

성과감사



# 감 사 보 고 서

- 4차 산업혁명 대응점검Ⅳ -  
(정보통신 인프라 위험대비 분야)

2025. 9.

감 사 원

# 목 차

제1장 감사실시 개요 .....	1
제1절 감사 배경 및 목적 / 1	
제2절 감사 중점 / 2	
제3절 감사실시 과정 및 접근방법 / 3	
제4절 감사결과 처리 / 3	
제2장 정보통신 인프라 관련 주요 현황 .....	4
제1절 통신재난 발생 현황 및 대응체계 / 4	
제2절 데이터센터 전력 관련 현황 / 7	
제3장 분야별 감사결과 .....	15
제1절 총괄 / 15	
제2절 통신재난 대비 분야 / 16	
제3절 데이터센터 전력 수급관리 분야 / 46	
제4장 종합 결론 .....	82
제1절 감사결과 총평 / 82	
제2절 이번 감사의 기대효과 및 한계 / 83	

## 표 목차

[표 1] 통신 재난과 통신 장애 구분 기준 .....	4
[표 2] 최근 5년간(2019~2023년) 통신재난 발생 현황 .....	5
[표 3] 재난관리 책임기관의 재난관리 조치 주요 내용 .....	6
[표 4] '2024년 통신재난관리 기본계획' 주요 내용 .....	7
[표 5] 우리나라의 데이터센터 관련 법률 규정 현황 .....	9
[표 6] 주요 국가의 데이터센터 지원정책 등 현황 .....	9
[표 7] 국내 데이터센터 지역별 분포 현황 .....	10
[표 8] 기관별 국내 데이터센터 자료 관리현황 .....	11
[표 9] 연도별 국내 데이터센터 운영 현황(2000~2023년) .....	11
[표 10] 규모별 국내 데이터센터 운영 현황 .....	11
[표 11] 주요 국가별 데이터센터 전력수요 전망 .....	12
[표 12] 분야별·기관별 감사결과 현황 .....	15
[표 13] 우리나라 연평균기온 변화 전망 .....	16
[표 14] 통신시설 등급 분류기준 .....	18
[표 15] ⊖국사 화재 이후 정부 개선 대책의 주요 내용 .....	21
[표 16] 중요통신시설(국사) 지정 현황(2023년 9월 말 기준) .....	21
[표 17] 우리나라 1일 최대 강수량 및 호우 일수 변화 전망 .....	22
[표 18] 주요 통신사업자의 기후변화 물리적 리스크 분석 결과 .....	24
[표 19] 영등포구와 강남구 내 통신설비의 침수 위험 분석결과 .....	28
[표 20] 500년 빈도 강우 시 통신설비 종류별 침수 위험 분석결과(영등포구·강남구) .....	29
[표 21] 통신국사의 침수 위험 분석결과(영등포구·강남구) .....	29
[표 22] 중요통신시설(국사) 지정 현황(2023년 9월 기준) .....	30
[표 23] 침수 위험지역 통신국사의 침수 예방시설 설치 현황 .....	31
[표 24] 유·무선 통신서비스 이용 회선 현황(2024년 7월 기준) .....	34
[표 25] 중요통신시설과 일반통신시설(기타 국사) 변동 현황(2019~2024년) .....	36

[표 26]	㉠㉡의 권역별 중계기지국 수와 말단기지국 수의 비율(2023년 말 기준)	37
[표 27]	수도권 소재 국사 관할 말단기지국 수 현황	39
[표 28]	통신사업자별 말단기지국을 최다 수용 중인 기타 가급 국사 현황(수도권 기준)	39
[표 29]	㉢국사 관할 유선회선의 이원화 효과 비교	42
[표 30]	㉢㉢ 상위국사의 직접 수용 회선 증가에 따른 하위국사 등급 하향조정 현황	42
[표 31]	10만 회선 이상의 직접 수용 회선을 보유한 국사 현황(2024년 말 기준)	43
[표 32]	직접 수용 회선 수가 10만 회선 이상인 국사의 직접 수용 회선 현황(2024년 말 기준)	43
[표 33]	주요 국가의 데이터센터 관련 전력공급 능력 확대 방안	46
[표 34]	주요 국가의 데이터센터 에너지 이용효율 개선 대책 추진 현황	47
[표 35]	국내 데이터센터 관련 통계 현황(2024년 6월 기준)	50
[표 36]	데이터센터 관련 전력사용 사전신청에 대한 한전의 검토 결과(2023년 1~6월)	52
[표 37]	국내 데이터센터 실태조사 결과와 과기부 통계자료 비교	55
[표 38]	국내 데이터센터 실태조사 결과와 행안부 통계자료 비교	56
[표 39]	국내 데이터센터 실태조사 결과와 산업부 통계자료 비교	57
[표 40]	데이터센터 운영자의 PUE 관련 주요 답변결과	57
[표 41]	2023년 데이터센터 PUE 측정값 제출현황	58
[표 42]	제11차 전기본의 연도별 데이터센터 전력수요 예측방식	64
[표 43]	2023년 국내 데이터센터의 연간 전력사용량 재산정 방식	65
[표 44]	산업부의 데이터센터 지역분산 10대 프로젝트 선정 현황	68
[표 45]	지방자치단체가 지원 중인 사업 중 점검대상 선정 현황	69
[표 46]	제11차 전기본의 장기 전력수요 전망방식	69
[표 47]	2023년 국내 데이터센터의 계약전력량(기준값) 재산정 결과	71
[표 48]	신·증축 예정 데이터센터에 대한 한전의 전력공급 가능 결정 현황	71
[표 49]	산업부의 데이터센터 지역분산 10대 프로젝트 추진 현황(2024년 말 기준)	72
[표 50]	지방자치단체가 지원 중인 4개 사업의 추진 현황(2024년 말 기준)	74
[표 51]	데이터센터 장기 전력수요 추정을 위한 연평균 증가율 산정 현황	76

## 그림 목차

[그림 1] 데이터센터의 개념 .....	8
[그림 2] 클라우드 방식의 데이터센터 운용 개념도 .....	8
[그림 3] 통신망 이원화를 위한 트리형 망 구성방법(예시) .....	19
[그림 4] 2018년 11월 통신구 화재 당시 ㉠국사의 통신망 구조 .....	20
[그림 5] ㉠㉡국사(㉢㉣)와 ㉤㉥국사(㉦㉧)의 도시침수지도(500년 빈도 기준)※ (「공공 기관의 정보공개에 관한 법률」 제9조 제1항 제7호의 규정에 따라, 해당 내용을 공개하지 않습니다.) .....	32
[그림 6] 무선 통신서비스 제공시설 구성도 .....	36
[그림 7] 2020년 통신망 이원화 완료 후 ㉠국사의 통신망 구조 .....	40
[그림 8] 2024년 7월 ㉠국사의 통신망 구조 .....	41
[그림 9] 대용량 전력사용 신청에 대한 업무처리 흐름도 .....	51
[그림 10] 데이터센터 유형에 따른 계약전력 사용방식 예시 .....	66

## 도표 목차

[도표 1] 글로벌 주요 국가의 데이터센터 분포 현황 .....	10
[도표 2] 글로벌 데이터센터 전력수요 관련 세계에너지기구 전망(2024년) .....	12
[도표 3] 연도별 총전력소비량 및 데이터센터 전력소비량 현황 .....	13
[도표 4] 제10차 및 제11차 전기본의 데이터센터 전력수요(최대전력) 전망결과 비교 .....	64

# 「약 어 표」

❖ 이하 다음의 약칭을 사용한다.<sup>1)</sup>

## 〈기관명〉

- 행정안전부: 행안부
- 산업통상자원부: 산업부
- 과학기술정보통신부: 과기부
- 한국전력공사: 한전

## 〈용어〉

- 전력수급기본계획: 전기분
- 공통 사회경제 경로(Shared Socioeconomic Pathways) 시나리오: SSP 시나리오
- 데이터센터의 전력사용효율(PUE: Power Usage Effectiveness): PUE
- 무정전전원공급장치(UPS: Uninterruptible Power Supply system): UPS

---

1) 다만 '조치할 사항'이나 보고서 문맥상 본래 명칭을 사용하는 것이 이해하기 쉬운 경우에는 본래 명칭을 사용

# 제1장 감사실시 개요

---

## 제1절 감사 배경 및 목적

4차 산업혁명의 개념은 다양하게 정의되고 있으나 우리나라 4차산업혁명 위원회<sup>2)</sup>는 “데이터, 네트워크, AI 등의 기술을 기반으로 정보통신(ICT) 산업 구조 등을 재편하고 초연결 기반의 지능화 혁명으로 산업뿐만 아니라 사회 전반에 혁신적 변화가 유발”되는 것으로 정의하였다.

세계 각 국가는 4차 산업혁명이 경제 성장과 각종 사회문제를 동시에 해결해 줄 수 있을 것으로 기대하고 신기술 선점을 위해 치열하게 경쟁 중이며, 우리나라도 2022년에 ‘국가전략기술 육성방안’을 발표하고 2025년에는 「국가 AI 역량 강화방안」을 발표하는 등 4차 산업혁명 관련 기술의 경쟁력을 확보하기 위해 범국가적인 대책을 수립·추진하고 있다.

4차 산업혁명 시대의 주요 특징은 ‘초고속, 초연결, 초지능화’로서, 4차 산업혁명 시대로의 전환을 위해서는 방대한 양의 데이터를 빠른 속도로 끊임 없이 처리하고 지능화된 서비스를 제공할 수 있는 정보통신 인프라가 필수적이다.

이에 따라 감사원은 정보통신 인프라와 관련한 미래 위험요인을 진단하고 개선 대안을 제시할 목적으로, 4차 산업혁명 대응 정책 점검을 위한 시리즈 감사<sup>3)</sup>의 네 번째로 이번 감사를 2024년 연간 업무계획에 반영하여 실시하였다.

---

2) 2017년 8월 「4차산업혁명위원회의 설치 및 운영에 관한 규정」(대통령령) 제2조에 따라 설치된 대통령 직속 위원회로 4차 산업혁명 도래에 따른 국가전략과 정부 정책에 관한 사항을 심의하고 부처 간 정책을 조정하였으며 5년(2017. 8. 22. ~ 2022. 8. 21.)의 존속기한으로 활동 종료

3) 감사원은 2022년부터 정부의 4차 산업혁명 대응실태 점검을 위한 시리즈 감사를 실시 중으로, 그간 ‘데이터 개방 및 활용실태’, ‘자율주행 인프라 구축실태’, ‘인력양성 실태’에 대한 점검을 실시하였음

## 제2절 감사 중점

정보통신 인프라와 관련된 위험요인은 다양한 방식으로 구분할 수 있으나

- ① 어떠한 상황에서도 통신망이 끊김 없이 작동할 수 있도록 안정성이 확보되고,
- ② 산업계 요구 등을 반영해 충분한 수의 정보통신 설비를 확보하는 것은 필수적 요구사항으로 볼 수 있다.

그런데 통신망의 경우 과학기술정보통신부는 대규모 통신중단 피해를 초래 하였던 2018. 11. 24. ‘**국사 통신구 화재**’ 사건을 계기로 통신중단 예방을 위해 다양한 대책을 추진하고 특정 통신시설에 장애가 발생해 통신이 중단 되더라도 우회경로를 통해 통신의 연속성을 보장할 수 있는 통신망 이원화 조치도 추진 중이나, 최근 5년간(2019~2023년) 매년 평균 6.8건<sup>4)</sup>의 통신재난<sup>5)</sup> 사고가 발생하고 있다.

한편, 정보통신 설비의 경우 최근 대량의 학습데이터 처리를 특징으로 하는 AI 기술개발이 확산되면서 소프트웨어 개발 및 서비스 제공 등을 위해 데이터 센터에 대한 수요가 늘어나고 있으나, 우리나라의 경우 전력 부족 문제로 데이터 센터의 신축 및 활용이 어렵다는 지적이 제기되고 있다.

이에 따라 이번 감사에서는 통신재난 대비와 데이터센터 전력수급 관리 등 2개 분야에 걸쳐 ① 통신재난 예방을 위한 정부의 대책이 적절한지, ② 실제 통신망 장애 발생 시 통신 연속성을 보장할 수 있는 통신망 이원화 조치가 제대로 추진되고 있는지, ③ 데이터센터의 전력수요를 합리적인 수준으로 억제하기 위한 방안이 마련되어 있는지, ④ 데이터센터 전력공급 계획 수립을 위한 수요예측이 합리적으로 수행되고 있는지를 중점 점검하였다.

4) 2019년부터 2023년까지 총 39건의 통신재난이 발생하였으나, 이 중 집적정보통신시설(데이터센터) 및 부가통신(**국사**, **국대** 등) 분야를 제외한 기간통신 분야의 통신재난 발생 건수는 34건임

5) 과학기술정보통신부는 통신중단 사고를 피해 범위에 따라 통신장애와 통신재난으로 구분하고 있는데, 유선통신 서비스의 경우 5,000회선 이상의 서비스 중단은 통신장애로 분류되고 피해 범위가 시·군·구 단위 이상인 경우 통신재난으로 분류됨



### 제3절 감사실시 과정 및 접근방법

이번 감사는 계획 수립 과정에서 통신재난 발생 및 정부 대책 수립·집행 현황, 국내 데이터센터 운영 현황 및 전력사용 실태 등에 대한 자료 분석이 필요하여 각종 정책 자료와 통계, 국내외 연구보고서, 언론 보도내용 등의 서면 자료를 검토하였다. 이와 함께 2024. 6. 12.부터 같은 해 7. 26.까지 학계와 정부연구기관 등의 전문가들을 만나 다양한 의견을 듣는 등 관련 자료를 광범위하게 수집하여 감사중점을 구체화하였다.

이후 2024. 10. 7.부터 같은 해 12. 13.까지 35일간 감사 인원 9명을 투입하여 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 한국전력공사, 전력거래소 등을 대상으로 실지감사를 하였다. 특히, 이번 감사에서는 정부의 통신재난 대비가 적정한지를 검증하는 과정에 과학기술정보통신부 외에 이해관계자인 통신사업자들을 참여시키는 등 감사결과의 수용도를 높이기 위해 노력하였고, 데이터센터 신설 및 전력 효율화 등과 관련한 산업 현장의 애로사항을 파악하고 개선 대안을 도출하기 위해 기업 대상의 설문 조사와 함께 전문가(대학교수 등) 자문을 실시하는 등 다양한 방식을 활용하였다.

### 제4절 감사결과 처리

분야별 감사결과와 관련하여 2025. 4. 11.과 같은 해 4. 15. 산업통상자원부 전력정책국장, 과학기술정보통신부 및 행정안전부 디지털기반안전과장 등이 참석한 가운데 감사마감회의를 하고, 향후 처리대책 등에 대한 질문서를 발부하여 답변서를 받는 등 주요 지적사항에 대한 의견을 교환하였다.

이후 감사원은 대상기관의 답변서에 제시된 의견 등을 포함하여 지적사항에 대한 내부 검토를 거쳐 2025. 9. 5. 감사위원회회의의 의결로 감사결과를 최종 확정하였다.

## 제2장 정보통신 인프라 관련 주요 현황<sup>6)</sup>

### 제1절 통신재난 발생 현황 및 대응체계

#### 1. 통신재난의 의미와 발생 현황

「방송통신발전 기본법」 제35조 제1항은 통신재난을 ‘통신서비스와 관련한 재난이나 재해, 기타 물리적·기능적 결함’으로 정의하고 있으며, 이는 정보통신망의 장애로 통신서비스를 이용할 수 없는 상태를 의미하는 것으로 볼 수 있다.

통신재난은 개인의 통신서비스 이용을 제한할 뿐만 아니라 정보통신망을 이용하는 금융, 보건, 의료, 행정 등 국가 핵심기반시설 등의 마비를 가져와 국민의 안전과 재산, 국가 경제에 중대한 영향을 미친다.

과학기술정보통신부(이하 “과기부”라 한다)는 통신서비스 중단을 피해 범위에 따라 2가지 유형으로 구분하고 있는데, [표 1]과 같이 유선 서비스(유선전화, 인터넷 접속 등) 중단의 경우 피해 회선이 5,000회선 이상이면 ‘통신 장애’로 분류한 후 30분 이상 장애 지속 시 통신사업자가 이를 보고해야 하고, 피해 범위가 이보다 넓은 시·군·구 단위 이상이면 ‘통신재난’으로 분류한 후 즉시 보고해야 한다.

