| 기후변화 적응 | 2019-001-00 |

적응정책 주류화

공공기관 적응보고제 지원 및 기반 강화 방안 마련

정선희 | 이영인

환경부
KEI 한국환경정책·평가연구원 Korea Environment Institute
KACCC 국가기후변화적응센터

제출문

환경부 장관 귀하

본 보고서를 『2019 기후변화 적응』 역무대행 「적응정책 주류화」과제의 세부사업 '공공기관 적응보고제 및 기반 강화 방안 마련'의 최종보고서로 제출합니다.

2019년 11월

한국환경정책·평가연구원장

참여연구진

연구진

연구책임자 송영일 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
참여연구원 정선희 (한국환경정책·평가연구원 책임연구원)
이영인 (한국환경정책·평가연구원 위촉연구원)
임선후 (한국환경정책·평가연구원 위촉연구원)
김민경 (한국환경정책·평가연구원 위촉연구원)

외부연구진

이승상 (네트웍스와이 이사)
김보미 (네트웍스와이 팀장)

자문위원

김승우 (리스크솔루션 대표)
이동근 (서울대학교 교수)
정일원 (한국시설안전공단 차장)
홍민철 (한국발전교육원 교수)
김동현 (부산대학교 교수)
이상은 (국토연구원 센터장)
김재근 (한국표준협회 위원)
김성진 (한양대학교 전임연구원)
이진아 (기상청 사무관)
고동선 (한국중부발전 차장)
김정찬 (한국지질자원연구원 책임연구원)
구현우 (한국가스공사 사원)

김정환 (서울기술연구원 연구위원)
조용철 (한국항만연수원 교수)
서광석 (전 한국교통대학교 교수)
안정화 (한국교통연구원 연구위원)
하종익 (인천국제공항공사 과장)
황미혜 (한국공항공사 과장)
박상원 (인천항만공사 사원)
신봉근 (인천항만공사 주임)
문영기 (울산항만공사 차장)
이슬아 (여수광양항만공사 주임)
박다혜 (한국철도시설공단 대리)
문철희 (한국철도공사 과장)
이준호 (대구도시철도공사 과장)
한대호 (한국환경정책평가연구원 전문연구원)
강경석 (대전광역시 주무관)
한성일 (대전시설관리공단 6급)
김상원 (대구환경공단 차장)
정삼섬 (연세대학교 교수)
곽필재 (한국건설기술연구원 연구위원)
오승헌 (한국농어촌공사 대리)
김태현 (제주특별자치도상하수도본부 주무관)
김옥경 (한국수자원공사 과장)

국문요약

기후변화로 인해 자연재해의 빈도와 규모가 증가하고 있으며, 이로 인한 피해는 사회·경제 등 각 분야에 큰 파급을 가져온다. 특히, 사회기반시설에 기후변화로 인한 피해가 집중됨에 따라, 막대한 피해복구 비용과 공공시설 이용의 불편함이 발생하고 있다. 실제로 행정안전부에서 발간한 자연재해현황에 따르면 2018년도 전체 자연재해 피해액 중 72%가 공공기관에서 발생했으며, 2015년에 체결된 파리협정에서도 기후변화 적응이 감축과 동등한 수준으로 다루어져야 한다는데 공감대가 형성됨으로써 기후변화에 대한 저감 뿐만 아니라 적응이 필요하다는 목소리가 커지고 있다. 이에 따라 사회기반시설 및 공공 서비스의 기후변화 대비가 중요해지고 있는 실정이다.

사회기반시설의 기후변화 리스크 진단 및 리스크 저감을 통한 적응력 향상을 위해 환경부는 지침(환경부 기후변화협력과-2012호, 2016)에서 주요 사회기반시설을 보유 및 관리하고 있는 48개의 공공기관 및 지방공기업을 선정하여 기후변화 적응대책을 수립하도록 하고 있다. 공공기관의 기후변화 적응대책은 기후변화로 인한 주요 사회기반시설의 리스크를 자체적으로 평가하고, 그 리스크를 저감시키기 위해 기후변화에 취약한 시설을 찾아내어 시설의 회복성(resilience)을 확보할 수 있는 대책을 마련함으로써 국민의 안전과 편의를 보장하고 국가의 경제적 손실의 최소화에 기여할 수 있다는데 의의가 있다.

이러한 공공기관 기후변화 적응대책 보다 적극적인 참여를 위해 2015년에 '사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화 추진'을 진행하였으며, 이를 바탕으로 수립 기관의 이행점검 지원과 미수립 기관의 적응대책 추진 지원에 대한 연구를 진행하였으며, 2019년도에는 체계적인 이행점검 진행을 위해 지원 도구를 개발하고 분야별 국가 기후변화 적응대책에서 활용할 수 있는 방향을 모색하였다. 본 연구를 통해 기후변화에 대응할 수 있는 적응역량을 갖춘

사회기반시설이 구축되고 운영되길 기대한다.

1장에서는 공공기관 기후변화 적응대책의 추진배경 및 개요로서 2019년도 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 지원과 환류방안에 관한 전반적인 사업 내용을 소개하고 있으며, 2장에서는 공공기관 기후적응 대책 기반 강화를 위한 방안 연구로 관련 지침 및 이행점검 지원 도구 개발에 대해 소개하고 있다. 3장에서는 공공기관에서 제출한 기후변화 적응대책을 분야 별로 분석한 연구 내용을 서술하였으며, 4장에서는 공공기관의 원활하고 지속적인 기후변화 적응대책 수립 및 이행을 지원하기 위해 진행한 활동들에 대해 정리했다. 5장에서는 전체적인 사업 정리 및 향후 연구 방향에 대해서 간략하게 서술하며 본 보고서는 끝을 맺고 있다.

주제어: 기후변화 적응, 공공기관, 사회기반시설, 리스크 평가, 이행점검

차·례

제1장 사업 개요 ····· 3

1. 사업 배경 ····· 3
2. 사업 목적 ····· 4
3. 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 경과 ····· 5
4. 주요 사업 내용 ····· 9

제2장 공공기관 기후적응 대책기반 강화를 위한 방안 연구 ····· 13

1. 공공기관 적응대책 이행점검 관리 체계 마련 ····· 13
2. 2018년 이행점검 결과 분석 ····· 29
3. 공공기관 기후변화 적응대책 이행점검 지침 개정 ····· 35
4. 공공기관 기후변화 적응대책 수립지원 도구 고도화 ····· 36

제3장 공공기관 기후변화 적응대책 내용 분야별 분석 ····· 45

1. 공공기관 적응대책 내용 분석 개요 ····· 45
2. 분야별 기후변화 적응 분석 ····· 51
   - 가. 전력시설 ····· 51
   - 나. 유류·자원관리시설 ····· 62
   - 다. 교통·도시기반시설 ····· 71
   - 라. 환경시설 ····· 88
   - 마. 용수공급시설 ····· 103
   - 바. 소결 및 제언 ····· 113

제4장 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 지원 ····· 117

1. 공공기관 기후변화 적응 역량강화 ····· 117
2. 공공기관 기후변화적응대책 수립 지원 ····· 126
3. 공공기관 이행 지원 및 점검 ····· 127
4. 수립 및 이행 지원 주요 성과 및 개선방향 ····· 129

제5장 주요성과 및 향후과제 ····· 133

1. 연구 요약 ····· 133
가. 공공기관 적응대책 이행점검 검증 및 이행점검 관리 체계 마련 ····· 133
나. 공공기관 기후변화 적응대책 분석 ····· 135
다. 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행지원 ····· 139
2. 향후 추진과제 방향 ····· 142
가. 19년 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 성과 ····· 142
나. 공공기관 기후변화 적응추진을 위한 향후 과제 ····· 143

표· 차 ·례

▌표 1-1 ▌ 공공기관 기후변화 적응대책 추진경과 ····· 6
▌표 1-2 ▌ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 현황 ····· 7
▌표 1-3 ▌ 적응대책 수립 진행 기관 ····· 9
▌표 1-4 ▌ 현황별 조사결과 ····· 9
▌표 2-1 ▌ 극한기후지수의 기준 ····· 36
▌표 2-2 ▌ 강우관련 시설물의 설계기준 ····· 38
▌표 2-3 ▌ 환경부시설물의 주요 시설기준 ····· 38
▌표 2-4 ▌ 내설 설계기준의 설정 대상 ····· 39
▌표 3-1 ▌ 구간별 점수 예시 ····· 50
▌표 3-2 ▌ 전력시설 리스크평가 구분 ····· 51
▌표 3-3 ▌ 유류·자원시설 리스크평가 구분 ····· 62
▌표 3-4 ▌ 공항 시설을 위한 리스크 대상 구분 ····· 72
▌표 3-5 ▌ 항만시설을 위한 리스크 대상 구분 ····· 76
▌표 3-6 ▌ 도로 및 철도시설을 위한 리스크 대상 구분 ····· 81
▌표 3-7 ▌ 하수처리시설을 위한 리스크 대상 구분 ····· 89
▌표 3-8 ▌ 수도권매립지공사와 국립공원 리스크 대상 구분 ····· 94
▌표 3-9 ▌ 용수공급시설을 위한 리스크 대상 구분 ····· 104
▌표 4-1 ▌ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 현황 ····· 117
▌표 4-2 ▌ 이행점검 진행현황 조사 내용 ····· 118
▌표 4-3 ▌ ‘19년 1,2차 이행점검 진행현황 조사 결과 ····· 119
▌표 4-4 ▌ 추진현황 조사 내용 ····· 120
▌표 4-5 ▌ 4,5차 수립 추진현황 조사 결과 ····· 120
▌표 4-6 ▌ 현황별 조사결과 ····· 121
▌표 4-7 ▌ 성과보고회 세부 내용 ····· 122
▌표 4-8 ▌ 적응대책 수립 및 이행점검 포상 기관 ····· 123
▌표 4-9 ▌ 현장방문 일정 ····· 127
▌표 4-10 ▌ 공공기관 기후변화 적응 이행 지원 설명회 세부 일정 ····· 128
▌표 5-1 ▌ ‘19년 1,2차 이행점검 진행현황 조사 결과 ····· 140
▌표 5-2 ▌ 4,5차 수립 추진현황 조사 결과 ····· 141

그 ·림 ·차· 례

▌그림 1-1 ▌ 공공기관 기후적응대책 수립 및 이행 체계(2018, KEI) ····· 5
▌그림 2-1 ▌ 사업 목적에 따른 추진 내용 ····· 13
▌그림 2-2 ▌ 점검방법 개발 절차 ····· 17
▌그림 2-3 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 공공기관의 이행점검 노력도 ····· 18
▌그림 2-4 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 공공기관의 집행률 ····· 19
▌그림 2-5 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 사업추진 우수율 ····· 20
▌그림 2-6 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 예산집행 우수율 ····· 21
▌그림 2-7 ▌ 사용자용Tool 양식 ····· 22
▌그림 2-8 ▌ 22개 이행점검 공공기관에 대한 기관별 평가배점 ····· 23
▌그림 2-9 ▌ 22개 이행점검 공공기관에 대한 기관별 평가등급 ····· 24
▌그림 2-10 ▌ 평가자/통계용Tool 양식 ····· 25
▌그림 2-11 ▌ 점검보고서의 기관별 적정률 ····· 26
▌그림 2-12 ▌ 답변률 및 적정률 상관성 ····· 27
▌그림 2-13 ▌ 점검 보고서(안) ····· 28
▌그림 2-14 ▌ 2018년도 이행점검 제출 공공기관 현황 ····· 29
▌그림 2-15 ▌ 이행점검 결과서 기관별 보고 항목 작성 현황 ····· 30
▌그림 2-16 ▌ 대분류 항목별 공공기관 작성 현황 ····· 31
▌그림 2-17 ▌ 점검보고서 구성 ····· 34
▌그림 2-18 ▌ 이행점검 지침 개정(안) 방향 ····· 35
▌그림 3-2 ▌ 분석리포트 진행 절차 ····· 47
▌그림 4-1 ▌ 우수기관 및 우수 사례 선정 과정 ····· 123

제1장 사업 개요

제1장 사업 개요

1. 사업 배경

○ 기후변화로 이상기후가 증가하면서 국가기반시설에 피해가 발생하며, 이로 인해 사회적 비용 증가

▸ IPCC AR5에서는 기후변화가 심화될 것으로 전망했으며, 우리나라에서도 기후변화로 인한 극한기상 발생 빈도가 증가하는 추세

▸ 기상패턴의 변화로 폭염, 한파, 집중호우 등이 증가하고 있으며, 피해의 대부분이 전력, 교통, 물 관리 및 환경시설 등 국가기반시설에서 발생

▸ 특히, 철도, 도로 등 사회기반시설 피해 시 공공서비스 중단으로 인한 일시적 도시기능 마비, 인명·재산 피해 증대

▸ 2017년 7월 폭우로 인하여 도로 44곳이 침수되었으며, 공공폐수처리시설의 가동이 중단됨. 2018년 여름 폭염으로 인해 철도 선로의 온도 상승으로 KTX 속도제한 운행, 고속도로의 파손으로 인한 교통 통제 등을 초래

○ 「저탄소 녹색성장 기본법」 제48조에 의해 정부는 국가적응대책을 마련하고 각 분야의 기후변화 적응을 추진 및 지원하고 있음

▸ '제2차 국가기후변화적응대책(2016~2020)'에 'I-4-5-1. 공공시설물 유형별 리스크평가 체계 개발 및 사회기반시설 운영·관리 기관 대상 공공기관 적응보고서 작성 유도'가 주요 사업으로 포함됨

▸ 국정과제 93(기후변화적응역량제고)의 '1993~1994 민간의 적응대책 수립지원'에 따라 공공기관 기후변화적응대책 수립을 의무화함

▸ 국제과제 61 신기후체제에 대한 견실한 이행체계구축(환경부)의 주요 내용으로 '18년 공공기관 기후적응보고제 도입 등 기후변화 적응역량평가제도화' 포함

2. 사업 목적

○ 사회기반시설을 보유 및 관리하는 공공기관에 대해서 기후변화 적응의 중요성 및 필요성에 대한 인식을 강화하고, 기후변화에 취약한 시설 및 분야를 파악하고 회복력 증진 도모 활동에 기여

▸ 기후변화로 인한 공공시설의 취약성을 과학적으로 예측하고, 효과적인 적응대책의 수립을 통해 근원적인 피해예방에 기여

○ 기후변화로 인한 리스크를 분석하고 대책을 수립하여 공공시설 마비로 인한 경제·산업 피해 및 국민 불편 최소화

▸ '16년에는 전력시설/환경시설이, '17년에는 유류·자원관리시설/교통·도시기반/용수공급시설 중심으로 적응대책을 수립하였으나, 기관의 내외적 상황으로 인해서 미수립한 기관들이 적응대책을 수립할 수 있도록 지원

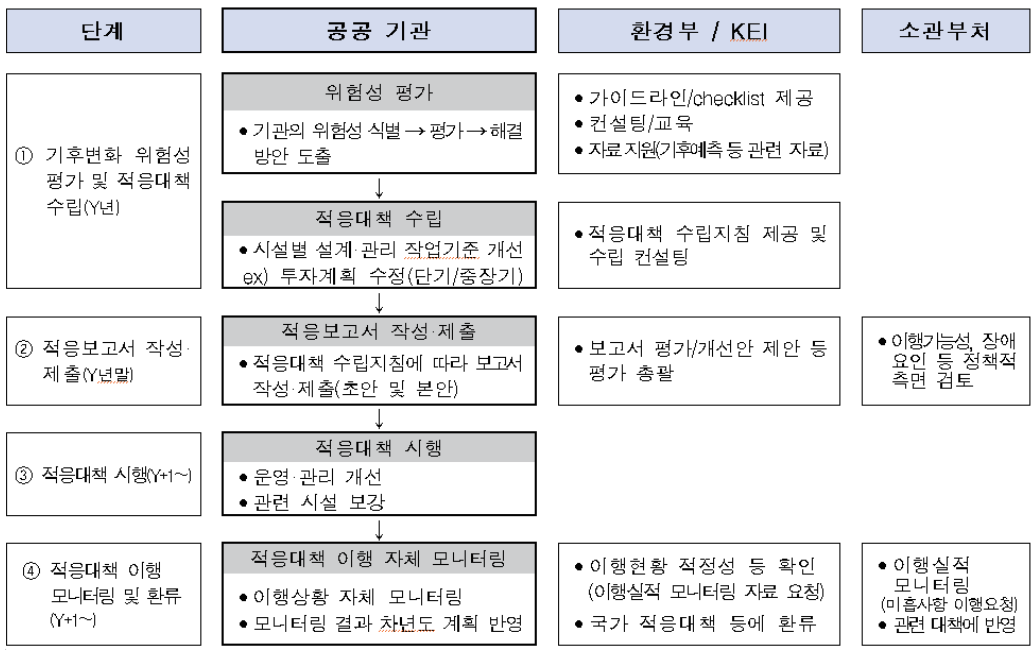
▸ 미수립 기관 및 지방공기업의 공공기관 기후변화 적응대책 수립 지원

○ 공공기관 기후적응보고제의 법제화 지원, 관련 정책 연구 등을 통하여 제도적 기반 강화에 기여

▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 이행점검 등 지속적인 적응활동 지원

○ 적응역량강화 및 정책집행의 실효성 강화

▸ 관련 담당자 교육 및 컨설팅 지원 등을 통하여 공공기관의 기후변화적응대책 수립 지원 및 공공기관의 기후변화 적응관련 인식제고에 기여



▌그림 1-1 ▌공공기관 기후적응대책 수립 및 이행 체계(2018, KEI)

- ▸ 극한 기후현상(기후이변)의 빈도 및 강도 증가에 대한 국민 체감도 상승으로 기후변화에 대한 대중적 인식이 확대됨에 따라 국가차원의 체계적인 적응 추진 도모
- ▸ 국가기후변화적응대책의 수립 및 체계적 이행을 위한 과학적 · 실증적 접근 강화, 정책의 환경 · 경제 · 사회적 효과의 통합적 고려, 정책의 이행성 확보를 원칙으로 적응기반사업 추진

3. 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 경과

가. 공공기관 기후변화 적응대책 추진 경과

○ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 제도

- ▸ 공공기관 기후적응 수립 체계 구축 및 공공기관 기후적응역량 평가 · 관리를 위한 기후적

응보고제도 도입 검토('12)

- ▸ 재무제표를 활용한 산업계 및 공기업의 기후변화 적응역량제고를 위한 리스크평가 도구 개발('13-'14)
- ▸ 유류·자원관리, 교통·도시기반, 용수공급시설 기후변화 적응 지원 추진을 위한 리스크 평가 도구 개발 및 시범사업 수행 지원('16)
- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 기반 강화 연구('18)

○ 공공기관 기후변화적응대책 수립 및 이행지원

- ▸ 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화 적응 추진 체계 및 '공공기관 기후변화적응대책 수립 지침(안)' 마련 및 배표('15)
- ▸ 환경 및 전력시설 관련 공공기관의 기후변화적응대책 수립 추진('16)
- ▸ 유류·자원관리, 교통·도시기반, 용수공급시설 관련 공공기관의 기후변화 적응대책 수립 추진('17)
- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 지원 및 이행점검('18)

▌표 1-1 ▐ 공공기관 기후변화 적응대책 추진경과

연도	과제명	책임자	비고
2012	· 산업계 적응 부문 리스크평가체계 개발	강정은	역무대행
2013~2014	· 산업계 및 공기업 기후변화적응을 위한 리스크 관리도구 개발 및 시범 적용	김동현	역무대행
2015	· 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화적응 추진 · 공공기관의 적응대책 이행 체계 마련 · 환경·전력시설 관련 공공기관의 기후변화적응지원 추진	류재나	역무대행
2016	· 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화적응 추진 · 유류·자원관리, 교통·도시기반, 상수도·용수공급시설 기후변화적응 지원 추진	정선희	역무대행
2017	· 유류·자원관리, 교통·도시기반, 상수도·용수공급시설 기후변화적응대책 수립 지원	정선희	역무대행

연도	과제명	책임자	비고
	: 공공기관 기후변화적응대책 수립지원 컨설팅단 운영, 공공기관-환경부-KEI MOU 체결, 적응대책 수립지원 워크숍 개최 등 · 환경·전력시설 관련 공공기관의 기후변화 적응정책대책 추진 지원 : 적응대책 수립지원 워크 공공기관 기후변화적응대책 관계자 포럼 개최, 적응대책 수립 우수사례 포상 및 사례 발표 · 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화 적응 추진 : 적응대책 이행점검 지침 마련 및 배포, 환경 및 전력시설 적응대책 상세가이드라인 마련, 공공기관 기후변화적응대책 수립대상 기관 선정기준 다면화 및 확대 방안 연구 등		
2018	· 공공기관 기후변화 적응대책 추진 지원 및 이행점검 : 우수기관 표창 및 우수사례 발표, 시설별 담당자 간담회, 리스크 평가 컨설팅단 구성 및 운영, 담당자 및 관련자 교육 등 · 공공기관의 기후변화 적응정책대책 추진 지원(미수립기관 지원) · 공공기관의 적응보고제 제도적 기반 강화를 위한 분야 도출 : 사회기반시설 관련 중장기 계획 등의 기후변화 영향 고려 확대, 적응대책 수립 지원 도구의 개선 및 고도화 등 · 공공기관 적응대책 추진 이행점검 표준화 방안 연구	정선희	역무대행

나. 공공기관 기후변화적응대책 수립 및 이행현황

○ 전체 48개 기관 중 32개 기관 수립 완료, 2개 기관 초안 검토 후 수정 중(이하 '초안 제출'), 3개 기관은 수립 중(이하 '초안 작성'), 11개 기관은 미수립(예정 포함)

▌표 1-2▐ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 현황

구분			완료	초안 제출	초안 작성	19년 현재 미수립(예정포함)
공공기관	48		32	2	3	11
	전력시설	8	한국전력공사, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국남부발전, 한국지역난방공사, 한국수력원자력,			

구분			완료	초안 제출	초안 작성	19년 현재 미수립(예정포함)
	유류자원 관리시설	3	한국석유공사, 대한석탄공사, 한국가스공사			
	교통·도시 기반시설	9	한국철도공사, 인천국제공항공사, 한국공항공사, 인천항만공사, 울산항만공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단	부산항만공사		
	환경시설	2	국립공원관리공단, 수도권매립지관리공사			
	용수공급시설	2	한국농어촌공사, 한국수자원공사			
지방 공기업	전력시설	1	제주에너지공사			
	교통·도시	6	대구도시철도공사			서울교통공사, 부산교통공사, 인천교통공사, 광주도시철도공사, 대전도시철도공사
	환경시설 (하수도)	8	부산, 대전, 광주, 대구, 인천	울산	제주	세종
	상수도 시설	9	제주, 부산,		서울, 대구	인천, 광주, 대전, 울산, 세종

* 세종 상/하수 시설은 추진 유예

○ 2019년 현재 적응대책 수립 추진현황

▸ '19년 적응대책 초안 작성 완료 예정기관(3개 기관)

▸ 서울특별시 상수도사업본부, 대구광역시 상수도사업본부, 제주특별자치도 상하수도본부(하수)

▸ 20년 상반기 중 적응대책 수립완료 기관 35개 예상

▌표 1-3▐ 적응대책 수립 진행 기관

	대책 수립 진행 단계					
	착수예정	1단계 기초조사	기후변화 영향분석	리스크 평가	적응대책 마련	적응대책 작성
기관명					제주하수, 대구상수, 서울상수	

▌표 1-4▐ 현황별 조사결과

계	응답기관(9)	미응답기관(8)
교통도시기반시설(6)	부산항만공사(초안검토 완료), 대전도시철도공사(착수 예정)	부산교통공사, 서울교통공사, 인천교통공사, 광주도시철도공사
환경시설(10)	대구상수도(착수 예정), 광주상수도(초안검토 완료), 세종상수도(유예), 세종하수도(유예), 제주하수도(착수 예정), 울산하수도(초안검토 완료)	서울상수도, 인천상수도, 대전상수도, 울산상수도
용수공급시설	한국수자원공사(초안검토 완료)	

* 세종 상/하수 시설은 추진 유예

4. 주요 사업 내용

가. 공공기관 기후적응보고제 추진 기반 구축

1) 공공기관 적응대책 이행점검 검증 및 이행점검 관리 체계 마련

○ 공공기관 기후변화 적응대책 이행점검지침 중심의 이행검증 기준(안) 마련

○ 기후변화 적응 이행점검을 위한 지원 도구 CCAM-TI(Climate Change Adaptation Monitoring Tool for Infrastructure) 개발

○ 기관별 이행점검 검증 결과 분석 및 피드백 제공

2) 공공기관 기후변화 적응대책 수립 지원도구 고도화

○ 기상청의 극한기후지수의 갱신 및 활용 방안 모색

나. 공공기관 기후변화 적응대책 분석

○ 사회기반시설의 부문별(전력시설, 유류 · 자원관리시설, 교통 · 도시기반시설, 환경시설, 용수공급시설) 우선순위 리스크 도출, 기관의 적응대책 분석

○ 공공기관(사회기반시설)의 기후변화 리스크 및 대책 진단 결과의 제 3차 국가기후변화적응대책 반영 방안 마련

다. 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 지원

1) 공공기관 기후변화적응대책 미수립 기관의 적응대책 수립 지원 (16개 기관)

○ 적응대책 미수립 기관들의 적응대책 수립지원(외부 외탁)

○ 리스크평가 컨설팅단 구성 및 운영을 통하여 적응대책 수립의 지원

○ 적응대책 수립의 지원을 위한 기관 담당자 및 관련자 등의 교육

2) 공공기관 적응대책 성과 확산 프로그램 마련 및 활성화

○ 우수기관 · 사례 표창 및 우수사례 공유

○ 공공기관 기후적응보고제 관련부처 담당자 워크숍 개최

○ 공공기관 적응대책 추진 관련 기관 간의 정보 공유 및 관련 국내외 동향 분석을 위한 공공기관-학계-연구기관과의 협력체계 포럼 구성 및 운영

3) 공공기관 적응대책 이행 지원 및 점검

○ 적응대책 이행점검 현장방문

○ 공공기관 기후변화 적응 이행 지원 설명회 개최

제2장 공공기관 기후적응 대책기반 강화를 위한 방안 연구

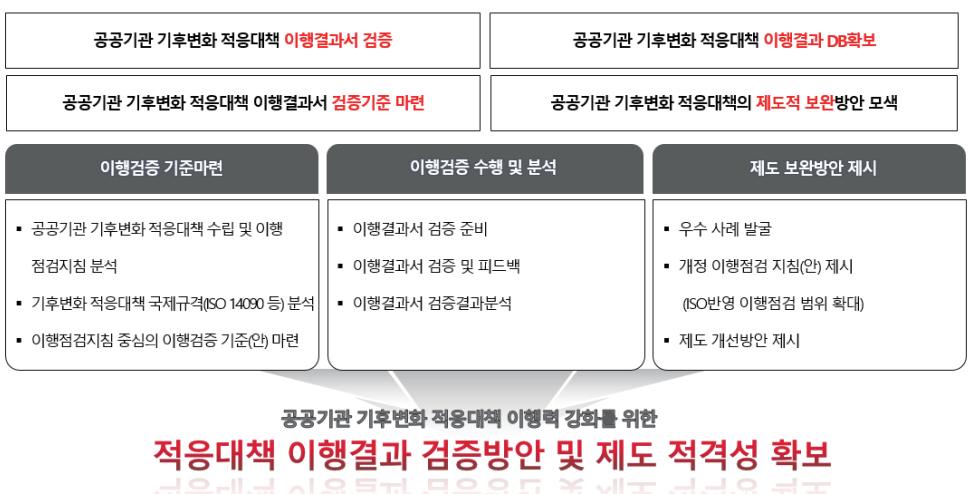
제2장 공공기관 기후적응 대책기반 강화를 위한 방안 연구

1. 공공기관 적응대책 이행점검 관리 체계 마련

가. 추진배경 및 목적

○ 현재 시행중인 '국가 기후변화 적응대책' 및 '국가 기후변화 적응대책 세부시행계획'을 통해 공공기관은 2016년부터 기후변화 적응대책을 수립하고 2017년부터 순차적으로 이행결과를 자체적으로 점검하여 환경부에 그 결과를 보고하고 있음

○ 본 연구는 기후변화 적응대책을 수립한 48개 공공기관을 대상으로 이행결과서(매년 2월말 제출)에 대한 신뢰성 있는 검증방안(검증기준)을 마련하여 공공기관의 기후변화 적응대책에 대한 이행력을 강화하고 제도의 적격성을 확보하는 것을 목적으로 하고 있음



▌그림 2-1▐ 사업 목적에 따른 추진 내용

○ 기후변화 적응대책을 수립하는 공공기관의 수가 매년 증가함에 따라 매년 수행되는 이행점검 대상도 확대되고 있는 실정임

▸ '17년 13개 〈 '18년 31개 〈 '19년 48개

○ 대책 수립 기관의 증가에 따라 공공기관 현업 담당자들은 대책 수립 및 이행점검에 대해 문의사항이 증가하고 있으며, 제도 대응을 위한 애로사항 및 지원책 요구가 증가하고 있음

▸ 공공기관 특성상 담당자 및 관계자의 변경 등으로 인해 이행점검 결과서에 대한 컨설팅 및 자문, 교육 프로그램 등을 요청함

○ 따라서 매년 수행되는 이행점검에 대해 전문기관 및 분석도구(Tool) 등을 통한 표준화된 점검방안이 필요함

○ 이행점검은 매년 제출하는 것에서 끝나는 것이 아니라 관장기관은 공공기관이 제출한 결과서에 대한 피드백과 지속적인 교육, 가이드라인 제공 등과 같은 환류체계를 만들어 공공기관과 의견교류를 지속적으로 유지하는 것이 필요함

나. 점검방법 개발 절차

○ 매년 공공기관이 제출하는 이행점검 결과서를 관장기관에서 제도적 환류를 도모하기 위해서는 제출된 결과서에 대한 평가, 개선방안 도출, 표준화된 점검 양식 개발/배포 등의 제반 활동이 이루어져야 함

○ 따라서 본 연구를 통해 공공기관이 제출한 이행점검 결과서를 평가할 수 있는 분석도구(Tool)을 사용자 입장, 평가자 입장 및 통계용으로 개발하는 것을 목적으로 하고 있음

○ 점검방법에 대한 개발은 현행 지침 및 이행점검 체계에 대해서 분석하는 것을 시작으로 외부 연계 규격(적응, 재난/재해, 지속가능 분야)을 분석해 연계 가능한 항목들을 검토하며, 이를 기반으로 점검항목을 구성하고 이를 기능별 분석도구로 구성하도록 함

1) 환경부 지침 분석

○ 환경부에서 제시하고 있는 “공공기관 기후변화 적응대책 세부시행계획 이행점검 지침”을 분석해 보고 항목에 대한 대/중/소 단위의 항목을 분석함

○ 현행 지침에서 제시하는 항목 중, 세부로 나눌 수 있는 소항목을 구성해 해당 대분류 항목에서 요구하는 보고 내용을 담을 수 있는 세분화를 수행함

○ 또한 각 공공기관에서 제출한 이행점검 결과서를 분석해 항목에 따른 공공기관별 해석 및 보고내용 작성 현황을 파악해 세분화, 통합화 등이 필요한 사항들을 목록화 함

2) 외부 연계 규격 분석

○ 기후변화 적응에 대해서 보고항목을 구성하는데 있는 재난/재해 가이드라인, 내부 지침, 매뉴얼 등 공공기관 개별 및 상위기관에서 제시하고 있는 자료를 바탕으로 적용할 수 있는 항목들과 공통사항을 매칭해 점검방법을 위한 항목에 신뢰성을 높이고, 연계해 살펴볼 수 있는 공공기관의 현황 등을 파악할 수 있도록 함

○ 연계 규격은 기후변화 적응, 재난/재해 분야, 지속가능 분야에서 사용되는 지표 등을 살펴보았으며 개별 공공기관에서 파악할 수 있는 항목들의 유무를 파악할 수 있음

- ISO 14090
- 행정안전처 2019년도 시도안전관리계획 수립지침(안)
- 행정안전처 2018년도 공공기관/지자체 지표
- 기획재정부 공공기관 안전강화 종합대책 2019
- 수도권매립지관리공사 재는대응 자체 행동매뉴얼 2018
- CDP, GRI

3) 점검항목 목록화

○ 앞서 분석한 환경부 지침, 공공기관별 이행점검 결과서, 외부 연계 규격 항목들을 분석해

보고 및 평가항목을 구성하도록 함

- ○ 보고항목은 환경부의 이행점검 지침의 항목을 기준으로 구성하도록 하며, 중분류 항목에 따른 소분류 항목은 기존 항목의 세분화, 타 연계 규격에서 준용할 수 있는 지표 사용 등을 통해 점검항목을 도출하도록 함
- ○ 점검항목을 통해 공공기관 담당자가 이행점검 결과서를 작성하기에 용이할 수 있도록 표준양식을 개발하고 제출한 이행점검 결과서를 관장기관이 평가하고 통계자료로 구축할 수 있는 분석도구(Tool)로 연계를 구성함

4) 분석도구(Tool) 개발

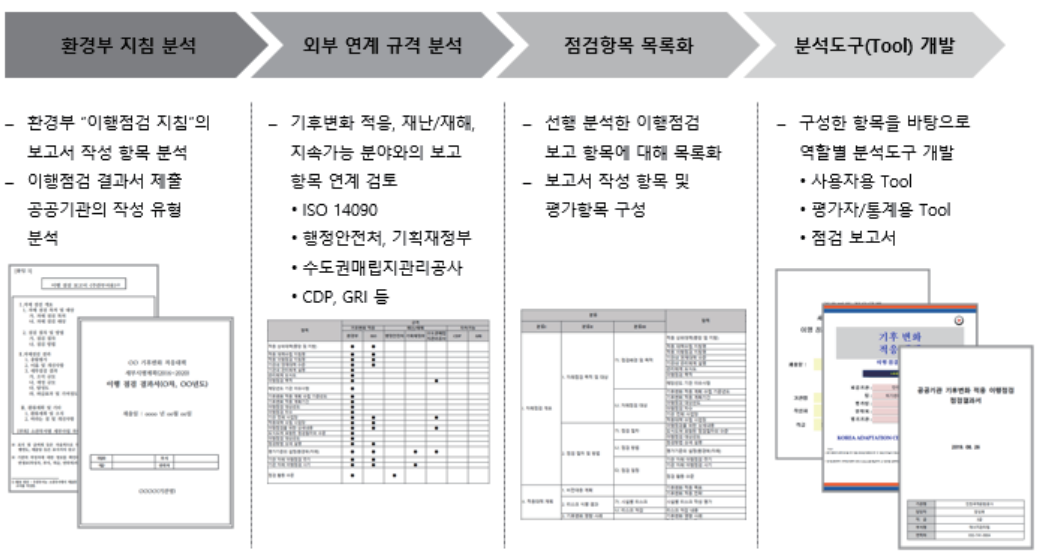
- ○ 앞서 구성된 항목들을 바탕으로 기능별 분석도구를 개발함
- ○ 분석도구는 크게 사용자용Tool, 평가자/통계용Tool, 점검 보고서로 구성되며 세부적인 내용은 다음과 같음
- ○ 사용자용Tool
  - ▸ 이행점검 결과서를 매년 제출하는 공공기관은 이행점검 결과서 작성을 위해 현행 환경부의 지침을 준용해 보고서를 작성하고 있으나, 항목에서 요구하는 내용이 정성적이고 내용이 세부적이지 못해 공공기관에서 임의적으로 해석한 내용, 해당하지 않은 항목에 대한 임의 삭제 등 보고 형식이 표준적이지 못한 부분이 많아 사용자용Tool을 통해 세부항목까지 보고항목을 구성해 보고자 입장에서 보고에 대한 내용 누락 및 임의 선택 등의 문제점을 해소하고자 함
- ○ 평가자/통계용Tool
  - ▸ 사용자용Tool은 보고 주체인 공공기관에서 사용하기 위한 표준양식이라면 평가자/통계용Tool은 제출된 결과서를 표준화된 평가방식에 따라 평가하고 해당 기관의 결과서 평가를 통계적으로 구현해 쉽게 파악할 수 있도록 하는데 그 목적이 있음
  - ▸ 관장기관은 수합된 결과서 평가를 통해 현 이행점검 제도에 대한 개선/보완사항을 도출하고 공공기관의 현황을 파악할 수 있도록 함

