasks in which Ghanaian government and NEDCo should construct a collaborative relationship for effortless project implementation.

Conclusion

While the importance of the project inside and outside of Ghana has been emphasized, financial and non-financial assistance to Ghana in the area of energy efficiency have been neglected. Specially, continuous need for regional and national advancement for efficient energy has been seen in the middle and northern regions of Ghana. From MDGs to SDGs, the importance of electricity and energy is discussed in the international community. As a middle-income country, it is in Ghana's best interest to take a leap into advancing basic infrastructure like modernized and stable distribution of electricity.

The project carries a great significance from a stand point of international cooperation with South Korea. According to South Korea's Country Partnership Strategy, the modernization of electricity infrastructure is one of the priority development areas in South Korea's Country Partnership Strategy, but has been receiving the lowest support.

The project aims to 1) revive the original purpose and objectives made with South Korea's Country Partnership Strategy, 2) contribute significantly to Ghana's advancement and poverty reduction, and 3) invigorate friendly collaboration between the two countries. At the same the project has the aim of stabilizing electricity distribution and expand electricity accessibility in Ghanaian areas that experience significantly low levels of economic development. As result of such aims, Ghana can have a significantly more balanced development by having the northern region development as a model and closing the gap of economic development in the southern region.

Moreover, the selection of six principal cities in the middle and northern regions is the result of NEDCo's technical, economic, and financial feasibility examination. In the process of economic development, the need of stable electricity provision was more apparent as increase in energy source and consumers were seen in these cities. Households and public service agencies alike expect improved quality of life and social stability in these cities.

In conclusion, the assessed needs are modernization of weak infrastructure, efforts to close economic development gaps, expand energy source, increase number of users, optimization of electricity distribution that has been hindered by low power quality and frequent power failures in the aforementioned six cities. Due to a consensus between the Ghana's development policy and South Korea's Country Partnership Strategy(CPS), the project also holds significant partnership with training and healthcare public agencies in Ghana as part of the first step of implementing the project.

Nevertheless, various risk factors are considered in looking at the project. For instance, the most apparent issue with regards to project management and risk management is NEDCo's lack of experience in implementing projects involved in credit assistance model. In considering the lack of timely response towards immediate risks and natural disasters as well as the ineffectiveness of response strategies in Ghana and other African countries, it is important to consider the possibility that the

project can be suspended if appropriate intervention and measures are not taken.

In general, the project plays a significant role, not only in contributing to international development initiatives and collaboration between Ghana and South Korea, but also contributes to Ghana's interest in development and poverty eradication. The success of the project relies on successful implementation, achieving its goals effectively by examining risk factors thoroughly, and establishing a robust response strategy.