[표 1] 통신 재난과 통신 장애 구분 기준

구분	통신서비스	기지국
통신 재난	■ 유선 서비스와 무선 서비스, 긴급구조기관(112, 119)의 시·군·구 단위 이상 서비스 중단	■ 특정한 시·군·구 내 중계기지국(DU) 150개 이상 또는 말단기지국(RU) 1,050국소 <sup>주)</sup> 이상 동시 장애
통신 장애	■ 유선 서비스는 5,000회선 이상 서비스 중단, 무선 서비스는 고객 2만 명 이상 서비스 중단, 긴급구조기관의 서비스 중단	■ 특정한 시·군·구 내 중계기지국(DU) 30개 이상 또는 말단기지국(RU) 210국소 이상 동시 장애

주: 말단기지국이 설치되어 있는 위치 단위로, 1개 국소에는 2개 이상의 RU가 배치될 수 있음  
자료: ‘2024년 통신재난관리 기본계획’ 재구성

6) 이 부분은 감사결과 지적된 문제점의 종합적 이해를 돕기 위해 감사대상 업무의 현황을 기술한 것으로 각종 연구보고서와 감사대상기관이 제출한 자료 등을 바탕으로 작성되었으며 현장조사를 통해 검증한 내용이 아님

최근 5년간(2019~2023년) 국내 통신재난 발생 현황을 보면 [표 2]와 같이 매년 평균 6.8건씩 총 34건<sup>7)</sup>이 발생하였고, 원인별로는 태풍·산불·집중호우와 같은 자연적 원인에 따른 통신재난이 19건 발생하였고, 시스템이나 부품의 고장 및 장애와 정전·화재 등과 같은 사회적 원인에 따른 통신재난이 15건 발생하였다.

[표 2] 최근 5년간(2019~2023년) 통신재난 발생 현황

(단위: 건)

구분	계	자연적 원인(총19건)			사회적 원인(총15건)		
		태풍	산불	집중호우	시스템·부품의 고장·장애	정전·화재	외부공사
2019년	9	4	1	—	2	—	2
2020년	6	3	1	1	1	—	—
2021년	8	1	—	—	3	2	2
2022년	4	2	1	1	—	—	—
2023년	7	1	2	1	3	—	—
합계	34	11	5	3	9	2	4

자료: KRIIA연구원, “2023년도 통신 재난 및 장애 사례분석 보고서” 재구성

이번 감사의 점검대상인 정보통신 시설 침수의 경우 집중호우(3건)와 태풍(11건)에 의해 발생할 수 있는데, 태풍과 집중호우의 경우 강풍에 따른 옥외 통신 설비(기지국 등)의 직접적 피해와 함께 많은 양의 강수에 따라 옥내 또는 지하 통신설비(통신선로, 전력·교환설비 등)에 대한 침수피해도 함께 유발하고 있다.

최근 정보통신 설비 침수피해의 대표적인 사례는 2022. 8. 8. 발생하였는데, 당시 서울특별시와 경기도 등 8개 시·도에 국지적인 집중호우가 발생하면서 K1, K2, K3, K4 등 4개 통신사업자의 유선회선(유선전화, 인터넷 등) 108,495회선과 이동통신 기지국(RU) 2,818개 등의 이용이 약 5~8일간 중단되었다. 또한, 2023. 7. 14.부터 같은 해 7. 15.에도 서울특별시와 경기도 등 4개 시·도에 국지적인 집중호우가 발생하면서 위 4개 통신사업자의 유선회선 32,278회선과 이동통신 기지국(RU) 2,084개 등의 이용이 약 3~25일간 중단되었다.

7) 집적정보통신시설(데이터센터) 및 부가통신(K5, K6 등) 분야를 제외한 기간통신 분야의 통신재난 발생 건수

## 2. 통신재난 관리체계

「재난 및 안전관리 기본법」 제3조와 제4조, 같은 법 시행령 제3조는 정보통신 시설과 같이 국가 경제와 국민의 안전·건강, 정부의 핵심 기능에 중대한 영향을 미칠 수 있는 ‘국가 핵심기반’의 마비를 사회재난의 한 가지 유형으로 정의하면서 과기부를 정보통신 사고의 재난관리 책임기관으로 지정하고 있다.

위 법에 따른 재난관리란 ‘재난의 예방, 대비, 대응, 복구’와 관련된 모든 활동을 의미하는 것으로(제3조 제3호), 재난관리 책임기관에 요구하고 있는 재난 관리 조치의 주요 내용은 [표 3]과 같으며, 재난은 발생 이후의 효율적인 대응·복구보다는 피해 발생을 근본적으로 차단할 수 있는 예방 조치가 더욱 중요하다고 볼 수 있다.

[표 3] 재난관리 책임기관의 재난관리 조치 주요 내용

구분	재난관리 조치 주요 내용
예방	■ 재난 대응 조직 구성·정비, 재난의 예측 및 예측정보 등의 제공·이용 체계 구축, 재난 발생에 대비한 교육·훈련, 재난 발생 위험이 높은 분야에 대한 안전관리 체계 구축 등(제25조의4)
대비	■ 재난관리에 필요한 물적·인적자원 관리, 재난현장 긴급 통신수단 마련, 국가 재난관리 기준 및 기능별 재난대응 활동계획 제정·운용, 재난 분야 위기관리 매뉴얼 작성·운용 등(제34조~제35조)
대응	■ 재난 예보·경보체계 구축·운영, 응급조치 및 대피명령, 긴급구조 실시 등(제36조~제57조)
복구	■ 재난피해 신고 및 조사, 재난복구 계획 수립·시행, 특별재난지역 선포 등(제58조~제61조의2)

자료: 「재난 및 안전관리 기본법」 관련 규정 재구성

통신재난과 관련한 과기부의 예방·대비·대응·복구 관련 조치의 구체적인 내용은 「방송통신발전 기본법」 제35조에 따라 수립되는 ‘통신재난관리 기본계획’<sup>8)</sup>에서 정하고 있으며, 예방 분야의 경우 [표 4]와 같이 재난 대응 조직인 방송통신재난대책본부<sup>9)</sup> 구성·운영, 정전 등 5대 통신재난 위험요인<sup>10)</sup>에 대한 위기징

8) 정식 명칭은 ‘방송통신재난관리 기본계획’으로 방송 분야를 포함하고 있으나 이번 감사는 방송을 제외한 통신 분야의 재난관리 실태만 점검하였고, 이하 본 보고서에서는 ‘통신재난관리 기본계획’으로 지칭

후 감시체계 구축 등과 함께 중요 통신 시설·설비 보호, 주요 통신망 이원화 등 다양한 조치가 있다.

[표 4] ‘2024년 통신재난관리 기본계획’ 주요 내용

구분	통신재난관리 조치 관련 주요 내용
예방	① 중요 통신 시설·설비 보호 ② 주요 통신망 이원화 및 주요 통신장비 이중화 ③ 네트워크 오류 예방·대응 체계 강화 ④ 예비전원 보강 및 전력망 이원화 ⑤ 자연재난(지진, 풍수해) 대비 등
대비	① 네트워크 생존성 확보를 위한 구조개선 ② 통신재난 관련 매뉴얼 현행화 및 관리 ③ 재난 유형별 모의훈련 실시 ④ 통화량 급증 시 대응 계획 수립 ⑤ 긴급 복구자원 확보·관리 등
대응·복구	① 통신재난 발생 시 신속한 대응체계 마련 ② 재난 발생 시 통신사 간 협력체계 강화 등

자료: ‘2024년 통신재난관리 기본계획’ 재구성

그중 이번 감사에서는 자연재난 중 수해(침수)로 인한 통신재난을 예방하기 위한 정부 조치가 합리적인 수준인지를 점검하였고, 이와 함께 실제 수해로 인한 통신설비 피해가 발생하더라도 통신의 연속성을 보장할 수 있는 통신망 이원화 조치가 제대로 추진되고 있는지를 점검하였다.

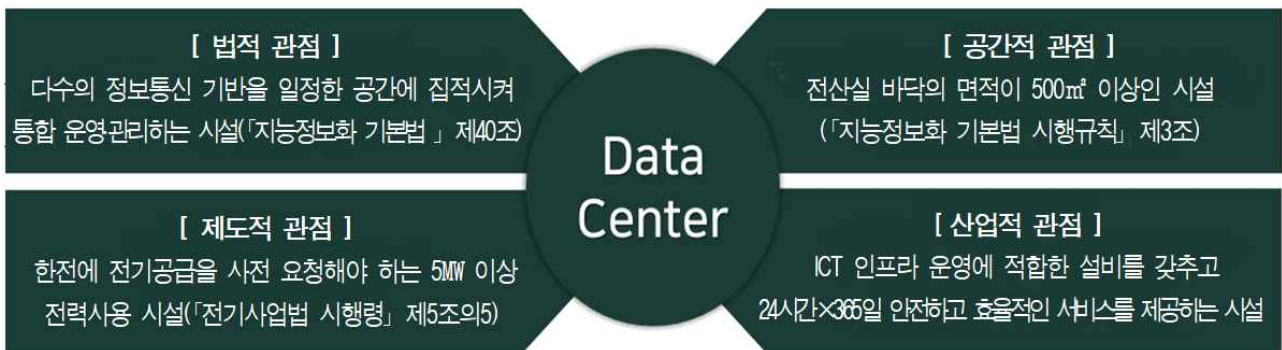
## 제2절 데이터센터 전력 관련 현황

### 1. 데이터센터의 개념 및 관리체계

데이터센터의 개념은 다양한 관점에서 정의될 수 있는데, [KISA](#)협회<sup>11)</sup>는 [그림 1]과 같이 법적·공간적·제도적·산업적 관점을 종합해 ‘4차 산업혁명의 디지털 전환 등에 따른 대량 데이터의 처리 증가로 서버 등 ICT(Information and Communication Technology) 장비를 건물·공간에 집적시켜 24시간 365일 중단 없이 IT서비스를 안전하게 제공하는 정보통신 시설’로 정의하고 있다.

9) 본부장(과기부장관) 산하에 주요 방송통신사업자 본사별로 재난대책본부를 설치하고, 주요 방송통신사업자 지사에는 지역재난대책본부를 설치  
 10) 정전, 태풍 등 자연재난, 트래픽 증가, 산불을 포함한 화재, 기능결함 등  
 11) “데이터센터 산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구”(2018년 2월)

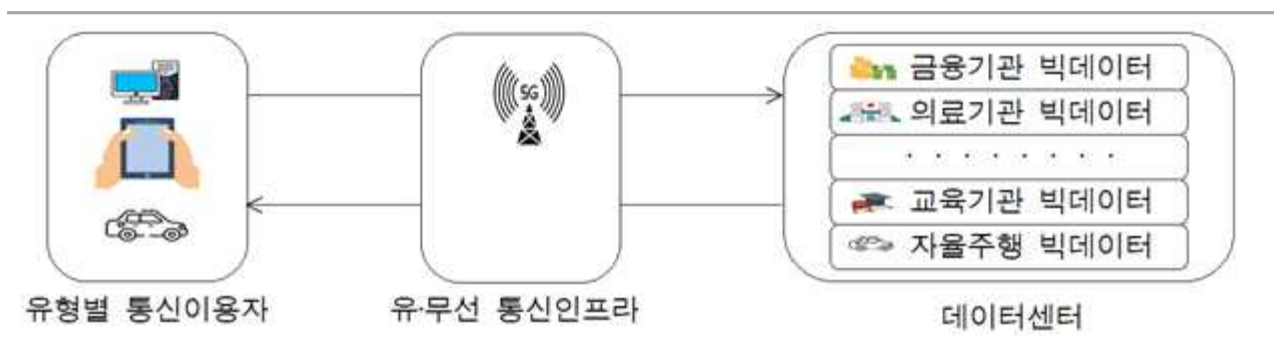
[그림 1] 데이터센터의 개념



자료: KISA협회, “데이터센터 산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구”(2018년 2월) 재구성

과거에는 대량의 데이터를 처리·보관하는 개별 기관 단위로 데이터센터를 설치·운영하였으나, 최근에는 [그림 2]와 같이 통신인프라 및 클라우드 컴퓨팅<sup>12)</sup> 기술을 활용하여 개별 기관이 별도 시설을 설치하지 않고 데이터센터 사업자가 제공하는 ICT 서비스를 이용하는 방식이 확대되고 있다.

[그림 2] 클라우드 방식의 데이터센터 운용 개념도



자료: 산업통상자원부 및 과기부 제출자료 재구성

우리나라의 경우 [표 5]와 같이 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」 등 4개 법률이 데이터센터 관련 사항을 규정하고 있는데, 사용하는 명칭이나 적용대상 기준이 다르고 입법내용도 데이터센터 설치·운영 사업자에 대한 규제 및 산업진흥을 위한 지원 등으로 다양하다.

12) 개인 단말기에서는 입력과 출력 작업만 이루어지고, 정보분석 및 처리·저장·관리·유통 등의 작업은 클라우드라는 제3의 공간에서 이루어지는 컴퓨팅시스템을 의미

[표 5] 우리나라의 데이터센터 관련 법률 규정 현황

법률명	시설 명칭	적용대상	주요 내용
「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」 제46조	집적정보통신시설	전산실 바닥면적 500㎡ 이상	▪ 재해·테러 등의 위험으로부터 정보통신 시설을 보호하기 위한 물리적·기술적 조치 등 보호조치 의무 부과
「방송통신발전 기본법」 제35조	집적정보통신시설	전산실 바닥면적 22,500㎡ 이상 등	▪ 방송통신재난 발생의 예방 및 신속한 수습·복구 등을 위한 재난관리 기본계획 수립·시행의무 부과
「지능정보화 기본법」 제40조	데이터센터	전산실 바닥면적 500㎡ 이상	▪ 과기부와 행정안전부는 민간·공공 데이터센터의 구축 및 운영 활성화를 위한 시책을 수립·시행할 수 있음
「클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률」 제16조	집적정보통신시설	제한 없음	▪ 국가와 지자체는 클라우드 방식의 데이터센터 구축 사업자에 대한 행정적·재정적·기술적 지원 가능

자료: 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」 등 관련 규정 재구성

## 2. 데이터센터 지원정책 및 설치·운영 현황

### 가. 외국의 경우

세계 주요 국가들은 산업의 디지털 전환과 인공지능 기술 발전의 핵심 인프라인 데이터센터 산업육성을 위해 [표 6]과 같이 데이터센터 건설에 대한 세금 감면이나 보조금 지급과 같은 다양한 지원제도를 운영 중이다.

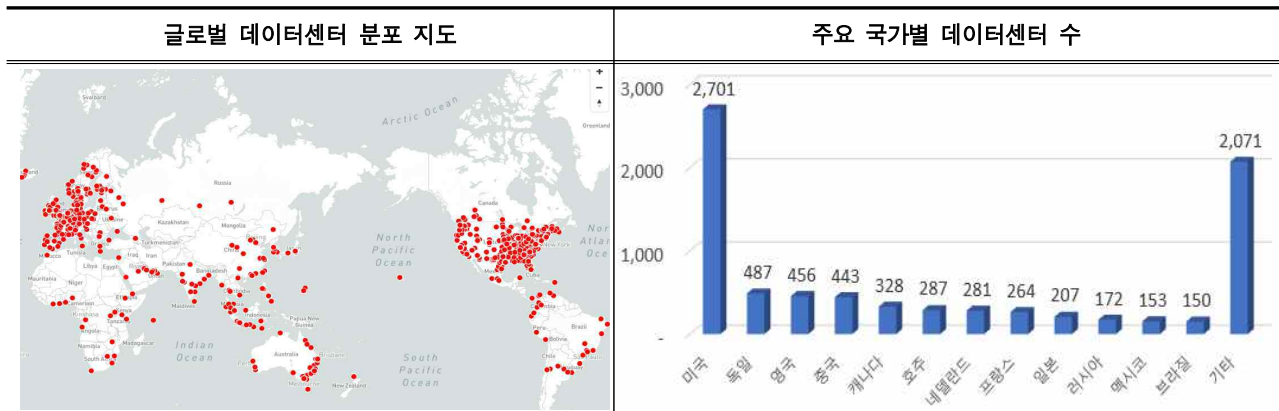
[표 6] 주요 국가의 데이터센터 지원정책 등 현황

구분	지원정책 등 주요 내용
미국	• 연방정부는 데이터센터에서 구입하는 자재에 대해 세금감면 혜택을 제공 중이고, 버지니아 등 31개 주는 일정 규모 이상의 데이터센터 건립 프로젝트에 대해 판매세 및 사용세 등 면제 정책을 시행 중
중국	• 재생에너지가 풍부한 서부지역에 국가급 데이터센터 거점을 마련하고 10개의 데이터 산업 클러스터 조성
일본	• 비수도권 지역에 데이터센터 건설 시 재산세 25%를 감면하거나 국가 정보통신 연구기구(NICT)가 보조금 교부
싱가포르	• 그린마크 인증을 받은 데이터센터에 대해 재정적 지원 등 인센티브를 제공

자료: [KAI](#)연합회, “비수도권 메타버스 등 데이터센터 건립 연구 용역”(2023년 12월)

한전경영연구원의 보고서에 따르면 [도표 1]과 같이 2023년 9월 현재 전 세계에서 운영 중인 데이터센터는 약 8,000개로서 그중 33%에 해당하는 2,701개가 미국에 설치되어 있고, 다음으로 독일·영국·중국 등의 순으로 데이터센터를 보유하고 있는데 우리나라의 데이터센터 보유 규모는 10위 밖으로 평가되고 있다.