○ 점검 보고서

▸ 공공기관이 제출한 이행점검 결과서에 대해 문제점 및 평가를 수행한 관장기관은 평가를 통해 발생한 각 공공기관 이행점검에 대한 시정사항 및 권고사항을 파악해 공공기관에 피드백을 주는 용도의 환류체계를 마련하고자 함

▸ 따라서 점검 보고서는 각 항목의 대/중/소분류에 따른 보고항목에 대해 공공기관이 작성한 내용에 따른 적합/부적합 사항을 표시하고 부적합 사항에 대한 세부 시정사항을 기재하여, 공공기관 담당자가 차년도 이행점검을 보고하는 데 있는 항목의 문제점을 반영해 환류할 수 있는 체계를 돕는 데 의의가 있음

▸



▌그림 2-2▐ 점검방법 개발 절차

다. 산출물별 결과

1) 사용자용 Tool

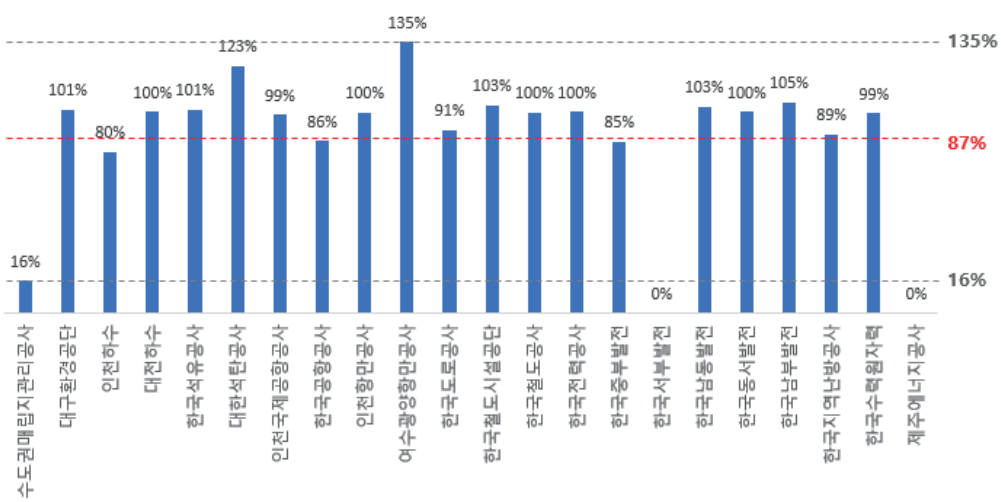
○ 사용자용 Tool은 앞서 설명했듯이 보고자인 공공기관이 표준화된 방식으로 보고 항목에

대해 내용을 기재하고 양식을 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 함

○ 따라서 구축된 사용자용 Tool에 공공기관에서 제출한 이행점검 결과서를 입력하여 항목별 작성 취약항목 도출, 기관의 세부사업 진행에 대한 노력도, 예산 집행정도, 사업 및 예산부분 우수율 등 정량 지표로 볼 수 있는 항목들을 도출하였음

가) 노력도

○ 노력도 항목은 공공기관이 작성한 보고서 내용을 기준으로 예산부분에 있어 제시된 계획예산대비 실제 당해연도 배정예산을 살펴봄으로써 공공기관이 해당 사업에 대해 추진을 위한 노력 정도를 파악하기 위한 척도임



▌그림 2-3 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 공공기관의 이행점검 노력도

○ 공공기관의 당해연도 세부사업 시행에 대한 노력 정도는 약 87% 수준을 나타내고 있으며, 상당히 높은 이행 노력도를 보이는 것으로 평가함

○ 한국서부발전과 제주에너지공사의 경우, 이행점검 결과서에 계획예산 및 배정예산에 대한 정보를 기재하지 않으므로 인해 이에 대한 세부적인 정보를 확인할 수 없음

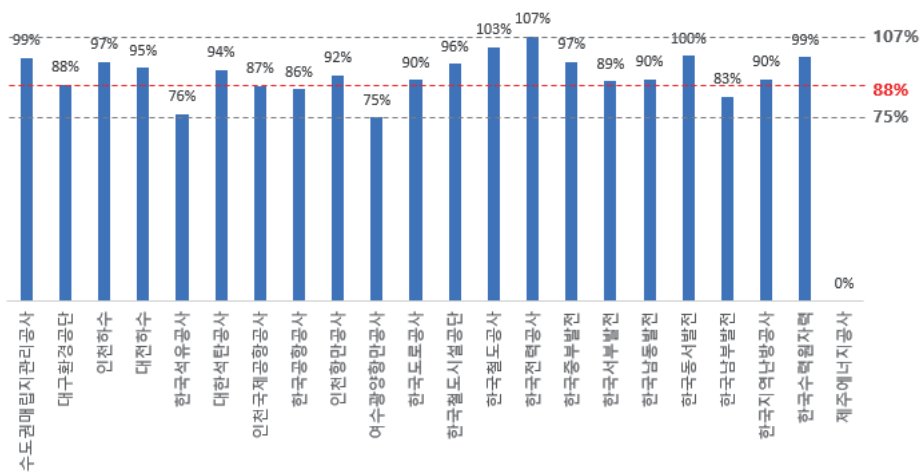
나) 집행률

○ 집행률은 당해연도 공공기관이 세부사업별로 배정한 예산 대비 실제 집행액으로 세부사업에 대한 실제적인 추진의지를 평가할 수 있는 항목임

○ 2018년도 이행점검 결과서를 제출한 22개 기관의 집행률을 살펴보면 평균 88%의 집행률을 보이며, 대체적으로 높은 사업 추진의지를 나타내고 있음

○ 제주에너지공사의 경우, 이행점검 결과서에 예산에 대한 구체적인 정보(계획예산, 배정예산, 집행액)가 기재되지 않아 세부적인 정보를 확인할 수 없음

○ 집행률이 100%를 초과하는 공공기관의 경우, 계획 대비 실제 집행액이 훨씬 늘어나므로 인해 사업에 대한 공격적인 추진 의지를 살펴볼 수 있음



▌그림 2-4 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 공공기관의 집행률

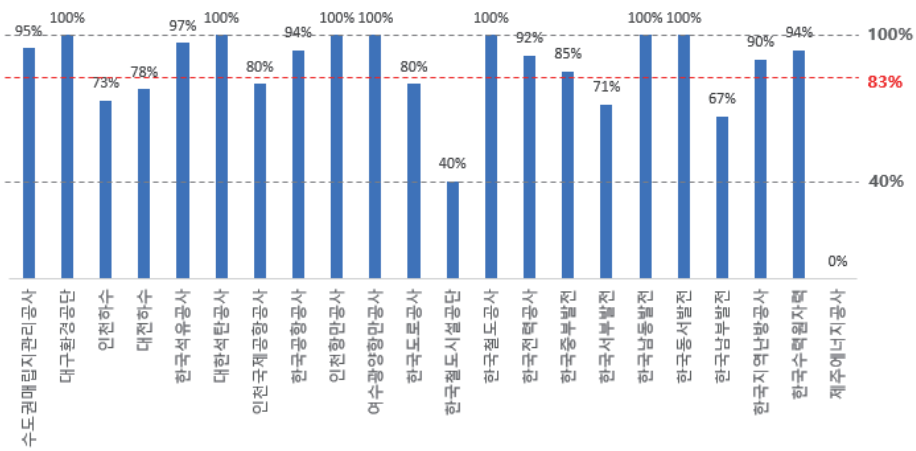
다) 사업추진 우수율

○ 사업추진 우수율은 각 공공기관에서 계획한 세부사업들의 사업추진 부분(실적)에 있어서 우수/보통/미흡에 따른 평가 중, “우수”로 평가된 사업들에 대한 비율을 보는 것으로

세부사업들의 추진 실적을 파악할 수 있음

○ 사업추진에 있어서 미흡을 제외한 우수/보통으로 평가된 경우, 사업이 원활하게 수행되었다고 평가할 수 있으나, “우수”로 평가된 경우는 계획된 사업 내용이 전체 수행되었다고 볼 수 있으며 “보통”으로 평가된 경우, 사업의 일부 계획이 수행되었다고 볼 수 있으므로 “우수”의 정도에 대한 평가를 통해 각 공공기관의 사업 추진 성과를 가늠해 볼 수 있음

○ 22개 공공기관의 사업추진율을 살펴본 결과, 약 83%의 우수율을 나타내고 있는 것으로 조사됨



▌그림 2-5 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 사업추진 우수율

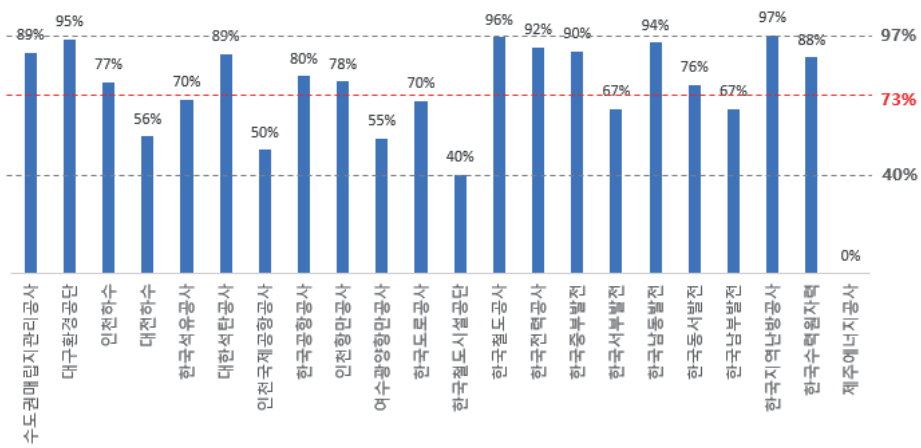
라) 예산부문 우수율

○ 예산부문 우수율은 추진실적 우수율과 유사하게 각 공공기관에서 계획한 세부사업들의 예산 집행 실적에 있어서 우수/보통/미흡에 따른 평가 중, “우수”로 평가된 사업들에 대한 비율을 보는 것으로 세부사업들의 추진 실적을 파악할 수 있는 또 하나의 평가 항목으로 볼 수 있음

○ 실제 공공기관들이 제출한 이행점검 결과서를 살펴보면, 사업추진 실적과 예산부문 집행 실적이 거의 유사하게 진행되는 것을 볼 수 있으나, 일부 사업들은 사업추진실적은 존재

하나 비예산 사업임으로 인해 예산이 집행되지 않은 사람들도 상당히 많고, 이러한 사업들의 경우는 사업추진 실적을 바탕으로 우수율을 평가할 수 있으므로 추진실적과 예산집행 실적에 대한 우수율을 별도로 살펴볼 필요가 있음

○ 예산집행 우수율은 22개 기관 평균 약 73%를 나타내고 있으며, 사업추진 우수율 83%보다는 낮게 나타나고 있으나, 앞서 설명했듯이 "비예산"사업들이 다수 존재하는 상황을 감안하면 우수한 예산집행 정도로 평가할 수 있음

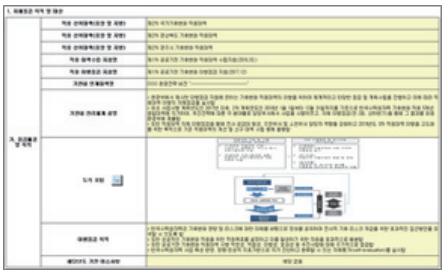


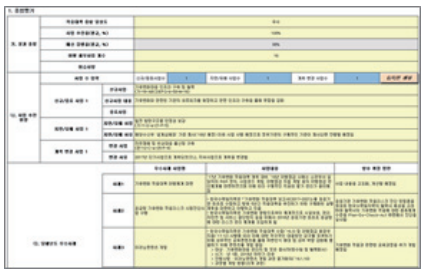
▌그림 2-6 ▌ 22개 공공기관 사용자용Tool 입력에 따른 예산집행 우수율

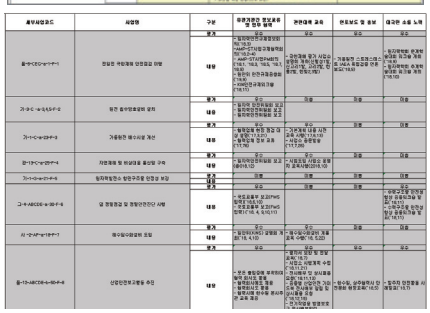
마) 산출물

○ 사용자용Tool은 앞서 설명했듯이 이행점검 결과서를 작성하는 공공기관이 보고를 위한 항목작성을 용이하게 하는 것을 목적으로 하고 있음

○ 따라서 양식의 구성은 엑셀(Excel)을 기반으로 하였으며, 보고서 형식을 통해 기관의 이슈사항을 자유롭게 기재할 수 있는 양식 구성도 추가할 예정임







주요극한기후요소	세부 극한기후요소	세부사업코드	사업명	추진실적	
				추진실적	예산부문
E. 강풍	C. 호우, E. 강풍,	품-6-CEG-a-1-F-1	전원전 극한재해 안전점검 이행	우수	우수
C. 호우	B. 한파, C. 호우, D. 대설,	기-3-C -a-3,4,5-F-2	원전 침수방호설비 설치	우수	우수
C. 호우	C. 호우,	기-1-C-a-23-F-3	가동원전 배수시설 개선	우수	우수
C. 호우	C. 호우,	관-13-C-a-25-F-4	자연재해 및 비상대응 통신망 구축	우수	우수
G. 해수면상승	G. 해수면상승,	기-1-G-a-21-F-5	원자력발전소 방파구조물 안정성 보강	미흡	미흡
C. 호우	G. 해수면상승,	그-4-ABCDE-a-30-F-6	댐 정밀점검 및 정밀안전진단 시행	우수	우수
A. 폭염	A. 폭염F. 가뭄,	사 -2-AF-a-18-F-7	해수담수화설비 도입	우수	우수
A. 폭염	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	품-12-ABCDE-b-50-F-8	산업안전보고확동 추진	우수	우수
C. 호우	C. 호우, D. 대설, E. 강풍, F. 가뭄,	품-12-CDEFG-abc-50,51-F-9	업무연속성관리시스템(BCM) 구축	우수	우수
C. 호우	C. 호우, D. 대설, E. 강풍, G. 해수	품-5-CDEFG-abc-8,50,51-F-10	복합재난대응센터 확보 추진	우수	미흡
C. 호우	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	그-7-ABCDE-a-31,32-F-12	수력양수 발전소 현대화 사업	우수	우수
A. 폭염	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	그-9,10-ABCDE-c-51-F-13	신재생사업 적극 추진	우수	우수
E. 강풍	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	품-14-ABCDE-b-50-M-14	기후변화 적응대책 이행체계 고도화	우수	우수
A. 폭염	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설, E. 강풍,	기-15-ABCDE-b-50-M-15	저소득계층 기후변화 적응 인프라 구축	우수	우수
A. 폭염	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	기 -16-ABCDEG-b-50-M-16	기후변화대응 인프라 구축 및 협력	우수	우수(비예산)
A. 폭염	A. 폭염B. 한파, C. 호우, D. 대설,	기-15-ABCDEG-c-51-M-17	사회복지시설 태양광 발전설비 지원사업	우수	우수

▎그림 2-7 ▎ 사용자용Tool 양식

2) 평가자용/통계용Tool

○ 평가자용/통계용 Tool은 앞서 설명했듯이 공공기관이 제출한 이행점검 결과서를 관장기관에서 매년 점검하고 평가하여 그 현황을 파악하기 위함을 목적으로 함

○ 따라서 구축된 평가자용/통계용 Tool에 공공기관에서 제출한 이행점검 결과서를 평가하

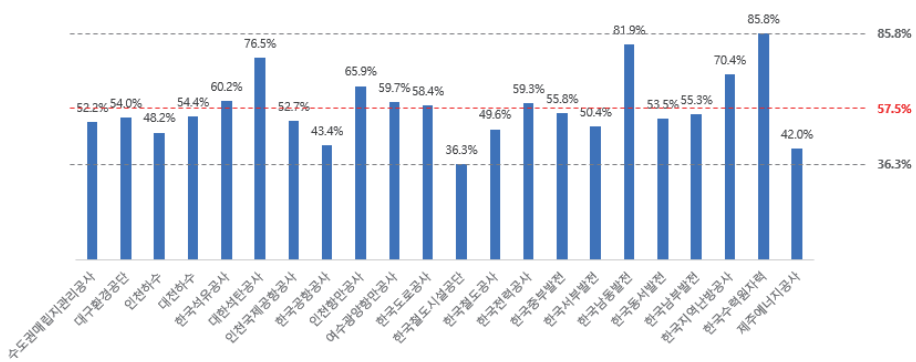
여 기관별 평가점수, 평가배점, 평가 등급 및 결과서에 작성이 안 된 미기재 항목 등을 파악해 제도 개선에 대한 환류체계를 위한 기초자료로 활용함

가) 평가배점

○ 평가배점은 평가자용/통계용Tool에서 제시된 세부항목들에 대한 세부 배점을 적용한 점수체계를 통해 해당 공공기관이 획득한 점수를 산정함

○ 평균 배점은 약 57.5%로 한국수력원자력이 85.8%로 가장 높게 나타났고 한국철도시설공단이 36.3%로 가장 낮게 나타났음

○ 평가배점에 따른 분포도가 상위와 하위 편차가 다소 높게 나타남으로 인해 기관별 이행점검 결과서의 수준 및 현황을 판단할 수 있음



▌그림 2-8▐ 22개 이행점검 공공기관에 대한 기관별 평가배점

나) 평가 등급(Grade)

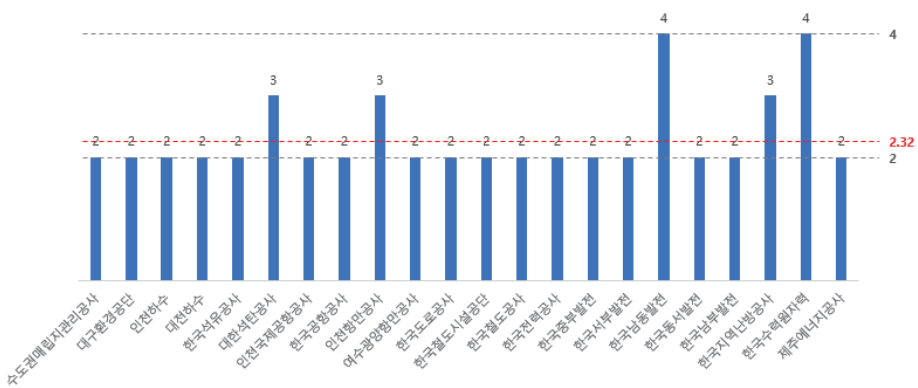
○ 평가 등급은 각 공공기관이 획득한 평가배점에 대한 범위를 설정해 기관의 평가 등급을 표시하는 것으로 세부적인 등급은 다음과 같음

- 5등급 : 90점 이상 및 0점 항목 없음
- 4등급 : 80점 이상~90점 미만
- 3등급 : 60점 이상~80점 미만

- ▸ 2등급 : 30점 이상~60점 미만
- ▸ 1등급 : 30점 미만

○ 매년 관장기관에서 주관하는 공공기관 기후변화 적응 우수기관에 대한 유공자 포상과 같은 평가시, 평가자용/통계용Tool을 통해 평가한 기관의 자료를 기반으로 활용할 수 있으며, 기관의 통계를 바탕으로 한 현황 및 개선사항을 매년 평가할 수 있음

○ 4등급 이상으로 평가된 공공기관은 현재 2개 기관에 불과하며, 3등급 이상 3개 기관, 나머지는 2등급 수준을 보이고 있음



▌그림 2-9 ▌ 22개 이행점검 공공기관에 대한 기관별 평가등급

다) 산출물

○ 평가자용/통계용Tool은 이행점검 결과서를 보고받는 관장기관에서 기관별 이행점검 현황 및 수준을 확인하기 용이하게 하며 향후 제도 개선에 대한 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 하고 있음

○ 따라서 양식의 구성은 엑셀(Excel)을 기반으로 하였으며, 해당 공공기관의 현황을 가시적으로 파악할 수 있도록 그래프 및 다이어그램 등을 삽입해 활용할 수 있도록 구현함

▎그림 2-10 ▎ 평가자/통계용Tool 양식

3) 점검 보고서

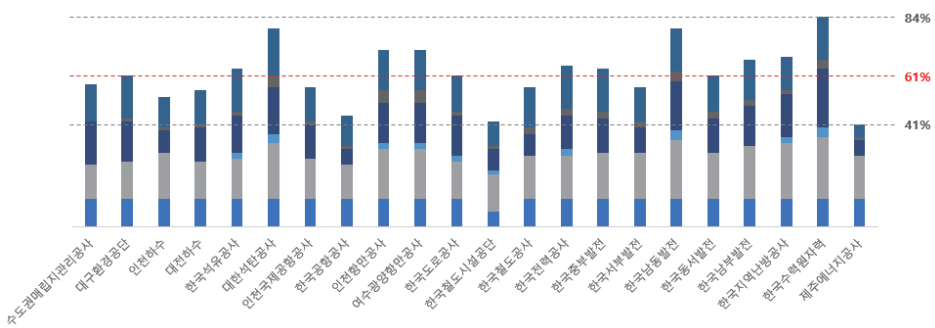
○ 점검 보고서는 평가자용/통계용Tool을 통해 점검한 사항들을 바탕으로 차년도에 이행점검 결과서를 개선하고 시정하기 위해 공공기관별로 점검한 사항을 대/중/소항목에 따라 적합/부적합 사항을 기재하고 부적합 사항에 대해서는 세부적인 의견을 달아 시정할 수 있도록 해 관장기관과 공공기관 간 피드백 및 환류방안이 마련될 수 있도록 하는데 그 목적이 있음

○ 공공기관에 피드백될 예정이 점검 보고서는 항목별 작성방법 및 작성 내용을 기재해 매년 수행되는 공공기관의 이행점검 품질 향상 및 담당자 업무 인식 제고의 효과를 도모할 수 있음

가) 적정률

○ 적정률은 항목 평가를 통해 각 공공기관별 "적합"에 대한 비율이 전체의 어느정도를 차지하는 정도를 나타내는 것으로 공공기관의 이행점검 보고서 품질을 평가할 수 있고 그에 따라 공공기관이 차년도 이행점검 보고서를 작성하는데 있어 개선할 수 있는 사항을 안내하는 척도를 나타냄

○



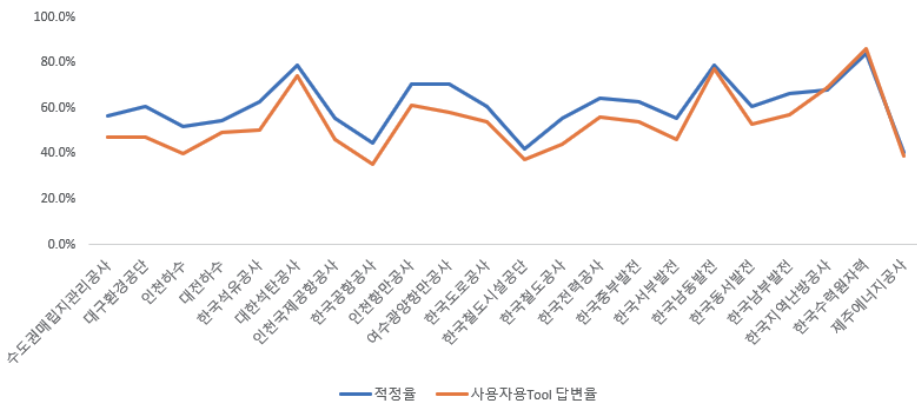
▌그림 2-11 ▌ 점검보고서의 기관별 적정률

○ 현재 22개 공공기관에 대한 점검 보고서를 살펴보면 적정률은 약 61% 정도를 나타내는 것으로 집계되며, 이행점검 결과서 대분류 항목에 따른 적정률을 확인할 수 있음

○ 기관별 적정률 편차가 현재는 많이 나는 것으로 분석되며, 향후 사용자용Tool의 보급을 통한 보고 항목 표준화가 수행되면, 그에 따라 공공기관별 보고 항목에 대한 명확화로 작성률 및 적정률은 상승할 것으로 판단됨

나) 사용자용Tool 답변률 및 적정률 상관성

○ 사용자용Tool에서 제시한 소분류 항목에 따른 답변률은 앞서 살펴보았으며, 현재 점검 보고서를 통한 적정률은 사용자용Tool 답변률과 상관성을 나타내고 있음



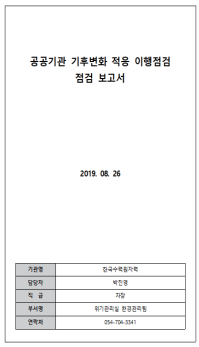
▌그림 2-12 ▌ 답변률 및 적정률 상관성

○ 물론 보고서 작성률이 높은 공공기관은 해당 항목에 대한 적정률이 높은 것으로 나타나는 것이 맞으며, 사용자용Tool에서의 보고 항목과 점검 보고서에서 평가하는 항목에 다소 차이가 있어 그 상관성이 동일하게 일치되지는 않으나, 어느 정도의 답변률과 적정률의 상관성을 파악해 사용자용Tool에서의 답변률을 높여 이행점검 보고서의 품질을 향상하고 공공기관의 이행력을 보다 증진시킬 수 있는 현상을 유추해볼 수 있음

다) 산출물

○ 점검 보고서는 관장기관에서 공공기관에 해당 이행점검 결과서에 대해 피드백을 제공하고 개선사항 및 시정사항을 제시해 제도의 품질 향상을 도모하는 것을 목적으로 하고 있음

○ 양식의 구성은 한글을 기반으로 하였으며, 소분류 항목별 시정사항을 세부적으로 기재하였음



공공기관 기후변화 적응 이행점검
점검 보고서

2019. 08. 26

기관명	한국수력원자력
담당자	박진영
직 급	차장
부서명	위기관리실 환경관리팀
연락처	054-704-3341

1 점검 세부내용

각 대/중/소 점검 항목에서 요구하는 내용이 적절히 기재되었는지에 대해 평가하고 그 결과를 기술한다.
구분은 각 항목에 따른 발견사항에 대해 기재하는 것으로 적정/부적정으로 기술한다.

0. 보고표지

점검 항목			구분	발견사항	조치사항
0. 보고표지	0.1 계획기간	-	적정	2017~2021	-
	0.2 이행점검 차수	-	적정	2차	-
	0.3 이행점검 해당연도	-	적정	2018년	-
	0.4 제출일	-	적정	2019년 2월 26일	-
	0.5 기관명	-	적정	한국수력원자력	-
	0.6 작성자	-	적정	박진영	-
	0.7 부서	-	적정	위기관리실 환경관리팀	-
	0.8 직급	-	적정	3직급(차장)	-
	0.9 연락처	-	적정	054-704-3341	-
■ 점검 의견 [적정] - 보고표지에서 요구하는 항목을 누락 없이 적정하게 기재하였음					

IV. 환류계획 및 기타

점검 항목			구분	발견사항	조치사항
1. 환류계획 및 조치	1.1 환류계획	-	적정	- 한계점 및 보완사항을 고려한 환류계획을 기재함	-
2. 바라는 점 및 개선사항	2.1 차년도 사업계획	-	적정	- 이행점검 위원회 보고 - 미추진/미흡사업 수정 - 신규사업 발굴, 지원 수립	-
	2.2 기관 적응사업의 개선사항	-	적정	- 주/소관부서 역할 체계화 - 환류체계 기반 마련 - 정량지표 개발	-
	2.3 바라는 점	-	부적정	-	- 정책적 개선방향, 수정사항 등 현황을 반영한 의견 기재 필요
■ 점검 의견 [적정] - 요구하는 항목을 적정하게 기재하였음 - '부적정' 항목은 그 중요도는 낮으나, 기관의 적응 노력도를 높이기 위해 항목 추가적으로 기재할 것을 권고함					

2 점검 내용 총괄

점검 내용 총괄은 앞서 상된 '점검 세부내용'의 대분류 항목별 점검 의견을 종합하는 것으로 점검 의견에서 발생하는 이슈사항 중 시정사항과 권고사항을 구분해 이행점검 결과서에 대한 의견을 기재한다.
시정사항은 해당 공공기관이 반드시 이행점검 결과서에 반영해야 하는 사항이며, 권고사항은 해당 공공기관의 상황에 따라 선택적으로 작성할 수 있는 사항으로 구분한다.

■ 시정사항
1. 시설별 리스크
- 시설별 리스크에 사실 및 대상에 대한 기재가 누락
2. 리스크 저감
- 리스크 평가를 통해 적응대책에 포함되는 사업장의 리스크 저감을 및 저감 기여도 평가가 필요
3. 소관부서 역할/업무
- 기재 누락
4. 사업코드
- '사업별 이행점검 결과'의 기후영향인자와 사업코드의 기후인자 상이 : 사업 1, 6, 10, 14,
5. 추진력
- 16개 사업 추진력 작성 누락
6. 부진사유 및 향후계획
- 15개 사업 작성 누락

■ 권고사항
1. 기관내 연계대책
- 적응대책에 활용된 공공기관의 타 대책(예, 기후변화 완화 정책, 환경/에너지 정책 등)이 반영되었다면 기재

III. 자체점검 결과

점검 항목			구분	발견사항	조치사항
1. 종합평가	1.1 성과항목	1.1.1 종합 달성도	적정	- 우수	-
		1.1.2 사업 추진율	적정	- 100%	-
		1.1.3. 예산 집행율	적정	- 99%	-
		1.1.4 이행 사업 개수	적정	- 16개	-
		1.1.5 이슈사항	부적정	-	- 당해연도 사업추진 과정의 이슈사항을 기재
	1.2 사업 추진 정황	-	적정	- 신규1 : 기후변화대응 인프라 구축 및 협력 - 지연1 : 원전 탄만구조물 안정성 보강 - 변경1 : 자연재해 및 비상대응 훈련장 구축	-
	1.3 당해연도 우수사례	-	적정	- 사례1 : 기후변화 적응대책 이행체계 마련 - 사례2 : 광급장 기후변화 적응리스크 시범진단사업 수행 - 사례3 : 이러닝콘텐츠 개발 - 사례4 : 적응대책 이행점검 전산화	-

부록_소관부서 결과표

점검 항목			구분	발견사항	조치사항
1. 사업명	-	-	적정	- 작성	-
2. 소관부서	-	-	적정	- 작성	-
3. 사업코드	-	-	부적정	-	- '사업별 이행점검 결과'의 기후영향인자와 사업코드의 기후인자 상이 : 사업 1, 6, 10, 14,
4. 담당자	-	-	적정	- 작성	-
5. 담당부서	-	-	적정	- 작성	-
6. 점검방법	-	-		- 작성	-
7. 측정주기	-	-		- 작성	-
8. 성과목표	8.1 추진계획	8.1.1 당해연도 계획(2018)	적정	- 작성	-
		8.1.2 당해연도 실적(2018)	적정	- 작성	-
		8.1.3 차년도 계획(2019)	적정	- 작성	-
		8.1.4 예산부문	적정	- 작성	-
		8.1.5 추진력	부적정	-	- 16개 사업 추진력 작성 누락
		8.1.6 기후영향인자	적정	- 작성	-
		8.1.7 사업별 이행점검 결과	적정	- 작성	-

▌그림 2-13▐ 점검 보고서(안)

2. 2018년 이행점검 결과 분석

가. 이행점검 제출 공공기관 현황

○ 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립한 48개 공공기관을 대상으로 2018년도 이행점검을 수행하였으며, 총 22개 공공기관이 이행점검 결과서를 제출하였음

○ 전력시설에 해당하는 대상 공공기관이 가장 높은 제출률을 보였으며, 용수공급시설 부분의 공공기관은 금번 이행점검에 결과서를 제출하지 않은 것으로 나타남

○ 전체 이행점검 결과서 제출 공공기관 중 중앙공기업은 75%의 제출율을 보인 반면 지방공기업은 16.7%만 제출하는 성과를 나타냄

○

구분	대상 공기업				합계
	중앙공기업		지방공기업		
전력시설 (발전소, 변전소, 송배전, 냉난방 공급 등)	한국전력공사, 한국서부발전, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국남부발전, 한국중부발전, 한국수력원자력, 한국지역난방공사	8/8	제주에너지공사	1/1	9/9 (100.0%)
유류·자원 관리시설 (석유, 가스, 석탄 등)	한국석유공사, 한국가스공사, 대한석탄공사	2/3	-	0/0	2/3 (66.6%)
교통·도시기반 시설 (도로, 철도, 항공, 항만 등)	인천국제공항공사, 한국공항공사, 부산항만공사, 인천항만공사, 울산항만공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도공사, 한국철도시설공단	7/9	서울교통공사, 부산교통공사, 대구도시철도공사, 인천교통공사, 광주도시철도공사, 대전도시철도공사	0/6	7/15 (46.7%)
환경시설 (매립지, 하수처리장, 국립공원 등)	국립공원관리공단, 수도권매립지관리공사	1/2	부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 세종, 제주	3/8	4/10 (40.0%)
용수공급시설 (저수지, 댐 등)	한국수자원공사, 한국농어촌공사	0/2	서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 세종, 제주	0/9	0/11 (0.0%)
		18/24 (75.0%)		4/24 (16.7%)	22/48 (45.8%)

*검정색 : 이행점검 대상기관,
*빨간색 : 2018년도 이행점검 기관

▌그림 2-14 ▌ 2018년도 이행점검 제출 공공기관 현황

○ 향후 대상 공공기관의 이행점검 참여를 늘리고 특히 지방공기업의 참여를 확대할 수 있는 방안의 마련이 필요함

나. 이행점검 결과서 항목별 작성 현황

○ 2018년도 이행점검 결과서를 제출한 22개 공공기관에 대해 환경부의 “공공기관 기후변화 적응대책 세부시행계획 이행점검 지침”에서 제시하고 있는 보고항목에 대해 대분류/중분류/소분류 항목의 작성 현황을 분석한 결과, 전체 소분류 항목 기준 약 54% 정도의 항목에 대해 공공기관이 보고 내용을 작성한 것으로 나타남

○ 가장 많은 항목들에 대해 보고 내용을 작성한 기나) 관은 한국수력원자력으로 나타났으며, 가장 저조한 기관은 한국공항공사로 나타남

○ 대부분의 공공기관이 40~60% 정도의 보고 내용 응답 정도를 보이며, 보고 항목에 대한 응답율을 향상하기 위해 표준화된 보고 항목의 제시, 표준화 보고 양식 등에 대한 개발 연계 등 현재 공공기관이 이행점검을 수행하는 부분에 있어서의 어려움을 해소할 방안을 마련하는 것이 필요함

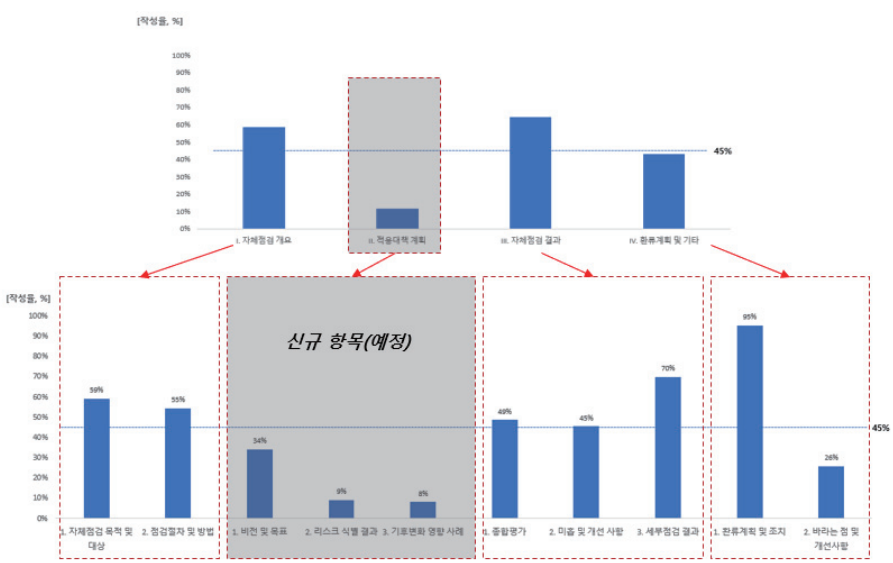
○

구 분	기관명	대책수립 기간	이행점검(2018년)		이행점검 보고서 작성율
			1차	2차	
환경시설	수도권매립지공사	2017~2021		O	47%
	대구환경공단	2018~2022	O		47%
	인천하수	2018~2023	O		40%
	대전하수	2016~2020	O		49%
유류 자원 관리시설	한국석유공사	2018~2022	O		51%
	대한석탄공사	2018~2022	O		74%
교통 도시기반 시설	인천국제공항공사	2018~2022	O		46%
	한국공항공사	2018~2022	O		35%
	인천항만공사	2018~2022	O		61%
	여수광양항만공사	2018~2022	O		58%
	한국도로공사	2018~2022	O		54%
	한국철도시설공단	-			38%
	한국철도공사	2017~2021		O	44%
전력시설	한국전력공사	2017~2021	O		56%
	한국중부발전	2016~2020		O	54%
	한국서부발전	2017~2021		O	46%
	한국남동발전	2017~2021		O	77%
	한국동서발전	2017~2021		O	53%
	한국남부발전	2016~2020		O	57%
	한국지역난방공사	2018~2022	O		69%
	한국수력원자력	2017~2021		O	86%
	제주에너지공사	2018~2022	O		39%

▌그림 2-15 ▌ 이행점검 결과서 기관별 보고 항목 작성 현황

○ 이행점검 결과서에서 제시된 보고 항목을 대분류별 작성 정도를 살펴보면, 평균 약 45% 정도의 작성율을 보이고 있음

- ▸ 이 중 “I. 자체점검 개요”와 “III. 자체점검 결과”에 대한 작성율이 각각 59%, 65%를 나타내고 있음
- ▸ 당해연도 공공기관의 이행점검에 대한 총괄적인 결과를 작성하는 “III. 자체점검 결과”항목에서 기관들이 대체적으로 내용을 충실히 작성한 것으로 나타남
- ▸ 향후 “II. 적응대책 계획” 항목은 현 이행점검 지침을 개정하면서 항목을 신규로 추가할 예정이며, 본 항목에서는 공공기관이 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립하면서 계획한 기관의 적응대책 목표, 전략, 시설별 리스크, 리스크 저감 계획 등을 담을 예정임
- ▸ “IV. 환류계획 및 기타” 항목에서는 대부분의 기업이 당해연도 이행점검에 따른 환류계획을 작성은 하였으나, 그에 따른 개선사항, 차년도 계획, 제도에 대한 바라는 점 등에 대한 작성이 미흡한 것으로 나타나면서 전체 기재율이 낮은 것으로 나타남



▌그림 2-16 ▌. 대분류 항목별 공공기관 작성 현황

다. 이행점검 결과서 작성 취약항목

○ 2018년도 공공기관의 이행점검 결과서를 분석한 결과, 소분류 항목에 대해 작성율에 대한 편차가 상당히 발생하였으며, 작성방법에 대한 안내, 세부 작성 항목 제시 등 공공기관 담당자가 작성하는데 있어 구체성이 필요한 부분에 대한 제도적 개선이 필요한 것으로 나타남

1) 자체점검 개요

○ 자체점검 목적 및 대상

▸ 공공기관의 적응대책과 연계한 내부의 타 연계 전략 및 대책(예, 에너지, 환경, 기후변화, 지속가능경영 등)

▸ 당해연도 기관의 적응대책 이행과 관련해 발생한 이슈사항(사업의 신규, 변경, 지연사업 등에 대한 현황 및 사유, 예산 집행에 있어 발생한 문제점 등)

▸ 기관의 전체 사업장 대비 적응대책 적용 대상 사업장 현황

○ 점검절차 및 방법

▸ 해당 공공기관의 자체 이행점검에 대한 주기 및 시기

▸ 이행점검과 관련해 수행한 당해연도 내부 활동

2) 적응대책 계획

○ 비전 및 목표

▸ 기관의 기후변화 적응대책 수립에 대한 목표 및 세부 전략 적용

○ 리스크 식별 결과

▸ 공공기관이 기후변화 적응대책 수립시 평가한 리스크 결과에 대해 이행점검을 통해 연도별 저감 정도

▸ 시설별 기후변화 적응 리스크 현황 및 대응방안

▸ 매년 리스크 저감 목표 설정

○ 기후변화 영향 사례

▸ 기후변화로 인해 공공기관의 사업장 및 공급망의 피해 사례

3) 자체점검 결과

○ 종합평가

- ▸ 전체 평균 사업 달성도
- ▸ 예산집행율 이외 사업추진율
- ▸ 당해연도 공공기관의 기후변화 적응 우수사례 및 신규, 변경, 지연사업 현황

○ 미흡 및 개선사항

- ▸ 당해연도 이행점검 미흡사항
- ▸ 이슈사항을 바탕으로 차년도 이행점검 반영을 위한 개선사항

○ 세부점검 결과

- ▸ 기후변화 적응과 관련한 공공기관의 구체적인 내부 조직체계(예, TF 조직도, 주관 및 소관부서 명칭, 역할, 업무 등)
- ▸ 세부사업별 “주요” 극한기후요소 설정
- ▸ 성과관리카드의 세부항목 작성
- ▸ 파급효과 및 기여정도의 항목별 활동사항

4) 환류계획 및 기타

○ 바라는 점 및 개선사항

- ▸ 차년도 공공기관의 사업계획
- ▸ 당해연도 이행을 통해 발생한 공공기관 적응사업의 개선사항
- ▸ 상위기관(환경부, 국가기후변화적응센터)에 제도적, 지원적 바라는 점

라. 기관별 이행점검 결과 환류

○ 이행점검에 대한 적격성의 점검은 당해연도 이행점검 결과에 대해 주무기관에서 평가하고 이를 공공기관에 피드백함으로써 차년도 이행점검에 환류하고 이를 적응대책에 반영

해 2차 계획기간에 적용할 수 있도록 하는 것이 가장 목적이라고 할 수 있음

○ 따라서 이행점검 결과서를 제출한 공공기관에 대해 이에 대한 의견을 제언하기 위해 점검보고서를 개발하고 각 공공기관별 점검보고서를 작성하며, 이를 공공기관에 배포하여 매년 시행해 선순환적인 환류체계를 마련할 예정임

○ 구성

▸ 점검 보고서는 평가자용/통계용Tool을 통해 점검한 사항들을 바탕으로 차년도에 이행점검 결과서를 개선하고 시정하기 위해 공공기관별로 점검한 사항을 대/중/소항목에 따라 적합/부적합 사항을 기재하고 부적합 사항에 대해서는 세부적인 의견을 달아 시정할 수 있도록 해 관장기관과 공공기관 간 피드백 및 환류방안이 마련될 수 있도록 하는데 그 목적이 있음

▸ 공공기관에 피드백될 예정이 점검 보고서는 항목별 작성방법 및 작성 내용을 기재해 매년 수행되는 공공기관의 이행점검 품질 향상 및 담당자 업무 인식 제고의 효과를 도모할 수 있음

▸ 또한 점검보고서를 요약해 공공기관에서 이행점검 결과서에 반영하기 용이한 피드백을 수행하기 위해 “점검요약서”를 마련함

▸ 점검요약서는 공공기관 담당자에 배포해 당해연도 이행점검에 대한 의견을 요약해 환류되도록 하는데 목적을 두고 있음

점검 항목			구분	발견사항	조치사항
1. 점검 세부내용					
	0. 보고표지	계획기간, 이행점검 차수, 이행점검 해당연도 제출일, 기관명, 작성자, 부서, 직급, 연락처	적정/부적정	보고서 기재사항	향후 시정사항 및 권고사항
	I. 자체점검 개요	점검배경 및 목적, 자체점검 대상, 점검 절차, 점검 방법, 점검 일정			
	II. 적응대책 계획	기후변화 적응 목표, 전략, 시설별 리스크, 리스크 저감, 기후변화 영향 사례			
	III. 자체점검 결과	성과총괄, 사업 추진 현황, 당해연도 우수사례, 미흡사항, 개선사항, 조직규모, 재정규모, 달성도, 성과관리카드, 파급효과 및 기여정도			
	IV. 환류계획 및 기타	환류계획, 차년도 사업계획, 기관 적응사업의 개선사항, 바라는 점			
	부록_소관부서 결과표	사업명, 소관부서, 사업코드, 담당자, 담당부서, 측정주기, 성과목표			
2. 점검 내용 총괄					
	시정사항	공공기관의 당해연도 이행점검 결과서에 “부적정”으로 점검된 항목들 및 향후 반영필요 사항 작성			
	권고사항	공공기관의 당해연도 이행점검 결과서에 선택적으로 부족한 부분에 대해 반영 필요 사항 작성			

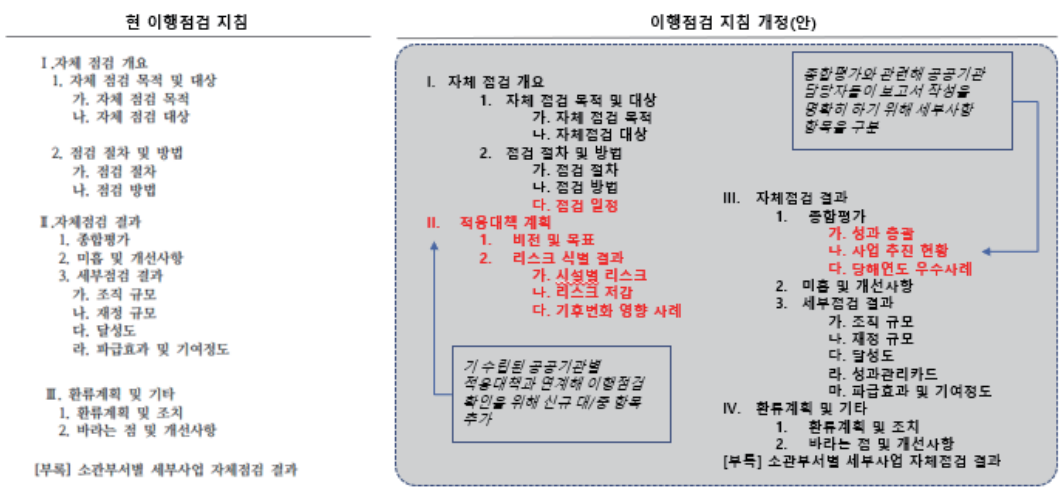
▌그림 2-17 ▌ 점검보고서 구성

3. 공공기관 기후변화 적응대책 이행점검 지침 개정

○ 개발된 분석도구에 맞게 이행점검 지침을 보완할 필요가 있으며, 이를 위해 본문 및 보고항목에 대한 목차, 이에 대한 세부적인 설명을 보완한 지침으로 변경한 개정(안)을 구성하였음

- ▸ 현행 지침을 2018/2019년도 이행점검을 통해 수정 및 보완이 필요항 항목 재검토
- ▸ 2019년도 이행점검 지침 수정(안)을 바탕으로 신규로 보고가 필요한 항목에 대한 의견을 수렴
- ▸ 지침의 보고서 목차 보완 및 사용자용Tool의 보급방향에 따른 지침 내용 삽입에 대한 협의 필요

○ 이행점검 지침 개정(안)의 구성



▌그림 2-18 ▌ 이행점검 지침 개정(안) 방향

4. 공공기관 기후변화 적응대책 수립지원 도구 고도화

가. 공공기관 적응대책의 기후영향요소 활용 현황

가) 공공기관 적응대책 수립 지원을 위한 기후영향분석 보고서

○ 환경부는 2015년 공공기관 및 지방공기업의 시설물 및 사업장이 기후변화 의한 영향을 분석하고 피해손실로 인한 기후변화 취약성을 추정할 수 있도록 자료를 제공하고 있음

○ 최근 10년간 기상재해에 의한 피해액을 크게 발생시킨 극한 기후현상(호우,대설, 강풍) 및 향후 기후변화에 의한 영향이 클 것으로 예상되는 극한기후현상(폭염, 한파)에 대해서 기후시나리오(RCP 4.5와 RCP 8.5)에 대해서 각 지자체별로 극한기후지수를 제공하고 있음

▸ 기후영향요소(폭염, 한파, 호우, 대설, 강풍)의 발생가능성을 추정할 수 있도록 극한기후지수의 값(폭염일수, 한파일수, 호우일수, 대설일수, 강풍일수)제공

▸ 각 기후영향요소별 극한기후지수는 아래와 같으며, 기준은 기상청의 기후특보 발령기준에 준함. 폭염, 한파, 호우, 대설은 기후특보 중에서도 주의보 수준에 준하고, 호우는 주의보 발령기준(12시간 강우량 110mm 이상)보다 낮은 수준

▌표 2-1 ▌ 극한기후지수의 기준

극한기후지수	기준
폭염일수	일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 연중 일수
한파일수	일 최저기온이 -12℃ 이하인 날의 연중 일수
호우일수	일 강수량이 80mm 이상인 날의 연중 일수
대설일수	일 적설량이 5cm 이상인 날의 연중 일수
강풍일수	최대풍속 14m/s 이상인 날의 연중 일수

나) 공공기관의 기후요소 자료 활용 현황

○ 극한기후지수 활용 현황

- ▸ 다양한 공공기관과 각 공공기관들의 시설물별 특성을 반영하는데 참고자료로 활용할 수 있도록 하기 위해서 극한기후지수는 제공 되었으나, 적응대책을 수립한 모든 기관들이 극한기후지수를 이용하였고, 몇몇기관에서만 가뭄, 해수면 상승, 윈드쉬어 등 추가적 기후요소를 고려함.
- ▸ 하지만, 극한기후지수의 기준을 검토하고, 기관의 시설물을 고려한 극한기후지수를 재설정하여 활용한 경우는 없음.

○ 기후변화에 의한 영향을 진단하기 위해서는 개별 공공기관에서도 시설물의 규모별로 중요하게 고려되어지는 기후정보의 기준이 다름. 예를 들어서, 제주에너지의 풍력발전기 설계에서도 풍속은 최대 59.5m/s~ 40m/s로, 운전가능 온도의 범위도 -20~ 40℃, -30~40℃ 등 시설물의 규모별로 차이가 남.

- ▸ 또한, 시설물별로 중요하게 고려되어져야하는 기후요소와 기준값이 각각 고려되어져야 함. 예, 지역난방공사의 보일러와 터빈시설은 고온(40℃, 50℃ 등), 열공급배관 및 변압기 등은(-20℃), 배전시설은(-25℃), 축열조와 중유저장탱크 등은 대설 500 mm 등
- ▸ 또한, 축열보와 배전설비와 같이 일단위가 아닌 시간이나 10분 단위의 기후정보가 중요한 경우도 있음. 지역난방공사는 35m/s(10분 평균)값이 주요하게 고려 됨
- ▸ 호우의 경우에는 절대적인 값이 기준이 아니라 설계빈도로 고려되어지고 있다. 인천국제공항공사는 주배수로는 100년 빈도, 계류장은 20년 빈도 등과 같은 기준을 가지고 있음.

나. 방재시설의 주요 설계기준[1)]

가) 강우관련 구조물의 설계기준

○ 수공구조물, 하천제방, 홍수방어용 등에 대해서 구조물별은 설계빈도를 고려하는 설계기준을 가지고 있음

1) 기후변화를 고려한 시설별 방재기준 가이드라인, 방재청, 2014

▌표 2-2▐ 강우관련 시설물의 설계기준

구 분	구조물의 종류	설계기준
일반 수공구조물	배수로	2~50년
	방수로	20년이상
	배수제	20년이상
	배수문	20년이상
	배수펌프	20년이상
	유수 및 저류지	20년이상
하천 제방	국가하천의 중요기간	200년 이상
	국가하천	100 ~ 200년 빈도
	지방 1급 하천	80 ~ 200년 빈도
	지방 2급 하천	50 ~ 200년 빈도
홍수 방어용	저수지	50년~SPF
	여수로	PMF(가능최대홍수량)
	제방	10년~SPF

○ 환경부의 하수도 시설 설계와 관련된 설계 빈도 기준

▌표 2-3▐ 환경부시설물의 주요 시설기준

구분	하수도 시설기준	하수도시설설계지침서
지선(ϕ600 mm미만)	5년	5년
간선(ϕ600 mm이상)	10년	10년
주간선 (ϕ1,300 mm 이상)	-	20년
유수지 및 배수펌프장	-	30년
하천	-	하천정비기본계획 적용 (단, 국토교통부 및 지방자치단체와 협의 조정할 수 있다.)

출처: 기후변화에 따른 자연재난 환경변화예측 및 방재기준에 미치는 영향 연구. 제1권 : 기후변화를 고려한 방재기준 설정방안, 소방방재청(2011)

나) 폭설 관련 방재기준

○ 「자연재해대책법」 제26조의4항에서는 대통령령으로 정하는 시설에 대하여 관계법령 등에 내설 설계기준을 정하고 그 이행을 감독하도록 하고 있음

▌표 2-4▐ 내설 설계기준의 설정 대상

시 설	종 류	시 설	종 류
건축법	건축물	전기사업법	전기설비
항공법	공항시설	항만법	항만시설
관광진흥법	유원시설	철도산업발전 기본법	철도 및 철도시설
도로법	도로	도시철도법	도시철도 및 도시철도시설
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	도시·군계획시설	농어업재해대책법	농업용 시설, 임업용 시설 및 어업용 시설
궤도운송법	삭도시설	그 밖에 대통령령으로 정하는 시설	
옥외광고물 등 관리법	옥외광고물		

○ 내설 설계기준 적용범위는 실외에 설치된 일체형 지붕장치가 있는 유기시설·유기기구로 정의할 수 있음. 내설 설계의 적용기준은 유기시설·유기기구에 쌓여있는 눈에 의하여 발생하는 하중으로 적설하중의 크기를 계산하고 유기시설·유기기구의 구조계산에 적용하는 적설하중의 크기는 국토교통부가 정하는 “건축구조설계기준”의 설계적설하중에 따름.

다) 강풍 시설물의 방재기준

○ 공항은 항공법 시행령 제18조 (비행장 등의 설치에 관한 검토)와 항공법 시행규칙 제5장 항공시설의 비행장 및 항행안전시설에 관련 사항이 있으나, 비행장의 설치기준에서 착륙대의 풍하중에 대한 한계설정 및 정확한 내력이 제시되어 있지는 않음

○ 도로 및 교통분야는 도로법 제39조 도로의 구조·시설 등의 도로공사 표준시방서 900 교통안전 시설공에 관련 내용이 명시

○ 송전시설 및 배전시설은 전기사업법 제 67조(기술수준)에서 최대풍속이 구조일반은 50m/sec, 돌침부 50m/sec 이하여야 한다고 규정하고 있음

○ 철도시설은 철도법 제3조, 도시철도법 제 10조의 2, 제 22조의 3, 제22조의

○ 항만시설은 항만법제 26조, 항만시설의 기술기준에 관한 규칙 제8조(외곽시설), 제12조(임항교통시설), 제14조(화물처리시설)에서 규정하고 있으나 사항은 미흡

다. 기상청의 극한기후지수의 갱신 및 활용방법

가) 극한기후값의 갱신 현상

○ 기후변화로 인해서 폭염, 한파, 호우, 가뭄 등의 극한기후로 인한 현상의 발생빈도가 증가하고 있으며, 극한값을 갱신하고 있음

- ▸ 기상청에서는 극한기후를 과거에 경험한 기상상태로부터 크게 차이가 나거나평년값에 비해 현저히 높거나 낮은 수치를 나타내는 이상기후 등으로 정의함
- ▸ 2018년은 폭염관련 극한기후 기록을 갱신함. 2018년 8월 1일 서울은 39.6℃를 기록하여 111년 만의 일최고기온을 갱신했고, 열대야일 26일, 최장계속일 16일을 기록함. 또한 2018년 8월 1일 홍천에서는 41.0℃로 역사상 최고기온을 기록함
- ▸ 기온의 상승은 선로온도를 KTX 서행기준을 초과하여 KTX가 서행하고, 도로의 표면온도 증가로 인해서 포장 균열이나 솟음 현상으로 도로를 통제하는 상황을 야기시킴

나) 극한기후지수의 갱신

○ 기상청은 ETCCDI(Expert Team on Climate Change Detection and Indices)를 포함한 다양한 기관의 극한기후지수를 검토하여 한반도에 적용가능한 지수를 개발하여 제공하고 있음

- ▸ 1973-2018년(한반도72개지점, 남한45개, 북한27개)의 관측자료와 2001-2010년까지 MK-PRISM 남한행정구역자료를 분석하여 21세기 전반기(2021~2040년, 20년), 21세기 중반기(2041~2070년, 30년), 21세기 후반기(2071~2100년, 30년)의 대푯값을 제공하고 있음
- ▸ 기존의 12개 극한기후지수에 추가적으로 8개의 지표를 개발하여 제공하고 있음. 기존의 고정된 절대적 기준 12종(폭염일수, 여름일수, 열대야일수, 한파일수, 결빙일수, 서리일수, 일교차, 강수강도, 호우일수, 5일최다 강수량, 최대무강우 지속기간, 식물 성장기간) 외에 지역별 기후값을 기준으로 하는 지수 8종(온난일, 온난일 계속기간, 최대온난일 계속기간, 온난야, 한랭일, 한랭야 지속기간, 최대한랭야 계속기간, 한랭야)를 추가 함
- ▸ 상대적 기준은 고정된 값의 각각 90퍼센타일과 10퍼센타일을 초과 또는 미만한 값으로 산정함

라. 기후영향요소 개선 방향 제안

○ 장기적인 기후패턴의 변동과 극한기후현상의 발생 빈도 증가를 구분하여 진단할 수 있도록 유도 및 정보제공 필요

- ▸ 장기적으로 기후변화로부터 안전한 사회기반시설을 유지하기 위해서는 시설물의 설계기준을 초과하는 현상의 발생우려를 정기적으로 진단할 수 있도록 필요한 다양한 극한기후지수를 제공하는 것이 필요하고, 이는 기록적인 폭염 및 호우 현상대비 시설기준 강화로 이어질 수 있도록 지원 필요
- ▸ 또한 이용자들의 쾌적한 이용을 진단할 수 있도록 평균기온의 상승과 같이 기후패턴의 변화에 대해서도 지속적으로 진단할 수 정보의 제공이 필요함
- ▸ 공공기관들이 이러한 기후패턴의 지속적 변화와 극한기후현상 발생변동의 증가를 구별하고, 이를 적절하게 구별하여 리스크를 진단할 필요성을 인식할 수 있도록 교육하고, 리스크 도구를 제공할 필요가 있음

○ 공공기관별, 시설물별, 지역별 기후리스크를 진단할 수 있는 다양한 기후정보의 제공을 위한 단계적 접근 필요

- ▸ 공공기관의 기후변화 리스크를 제대로 진단하기 위해서는 주요 시설물 또는 이용자/근로자에 영향을 주는 극한기후지수를 제공할 필요가 있지만, 각 기관별, 시설물별, 지역별 상이하여 대푯값을 제공하는데 한계가 있음
- ▸ 2차 공공기관 기후변화 적응대책 수립 시에는 극한기후지수를 최신의 정보로 갱신하고, 기상청의 극한기후지수를 추가적으로 활용할 수 있는 교육자료를 마련 및 제공 필요
- ▸ 또한, 기상청 및 활용 가능한 기후변화 예측자료 정보를 제공하여 기관의 특수한 지수를 개발 및 활용할 수 있도록 지속적 유도 필요
- ▸ 장기적으로는 기상청과 협조를 통해서 기관별 기후지수를 개발할 수 있는 플랫폼을 제공하는 방안도 모색 필요

제3장 공공기관 기후변화 적응대책 내용 분야별 분석

제3장 공공기관 기후변화 적응대책 내용 분야별 분석

1. 공공기관 적응대책 내용 분석 개요

가. 추진 배경 및 목적

○ 제 3차 국가기후변화 적응대책('21~'25)을 '20년 수립예정이며, 사회기반시설의 기후변화 적응대책은 국가적 차원의 정책마련 및 투자 필요

▸ 공공기관이 직접 진단 및 대비하고 있는 기후변화 적응 노력들이 국가기후변화 적응대책 및 분야별 기본계획을 비롯한 국가정책에 반영 필요

▸ 공공시설의 적응노력을 국가정책에 반영함으로써 사회기반시설의 기후변화 적응을 위한 국가 및 공공기관 등 이해관계자들의 역할분담

○ 공공기관이 bottom-up 방식으로 도출한 우선순위 리스크와 리스크 저감 계획 등 사회기반시설의 기후변화 적응 노력이 국가기후변화 적응대책 및 관련 국가중장기계획 등에 반영 필요

▸ 공공기관은 '16년부터 공공기관 기후변화 적응대책을 수립하고 있으며, '18년 32개 공공기관이 적응대책을 수립 및 저감계획을 이행 중

▸ 공공기관의 적응대책은 리스크 진단, 리스크 저감계획 등의 과정이 기관내부 담당자가 참여하는 bottom-up 방식으로 수립

▸ 각 공공기관은 시설/시설관리자/대국민 서비스 분야로 나누고, 이를 다시 기관 및 시설물의 특성을 고려하여 세분화하고, 담당자 및 전문가의 참여를 통하여 리스크를 진단 및 분석한 후 리스크 저감계획을 마련함

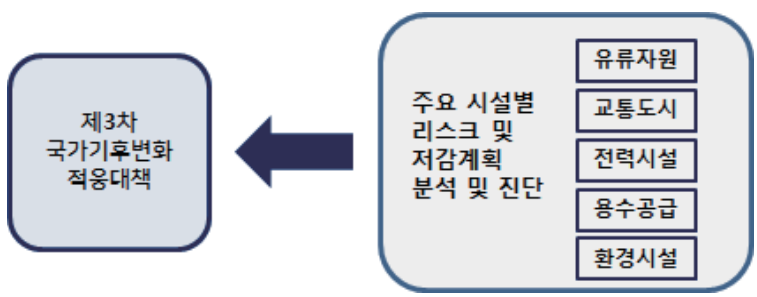
▸ 국가 및 지자체 기후변화 적응대책 수립 시 활용될 수 있도록 공공기관의 기후변화

적응대책을 종합적으로 분석 및 평가

- ▸ 공공기관 분류별(전력시설, 유류·자원관리시설, 교통·도시기반시설, 환경시설, 용수공급시설) 리스크 진단결과 분석을 통하여 우선순위 리스크 도출, 세부시행계획 취합분석을 통한 분야별 주요 저감계획 목록 제시 및 저감계획의 적절성, 적정성, 시급성 등에 대한 진단
- ▸ 관련 분야 전문가와 담당자의 참여를 통한 분야별 기후변화 주요 리스크 우선순위 및 저감계획과의 연계성 진단, 기후변화 리스크 저감 기여 가능성 등을 종합적 평가

○ 공공기관(사회기반시설)의 기후변화 리스크 진단 및 적응 저감활동을 제3차 국가기후변화적응대책('20~) 반영

- ▸ 분석 리포트의 소분류별 우선순위 리스크 및 주요 사업을 도출
- ▸ 국가적응대책과 공공기관 적응대책의 연계를 위한 해외 동향 분석



▌그림 3-1 ▌공공기관 적응대책 분석 목적

○ 국가대책에 반영할 수 있는 시설별 기후변화영향 및 이에 따른 장기적 플랜 등의 정책적 제공 방안 도출 기대

○ 분야별 분석 리포트는 공공기관의 적응대책 이행 현황 및 결과에 대해 평가는 아님, 적응대책을 활용하여 분야별 리스크, 적응수준, 필요분야 등을 도출하기 위함

나. 분석 방법

1) 진행 절차

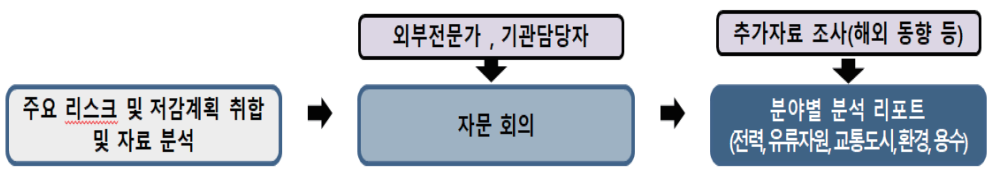
○ 개별 공공기관의 기후변화 적응대책을 분석하여 '공공기관 기후변화 적응대책 수립 지침(환경부 기후변화협력과-2012('16.12.15))'의 수립 및 이행 주체 분류별 주요 리스크 및 저감계획 분석

▸ 개별 공공기관의 기후변화 적응대책을 전력시설/유류·자원관리시설/교통·도시기반시설/환경시설/용수공급시설 별로 취합하여 분석

▸ 각 분류별로 리스크 및 저감계획을 분석하여 각 분류별로 주요 리스크 저감계획 진단

○ 분류별로 분석된 우선순위 리스크와 리스크 저감계획에 대해서 전문가 및 기관 담당자의 자문회의 등을 통하여 보완 및 객관화 과정 진행

▌그림 3-2▐ 분석리포트 진행 절차



2) 자문위원 구성 및 자문회의 운영

○ 자문위원 구성 및 자문회의

▸ 공공기관 적응대책 수립 기관 담당자 및 관련 분야 전문가(적응대책 추진지원 컨설팅단, 관련 전문가 등)로 분야별 자문위원 구성

▸ 각 기관의 리스크 및 적응세부시행계획을 분야별로 분석한 후 자문회의를 통하여 내용의 검증 및 보완 방향 등에 대한 의견 수렴

○ 분야별 자문회의 운영

▸ 자문회의는 각 분야별로 포함된 공공기관의 수립된 적응대책의 리스크와 세부시행계획

을 분석하여 4월 ~ 11월까지 관련 전문가 및 관계자의 의견을 수렴

▸ 전력시설 자문회의

• 2019년 4월 10일 서울역 삼경씨앤앰 13:00 ~ 16:00

• 자문위원단 : 김승우(리스크 솔루션), 이동근(서울대학교), 고동선(한국중부발전), 조희석(한국지역난방공사), 김승태(에코네트워크)

▸ 유류·자원관리시설 자문회의

• 2019년 10월 17일 서울역 JK비즈니스센터 13:00 ~ 15:00

• 자문위원단 : 이동근(서울대학교), 김정찬(한국지질자원연구원), 최문석(한국가스공사), 구현우(한국가스공사)

▸ 교통·도시기반시설 자문회의

• 2019년 11월 06일 서울비즈센터 14:00 ~ 16:00(공항 및 항만), 16:00 ~ 18:00(도로 및 철도)

• 자문위원단 : 김정환(서울기술연구원), 조용철(한국항만연수원), 서광석(안산시), 안정화(한국교통연구원), 하종익(인천국제공항공사), 황미혜(한국공항공사), 박상원(인천항만공사), 신봉근(인천항만공사), 문영기(울산항만공사), 이슬아(여수광양항만공사), 박다혜(한국철도시설공단), 문철희(한국철도공사), 이준호(대구도시철도공사)

▸ 환경시설(하수처리시설) 자문회의

• 2019년 12월 03일 오송컨퍼런스센터 14:00 ~ 16:00

• 자문위원단 : 한대호(KEI 물환경연구실), 강경석(대전광역시), 한성일(대전광역시 시설관리공단), 김상원(대구환경공단), 김수한(대구환경공단), 김형일(대구환경공단), 정장영(대구환경공단), 이현(대구환경공단), 성윤식(대구환경공단), 김오영(대구환경공단)

▸ 용수공급시설 자문회의

• 2019년 12월 04일 서울역 삼경교육센터 15:30 ~ 17:30

• 자문위원단 : 정삼섬(연세대학교), 곽필재(한국건설기술연구원), 오승헌(한국농어촌공사), 김태현(제주특별자치도 상수도본부), 김옥경(한국수자원공사)

3) 리스크 평가 결과 분석 방법

○ 공공기관이 적응대책 수립 과정에서 기후변화로 인해 야기될 수 있는 기후변화 리스크를 기후변화의 발생가능성과 기후변화로 인한 영향의 크기로 도출

• 기후변화 리스크 = 발생가능성 X 영향의 크기

▸ 발생가능성은 기후변화 시나리오를 분석하여 기후변화의 정도를 현재 대비 1~5점 척도로 나타냄

▸ 영향의 크기는 기후변화로 인한 영향에 대한 응답자들의 인식 수준을 나타내고, 기후변화로 인해 초래될 수 있는 영향의 크기를 1 ~5점 척도로 나타냄(영향이 큰 경우 5점)

○ 리스크 분석 결과는 기후시나리오의 발생가능성을 고려하지 않고 체크리스트의 응답결과만으로 분석한 영향의 크기 분석과 발생가능성이 고려된 리스크 분석 결과를 함께 제시

▸ 기후변화 리스크에서 발생가능성은 전지구적 기후변화의 수준을 예측한 것으로 우리나라에서는 향후 10~20년 동안 폭염이 크게 증가할 것으로 예측 되고, 기관 담당자의 인식을 조사한 영향의 크기는 폭염, 호우 등 기후영향요소별로 크게 차이가 없음. 폭염 발생가능성의 큰 값으로 인해서 대부분의 공공기관과 지역에서 폭염의 기후변화 리스크가 가장 클 것으로 예측되고 있음.

▸ 기후변화 적응대책을 통해서 기후변화 우선순위 리스크를 도출 및 저감 대책을 마련하는 것이 주요한 목표이지만, 이와 더불어서 사회기반시설 전반에서 기후변화로 인한 리스크를 진단하고 피해를 저감할 수 있는 적응을 지원하는 것도 중요한 목표임

▸ 그래서 본 장에서는 발생가능성이 반영된 기후변화 리스크 외에도 일선에서 시설물 관리 및 대국민 서비스를 제공하고 있는 담당자들의 기후변화로 인한 영향에 대한 인식을 함께 분석하여, 일선에서 일하는 담당자의 의견을 반영하고, 폭염에만 집중될 수 있는 리스크 저감 활동의 폭을 넓혔음.