[도표 1] 글로벌 주요 국가의 데이터센터 분포 현황



자료: 한전경영연구원, “데이터센터의 전력수요 전망을 위한 국내외 동향 및 사례 조사”(2023. 9. 26.)

## 나. 국내의 경우

우리나라의 경우 데이터센터 건설에 대한 세금 감면<sup>13)</sup> 등의 직접적인 지원은 세계 주요 국가에 비하여 적은 수준이며, [표 7]과 같이 데이터센터의 60.1%가 집중된 수도권 중심으로 전력 부족 문제가 발생하자 산업부는 2023년 10월 데이터센터 지역분산을 위해 10대 프로젝트를 선정해 지원<sup>14)</sup>하는 등 지역분산 정책을 추진<sup>15)</sup>하고 있다.

[표 7] 국내 데이터센터 지역별 분포 현황

구분	계	수도권	비수도권				
			소계	경상권	전라권	충청권	강원권
데이터센터 수(개)	148	89	59	21	10	21	7
점유율(%)	100	60.1	39.9	14.2	6.8	14.2	4.7
전력소비량(MWh)	4,957	3,795	1,162	353	145	447	217
점유율(%)	100	76.6	23.4	7.1	2.9	9.0	4.4

자료: 한국전력공사 제출자료 재구성

한편, 국내 데이터센터 현황자료는 민간 및 공공 데이터센터에 대한 지원을 담당하는 과기부와 행정안전부(이하 “행안부”라 한다), 전력수급기본계획 수립 시

13) 국내에서 데이터센터 건립 시 세금 감면 등 직접적 지원의 경우 「조세특례제한법」 제24조 제1항 제2호 가목 4) 라)에 따르면 일정 사업자는 해당 과세연도에 투자한 금액의 1%에 해당하는 금액을 과세연도 소득세(또는 법인세)에서 공제하도록 되어 있으나, 같은 법 제130조에 따라 수도권과밀억제권역에서 사업을 경영하고 있는 자는 같은 법 제24조에 따른 공제를 받을 수 없도록 되어 있음

14) 데이터센터를 비수도권 지역에 신설할 경우 한국전력공사가 배전망 연결에 따른 사용자 시설 부담금의 50%를 할인하는 등 인센티브를 제공 중

15) 산업통상자원부와 함께 부산광역시 등 일부 지방자치단체도 관할 지역 내 데이터센터 신축사업을 추진 중



데이터센터 전력수요를 전망하는 산업통상자원부(이하 “산업부”라 한다) 등이 관리하고 있는데, 그 내용을 보면 [표 8]과 같이 2023년 말 기준으로 3개 기관의 자료가 모두 달라 공신력 있는 자료는 없는 상황이다.

[표 8] 기관별 국내 데이터센터 자료 관리현황

(단위: 개)

구분	민간	공공	합계	관련 규정
행안부	-	97 <sup>주)</sup>	97	「지능정보화 기본법」 제40조 등
과기부	85	-	85	
산업부	85	63	148	「전기사업법」 제25조

주: 행안부가 관리 중인 공공 데이터센터는 총 1,399개이나, 이중 주요 데이터센터는 97개임  
 자료: 행안부 등 제출자료 재구성

다만, 산업부가 2025. 2. 21. 공고한 제11차 전력수급기본계획(이하 “전기본”이라 한다) 등에 따르면 국내 데이터센터는 [표 9]와 같이 2000년 52개에서 2023년에는 148개로 늘어나는 등 국내에서 운영 중인 데이터센터 개수가 지속적으로 증가하고 있다.

[표 9] 연도별 국내 데이터센터 운영 현황(2000~2023년)

(단위: 개)

연도	2000년	2005년	2010년	2015년	2020년	2023년
개수	52	75	112	118	130	148

자료: 제11차 전기본 내용 등 재구성

그리고 2024년 연합회 자료에 따르면 [표 10]과 같이 2023년 현재 국내 146개 데이터센터 중 IT 장비가 차지하는 면적인 상면 면적이 501~7,500㎡인 중·대형 데이터센터가 80.8%인 118개인 데 비해, 상면 면적이 7,501㎡ 이상인 거대 또는 메가 데이터센터는 19.2%인 28개이고 특히 이 중 메가 데이터센터는 1개에 불과하다.

[표 10] 규모별 국내 데이터센터 운영 현황

(단위: 개)

구분	계	중형(Medium) (501~2,000㎡)	대형(Large) (2,001~7,500㎡)	거대(Massive) (7,501~22,500㎡)	메가(Mega) (22,501㎡ 이상)
민간	83	20	39	23	1
공공	63	46	13	4	-
합계	146	66	52	27	1

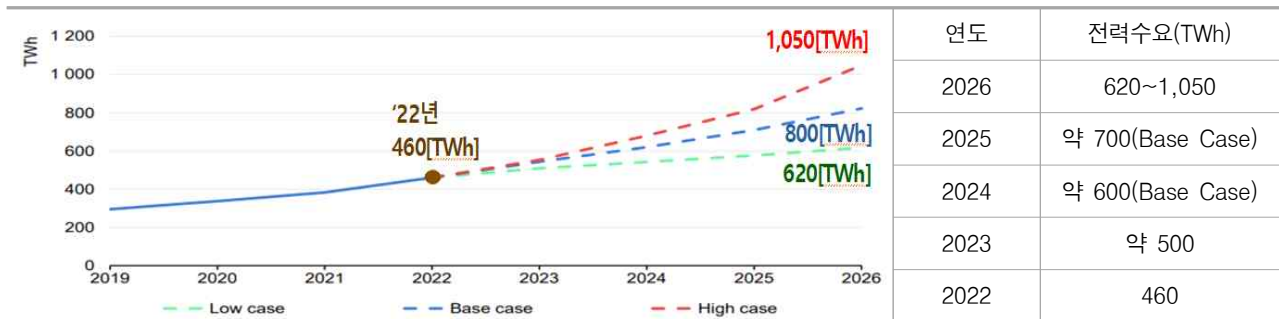
자료: 2024년 연합회, “비수도권 메타버스 등 데이터센터 건립 연구 용역”(2023년 12월)

### 3. 데이터센터 전력사용 현황 및 전망

#### 가. 주요 외국의 경우

세계에너지기구는 2024년에 세계 전력수요를 전망하였는데, [도표 2]와 같이 데이터센터 전력수요의 경우 2022년은 전체 전력수요의 약 2%인 460TWh였으나, AI 기술 도입<sup>16)</sup> 등에 따라 2026년에는 1,050TWh<sup>17)</sup>까지 증가할 수 있는 것으로 예측하였다.

[도표 2] 글로벌 데이터센터 전력수요 관련 세계에너지기구 전망(2024년)



자료: 세계에너지기구, “Electricity 2024–Analysis and forecast to 2026”(2024년) 재구성

그리고 위 세계에너지기구 자료는 국가별 데이터센터 전력수요를 함께 전망하였는데, [표 11]과 같이 전 세계 약 8,000개 데이터센터 중 33%가 집중되어 있는 미국의 경우 2022년에는 전체 전력수요의 4%인 200TWh를 데이터센터가 소비하였으나 2026년에는 전체 전력수요의 6%인 260TWh를 데이터센터가 소비할 것으로 예상되는 등 주요 국가들 모두 데이터센터 전력수요가 급증할 전망이다.

[표 11] 주요 국가별 데이터센터 전력수요 전망

구분		미국	EU	중국	아일랜드
데이터센터 전력수요	2022년	200TWh(4%) <sup>1)</sup>	100TWh(4%)	200TWh <sup>2)</sup>	5.3TWh(17%)
	2026년	260TWh(6%)	150TWh	300TWh	10.6TWh(32%)

주: 1. 괄호 안은 해당 국가의 총전력수요 중 데이터센터 전력수요가 차지하는 비중을 의미

2. 중국의 경우 2020년 데이터센터 전력수요임

자료: 세계에너지기구, “Electricity 2024–Analysis and forecast to 2026”(2024년) 재구성

16) 인터넷 검색 한 번에 소모되는 전력량이 google은 0.3Wh인 반면 Chat GPT는 약 10배인 2.9Wh를 소비

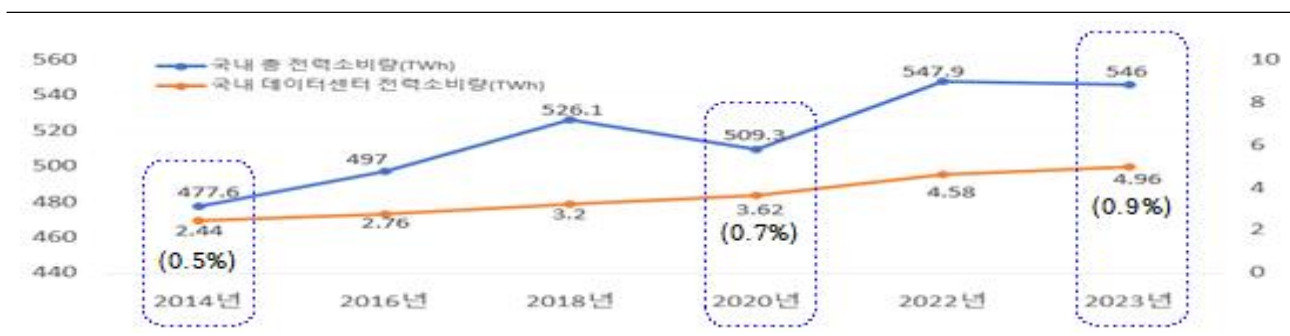
17) 2026년 데이터센터 전력수요는 에너지 이용효율 개선 정도, AI 발전속도 등에 따라 3가지 경로를 예측하였으며, 전력수요가 빠르게 증가하는 ‘High case’ 시나리오의 경우 2026년 세계 데이터센터 전력수요가 1,050TWh에 달할 것으로 전망

이에 따라 글로벌 시장조사기구인 Gartner는 2027년에 전 세계 AI 데이터센터의 약 40%가 전력 부족 문제에 시달릴 것으로 예측<sup>18)</sup>하고 있고, EU와 미국, 중국 등 주요 국가들은 데이터센터 전력수요 증가에 대응해 전력공급 능력을 확대하는 한편 데이터센터의 전력 소비를 줄이기 위한 에너지 이용효율 개선 정책<sup>19)</sup>을 함께 추진하고 있다.

## 나. 국내의 경우

한국전력공사(이하 “한전”이라 한다)가 국내 데이터센터의 전력소비량을 추정한 자료에 따르면 [도표 3]과 같이 2020년의 경우 데이터센터가 국내 총전력소비량(509.3TWh)의 0.7%인 3.62TWh를 소비하였으나 2023년에는 국내 총전력소비량(546TWh)의 0.9%인 4.96TWh를 소비하는 등 데이터센터 전력소비량이 증가하고 있다.

[도표 3] 연도별 총전력소비량 및 데이터센터 전력소비량 현황



자료: 한전 제출자료 재구성

국내 데이터센터 전력수요 전망의 경우 과거에는 산업부가 「전기사업법」 제25조 등에 따라 2년 주기로 전기본을 수립하면서 향후 데이터센터 전력수요를 예측하지 않았으나, 2023. 1. 13.과 2025. 2. 21. 각각 공고된 제10차와 제11차 전기

18) 매일경제, “전력 소모 폭증 시대, AI 데이터센터의 미래는 지속 가능성에 달려 있다”(2024. 12. 27.)

19) EU의 「Energy Efficiency Directive」는 데이터센터 운영자에게 에너지 사용량 보고 의무를 부과하고 있고, 미국 「Energy Act(2020)」는 연방정부가 데이터센터의 에너지 효율성을 측정하는 효율성 지표 개발을 추진하도록 하며, 중국은 2025년까지 데이터센터의 평균 전력효율지수를 1.5 이하로 낮추고 재생에너지 사용률을 연간 10% 증가시키기로 함

본은 데이터센터 전력수요 전망을 포함하고 있다.

그리고 제11차 전기본의 데이터센터 전력수요 전망결과를 보면 2026년의 경우 총 전력수요 565.4TWh의 1.9%인 11TWh가 데이터센터에서 발생할 것으로 예상하고 있다.

그런데 세계에너지기구는 2026년 기준으로 아일랜드의 경우 총전력수요의 약 32%가 데이터센터에서 발생하고, 미국의 경우 총전력수요의 6%가 데이터센터에서 발생할 것으로 전망한 것과 비교할 때 우리나라의 2026년 총 전력수요 중 데이터센터의 전력수요 비중(1.9%) 전망결과는 낮은 수준으로 나타나 이번 감사에서 산업부 예측방식의 정확성 등을 점검하였다.

# 제3장 분야별 감사결과

## 제1절 총괄

정부는 4차 산업혁명 시대의 핵심 기반인 정보통신 인프라의 안정성 확보 등을 위해 다양한 노력을 기울이고 있으나, 이번 감사에서 ① 통신재난 대비, ② 데이터센터 전력 수급관리 등 2개 분야로 나누어 정부 대책을 분석한 결과 [표 12]와 같이 총 5건의 문제점을 확인하여 개선방안을 마련하도록 통보하였다.

[표 12] 분야별·기관별 감사결과 현황

(단위: 건)

구분	계	과학기술정보통신부	산업통상자원부	행정안전부
통신재난 대비 분야	2	2	-	-
데이터센터 전력 수급관리 분야	3	1	1	1
합계	5	3	1	1

주요 감사결과를 요약하면 다음과 같다.

분야	주요 감사결과
통신재난 대비	<ul style="list-style-type: none"> <li>과기부는 통신시설 침수에 따른 통신재난 발생에 대비하면서 환경부가 제공 중인 지역별 침수 위험 예측자료를 활용하지 않고 있어 이를 활용해 과학적인 방법으로 대응하도록 통보</li> <li>과기부는 통신시설 장애 발생 시에도 통신의 연속성 보장을 위해 통신망 이원화를 추진 중이나, 이원화 대상 통신시설 선정기준이 불합리하고 실제 이원화 효과도 낮아 이를 개선하도록 통보</li> </ul>
데이터센터 전력 수급관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>과기부와 행안부는 국내 데이터센터의 전력효율 수준이 해외 대비 낮은 수준이나 관리목표 등을 도입하지 않고 있고, 데이터센터의 현황자료도 부정확해 이를 개선하도록 통보</li> <li>산업부는 데이터센터 장래 전력수요를 예측하면서 실현 가능성이 높은 데이터센터 신축사업을 중기수요에 반영하지 않거나 장기수요를 낮게 전망하고 있어 예측방식을 개선하도록 통보</li> </ul>

## 제2절 통신재난 대비 분야

### 1. 기후변화와 통신재난의 관계 및 대응 사례

#### 가. 향후 기후변화 전망과 통신재난의 관계

전 세계적으로 기후변화에 따른 기온 상승으로 장마와 홍수, 폭염, 산불 등의 이상 기후 현상이 증가하고 있고, 이로 인한 인간의 생명·건강 침해와 경제적 피해가 지속적으로 발생하고 있다.

“제3차 국가 기후변화 적응대책”(2021~2025년)에 따르면 지난 106년간(1912~2017년) 우리나라의 연평균기온은 전 지구 평균( $0.85^{\circ}\text{C}$ )보다 높은 약  $1.8^{\circ}\text{C}$ 가 상승하면서 폭우와 폭염·한파 등의 기상이변에 따른 피해가 증가하고 있다.

더욱이 2000~2019년 우리나라의 연평균기온은  $11.9^{\circ}\text{C}$ 이나, 기상청의 “남한 상세 기후변화 전망보고서”(2022년)에 따르면 [표 13]과 같이 향후 기후변화가 완화되는 SSP<sup>20)</sup> 2.6 시나리오에서는 21세기 후반에 이보다  $2.3^{\circ}\text{C}$  증가한  $14.2^{\circ}\text{C}$ 로 상승하고, 기후변화 완화능력이 낮은 SSP 8.5 시나리오에서는  $6.3^{\circ}\text{C}$  증가한  $18.2^{\circ}\text{C}$ 로 상승할 것으로 전망되어 기상이변 현상의 발생 빈도와 강도 모두 증가할 것으로 예상된다.