○ 리스크 평가 결과의 소분류의 평가결과(영향의 크기, 리스크 평가점수)는 기관에 따른

점수 범위를 표준화하기 위해, 각 기관의 최댓값, 최솟값을 이용하여 구간을 설정하고, 기관별 영향의 크기를 등급화

(예) ○○기관의 최댓값 22.5, 최솟값 1.43이므로 5개의 구간으로 나누어 구간별 점수를 계산

$$○○\,기관\,구간값 = 4.214 = \frac{22.5(최대값) - 1.43(최소값)}{5(구간수)}$$

▌표 3-1▐ 구간별 점수 예시

등급	구간
I	1.43 ~ 5.644
II	5.644 ~ 9.858
III	9.858 ~ 14.072
IV	14.072 ~ 18.286
V	18.286 ~ 22.5

4) 리스크 저감 세부시행계획 분석 방법

○ 기후변화로 야기될 수 있는 리스크를 저감하기 위해 각 공공기관에서 수립한 세부시행계획을 전력시설, 환경시설 등 리스크 분류에 활용한 소분류에 따라 분야별로 저감 계획을 분류 및 분석 하고, 아래의 사항을 고려함

- ▸ 사업의 형태(기존, 기존보완, 신규) 분석
- ▸ 항목별로 리스크평가 결과에서는 낮은 점수를 받았으나 영향의 크기가 높은 기후영향 요소의 경우 관련 적응사업 도출
- ▸ 우선순위 리스크를 저감하기 위해 추진되는 세부시행계획 분석

○ 각 분야별 전체 리스크 저감계획에서 유사 사업 및 동일 저감계획의 사업장별 중복 계산을 고려하기 위해서 전문가와 담당자의 자문을 받아 정리한 사업에 대해서 분석

- ▸ 리스크 평가결과와 실제 체감하는 기후 영향 인자가 상이한 경우, 앞서 서술한 전문가와의 회의를 통하여 정성적으로 분석하여 저감계획의 방향을 조정

2. 분야별 기후변화 적응 분석

가. 전력시설

1) 시설현황

○ 적응대책을 수립한 전력시설 관련 9개 공공기관

▸ 한국남동발전, 한국남부발전, 한국동서발전, 한국서부발전, 한국중부발전, 한국수력원자력, 한국전력공사, 한국지역난방공사, 제주에너지공사

○ 전력시설의 리스크 및 세부시행계획의 분석은 전력시설의 운영하기 위한 재료 및 보조투입물(Input), 발전 및 열공급을 위한 시설 및 설비(System), 전력생산 및 공급을 통한 서비스 홍보(Output)로 구분하여 분석 함

▸ (재료) 연료공급, 발전용 냉각수 및 용수공급, 환경설비 및 보조투입물 등

▸ (생산공급) 전기 생산 및 공급시설, 열 생산 및 공급시설

▸ (기타) 공통, R&D, 매뉴얼 등

▸ (근로자 및 작업환경) 근로자 안전성, 작업환경 안정성, 노동생산성 저하

▸ (서비스 및 홍보) 발전중단 및 제한발전최소화, 피크발전 대응책, 대국민피해, 홍보

▌표 3-2 ▌ 전력시설 리스크평가 구분

대분류	중분류	소분류	합계	비고
Input	재료	연료공급	213	
		발전용 냉각수 및 용수공급	441	
System	생산공급	환경설비 및 보조투입물	219	
		전기 생산 및 공급시설	1091	
		열 생산 및 공급시설	160	한국지역난방공사:158
	인력	근로자 안전성	472	
		작업환경 안정성	350	
		노동생산성 저하	464	
	기타	공통, R&D, 매뉴얼	123	

대분류	중분류	소분류	합계	비고
Ouptut	서비스 및 홍보	발전중단 및 피크발전 대응책	710	
		대국민피해	507	
		홍보 및 커뮤니티	165	
계			4915	

2) 리스크 평가 분석 결과

가) 개요

○ 전력을 생산 및 공급하는 8개의 발전사와 에너지를 공급하는 한국지역난방공사가 적응대책 수립에 활용한 리스크 평가의 수는 총 4,915개 (사업장 별, 시설 별 중복)

○ 발전사 별로 리스크평가 구분방법 및 리스크 평가를 위한 체크리스트 항목 수는 상이함. 체크리스트 항목 수의 많고 적음이 리스크 평가의 상세함이나 리스크 평가 참여자수의 많고 적음을 나타내지는 않고, 사업장 수나 세부사업 분류 등과 관련되어짐

▸ 한국전력공사 15개부터 한국수력원자력 1077개로 기관별로 차이가 큼.

나) 기후변화가 전력시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 전력시설 전반에서 주요시설물을 운영 및 관리하는 담당자는 기후변화로 인해서 폭염, 홍수 등 5대 기후요소에 모두에서 System에 대한 영향의 크기가 Input과 Output에 비해서 클 것으로 담당자들은 예측하고 있음

○ Input(재료)에 대한 영향의 크기

▸ 전력시설의 Input(재료) 분류에는 연료공급, 발전용 냉각수 및 용수공급, 환경설비 및 보조투입물 시설 등이 포함되고, 이 시설물들 중에서 연료공급이 가장 영향을 많을 것으로 인식하고 있음

▸ 연료공급은 호우를 제외한 기후요소(강풍, 대설, 폭염 및 한파) 전반적으로 영향을 많이 받음

▸ 환경설비 및 보조투입물은 특히 폭염에 영향을 많이 받는 것으로 나타남.

○ System(생산공급, 인력 등)에 대한 영향의 크기

▸ 전력시설의 System은 전기 생산 및 공급시설, 열 생산 및 공급시설), 인력(근로자 안전성, 작업환경 안정성, 노동생산성 저하), 기타(R&D, 매뉴얼 수준)로 구분

▸ 근로자 안정성과 작업환경 안정성 등 인력부분이 생산 공급보다 기후변화로 인한 영향을 많이 받을 것으로 예상하고 있음

▸ 다만, 열 생산 및 공급시설에서 폭염이 다른 기후요소보다 영향이 큰 것으로 예상

○ Output(서비스, 홍보)에 대한 영향의 크기

▸ Output은 발전중단 및 제한발전 최소화, 피크발전 대응책, 대국민피해, 홍보 등으로 구성

▸ 발전중단 및 피크발전 대응책에 대해서는 한파에 대한 영향을 가장 크게 받음

▸ 대국민피해는 강풍에 의한 영향을, 홍보 및 커뮤니티 분야는 폭염에서 가장 영향을 많이 받을 것으로 예상

다) 전력시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 전력시설에 미치는 포괄적 리스크

▸ 기후변화 시나리오를 활용하여 제공하고 있는 5개 기후영향 요소(강풍, 대설, 폭염, 한파, 호우)의 극한기후 발생가능성은 지역적으로 다소 차이는 있지만, 대체적으로 폭염의 발생가능성이 현재보다 상대적으로 크게 증가하고, 그 다음으로 대설이 크게 증가할 것으로 예측 됨

▸ 다른 기후영향요소에 비해 폭염과 대설 발생가능성의 상대적 큰 값으로 인해서, 공공시설 모든 분야에서 폭염과 대설의 리스크가 가장 클 것으로 분석. 하지만, 기후변화 영향의 크기에서 보였던 소분류별 주요 기후영향요소는 소분류별 영소분류별 영향의 크기 차이는 리스크 평가 결과에는 나타나지 않음. 이는 앞서 설명한 바와 같이 기후영향요소별 발생가능성의 크기에서 기인한 것으로 판단 됨

○ Input(재료)의 기후변화 리스크

▸ Input(재료)의 모든 소분류에서 폭염으로 인한 리스크가 가장 크게 분석되었고, 환경설비

및 보조투입물이 Input의 다른 시설물보다 리스크가 상대적으로 클 것으로 분석 됨.

- ▸ 발전용 냉각수와 용수공급 시설에서는 한파로 인해서 발전용 냉각수와 용수공급의 리스크가 큰 것으로 나타남

○ System(생산 공급, 인력 등)의 기후변화 리스크

- ▸ System(생산 공급, 인력 등)은 폭염으로 인한 리스크가 가장 클 것으로 분석 결과가 나타나며, 특히 열생산 및 공급시설에서 클 것으로 분석 됨
- ▸ 노동생산성 저하는 대설, 한파, 호우 등의 기후요소에 상대적으로 리스크가 클 것으로 평가

○ Output(서비스, 홍보)분야의 기후변화 리스크

- ▸ 홍보 및 커뮤니티 부분이 다른 분야보다 폭염에 대한 리스크가 크게 나타나는데, 이는 폭염에 따른 서비스 수요의 증가에 기인한 것으로 분석 됨
- ▸ 또한, 그 외에도 한파로 인해서 발전중단 및 피크발전 대응책이 가장 필요할 것으로 분석 됨

3) 전력시설의 세부시행계획 분석

가) 개요

○ 전력시설에서 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 9개 전력시설은 기후변화 리스크를 저감하기 위해서 총 316개의 세부시행계획을 마련 함.

- ▸ 시설물 167개, 시설관리자 54개, 대국민 서비스 관련 53개를 각각 마련하였고, 구분이 되지 않는 기타 사업 42개로 구성

○ 전체 세부시행계획 316개 중 유사 사업 및 동일 계획의 사업장별 중복 계산을 방지하기 위해서 전문가와 담당자의 자문을 받아 정리한 후에 분야별로 분석

나) 분야별 세부시행계획 분석

○ 전력시설의 세부시행계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장

큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함.

(1) 사업의 형태에 따른 분석

○ 세부시행계획들 중에서 기후변화 적응대책을 수립하는 과정에서 기존 계획의 활용 정도와 신규로 추가되는 사업을 구분하기 위해 기존/기존보완/신규로 구분함. 기존과 기존보완 중복 표기한 경우에는 기존보완 사업으로, 기존보완과 신규에 모두 표기한 경우에는 신규 사업으로 간주 함.

- 전력시설에서는 기존보완이 152건, 신규 55건으로 분석 되었고, 기존보완사업의 경우 대부분 유지보수, 노후화 설비 교체 등의 사업이 대부분이고, 신규사업도 전력시설 안정성 확보 및 유지보수 사업이 가장 많음
- 이 외에 관리체계를 구축하는 사업, 기후변화적응 시스템 개발, 기후변화적응 대내외 홍보활동 강화 등의 사업도 계획

○ 전력시설에서 적응대책 수립과정에서 새롭게 도출 및 추진하는 주요 신규 세부시행계획은 아래와 같음.

- 시스템구축 관련해서 '기후변화 적응대책 관리 전산시스템 구축', '기상/기후정보 제공 서비스 체계 구축', '전력설비 피해 예상 평가 시스템 개발' 등
- R&D 및 연구사업 관련하여 '기후변화 적응대책 이행평가 및 R&D 추진', '취약지역 시공기준 강화', '전력설비 착빙 측정 및 예측 연구', '염분 부착량 추정 및 예측 연구' 등
- 그 외에 '안전교육장 건립 타당성 검토 후 추진'과 같은 신규 시설물 건설과 '기후변화, 에너지 절약에 대한 교육 및 홍보'과 같은 대내외 홍보 정책 등

(2) 시설별 주요 세부시행계획

○ 시설물별로 기후변화에 대한 리스크와 저감계획을 연계하여 분석

- 각 시설물에 영향이 큰 기후변화영향요소는 체크리스트에 응답한 담당자의 인식조사와 기후변화 발생가능성이 반영된 리스크 평가로 구분하여 분석하였는데, 이는 앞서도 설명

한 바와 같이 기후변화 시나리오와는 별개로 현장에서 전문가가 체감하는 기후변화와 그에 대한 대비수준에 대한 진단도 함께 반영하기 위함

○ 연료공급관련 대책

▸ 기후시나리오가 반영된 기후변화 리스크는 폭염 및 대설로 인한 리스크가 가장 클 것으로 분석되었고, 이를 위해서는 연료공급 안정성 확보를 위한 고도화, 자연발화 예방, 추가적 대책 마련 등 세부시행계획을 마련함

▸ 현장의 담당자들은 폭염과 대설보다는 강풍으로 인한 연료 하역 및 이송의 안정성에 영향이 클 것으로 진단하였고, 이를 위해서는 발전설비 구조물 및 연료 및 용수 공급 안정성 확보, 사전점검 및 재난 대응체계 구축 등의 계획을 마련

○ 발전용 냉각수 및 용수공급관련 대책

▸ 폭염에 의한 기후변화 리스크가 클 것으로 진단하였고, 폭염에 대해서 냉각수 설비와 가압장 펌프 등 발전용 냉각수 및 용수공급 안정성 확보 대책을 마련

▸ 현장의 담당자들은 다른 기후영향요소들보다 한파에 대한 대피가 필요하다고 진단하였고, 이를 위해서 동파방지를 위한 설비운영 고도화 계획을 마련함

○ 전기(열) 생산 및 공급시설 관련 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 클 것으로 진단하였고, 폭염에 대비하여 발전효율 향상 및 출력 저감, 대기온도 및 해수온도 상승에 따른 설비 안정성 확보와 같은 계획을 마련

▸ 현장의 담당자들은 강풍으로 인한 화재발생 가능성 증가, 체선에 따른 공급 차질 등을 우려하였고, 이를 위한 대비와 설비운영고도화와 같은 계획 등을 마련

○ 근로자 보호를 위한 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단하였고, 이를 저감하기 위해서 옥외 근무자 등에 대한 작업환경개선, 온열질환 감시활동, 안정성 강화 대비책 마련, 폭염 리스크에 대한 인식 교육 등의 계획을 마련

▸ 현장의 담당자들은 기후변화로 인해서 대설이 가장 크게 영향을 미칠 것으로 응답을

하였고, 대설로 인한 피해를 저감하기 위해서 결빙으로 인한 미끄러짐 및 동상 대비 대책 강화 등의 계획을 마련

○ 전력시설 전반의 기후변화 리스크 저감을 위한 매뉴얼 개발 등과 비구조적 대책

▸ 발전중단 및 피크발전 대응책 전력수요 증가에 따른 제한 송전 등의 공급 대책 강화

▸ 기후변화 적응 관련 자료 등의 전산시스템 구축, 매뉴얼 개발, 유관기관과의 협력체계 구축 등

▸ 폭염 및 한파 대비 현장근로자 교육, 인근 기후변화 취약 지역주민에 대한 지원 확대 등 추진

○ 기후영향요소에는 포함되지 않았지만, 가뭄에 대비하여 발전용수 추가확보, 해수담수화 설비 도입, 가뭄대응 단계별 매뉴얼 구축 등

4) 전력시설의 기후변화 적응 활동

(1) 기후변화 시대에 전력시설이 직면하게 되는 변화

○ 전지구적으로 에너지 시스템은 기후변화 저감에 대한 기여와 기후변화 적응 요구에 직면하고 있음

▸ 에너지 분야는 오래전부터 기후변화 저감에 관심을 가져왔고, 이를 위해 저탄소에너지 공급시스템으로의 근본적 전환과 안전하고 신뢰할 수 있는 에너지를 공급을 위한 지속적 노력을 기울여 옴.

▸ 또한 기후변화와 그 영향을 최소화하기 위한 적응에도 노력을 기울이고 있음 기후변화로 새로운 에너지 자원의 발굴 및 전환, 전력 생산 및, 송배전 분야에 미치는 영향이 클 것으로 진단하고 있음

○ 기후변화가 에너지 수요에 미치는 영향에 대한 평가는 많이 이루어졌지만, 취약성 저감 비용과 그에 따른 기회창출, 다양한 에너지 시스템에서의 장기적 영향과 적응 옵션 관련해서는 노력하고 있음에도 불구하고 부족함

▸ 국내 에너지 분야 적응의 방향 설정에 참고적 자료를 제공하기 위하여 해외에서의 에너지 분야의 적응활동 관련한 사례 조사 진행함

(2) 에너지 분야의 적응활동 사례 조사

○ 기후변화 대응하기 위해서 유럽연합(EU), 국제원자력기구(IAEA, International Atomic Energy Agency), 아시아개발은행(ADB, Asia Development Bank)에서 에너지 분야의 현황 진단 및 사례 발굴 등의 노력을 하고 있음

○ 유럽위원회는 'Adapting Infrastructure to Climate Change'(2013)과 'Framework strategy for a Resilience Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy'(2015) 등 기반시설의 기후회복성 향상을 위한 자료를 제공하고 있음

▸ 현재와 미래의 기후변화 리스크와 적응방법이 기반시설에 미치는 영향을 평가할 수 있는 가이드를 제공

▸ 융합정책(Cohesion policy)을 통해서 2014~2020년까지 기후회복기반시설(climate-resilient infrastructure)의 성장을 재정적으로 지원하고 있음

○ 국제원자력기구는 점진적 기후변화와 극한기후현상의 변동 증가가 에너지 부문에 미치는 영향의 범위와 잠재적 적응옵션을 분석하여 'Adapting the Energy Sector to Climate Change'(2019)에 발표

▸ 공급적 측면에 집중하여 점진적 기후변화(GCC, Gradual Climate Change)와 극한기후변동(EWE, Extreme Weather Events)으로 인해서 에너지 분야에 미치는 다양한 영향에 대해서 시스템적으로 검토함.

▸ 기후변화로 인한 강수량 감소와 그에 따른 하천 수위 저하는 석탄의 운송 차질로 인한 석탄화력발전소의 가동중지로 연결될 수 있고, 눈보라로 인해 송배전이 방해를 받고, 이는 발전소를 강제로 중지시키는 것과 같은 간접 효과로 연결 될 수 있음

▸ 점진적으로 기후변화는 재생에너지원으로의 전환에 영향을 끼치지만, 절대적이지 않음. 예를 들어 수력발전을 위한 수자원 이용가능성, 풍력을 위한 바람, 태양력을 위한 일사량과 구름양에는 영향을 크게 미치지만, 고갈될 수 있는 에너지원은 상대적으로 적게 영향을 받음

▸ 극한기후현상에 대한 기존 에너지 시설과 인프라의 취약성을 감소시키기 위한 투자가 전지구적으로 이행되고, 이러한 투자는 수명이 긴 에너지 시설의 자산에서 미래의 기후와 날씨에 예측이 반영될 필요가 있음

▸ 각 시설물(원자력, 화력, 열발전, 송배전, 재생에너지(풍력, 태양력, 수력 등))별 잠재적 기후변화 현상 및 영향과 그에 대응하는 적응 옵션들을 분석하여 제공하고 있음. 일례로, 평균기온의 상승대비 1 ~2%/℃의 효율손실, 냉각수 이용률의 감소로 연간 에너지 발전량이 0.1 ~5.6% 감소시킬 수 있음. 이에 대응하기 위해서 냉각용수원의 다각화(하수재이용 등), 에너지 재이용,콘덴서 활용, 열 파이프 교환 등의 적응옵션 사용 가능

(3) 전력시설의 기후변화 리스크 및 세부시행계획 요약

○ 전력시설의 기후변화 리스크 요약

▸ 기후변화 시나리오(RCP4.5와 RCP 8.5)를 이용하여 한반도의 극한기후 발생가능성을 살펴보면 지역마다 다소 차이가 있지만, 대체적으로 현재에 비해서 폭염이 크게 증가하고 그 다음으로 대설이 크게 증가할 것으로 예측 됨.

▸ 극한기후발생가능성과 영향의 크기로 결정되는 리스크는 폭염 극한기후발생가능성이 압도적으로 커서 보편적으로 모든 시설 및 분야에서 폭염으로 인한 리스크가 가장 크게 만듬

- Input(재료), System(생산 공급, 인력 등), Output(서비스, 홍보)모두 폭염으로 인한 리스크가 가장 클 것으로 진단
- Input(재료)설비 중 환경설비 및 보조투입물 시설이 폭염에 의한 리스크가 크고, 반면 발전용 냉각수와 용수공급 시설은 한파 리스크가 클 것으로 진단 됨
- System(생산 공급, 인력 등)중 열생산 및 공급시설이 폭염에 가장 리스크가 큰 반면, 노동생산성은 대설, 한파, 호우 등에 리스크가 클 것으로 진단
- Output(서비스, 홍보)중에서 홍보 및 커뮤니티 부분이 폭염 리스크가 크고, 한파로 인한 발전중단 및 피크발전 대응책이 가장 필요할 것으로 분석 됨

○ 전력시설의 기후변화 적응 세부시행계획 요약

▸ 전력 및 에너지를 생산 및 공급하는 9개 공공기관에서 적응대책을 수립하였고, 전체 기관에서 진행된 리스크 평가는 전체 4,915개 항목이었고(사업장별, 시설별 중복 허용), 총 316개의 리스크 저감 계획을 마련함

• 공공기관 기후변화 적응대책의 세부시행계획들 중 리스크와 영향의 크기가 가장 큰 기후영향요소를 중심으로 사업형태 및 주요 시설물별로 구분 함

▸ 공공기관 적응대책을 수립과정에서 신규로 마련한 사업은 55건(전체 316건의 17.4%)이며, 기존보완사업은 유지보수, 노후화 설비 교체 등이고, 신규사업은 전력시설 안정성 확보 및 유지보수 사업이 가장 많고, 이 외에 관리체계 구축 및 기후변화 적응 시스템 개발 등의 사업이 포함

▸ 기후변화 적응대책 관리 및 정보제공을 위한 시스템 개발, 취약지역 시공기준 강화와 기후변화 대비 설비의 안정성 확보를 위한 R&D, 기후변화, 에너지 절약에 대한 교육 및 홍보 관련한 신규 사업을 추진

• 주요시설별 우선 순위 리스크와 기후영향에 대해서 높게 나타난 기후영향요소에 대한 영향과 저감계획을 함께 살펴보면 아래와 같음

▸ 연료공급 관련시설은 폭염과 대설 리스크를 저감하기 위하여 연료공급 안정성 확보를 위한 고도화, 자연발화 예방과 같은 대책을 마련하였고, 강풍으로 인한 연료 하역 및 이송의 안정성 위협을 대비하여 발전설비 구조물 및 연료 및 용수 공급 안정성 확보, 사전점검 및 재난 대응체계 구축 등의 계획 마련

▸ 발전용 냉각수 및 용수공급 관련 시설은 폭염에 대비하여 발전용 냉각수 및 용수공급 안정성 대책을 마련하고, 한파에 대비하여 동파방지를 위한 설비운영 고도화 계획을 마련

▸ 전기(열) 생산 및 공급시설 관련 시설은 폭염에 대비하여 발전효율 향상 및 출력 저감, 대기온도 및 해수온도 상승에 따른 설비 안정성 확보와 같은 계획을 마련하였고, 강풍으로 인한 화재발생 가능성 증가, 체선에 따른 공급 차질 등을 대비하기 위한 설비운영고도

화와 같은 계획 등을 마련

- 기후변화로 인해서 근로자의 노동환경은 폭염으로 가장 큰 위협을 받을 것으로 진단되었고, 이를 위해서 옥외 근무자 등에 대한 작업환경개선, 온열질환 감시활동, 안정성 강화 대비책 마련, 폭염 리스크에 대한 인식 교육 등의 계획을 마련했고, 현장에서의 대설에 의한 피해 저감을 위한 요구에 대해서 결빙으로 인한 미끄러짐 및 동상 대비 대책 강화 등의 계획을 마련
- 기후변화 리스크 저감을 위한 매뉴얼 개발, 전산시스템구축, 발전중단 및 피크발전 대응책 전력수요 증가에 따른 제한 송전 등의 공급 대책 강화, 유관기관 등과 협력체계 구축 등의 비구조적 대책과 교육 강화 및 확대, 가뭄대응 용수확보 및 단계별 매뉴얼 구축 등의 계획도 마련 함

○ 전력시설의 기후변화 적응현황 진단

▸ 발전시설에 탄소저감과 에너지전환이라는 전지구적 요구가 증가하고 있어 이에 대응하기 위하여 빠르고 적극적으로 돌파구를 찾아내고 있고, 기후변화 적응에도 적극적으로 임하고 있음

▸ 발전시설은 공공기관 기후변화 적응대책을 기후환경, 기후대책 등의 부서에서 기후변화 저감과 적응을 함께 담당. 탄소저감 노력에 비해서 적응에 대한 기관의 관심과 참여 인력은 적음.

▸ 기후변화 적응 필요성에 대한 인식부족은 적응노력이 재난이나 재해 저감 활동과 동일시되고, 나아가서는 기후변화 적응대책들이 기존의 재난이나 재해대책의 수준에 머무르는 현상으로 나타남

▸ IRS의 자료에 의하면 기후변화에 따른 현상에 대비하기 위하여 높은 안전율(margin of safety) 적용, 유지보수 증가, 새로운 절차 등을 마련하고 있음. 발전시설은 극한기후현상과 같은 기록적 현상에 대처할 수 있도록 설계되어졌지만, 리스크 진단, 위해성 분석, 시설의 취약성 분석 및 예상 극한기상 현상에 대한 deterministic evaluation등과 같은

방법이 적응될 수 있다고 제안하고 있음. 특히, 원자력 산업은 기후변화 적응의 한 방법으로 기후변화 리스크 감소와 적응강화에 활용될 수 있도록 probabilistic safety assessment(PSA)를 마련

- ▸ 전력시설은 기후변화에 적극적으로 대응하기 위하여 지역사회의 기후변화 적응지원, 시설물의 안전점검 강화, 노후시설 개선 등의 활동을 추진하고 있지만 기후변화 리스크 진단과 저감을 위한 적응활동 분야에서는 보다 적극적인 노력과 투자가 필요

나. 유류 · 자원관리시설

1) 시설현황

○ (대상) 유류 · 자원관리시설 관련 3개 공공기관

- ▸ 한국석유공사, 대한석탄공사, 한국가스공사

○ 유류 · 자원관리시설의 리스크 및 세부시행계획의 분석은 설비 공정 과정을 원료의 공급시설, 에너지 생산시설, 원료 입출하 시설 및 원료 저장시설로 구분. 3개 기관이 공통되는 부분이 있지만, 각각 별도로 구분하여 리스크 평가를 진행하였으므로 이를 존중하여 아래 표에서 비고란 각 기관별 사용된 시설구분을 표시함

- ▸ (시설) 공급시설, 생산시설, 입출하시설, 저장시설, 공통 등
- ▸ (인력) 근로자 안전성, 작업환경 안정성, 노동생산성 저하
- ▸ (서비스 및 홍보) 피해발생대응책, 홍보 등

▌표 3-3 ▌ 유류·자원시설 리스크평가 구분

대분류	소분류	합계	비고
시설물	공급시설	85	한국가스공사
	생산시설	100	
	입출하시설	9	한국석유공사
	저장시설	17	한국석유공사
	공통*	15	대한석탄공사

시설관리자	근로자안전성	100	
	작업환경안정성	100	
	노동생산성저하	100	
	기타**	26	한국석유공사
서비스 및 홍보	서비스	15	대한석탄공사
	홍보 및 커뮤니티	100	
	피해발생대응책	85	한국가스공사
	기타**	26	한국석유공사
	계	778	

* 대한석탄공사가 생산시설 이외의 것을 '공통'으로 표기 함
** 한국석유공사가 시설관리자 및 서비스를 소분류하지 않아서 '기타'로 처리 함

2) 리스크 평가 분석 결과

가) 개요

○ 대한석탄공사, 한국가스공사, 한국석유공사가 제출한 리스크 평가 수는 총 778개(사업장별, 시설 별 중복)로 이는 사업장 수나 세부사업 분류 등과 관련되어짐

나) 기후변화가 유류·자원관리시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 유류 · 자원관리시설에서는 한파와 대설에 의한 기후변화 영향의 크기가 크게 나타나고, 한파와 대설을 제외하고 나머지 기후요소(강풍, 폭염, 호우)에 대한 피해는 비교적 비슷하게 인식

○ 시설물에 대한 영향의 크기

▸ 시설물에는 공급시설, 생산시설, 입출하시설, 저장시설이 포함되고, 전반적으로 한파 및 폭염에 의해서 가장 영향을 많이 받을 것을 것으로 인식

▸ 입출하시설과 저장시설은 폭염에 대한 피해는 비교적 미미하며, 대설에 대한 피해가 우선적일 것으로 인식

○ 시설관리자에 대한 영향의 크기

▸ 시설관리자 근로자안전성, 노동생산성저하, 작업환경안정성 등이 포함되고, 전체적으로

한파에 의한 영향의 크기가 크게 나타나고, 기후변화로 인해서 노동생산성저하가 두드러지게 나타날 것으로 인식

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

▸ 서비스 및 홍보에는 서비스, 홍보 및 커뮤니티, 피해발생대응책 등이 포함되고, 소분류별로 우선순위 영향의 크기가 일관성이 없음

▸ 서비스 및 홍보 전체적으로는 강풍에 의한 영향이 가장 클 것으로 인식하고, 피해발생대응책적 측면에서는 대설 및 호우에서 취약할 것으로 인식함

다) 유류·자원관리시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 유류 · 자원관리시설에 미치는 포괄적 리스크

▸ 기후변화 시나리오를 활용하여 제공하고 있는 5개 기후영향 요소(강풍, 대설, 폭염, 한파, 호우)의 극한기후 발생가능성은 지역적으로 다소 차이는 있지만, 대체적으로 폭염의 발생가능성이 현재보다 상대적으로 크게 증가할 것으로 예측 됨

▸ 폭염 발생가능성의 큰 값으로 인해서 모든 분야에서 폭염이 가장 리스크가 클 것으로 평가됨에 따라 실질적으로 우선순위 리스크 결과가 영향의 크기의 차이에서 나타났다고 판단하기 어려움

▸ 폭염 다음으로는 한파에 의한 리스크가 클 것으로 나타남

○ 시설물에 대한 리스크

▸ 공정의 전반적인 부분을 담당하는 시설물(이하 공통)을 제외하고는 폭염에서 가장 리스크가 크게 나타남(공통의 우선순위 리스크는 대설)

▸ 입출하시설과 저장시설은 영향의 크기에서는 비슷한 양상을 보였으나, 리스크 결과 폭염 다음으로 각각 강풍과 대설에 취약한 것으로 나타남

○ 시설관리자에 대한 리스크

▸ 작업환경안정성에서는 대설에 대한 리스크가 크고, 폭염과 한파로 인한 노동생산성이 저하 리스크가 큰 것으로 나타남. 특히 노동생산성은 모든 기후요소에 대해서 리스크가

크게 나타남

3) 유류·자원관리시설의 리스크 저감 계획

가) 개요

○ 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 3개 기관에서 총 107개의 리스크 저감 계획을 마련 함.

▸ 시설물 분야 95개, 시설관리자 관련 2개, 서비스 및 홍보 분야 59개로 구성(중복허용)

○ 전체 리스크 저감 계획 중 유사 사업 및 동일 계획의 사업장별 중복 계산을 방지하기 위해서 전문가와 담당자의 자문을 받아 정리한 후에 분야별로 분석

나) 각 분야별 저감 계획

○ 리스크 저감계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함.

(1) 사업의 형태에 따른 분석

○ 리스크 저감 계획들 중에서 기후변화 적응대책을 수립하는 과정에서 기존 계획의 활용 정도와 신규로 추가되는 사업을 구분하기 위해 기존/기존보완/신규로 구분. 기존과 기존보완을 중복 표기한 경우는 기존보완 사업으로, 기존보완과 신규에 중복 표기한 경우는 신규 사업으로 간주 함.

▸ 전체 107개 사업 중 기존이 64건, 신규는 7건에 그침. 기존보완사업은 유지보수, 노후화 설비 교체 등의 사업이 대다수를 차지하고, 신규사업도 영향평가, 관리조직 구축 및 전문가 양성하는 경우가 대다수임.

○ 적응대책 수립과정에서 새롭게 도출 및 추진하는 주요 신규 사업은 아래와 같음.