[표 13] 우리나라 연평균기온 변화 전망

구분	21세기 전반기(2021~2040년)	21세기 중반기(2041~2060년)	21세기 후반기(2081~2100년)
SSP 2.6 시나리오	$13.2^{\circ}\text{C}(+1.3^{\circ}\text{C})$	$13.5^{\circ}\text{C}(+1.6^{\circ}\text{C})$	$14.2^{\circ}\text{C}(+2.3^{\circ}\text{C})$
SSP 8.5 시나리오	$13.3^{\circ}\text{C}(+1.4^{\circ}\text{C})$	$14.7^{\circ}\text{C}(+2.8^{\circ}\text{C})$	$18.2^{\circ}\text{C}(+6.3^{\circ}\text{C})$

자료: 기상청, “남한 상세 기후변화 전망보고서”(2022년) 재구성

20) 공통 사회경제 경로(Shared Socioeconomic Pathways) 시나리오는 미래 사회경제 변화를 기준으로 기후변화를 예측하는 방법으로, ① SSP 2.6은 친환경 기술의 발달 등으로 기후변화가 완화되는 경우, ② SSP 4.5는 기후변화 완화 및 사회경제 발전 정도가 중간 단계인 경우, ③ SSP 7.0은 사회경제 발전의 불균형 등으로 기후변화에 취약한 경우, ④ SSP 8.5는 기후정책 부재 등으로 기후변화 완화능력이 낮은 경우를 가정하고 있음

이와 같은 태풍, 집중호우, 가뭄에 따른 산불 등의 기상이변은 최근 5년간 (2019~2023년) 발생하였던 통신재난 34건의 55.9%인 19건의 발생 원인을 제공하였고, 앞으로도 기상이변에 따른 통신재난 발생이 증가할 것으로 예상된다.

#### 나. 통신재난 예방을 위한 외국의 대응 사례

기후변화에 따른 기상이변 증가로 정보통신 설비의 장애 발생 위험이 높아지는 것은 세계 각 국가의 공통적인 현상으로, 주요 국가들은 기상이변이 정보통신 기반에 미칠 수 있는 부정적인 영향을 예측해 대비하고 있다.

미국의 통신사업자인 [가]는 2018년부터 미국 연방재난관리청, 미국 에너지부 산하 [나]연구소와 협력하여 기후변화 분석 도구(CCAT: Climate Change Analysis Tool)를 개발하였다. 이는 위 연구소의 고해상도 지역 기후 모델링 데이터와 [가]의 정보통신 인프라 지도를 결합한 것으로 30년 후까지 미국 전역의 기후 리스크를 지역·시설 단위로 예측할 수 있으며, 기상이변에 따른 통신설비 피해를 예방하는 목적 등으로 활용되고 있다.

호주의 경우에도 기후변화에 따라 대형 산불 등의 자연재해가 빈번하게 발생하면서 통신 인프라의 안전성과 복원력이 중요한 사회적 이슈로 부각되었고, 통신사업자인 [가]는 2020년 중반부터 호주 국립과학청인 [나]와 공동으로 통신 인프라에 대한 산불 위험을 완화하기 위한 연구를 시작하였다. 이후 [가]와 [나]는 주요 통신 시설을 대상으로 산불 시뮬레이션을 실시해 불씨, 복사열, 화염 등이 인프라에 미치는 영향을 분석하였고, [가]는 분석 결과를 반영해 기지국 설계 개선, 방화벽 설치, 비상 전력 시스템 확대를 추진하는 등 기상이변(산불)에 따른 통신설비 피해 예방 및 복원 기능을 강화하고 있다.

위와 같은 미국과 호주의 사례는 구체적인 내용에는 차이가 있으나, 2개 국가 모두 ① 통신설비를 보유한 민간사업자와 정부 기관이 기후변화 리스크와 관련한 통신설비의 안전성 평가·분석을 공동으로 수행하였고, ② 향후 기후변화에 따른 통신설비 위험을 과학적으로 예측한 후 이를 토대로 보완 대책을 추진하였다.

## 2. 통신망 이원화의 개념과 추진실적

### 가. 통신망 이원화의 개념 및 대상

「방송통신발전 기본법」 제35조의3에 따르면 과기부는 주요통신사업자가 통신 시설<sup>21)</sup>의 등급을 분류한 후 근거자료와 함께 제출하면 통신재난관리심의 위원회<sup>22)</sup>의 심의를 거쳐 통신시설의 등급을 지정하도록 되어 있는데, 「주요통신사업자의 통신시설 등급 지정 및 관리 기준」(과기부 고시)에 따르면 [표 14]와 같이 음성 커버리지 등을 기준으로 통신시설을 A~D급과 기타 등급으로 구분하고 있으며, 과기부는 매년 ‘통신재난관리 기본계획’을 수립하면서 기타 등급을 제외한 A~D급 통신시설을 중요 통신시설로 분류하고 있다.

[표 14] 통신시설 등급 분류기준

구분	A급	B급	C급	D급	기타 등급	비고
음성 커버리지 <sup>1)</sup>	권역 단위 (수도권 등)	시·도 단위	3개 이상 시·군·구 단위	2개 이하 시·군·구 단위	-	통신국사 대상
유선통신 회선 수	80만 회선 이상	40만 회선 이상	15만 회선 이상	3.5만 회선 이상	3.5만 회선 미만	통신·분기국사, 기지국 집중 국사 <sup>3)</sup> 대상
기지국 <sup>2)</sup> 수 (DU 기준)	2,200개 이상	1,100개 이상	400개 이상	100개 이상	100개 미만	

주: 1. 음성 커버리지, 유선통신 회선 수, 기지국 수 등에 따른 등급 분류가 다른 경우 그중 상위 등급으로 분류  
 2. 사용자 단말기와 직접 통신하는 말단기지국(RU: Radio Unit)과 국사를 연결하는 중계기지국(DU: Digital Unit)  
 3. 통신국사는 ‘유무선 교환설비 및 전송설비 등을 설치·운영·관리하기 위한 건축물’, 분기국사는 ‘통신국사와 사용자를 중계하는 국사’, ‘기지국 집중국사’는 이동통신서비스를 제공하기 위해 기지국의 디지털 신호처리 장치(DU) 등을 다수 집중화한 국사로, 통신국사는 분기국사나 기지국 집중국사보다 상위 국사에 해당  
 자료: 「주요통신사업자의 통신시설 등급 지정 및 관리기준」 재구성

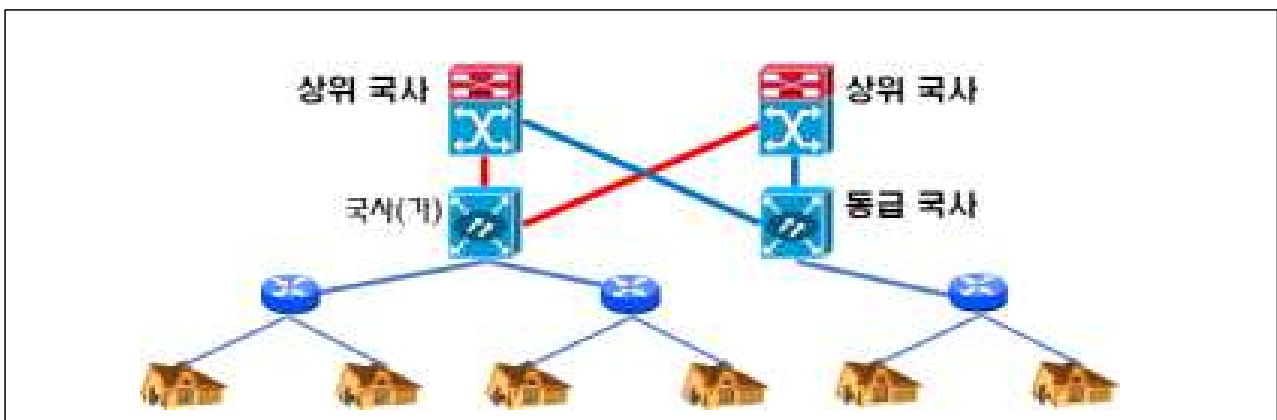
21) 통신설비를 안전하게 설치·운영·관리하기 위한 건축물과 통신구, 기타 구조물 등을 의미

22) 위원장(과기부 차관)을 포함해 11~15명의 위원으로 구성되며, 위원들은 행안부 등 유관기관 공무원, 정보통신·재난 관련 연구기관 또는 기업에서 5년 이상 근무한 사람 등을 임명 또는 위촉하고 있음



중요 통신시설인 A~D급 국사의 경우 위 관리 기준에 따라 통신사업자가 우회 통신경로 확보, 전원공급의 안정성 확보(비상발전기 설치 등), 출입제한 및 보안조치 등의 의무를 이행해야 하는데, 그 중 ‘우회 통신경로 확보’란 [그림 3]과 같이 특정 하위 국사에 연결된 상위 국사에 장애가 발생하더라도 다른 상위 국사를 통해 통신 트래픽을 우회 소통할 수 있도록 국사 간 전송로를 이원화하는 것을 의미한다.

[그림 3] 통신망 이원화를 위한 트리형 망 구성방법(예시)



자료: '2024년 통신재난관리 기본계획' 재구성

## 나. 통신망 이원화 추진 경위와 실적

과기부는 2018년 이전부터 중요 통신시설에 대한 통신망 이원화를 추진해 왔으나, 이원화 대상 통신시설의 범위와 선정절차 등은 2018. 11. 24. 발생한 ㉠국사의 통신구 화재로 서울특별시 5개 구(서대문구, 마포구, 용산구, 은평구, 중구 일대)와 경기도 고양시 일대에 대규모 통신재난<sup>23)</sup>이 발생한 이후 크게 변경되었다.

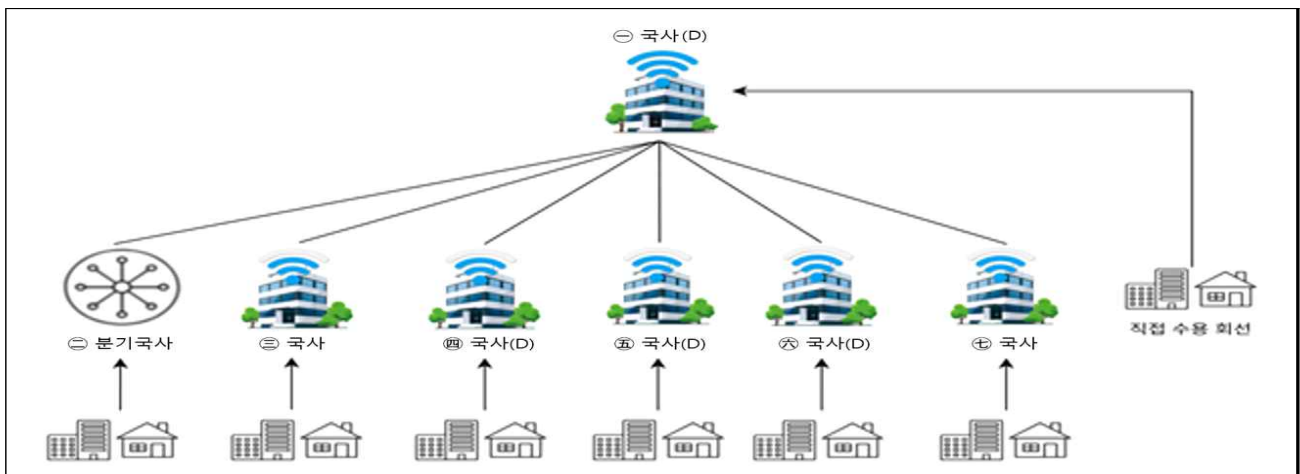
위 화재 당시 ㉠국사는 [그림 4]와 같이 ㉡ 분기국사, ㉢ 등 5개 통신국사의 상위국사 역할을 수행<sup>24)</sup>하고 있었는데, 당시 등급 분류기준은 수용 유선회선(유선 전화, 인터넷 등) 수나 기지국 수 등에 관계없이 음성 서비스 제공 범위 등을 기준으로

23) 79만 명의 국민이 전화·인터넷·카드결제 등을 이용할 수 없었고, 이에 따른 피해 금액은 약 350억 원으로 추산

24) 다만, 일부 가입자의 유선회선(주택, 아파트, 기타)은 하위국사 경유 없이 ㉠국사에 직접 연결되어 있었음

통신시설의 중요도를 분류하였다. 이에 따라 ㉔·㉕·㉖ 등 3개 하위국사는 D급으로 분류되고 ㉗ 분기국사 등 나머지 3개 하위국사는 기타 등급<sup>25)</sup>으로 분류되었으며, ㉘국사 자체는 5개 이상의 시·군·구 일대에 음성통신 서비스를 제공하고 있었는데도 ㉔㉕가 C급이 아닌 D급으로 잘못 분류하였고 당시 통신시설 등급은 과기부의 관여 없이 통신사업자가 자율적으로 분류하여 이와 같은 오류가 수정되지 않았다.

[그림 4] 2018년 11월 통신구 화재 당시 ㉘국사의 통신망 구조



자료: ㉔㉕ 제출자료 재구성

또한, 위 화재 당시 과기부는 A~C급만 중요 통신시설로 인정하여 통신망 이원화 조치를 추진하도록 하고 D~기타 등급 국사는 이원화 대상에서 제외함에 따라 ㉘국사와 하위국사 6개 모두 통신망이 이원화되지 않았고, 그 결과 통신구 화재로 ㉘국사의 기능이 중단되자 하위 6개 국사를 통해 통신서비스를 이용 중이던 가입자 대부분이 통신망을 이용할 수 없었다.

이후 정부는 2018. 12. 27. 수립한 ‘통신재난 방지 및 통신망 안정성 강화 대책’을 통해 [표 15]와 같이 국민 생활의 실질적 피해 규모를 반영하기 위한

25) 당시 최적화 작업 중이던 ㉕·㉖국사와 ㉗분기국사는 재난 발생 시 피해범위가 D급(시·군·구 단위) 이하이며, 주요시설(교환기 등)이 없는 국사로 등급 지정이 없었음

통신시설 분류기준 변경(수용 회선 수 추가), 통신망 이원화 대상 통신시설 범위 확대(A~C급→A~D급), 정부의 점검주기 단축 등을 추진하였다.

[표 15] ⊖국사 화재 이후 정부 개선 대책의 주요 내용

구분	주요 내용
통신시설 등급 분류	통신장애 시 실제 피해 규모 반영을 위해 통신시설 등급 분류기준에 기존 음성 커버리지 범위 외에 수용회선 수를 추가하고, 우회 전송로 확보의무를 D급 통신시설까지 확대
정부의 관리·점검	정부의 점검대상 통신시설 범위를 A~C급에서 A~D급으로 확대하고, 점검주기도 단축(A~C급은 2년→1년 주기, D급은 점검 미 실시→2년 주기)
통신시설 정보 관리	사업자의 개별적인 통신시설 정보 관리→통신망의 안정적인 유지·관리 등을 위해 통합 DB 구축

자료: '통신재난 방지 및 통신망 안정성 강화 대책'(2018년 12월) 재구성

아울러 2021. 6. 8.에는 「방송통신발전 기본법」을 개정하면서 제35조의2와 제35조의3을 신설하여 통신시설의 등급을 통신사업자가 자율적으로 결정하는 대신 통신재난관리심의위원회의 심의를 거쳐 과기부가 결정하는 것으로 변경하였고, 제48조를 개정해 통신사업자가 등급 분류와 관련한 근거자료를 제출하지 않거나 허위 자료를 제출하는 경우 3천만 원 이하의 과태료를 부과할 수 있도록 벌칙 조항을 마련하였다.

2023년 9월 기준으로 ㉠㉡ 등 11개 기간통신사업자가 전국에 보유 중인 국사 중 A~D급에 해당하는 중요통신시설은 [표 16]과 같이 계 836개<sup>26)</sup>이며, 그중 98.6%인 822개에 대한 통신망 이원화가 완료<sup>27)</sup>되었으나, 통신사업자들이 통신망 구조를 계속 변경하고 있어 통신망 이원화 효과에 대한 재평가가 필요하다.

[표 16] 중요통신시설(국사) 지정 현황(2023년 9월 말 기준)

구분		계	A급	B급 <sup>1)</sup>	C급	D급
국사 수		836개	50개	36개	86개	664개
통신망 이원화	완료	824개 <sup>2)</sup>	50개	36개	86개	652개
	추진 중	12개	-	-	-	12개

주: 1. B급 국사 중 지하철 통신구 2개는 이원화 대상에서 제외되어 이원화가 완료된 것으로 보고 작성  
2. 실제 통신망 이원화는 822개 완료되었으나, B급 국사 중 이원화 대상에서 제외된 지하철 통신구 2개를 이원화가 완료된 것으로 보아 824개임

자료: 과기부, “2024년 통신재난관리 기본계획”(기간통신서비스 분야) 재구성

26) 836개 중 지하철 통신구 2개는 이원화 대상에서 제외되어 이원화 대상 시설은 총 834개  
27) 2024년 10월 기준 이원화 대상 중요통신시설 834개 100% 이원화 완료

### 3. 문제점: ① 집중호우 대비 도시침수지도 연계·활용방안 마련 필요

#### 가. 분석의 대상

우리나라의 경우 기후변화와 관련하여 주로 태풍과 집중호우, 산불이 통신 시설에 피해를 주고 있으나, 태풍의 경우 해외에서 발생해 국내로 이동하므로 피해지역과 강도를 사전에 예측하기 어렵고, 산불도 주로 사람의 실수로 발생<sup>28)</sup>하고 있어 발생 지역이나 피해 범위를 사전에 예측할 수 있는 분석 도구<sup>29)</sup>가 개발되어 있지 않다.

이에 비해 집중호우<sup>30)</sup>의 경우 2000~2019년 우리나라의 1일 최대 강수량과 호우 일수는 각각 125.7mm와 2.1일이나, 기상청의 “남한 상세 기후변화 전망보고서”(2022년)에 따르면 [표 17]과 같이 기후변화 완화능력이 낮은 SSP 8.5 시나리오의 경우 21세기 후반기에 1일 최대 강수량은 171.3mm, 호우 일수는 3.1일로 증가할 것으로 예상되고 있고, 이러한 상황에서 환경부는 지역 단위로 강수량별 침수 위험을 평가할 수 있는 분석 도구를 개발·제공하고 있다.

[표 17] 우리나라 1일 최대 강수량 및 호우 일수 변화 전망

구분		21세기 전반기 (2021~2040년)	21세기 중반기 (2041~2060년)	21세기 후반기 (2081~2100년)
SSP 2.6 시나리오	1일 최대 강수량	147.8mm	147.9mm	151.3mm
	호우 일수	2.5일	2.5일	2.4일
SSP 8.5 시나리오	1일 최대 강수량	143.5mm	160.4mm	171.3mm
	호우 일수	2.3일	2.6일	3.1일

자료: 기상청, “남한 상세 기후변화 전망보고서”(2022년) 재구성

이에 따라 이번 감사에서는 통신 재난의 잠재적인 위험요인 중 집중호우에 따른 통신설비 침수 위험을 분석한 후 정부와 통신사업자의 통신시설 보호 조치가

28) 최근 10년간(2014~2023년) 발생한 산불 원인 통계자료를 살펴보면 57.4%가 입산자에 의한 실화, 쓰레기 소각, 논·밭두렁 소각 등으로 발생하는 등 전체 산불의 절반 이상이 사람에 의한 실화 또는 소각행위로 인하여 발생

29) 다만, 산림청은 2007년에 산불이 실제 발생한 경우 풍향과 풍속, 대기의 건조 정도 등을 반영해 피해 경로와 범위를 예측할 수 있는 산불확산예측시스템을 개발해 운영 중

30) 시간당 강수량 30mm 이상, 일 강수량 80mm 이상 또는 1일 강수량이 연 강수량의 10%인 경우를 의미

적정한 수준인지를 점검하는 위주로 감사를 실시하였다.

한편, 「전기통신사업법」 제2조와 제5조는 전기통신사업을 기간통신사업<sup>31)</sup>과 부가통신사업<sup>32)</sup>으로 구분하고 있고, 「방송통신발전 기본법」 제35조 등에 따라 재난관리 의무대상으로 지정된 기간통신사업자는 ㉠㉡와 ㉢㉣ 등 11개<sup>33)</sup>이고 부가통신사업자는 ㉤㉥와 ㉦㉧ 등 7개<sup>34)</sup>로 감사 인력과 기간을 고려할 때 모든 통신사업자가 보유 중인 전체 통신시설의 침수 위험을 분석하기 어려워 일부 지역을 대상으로 주요 기간통신사업자가 보유 중인 통신시설의 침수 위험을 분석하는 방식 위주로 감사를 실시하였다.

#### 나. 분석의 필요성

「재난 및 안전관리 기본법」 제25조의4는 재난 발생을 사전에 방지하기 위한 재난관리 책임기관의 조치 의무를 규정하면서 재난의 예측 및 예측정보의 제공·이용 체계를 구축하도록 요구하고 있다. 그리고 위 법 제22조에 따라 수립된 ‘제5차 국가안전관리 기본계획’(2025~2029년)에서도 ‘과학적 예측을 통한 잠재위험 대비역량’ 강화를 국가 안전관리 기본방향의 하나로 정하고 디지털 기반의 재난 안전관리를 실현하기 위해 다양한 사업<sup>35)</sup>을 추진하고 있다.

한편, 앞서 살펴본 바와 같이 미국이나 호주는 통신사업자와 정부 기관이 협력하여 기후변화에 따른 통신시설의 리스크를 분석할 수 있는 모형을 개발하고 이를 활용해 이상 기후에 따른 통신 재난을 예방하는 등 주요 외국에서도 민·관이

31) 전기통신 회선설비를 설치 또는 이용하여 기간통신 역무를 제공하는 사업으로, 기간통신 역무란 전화나 인터넷 접속과 같이 음성·데이터·영상 등을 내용·형태의 변경 없이 송수신하도록 하거나 전기통신 회선설비를 임대하는 것을 의미

32) 전기통신 설비를 이용하여 타인의 통신을 매개하거나 전기통신 설비를 타인의 통신용으로 제공하는 것을 의미하는 전기통신 역무 중 기간통신 역무를 제외한 부가통신 역무를 제공하는 사업으로 ㉤㉥와 ㉦㉧ 등이 이에 해당

33) 2024년 10월 기준 ㉠㉡, ㉢㉣, ㉤㉥, ㉦㉧, ㉨㉩, ㉪㉫, ㉬㉭, ㉮㉯, ㉰㉱, ㉲㉳, ㉴㉵

34) 2024년 10월 기준 ㉥㉦, ㉧㉨, ㉩㉪, ㉫㉬, ㉭㉮, ㉯㉰, ㉱㉲

35) 인파 밀집 모니터링을 위한 ‘인파관리 지원시스템’ 운영, 하천범람도시침수에 대한 디지털 트윈 구축 등

협력하여 과학적인 예측을 통해 통신재난에 대응하고 있다.

그런데 우리나라의 경우 통신재난 예방 대책의 근간이 되는 ‘통신재난관리 기본계획’의 내용을 보면, 과기부는 집중호우 등 기상이변 발생 시 통신설비에 발생할 수 있는 위험의 예측정보(환경부의 도시침수지도 등 지역별 침수위험 예측 자료)를 활용하지 않은 채, 주요 통신사업자에게 풍수해 취약지역 통신시설에 대한 자체점검을 실시하고, 중요통신시설의 주요시설(배터리실, 전기실 등)이 지하 공간에 위치하는 경우 물막이판 및 배수시설을 설치하도록 하고 있다.

이에 따라, [가]와 [가], [가] 등의 주요 통신사업자는 경영공시 자료를 작성하면서 SSP 시나리오를 활용해 기후변화가 통신설비에 미치는 피해를 의미하는 물리적 리스크를 자체적으로 평가하고 있으나, [표 18]과 같이 주요 리스크 요인이 기업 재무구조에 미치는 영향을 분석하는 위주로 수행되고 있어 개별 통신설비의 장애 예방 목적으로 활용되기 어렵다.

[표 18] 주요 통신사업자의 기후변화 물리적 리스크 분석 결과

구분	주요 리스크 요인	분석 결과 <sup>주)</sup>
[가]	산불, 폭우·홍수, 극한기온 등	주요 자산에서 연평균 4.3% 수준의 기후 관련 비용 증가
[가]	산불, 폭우(침수), 폭염 등	물리적 리스크에 노출된 통신자산 규모가 9,267억 원 수준
[가]	산불, 태풍·홍수, 이상기온 등	이상기온으로 인한 손실률(사옥·국사 2.4%, 통신장비 2%) 추정 등

주: 분석 결과는 SSP 8.5 시나리오 적용 시 2050년 예측 결과를 기준으로 작성

자료: 각 통신사업자의 지속가능 경영 보고서(2024년) 재구성

이에 따라 이번 감사에서는 지역별·강수량별 통신설비의 침수 위험도를 예측할 수 있는 모델을 개발한 후 일부 지역을 대상으로 특정 강우량 발생 시 통신설비의 침수 영향을 전망하고, 이를 기초로 현재 각 통신사업자가 시행 중인 통신설비 침수 예방 조치가 충분한 수준인지를 분석하였다.

## 다. 분석방법

환경부는 관계 중앙행정기관이나 지방자치단체 등이 방재 대책 수립에 활용할 수 있도록 2021년 3월부터 홍수위험지도 정보시스템(floodmap.go.kr)을 통해 홍수위험지도(하천범람지도·도시침수지도)를 제공 중인데, 그중 하천범람지도는 하천제방의 설계빈도를 초과하는 홍수가 발생해 하천이 범람하거나 제방이 붕괴되는 상황을 가정해 하천 주변의 예상 침수 지역과 침수 깊이 등의 정보를 제공하고 있다.

이에 비해 도시침수지도는 빗물펌프장, 빗물저류시설, 하수관거 등 침수 피해 예방시설이 감당하기 힘든 강우가 발생하는 경우를 가정해 예상 침수 지역과 침수 깊이 등의 정보를 제공 중이며, 하천 주변 지역의 침수 위험 정보만 제공하는 하천범람지도보다 분석이 가능한 지역의 범위가 넓다.





도시침수지도는 2023년 말 기준 전국 5,046개의 읍·면·동을 대상으로 내수 특성을 평가<sup>36)</sup>하여 침수 위험도를 A~D급으로 분류한 후 침수 위험이 거의 없는 D급을 제외한 A~C급의 읍·면·동 1,654개에 대한 침수 위험 정보를 제공 중이다.

한편, 과기부는 통신 재난의 예방 및 대응 등을 효과적으로 지원할 목적으로 11개 기간통신사업자로부터 통신설비가 집약된 건축물인 통신국사 등 8종<sup>37)</sup>의 통신설비 관련 자료를 수집해 통합 관리하는 ‘통신설비안전관리시스템’을 개발한 후 2022년부터 해당 시스템 운영을 가연구원에 위탁하였다.

이번 감사에서는 가연구원에 의뢰해 환경부의 도시침수지도와 통신설비안전관리시스템의 통신설비 위치 정보를 연계하여 특정 지역에 침수 예방시설의

36) 홍수위험지도 및 침수 이력 검토, 내수침수 위험지구 해당 여부 등을 통해 위험도를 평가하였고, 도시 화율과 위험구역 거주 인구수 등을 고려해 취약도를 함께 평가

37) 통신국사, 통신구, 통신관로, 통신선로, 통신주, 맨홀, 기지국, 이동기지국 등

처리 용량을 초과하는 집중호우가 발생하는 경우 침수 위험이 있는 통신시설을 예측할 수 있는 분석모델을 개발하였다. 그리고 감사 인력·기간의 한계 등을 고려해 분석대상 지역은 과거 집중호우 시 침수피해가 자주 발생하였던 서울특별시 강남구와 안양천과 도림천이 합류하고 저지대·평지가 많아 침수피해에 취약할 것으로 예상되는 서울특별시 영등포구를 표본으로 선정하였고, 분석대상은 위 2개 구에서 , , ,  등 4개 통신사업자가 보유 중인 통신설비로 정하였다.

이후 위 2개 구에 있는 위 4개 통신사업자 소유 통신설비의 침수 위험평가에 적용할 확률강우량<sup>38)</sup>을 산정하면서 50년, 100년, 500년 빈도 등 3가지 시나리오를 적용하였는데 그 사유는 다음과 같다.

현재 국가와 지방자치단체가 운영 중인 침수 예방시설 중 하수관로와 빗물 펌프장의 경우 「하수도 설계기준」(환경부 고시)에 따라 10~30년 빈도의 강우량을 기준으로 설계<sup>39)</sup>하고 있고, 빗물저장시설의 경우 「우수유출 저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준」(행정안전부 고시)에 따라 50년 빈도 강우량을 기준으로 설계하고 있어 50년 빈도는 침수피해를 유발하기 시작하는 기준으로 볼 수 있다.

그리고 최근 500년 빈도의 강우가 자주 발생<sup>40)</sup>하면서 행안부는 2020년 ‘기후 변화에 따른 풍수해 대응 혁신 종합대책’을 통해 주요 국가하천 설계빈도를 200년에서 500년으로 상향하기로 하였고, 환경부도 2023년 12월 ‘치수 패러다임 전환 대책’을 통해 인구밀집도가 높거나 중요산업시설이 위치한 구역의 침수 방지시설은

38) 특정 지역의 과거 강우량 관측자료를 통계적으로 분석해 빈도별(50년, 100년 등) 시간당 강우량을 예측한 자료로서, 동일한 빈도 기준을 적용하더라도 지역에 따라 강우량에 차이가 발생할 수 있음

39) 지선 관로는 10년 빈도, 간선 관로와 빗물 펌프장은 30년 빈도를 기준으로 설계하나, 강우특성 변화 등을 고려하여 필요한 경우 각각 30년 빈도와 50년 빈도를 적용할 수 있음

40) 2022년 8월 서울특별시 동작구 신대방동에 500년 빈도를 상회하는 시간당 141.5mm의 비가 내렸고, 2024년 7월 전북특별자치도 군산시와 익산시에도 500년 빈도를 초과하는 시간당 146.0mm, 142.0mm의 비가 내림



설계빈도를 200년에서 500년 이상으로 상향을 추진한다고 발표하는 등 주요시설은 500년 빈도가 설계기준으로 적용될 예정이다. 이를 고려할 때 국가핵심기반인 통신 시설의 경우에도 500년 빈도 강우 시 침수 위험을 분석할 필요가 있고, 100년 빈도의 경우 50년·500년 빈도와 비교를 위해 시나리오를 추가하였다.

다만, 위와 같은 위험 분석은 국내 통신설비의 침수 위험을 예측한 최초의 시도라는 점에서 의미가 있으나 분석 대상 지역·시설이 한정되어 있고, 이번 분석의 결과는 특정 빈도의 강우량 발생 시 침수 가능성이 있는 통신설비를 식별하여 예방 조치를 수립하는 데 도움이 될 수는 있으나 특정 통신설비가 침수 예상지역 내에 위치하더라도 설치 높이(공중 또는 건물의 상층부 등)나 침수 예방시설(물막이판 등)의 성능 등에 따라서 실제 침수 여부는 달라질 수 있다.

## 라. 분석결과

### 1) 서울특별시 영등포구·강남구 소재 통신설비의 침수 위험 예측 결과

[가가], [가마], [가바], [가사] 등 4개 통신사업자가 서울특별시 영등포구와 강남구에 보유 중인 통신설비 8종 중 6종<sup>41)</sup>을 대상으로 집중호우 시 침수 위험을 분석한 결과, [표 19]와 같이 서울특별시 영등포구의 경우 50년 빈도(시간당 100mm)의 강우가 발생할 경우 82,531개의 15.3%인 12,656개가 침수 예상지역에 설치되어 있어 침수피해가 발생할 위험이 있고, 500년 빈도(시간당 140mm) 강우의 경우에는 전체 통신설비 중 침수 위험이 있는 통신설비의 비중이 20.3%로 늘어날 수도 있는 것으로 분석되었다.

41) 통신국사, 통신관로, 통신선로(케이블), 통신주, 맨홀, 기지국을 대상으로 분석하였으며, 넓은 지역에 연결되어 있어 지역 단위 구분이 어려운 통신구와 고정식이 아닌 이동기지국은 분석대상에서 제외

[표 19] 영등포구와 강남구 내 통신설비의 침수 위험 분석결과

구분	영등포구(24.6km <sup>2</sup> , 82,531개)		강남구(39.5km <sup>2</sup> , 137,562개)	
	침수 면적(km <sup>2</sup> )	영향 설비(비율)	침수 면적(km <sup>2</sup> )	영향 설비(비율)
50년 빈도(100mm/h, 95mm/h)	6.9	12,656개(15.3%)	3.3	6,494개(4.7%)
100년 빈도(115mm/h, 105mm/h)	8.6	15,220개(18.4%)	3.5	6,840개(5.0%)
500년 빈도(140mm/h)	10.9	16,764개(20.3%)	4.0	7,725개(5.6%)

자료: [가]연구원 제출자료 등 재구성

서울특별시 강남구의 경우에도 50년 빈도(시간당 95mm)의 강우 발생 시 전체 통신설비 137,562개의 4.7%인 6,494개가 침수 예상지역에 설치되어 있어 침수피해가 발생할 위험이 있고, 500년 빈도(시간당 140mm)의 강우 발생 시에는 전체 통신설비 중 침수 위험이 있는 통신설비의 비중이 5.6%로 늘어날 수도 있는 것으로 분석되었다.

다만, 500년 빈도의 강우 발생 시 전체 통신설비 중 침수 위험이 있는 통신설비의 비중은 서울특별시 영등포구(20.3%)와 강남구(5.6%) 사이에 약 4배의 차이가 발생하는데, 이는 서울특별시 영등포구 전체 면적 24.6km<sup>2</sup>의 44.3%인 10.9km<sup>2</sup>의 침수가 예상되는데 비해, 서울특별시 강남구의 일부 평지 지역은 평상시 침수피해가 자주 발생하고 있으나 관할 구역에 언덕 지역이 많아 전체 면적 39.5km<sup>2</sup>의 10.1%인 4.0km<sup>2</sup>만 침수가 예상되는 등 지형에 따른 침수면적의 차이가 주요 원인인 것으로 추정된다.

한편, 500년 빈도 강우 기준으로 침수피해 위험이 있는 통신설비를 종류별로 살펴보면, [표 20]과 같이 영등포구와 강남구에 설치된 통신설비 계 220,093개 중 24,489개는 침수피해 우려<sup>42)</sup>가 예상된다.