▸ 시스템구축 관련해서 '기후변화 적응대책 관리 전산시스템 구축', '기후변화 적응 관리조직 구성' 등

- ‘3공동 상부 절개지 낙석방지 안전펜스 설치’와 같은 신규 안전장치 설치
- ‘기후변화 적응 전문가 양성 및 임직원 교육’과 같은 교육 프로그램 개발 등

(2) 시설별 주요 기후변화 리스크 저감계획

○ 시설물별로 기후변화에 대한 리스크와 저감계획을 연계하여 분석

- 각 시설물에 영향이 큰 기후변화영향요소는 체크리스트에 응답한 담당자의 인식조사와 기후변화 발생가능성이 반영된 리스크 평가로 구분하여 분석하였는데, 이는 앞서도 설명한 바와 같이 기후변화 시나리오와는 별개로 현장에서 전문가가 체감하는 기후변화와 그에 대한 대비수준에 대한 진단도 함께 반영하기 위함

○ 공급시설 및 생산시설 대책

- 폭염으로 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염으로 인한 시설물의 피로도를 낮추기 위해 기온변화 대비 시설물 설계기준 검토 및 보완 대책 마련
- 리스크 평가 결과에서 나온 폭염 뿐 만 아니라, 담당자들은 한파로 인해 겨울철 유류·자원 수요가 증가하여 공급시설과 생산시설에 미치는 영향이 클 것으로 진단하고 이를 위해 동절기 안정공급대책을 운영을 계획하고 있음

○ 저장시설 및 입출하시설 대책

- 폭염으로 리스크가 가장 클 것으로 진단했고, 폭염으로 인한 화재발생을 방지하기 위해 소방시설 및 소방엔진펌프 정밀 점검 실시 계획을 마련함
- 담당자들은 폭염 외에도 대설로 인한 피해가 클 것으로 진단했으나, 실제로 저감 계획은 호우 및 강풍으로 인한 산사태 등 지반 파괴를 방지하기 위한 사업들(옹벽 및 사면 정밀점검, 입출하시설 내 배관 지지대 내화도장, 부두파일 피복 손상부 보수 및 정밀점검 등)에 초점이 맞추어져 있음

○ 시설관리자 대책

- 폭염으로 리스크가 가장 클 것으로 진단했고, 폭염으로 시설 및 시설관리자의 생산능력이 저하되는 것을 우려하여 갱내 통풍시설 보강, 에어쿨링시스템 설치 등

▸ 한파와 호우에 시설관리자가 취약할 것으로 담당자들은 진단했으나, 실제 인력부문에서 한파와 호우와 관련된 저감 계획은 대설 및 호우로 인한 유량증가 대비 시설물, 시설관리자 보호 외에는 없음

○ 매뉴얼 개발 등 비구조적 대책

▸ 기후변화 적응 관리조직 구성, 기후변화 적응 전문가 양성 및 임직원 교육 등을 마련

○ 서비스 및 홍보 대책

▸ 서비스 및 홍보 분야에서 우선순위 리스크(폭염)와 담당자들이 진단한 기후요소(폭염(홍보 및 커뮤니티), 강풍 및 한파(피해발생대응책)에 대한 저감 계획이 따로 마련되어있지 않음

▸ 현재 수립된 저감계획은 공간정보기반 극한 기후현상 취약지역 평가, 기후변화 영향평가 프로세스 개발 등

4) 유류·자원관리시설의 기후변화 적응활동

(1) 기후변화 시대에 유류·자원관리시설이 직면하게 되는 변화

○ 기화로 인한 유류 · 자원관리시설의 손실은 막대하며 사회 전반적으로 영향을 미침

▸ 천연후변 자원의 생산 투입 제약, 날씨 변동성으로 인한 안전 문제 증가, 자본 및 운영 활동을 모두 지원하는 데 필요한 보험 비용 상승과 같은 문제 등이 야기 될 수 있음

▸ 실제로 미국 걸프 만을 강타한 허리케인(카타리나와 리타)은 해당 지역에 위치한 100개 이상의 관련 플랫폼과 558개의 파이프를 파괴시켜 15억 달러 이상의 복구비용을 발생시켰으며 일시적으로 해당 유류 · 자원의 가격이 상승

○ IPIECA(International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, 2013)은 향후 30-40 년 동안 기후 및 기후 변동성에 대한 변화는 시나리오에 관계없이 유사할 것이므로, 이 기간 동안 기후 변화에 대한 적응은 완화 노력과 별도로 필요함. 기후 변동성에 대한 불확실성과 2040 ~ 50년 이후의 시나리오별 예측 불일치는 적응형 관리 관행과 결합된 유연하고 견고한 설계가 기후 위험을 관리하고 다양한 영향에 적응하

는 데 중요하다고 함

○ 대부분의 유류·자원관리시설은 과거 혹은 현재의 기후 기준에 맞추어 설계되어있기 때문에 향후 발생할 수 있는 이상기후의 강도와 빈도를 반영하기 위한 관심과 선제적 투자가 필요함

(2) 유류·자원관리시설의 적응활동 사례 조사[2)]

○ 기후변화로 인한 위험과 기회에 대응하기 위하여 해외의 에너지 기업들은 기후관련 영향이 발생하기 전에 다양한 적응방식을 시도하는데, ESR은 기존 자산 및 시스템의 가치를 보호하는 것과 혁신을 통해서 새로운 가치를 창출하는 기회로 활용하고 있음

▸ 기업의 물리적 자산의 복원력을 촉진하고 시스템의 반응력을 개선하여 계획과 비즈니스를 유지할 수 있도록 효과적으로 실행하여 가치를 보호하고 있음

- 기상 이변, 재난 및 장비 오작동 등에 대비하기 위해 직원 안전 및 기후 변화 위협에 특화된 후속 재난 계획을 포함하여 운영에 대한 광범위한 현장의 물리적 위험 평가 수행. 데이터 분석을 통하여 부지 식별, 환경 보호 및 위기관리를 위한 프로세스와의 통합. 더 나아가 정부, 관광 산업 및 환경 관리 기관을 위한 상업용 제품으로 패키지화 추진
- 또한 기상 이변과 지속적 기온상승 등으로 인한 서비스 및 운영 중단 등의 피해를 최소화하기 위해 새로운 기술개발과 인프라 개선을 통한 기후 복원력 향상에 투자. 예를 들면, 조명, 창문, 단열 및 HVAC 시스템 업그레이드 등 에너지 절감 및 효율성 계획을 통하여 연간 1,250톤 이산화탄소 배출 감소에도 동시에 기여하거나, 석탄 개조, 스마트 그리드 투자 및 복합 가스 터빈 플랜트등 광범위한 장비 업그레이드에 투자 등

▸ 새로운 형태의 수익 창출과 잠재적인 적응 솔루션과 혁신을 추진하는 가치창출 사업을 추진

- 개인이 환경에 미치는 영향에 대한 인식이 높아짐에 따라 재생 가능 에너지 원 및 에너지 관리 시스템에 대한 수요가 이미 증가하고 있어서 기업들은 맞춤형 솔루션을 개발하는

2) BSR의 'Adapting to Climate Change: A Guide for the Energy and Utility Industry'의 내용을 정리(https://www.bsr.org/reports/BSR_Climate_Adaptation_Issue_Brief_Energy_Utilities.pdf)

고객 에너지 관리 사업을 추진

- 전기 자동차의 진화와 같이 에너지를 생산하고 화석 연료에 의존하는 프로세스에서 벗어나기 위해 재생 가능 에너지 기술에 투자
- 고급 에너지 솔루션 및 기술을 위한 연구 개발에 다양한 이해 당사자들과 협력하여 전략적 파트너십 구축 등

(3) 유류·자원관리시설의 기후변화 리스크 및 적응 활동 요약 및 소결

○ 유류·자원관리시설의 기후변화 리스크 요약

▸ 기후변화 시나리오(RCP4.5와 RCP 8.5) 극한기후 발생가능성은 지역마다 다소 차이가 있지만, 대체적으로 현재에 비해서 폭염이 크게 증가할 것으로 나타남

▸ 극한기후발생가능성과 영향의 크기로 결정되는 리스크는 폭염의 발생가능성이 압도적으로 커서 모든 시설 및 분야에서 폭염으로 인한 리스크를 가장 크게 만듦

▸ 시설물에 대한 리스크

- 입출하시설과 저장시설은 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 각각 강풍과 대설의 리스크가 클 것으로 진단

▸ 시설관리자에 대한 리스크

- 작업환경안정성은 대설 리스크가 크고, 노동생산성 저하는 폭염과 한파로 인한 리스크가 가장 크게 나타남. 특히 노동생산성은 모든 기후요소에 대해서 리스크가 크게 나타남

○ 유류·자원관리시설의 기후변화 리스크 저감 계획 요약

▸ 총 9개 공공기관에서 적응대책을 수립하였고, 전체 기관에서 진행된 리스크 평가는 전체 778개 항목(사업장 별, 시설 별 중복)이었고, 총 107개의 리스크 저감 계획을 마련함

- 공공기관 기후변화 적응대책의 세부시행계획들 중 리스크와 영향의 크기가 가장 큰 기후영향요소를 중심으로 사업형태 및 주요 시설물별로 구분 함

▸ 공공기관 적응대책을 수립과정에서 신규로 마련한 사업은 7건(전체 107건의 6.5%)이며, 신규사업은 적응관리 시스템구축 2건, 안전시설 설치 1건과 교육 프로그램 등

- ▸ 주요시설별 우선 순위 리스크와 기후영향에 대해서 높게 나타난 기후영향요소에 대한 영향과 저감 계획을 함께 살펴보면 아래와 같음
- ▸ 공급시설 및 생산시설은 폭염으로 인한 시설물의 피로도를 낮추기 위해 기온변화 대비 시설물 설계기준 검토 및 보완 대책 마련 , 저장시설 및 입출하시설은 폭염으로 인한 화재발생을 방지하기 위해 소방시설 및 소방엔진펌프 정밀 점검 실시를 계획함
- ▸ 폭염으로 시설 및 시설관리자의 생산 능력이 저하되는 것을 우려하여 갱내 통풍시설 보강, 에어쿨링시스템 설치 등을 마련하였지만, 담당자들이 취약하다고 진단한 한파와 호우 계획은 부족하였음
- ▸ 기후변화 리스크 저감을 위한 관리조직 구성, 임직원 교육, 기후변화 영향평가 프로세스 개발 등의 비구조적 대책이 마련 됨

○ 유류·자원관리시설의 기후변화 적응현황 진단 및 향후 과제

- ▸ 일반적으로 유류 및 자원의 입출하시설 및 정제하는 시설은 해안가에 위치하고 있으며, 이로 인해 해수면상승을 비롯한 기후변화에 직접적인 영향을 받음
- ▸ 예상되는 규모와 기후 관련 영향에 대한 새로운 이해를 감안할 때 지금까지 살펴본 적응대책은 이러한 모든 문제를 해결할 가능성이 낮고, 이는 아직 기후 변화 문제에 대한 인식이 부족하고 관리 및 적응을 단기 또는 장기 계획 프로세스에 통합하지 못하고 있음
- • 자산이 빠르게 감가 상각하는 단계에 접어들면서 개조 및 자산 투자는 변화하는 기후에 대한 탄력성을 위한 중요한 투자로 접근 필요
- ▸ 특히, 해수면 상승으로 인한 염분 저하로 생산기지 및 연안 시설물에 해수 침투 가능성이 높아지며, 해안가 지역의 연약지반과 사면은 극한 기후에 상대적으로 더 취약함으로 이에 대한 조사 및 대책 마련을 추가할 필요가 있음
- ▸ 대부분의 자원을 수입하는 우리나라의 상황을 고려하면, 겨울철 수요 상승으로 인한 경영 리스크 해소 방안도 보다 구체적이고 실천 가능한 방향으로 고려되어야함. 이러한 상황으로 연료 수입국 및 이동 시의 기후변화 리스크와 관련한 부분도 향후 고려되어질

필요가 있음

- ▸ 미국 GAO(Government Accountability Office)는 유류·자원관리시설의 기후변화 적응 대책은 크게 기존 시설물의 강화와 회복력 향상으로 추진을 권고함
- • 시설물 강화는 물리적인 개선을 통해 시설물의 내구성과 안정성을 증진시키는 것이고, 회복력 향상 대책은 기후변화로 인한 재해가 발생한 후 빠른 시일 내에 공정을 회복 및 재가동시킬 수 있도록 예비전력 마련과 같은 대책을 의미
- ▸ BSR은 기후변화 적응전략 수립에 고객의 참여, 에너지 혼합 및 소비 패턴을 전환하기 위해 인센티브 프로그램 마련, 신기술을 위한 부문 간 협력, 핵심자원인 수자원 확보 계획, 취약지역 모니터링 프로그램 및 혁신적인 비즈니스 모델 개발, 지역사회의 참여 등의 포함을 권장

다. 교통·도시기반시설

※ 교통·도시기반시설에는 공항, 항만, 도로 및 철도 관련 시설이 포함되어져 있음. 도로 및 철도시설이 선적 형태로 전국에 분포하고 있고, 공항과 항만은 점 시설로 주요 거점에 각각 위치하고 있으며, 공항과 항만은 주요 서비스 대상과 위치한 지역적 특성을 고려하여 공항시설, 항만시설, 도로 및 철도시설로 구분하여 분석함

1) 공항 시설

가) 시설현황

○ (대상) 적응대책을 수립한 공항 관련 2개 공공기관

- ▸ 한국공항공사, 인천공항공사

○ 리스크 및 세부시행계획의 분석은 시설, 인력, 서비스 및 홍보로 구분

- ▸ (시설) 건축물, 기반시설, 운항시설, 설비
- ▸ (인력) 근로자 안전성, 노동생산성 저하, 작업환경 안정성
- ▸ (서비스 및 홍보) 서비스, 홍보 및 커뮤니티

▌표 3-4▐ 공항 시설을 위한 리스크 대상 구분

대분류	소분류	합계	비고*
시설물	건축물	180	
	기반시설	265	
	운항시설	256	
	설비	246	
시설관리자	근로자안전성	75	
	작업환경안정성	75	
	노동생산성저하	75	
서비스	서비스	75	
	홍보 및 커뮤니티	75	
	계	1,322	

* 비고는 해당기관에서만 응답이 있는 경우를 나타냄

나) 리스크 평가 분석 결과

(1) 개요

○ 2개의 공항시설이 적응대책 수립에 활용한 리스크 평가의 수는 총 1,322개의 리스크 평가를 분석(사업장 별, 시설 별 중복)

▸ 공공기관 별로 리스크 평가 구분방법 및 리스크평가를 위한 체크리스트 항목 수는 한국공항공사 1275개, 인천공항공사 47개로 기관별로 차이가 큼

(2) 기후변화가 공항시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 공항시설 전반에서 모든 분야에서는 호우를 가장 취약한 요소로 담당자는 인식하고, 대설을 제외한 기후요소(강풍, 폭염, 한파, 호우) 모두가 서비스 및 홍보에 미치는 영향이 큼

○ 시설물에 대한 영향의 크기

▸ 시설물은 건축물, 기반시설, 운항시설, 설비를 포함하며, 시설물 전체적으로 폭염 및 호우에 의한 영향의 크기가 가장 크게 나타남

- ▸ 통신시설과 관제시설을 포함하고 있는 설비시설과 터미널(건축물)은 호우로 인한 영향이 가장 크고, 그 다음으로 강풍에 가장 취약할 것으로 인식
- ▸ 기반시설과 운항시설은 폭염과 한파에 대한 영향의 크기가 클 것으로 인식
- ▸ 기후요소 별 영향에 대한 인식의 편차가 비교적 크지 않음

○ 시설관리자에 대한 영향의 크기

- ▸ 시설관리자는 근로자안전성, 노동생산성저하, 작업환경안정성으로 구분
- ▸ 시설관리자는 전반적으로 강풍, 대설 및 호우에 의한 영향의 크기가 큰 것으로 인식하고, 모든 기후요소에서 유사하게 노동생산성이 저하될 것으로 인식하고 있음

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

- ▸ 서비스 및 홍보는 서비스와 홍보 및 커뮤니티로 구분
- ▸ 서비스에서는 대설을 제외한 기후요소(강풍, 폭염, 한파, 호우)에 대한 영향의 크기가 동일하게 인식했지만, 대설에 의한 영향은 적을 것으로 인식
- ▸ 홍보 및 커뮤니티는 강풍, 대설, 호우를 동일하게 영향이 클 것으로 인식했고,
- ▸ 홍보 및 커뮤니티가 서비스보다 모든 기후요소에 대해 영향을 크게 받을 것으로 인식

(3) 공항시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 공항시설에 미치는 포괄적 리스크

- ▸ 공항시설에서 기후변화로 인한 리스크의 크기는 폭염 〉 강풍 〉 호우 〉 한파 〉 대설 순으로 진단
- ▸ 공항시설에도 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타남. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함

○ 분류별 리스크 진단 결과

- ▸ 모든 시설물에 대해서 폭염에 의한 리스크가 가장 크게 진단되었고, 건축물이 다른 시설물에 비해서 리스크가 크게 나타남
- ▸ 작업환경안정성을 제외한 모든 시설관리자에 대해서 폭염에 의한 리스크가 가장 크게

나타났고, 작업환경 안정성은 강풍에서 리스크가 가장 클 것으로 진단 됨

▸ 모든 서비스 및 홍보 역시 폭염에 의한 리스크가 가장 컸고, 그 다음으로 강풍에 의한 리스크가 클 것으로 진단되었고, 홍보 및 커뮤니티의 리스크가 서비스의 리스크보다 큰 것으로 나타남

다) 공항시설의 리스크 저감 계획

(1) 개요

○ 공항시설에서 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 2개 공항시설이 총 86개의 리스크 저감계획을 마련 함.

▸ 시설물 83개, 시설관리자 55개, 서비스 및 홍보 11개로 조사 및 분석됨 (중복 허용)

(2) 분야별 저감 계획

○ 공항시설의 리스크 저감계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함.

(가) 사업의 형태에 따른 분석

○ 기후변화 적응대책을 수립하는 과정에서 기존 계획의 활용 정도와 신규로 추가되는 사업을 구분하기 위해 기존/기존보완/신규로 구분함

▸ 공항시설에서는 기존보완이 76건, 신규 9건으로 분석 되었고, 기존보완사업의 경우 대부분 유지보수, 안정성 강화 등의 사업이 대부분이고, 신규 사업도 영향평가, 관리조직 구축 및 전문가 양성 정도임

○ 공항시설에서 적응대책 수립과정에서 도출 및 추진하는 주요 신규 사업은 아래와 같음.

▸ 시스템구축 관련해서 '기후변화 적응대책 이행관리 위원회 조직', '공항 체류여객 대응훈련 정례화', '공사 기후변화 적응 관리 역량 강화 방안 마련'

▸ R&D 및 연구사업은 ‘ 호우 및 폭염 대비 포장성능강화를 위한 배합설계 및 품질관리기준 연구’

(나) 시설별 주요 기후변화 리스크 저감계획

○ 건축물 대책

▸ 폭염 및 강풍에 대해 리스크가 큰 것으로 나타난 것에 반해, 폭염에 대한 저감계획이 마련되어있지 않음

▸ 담당자들은 호우와 강풍에 의한 영향이 클 것으로 진단하였으며, 이로 인한 시설 타격 및 2차 피해를 우려하여 시설 별 안정성 강화, 피해예방을 위한 모니터링 실시 등의 계획 마련

○ 기반시설 대책

▸ 리스크 평가 및 담당자 설문조사에서 모두 폭염에 대해 취약할 것이라고 진단되었으나, 실제로 폭염에 대한 저감계획이 마련되어있지 않음

▸ 기반시설 관련 저감계획은 호우에 치중되어있으며, 주로 호우로 인한 기반시설 침수 및 누수 발생에 대비하기 위해 배수체계 정비사업 이행 및 종합평가

○ 운항시설 대책

▸ 리스크 평가 및 담당자 설문조사에서 모두 폭염에 대해 취약할 것이라고 진단되었으며, 폭염으로 인한 기반시설 균열 및 포장 손상을 방지하기 위해 활주로 및 구내도로 포장상태 최적유지, 포장성능강화를 위한 배합설계 및 품질관리기준 연구, 이동지역 포장보수공사 및 유지관리, 에어사이드 포장피해 저감을 위한 평가 및 모니터링 등 진행

○ 시설관리자 대책

▸ 리스크 평가 결과 폭염에 의한 리스크가 큰 것으로 나타났지만 폭염 관련 저감 계획은 냉난방 설비 운영 안정성 강화로 한정적

▸ 담당자들은 시설관리자가 강풍, 대설 및 호우에 취약한 것으로 인식하고 있으며, 한파 및 대설 대비 동절기 강설대비 프로그램 운영

○ 서비스 및 홍보 대책

- ▸ 폭염과 강풍에 의한 리스크가 큰 것으로 나타났지만, 담당자들은 서비스 및 홍보가 강풍, 대설 및 호우에 취약한 것으로 인식
- ▸ 실제로는 폭염에 대비한 저감계획보다는 대설과 강풍으로 인한 비행기 지연으로 발생한 체류여객에 대비하기 위해 공항 체류여객 대응훈련을 정례화하고 체객 서비스 강화 방안 증대 등

○ 매뉴얼 개발 등 비구조적 대책

- ▸ 기후변화 세부이행계획, 이행현황을 점검하기 위해 공사 기후변화 적응 관리 역량 강화 방안 마련 등

2) 항만 시설

가) 시설 현황

○ 적응대책을 수립한 항만시설 관련 3개 공공기관

- ▸ 여수광양항만공사, 울산항만공사, 인천항만공사

○ 리스크 평가 체계에 적합하게 항만시설을 시설, 시설관리자, 서비스 및 홍보로 분류

- ▸ (시설) 인천항만공사는 시설을 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설, 공통으로 구분했고, 울산항만공사는 계류, 상부, 외곽, 시설공통으로 분류
- ▸ (인력) 근로자 안전성, 노동생산성 저하, 작업환경 안정성
- ▸ (서비스 및 홍보) 서비스, 홍보 및 커뮤니티

▌표 3-5 ▌ 항만시설을 위한 리스크 대상 구분

대분류	소분류	합계	비고*
시설물	**전체**	**107**	
	기본시설	5	인천항만공사
	기능시설	5	인천항만공사
	지원시설	5	인천항만공사
	항만친수시설	5	인천항만공사

대분류	소분류	합계	비고*
	계류	18	울산항만공사
	상부	18	울산항만공사
	외곽	18	울산항만공사
	공통**	23	
시설관리자	**전체**	**43**	
	근로자안전성	5	인천항만공사
	작업환경안정성	5	인천항만공사
	노동생산성저하	5	인천항만공사
서비스	**전체**	**38**	
	서비스	5	인천항만공사
	홍보 및 커뮤니티	5	인천항만공사
	계	188	

* 비고는 해당기관에서만 응답이 있는 경우를 나타냄
** 인천항만공사와 울산항만공사에서 공정의 전반적인 부분을 담당하는 시설물을 '공통'으로 표기

나) 리스크 분석 결과

(1) 개요

○ 항만시설이 적응대책 수립에 활용한 리스크 평가의 수는 총 188개 이며(사업장 별, 시설별 중복)

▸ 공공기관 별로 리스크 평가 구분방법 및 리스크평가를 위한 체크리스트 항목 수 차이가 큼 (울산항만공사 108개, 여수광양항만공사 50개)

(2) 항만시설에 미치는 영향에 대한 인식

○ 포괄적 분석

▸ 항만시설에서는 기후변화로 인한 영향의 크기를 폭염 〉 한파 〉 대설 〉 호우 〉 강풍 순으로 인식

▸ 강풍과 호우를 제외하고 시설물에 대한 영향의 크기가 다른 분류(시설관리자, 서비스 및 홍보)보다 작게 나타남

○ 시설물에 대한 영향의 크기

▸ 시설물 전체적으로 살펴보았을 때는 호우에 의한 영향의 크기가 가장 크게 나타남

▸ 인천항만공사에서는 모든 시설물이 폭염과 한파에 취약한 것으로 인식

• 항행보조시설, 관제시설, 정보통시설 등이 포함되어 있는 기능시설은 폭염과 한파 외에도 호우에 취약한 것으로 나타남

• 다만, 인천항만공사의 리스크 평가 수가 적어 일반화하기 어려움

▸ 울산항만공사에서는 모든 시설물이 강풍과 호우에 취약한 것으로 인식

• 상부에 위치한 시설물이 계류나 외곽에 위치한 시설물보다 모든 기후요소에서 영향의 크기가 크게 나타남

○ 시설관리자, 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

▸ 시설관리자 전체적으로 살펴보았을 때, 폭염에 의한 영향의 크기가 큰 것으로 인식

▸ 인천항만공사에서만 시설관리자를 근로자안전성, 노동생산성저하, 작업환경안정성으로 구분. 인천항만공사 자료를 바탕으로 분석했을 때, 노동생산성저하는 한파에서, 작업환경안정성은 강풍 및 호우에서 가장 취약한 것으로 인식

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

▸ 서비스는 폭염에서 취약한 것으로 인식, 폭염을 제외한 모든 기후요소에서 홍보 및 커뮤니티가 서비스보다 영향을 크게 받는 것으로 인식

▸ 인천항만공사에서만 서비스 및 홍보를 서비스와 홍보 및 커뮤니티로 구분. 인천항만공사 자료를 바탕으로 홍보 및 커뮤니티에서는 강풍 및 호우를 제외한 기후요소(대설, 폭염, 한파)에 대한 영향의 크기가 동일하게 나타남

(3) 항만시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 항만시설에 미치는 포괄적 분석

▸ 기후변화가 항만시설에 미치는 리스크는 폭염 〉 강풍 〉 호우 〉 한파 〉 대설 순

▸ 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 크게 진단. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의

발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함

○ 시설물에 대한 리스크

▸ 인천항만공사는 모든 시설물이 폭염과 한파에 의한 리스크가 클 것으로 진단되었고, 울산항만공사는 강풍에 의한 리스크가 클 것으로 진단. 이는 항만시설의 위치적 특징이 반영된 것으로 분석 됨

▸ 계류와 외곽에 위치한 시설물은 폭염에, 상부에 위치한 시설물은 호우에 대한 리스크가 두 번째로 크게 나타남

▸ 항만시설은 상부에 위치한 시설물이 다른 시설물에 비해서 리스크가 큰 특징이 나타남

○ 시설관리자는 폭염에 의한 리스크가 가장 크게 진단되고, 근로자안전성의 리스크가 시설관리자의 다른 소항목들에 비해서 크게 나타남

○ 모든 서비스 및 홍보는 폭염과 한파에 의한 리스크가 가장 크게 진단되었고, 홍보 및 커뮤니티의 리스크가 서비스의 리스크보다 크게 진단 됨

다) 리스크 저감계획 분석 결과

(1) 개요

○ 3개 항만시설에서 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 총 31개의 리스크 저감계획을 마련 함

- 시설물 12개, 시설관리자 12개, 서비스 및 홍보 7개로 구선

(2) 분야별 세부시행 분석 결과

(가) 사업의 형태에 따른 분석

○ 각 기관에서 제출한 분류에 따라서 기존/기존보완/신규로 구분.

▸ 기존보완이 8건으로 가장 많았고, 신규 1건으로 조사 됨 (여수광양항만공사, 울산항만공사 사업의 형태 미표기)

▸ 기존보완사업의 경우 대부분 유지보수, 노후화 설비 교체, 기후변화 전문인력 양성 등의 사업이 대다수

○ 적응대책 수립과정에서 새롭게 도출 및 추진하는 주요 신규 사업은 시스템구축 관련하여 '공사 기후변화 적응 관리 역량 강화 방안 마련' 1건

(나) 시설별 주요 기후변화 리스크 저감계획

○ 시설물관련 대책

▸ 리스크 평가 및 담당자 설문조사에서 모두 호우에 대해 취약할 것으로 진단되었으며, 호우와 강풍으로 인한 시설물 피해를 우려하여 항만시설 안점점검 및 보수공사를 주요 대책을 제시

▸ 리스크 평가 결과 외에도 자문회의에서 담당자들은 항만시설 대부분이 강풍에 취약하다고 하였지만 취약성에 비해 강풍 대비 저감계획이 부족함

○ 시설관리자 대책

▸ 시설관리자가 폭염과 강풍에 의한 리스크가 큰 것으로 나타났지만 실제 저감계획은 모든 기후요소를 아우르는 매뉴얼과 같은 비구조적 대책에 그침

• 기후변화 관련 인력 확보 및 교육을 통한 전문인력 양성, 재난대응 현장조치 행동매뉴얼 정비 등

○ 서비스 및 홍보 대책

▸ 폭염과 한파에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단했고, 이상기후로 위협받는 시설물, 근로자 피해 등을 대비하여 해양기상 국지정보 및 해수유동 정보제공, 기후변화 전파체계 확립 등 대책 마련

3) 도로 및 철도 시설

가) 시설현황

○ 적응대책을 수립한 도로 및 철도 관련 4개 공공기관

▸ 한국철도공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 대구도시철도공사

○ 리스크평가 체계에 적합하게 도로 및 철도시설을 시설, 시설관리자, 서비스로 구분

▸ (시설) 기반시설, 건축물, 설비, 차량 및 보수시설, 부대시설, 공통 등

▸ (인력) 근로자 안전성, 노동생산성 저하, 작업환경 안정성

▸ (서비스 및 홍보) 서비스, 홍보 및 커뮤니티, 피해발생대응책, 기타

▌표 3-6▐ 도로 및 철도시설을 위한 리스크 대상 구분

대분류	소분류	합계	비고*
시설물	기반시설	250	
	건축물	145	
	설비	342	
	차량 및 보수시설	31	
	부대시설	45	한국도로공사
	공통**	45	한국도로공사
시설 관리자	근로자안전성	135	
	작업환경안정성	135	
	노동생산성저하	135	
	기타***	25	한국철도공사
서비스	서비스	50	
	홍보 및 커뮤니티	135	
	피해발생대응책	85	한국철도시설공단
	기타***	25	한국철도공사
	계	1,583	

* 비고는 해당기관에서만 응답이 있는 경우를 나타냄
** 한국도로공사는 기반시설, 건축물, 부대시설, 설비 외 항목을 '공통'으로 표기 함
*** 한국철도공사가 시설관리자 및 서비스를 소분류하지 않아서 '기타'로 처리 함

나) 리스크 평가 분석 결과

(1) 개요

○ 한국철도공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 대구도시철도공사적응대책 수립에 활용한 리스크 평가의 수는 총 1,583개(사업장 별, 시설 별 중복)

○ 공공기관 별로 리스크 평가 구분방법 및 리스크 평가를 위한 체크리스트 항목 수는 상이

▸ 대구도시철도공사 74개부터 한국철도시설공단 935개로 기관별로 차이가 큼

(2) 기후변화가 도로 및 철도 시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 도로 및 철도시설에서는 기후변화로 인한 영향의 크기를 강풍 〉 폭염 〉 대설 〉 한파 〉 호우 순으로 인식

▸ 기후변화로 인해서 시설물에 미치는 영향이 다른 분류(시설관리자, 서비스 및 홍보)에 비해서 영향이 클 것으로 인식

○ 시설물에 대한 영향의 크기

▸ 시설물을 기반시설, 건축물, 설비, 차량 및 보수시설, 부대시설로 분류하고, 시설물 전체가 강풍에 의한 영향을 가장 크게 받을 것으로 인식하고, 대부분의 기후요소(대설, 호우 제외)에 대해서 건축물이 가장 크게 영향을 받을 것으로 인식

▸ 기반시설과 건축물은 강풍 다음으로 폭염에 의한 영향의 크기가 큰 것으로 인식, 차량 및 보수시설과 부대시설에서는 한파에 의한 영향이 클 것으로 인식하고, 전기시설과 통신 · 신호시설이 포함되어있는 설비는 호우에 가장 크게 영향을 받을 것으로 인식

○ 시설관리자에 대한 영향의 크기

▸ 시설관리자를 근로자안전성, 노동생산성저하, 작업환경안정성으로 구분하고, 시설관리자는 강풍에 의해서 가장 크게 영향을 받을 것으로 인식

▸ 노동생산성저하가 모든 기후요소에 대해 가장 취약할 것으로 인식

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

- ▸ 서비스 및 홍보를 서비스, 홍보 및 커뮤니티, 피해발생대응책으로 분류되고, 전체적으로 한파에 가장 크게 영향을 받을 것으로 인식하고 서비스가 다른 부분에 비해서 대설을 제외한 모든 기후요소에서 영향을 크게 받을 것으로 인식
- ▸ 홍보 및 커뮤니티에서는 호우가 가장 크게 영향을 받고, 호우를 제외한 기후요소(강풍, 대설, 폭염, 한파)에 대해서 비슷한 수준으로 영향을 인식

(3) 철도 및 도로시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 철도 및 도로시설에 미치는 포괄적 리스크

- ▸ 기후변화로 인한 리스크의 크기는 폭염 〉 한파 〉 대설 〉 호우 〉 강풍 순
- ▸ 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타났고, 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함

○ 모든 시설물, 시설관리자, 서비스 및 홍보 각 분야에서도 기후영향 발생가능성지수의 영향으로 폭염에 의한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 한파에 의한 리스크가 클 것으로 진단

- ▸ 시설관리자 분야에서는 노동생산성 저하가 가장 큰 리스크를 가질 것으로 진단
- ▸ 서비스 및 홍보 분야에서는 대설을 제외한 모든 기후요소에서 서비스의 리스크가 가장 클 것으로 진단

다) 도로 및 철도시설 리스크 저감계획

(1) 개요

○ 도로 및 철도 분야시설에서 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 4개 기관에서 총 77개의 리스크 저감계획을 마련

- ▸ 시설물 54개, 시설관리자 17개, 서비스 및 홍보 17개 (중복 허용)를 각각 마련

(2) 각 분야별 저감계획

○ 도로 및 철도시설의 리스크 저감계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리

(가) 사업의 형태에 따른 분석

○ 각 기관에서 제출한 분류에 따라서 기존/기존보완/신규로 분석

▸ 기존보완이 43건으로 가장 많았고, 신규 사업은 14건으로 조사됨 (한국도로공사는 구분되어 있지 않음), 기존보완사업은 유지보수, 노후화 설비 교체 등의 사업이 대부분이고, 신규사업은 영향평가, 관리조직 구축 및 전문가 양성 등

○ 기후변화 적응대책 수립과정에서 새롭게 도출 또는 추진하고자 하는 주요 신규 사업은 아래와 같음

▸ 시스템구축 관련하여 '전력설비 온라인 감시시스템 연구개발 및 시범구축', '원격진단시스템 고도화로 예방정비 시스템 완성', '기후변화 적응대책 정보조사', '환경영향평가시 기후변화 평가 시행'

▸ 관리조직 구축 관련하여 '기후변화 적응 전문가 양성 및 관리조직 구성', '기후변화 대비 인력 양성'

▸ 그 외에 '유관기관 연계 강화' 등

(나) 주요 시설별 세부시행 계획

○ 기반시설관련 대책

▸ 폭염의 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 대비하여 도로 포장 리모델링, 차열성 페인트 도포 등

▸ 담당자들은 강풍으로 인한 영향이 클 것으로 응답하였지만 실제 강풍 관련 저감 계획은 마련되어있지 않음

○ 건축물관련 대책

- ▸ 폭염의 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 대비하여 별도의 저감계획이 마련되어있지 않음
- ▸ 담당자들은 강풍으로 인한 영향이 클 것으로 응답하였고, 강풍으로 인한 낙석 발생과 철도시설물 피해를 방지하기 위해 재해우려 개소 첨담 감시체계 구축, 계절별 맞춤형 안전점검 등을 계획

○ 설비시설관련 대책

- ▸ 폭염의 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염으로 인한 효율 저하 및 정전을 우려하여 적정온도 유지를 위한 냉방설비 설치, 정보통신설비 원격진단시스템 확대 구축 등 계획
- ▸ 담당자들은 호우로 인한 영향이 클 것으로 응답하였고, 이를 대비하기 위해 취약시설 위험도 분석, 전자기계실 차수판 설치, 전력설비 온라인 감시시스템 연구개발 및 시범구축 등 계획

○ 시설관리자관련 대책

- ▸ 특정 기후요소를 대비하기보다는 전반적인 기후영향 대비를 위한 저감계획 마련
- ▸ 기후변화 대비 전문가 양성 및 관리조직 구성, 연구개발, 임직원 대상 적응교육실시, 재연재난 대응태세 확립을 위한 매뉴얼 규정 보완 추진 등

○ 서비스 및 홍보 대책

- ▸ 리스크평가 결과나 담당자들의 인식조사와 달리 호우나 대설에 대한 저감 계획 마련 (호우나 대설로 승객 불편을 초래할 수 있어 이를 대비한 고객 편의증진시설 보강, 안전한 승객 수송 및 안내 서비스 등)
- ▸ 지역별 민·관·학 협의체 참여, 유관기관 연계 강화 등 협력체계 조성

4) 교통·도시기반시설의 기후변화 적응 활동

(1) 기후변화 시대에 교통·도시기반시설이 직면하게 되는 변화

○ 교통 · 도시기반시설도 다른 사회기반시설과 마찬가지로 현지의 날씨와 기후를 견디도록 설계되어져있고, 특히 극심한 기상 이벤트의 역사적 기록을 참조함. 교량들은 종종 100년에 한두번 발생할 가능성이 있는 호우와 같은 이벤트를 견디도록 설계 됨

○ 기후변화로 인해서 역사적 기록은 더 이상 위험을 방지할 수 있다는 신뢰를 줄 수 없게 되고 있음

▸ 토사유실로 인한 통제, 호우로 인한 도로나 철로의 침수, 대설이나 강풍 등으로 인한 항공 운항 지연이나 결항에 따른 이용객 체류시간 증가, 한파나 강풍으로 인한 항만시설의 운영 차질 등

○ 기후변화는 일부 극심한 기상 현상의 빈도와 강도를 증가시킬 것이고, 이러한 변화는 육상, 항공 및 해상 운송 시스템에서 지연, 중단, 손상 및 실패의 위험을 증가시킬 수 있음. 현재 건설 중인 대부분의 교통 인프라는 50년 이상 지속될 것으로 예상되므로, 미래의 기후가 향후 수십 년 동안 이러한 투자에 어떤 영향을 미칠지 이해하는 것이 중요

(2) 교통·도시기반시설의 적응활동 사례 조사

○ 캐나다의 교통부는 2012 기후변화 리스크와 적응 보고서[3]에서 고/중 리스크에 대해서 적용 가능한 적응 방안을 제안하고, 일반적 유지보수 활동으로 대처할 수 있는 낮은 리스크는 목록화 함

▸ 겨울 폭우와 눈의 증가로 인한 교통사고와 교통 혼잡 증가 리스크를 저감하기 위해서 결빙방지시스템의 개선 등과 같은 유지관리 강화, 도로상태 정보 제공 향상, 도로 모니터링 시스템 강화, 운전자 교육 개선, 도로 설계의 형상변경 등

▸ 호우의 강도 증가와 빈도 증가로 인한 도로 유실 및 막힘으로 인해 산사태가 발생하고

3) Climate change risk ssessment and adaptation report: Ministry of Transportation(2012)

또 교통 인프라와 관련된 우수관리 시설 필요 설계기준 변경, 위험시설 발굴을 위한 조사, 이벤트의 빈도 증가에 대비 비상 관리 계획을 검토 및 업데이트, 조사결과에 기반한 신속한 위험지역 개선 등

○ 미국 교통부의 고속도로관리국은 교통 시스템 관리, 운영 및 유지 보수를위한 기후 변화 적응 가이드(2015)에서 유지관리를 넘어서는 기후변화 적응의 필요성, 교통인프라 기후 적응의 필요성들을 제시하고, 유지보수 프로그램을 기후변화 적응할 수 있도록 Capability Maturity Framework를 제공하고, 적응을 위해서 현재까지 시스템 관리, 운영 및 유지 관리에 덜 집중하면서 인프라 계획, 설계 및 엔지니어링에 대한 기후 변화의 영향에 대해 더 강조

(3) 기후변화 리스크 및 적응 활동 요약 및 소결

○ 공항시설의 리스크와 적응 활동

▸ 공항시설 극단적인 온도 변화에 취약하기 때문에 폭염에 대한 영향의 크기가 높게 나온 것으로 분석되고, 온도 변화가 심할 경우 활주로나 기타 공항시설의 피로도 증가

▸ 다수의 선행연구에 따르면 공항시설은 대설에 가장 취약하고, 실제로 한국공항공사와 인천국제공항공사의 저감대책은 주로 대설로 인한 피해 최소화에 초점이 맞추어져있음

○ 항만시설의 리스크와 적응 활동

▸ 리스크 평가 결과에서 폭염으로 인한 리스크는 과대평가, 강풍으로 인한 위험을 과소평가된 경향이 있음

▸ 강풍, 특히 순간 돌풍으로 인한 하역물(컨테이너 등), 항만 시설물의 전도 및 전파, 이로 인한 안전사고가 발생하고 있어 리스크 평가 시 강풍에 대한 점수 배점을 상향 조정할 필요가 있음

○ 철도시설의 리스크와 적응 활동

▸ 리스크 평가 결과에서 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 시설물 관련 폭염 리스크 저감 계획이 부족하거나 다른 요소에 대한 리스크 저감 계획들이 마련되어져 있음

▸ 장대레일 같은 경우, 설정 및 운행에 있어서 발생할 수 있는 위험은 모두 온도와 연관되어 나타나고 있을 정도로 온도 변화에 민감

(4) 교통·도시기반시설의 기후변화 적응현황 진단 및 향후 과제

○ 항만시설의 기능시설이나 지원시설은 항만 내 운영주체(하역사, 선사 등)이 실질적인 소유주이기 때문에 항만공사에서 이와 관련한 저감대책을 수립하는 것에 있어 한계가 있음

○ 도로의 잦은 침수와 우수의 대량 유입으로 인해 여름철과 겨울철에 지속적으로 포트홀 발생하고 있으며, 이는 도로 포장체의 구조적인 약화 초래할 수 있어 캐나다와 미국에서는 민관이 협업하여 도로포장의 조기파손을 예방할 수 있는 유지보수공법과 신재료 제품을 개발하여 도로포장의 기후변화 대비 구조적 안정성 향상 도모하고 있으나 이처럼 구체적 사안에 대한 리스크와 적응이 검토되고 있지 못함

○ 선으로 되어있는 도로나 철도 시설은 시설물이 집중되어 있는 다른 사회기반시설에 비해서 기후변화에 취약한 지역이 중요하고, 기후변화 적응에서는 이러한 지역을 찾아내고 관리하기 위한 대책의 마련이 중요하므로 향후의 적응대책에서는 이러한 접근이 필요함

▸ 교통 · 도시기반시설의 기후변화적응 관련 기술개발의 방향은 우선적으로 기반 시스템 구축을 위한 기후변화 연동 취약성 인벤토리 및 지리정보 통합 DB 구축, 적정 기후변화 시나리오 분석 및 스케일 상세화, 취약성 평가방법론 모듈 및 시스템 개발, 취약 우선순위 산정 및 관리 방안 제시 등의 절차를 검토할 수 있음

라. 환경시설

1) 하수처리시설

가) 시설현황

○ 적응대책을 수립한 하수처리시설 관련 5개 공공기관 (지방공기업 5개)

▸ 인천하수직영공기업, 광주하수직영공기업, 대구하수직영공기업, 대전하수직영공기업,

부산하수직영공기업

○ 리스크 평가 및 세부시행계획의 분석은 각각의 설비(또는 시설)에 대해서 시설물, 시설관리자, 서비스 및 홍보로 구분하여 분석함.