42) “2023년 통신재난 및 장애사례 분석 보고서”에 따르면 집중호우 시 재난으로 피해가 발생한 시설은 기지국과 전송로가 대표적이며, 특히 기지국에서 피해가 다수 발생함

[표 20] 500년 빈도 강우 시 통신설비 종류별 침수 위험 분석결과(영등포구·강남구)

구분	합계	통신국사	기지국	관로	맨홀	통신주	통신선로
전체 설비(A, 개)	220,093	15	16,449	30,237	15,992	13,074	144,326
영향 설비(B, 개)	24,489	1	1,112	3,929	2,034	2,414	14,999
비율(B/A, %)	11.1	6.7	6.8	13	12.7	18.5	10.4

자료: KRIHS연구원 제출자료 등 재구성

이 중 정보통신 교환·중개설비 등이 집약되어 있는 중요통신시설인 국사의 경우 [표 21]과 같이 영등포구(6개)와 강남구(9개)에 설치된 15개 중 ㉠ ㉡ 국사 등 5개는 환경부가 침수 위험이 낮다고 판단하여 도시침수지도를 제작하지 않은 지역에 설치되어 있었고, ㉢ ㉣지사 등 9개는 도시침수지도가 제작된 지역에 설치되어 있으나 이번 분석결과 500년 빈도의 강우가 발생하더라도 침수 위험이 없는 것으로 나타났다.

[표 21] 통신국사의 침수 위험 분석결과(영등포구·강남구)

구분	계	도시침수지도 미제작 지역	도시침수지도 제작 지역		
			소계	침수 위험 있음	침수 위험 없음
통신국사 수(개)	15	5	10	1	9

자료: KRIHS연구원 제출자료 등 재구성

다만, ㉠ ㉡국사의 경우 500년 빈도 강우 시 50cm 이하의 침수가 예상되는 지역에 설치되어 있고 0.5~1m의 침수가 예상되는 지역과도 인접해 있으나, 건물 침수를 예방할 수 있는 물막이판이 설치되어 있지 않아 지하층에 있는 비상 전원 설비 등의 침수 위험<sup>43)</sup> 우려가 있는 것으로 나타났다.

이에 따라 감사원은 전국 중요 국사를 대상으로 500년 빈도 강우 시 침수

43) 물막이판 대신 모래주머니, 양수기, 집수정, 배수펌프가 비치되어 있으나 높이와 규모의 한계가 있고, ㉢ 등은 「서울특별시 반지하 가구를 고려한 홍수 취약성 평가」(대한학회지, 2024년 2월)에서도 환경적 홍수 취약성이 높은 지역으로 분류된 바 있음

위험이 높은 시설을 확인하기 위해 추가적인 분석을 실시하였다.

## 2) 전국 주요 국사의 침수 위험 예측 결과

「주요통신사업자의 통신시설 등급 지정 및 관리 기준」(과기부 고시)은 음성 통신서비스 제공의 지역적 범위, 수용 중인 유선회선 수와 기지국 수 등을 고려하여 통신사업자가 운영 중인 통신국사, 분기국사, 기지국 집중국사<sup>44)</sup> 등의 등급을 A~D급과 기타 등급으로 구분하고 있고, 그중 A~D급은 중요통신시설에 해당한다는 사유로 우회 통신경로 확보, 전원공급의 안정성 확보 등과 관련한 관리기준을 정하고 있으며, [표 22]와 같이 2023년 9월 기준 전국 836개 국사가 A~D급으로 지정되어 있다.

[표 22] 중요통신시설(국사) 지정 현황(2023년 9월 기준)

등급	계	A급	B급	C급	D급
국사 수(개)	836	50	36	86	664

자료: 과기부, “2024년 통신재난관리 기본계획”(기간통신서비스 분야) 재구성

위 836개의 중요 국사 중 환경부가 침수 위험이 높거나 관리가 필요하다고 판단하여 도시침수지도를 제작한 1,654개 읍·면·동에 설치되어 있는 470개 국사의 침수 위험을 분석한 결과, 500년 빈도 강우<sup>45)</sup> 시 25개 국사는 50cm 이하의 침수 예상지역에 설치되어 있고 23개 국사는 50cm 이상의 침수 예상지역에 설치되어 있다.

그리고 500년 빈도 강우 시 50cm 이상의 침수 예상지역에 설치되어 있는 위 23개 국사의 시설 배치 현황을 확인한 결과 그중 12개는 건물 지하에 주요

44) ‘통신국사’는 유·무선 교환설비 및 전송설비 등을 설치·운영·관리하기 위한 건축물, ‘분기국사’는 ‘통신국사와 유선회선 사용자를 중계하는 국사’, ‘기지국 집중국사’는 무선 이동통신 서비스를 제공하기 위해 기지국의 디지털 신호처리장치(DU) 등을 다수 집중화한 국사로, 통신국사는 분기국사나 기지국 집중국사보다 상위국사에 해당

45) 강릉은 시간당 125mm, 밀양은 시간당 105mm 등으로 지역에 따라 차이가 있음

시설<sup>46)</sup>이 설치되어 있다.

그런데 위 12개 국사의 침수 예방시설 설치 현황을 보면, [표 23]과 같이 개개 ㊥국사 등 4개는 물막이판 대신 배수펌프나 모래주머니가 비치되어 있으나 처리 용량 등을 확인할 수 없어 침수 위험 판단이 어려웠고, 개마 ㊤국사는 물막이판 등이 설치되어 있지 않으나 건물 출입구가 1m 높이에 위치하고 있어 0.5~1m의 침수가 발생하더라도 건물 내부로 우수가 유입될 가능성이 적을 것으로 예상된다.

[표 23] 침수 위험지역 통신국사의 침수 예방시설 설치 현황

연번	사업자	국사 명칭	등급	예상 침수 수위	물막이판	기타 시설	침수 위험
1	개개	㊥	A	1.0~2.0m	미설치	배수펌프	판단 곤란
2		㊤	D	0.5~1.0m	미설치	배수펌프	판단 곤란
3		㊦	B	0.5~1.0m	65cm	-	중간
4		㊧	D	0.5~1.0m	65cm	-	중간
5		㊨	D	0.5~1.0m	35cm	-	높음
6		㊩	D	0.5~1.0m	미설치	배수펌프 등	판단 곤란
7		㊪	D	0.5~1.0m	40cm	-	높음
8	개마	㊫	D	0.5~1.0m	미설치	출입구 높이 1m	낮음
9		㊬철도	D	0.5~1.0m	미설치	모래주머니	판단 곤란
10	개자	㊭	A	1.0~2.0m	1.5m	-	중간
11		㊮	B	0.5~1.0m	83cm	-	중간
12	내나	㊯	C	2.0~5.0m	50cm	-	높음

자료: 과기부 제출자료 재구성

이에 비해 개개 ㊦국사 등 4개는 물막이판이 설치되어 있으나 예상 최대 침수 수위보다 물막이판의 높이가 낮거나 지하주차장 출입구 등 다른 출입구가 있어 실제 강우량에 따라 건물 침수 여부가 달라질 것으로 전망되고, 특히 개개 ㊨국사와 내나 ㊫국사는 각각 35cm와 50cm의 물막이판이 설치되어 있으나 [그림 5]와 같이 500년 빈도 강우 시 예상 최저 침수 수위(각각 0.5m와 2.0m)보

46) 통신기계실, 통신망 관리실, 중앙감시실, 방재센터, 전력감시실, 전원설비 등을 의미

다도 낮은 등 3개 국사(㉠㉡ ㉠㉢국사 포함)는 현재 설치된 물막이판만으로는 침수위험에 충분한 대비가 되지 못할 우려가 있으므로 예방대책을 추가할 필요가 있다.

[그림 5] ㉠㉢국사(㉠㉡)와 ㉠㉣국사(㉠㉤)의 도시침수지도(500년 빈도 기준)

※ 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제9조 제1항 제7호의 규정에 따라, 해당 내용을 공개하지 않습니다.

마. 소결 및 관계기관 의견

2023년 UN 사무총장 안토니우 구테흐스는 지구 온난화의 시대가 지나고 지구가 끓는 시대가 왔다고 선언하였고, 2024년 1월 발표된 세계경제포럼(WEF)의 “글로벌 위험 보고서”(Global Risks 2024)에서는 향후 10년 내 직면할 글로벌 위험요인 중 1위로 기상이변이 선정되는 등 기후변화의 부작용은 예정된 미래이다.

과기부는 ‘통신재난관리 기본계획’을 수립하면서 태풍 등의 자연재난을 통신재난의 주요 위험요인의 하나로 분류하였고, 통신사업자도 경영공시 자료를 작성하면서 기후변화의 물리적 리스크를 분석하는 등 과기부와 통신사업자 모두 기후변화에 따른 집중호우 등이 통신시설에 미칠 수 있는 위험은 인식하고 있다.

그런데 이번 감사의 분석결과를 보면 같은 양의 강우가 발생하더라도 통신시설이 설치된 지역에 따라 예상되는 침수 위험에 큰 차이가 발생할 수 있으므로 국사 등 중요 통신시설의 경우 가급적 침수 위험이 낮은 지역에 설치하고, 침수 예상지역 내 설치가 불가피한 경우에는 예상되는 침수 수위에 맞게 물막이판 등의 침수 예방시설을 설치해 통신재난에 대비할 필요가 있다.

아울러 과기부는 환경부가 도시침수지도를 제공하고 있으므로 이를 통신설비

안전관리시스템과 연계하여 지역별 통신시설의 침수 위험을 분석한 후 이에 기초하여 통신사업자가 침수 예방조치를 이행하도록 하여 집중호우 등에 따른 침수 위험에 효과적으로 대비할 필요가 있다.

이에 대해 과기부는 향후 기후변화가 통신설비에 미칠 수 있는 영향을 기본계획에 반영할 수 있도록 과기부가 운용하는 ‘통신설비 안전관리시스템’에 환경부의 ‘도시침수지도’ 등을 적용하는 방안을 검토하고, 이를 바탕으로 취약지역 분류기준을 개선하고 수해 대비 점검의 구체적인 기준을 마련하겠다고 답변하였다.

#### 사. 조치할 사항

과학기술정보통신부장관은 환경부의 도시침수지도와 통신설비안전관리시스템을 연계하여 지역별 통신설비의 침수위험을 평가하고, 이를 기초로 통신사업자로 하여금 지역별 침수 예방조치를 이행하도록 하는 등 통신 시설에 대한 안전관리 방식을 합리적으로 개선하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

4. 문제점: ② 통신망 이원화 미흡 등으로 유사시 통신중단 우려

가. 분석의 대상

2024년 7월 기준으로 [가] 등 11개 기간통신사업자가 운영 중인 유·무선 통신 회선은 [표 24]와 같이 각각 4,616만 회선과 8,691만 회선이고, 통신망 이원화의 단위가 되는 국사도 2024년 말 현재 A~D급 국사 836개와 기타 국사 18,563개 등 총 19,399개가 설치·운영 중이다.

[표 24] 유·무선 통신서비스 이용 회선 현황(2024년 7월 기준)

구분	유선 통신서비스				무선 통신서비스(이동통신 기준)			
	계	인터넷	인터넷 전화	유선전화	계	휴대폰	가입자 기반 단말장치 (태블릿PC 등)	사물지능 통신(IoT)
회선 수 (만 회선)	4,616	2,451	1,108	1,057	8,691	5,683	418	2,590

자료: 과기부 통계자료 재구성

이번 감사에서는 감사 인력의 한계 등을 고려할 때 위 11개 기간통신사업자가 운영 중인 전체 통신 시설·회선을 대상으로 통신망 이원화 추진과 관련된 미래 위험을 분석하기 어려워 [가], [가], [가], [가] 등 4개 주요 통신사업자<sup>47)</sup>가 서울특별시와 인천광역시, 경기도 등 수도권 지역에서 운영 중인 통신 시설·회선을 표본으로 정해 통신망 이원화 대상시설 선정기준의 적정성 등을 점검하되, 추가적인 분석이 필요한 경우에는 점검대상 지역을 전국으로 확대하는 방식을 사용하였다.

47) [가]와 [가]는 동일한 사업자가 유·무선 통신서비스를 함께 제공 중이나, [가]의 경우 [가]는 유선 통신서비스를 제공하고 무선 통신서비스는 [가]가 제공 중



## 나. 분석의 필요성

정보화 시대의 발전에 따라 행정, 금융, 교통, 물류 등 인간 생활의 많은 부분이 통신망에 의존하게 되어 유·무선 통신망은 언제 어떤 상황에서도 끊임 없이 작동될 필요가 있다.

이에 따라 과기부는 정전, 자연재난(태풍 등), 통신 트래픽 증가, 화재, 통신 설비의 기능 결함 등 통신망 장애를 유발할 수 있는 주요 위험으로부터 정보통신 설비를 보호하고 통신재난을 예방하고자 「방송통신발전 기본법」 제28조와 제35조 등에 따라 통신설비의 안전성과 신뢰성 확보를 위한 기술기준을 정하고, 매년 수립 중인 ‘통신재난관리 기본계획’을 통해 통신재난 예방 대책을 추진하고 있다.

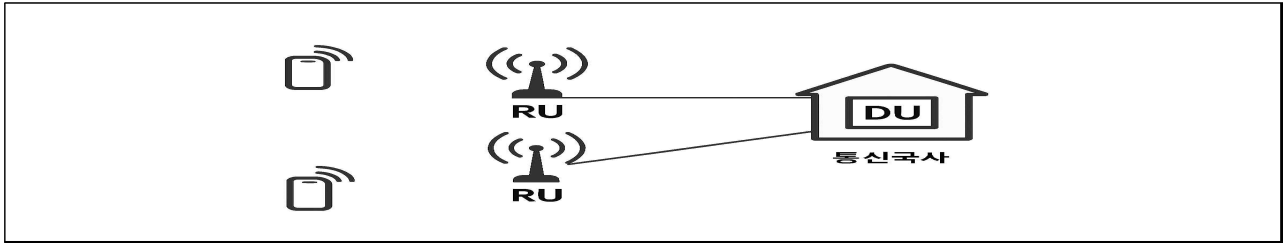
통신재난 예방 조치 중 통신망 이원화는 특정 통신선로·장비에 장애가 발생 하더라도 우회 경로를 통해 통신의 연속성을 보장<sup>48)</sup>할 수 있어 통신 중단 예방 효과가 크나, 통신선로·장비의 추가적인 구축·유지 비용이 수반되므로 모든 통신 회선을 이원화하는 대신 중요통신시설은 관할 통신회선을 의무적으로 이원화하고, 기타 국사는 통신사업자가 이원화 여부를 자율적으로 선택하도록 하고 있다.

그런데 「주요통신사업자의 통신시설 등급 지정 및 관리기준」(과기부 고시)은 기지국 수의 경우 [그림 6]과 같이 사용자 단말기와 무선신호를 직접 송·수신하는 말단기지국(RU: Radio Unit)이 아니라 말단기지국과 통신국사를 연결하는 중계 기지국(DU: Digital Unit) 수만을 기준으로 통신시설 등급을 분류하고 있는데, 통신장애 발생 시 무선 통신서비스가 중단되는 지역적 범위는 말단기지국 수에 따라 결정<sup>49)</sup>되므로 이와 같은 분류기준의 적정성에 대한 검토가 필요하다.

48) 2018년 11월 24일 ㉠국사 화재 당시 관할 지역 내 은행의 현금자동입출금기(ATM) 대부분을 이용할 수 없었으나, 24일의 통신회선을 우회 회선으로 확보하였던 ㉡은행의 ATM 기기는 정상 작동하였음

49) 통신 재난·장애 여부를 판단할 때에는 DU 수와 RU 수를 함께 고려함(4쪽 [표 1] 참고)

[그림 6] 무선 통신서비스 제공시설 구성도



자료: [대]협회 제출자료 재구성

한편 통신사업자의 국사 운영 현황을 보면, [표 25]와 같이 통신망 이원화 대상인 A~D급 중요 국사는 2019년 863개에서 2024년에는 이보다 27개가 적은 836개로 감소하였다. 이에 비해 통신망 이원화 의무가 없는 기타 국사는 2019년 24,513개에서 2024년에는 18,563개로 전체 규모는 감소하였으나 통신·교환설비 등이 설치된 통신국사<sup>50)</sup> 중 A~D급을 제외한 ‘기타 가급 국사’는 같은 기간 3,239개에서 4,325개로 1,086개가 증가하였는데, 이와 같은 ‘기타 가급 국사’의 증가원인도 확인할 필요가 있다.

[표 25] 중요통신시설과 일반통신시설(기타 국사) 변동 현황(2019~2024년)

(단위: 개)

구분	중요통신시설					기타 국사 <sup>1)</sup>			
	A급	B급	C급	D급	계	가급	나급 <sup>2)</sup>	다급	계
2019년	56	36	102	669	863	3,239	21,223	51	24,513
2020년	59	39	101	696	895	3,802	18,348	48	22,198
2021년	59	37	90	701	887	4,142	17,157	46	21,345
2022년	55	35	89	685	864	4,095	15,645	45	19,785
2023년	54	36	88	702	880	4,148	15,335	50	19,533
2024년	50	36	86	664	836	4,325	14,178	60	18,563

주: 1. 기타 국사 중 ‘가급’은 분기국사, ‘나급’은 기지국 집중국사, ‘다급’은 회선설비를 보유하지 않은 사업자의 교환·전송·선로 설비를 의미

2. 기타 나급 국사의 감소 원인은 적은 DU로도 RU 처리가 가능하게 DU의 성능이 개선된 데 따른 것으로 추정  
자료: 과기부 등 제출자료 재구성

50) 통신국사는 유·무선 교환설비 및 전송설비 등을 설치·운영·관리하기 위한 건축물로서, 통신국사와 사용자를 중계하는 분기국사와 기지국의 디지털 신호처리장치(DU)를 다수 집중화한 기지국 집중국사의 상위국사에 해당

## 다. 분석방법

### 1) 기지국 수에 따른 통신시설 등급 분류기준의 경우

중계기지국(DU)이 관할하는 말단기지국(RU) 수가 통신사업자나 지역에 관계 없이 같을 경우 중계기지국 수를 기준으로 국사 등급을 정하더라도 사실상 말단 기지국 수가 반영되나, 사업자별·지역별로 1개 중계기지국이 관할하는 말단기지국 수에 차이가 있는 경우에는 중계기지국 수가 하위 말단기지국 수를 대표한다고 보기 어렵다.

그런데 이번 감사를 위한 자료수집과정에서 **가마**<sup>51)</sup>를 대상으로 중계기지국 수와 말단기지국 수의 비율(RU/DU)을 확인한 결과 [표 26]과 같이 전국적으로 1개 중계기지국에 평균 11.0개의 말단기지국이 연결되어 있었으나, 권역별로는 동부권(7.6개)에 비해 수도권(15.6개)은 2배 이상의 말단기지국이 연결되어 있는 등 편차가 크게 발생하고 있었고, 같은 권역 내에서도 지역에 따라 중계기지국 당 말단기지국 수에 차이가 있을 것으로 예상되었다.

[표 26] **가마**의 권역별 중계기지국 수와 말단기지국 수의 비율(2023년 말 기준)

(단위: 개)

구분	평균	수도권 (서울, 인천, 경기도)	동부권 (대구, 울산, 부산, 경상남·북도)	서부권 (광주, 전라남·북도, 제주도)	중부권 (강원도, 대전, 세종, 충청남·북도)
1개 중계기지국의 말단기지국 수	11.0	15.6	7.6	9.4	11.8

자료: 과기부 제출자료 재구성

이에 따라 이번 감사에서는 **가가**, **가마**, **가바** 등 3개 통신사업자가 수도권 지역에서 운영 중인 통신시설의 중계기지국과 말단기지국 현황자료를 제출받아 중계기지국(DU) 수를 기준으로 한 현행 통신시설 등급 분류기준이 통신장애

51) 2024년 이전에는 매년 통신사업자가 DU나 RU 중 1개 정보만 과기부에 제출하였으나 **가마**는 2개 정보를 모두 제출해 **가마** 자료를 분석하였고, 2025년부터는 모든 통신사업자가 2개 정보를 모두 제출 중임

발생 시 피해 범위를 제대로 반영하고 있는지 등을 분석하였다.

다만, 말단기지국을 이용한 무선 통신서비스(휴대폰 통화 등)는 설치 지역에 따라 말단기지국의 일평균 서비스 이용량과 중요도 등에 차이가 있으나, 이번 감사에서는 이와 같은 개별 말단기지국의 특성은 고려하지 않고 말단기지국 수만을 기준으로 통신중단 시 피해 범위를 산정하였다.

## 2) 통신국사 중 중요 시설이 감소한 원인의 경우

통신사업자가 운영 중인 국사 등 통신시설의 수와 유형은 지역별 서비스 사용자 증감 반영이나 통신망 구성의 효율성 제고 등 다양한 목적으로 변경되고 있고, 감사 인력 등의 한계를 고려할 때 2024년 말 현재 4,325개에 달하는 기타 가급 국사의 분류 적정성 등을 전수 조사하기 어렵다.

이에 따라 이번 감사에서는 2018년 11월 화재로 대규모 통신장애가 발생하였던 [가] [가] ㉠국사를 사례로 ① ㉠국사와 하위국사의 등급 변화 여부 및 그 사유, ② 통신시설 구성 변경에 따른 통신망 이원화 효과의 변화 여부 등을 분석하는 위주로 감사를 실시하였고, [가] [가] ㉠국사의 사례에서 확인된 문제 중 다른 통신사업자나 지역에서도 유사한 문제가 있을 것으로 추정되는 경우 분석대상을 확대하였다.

## 라. 분석결과

### 1) 기지국 수에 따른 통신시설 등급 분류기준 불합리

[가] [가], [가] [가], [가] [가] 등 3개 통신사업자가 수도권 지역에서 운영 중인 A~D급 중요통신시설 64개<sup>52)</sup>와 기타 가급 국사 311개<sup>53)</sup>를 대상으로 국사당 말단기지국 수를 분석한 결과, [표 27]과 같이 말단기지국 수가 1,100개<sup>54)</sup> 미만인 2개 국사는

52) [가] [가], [가] [가], [가] [가] 등 3개 통신사업자가 수도권 지역에서 운영 중인 A~D급 중요통신시설 227개 중 DU를 100개 이상 수용하고 있어 D급 이상으로 분류된 64개를 대상으로 분석

53) 유선 회선만 있는 기타 가급 국사는 제외하고 기지국을 관할하는 기타 국사 가급 311개를 대상으로 분석

중요 국사로 분류되어 통신망을 이원화한 데 비해 1,100개 이상인 48개 국사는 기타 국사로 분류되어 그중 23개만을 자율적으로 이원화하였으며, 나머지 25개는 의무적인 통신망 이원화 대상에서 제외되어 있었다.

[표 27] 수도권 소재 국사 관할 말단기지국 수 현황

구분	A~D급 중요 국사			기타 가급 국사		
	계	말단기지국 1,100개 이상	말단기지국 1,100개 미만	계	말단기지국 1,100개 이상	말단기지국 1,100개 미만
국사 수(개)	64	62	2	311	48	263

자료: 과기부 제출자료 재구성

특히, 통신사업자별로 가장 많은 말단기지국을 수용 중인 기타 가급 국사를 확인한 결과 [표 28]과 같이 ㉠㉠ 국사 등 3개가 1,574개에서 1,873개까지 말단기지국을 수용하고 있음에도 중계기지국 수가 100개 미만이라는 사유로 중요 통신시설로 분류되지 않은 반면, ㉠㉠ 국사는 말단기지국 수가 473개이나 중계기지국 수가 140개라는 사유로 중요통신시설(D급)로 분류되어 있었다.

[표 28] 통신사업자별 말단기지국을 최다 수용 중인 기타 가급 국사 현황(수도권 기준)

통신사업자	국사 명칭	국사 등급	중계기지국(DU) 수	말단기지국(RU) 수	RU/DU 비율
㉠㉠	㉠㉠	기타 가급 국사	51개	1,574개	30.8
㉠㉠	㉠㉠	기타 가급 국사	78개	1,873개	24
㉠㉠	㉠㉠	기타 가급 국사	76개	1,698개	22.3
㉠㉠	㉠㉠	D급	140개	473개	3.4

자료: 과기부 제출자료 재구성

이와 같이 국사의 중계기지국(DU) 수만을 기준으로 중요도를 분류하고 있는 현행 등급 지정기준은 통신장애 발생 시 실제 피해 규모를 제대로 반영하지 못해 상대적으로 통신망 이원화의 필요성이 큰 국사들이 이원화 대상에서 누락될 수

54) 현행 「주요통신사업자의 통신시설 등급 지정 및 관리 기준」(과기부 고시)은 관할 중계기지국(DU) 수 100개를 기준으로 중요·기타 통신시설을 구분하고 있는데, ㉠㉠의 경우 1개 중계기지국(DU) 당 관할 말단기지국(RU)의 수가 11.0개(2023년 기준)인 점을 고려하여 말단기지국 수 1,100개를 기준으로 국사의 등급 분류 실태를 분석

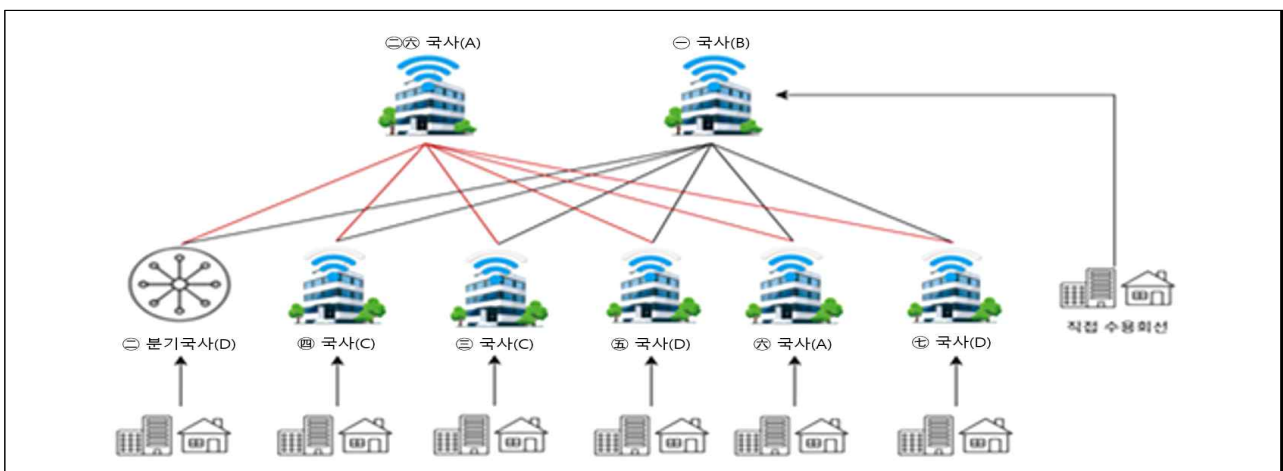
있으므로 통신시설 등급 지정 시 말단기지국(RU) 수를 반영할 필요가 있다.

## 2) 통신국사 직접 수용 회선 증가로 통신망 이원화 효과 감소

2018년 11월 통신구 화재 발생 시 ㉠국사 관할 유선회선(유선전화, 인터넷 등) 56.1만 회선과 기지국 3,724개의 이용이 중단되었는데, 당시 ㉠국사와 하위국사 6개 모두 중요통신시설로 지정되지 않아 통신망이 이원화되어 있지 않았다.

이후 2019년 과기부는 ㉠국사(B급)와 6개 하위국사<sup>55)</sup> 모두를 중요통신시설로 지정하였고, ㉠국사는 2020년 [그림 7]과 같이 하위 6개 국사에 ㉠㉡국사(A급)로 연결되는 우회 통신선로를 추가 설치하는 방식으로 통신망 이원화를 완료하였다.

[그림 7] 2020년 통신망 이원화 완료 후 ㉠국사의 통신망 구조



자료: ㉠국사 제출자료 재구성

다만, ㉠국사 관할 6개 하위국사에 대한 통신망 이원화가 완료된 2020년 말 기준 ㉠국사는 총 617,567회선의 유선회선을 수용하고 있었는데, 그중 458,705회선은 6개 하위국사를 경유해 통신망이 이원화되었으나, 158,862회선은 하위국사 경유 없이 주택, 상가, 사무실 등에서 상위국사인 ㉠국사로 직접 연결되어 있었고

55) ㉠국사 화재 이후, 등급 지정 기준이 강화되어 ㉡국사는 A급, ㉡·㉢국사는 C급, ㉣·㉤국사 및 ㉠분기국사는 D급으로 지정

이후 2021년부터 ㉠㉡가 ㉠국사의 하위국사에 대한 국사 이전 및 통폐합을 추진하면서 통신망 구조가 변경되었는데, [그림 8]과 같이 2024년 7월의 경우 ㉠국사(B급)의 등급에는 변화가 없었으나 과거 중요통신시설로 분류되었던 6개 하위국사 중 ㉢국사(C급)만 등급이 유지되었고, ㉣·㉤국사(D급)와 ㉥분기국사(D급) 및 ㉦국사(C급)는 등급이 기타 급으로 하향<sup>56)</sup>되어 중요통신시설에서 제외되었으며, ㉧국사는 상위국사가 ㉠국사에서 ㉣㉤·㉥㉦국사로 변경되었다.

이와 같이 ㊟ 등 4개 하위국사의 등급이 하향된 것은 하위국사를 경유하던 유선회선 중 일부를 ㊟국사에 직접 연결하는 것으로 통신망 구성방식이 변경되어 하위국사의 유선회선 수가 감소한 것이 주요 원인으로, ㊟국사의 직접 수용 회선 수는 2020년 158,862회선에서 2024년에는 261,834회선으로 늘어났다.

- 41 -

㉔국사를 경유하는 61,363회선의 통신망 이원화가 해제<sup>57)</sup>되고 ㉔국사에 직접 수용된 261,834회선도 통신망이 이원화되지 않았으며, 전체 유선회선 중 이원화 조치가 없어 유사시 통신장애가 발생할 가능성이 있는 회선의 수가 2020년 617,567회선의 25.7%인 158,862회선에서 2024년 7월에는 486,629회선의 66.4%인 323,197회선으로 늘어났다.

[표 29] ㉔국사 관할 유선회선의 이원화 효과 비교

구분	전체 회선 수	이원화 조치 (중요 하위국사 경유)	이원화 미조치		
			소계	㉔국사 직접 수용	이원화 비대상 (기타 국사 가급 경유)
2020년 말	617,567회선	458,705회선	158,862회선	158,862회선	-
2024년 7월	486,629회선	163,432회선	323,197회선	261,834회선	61,363회선

자료: ㉔㉔ 제출자료 재구성

그리고 등급이 하향(D급→기타 가급 국사)된 ㉔㉔ 국사를 추가로 분석한 결과 [표 30]과 같이 ㉔㉔국사는 2020년 D급이었으나 수용 유선회선 일부를 상위국사(㉔㉔국사)의 직접 수용 회선으로 변경하면서 기타 가급 국사로 등급이 하향<sup>58)</sup>되는 등 상위국사의 직접 수용 회선 증가로 하위국사가 중요 국사에서 통신망 이원화 의무가 없는 기타 국사로 변경되거나 폐국된 사례가 7건 추가로 확인되었다.

[표 30] ㉔㉔ 상위국사의 직접 수용 회선 증가에 따른 하위국사 등급 하향조정 현황

(단위: 회선)

상위국사		㉔㉔(B급)		㉔㉔(C급)	㉔㉔(D급)	㉔㉔(B급)	㉔㉔(B급)	㉔㉔(D급)
하위국사		㉔㉔	㉔㉔	㉔㉔	㉔㉔	㉔㉔	㉔㉔	신㉔㉔
하위국사	기존등급	D급	D급	D급	D급	D급	D급	D급
등급 조정	조정 후 등급	기타가급 <sup>㉔)</sup> 국사	기타가급국사	기타가급 국사	기타가급 국사	기타가급 국사	폐국	폐국
상위국사	2021년	154,807		132,713	70,347	125,734	235,575	34,765
직접 수용회선	2024년	194,490		157,740	98,602	144,418	254,570	54,567

주: ㉔㉔·㉔㉔·㉔㉔·㉔㉔·㉔㉔국사(D급)는 폐국 후 인근에 동일한 이름의 기타 가급 국사를 신축하였으며, ㉔㉔·신㉔㉔국사는 폐국

자료: ㉔㉔ 제출자료 재구성

57) ㉔국사의 경우 등급 하향에도 불구하고 ㉔㉔국사로의 우회선로가 그대로 유지되고 있음  
58) D급 국사를 폐국 후 인근에 동일한 이름의 기타 가급 국사를 신축



이에 따라 [가가], [가사], [가마] 등 3개 주요통신사업자가 전국에서 운영 중인 국사의 직접 수용 회선 현황을 분석한 결과, [표 31]과 같이 2024년 말 기준 76개의 국사가 10만 회선 이상의 직접 수용 회선을 보유 중인 것으로 나타났으며, 2024년 10월 기준 A~D급 중요 국사 중 이원화 대상인 834개 국사<sup>59)</sup>의 통신망 이원화가 완료된 것으로 확인되었으나 통신망 이원화 의무가 없는 직접 수용 회선을 포함한 전체 유선회선 기준으로는 통신망 이원화의 효과가 훨씬 적을 것으로 추정<sup>60)</sup>된다.