▸ 고려되어진 설비(또는 시설)는 기전설비, 수처리시설, 악취문제, 주민시설, 폐기물처리, 재난방재, 기타로 구분하였음. 이는 대전하수직영공기업을 제외한 4개의 기관의 유사한 구조를 사용했기 때문이고, 대전하수직영공기업에서는 구분을 사용하지 않았음.

▌표 3-7 ▌ 하수처리시설을 위한 리스크 대상 구분

대분류	소분류	합계	비고*
기전설비	시설물	177	
	시설관리자	176	
	서비스 및 홍보	176	
수처리	시설물	176	
	시설관리자	177	
	서비스 및 홍보	176	
악취문제	시설물	135	
	시설관리자	135	
	서비스 및 홍보	135	
주민시설	시설물	135	
	시설관리자	135	
	서비스 및 홍보	135	
폐기물처리	시설물	135	
	시설관리자	135	
	서비스 및 홍보	135	
재난방재	시설물	41	대구하수직영공기업
	시설관리자	41	대구하수직영공기업
	서비스 및 홍보	42	대구하수직영공기업
기타**	시설물	5	대전하수직영공기업
	시설관리자	5	대전하수직영공기업
	서비스 및 홍보	5	대전하수직영공기업
	계	2,412	

나) 리스크 평가 결과

(1) 개요

○ 인천하수직영공기업을 비롯한 5개 지방공기업이 제출한 2412개의 리스크 평가를 분석 (사업장 별, 시설 별 중복)

○ 발전사 별로 리스크평가 구분방법 및 리스크 평가를 위한 체크리스트 항목 수는 상이함. 체크리스트 항목 수의 많고 적음이 리스크 평가의 상세함이나 리스크 평가 참여자수의 많고 적음을 나타내지는 않고, 사업장 수나 세부사업 분류 등과 관련되어짐

▸ 인천하수직영공기업과 부산하수직영공기업은 각각 900개부터 대전하수직영공기업은 15개로 기관별로 차이가 큼

(2) 기후변화가 하수처리시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 하수처리시설에서는 기후변화로 인한 영향의 크기를 강풍 〉 호우 〉 대설 〉 한파 〉 폭염 순으로 인식하고, 각 항목별 영향의 크기의 편차가 크지 않음

○ 기전설비에 대한 영향의 크기

▸ 기전설비는 시설물, 시설관리자, 서비스 및 홍보로 분류

▸ 기전설비가 강풍에 의해서 영향을 가장 크게 받을 것으로 인식, 두 번째로 영향이 클 것으로 시설관리자와 서비스 및 홍보는 대설을, 시설물은 호우를 두 번째로 영향인자로 인식

▸ 특히, 시설관리자가 시설물이나 서비스 및 홍보바다 영향을 받을 것으로 인식

○ 수처리시설에 대한 영향의 크기

▸ 수처리시설은 강풍에 의해서 영향을 가장 크게 받을 것으로 인식, 수처리 시설도 시설관리자가 다른 소분류보다 영향을 많이 받을 것으로 인식

○ 악취문제에 대한 영향의 크기

▸ 시설과 시설관리자가 강풍에 의해서 악취가 가장 크게 영향을 받고, 서비스 및 홍보는 대설과 호우로 가장 영향을 받을 것으로 인식

- ▸ 시설관리자가 다른 소분류보다 영향을 많이 받을 것으로 인식

○ 주민시설에 대한 영향의 크기

- ▸ 주민시설 강풍에 의해서 영향을 가장 크게 받을 것으로 인식, 시설물이 다른 소분류보다 영향을 많이 받을 것으로 인식

○ 폐기물처리에 대한 영향의 크기

- ▸ 폐기물처리는 시설과 시설관리자는 강풍에, 서비스 및 홍보는 호우에 가장 크게 영향을 받을 것으로 인식. 그 다음 영향인자로 대설이라고 인식

○ 재난방재에 대한 영향의 크기

- ▸ 재난방재와 관련한 공정은 서비스 및 홍보를 제외하고 강풍에 의한 영향이 가장 클 것으로 인식하고, 서비스와 홍보는 대설 및 폭염의 영향이 가장 클 것으로 인식하고 있음
- ▸ 시설관리자에 대한 영향의 크기가 다른 소분류보다 상대적으로 클 것으로 인식

(3) 하수처리시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화가 하수처리시설에 미치는 포괄적 리스크

- ▸ 기후변화로 인해서 하수처리시설에 미치는 리스크의 크기는 폭염 〉 호우 〉 한파 〉 강풍 〉 대설 순으로 진단 됨
- ▸ 다른 기후영향요소에 비해 폭염 발생가능성의 상대적 큰 값으로 인해서, 모든 분야에서 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타났고, 폭염다음으로는 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단 됨

○ 기전설비에 대한 리스크

- ▸ 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단
- ▸ 모든 기후요소에 대해서 시설관리자의 리스크가 상대적으로 클 것으로 진단되었고, 이는 영향의 크기 결과에 기인한 것으로 판단 됨

○ 수처리시설에 대한 리스크

- ▸ 수처리시설에서도 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우에 의한 리스크

가 클 것으로 진단

▸ 시설관리자의 리스크가 다른 소분류들의 리스크보다 크게 나타남

○ 악취문제 관련 리스크

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로는 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단. 이는 기후영향요소 발생가능성 지수에 기인한다고 판단 됨

▸ 시설관리자의 리스크가 다른 소분류들의 리스크보다 크게 나타남

○ 주민시설에 대한 리스크

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 크고, 대설을 제외한 모든 기후요소에 대해서 시설물의 리스크가 가장 클 것으로 예측

○ 폐기물처리 및 재난 방재에 대한 리스크

▸ 발생가능성 지수의 영향으로 폐기물처리와 관련한 모든 공정에서 폭염 다음으로 호우에 의한 리스크가 크게 나타남

다) 리스크 저감계획 분석 결과

(1) 개요

○ 하수처리시설의 공공기관 기후변화 적응대책에서는 리스크 저감을 위해서 총 242개의 세부시행계획을 마련함.

▸ 시설물 136개, 시설관리자 39개, 서비스 및 홍보 25개, 구분없음이 42개로 조사 및 분석 됨 (중복 허용)

(2) 분야별 세부시행 분석결과

○ 하수처리시설의 리스크 저감계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함.

(가) 사업의 형태에 따른 분석

○ 각 기관에서 제출한 분류에 따라서 기존/기존보완/신규로 분석

▸ 대전하수지영공기업을 제외하고는 구분되어 있지 않음. 기존 사업이 6건으로 가장 많았고, 신규 사업은 3건으로 조사됨

▸ 기존보완사업의 경우 예방기준 마련 및 전력관리 개선이 대다수이고, 신규사업도 영향평가, 관리조직 구축 및 전문가 양성이 가장 많음.

▸ 주요 신규사업은 ' 기후변화 적응전략 및 대책수행결과 파악을 위한 모니터링', 폭염시 부하변동 이력 분석 및 대응 등

(나) 시설별 주요 기후변화 리스크 저감계획

○ 시설물별로 기후변화에 대한 리스크와 저감계획을 연계하여 분석(공통되는 부분)

▸ 각 시설물에 영향이 큰 기후변화영향요소는 체크리스트에 응답한 담당자의 인식조사와 기후변화 발생가능성이 반영된 리스크 평가로 구분하여 분석하였는데, 이는 앞서도 설명한 바와 같이 기후변화 시나리오와는 별개로 현장에서 전문가가 체감하는 기후변화와 그에 대한 대비수준에 대한 진단도 함께 반영하기 위함

○ 기전설비와 수처리시설 관련 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 대비하여 기전, 밸브류와 같은 시설물에 대한 피해 예방과 관리자 질환 예방 대책을 마련

▸ 담당자들은 강풍으로 인한 영향의 크기가 클 것이라 인식하였고, 강풍 영향을 저감시키기 위한 시설물 파손 방지 및 예방책을 마련

▸ 이 외에도 한파 대비 약품 시설물 동파 방지, 호우 대비 정전 및 침수사고 예방 대책 마련

○ 악취문제 관련해서는 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 악취 저감 대책을 마련하였고, 영향의 크기 1순위인 강풍에 대비한 저감 대책은 마련되어있지 않음

○ 주민시설 관련 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 대비하여 작업자의 온열질환

대응과 같은 시설관리자 및 주민시설 이용객의 폭염에 의한 피해 예방 마련

- ▸ 인식도 측면에서 높게 나타난 강풍을 대비하기 위해 시설파손 및 낙하방지와 같은 대책 수립
- ▸ 이 외에도 대설로 발생할 수 있는 안전사고와 호우로 인한 차집시설 막힘과 관련한 대비책 마련

○ 폐기물처리 관련은 리스크 우선순위인 폭염과 영향의 크기 1순위인 강풍에 대비한 저감 대책은 마련되어있지 않지만, 태풍을 대비한 하수슬러지 처리 예방 대책 마련

○ 재난방재 관련은 리스크 우선순위인 폭염과 영향의 크기 1순위인 강풍에 대비한 직접적인 대책은 없고, 전체 기후영향에 대응하기 위해 기후변화 리스크를 반영한 시설 설계기준 검토 계획을 마련

2) 그 외 환경시설

가) 시설현황

○ 수도권매립지관리공사와 국립공원공단이 포함

○ 리스크 및 세부시행계획의 분석은 각각 아래와 같음

▌표 3-8 ▌ 수도권매립지공사와 국립공원 리스크 대상 구분

	대분류	소분류	합계
수도권매립지공사	시설물	구조물	14
		설비	5
		전력/연료/약품 공급	5
	시설관리자	근로자보호	14
		노동력저하	10
		작업환경안정성	12
	서비스 및 홍보	가동중단발생 최소화	10
		대국민피해	10
		서비스중단 최소화	5
		계	85
국립공원공단	시설물	-	10
	시설관리자	-	10
	서비스 및 홍보	-	10
			30

나) 리스크 분석 결과

(1) 개요

○ 수도권매립지공사는 기후변화 적응대책을 수립하기 위해서 85개의 리스크 평가를, 국립공원공단은 30개의 리스크 평가를 분석(사업장 별, 시설 별 중복)

▸ 수도권매립지공사는 시설물 24개, 시설관리자 36개, 서비스 및 홍보 25개, 국립공원공단은 각각 10개 항목으로 조사 및 분석을 수행

(2) 기후변화로 인한 영향에 대한 인식

○ 포괄적 분석

▸ 수도권매립지공사에서는 기후변화로 인한 영향의 크기를 대설 〉 한파 〉 강풍 〉 호우 〉 폭염 순으로 인식하고, 모든 기후요소에서 시설관리자의 영향의 크기가 가장 클 것으로 인식

▸ 국립공원공단은 기후변화로 인한 영향의 크기를 폭염 〉 대설 〉 강풍 〉 한파 〉 호우 순으로 인식, 폭염 다음으로 대설에 의한 영향의 크기가 가장 클 것으로 인식했고, 호우가 가장 작을 것으로 인식. 특히 시설관리자가 가장 크게 영향을 받을 것이라 인식

○ 매립시설에 기후변화 대한 영향의 크기

▸ 국립공원은 시설의 구분이 없고, 매립시설은 시설물을 구조물, 설비, 전력/연료/약품으로 분류하여 매립시설에 대해서만 세분하여 분석

▸ 시설물 전체에서 대설에 의한 영향이 가장 클 것이라 인식하고, 구조물은 대설, 설비는 모든 기후요소에서 비슷한 크기의 영향을 받을 것으로 인식

○ 시설관리자에 대한 영향의 크기

▸ 매립시설은 근로자보호, 노동력저하, 작업환경 안정성으로 분류하여 매립시설에 대해서만 세분하여 분석

▸ 시설관리자 전체에서 대설에 의한 영향의 크기가 가장 클 것으로 인식, 근로자보호와

작업환경안정성은 대설의 영향을 가장 크게 받을 것이라 인식, 노동력저하는 폭염에 의해서 가장 크게 영향을 받을 것이라 인식

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

- ▸ 매립시설은 서비스 및 홍보는 가동 중단 발생, 대국민피해, 서비스 중단으로 분류하여 분석
- ▸ 서비스 및 홍보 전체적으로 한파에 의한 영향이 가장 클 것이라 인식하고, 가동중단은 한파로 인한 영향이 가장 크고, 대국민피해 및 서비스 중단은 모든 기후요소에서 비슷한 크기의 영향을 받을 것으로 인식
- ▸ 대국민피해가 다른 소분류보다 기후변화로 인한 피해가 클 것으로 인식

(3) 기후변화로 인한 리스크

○ 포괄적 분석

- ▸ 매립지시설은 기후변화로 인해서 폭염 〉 한파 〉 호우 〉 강풍 〉 대설 순으로 리스크가 크고, 국립공원공단은 폭염 〉 대설 〉 강풍 〉 한파 〉 호우 순으로 리스크가 클 것으로 진단
- ▸ 매립시설은 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타남. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함
- ▸ 매립시설에서는 모든 대분류에서 폭염 다음으로 한파에 의한 리스크가 클 것으로 진단되었고, 영향의 크기에서는 강풍과 대설의 영향이 클 것이라 인식하고 있음에도 불구하고 발생가능성지수가 작아 리스크 평가에서 상반된 결과를 보임
- ▸ 국립공원은 폭염과 대설의 리스크 크기가 다른 기후요소보다 월등하게 크게 나타남. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염과 대설의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함
- ▸ 국립공원은 호우에 대한 리스크가 작을 것으로 진단되었고, 시설관리자에서 다른 대분류보다 리스크가 클 것으로 진단 됨

○ 시설물에 대한 리스크

▸ 국립공원은 시설의 구분이 없고, 매립시설은 시설물을 구조물, 설비, 전력/연료/약품으로 분류하여 매립시설에 대해서만 세분하여 분석

▸ 매립시설은 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 한파에 의한 리스크가 큰 것으로 진단.

○ 매립시설의 시설관리자는 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 한파에 의한 리스크가 크고, 모든 기후요소에 대하여 노동력저하의 리스크가 가장 큰 것으로 진단

○ 매립시설의 서비스 및 홍보는 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음로 한파에 의한 리스크가 클 것으로 진단. 모든 기후요소에 대하여 대국민피해 부분이 리스크가 가장 클 것으로 진단

다) 매립시설 및 국립공원의 리스크 저감계획

(1) 개요

○ 수도권매립지공사의 기후변화 적응대책에서는 리스크 저감을 위해서 총 19개의 세부시행계획을 마련함

▸ 시설물 10개, 시설관리자 6개, 서비스 및 홍보 3개로 조사 및 분석됨

○ 국립공원공단의 기후변화 적응대책에서는 리스크 저감을 위해서 총 55개의 세부시행계획을 마련하였고, 세부사업명만 명시되어 있고 별도로 구분(사업의 형태, 대상, 기후요소 등)되어 있지 않음

(2) 분야별 저감 계획

○ 리스크 저감계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함. (공통부분)

(가) 사업의 형태에 따른 분석

○ 적응대책을 수립하는 과정에서 기존 계획의 활용 정도와 신규로 추가되는 사업을 구분하기 위해 기존/기존보완/신규로 구분. 구분을 한 매립시설은 기존 사업이 14건으로 가장 많았고, 신규 사업은 3건에 그침

▸ 기존보완사업은 근로자 건강성 감독체계 마련, 기후변화로 인한 영향 저감 방안 마련 등 비구조적 계획이 대다수

▸ 주요 신규사업은 전기시설물의 안정적 운영 관리, 침출수 무방류 및 재이용 확대, 탈수슬러지 저류공간 확보 등으로 구성

(나) 주요 세부시행 계획

○ 국립공원은 전체 세부시행계획 55개 중 유사 사업 및 동일 세부시행계획의 사업장별 중복된 사업을 정리하여 분석을 수행함

▸ 기후변화 재난재해 리스크 저감 대책을 마련하고 대응을 강화하기 위해서 기후변화 대응 재난관리체계 마련, 낙석 계측시스템 개선 및 확대, CCTV 기반 통합관제시스템 구축, 유행성출혈열 등 기후변화 민감 질병 예방대책 등을 추진

▸ 그 외에 기후변화 적응형 공원시설 안전 강화(기후변화 적응 공원시설 조성), 기후변화 생태계 영향 관리 및 기후변화 민감지역 특별보호 관리 계획을 마련하였고, 직원 및 시민 대상 기후변화 적응 인식제고 및 교육 확대 계획을 마련

○ 매립시설은 시설물, 시설관리자, 서비스 및 홍보로 구분하여 세부시행계획을 마련하였고, 각 구분별로 주요 리스크와 세부시행계획을 연계하여 분석 시설물별로 기후변화에 대한 리스크와 저감계획을 연계하여 분석

▸ 각 시설물에 영향이 큰 기후변화영향요소는 체크리스트에 응답한 담당자의 인식조사와 기후변화 발생가능성이 반영된 리스크 평가로 구분하여 분석하였는데, 이는 앞서도 설명한 바와 같이 기후변화 시나리오와는 별개로 현장에서 전문가가 체감하는 기후변화와 그에 대한 대비수준에 대한 진단도 함께 반영하기 위함(공통)

○ 매립시설 시설물에 대한 대책

▸ 폭염으로 인한 리스크가 가장 큰 것으로 진단되었고, 폭염으로 인한 전기시설물 정전 등 안전사고에 대비하여 전기시설물의 안정적 운영 관리 계획을 마련

▸ 담당자들은 대설에 의한 영향이 클 것으로 인식했지만, 기후영향 전체를 대비한 안전한 매립지 운영과 같은 대책을 마련

○ 매립시설 시설관리자에 대한 대책

▸ 리스크가 가장 큰 폭염이나 가장 취약할 것으로 인식되는 대설에 대비한 저감대책보다는 기후영향 전체를 대비한 근로자 건강성 감독체계, 기후변화로 인한 영향 저감 방안 등 마련

○ 서비스 및 홍보에 대한 대책

▸ 폭염으로 인한 리스크가 가장 큰 것으로 진단되었고, 폭염으로 인한 비산먼지 발생 및 토사 이동에 대비하여 비산먼지 저감 사업 계획 마련

3) 환경시설의 기후변화 적응활동

(1) 기후변화 시대에 하수처리시설이 직면하게 되는 변화

○ 하수처리시설은 기후변화로 인한 유입유량의 증가, 하수의 농도 변화, 유출수질 농도 규제 수준 변화 등 기후변화로 인해서 영향을 받는 주요 시설물 중에 하나

○ 하수처리시설에 영향을 줄 수 있는 주요 기후변화 영향요소

▸ 강수량(강우 강도-빈도의 관계, 년강수량 또는 계절별 강수량 등), 강설량, 강우사상 현상, 해수면 상승, 폭풍해일(storm surge), 극한 기온(고온 및 저온), 가뭄현상, 강풍 등

○ 생물학적 하수처리시설이 특히 기온의 상승 또는 저하에 크게 영향을 받음.

▸ 온도는 하수처리시설의 운영에 매우 중요한 요소 중의 하나임. 기온의 상승은 전환공정의 효율을 향상시키고, 제거 효율을 향상시키고, 혐기성 반응기나 안정화 연못과 같은

공정의 이용이나 활성슬러지 및 호기성 생물막 반응기 등의 운전조건의 변화 초래

○ 해수면 상승은 여러 가지 부정적인 영향을 동반할 수 있는 홍수와 같은 현상으로 인해 시민의 건강뿐만 아니라 경제적 손실 초래

▸ 하수처리시설은 침수로 인해서 폐수를 처리하지 못하고 수역으로 방류하여 수생태계 및 인간에게 큰 피해를 야기할 수 있고, 또는 일정기간 하폐수를 처리할 수 없어 공장 가동에 지장

▸ IPCC의 자료에 의하면 21세기 동안 해수면 상승이 15~58cm에 달하고, 와싱턴 대학의 분석에 의하면 Puget Sound 지역에서 2050년까지 최소 7.6cm 에서 최고 55.9cm 까지 상승할 것이라 예측(Mote 등, 2008)

○ 강우 강도와 빈도의 증가는 기후변화 현상의 가장 즉각적인 현상의 하나이고 이미 나타나고 있음. 강우로 인한 수질 오염과 폐수처리, 저장, 운송 시스템에 영향을 끼침

▸ 강우로 인한 홍수의 증가는 전체 시설물과 수체의 오염을 야기. 특히 하수처리시설이 해안가에 위치한 경우 홍수는 해수면 상승과 함께 검토되어져야 함.

▸ 폐수 재사용을 통한 용수 문제 해결을 고려하는 입장에서는 강우 증가 등으로 인한 수질오염은 또 다른 과제가 될 수 있음

○ 기온의 증가는 폐수의 온도 증가, BOD의 농도 증가, 활성슬러지의 호흡량 증가 등으로 인한 처리효율 감소를 예방할 수 있는 설계조건의 변경 검토 필요

(2) 환경시설의 적응 활동 사례 조사

○ 기후변화로 인해서 하수처리시설의 유지관리 활동 증가, 계획되지 않은 즉각적 복구활동 수행, 일부시설만의 운영 등이 초래될 수 있고, 이런 활동들은 서비스 질의 저하나 추가 비용을 발생시킬 수 있으므로 모니터링 강화, 관련 계획의 변경 등의 적응 활동 추진

▸ 뉴욕시는 어느 도시보다 기부변화 적응에 선도적. 대표적 활동들이 다단계 적응 평가 수행, 해수면 상승이 하수처리시스템에 미치는 영향이나 미래 기후시나리오를 이용한

저수지 운영에 관한 연구 등 광범위한 적응 연구 진행, 운영시스템 변경, 홍수차단벽 설치, 시설물의 재배치, 배수 개선, 수질처리 강화 등(Major et al. 2011).

- ▸ 홍수로 인한 시설물 침수가 주변 지역 사회에 미치는 영향을 분석할 수 있는 도구 개발. 시설물의 평균 유량과 설계 유량 간의 비율을 주 인자로 활용하여, 평균 유량이 설계 용량의 최대 50 %인 시설은 영향이 적고, 평균 유량이 설계 용량의 70 %를 초과하는 시설은 영향이 클 것으로 예측(Blumenau et al. 2011).
- ▸ 하수처리시설에 장기간 축적된 모니터링 데이터와 기상 데이터를 활용하여 기후변화로 인한 영향을 연구. 이런 데이터 마이닝 방법을 이용하여 기후변화 영향 분석 모델 결과를 고려한 프로세스를 마련할 수 있음. 하수의 양이 구성, 하수관거의 막힘 등을 예측할 수 있고, 하수범람을 위한 혁신적 모니터링 및 조기경보시스템 개발 등과 연계될 수 있음(PREPARED, 2010).
- ▸ 가까운 미래(20~50년)에 기후변화로 인해서 시설과 관련 계획이 받을 수 있는 영향을 분석하기 위해서 처리시설의 취약성 분석 방법 개발. 취약성 분석을 통해서 기후변화와 관련 활동의 우선순위를 결정할 수 있고, 초기에는 해수면 상승과 강우로 인한 홍수가 우선 대비해야 할 취약성으로 분석 됨.

(3) 환경시설 기후변화 리스크 및 적응 활동 요약 및 소결

○ 하수처리시설의 기후변화 주요 리스크

- ▸ 기후변화로 인한 하수처리시설이 리스크는 폭염 〉 호우 〉 한파 〉 강풍 〉 대설 순이고, 특히 폭염 리스크가 클 것으로 진단.
- ▸ 모든 시설에서 폭염에 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 주민시설을 제외한 모든 시설에서호우에 의한 리스크가 큰 것으로 진단되고, 주민시설은 대설에 의한 리스크가 클 것으로 진단 다른

○ 매립시설 및 국립공원의 기후변화 주요 리스크

- ▸ 매립시설은 폭염 〉 한파 〉 호우 〉 강풍 〉 대설 순으로 리스크가 크고, 국립공원은

폭염 〉 대설 〉 강풍 〉 한파 〉 호우 순으로 리스크가 클 것으로 진단

- ▸ 국립공원은 폭염과 대설의 리스크가 다른 기후요소보다 월등하게 크게 나타났지만, 호우에 대한 리스크는 작을 것으로 진단

○ 하수처리시설 주요 리스크 저감 계획

- ▸ 폭염에 대비하여 기전, 밸브류와 같은 시설물에 대한 피해 예방 및 악취저감 대책, 관리자 질환 예방 대책을 마련하고, 강풍으로부터 시설보호, 한파대비 약품 시설물 동파 방지, 호우 대비 정전 및 침수사고 예방 대책 마련
- ▸ 폭염에 대비하여 작업자의 온열질환 대응과 같은 시설관리자 및 주민시설 이용객의 폭염에 의한 피해 예방 마련, 대설로 발생할 수 있는 안전사고와 호우로 인한 차집시설 막힘과 관련한 대비책 마련
- ▸ 특히, 강풍은 실외에 있는 시설물(ex. 하수처리장 옥상에 위치한 태양광 발전 등)이 직접적으로 영향을 받음

○ 매립시설 및 국립공원의 주요 리스크 저감 계획

- ▸ 국립공원은 기후변화 대응 재난관리체계 마련, 낙석 계측시스템 개선 및 확대, CCTV 기반 통합관제시스템 구축, 유행성출혈열 등 기후변화 민감 질병 예방대책 등을 추진하고, 기후변화 생태계 영향 관리 및 기후변화 민감지역 특별보호 관리 계획을 마련
- ▸ 매립시설은 폭염으로 인한 전기시설물 정전 등 안전사고에 대비하여 전기시설물의 안정적 운영 관리 계획, 근로자를 보호하기 위하여 기후영향 전체를 대비한 근로자 건강성 감독체계, 기후변화로 인한 영향 저감 방안 등 마련

○ 환경시설의 기후변화 적응현황 진단 및 향후 과제

- ▸ 하수처리시설은 주로 강하구와 같이 저지대에 위치하고 있어서 지역적으로 호우로 인한 홍수나 해수면 상승으로 인한 침수에 취약하고, 하수처리시설의 침수는 공장의 가동중지로 연결될 수 있음. 2017년 청수폐수처리장의 침수사태가 대표적 예들 중의 하나님
- ▸ 도시화 등으로 인해서 하수처리시설과 거주시설의 이격 거리가 짧아지고 있어서 악취에

의한 민원들이 증가하고 있음. 기후변화로 인한 기온상승은 미생물 등을 이용한 처리공정에 영향을 끼칠 수 있으므로 특히 관심을 받고 있음

- ▸ 축적된 모니터링 자료와 기후변화 시나리오를 활용하여 하수처리시설이 기후변화로 인한 취약성을 분석하고, 처리시설의 침수가 지역사회에 미칠 수 있는 영향을 분석하고, 뉴욕시의 사례처럼 기후변화로 인한 영향 등에 관한 광범위한 연구 등을 시설물의 재배치, 설계기준 변경 등의 장기적 전략의 마련 필요
- ▸ 하수처리시설은 다양한 지방공기업이 유사한 프로세스를 가지는 시설물을 운영 및 관리하고 있지만, 활용 가능한 재정의 한계로 인해서 기후변화로 인한 영향과 리스크에 관한 포괄적이고 실질적 계획의 마련에 한계가 있으므로, 2개 이상의 지방공기업이 공동으로 적응대책을 마련하는 방안도 검토 필요
- ▸ 매립시설은 그 자체가 기후변화로 취약성은 지역적 특수성과 악취 등으로 인한 민원의 증가 등이 많고, 시설의 운영 또는 유입과 관련한 취약성이 상대적으로 크게 진단되고 있으며 근로자와 지역주민의 보호를 위한 대책이 중요하게 다루어지고 있음
- ▸ 국립공원은 기후변화로 인한 이용객과 관리자의 보호를 위한 조치들과 주요 생물자원과 생태계 미치는 영향 관리 및 기후변화 민감지역 특별보호 관리 계획을 마련. 생태계에 미치는 영향은 장기적이고 광범위한 투자가 필요하므로 국가적 차원의 투자로 연결될 수 있는 방안의 마련 필요

마. 용수공급시설

1) 시설 현황

○ 적응대책을 수립한 용수공급 관련 4개 공공기관 (지방공기업 2개 포함)

- ▸ 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 부산광역시 상수도사업본부, 제주특별자치도 상하수도본부(상수도)

○ 용수시설의 리스크 및 세부시행계획의 분석을 체계에 적합하게 시설, 시설관리자, 서비

스 및 홍보로 구분하여 분석 하고, 시설은 수원시설, 관로시설, 정수시설, 댐시설, 관로(수도)시설, 공통 등으로 세분화함. 부산상수와 제주상수는 각각의 구분을 그대로 사용

- ▸ (시설) 수원시설, 관로시설, 정수시설, 댐시설, 관로(수도)시설, 공통 등
- • (수원시설) 취수장, 취수시설, 저수지, 양수지, 수원시설
- • (관로시설) 도수시설, 배수시설, 송수시설
- • (정수시설) 정수시설, 설비(상수도)
- • (댐시설) 발전시설, 본댐, 댐주변지역 및 시설, 여수로, 방류시설
- • (관로(수도)시설) 관로(상수도)
- ▸ (인력) 근로자 안전성, 노동생산성 저하, 작업환경 안정성
- ▸ (서비스 및 홍보) 서비스, 홍보 및 커뮤니티, 대응체계 등

▌표 3-9 ▌ 용수공급시설을 위한 리스크 대상 구분

대분류	소분류	합계	비고*
시설물	수원시설	259	
	관로시설	93	
	정수시설	123	
	댐시설	104	
	관로(수도)시설	60	부산상수
	공통	75	부산상수
	기타	21	제주상수
시설관리자	근로자안전성	265	
	노동생산성저하	361	
	작업환경안정성	114	
	공통	190	한국농어촌공사
	기타	5	제주상수
서비스	서비스	314	
	홍보 및 커뮤니티	265	
	대응체계	48	한국수자원공사
	기타	5	제주상수
	계	2,302	

* 비고는 해당기관에서만 응답이 있는 경우를 나타냄

2) 리스크 평가 분석 결과

가) 개요

○ 용수를 저장 및 공급하는 시설 4개 기관이 적응대책 수립에 활용한 리스크 평가의 수는 총 2,302개(사업장 별, 시설 별 중복)

○ 기관별로 리스크평가 구분방법 및 리스크 평가를 위한 체크리스트 항목 수는 상이함. 체크리스트 항목 수의 많고 적음이 리스크 평가의 상세함이나 리스크 평가 참여자수의 많고 적음을 나타내지는 않고, 사업장 수나 세부사업 분류 등과 관련되어짐

▸ 제주특별자치도 상하수도본부(상수도) 15개부터 한국농어촌공사 1140개로 기관별로 차이가 큼

나) 기후변화가 용수공급시설에 미치는 영향에 대한 관계자 인식

○ 전반적으로 주요시설물을 운영 및 관리하는 담당자는 기후변화로 인해서 강풍 〉 호우 〉 폭염 〉 대설 〉 한파 순으로 인식 영향이 클 것으로 인식하고 있으며, 기후변화로 인해서 시설물이 시설관리자나 서비스 및 홍보보다 더 영향을 많이 받을 것으로 인식

○ 시설물에 대한 영향의 크기

▸ 시설물을 수원시설, 관로시설, 정수시설, 댐시설, 관로(수도)시설로 구분하였고, 시설물 전체적으로는 호우에 의한 영향이 가장 클 것으로 인식함

▸ 수원시설과 관로시설은 호우 다음으로 대설에 취약하고, 댐시설은 폭염에서 가장 취약한 것으로 인식되고 있으며, 관로(수도)시설은 강풍에서 취약한 것으로 인식하고 있음

○ 시설관리자에 대한 영향의 크기

▸ 시설관리자를 근로자안전성, 노동생산성저하, 작업환경안정성으로 구분하고, 시설관리자 전체적 호우에 의한 영향의 클 것으로 인식

▸ 작업환경안정성이 모든 기후요소에 대해서 가장 영향을 크게 받을 것으로 인식하고 있으며, 특히 한파에 의한 영향이 클 것으로 인식

○ 서비스 및 홍보에 대한 영향의 크기

▸ 서비스 및 홍보는 서비스, 홍보 및 커뮤니티, 대응체계로 구분되었고, 서비스 및 홍보 전체적으로 호우에 의한 영향이 가장 클 것으로 인식

▸ 홍보 및 커뮤니티에서는 강풍에, 대응체계는 한파에 취약한 것으로 인식

다) 용수공급시설의 기후변화 리스크

○ 기후변화에 의한 포괄적 리스크

▸ 기후변화 시나리오를 활용하여 제공하고 있는 5개 기후영향 요소(강풍, 대설, 폭염, 한파, 호우)의 극한기후 발생가능성은 지역적으로 다소 차이는 있지만, 대체적으로 폭염의 발생가능성이 현재보다 상대적으로 크게 증가하고, 그 다음으로 대설이 크게 증가할 것으로 예측 됨(공통되는 부분)

▸ 용수공급시설은 기후변화로 인하여 폭염 〉 호우 〉 강풍 〉 대설 〉 한파 순으로 리스크가 클 것으로 진단되었음. 기후변화 영향의 크기에서 보였던 소분류별 주요 기후영향요소는 소분류별 영소분류별 영향의 크기 차이는 리스크 평가 결과에는 나타나지 않음. 이는 앞서 설명한 바와 같이 기후영향요소별 발생가능성의 크기에서 기인한 것으로 판단 됨

○ 시설물에 대한 리스크

▸ 관로시설을 제외한 모든 시설물에서 폭염에 의한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단되었고, 관로시설은 호우에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단.

▸ 시설물 소분류별로 기후요소별 리스크 편차가 크지 않음

○ 시설관리자에 대한 리스크

▸ 모든 시설관리자는 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 작업환경 안정성의 리스크가 시설관리자의 다른 소항목에 비해서 클 것으로 진단

○ 서비스 및 홍보에 대한 리스크

▸ 모든 서비스 및 홍보도 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우에 의한

리스크가 클 것으로 진단

▸ 대응체계가 다른 소분류보다 리스크가 클 것으로 진단 됨(단, 대응체계 관련 리스크는 폭염, 한파, 호우에서만 조사됨)

3) 용수시설의 리스크 저감 계획

가) 개요

○ 용수공급시설이 기후변화 적응을 위해 마련 및 이행을 추진하는 적응대책을 분석한 결과 기후변화 리스크를 저감하기 위해서 4개의 기관에서 총 281개의 세부시행계획을 마련함.

▸ 시설물 98개, 시설관리자 96개, 서비스 및 홍보 88개였고, 28개는 별도의 구분이 없었음 (중복 허용)

○ 전체 세부시행계획 중 유사 사업 및 동일 계획의 사업장별 중복 계산을 방지하기 위해서 전문가와 담당자의 자문을 받아 정리한 후에 분야별로 분석(공통되는 부분)

나) 분야별 세부시행계획 분석

○ 용수공급시설의 세부시행계획을 사업형태 및 주요 시설물별로 분석 하였고, 리스크가 가장 큰 기후영향요소와 영향의 크기가 큰 기후영향요소 각각에 대한 세부시행계획을 중심으로 정리함(공통되는 부분)

(1) 사업의 형태에 따른 분석

○ 세부시행계획들 중에서 기후변화 적응대책을 수립하는 과정에서 기존 계획의 활용 정도와 신규로 추가되는 사업을 구분하기 위해 기존/기존보완/신규로 구분함. 기존과 기존보완 중복 표기한 경우에는 기존보완 사업으로, 기존보완과 신규에 모두 표기한 경우에는 신규 사업으로 간주 함.

▸ 세부시행계획들 중 기존보완이 155건으로 가장 많았고, 신규 사업은 93건을 조사 분석함. 기존보완사업은 관련 대책마련, 시설물 보수 및 정비 등의 사업이 가장 많음(예를들

면, 기후변화 영향 대비 안정적 수돗물 공급을 위한 시설물 보수·정비, 동절기·해빙기 수질관리 대책 마련, 원·정수시설 수질 및 공정관리 강화 등)

▸ 한국농어촌공사, 한국수자원공사는 사업의 형태를 구분하지 않아서 별도로 정리를 하지 못함

○ 적응대책 수립과정에서 새롭게 도출 및 추진하는 주요 신규 세부시행계획은 아래와 같음

▸ 매뉴얼 개발 등 비구조적 대책 관련하여 '세부시행계획 모니터링 및 성과점검표 작성 계획 수립 및 이행', '급수민원 사전예방 및 물 복지사업' 등

▸ 신규 시설물 구축 및 기존 시설물 강화와 관련하여 ' 폭염 대비 현장 시설관리자 작업환경 구축', '상수·원수 수질 모니터링 강화', '고도정수처리 시설 설치', '고탁도 원수 처리능력 강화' 등

(2) 주요 시설별 세부시행계획

○ 시설물별로 기후변화에 대한 리스크와 저감계획을 연계하여 분석

▸ 각 시설물에 영향이 큰 기후변화영향요소는 체크리스트에 응답한 담당자의 인식조사와 기후변화 발생가능성이 반영된 리스크 평가로 구분하여 분석하였는데, 이는 앞서도 설명한 바와 같이 기후변화 시나리오와는 별개로 현장에서 전문가가 체감하는 기후변화와 그에 대한 대비수준에 대한 진단도 함께 반영하기 위함(공통되는 부분)

○ 수원시설 관련 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 대비하여 원·정수시설 수질 및 공정관리 강화와 여름철 급수대책과 같은 수질 관리 강화 및 수요 관리 대응 마련

▸ 담당자들은 호우로 인한 영향의 크기가 클 것으로 인식하였지만, 실제 호우 관련 저감계획은 마련되어있지 않고, 폭염 관련 대책과 중복 됨

○ 정수시설 관련 대책

▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염에 의한 급수량 증대에 따른 시설의 에너지 사용량이 급증할 것에 대비하여 에너지 저장장치를 구축하고 정수처리

시설을 설치하는 계획을 마련

- ▸ 담당자들은 호우로 인한 영향이 가장 클 것으로 인식했고, 이를 대비하기 위해 고탁도 원수 처리능력 강화와 같은 계획 마련

○ 댐시설 관련 대책

- ▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었지만, 폭염을 대비하기 위한 저감 세부시행계획을 따로 마련되어있지 않음
- ▸ 호우를 대비하기 위해 기존 시설 최적 활용 검토 수준으로 대책 마련

○ 관로(수도)시설 관련 대책

- ▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 담당자들은 강풍에 의한 영향이 가장 클 것으로 인식하였지만, 폭염과 강풍 관련 세부시해계획은 따로 마련되지 않음.
- ▸ 관로(수도)시설에 대해서는 시설물 보수 및 정비, 민원 관련과 같은 전반적인 이상기후에 대비하기 위한 대책만 마련되어있음

○ 시설관리자 관련 대책

- ▸ 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단하였고, 폭염 대응체계 구축을 통하여 리스크를 저감하는 계획을 마련
- ▸ 호우에 의한 영향이 가장 클 것이라 담당자들이 인식하였고, 관련된 계획은 시설관리자 작업 중 안전 확보 방안을 마련 함

○ 서비스 및 홍보 관련 대책

- ▸ 기후변화에 따른 이상기후 현상에 대한 시민 인식 미흡을 개선하기 위해 정수장 견학 및 물 체험관 운영 활성화 방안과 같은 계획을 마련

4) 용수공급시설의 기후변화 적응활동

가) 기후변화 시대에 용수공급시설이 직면하게 되는 변화 및 적응

○ 기상청(2017)이 발표한 신 기후체제 대비 한반도 기후전망 보고서에서 21세기 후반까지 기온 상승, 강수량 증가, 해수면 상승의 기후변화 영향을 전망하고, 기후변화 모델을 이용한 분석결과 한강유역과 섬진강 남해는 홍수위험에, 낙동강 유역은 가뭄피해에 취약한 것으로 전망

○ 기후변화는 전반적인 물 순환을 변화시키고, 물은 지구의 생태계 그리고 나아가 사회 전체에 영향을 중요한 매체. 강수량의 변화는 형태, 빈도, 강도, 패턴, 토양 수분, 하천이나 지하수의 흐름을 통해 수자원 접근성에 영향을 미치고, 더 나아기 수질의 악화로 연결됨

▸ 2007년 태풍 나리로 인한 부유물이 제주 강정 취수탐 상단을 막은 것처럼 호우로 인해 범람 등으로 하천변 주변에 위치한 용수공급시설에 침수가 발생할 수 있으며, 이는 수질 오염을 야기할 수 있음

▸ 공급적 측면에서 보면, 기후변화로 인한 물 순환의 변화는 생태계와 사회에 공급하는 용수의 양과 질에 큰 영향을 끼침. 강수량의 변화는 농업, 식수 공급, 제조업 그리고 에너지 생산, 열 시설의 냉각수 등의 이용 및 생태계에 즉각적인 영향을 끼침

▸ 용수의 이용측면에서 수온의 변화로 인해서 관개용수와 농업용수의 생산효율의 변화나 수질의 악화로 인한 추가적 비용 발생 초래

○ 극단적인 기상현상의 빈번한 발생은 홍수나 가뭄 등에 많은 사람들이 노출되게 되고, 적절한 방어가 실패하면 홍수와 같은 재난으로 연결

▸ 기후변화로 인하여 물관련 자연재해가 급증하고 있어 물분야 시설물의 안저관리 및 효율적인 운영의 중용서이 높아지고 있음. 최근 10년간(2009~2018) 발생한 자연재해 피해액 3조 6,281억원의 약 95%에 해당하는 3조 4,380억원이 물관련된 호우, 태풍, 대설로 발생함(김진수, 2020)

○ IPCC 4차 보고서에서는 가뭄에 영향을 받는 지역의 범위가 증가할 가능성이 90%이라 예측

○ 수자원 분야에서는 기후변화 현상을 오래전부터 시설물의 설계 및 운영의 주요 인자로 반영해오고 있음. 특히, 주요시설물의 설계 시 PMP(Probable Maximum Precipitation) 최적화 모형 등을 이용한 대응 방안 마련 등을 검토해오고 있음

○ 기후변화와 같은 수문사상을 반영하여 댐 용수공급 능력이나 홍수조절능력을 재평가하고, 그 결과를 기존 수자원 시설의 효율적 활용방안 마련과 탄력적 댐 운영 등 용수공급 안정성 확보를 위한 접근. 특히, 기후변화로 인한 집중호우의 영향으로 홍수시 댐으로의 유입량이 설계 당시보다 증가하여 이상홍수 발생시 월류 등 위험이 우려되는 댐에 대해서는 2000년대 초반부터 홍수량 배제능력을 증대시키기 위한 비상여수로 설치 및 기존여수로 확장 등을 추진

○ 특히, 극심한 가뭄으로 인한 국지적 물부족이 우려되는 지역에 대해서는 비상 도수로 설치와 같은 구조적 보완대책을 추진하여 기후변화에 따른 물관리의 불확실성에 대비 등

5) 용수공급시설의 기후변화 리스크 및 세부시행계획 요약 및 소결

○ 기후변화 리스크 요약

▸ 용수공급시설은 기후변화로 인하여 폭염 〉 호우 〉 강풍 〉 대설 〉 한파 순으로 리스크가 클 것으로 진단되었고, 이는 앞서 설명한 바와 같이 폭염의 발생가능성의 다른 기후영향요소에 비한 상대적 크기에서 기인한 것으로 판단 됨

▸ 관로시설을 제외한 모든 시설물에서 폭염에 의한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단되었고, 관로시설은 호우에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단.

▸ 시설관리자는 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 서비스 및 홍보도 폭염으로 인한 리스크가 가장 크고, 그 다음으로 호우 리스크가 클 것으로 진단

○ 기후변화 적응 세부시행계획 요약

▸ 용수공급시설이 기후변화 적응을 위해 4개 공공기관(지방공기업 포함)에서 적응대책을

수립하였고, 4개의 기관에서 총 281개의 세부시행계획을 마련함.

▸ 세부시행계획들 중 기존보완이 155건으로 가장 많았고, 기후변화 영향 대비 안정적 수돗물 공급을 위한 시설물 보수·정비, 동절기·해빙기 수질관리 대책 등과 같은 신규 사업 93건을 마련함(수자원공사와 농어촌공사는 구분되어 있지 않음)

- 신규사업은 '세부시행계획 모니터링 및 성과점검표 작성 계획 수립 및 이행' 등과 같은 매뉴얼 개발 등과 '상수·원수 수질 모니터링 강화', '고도정수처리 시설 설치' 등 신규시설설치 모니터링 강화 사업 등

▸ 주요시설별 우선 순위 리스크와 기후영향에 대해서 높게 나타난 기후영향요소에 대한 영향과 저감계획을 함께 살펴보면 아래와 같음

- 수원시설 관련 폭염에 대비하여 원·정수시설 수질 및 공정관리 강화와 수질 관리 강화 및 수요 관리 계획 마련
- 정수시설관련 폭염에 의한 급수량 증대에 따른 시설의 에너지 사용량이 급증 대비 및 정수처리시설 추가 설치 등의 계획 마련
- 댐시설관련 폭염을 대비하기 위한 저감 세부시행계획을 따로 마련되어 있지 않고, 호우를 대비하기 위해 기존 시설 최적 활용 검토 수준으로 대책 마련
- 관로(수도)시설관련 폭염과 강풍 관련 세부시행계획은 없고, 시설물 보수 및 정비 등 전반적인 이상기후 대책 마련
- 시설관리자 관련하여 폭염 대응체계 구축을 통하여 리스크를 저감하는 계획을 마련하고, 시민 인식 미흡을 개선하기 위해 정수장 견학 및 물 체험관 운영 활성화 방안과 같은 계획을 마련

○ 기후변화 적응현황 진단 및 향후 과제

▸ 용수공급시설에서 가뭄이 가장 리스크가 큰 항목이나 현재 5대 기후요소에는 가뭄이 포함되어있지 않음. 가뭄은 단순 기후와 관련된 자연재해가 아닌 사회적인 문제로 발생할 수도 있는 재해인 만큼 기상청 자료로만 발생가능성지수와 같은 지표를 산출하기가

불가능하며 이에 대한 추가적인 논의 필요

- ▸ 용수공급시설에 있어서 수요관리 정책이 우선적으로 진행되어야 함. 물 공급 능력 강화를 위해서 우선 누수 저감, 취수 능력 강화, 용수공급 체계 전환, 비상 연계 관로 구축과 같은 대책을 고려할 수 있음
- ▸ 대부분의 관로(수도)시설이 지하화된 상황에서 강풍에 대한 영향의 크기가 높게 나온 것과 근로자안정성 측면에서 강풍의 리스크가 크게 진단 된 것은 설명력이 부족하고, 리스크 저감을 위한 적응 노력이 부족함

바. 소결 및 제언

○ 기후변화가 시설물에 미치는 영향으로 인해 사회기반시설의 유지관리 비용이 증가하면서 관리 주체의 재정 부담을 가중시킴

○ 현장에서 인지하고 있는 리스크와 실제로 기관에서 진행되고 있는 저감대책이 일치하지 않는 경우가 상당함

- ▸ 기후변화 적응대책에 수록되어있는 저감대책의 대부분은 기후변화 적응을 위해 마련된 것이 아닌 기존에 진행되고 있는 사업이 다수

○ 보다 정확한 우선순위 리스크를 파악하기 위해서는 기존 체크리스트의 보완이 불가피할 것으로 보임

- ▸ 현재는 20년 기준으로 조사가 진행되었으나, IPCC 보고서에 따라 30년, 50년 자료도 반영할 필요가 있음
- ▸ RCP 시나리오에 대한 구분이 명확하지 않으므로, RCP 4.5와 8.5 two-track으로 진행하는 것이 적합
- ▸ 객관적인 데이터 확보를 위해 설문조사 진행 시 각 기후요소 별 구체적인 시나리오 제시 필요
- ▸ 영향의 크기와 리스크 평가를 구분하여 분석하는 것은 바람직하지만, 리스크 평가에서

과도하게 높은 폭염의 발생가능성지수로 폭염에 집중되는 부분은 향후 어떻게 보완해나갈 것인지 논의해야함

- ▸ 강풍, 폭염, 한파, 호우, 대설 외 다른 이상기후에 취약한 사회기반시설도 존재함에 따라, 향후에는 5대 기후요소 외 가뭄, 해수면상승 등 추가적으로 고려해야함
- ▸ 시설물 구분에 추가적으로 시설물의 지역적 특성 및 위치(ex. 지상/지하 등) 고려 필요

○ 기관 담당자들의 기후변화에 대한 전반적인 이해가 부족하여 발생하는 오류도 상당함

- ▸ 환경부나 국가기후변화적응센터 차원에서 자연재해와 기후변화로 인한 재난에 대한 명확한 구분 제시, 관련 교육 제공 필요

○ 저감대책에 대한 평가기준을 제시하여 사후평가 및 5년 뒤 기후변화 적응대책 수립 시 반영되어야 할 것으로 보임

- ▸ 실질적인 이행체계를 구축하고 연도별로 평가 및 모니터링이 수행될 수 있도록 항목을 정리하여야 함

○ 관련 법령의 제정 부분에서는 설계 기준 강화 혹은 지침 반영하여 차후에 법령 제정의 기반이 되도록 하는 것이 바람직함

- ▸ 특히, 기준강화와 같은 저감대책은 전사에 미치는 영향이 크므로 각 기관의 권고 필요
- ▸ 추후 분석보고서가 대책 수립의 기본 가이드라인으로 활용될 수 있도록 관리 기관 별 공통 대책을 별도로 표시해 주는 것이 필요할 것으로 판단됨

제4장 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 지원

제4장 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 지원

1. 공공기관 기후변화 적응 역량강화

가. 기후변화적응대책 이행점검 진행현황 및 수립 추진현황 조사

1) 적응대책 이행점검 진행현황 조사

○ 배경 및 목적

▸ 공공기관이 수립한 적응대책이 지속적으로 유지되고 세부사업의 이행 추진을 지원하기 위해 주기적으로 각 기관의 진행 현황을 조사하고자 함

※ 이행지침 제 3절 1-3-2에 의거 적응대책의 이행현황 관리를 위해 매년 12월 말까지 자체적으로 적응대책의 이행 상황을 평가·모니터링하고, 그 결과를 익년 2월 말까지 이행현황 관리 주체와 환경부에 제출한다.

▸ 적응대책 이행점검 추진현황의 조사 결과는 교육 일정의 마련·조정, 간담회의 추진, 이행지침(안) 보완 등에 활용하고자 함

○ 조사대상 기관

▸ 적응대책 수립한 32개 기관 대상

• 전체 48개 기관 중 32개 기관 완료, 2개 기관 초안 검토 후 수정 중(이하 '초안 제출'), 3개 기관은 초안 작성, 11개 기관은 미수립(예정 포함)

▌표 4-1 ▌공공기관 기후변화 적응대책 수립 현황

구분			완료	초안 제출	초안 작성	19년 현재 미수립(예정포함)
공공기관	48		32	2	3	11
	전력시설	8	한국전력공사, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국남부발전,			

구분			완료	초안 제출	초안 작성	19년 현재 미수립(예정포함)
			한국지역난방공사, 한국수력원자력			
	유류·자원관리시설	3	한국석유공사, 대한석탄공사, 한국가스공사			
	교통·도시 기반시설	9	한국철도공사, 인천국제공항공사, 한국공항공사, 인천항만공사, 울산항만공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단	부산항만공사		
	환경시설	2	국립공원관리공단, 수도권매립지관리공사			
	용수공급시설	2	한국농어촌공사, 한국수자원공사			
지방 공기업	전력시설	1	제주에너지공사			
	교통·도시	6	대구도시철도공사			서울교통공사, 부산교통공사, 인천교통공사, 광주도시철도공사, 대전도시철도공사
	환경시설 (하수도)	8	부산, 대전, 광주, 대구, 인천	울산	제주	세종
	용수공급시설 (상수도)	9	제주, 부산,		서울, 대구	인천, 광주, 대전, 울산, 세종

* 세종 상/하수 시설은 추진 유예

○ 진행현황 조사 내용 및 일정

▸ 진행 현황 조사는 해당 기간 내에 추진해야할 과업의 주요내용에 대한 안내, 추진사항 및 추진계획에 대한 조사, 기타 자문필요사항 등으로 구성되며, 상반기 1회, 하반기 1회 총 2회 진행

▌표 4-2▐ 이행점검 진행현황 조사 내용

구분	내용
기본사항	대상 기관 담당자 정보
	'18-'19년도 이행점검 진행
	이행점검 진행 방식
추진현황	진행 정도

구분	내용
진행계획	향후 진행계획
제출일자	'19년도 이행점검 결과서 제출일자
기타	기타 의견

▸ 각 공공기관의 적응대책 이행점검 진행 관련 현황 조사

- '17년도부터 적응대책 이행점검에 착수한 기관의 현황 및 향후 추진 일정 조사
- '19년도 적응대책 이행점검 예정인 기관의 추진방식 및 일정 조사
- 기타 사항(추진과정의 애로사항, 자문회의 등 필요사항)

○ 이행점검 진행현황 조사 결과

▌표 4-3 ▌'19년 1,2차 이행점검 진행현황 조사 결과

계	응답기관(29)	미응답기관(3)
전력시설(9)	한국전력공사, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국남부발전, 한국지역난방공사, 한국수력원자력, 제주에너지공사	
유류자원시설(3)	한국가스공사, 한국석유공사, 대한석탄공사	
교통도시기반시설(9)	인천국제공항공사, 한국공항공사, 인천항만공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 한국철도공사	대구도시철도공사
환경시설(7)	수도권매립지공사, 국립공원관리공단, 대구하수직영공기업, 인천하수직영공기업, 대전하수직영공기업, 광주하수직영공기업	부산하수직영공기업
용수공급시설(4)	한국농어촌공사, 부산상수도, 제주상수도	한국수자원공사

2) 적응대책 수립 추진 현황 조사

○ 배경 및 목적

▸ 공공기관의 적응대책 수립관련 추진현황 및 기반여건에 관한 정기적인 조사를 통하여 효율적 지원 등의 마련에 활용할 예정

▸ '19년 수립 미정 혹은 미수립 기관 현황 및 애로사항 파악

▸ 공공기관 기후변화 적응보고제의 정책방향 및 지원 방향 설정

▸ 공공기관의 기후변화 적응대책 수립지원 컨설팅단 구성 및 운영 계획 마련

○ 조사대상

▸ 적응대책 미수립 혹은 수립 예정중인 16개 기관 대상

• 표 4-1의 초안제출, 초안작성, 미수립 기관

○ 추진현황 조사 내용 및 조사주기

▸ 추진현황 조사는 크게 기본사항, 추진현황, 추진계획, 기타 등으로 구분됨.

| 표 4-4 | 추진현황 조사 내용

구분	내용
기본사항	대상 기관 담당자 정보
	2019년 적응대책 수립 추진 여부
	대책 수립 추진 방식
	용역기관 정보
추진현황	진행 단계
추진계획	향후 추진계획
향후계획	적응대책 최종본 제출 예정 일자
기타	기타 의견

▸ 추진현황 조사는 매 2개월마다 조사(1월, 3월, 5월, 7월, 9월, 11월)

○ 추진현황 조사 결과

▸ 총 16개 기관 중 9개 기관이 응답

| 표 4-5 | 4,5차 수립 추진현황 조사 결과

계	응답기관(9)	미응답기관(7)
교통도시기반시설(6)	서울교통공사, 부산교통공사, 인천교통공사, 대전도시철도공사	부산항만공사, 광주도시철도공사
환경시설(3)	울산하수직영기업	세종하수직영기업, 제주하수직영기업
용수공급시설(7)	서울상수도, 대구상수도, 대전상수도, 울산상수도	인천상수도, 광주상수도, 세종상수도

▌표 4-6 ▌현황별 조사결과

대책 수립 추진 현황	최종본 제출	초안 검토완료(2)	착수예정기관(3)	대책수립 예정이 없는 기관	적응대책 수립미정 기관
기관명		부산항만공사, 울산하수직영,	서울상수도, 대구상수도, 제주하수직영		대전도시철도

나. 적응 우수기관 및 사례 선정 및 포상

○ 추진 배경 및 목적

▸ 공공기관 기후변화적응대책 수립 및 이행에 기여한 유공자 포상을 통해 사기 진작 및 지속적인 관심 독려·강화

▸ 포상 우수사례 공유, 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행에 관한 실무교육을 통한 담당자의 이해증진

○ 포상 대상

▸ ′18년도 적응대책 수립 및 이행 우수기관 담당자, 적응 우수사례

○ 행사 개요

▸ 행사명 : ‘19년 공공기관 기후변화 적응대책 성과 발표회 및 역량강화 교육

▸ 일시 및 장소 : 2019. 6. 12(수) 14:00~17:00, 대전 상공회의소 대회의실

▸ 참석자 : 환경부, 적응센터, 공공기관 담당자 등 57명

▸ 주최/주관 : 환경부/KEI 국가기후변화적응센터

○ 주요내용

▸ ’18년도 적응대책 수립, 이행점검, 우수사례 유공자 및 기관 표창

▸ ‘18년 공공기관 기후변화 적응 우수사례 발표

▸ ’19년 공공기관 기후변화 적응 지원 담당자 및 관계자 교육

▸ 공공기관 적응대책 수립 관련 질의응답

▌표 4-7 ▌성과보고회 세부 내용

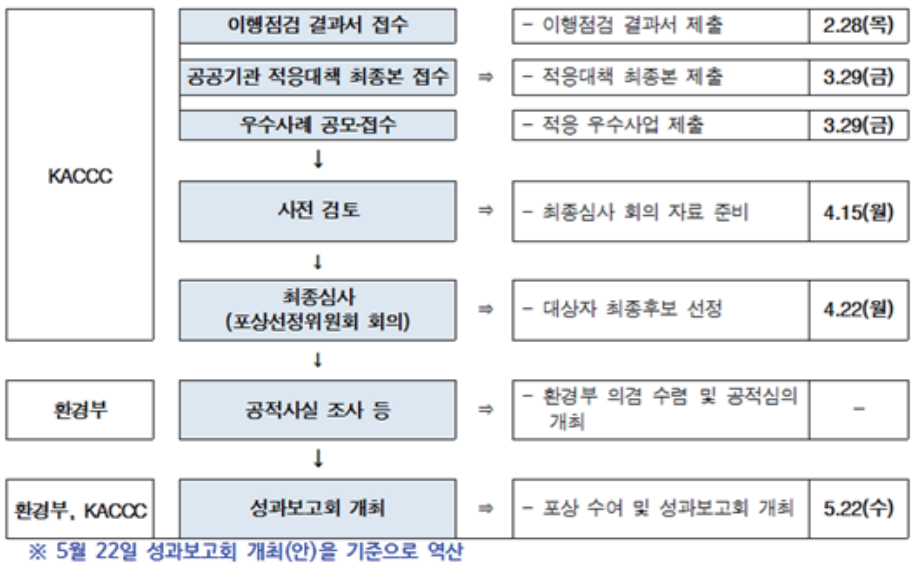
시 간	내 용	비 고
13:30-14:00(`30)	등록	
14:00-14:15(15′)	**1부. 공공기관 적응 우수기관·담당자 시상**	
	- 인사말씀 (5′)	환경부 기후변화정책관
	- 유공자 표창 (10′)	
14:15-15:05(50′)	**2부. 공공기관 기후변화 적응 역량강화 교육**	
	- 공공기관 기후변화 적응정책(15′)	이현준 사무관(환경부)
	- 기상변화 이해와 기후전망자료의 활용('15)	노경숙 사무관(기상청)
	- '19년 공공기관 적응대책 이해와 사례 ('20)	정선희 전문연구원 (국가기후변화적응센터)
15:05-15:15(10′)	휴식	
15:15-16:30(`75)	**3부. 공공기관 적응대책 수립 및 이행 우수사례 발표**	
	○ 수립 및 이행점검 사례 발표	
	- 대구도시철도공사 성과 및 사례발표('15)	우수영 팀장 (대구도시철도공사)
	- 한국수력원자력 성과 및 사례발표('15)	박진영 차장 (한국수력원자력)
	- 한국지역난방공사 성과 및 사례발표('15)	조희석 대리 (한국지역난방공사)
	○ 적응사업 우수사례 발표	
	- 한국농어촌공사 성과 및 사례발표('15)	정성훈 부장 (한국농어촌공사)
	- 한국남동발전 성과 및 사례발표('15)	김인경 차장 (한국남동발전)
16:30-17:00(30′)	질의·응답	

○ 우수사례 선정결과

▸ 우수기관 담당자 및 우수 사례로 분리하여 추진

▸ (우수기관 담당자) 수립 및 이행 우수기관 담당자에 대한 포상, 이행점검 결과서는 2월말(28일, 목)까지 적응대책 최종본은 3월말(29일, 금)까지 환경부에 제출된 기관

▸ (우수사례 기관) 환경부 주관의 공모절차 진행, 3월말까지 접수된 지원서



▎그림 4-1 ▎우수기관 및 우수 사례 선정 과정

○ 적응대책 수립, 이행점검 대상 기관 및 과년도 포상 기관

▎표 4-8 ▎적응대책 수립 및 이행점검 포상 기관

연도	당해 연도 제출기관		포상기관	
2016년 수립 (2017년 포상)	대책수립(9)	한국서부발전, 한국중부발전, 한국동서발전, 한국남부발전, 한국철도공사, 국립공원관리공단, 수도권매립지공사, 부산하수, 대전하수	수립	한국서부발전, 국립공원관리공단
2017년 수립 및 이행 (2018년 포상)	대책수립(14)	한국전력공사, 한국남동발전, 한국수력원자력, 한국지역난방공사, 한국석유공사, 대한석탄공사, 인천국제공항공사, 한국공항공사, 인천항만공사, 울산항만공사, 여수광양항만공사, 제주에너지공사, 광주하수, 대구하수	수립	한국공항공사, 한국지역난방공사 대구환경공단
	이행점검(7)	대전하수, 수도권매립지공사, 한국수력원자력, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국서부발전, 한국중부발전	이행	한국남동발전
2018년 수립 및 이행 (2019년 포상)	대책수립(7)	한국가스공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 한국농어촌공사, 대구도시철도공사, 부산상수, 제주상수	수립	대구도시철도공사
	이행점검(22)	한국석유공사, 대한석탄공사, 인천국제공항공사, 인천항만공사, 한국공항공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 한국전력공사, 한국지역난방공사, 한국수력원자력㈜, 한국남동발전㈜, 한국남부발전㈜, 한국동서	이행	한국수력원자력, 한국지역난방공사

연도	당해 연도 제출기관		포상기관
		발전㈜, 한국서부발전㈜, 한국중부발전㈜, 제주에너지공사, 수도권매립지공사, 대구환경공단, 인천하수처리장, 대전하수처리장	
	우수사례(26)	응모 : 농어촌공사(1건), 인천국제공항공사(1건), 한국공항공사(3건), 인천항만공사(3건), 울산항만공사(1건), 한국전력공사(1건), 한국남동발전㈜_(2건), 한국남부발전㈜_(2건), 한국동서발전㈜_(1건), 한국수력원자력㈜_(3건), 한국지역난방공사(3건), 국립공원관리공단(1건), 수도권매립지공사(3건), 대전하수처리장(1건)	한국농어촌공사, 한국남동발전

○ 행사 결과

▸ '19년도 상반기 공공기관 기후변화 적응대책 역량강화 교육 및 '18년도 성과발표회에 환경부, KACCC, 기상청, 공공기관 및 유관기관 등에서 57명 참석

▸ 19개 공공기관에서 41명 참석(유관기관 포함)

○ 주요 논의사항

- ’18년도 적응대책 수립, 이행점검, 우수사례 유공자 및 기관 표창 및 우수사례 발표
- 공공기관 기후변화적응대책 수립 우수사례 유공자(대구도시철도공사 유수영), 적응대책 이행점검 우수사례 유공자(한국수력원자력 박진영 차장, 한국지역난방공사 조희석 대리)
- 공공기관 기후변화적응 우수사례 유공기관(한국농어촌공사, 한국남동발전)

○ ‘19년도 상반기 공공기관 기후변화 적응대책 역량강화 교육

- 공공기관 기후변화 적응정책 소개 및 향후계획(환경부, 이현준 사무관)
- 기후변화 전망정보와 기후자료 활용(기상청, 노경숙 사무관)
- 공공기관 적응대책 이해와 사례(KACCC, 정선희 전문연구원)
- 기관담당자 질의 및 애로사항
- 기후변화 적응 입법 진행현황 및 향후 공공기관 기후변화 적응대책 수립 추진시 유사기관 그룹별 공동 적응대책 수립 추진 여부
- 공공기관 기후변화 적응대책 수립 과정에서 타 기관에서 기후시나리오 활용 사례 등 타기관의 수립 및 이행 현황
- 이행점검 지원 자료의 배포 및 활용 계획

○ 행사 결과

- ’19년도 상반기 공공기관 기후변화 적응대책 역량강화 교육 및 ‘18년도 성과 발표회에 환경부, KACCC, 기상청, 공공기관 및 유관괴관 등에서 57명 참석
- 19개 공공기관에서 41명 참석(유관기관 포함)

○ 질의 내용

- 시설물별 차별성을 위한 기후영향요소 지역 상세화 자료 필요
- 기후변화적응대책 수립 컨설팅단의 수립과정에서의 자문 요청 문의
- 기관 사정에 따른 세부시행계획의 예산 조정에 관한 문의
- 공공기관 기후적응보고제 법제화의 시행 시기 문의
- 우수사례 선정의 평가 근거 제공 여부

2. 공공기관 기후변화적응대책 수립 지원

가. 공공기관 기후변화적응대책 수립 지원

○ 배경 및 필요성

▸ 공공기관 기후변화적응대책의 수립 대상 기관(48개 기관) 중 현재 수립이 미정이거나 진행이 어려운 기관이 주로 지방 상수도사업본부나 지방 도시철도공사와 같은 지방공기업에 해당함

▸ 해당 기관들의 기후변화적응대책 수립 추진을 위해 시설별 전문가를 통한 교육과 공통적인 애로사항 공유 등이 필요

○ 추진 목적

▸ 공공기관 기후변화적응대책의 수립 지원을 위한 교육 및 가이드라인 제시

▸ 공공기관 기후변화적응대책의 원활한 추진을 위한 분야별 기관의 불편 및 건의사항 확인 및 조치

○ 대상 기관 : 교통도시기반시설 및 상수도시설 미수립 기관

나. 지방공기업 기후변화적응대책 수립 지원

○ 배경 및 필요성

▸ 공공기관에 비해 상대적으로 지방공기업으로 분류하고 있는 상하수도 본부, 도시철도공사, 교통공사와 같은 지방공기업의 적응대책 수립이 부진한 상황임

▸ 수립예정이거나 미수립기관의 공공기관 기후변화적응대책 수립과정에서의 교육 등의 필요 사항을 상시 접수하고 전문가 자문회의, 교육 등을 통해 적응대책 수립의 애로사항을 최소화

○ 적응대책 수립 지원 내용

▸ 수립 단계별(리스크평가, 적응대책 마련 등) 관련 자료 제공, 전문가 자문회의, 보고회 등 회의 진행 지원, 수립 진행 현황 및 문제점 파악

○ 적응대책 수립 기관 대상으로 필요한 행사 및 교육 등 지원

▸ 기관 시설별 간담회 진행 지원, 적응대책 수립 기관 대상 포럼 진행 지원

3. 공공기관 이행 지원 및 점검

가. 적응대책 이행점검 현장방문

○ 방문을 통한 이행점검 지도 및 안내

○ 현장방문 진행 기관

▸ 인천공항공사(10/11), 제주에너지공사(10/14), 인천항만공사(10/15), 한국지역난방공사(10/15)

○ 현장방문 일정

▌표 4-9 ▌현장방문 일정

시 간	내 용
09:30~09:40	시작회의
09:45~10:10	자체점검 개요
10:15~10:35	자체점검 결과(주관부서)
10:40~11:10	현장투어
11:15~11:45	자체점검 결과(소관부서)
11:50~12:00	심사팀 회의 및 종료

나. 공공기관 기후변화 적응 이행 지원 설명회

○ 개최 목적

▸ 기후변화의 시대에 사회기반시설의 지속가능한 운영을 위한 공공기관 적응 관련 국내외 동향 분석 및 관련 기관 간의 정보 공유

▸ 공공기관 기후변화 적응 이행점검을 위한 지침에 대한 설명 및 점검 도구 시범적용 사례 발표 등을 통한 이행점검을 위한 주관부서와 공공기관과의 의견교류 및 정보 제공

○ 행사 개요

▸ 행사명: 공공기관 기후변화 적응 이행 지원 설명회

▸ 일시 및 장소: 2019년 12월 10일 (화) 14:00 ~ 17:00 서울 LW컨벤션 다이아몬드홀

▸ 참석대상: 환경부, 기상청, 연구기관, 공공기관 등 약 50명

▸ 주최/주관: 환경부/국가기후변화적응센터

○ 주요 내용

▸ (환경부) 국가단위 적응성과, 개선방안, '20년 추진계획 등

▸ (국가기후변화적응센터) 분야별 분석리포트 및 이행점검 지원도구 소개

▸ (전문가) 공공기관 적응 관련 유관분야 강연

▸ (공공기관) 이행점검 지원도구 시범 이용 기관 발표

○ 세부 일정

▌표 4-10 ▌공공기관 기후변화 적응 이행 지원 설명회 세부 일정

내 용	시 간
등 록	13:30 ~ 14:00
■ 인사말 - 개회사 (환경부 신기후체제 대응팀)	10′
■ 사회기반시설의 기후변화 적응추진 기반 강화 (중 2~3개 발표) - 기후변화 시나리오의 활용방법(기상청, 이진아 사무관) - 기후변화 위험관리를 위한 체계(KEI, 이승준 부연구위원) - 기후변화 적응대책과 상수도기본계획과의 연계방안(서울물연구원, 박은희 주무관)	60′
Coffee break	15′
■ 공공기관 기후변화 적응대책 추진 및 이행 지원(KACCC)	40′

내 용	시 간
- 공공기관 기후변화 적응 현황 및 이행 리포트 - 공공기관 기후변화 적응대책 점검 지원 도구 소개	
■ 공공기관 기후변화 적응대책 이행점검 사례 발표 - 대구하수직영공기업 달서천사업소 이태우 파트장 - 인천국제공항공사 에너지관리팀 하종익 과장	40′
■ 토론 및 종합정리 ※ 환경부 및 KACCC 담당	15′

4. 수립 및 이행 지원 주요 성과 및 개선방향

○ 적응대책 및 이행점검 추진현황 조사

- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 기관 담당자들의 관심을 지속적으로 유지시키고자 공공기관 기후변화적응대책 수립 및 이행점검 추진을 지원하기 위한 방법의 하나로 주기적으로 각 기관의 추진 현황을 조사
- ▸ 2019년 12월 현재 32개 기관이 적응대책을 수립하였고, 5개 기관이 수립중이며, 11개 기관은 수립하지 않고 있음
- ▸ 적응대책 수립 추진현황 조사를 통하여 적응대책 수립기관의 초안 제출 예정일을 파악 및 진행 단계를 확인하고, 적응대책 수립을 진행하고 있는 기관담당자의 애로사항을 접수하여 향후 추진계획 및 지원방향을 설정하였음
- ▸ 하반기 이행점검 추진 현황 조사 결과 이행점검을 진행하고 있는 모든 기관은 평가계획 수립단계에 있으며 `19년 12월 이후에 자체평가를 예정하고 있으며, 적응대책 수립과 마찬가지로 이행점검 기관 담당자의 애로사항을 접수하여 하반기포럼 등의 이행지원

방향을 설정하였음

○ 공공기관 기후변화적응대책 수립지원 워크숍 개최

- ▸ 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화적응대책의 효과적이고 체계적인 시행을 위하여 2019년 공공기관 기후변화적응대책 수립지원을 위한 교육 및 워크숍 개최
- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 수립에 기여한 유공자를 포상 및 우수사례 공모를 통해서 사기 진작 및 지속적인 독려와 관심 강화
- ▸ 포상 선정기준 마련-공모 · 접수-1차 평가(내부)-2차 평가(외부 전문가 참여)를 거쳐서 환경부장관상 표창자를 선정하였음
- ▸ 상반기 교육은 적응대책 수립지침 소개 및 상반기의 주요 업무인 리스크평가체계 과정에 대한 상세한 안내로 구성

제5장 주요성과 및 향후과제

제5장 주요성과 및 향후과제

1. 연구 요약

가. 공공기관 적응대책 이행점검 검증 및 이행점검 관리 체계 마련

○ 배경 및 주요 내용

▸ 기후변화 적응대책을 수립하는 공공기관의 수가 매년 증가함에 따라 매년 수행되는 이행점검 대상도 확대되고 있으며, 대책 수립 기관의 증가에 따라 공공기관 현업 담당자들로부터 대책 수립 및 이행점검에 대해 애로사항 및 지원책 요구가 증가하고 있음

▸ 매년 수행되는 이행점검에 대해 전문기관 및 분석도구 등을 통한 표준화된 점검 방안이 필요하며, 단순 이행점검 제출에서 끝나는 것이 아니라 관장기관은 공공기관이 제출한 결과서에 대한 피드백과 지속적인 교육, 가이드라인 제공 등과 같은 환류체계를 만들어 공공기관과 의견교류를 지속적으로 유지하는 것이 필요함

▸ 매년 공공기관이 제출하는 이행점검 결과서를 관장기관에서 제도적 환류를 도모하기 위해서는 제출된 결과서에 대한 평가, 개선방안 도출, 표준화된 점검 양식 개발/배포 등의 제반 활동이 이루어져야 함

▸ 점검방법에 대한 개발은 현행 지침 및 이행점검 체계에 대해서 분석하는 것을 시작으로 외부 연계 규격(적응, 재난/재해, 지속가능 분야)을 분석해 연계 가능한 항목들을 검토하며, 이를 기반으로 점검항목을 구성하고 이를 기능별 분석도구로 구성하도록 함

▸ 공공기관이 제출한 이행점검 결과서를 평가할 수 있는 분석도구(Tool)을 사용자 입장, 평가자 입장 및 통계용으로 개발

○ 환경부 지침 및 외부 연계 규격 분석

▸ 환경부에서 제시하고 있는 “공공기관 기후변화 적응대책 세부시행계획 이행점검 지침”

을 분석해 보고 항목에 대한 대/중/소 단위의 항목을 분석을 위해 현행 지침에서 제시하는 항목 중, 세부로 나눌 수 있는 소항목을 구성해 해당 대분류 항목에서 요구하는 보고 내용을 담을 수 있는 세분화를 수행

- ▸ 기후변화 적응에 대해서 보고항목을 구성하는데 있는 재난/재해 가이드라인, 내부 지침, 매뉴얼 등 공공기관 개별 및 상위기관에서 제시하고 있는 자료를 바탕으로 적용할 수 있는 항목들과 공통사항을 매칭해 점검방법을 위한 항목에 신뢰성을 높이고, 연계해 살펴볼 수 있는 공공기관의 현황 등을 파악할 수 있도록 함

○ 분석도구 개발

- ▸ 분석도구는 크게 사용자용, 평가자/통계용, 점검보고서로 구성되어 있음
- ▸ 사용자용 도구는 보고주체인 공공기관에서 사용하기 위한 표준 양식으로 적응대책을 수립한 공공기관은 환경부의 지침을 준용해 이행점검 결과서를 작성하고 있으나, 항목에서 요구하는 내용이 정성적이고 내용이 세부적이지 못해 공공기관에서 임의적으로 해석한 내용, 해당하지 않은 항목에 대한 임의 삭제 등 보고 형식이 표준적이지 못한 부분이 많아 사용자용Tool을 통해 세부항목까지 보고항목을 구성해 보고자 입장에서 보고에 대한 내용 누락 및 임의 선택 등의 문제점을 해소하고자 만듬
- ▸ 평가자/통계용Tool은 제출된 결과서를 표준화된 평가방식에 따라 평가하고 해당 기관의 결과서 평가를 통계적으로 구현해 쉽게 파악할 수 있도록 하는데 그 목적이 있음
- ▸ 점검보고서는 공공기관이 제출한 이행점검 결과서에 대해 문제점 및 평가를 수행한 관장기관은 평가를 통해 발생한 각 공공기관 이행점검에 대한 시정사항 및 권고사항을 파악해 공공기관에 피드백을 주는 용도의 환류체계를 마련하고자 개발하였으며, 각 항목의 대/중/소분류에 따른 보고항목에 대해 공공기관이 작성한 내용에 따른 적합/부적합 사항을 표시하고 부적합 사항에 대한 세부 시정사항을 기재하여, 공공기관 담당자가 차년도 이행점검을 보고하는 데 있는 항목의 문제점을 반영해 환류할 수 있는 체계를 돕는 데 의의가 있음

나. 공공기관 기후변화 적응대책 분석

○ 배경 및 주요 내용

▸ 공공기관이 직접 진단 및 대비하고 있는 기후변화 적응 노력들이 국가기후변화 적응대책 및 분야별 기본계획을 비롯한 국가 정책에 반영될 수 있도록 공공기관의 기후변화 적응대책을 종합적으로 분석 및 평가

▸ 공공기관 분야별(전력시설, 유류·자원관리시설, 교통·도시기반시설, 환경시설, 용수공급시설) 리스크 진단결과 분석을 통하여 우선순위 리스크 도출, 세부시행계획 취합분석을 통한 분야별 주요 저감계획 목록 제시 및 저감계획의 적절성, 적정성, 시급성 등에 대한 진단

▸ 분야별 분석 리포트는 공공기관의 적응대책 이행 현황 및 결과에 대해 평가는 아님, 적응대책을 활용하여 분야별 리스크, 적응수준, 필요분야 등을 도출하기 위함

○ 진행절차

▸ 개별 공공기관의 기후변화 적응대책을 전력시설/유류·자원관리시설/교통·도시기반시설/환경시설/용수공급시설 별로 취합하여 리스크평가와 세부시행계획 분석 및 진단

▸ 분류별로 분석된 우선순위 리스크와 리스크 저감계획에 대해서 전문가 및 기관 담당자의 자문회의 등을 통하여 보완 및 객관화 과정 진행

○ 분야별 적응대책 분석

▸ 전력 분야

• 전력 시설은 일반적으로 기후변화로 인한 폭염과 대설에 취약한 것으로 나타났으며, 이로 인한 리스크를 저감하기 위해 연료공급 안정성 확보를 위한 고도화, 자연발화 예방, 발전용 냉각수 및 용수공급 안정성 대책, 전효율 향상 및 출력 저감, 대기온도 및 해수온도 상승에 따른 설비 안정성 확보와 같은 계획 대책을 마련하였고, 이 밖에도 강풍으로 인한 연료 하역 및 이송의 안정성 위협을 대비하여 발전설비 구조물 및 연료 및 용수 공급 안정성 확보, 사전점검 및 재난 대응체계 구축, 설비운영 고도화 등의

계획 마련

- 기후변화로 인해서 근로자의 노동환경은 폭염으로 가장 큰 위협을 받을 것으로 진단되었고, 이를 위해서 옥외 근무자 등에 대한 작업환경개선, 온열질환 감시활동, 안정성 강화 대비책 마련, 폭염 리스크에 대한 인식 교육 등의 계획을 마련했고, 현장에서의 대설에 의한 피해 저감을 위한 요구에 대해서 결빙으로 인한 미끄러짐 및 동상 대비 대책 강화 등의 계획을 마련
- 공공기관 적응대책을 수립과정에서 신규로 마련한 사업은 55건(전체 316건의 17.4%)이며, 기후변화 적응 필요성에 대한 인식 부족은 적응노력이 재난이나 재해 저감 활동과 동일시되고, 나아가서는 기후변화 적응대책들이 기존의 재난이나 재해대책의 수준에 머무르는 현상으로 나타남

▸ 유류 · 자원시설

- 유류 · 자원관리시설에서는 한파와 대설에 의한 기후변화 영향의 크기가 크게 나타나고, 한파와 대설을 제외하고 나머지 기후요소(강풍, 폭염, 호우)에 대한 피해는 비교적 비슷하게 인식하고 있으며, 극한기후 발생가능성의 영향으로 리스크는 폭염에서 가장 클 것으로 나타남
- 유류 · 자원시설의 기후변화 리스크 저감계획으로는 폭염으로 인한 시설물의 피로도를 낮추기 위해 기온변화 대비 시설물 설계기준 검토 및 보완 대책 및 화재발생 방지를 위한 소방시설 및 소방엔진펌프 정밀 점검 실시 계획 마련 등이 있으며, 폭염 다음으로 리스크가 클 것이라고 예상된 대설로 인한 리스크를 방지하는 계획은 미비함
- 폭염으로 인한 시설관리자의 생산 능력이 저하되는 것을 우려하여 갱내 통풍시설 보강, 에어쿨링 시스템 설치 등을 진행
- 대부분의 유류 · 자원관리시설은 과거 혹은 현재의 기후 기준에 맞추어 설계되어있기 때문에 향후 발생할 수 있는 이상기후의 강도와 빈도를 반영하기 위한 관심과 선제적 투자가 필요함

▸ 교통 · 도시기반시설

- 교통 · 도시기반시설에는 공항, 항만, 도로 및 철도 관련 시설이 포함되어져 있음. 도로 및 철도시설이 선적 형태로 전국에 분포하고 있고, 공항과 항만은 점 시설로 주요 거점에 각각 위치하고 있으며, 공항과 항만은 주요 서비스 대상과 위치한 지역적 특성을 고려하여 공항시설, 항만시설, 도로 및 철도시설로 구분하여 분석함
- 공항시설에서는 대부분의 영역에 대해서 폭염에 의한 리스크가 가장 크게 진단되었지만, 폭염에 대한 저감계획은 운항시설의 폭염으로 인한 기반시설 균열 및 포장 손상을 방지하기 위해 활주로 및 구내도로 포장상태 최적유지, 포장성능강화를 위한 배합설계 및 품질관리기준 연구, 이동지역 포장보수 공사 및 유지관리, 에어사이드 포장피해 저감을 위한 평가 및 모니터링 등으로 한정적임
- 항만시설의 리스크 평가에서는 지역적 특징이 반영된 것으로 분석되었는데, 인천항만공사에는 폭염과 한파에 의한 리스크가 클 것으로 예상되었으며, 울산항만공사는 강풍에 의한 리스크가 클 것으로 진단
- 항만시설의 경우, 자문회의에서 담당자들은 항만시설 대부분이 강풍에 취약하다고 하였지만 취약성에 비해 강풍 대비 저감계획이 부족함
- 도로 및 철도시설에서는 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타났고, 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함
- 도로 및 철도시설에서 폭염으로 인한 피해를 대비하기 위해 도로 포장 리모델링, 차열성 페인트 도포, 적정온도 유지를 위한 냉방설비 설치, 정보통신설비 원격진단시스템 확대 구축 등 계획. 이 밖에도 적정온도 유지를 위한 냉방설비 설치, 정보통신설비 원격진단시스템 확대 구축 등 계획하였으며, 호우를 대비하기 위해 취약시설 위험도 분석, 전자기계실 차수판 설치, 전력설비 온라인 감시시스템 연구개발 및 시범구축 등 계획
- 교통 · 도시기반시설에서는 극심한 기상 이벤트의 역사적 기록을 참조하여 설계되어있

지만, 기후변화로 인해서 역사적 기록은 더 이상 위험을 방지할 수 있다는 신뢰를 줄 수 없게 되고 있음. 따라서, 현재 건설 중인 대부분의 교통 인프라는 50년 이상 지속될 것으로 예상되므로, 미래의 기후가 향후 수십 년 동안 이러한 투자에 어떤 영향을 미칠지 이해하는 것이 중요

▸ 환경시설

- 하수처리시설에서는 강풍과 호우로 인한 영향의 크기를 가장 클 것으로 인식하고 있으나, 다른 기후영향요소에 비해 폭염의 발생가능성의 상대적으로 커서 모든 분야에서 전반적으로 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타났고, 폭염 다음으로는 호우에 의한 리스크가 클 것으로 진단하고 있음
- 리스크가 가장 클 것으로 예상되는 폭염에 대해서 기전, 밸브류와 같은 시설물에 대한 피해 예방과 관리자 질환 예방 대책, 주민시설 이용객의 폭염에 의한 피해 예방과 같은 계획이 마련되어 있으며, 영향의 크기가 클 것으로 예상된 강풍에 대해서는 시설물 파손 방지 및 예방, 하수슬러지 처리 예방 등으로 제한적임
- 매립시설은 대설과 한파로 인한 영향이 클 것으로 인식하고, 국립공원은 폭염과 대설로 인한 영향이 클 것으로 인식하고 있으나, 두 기관 모두 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 나타남. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함
- 매립시설의 경우 리스크가 가장 큰 폭염에 대비하여, 전기시설물의 안정적 운영 관리 계획 마련, 근로자 건강성 감독 체계, 비산먼지 저감 사업 계획 마련 등을 실시하고 있으며, 국립공워의 경우 기후변화 대응 재난관리체계 마련, 낙석 계측시스템 개선 및 확대, CCTV 기반 통합관제시스템 구축, 유행성출혈열 등 기후변화 민감 질병 예방대책 등을 추진하고 있음
- 하수처리시설은 다양한 지방공기업이 유사한 프로세스를 가지는 시설물을 운영 및 관리하고 있지만, 활용 가능한 재정의 한계로 인해서 기후변화로 인한 영향과 리스크에

관한 포괄적이고 실질적 계획의 마련에 한계가 있으므로, 2개 이상의 지방공기업이 공동으로 적응대책을 마련하는 방안 검토 필요

- 국립공원은 기후변화로 인한 이용객과 관리자의 보호를 위한 조치들과 주요 생물자원과 생태계 미치는 영향 관리 및 기후변화 민감지역 특별보호 관리 계획을 마련. 생태계에 미치는 영향은 장기적이고 광범위한 투자가 필요하므로 국가적 차원의 투자로 연결될 수 있는 방안의 마련 필요

▸ 용수공급시설

- 전반적으로 주요시설물을 운영 및 관리하는 담당자는 기후변화로 인해서 강풍과 호우에 대한 영향이 클 것으로 인식하고 있으나, 리스크는 폭염에서 가장 클 것으로 나타남. 이는 기후시나리오 분석 결과 폭염의 발생가능성 지수가 다른 기후영향요소 지수에 비해 크게 예측된 것에 기인함
- 리스크가 가장 큰 폭염에 대비하기 위해 원·정수시설 수질 및 공정관리 강화와 여름철 급수대책과 같은 수질 관리 강화 및 수요 관리 대응책, 에너지 저장장치 구축, 정수처리 시설 설치 등을 추진하고 있으나, 영향이 클 것으로 나타난 강풍과 호우에 대해서는 고탁도 원수 처리능력 강화, 기존 시설 최적 활용 검토 수준으로 국한되어 있음
- 용수공급시설에서 가뭄이 가장 리스크가 큰 항목이나 현재 5대 기후요소에는 가뭄이 포함되어있지 않음. 가뭄은 단순 기후와 관련된 자연재해가 아닌 사회적인 문제로 발생할 수도 있는 재해인 만큼 기상청 자료로만 발생가능성지수와 같은 지표를 산출하기가 불가능하며 이에 대한 추가적인 논의 필요

다. 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행지원

○ 배경 및 주요 내용

▸ 환경부 지침(환경부 기후협력과-2012, 2016)에서 선정된 48개의 공공기관 및 지방공기업은 현재 적응대책을 수립하여 이행점검을 진행하는 기관과, 적응대책을 수립하고 있는

기관 그리고 적응대책 수립 예정 혹은 미정인 기관으로 이루어져 있음

- ▸ 각 기관의 특성과 상황에 맞는 지원 형태를 구성하여 '19년 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행지원'을 수행
- ▸ '19년도에는 수립 추진현황 및 이행점검 진행현황 조사, 우수기관 및 사례 포상을 포함한 상반기 성과보고회, 이행점검 지도 및 안내를 위한 현장방문, 이행 지원 설명회 등을 진행

○ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 추진현황 및 이행점검 진행현황 조사

- ▸ 공공기관이 수립한 적응대책의 지속적 유지 및 세부사업의 이행 추진 지원, 수립을 위한 효율적 지원의 마련을 위해 주기적으로 조사 실시
- ▸ 적응대책 수립 진행현황 조사의 경우, 기본사항(담당자 정보, 이행점검 진행방식), 진행현황(진행 정도), 진행계획(향후 진행계획), 제출일자(결과서 예정 제출일자), 기타(이행과정의 애로사항) 등으로 구성되어 있으며, 추진현황 조사는 기본사항(담당자 정보, 추진여부, 추진 방식, 용역기관 정보), 추진현황(진행 단계), 추진계획(향후 추진계획), 향후계획(적응대책 최종본 제출 예정 일자), 기타(추진과정의 애로사항) 등으로 구성
- ▸ 이행점검 진행현황 조사 결과

▌표 5-1 ▌'19년 1,2차 이행점검 진행현황 조사 결과

계	응답기관(29)	미응답기관(3)
전력시설(9)	한국전력공사, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남동발전, 한국동서발전, 한국남부발전, 한국지역난방공사, 한국수력원자력, 제주에너지공사	
유류자원시설(3)	한국가스공사, 한국석유공사, 대한석탄공사	
교통도시기반시설(9)	인천국제공항공사, 한국공항공사, 인천항만공사, 여수광양항만공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 한국철도공사	대구도시철도공사
환경시설(7)	수도권매립지공사, 국립공원관리공단, 대구하수직영공기업, 인천하수직영공기업, 대전하수직영공기업, 광주하수직영공기업	부산하수직영공기업
용수공급시설(4)	한국농어촌공사, 부산상수도, 제주상수도	한국수자원공사

▸ 적응대책 추진현황 조사 결과

| 표 5-2 | 4,5차 수립 추진현황 조사 결과

계	응답기관(9)	미응답기관(7)
교통도시기반시설(6)	서울교통공사, 부산교통공사, 인천교통공사, 대전도시철도공사	부산항만공사, 광주도시철도공사
환경시설(3)	울산하수직영기업	세종하수직영기업, 제주하수직영기업
용수공급시설(7)	서울상수도, 대구상수도, 대전상수도, 울산상수도	인천상수도, 광주상수도, 세종상수도

○ 적응 우수기관 및 사례 선정 및 포상 및 상반기 교육

▸ 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행에 기여한 유공자 포상을 통해 사기 진작 및 지속적인 관심을 독려하고 강화하기 위해 포상 진행

▸ 또한 우수사례 공유, 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행에 관한 실무 교육을 통해 담당자의 이해 증진을 목적

▸ 포상 선정기준 마련-공모 · 접수-1차 평가(내부)-2차 평가(외부 전문가 참여)를 거쳐서 3개 기관(대구도시철도공사, 한국수력원자력, 한국지역난방공사, 한국농어촌공사, 한국남동발전)에게 환경부장관상 표창하였음. 또한 우수기관의 사례를 발표하여 정보 공유의 기회를 가짐

▸ 역량강화 교육은 기후변화 전망정보와 기후자료 활용, 공공기관 적응대책 이해와 사례 등으로 구성

○ 이행점검 지도 및 안내를 위한 현장방문

▸ 분야별 기관을 선정하여 기제출한 이행점검 결과서에 대한 피드백을 제공하고, 주관/소관부서 관계자 교육, 이행점검 대응에 대한 실무자 의견 수렴을 위해 실시

▸ 현장방문을 통해 이행점검 결과에 대한 주/소관부서 내용을 확인하고, 점검 내용에 대한 피드백 재안내 및 환경부 정책 내용 소개

▸ 현장방문 진행 기관

• 인천공항공사, 제주에너지공사, 인천항만공사, 한국지역난방공사

○ 이행점검 지원 도구 설명회

▸ 기후변화의 시대에 사회기반시설의 지속가능한 운영을 위한 공공기관 적응 관련 국내외 동향 분석 및 관련 기관 간의 정보 공유를 위해 개최

▸ 공공기관 기후변화 적응 이행점검을 위한 지침에 대한 설명 및 이행점검 지원 도구 시범 적용 및 사례 발표 등을 통한 이행점검을 위한 주관부서와 공공기관과의 의견 교류 및 정보 제공

- (환경부) 국가 단위 적응성과, 개선방안, '20년 추진계획 등
- (국가기후변화적응센터) 분야별 분석리포트 및 이행점검 지원도구 소개
- (전문가) 공공기관 기후변화 적응 관련 유관분야 강연
- (공공기관) 이행점검 지원도구 시범이용 기관 발표

2. 향후 추진과제 방향

가. 19년 공공기관 기후변화 적응대책 수립 및 이행 성과

○ '19년 말까지 32개 기관이 적응대책을 수립하였고, 5개 기관이 적응대책을 수립하고 있음. 지방공기업 11개 기관이 적응대책을 미수립. 적응대책 수립 주체의 재정이나 인력 규모 등이 반영될 수 있는 제도의 마련이 필요함

○ '17년부터는 공공기관은 기후변화적응대책에서 계획한 세부시행계획들을 추진하고 있으며, 22개 기관이 '19년 2월까지 이행점검 결과서를 제출하였고, 19년 현재 32개 기관이 이행점검 결과를 진행

○ 기후변화 적응 이행의 효율성 향상 및 성과창출을 지원하기 위하여 공공기관 이행점검 지원도구를 마련하고, 현장 점검을 통하여 현장성 향상을 도모

▸ 각 기관 실무자의 이행점검 활동의 연계성 확보와 반복적 업무를 최소화하기 위하여 이행점검을 지원하는 도구를 마련.

- ▸ 또한 기관의 이행현황을 파악하기 위하여 분석적 기능을 추가하여 18년도 이행점검 결과 분석을 통하여 이행점검 결과의 성과와 개선방향 도출

○ 관련 담당자 교육 및 컨설팅 지원 등을 통하여 공공기관의 기후변화적응대책 수립지원 및 공공기관의 기후변화적응 관련 인식제고에 기여

- ▸ 공공기관 적응대책 수립 및 이행 우수기관 선정 및 성과 공유를 통하여 적응대책의 질적 제고 도모
- ▸ 공공기관이 주체적으로 적응모델을 개발할 수 있도록 기회를 제공하기 위하여 공공기관의 적응우수사례 공모 및 기관 표창

○ '15년 공공기관 기후변화적응대책 수립지침 마련 이후 수립된 32개 공공기관의 기후변화 적응대책 분석하여 분야별로 주요 리스크와 적응 세부시행계획을 비교 검토

- ▸ 기후변화로 인하여 모든 시설물에서 폭염에 의한 리스크가 가장 클 것으로 진단되었고, 폭염의 발생가능성이 다른 기후요소보다 큰 기후시나리오 분석결과에 기인함.
- ▸ 기후변화 리스크를 저감하기 위하여 1,115건의 세부시행계획을 마련하였고, 신규 사업은 전체의 15.9%였지만, 시설물 보강 등의 장기적 투자에 대한 검토 보다는 매뉴얼 개발이나 교육 등 비구조적 대책이 많은 부분을 차지

나. 공공기관 기후변화 적응추진을 위한 향후 과제

○ 적응대책 수립 및 이행 지원

- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 이행점검은 상/하반기에 각각 조사하여 공공기관 실효성 제고와 이행촉진을 위한 기관내부로의 환류 및 관계 기관으로의 협력 기회 제공
- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 관련 산-학-연의 정보 공유와 국내외 동향 분석 등을 위한 포럼 등의 기회를 마련하여 선진 동향 및 기술개발 현황 파악 및 정보 교류의 기회 제공
- ▸ 공공기관 기후변화적응대책 추진 우수사례 공모 및 표창, 우수사례 공유 기회 확대, 적응우수사례 지원 프로그램 마련 등을 통한 공공기관 기후변화적응대책 추진을 위한

성과 확산 프로그램 확대

- ▸ 이행점검 및 수립지원을 위한 교육, 우수사례 발표를 통한 공유 등을 통해서 기후변화 적응 역량 강화 기회 제공
- ▸ 공공기관 기후변화 적응 이행점검 도구를 보급하고 활용방법 등에 관한 교육을 통하여 이행점검 활동을 지원. 향후 이행점검도구를 플랫폼을 통한 사용 등과 같은 이용자의 편의성 증대 방안 마련 필요

○ 2단계 공공기관 기후변화 적응 지원을 위한 리스크 평가 도구 개발

- ▸ '20년 수립 예정인 제3차 국가기후변화적응대책에 공공기관의 리스크와 세부시행계획 등이 반영될 수 있도록 리스크 평가 도구 개발
- ▸ 2단계 공공기관 기후변화적응대책 수립을 대비하여 의사결정권자 및 관계자들의 참여와 관심을 통하여 실효성 있는 리스크 진단 및 세부시행계획 마련을 지원할 수 있도록 적응대책 수립지원 도구의 갱신

○ 지속적 공공기관 기후변화 적응활동을 위한 방안 마련 및 제언

- ▸ 기후변화 및 기후변화 적응의 중요성, 공공기관의 기후변화 적응주체로서의 역할 등에 관한 교육 등을 통하여 공공기관의 기후변화적응 관련 인식제고 필요
- ▸ 적응대책을 수립 및 추진하고 있는 기관의 적응대책의 추진을 지원할 수 있도록 공공기관을 적응대책의 수립주체로의 지정, 수립 대상, 적응대책의 범위 등에 관한 내용을 법제화 필요
- ▸ 기후변화 적응 우수 모델 개발, 적응사업에 대한 재정적 지원, 해외 확회 참석 지원, 적응이행 주체들 간의 교류를 위한 활동 지원(가칭, 이행주체 협의체 구성) 등 다양한 인센티브 제도를 도입하여 공공기관의 자발적 적응대책을 활성화할 수 있는 방안 마련 필요
- ▸ 기후변화 현상으로부터 시설물을 보호하고 안정적으로 서비스를 제공하기 위해서는 장기적 사회·경제적 가치 변화가 고려되는 사회기반시설 개발과 같이 기존의 재난과 재해를 넘어서는 접근 필요

참고문헌

[국내문헌]

건설교통부(1995), 가뭄기록조사보고서

건설교통부(2002), 가뭄기록조사보고서

국무총리실(2008), 정부업무평가의 이해.

국무총리실(2007), 정부업무평가 백서

국토교통부(2016), 수자원장기종합계획(2001~2020)

관계부처합동(2010), 저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른 국가 기후변화적응대책.

관계부처합동(2018), 자원순환기본계획(2018~2027).

광주광역시(2017), 광주광역시 공공하수처리시설 기후변화적응대책(2018~2022)

김두연 외(2014), 기후변화 영향을 고려한 도로시설 유지관리 비용변동 추정모델, 경일대학교

김진근(2018), 제주도 기후변화 관련 상수도시설 취약성 평가 및 적응대책, 제주대학교

김희만 외(2016), 기후변화에 뜨른 철도분야 적응전략 수립 기초연구, 한국철도공사

대구광역시(2017), 대구광역시 공공하수처리시설 기후변화적응대책(2018~2022)

대전광역시(2016), 기후변화적응대책 세부시행계획(2016~2020)

류재나 외(2014). 사회기반시설 중심의 공공기관 기후변화 적응 추진, 한국환경정책·평가연구원.

부산광역시 상수도사업본부(2018), 부산광역시 상수도사업본부 기후변화적응대책(2018~2022)

부산광역시(2016), 부산광역시 공공하수처리시설 기후변화적응대책(2017~2021)

소방방재청(2009), 가뭄극복추진 성과보고서(2008~2009)

안종호 외(2012), 상하수도시스템의 기후변화 적응전략 및 적응비용 추정 연구, 한국환경정책평가연구원

온실가스·에너지 목표관리제 운영을 위한 검증지침 (환경부고시 제 2016-104호).

온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침 (환경부고시 제 2018-70호).

이환성(2013), 특정평가결과의 효과적 환류방안에 관한 연구, 서울: 한국행정연구원.

인천국제공항공사(2017), 인천국제공항공사 기후변화적응대책.

제주에너지공사(2018), 제주에너지공사 기후변화적응대책

제주특별자치도(2018), 상수도시설 기후변화적응대책(2018~2022)

진정훈 외(2013), 기후변화에 따른 아스팔트 포장도로의 조기파손, 한국도로학회

한국지역난방공사(2017), 한국지역난방공사 기후변화적응대책.

환경부(2015), 제2차 국가 기후변화적응대책(2016~2020)

환경부(2015), 국가하수도종합계획.

환경부(2017), 상수도설계기준.

환경부(2015), 수도정비기본계획.

환경부(2012), 자연공원기본계획.

환경부(2015), 자연환경보전기본계획.

환경부(2016), 전국수도종합계획.

환경부(2017), 하수도설계기준.

[국외문헌]

Christodoulou A., Demirel H. (2018) Impacts of Climate Change on Transport, JRC Science for Policy Repory

Climate Change Risk Assessment(2012) Summary of the Key Findings from the UK Climate Change Risk Assessment 2012.

Committee on Climate Change(2017), adaptation reporting power : second round review.

Jarsjo, et al(2019). Projecting Impacts of Climate Change on Metal Mobilization at Contaminated Sites: Controls by the Groundwater Level. Science of the Total Environment

Langeveld J., et al (2013) Climate Change and Urban Wastewater Infrastructure: There is More to Explore, Journal of Hydrology

Laves G., et al(2014) The Research-Policy Nexus in Climate Change Adaptation: Experience from the Urban Water Sector in South East Queensland, Australia, Regional Environmental Change

Randall, et al(2007) "Climate models and their evaluation. Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC (FAR). Cambridge University Press. pp.589-662.

Sheehan, H. (2019) Climate Change and Winter Whether Impacts, Journal of Airport Management

US GAO (2014), Climate Change – Energy Infrastructure Risks and Adaptation Efforts, Report to Congressional Requesters

[ISO]

ISO 9001(2015) Quality management systems – Requirements.

ISO 14001(2015) Environmental management systems - Requirements with guidance for use.

ISO 45001(2018) Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use.

ISO/IEC 17021-1(2015) Conformity assessment - Requirements for bodies providing audit and certification of management systems.

ISO/DIS 14090(2018) Adaptation to climate change - Principles, requirements and guidelines.

참고문헌 양식: KEI보고서작성지침의 "8. 참고문헌작성법" 참고