[표 31] 10만 회선 이상의 직접 수용 회선을 보유한 국사 현황(2024년 말 기준)

구분	계	10만~20만 회선	20만~30만 회선	30만~40만 회선	40만 회선 이상
[가가]	51개	44개	4개	1개	2개
[가사]	23개	18개	4개	1개	-
[가마]	2개	2개	-	-	-
합계	76개	64개	8개	2개	2개

자료: [가가] 등 3개 통신사업자 제출자료 재구성

특히, [표 32]와 같이 위 10만 회선 이상을 직접 수용하고 있는 국사의 직접 수용 회선 수는 전체 유선회선 37,278,144회선의 31.6%인 11,794,590회선으로 해당 국사 기능에 장애가 발생할 경우 통신망이 이원화되지 않은 직접 수용 회선을 중심으로 대규모 통신중단 사태가 발생할 수 있어 통신망 이원화의 실효성 제고를 위해서는 직접 수용 회선 수를 제한하는 등의 조치가 필요하다.

[표 32] 직접 수용 회선 수가 10만 회선 이상인 국사의 직접 수용 회선 현황(2024년 말 기준)

구분	계	[가가]	[가사]	[가마]
전체 유선회선 <sup>주)</sup> (A)	37,278,144회선	21,387,183회선	6,984,125회선	8,906,836회선
직접 수용 회선 수가 10만 회선 이상인 국사의 직접 수용 회선(B)	11,794,590회선	7,895,431회선	3,596,096회선	303,063회선
비율(C=B/A)	31.6%	36.9%	51.5%	3.4%

주: 전체 유선회선은 유선전화, 인터넷 전화, 인터넷 등의 이용을 위한 회선 수의 합계를 의미

자료: [가가] 등 3개 통신사업자 제출자료 등 재구성

59) 836개 중 지하철통신구 2개는 이원화 대상에서 제외  
 60) 기타 가급 국사 경유 회선, 상위국사 직접 수용회선 등 통신망 이원화 의무가 없는 회선의 경우에도 통신사업자가 이원화 조치를 자율적으로 추진 중이나 과기부가 정확한 실적을 파악하는 것은 어려움

#### 마. 원인분석

위와 같이 통신장애 발생 시 무선 통신서비스 피해 범위가 상대적으로 넓은 국사가 중요통신시설로 지정되지 않고 있고, 유선통신 회선의 상당수가 하위국사 경우 없이 상위국사에 직접 연결되어 통신망이 이원화되지 않은 것은 과기부가 중요통신시설 지정기준 수립 및 통신망 이원화를 추진하면서 실제 통신망 구조를 제대로 반영하지 않은데 그 원인이 있다고 판단된다.

중요통신시설 지정기준의 경우 국사가 관할하는 중계기지국(DU)과 말단기지국(RU) 수의 비율이 통신사업자나 지역에 따라 편차가 크게 발생하고 있어 통신 시설 등급 분류 시 중요도를 반영하기 위해서는 중계기지국 수와 말단기지국 수를 함께 고려할 필요가 있으나, 과기부는 2019년 기지국 수에 따른 통신시설 등급 분류기준을 마련하면서 통신사업자나 지역에 관계없이 중계기지국과 말단기지국 수의 비율이 비슷하다는 전제하에 중계기지국 수만을 기준으로 등급을 분류하도록 한 것으로 보인다.

아울러 통신사업자들은 통신망이 이원화된 하위국사 경우 회선보다 이원화 의무가 없는 상위국사 직접 수용 회선을 늘리는 것으로 통신망 구조를 변경하고 있으나, 과기부는 직접 수용 회선 확대를 억제하지 않은 채 하위국사 경우 회선만을 기준으로 통신망 이원화 효과를 관리하고 있어 향후 ㉠국사의 사례와 같은 대규모 통신중단 사태가 재발할 우려가 있다.

#### 바. 소결 및 관계기관 의견

과기부는 과거 통신시설(국사)의 지역적 관할범위를 기준으로 중요도를 판단하다가 2019년부터 통신 중단 시 실질적 피해 범위를 반영할 목적으로 통신시설

등급 분류기준에 기지국 수와 유선 회선 수를 추가하는 등 분류기준을 개선하였고, 통신재난을 예방할 목적으로 통신망 이원화 조치도 추진하고 있다.

그런데 이번 감사에서 확인한 결과 기지국 수에 따른 통신시설 등급 분류 기준의 경우 실질적 피해 범위를 결정하는 말단기지국 수를 고려하지 않아 상대적으로 피해 범위가 작은 통신시설은 중요 시설로 분류하면서 피해 범위가 큰 시설이 기타 시설로 분류되어 있었고, 통신망 이원화 의무가 없는 상위국사 직접 수용 회선이 증가하면서 통신망 이원화 효과가 감소하고 있는 문제도 확인되었다.

이에 대해 과기부는 통신시설의 등급 지정 시 중계기지국(DU) 외에 말단 기지국(RU) 수를 반영해야 할 필요성에 공감하며, 산학연 연구반을 구성해 말단 기지국 반영을 위한 기준 검토 등을 추진하겠다는 의견을 제시하였다.

아울러 통신망 이원화 의무가 없는 ‘기타 가급’ 분기 국사가 신설되어 전체 통신시설에서 차지하는 비중이 증가할 경우 통신망 이원화 효과성이 감소할 것으로 보이며, 중요통신시설이 수용하는 회선 중 통신국사에 직접 수용되는 회선이나 이원화되지 않은 하위국사를 통해 수용되는 회선의 비중을 제한하는 등 통신장애에 영향을 받는 회선을 감소시키는 방안을 검토하겠다고 답변하였다.

#### 사. 조치할 사항

과학기술정보통신부장관은 ① 무선망의 경우 중계기지국 외에 말단기지국 수를 고려하여 통신국사 등급을 정하는 것으로 등급 분류기준을 합리적으로 개선하고, ② 유선망의 경우 상위국사 직접 수용 회선에 대한 이원화 필요성을 재검토하는 등 통신국사의 기능 장애 시 통신단절 위험이 최소화될 수 있도록 개선하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

### 제3절 데이터센터 전력 수급관리 분야

#### 1. 데이터센터 전력수급 관련 국내외 대응 동향

##### 가. 주요 외국의 사례

세계 주요 국가들은 최근 인공지능 등 데이터 기반 산업의 급성장으로 데이터 센터가 신설되면서 전력소비량이 늘어나자 발전소 추가 건설 등을 통해 전력공급 능력을 확대하는 한편 에너지 이용효율 향상을 통해 데이터센터 전력수요 증가를 억제하는 정책을 함께 시행하고 있다.

주요 국가들의 데이터센터 전력수요 대응을 위한 전력공급 능력 확대 계획을 보면, [표 33]과 같이 2023년 9월 현재 전 세계 데이터센터의 약 33%인 2,701개를 보유하고 있는 미국의 경우 2050년까지 신규 원전 건설 및 기존 원전 재가동을 통해 원자력 발전용량을 3배 확대한다는 계획을 발표하였고, 영국과 프랑스 등도 유사한 계획을 발표하였거나 실제 사업을 추진하고 있다.

[표 33] 주요 국가의 데이터센터 관련 전력공급 능력 확대 방안

구분	전력공급 능력 확대 방안의 주요 내용
미국	• 2050년까지 신규 원전 건설 및 기존 원전 재가동을 통해 원자력 발전용량을 3배 확대기로 발표(2024년 11월)
영국	• 2050년까지 신규 원전 8기를 건설하는 등 70년 만에 최대 규모의 원자력 발전 확대 계획 발표(2024년 1월)
프랑스	• 기존 원전 56기의 수명을 50년 연장하고, 신규 원전 14기를 건설한다는 계획 발표(2022년 2월)
중국	• 2025년까지 1,500개의 대형 데이터센터와 원전 47기를 건설하는 프로젝트 진행 중

자료: 국회도서관, “글로벌 데이터센터 지형도”(2024년 12월) 재구성

한편, 데이터센터 전력수요 증가 억제를 위한 에너지 이용효율 개선 정책 추진 사례를 보면, [표 34]와 같이 미국은 연방정부 데이터센터의 전력사용효율

(PUE: Power Usage Effectiveness)<sup>61)</sup> 목표를 1.2~1.5로 설정한 후 2016~2022년 사이 목표에 미달하는 연방정부 데이터센터 6,000개 이상을 통폐합하는 방식으로 에너지 이용효율을 높이고 66억 달러의 비용도 절감하였다.

[표 34] 주요 국가의 데이터센터 에너지 이용효율 개선 대책 추진 현황

구분	관련 규정 등	에너지 이용효율 개선 대책 등 주요 내용
미국	데이터센터 최적화 이니셔티브(2016년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연방정부 데이터센터의 PUE 목표를 1.2~1.5로 설정하고, 2016~2022년 사이 해당 목표에 미달하는 연방정부 데이터센터 6,000개 이상을 통폐합</li> </ul>
중국	신형 데이터센터 발전 3년 행동계획(2021년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2021년부터 신규 대형 데이터센터는 PUE 1.35 이하로 구축하도록 의무 부과</li> </ul>
독일	에너지 효율법 (2023년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2026. 7. 1.부터 데이터센터는 PUE 1.2 이하로 건축해야 하고, 비중복 전기 정격용량이 0.3MW 이상인 데이터센터에 대해 PUE와 총소비전력 등 공개의무 부과</li> </ul>
EU	EU 에너지 효율에 관한 지침	<ul style="list-style-type: none"> <li>2024년 5월부터 IT 장비의 정격용량이 0.5MW 이상인 데이터센터는 PUE, 에너지 소비량, 데이터양 등을 공개하도록 의무 부과</li> </ul>

자료: ㉔㉔연합회, “비수도권 메타버스 등 데이터센터 건립 연구 용역”(2023년 12월) 재구성

또한, 중국은 2021년부터 신규 대형 데이터센터를 PUE 1.35 이하로 구축토록 하고 있고, 독일과 EU도 데이터센터의 PUE 목표를 직접 설정하거나 PUE 수준 공개를 통해 간접적으로 에너지 이용효율 개선을 유도하는 등 데이터센터의 전력 사용량을 억제하기 위한 정책을 시행 중이거나 시행할 계획이다.

## 나. 우리나라의 대응 현황

국내의 경우 국립전파연구원에서 에너지 이용효율이 높은 그린 데이터센터 구축을 위한 표준<sup>62)</sup>을 제정·시행하고 있고 ㉔㉔연합회가 ‘그린 데이터센터 인증 제도’<sup>63)</sup>를 운영하고 있으나, 이는 에너지 효율적인 그린 데이터센터의 구축방안을 제

61) 데이터센터 전력사용은 IT 장비(서버 등) 외에 냉각장치 등에서도 발생하고 있는데, PUE는 데이터센터의 연간 총 전력사용량을 IT 부문 전력사용량으로 나눈 값으로, 1에 가까울수록 전력 이용효율이 높은 것으로 판단

62) 국립전파연구원에서 2012. 9. 7. ‘그린 데이터센터 구축지침’(KCS.KO-09.0065)을 제정하였고, 2024. 12. 27. 이를 개정함

시하는 것이거나 민간의 자율적인 인증 관련 사항으로서 데이터센터 사업자가 이를 따라야 할 의무는 없다.

정부 차원 대책의 경우 2022년 11월 ‘지능정보사회 종합계획’(관계부처 합동)을 수립하면서 신규 데이터센터의 전력사용효율 기준(PUE)을 설정하기로 하였으나 2024년 말까지 이행실적이 없는 등 데이터센터의 PUE 목표 설정이나 PUE 수준 공개와 관련한 정부 차원의 제도는 도입되어 있지 않다.

한편, 데이터센터 전력수요 증가에 따른 전력공급 능력 확대 방안의 경우 산업부는 과거 향후 전력수요 예측 및 전력 공급설비(발전소, 송·변전 설비 등) 건설계획 등을 포함하는 전기본을 수립하면서 데이터센터 전력수요를 별도로 예측·반영하지 않았다.

그러나 산업부는 2023. 1. 23. 확정된 제10차 계획 수립 시부터 데이터센터에 대한 향후 전력수요를 별도로 예측한 후 이를 기초로 전력 공급설비 건설계획을 수립하는 등 데이터센터에 전력을 안정적으로 공급하고자 노력하고 있다.

다만, 세계에너지기구는 2026년 기준으로 아일랜드의 경우 총전력수요의 약 32%가 데이터센터에서 발생하고, 미국의 경우 총전력수요의 6%가 데이터센터에서 발생할 것으로 전망하고 있는데, 산업부는 2025. 2. 21. 공고한 제11차 전기본에서 2026년의 경우 국내 총 전력수요 565.4TWh의 1.9%인 11TWh가 데이터센터에서 발생할 것으로 낮게 전망하고 있는바 이번 감사에서 산업부 전력수요 예측 방식의 정확도 등을 검증하였다.

---

63) 데이터센터의 PUE 등을 측정해 에너지 이용효율이 높은 데이터센터에 Platinum, Gold 등의 인증등급을 부여하는 것으로, 제도 도입 초기인 2012~2013년에는 매년 6개 데이터센터가 신규 인증을 받았으나 2017~2023년에는 매년 신규로 인증을 받는 데이터센터가 없거나 1개뿐인 등 인증 건수가 감소 추세

## 2. 문제점: ① 데이터센터 전력수요 합리화를 위한 PUE 목표 등 미도입

### 가. 분석의 대상

앞서 살펴본 바와 같이 미국과 중국, EU 등 세계 주요 국가들은 데이터센터 증설에 따른 전력 문제에 대응하기 위해 전력공급 능력 확대와 함께 데이터센터의 전력 이용효율을 높여 전력수요 증가를 억제하는 방안을 함께 시행 중이다.

이에 비해 우리나라의 경우 향후 데이터센터에 대한 전력수요를 전망해 전력 공급 능력을 확대하는 방안은 도입 중이나, 데이터센터의 전력 이용효율을 높이기 위한 PUE 관리목표 도입 등의 방안은 시행하지 않고 있다.

이번 감사에서는 국내에서 운영 중인 주요 데이터센터의 PUE를 측정해 주요 외국과 비교하는 방식으로 PUE 관리목표 도입의 필요성을 분석하였는데, 우리나라의 경우 과기부와 행안부, 산업부 등 각 부처가 관리 중인 자료가 서로 달라 국내 데이터센터 현황조차 정확히 파악하기 어려웠다.

이에 따라 감사원은 한전이 관리 중인 대용량 전력 사용자 현황자료, 한국 전기안전공사가 관리 중인 데이터센터 필수 장비인 무정전 전원공급장치(UPS: Uninterruptible Power Supply system) 설치 현황자료 등을 제출받아 국내에서 운영 중인 데이터센터에 대한 실태조사를 먼저 실시한 후 전산실 면적과 사용전력 등을 기준으로 주요 데이터센터 316개를 선정하여 PUE 수준을 분석하였다.

### 나. 분석의 필요성

#### 1) 국내 데이터센터 실태조사의 경우

데이터센터 현황자료는 데이터센터 지원계획의 수립, 에너지 이용효율 분석,

장래 전력수요 전망 등 다양한 정책 결정의 기초가 되므로 공신력 있는 통계를 작성·관리할 필요가 있다.

그런데 「에너지 효율법」(The Energy Efficiency Act)에 따라 전기 정격용량이 0.3MW 이상인 데이터센터에 대해 신고의무를 부과하고 있는 독일이나 「에너지 효율지침」(Energy Efficiency Directive)에 따라 IT 장비의 전기 정격용량이 0.5MW 이상인 데이터센터에 대해 에너지 소비량과 PUE 등의 공개의무를 부과하고 있는 EU와 다르게 우리나라의 경우 사업자 부담 경감 등을 목적으로 데이터센터 운영 현황에 대한 신고 또는 공개의무를 부과하는 제도가 도입되어 있지 않다.

이에 따라 [표 35]와 같이 과기부, 행안부, 산업부 등 데이터센터 관련 업무를 수행 중인 다양한 기관이 개별 법률에 따라 데이터센터 현황자료를 작성·관리하고 있으나 자료 수집방법이나 관리 중인 데이터센터 수 등이 모두 다른 실정으로, 국내 데이터센터 운영 현황을 종합적으로 파악하고 향후 통계 작성·관리 방식을 개선하기 위해서는 실태 분석이 필요하다.

[표 35] 국내 데이터센터 관련 통계 현황(2024년 6월 기준)

구분		데이터센터 수	자료 수집근거 및 수집방법
과기부	인터넷진흥과	85개	▪ 「지능정보화 기본법」 제40조에 따른 지원대상인 500㎡ 이상 민간 데이터 센터를 파악한 것으로, 관련 연구용역 시 현황조사를 추가하는 방식 활용 등
	디지털기반안전과	89개	▪ 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」 제46조에 따른 보호대상인 500㎡ 이상 민간 데이터 센터를 파악한 것으로, 데이터센터연합회 자료와 인터넷 검색 방식 활용
행안부		97개	▪ 「지능정보화 기본법」 제40조 등에 따라 공공 데이터센터를 파악한 것으로, 행정기관과 공공기관이 범정부 포털에 등록된 정보시스템 운영시설 현황자료를 활용(정보시스템 운영시설 총 1,399개, 주요 데이터센터 97개)
산업부	한전	148개	▪ 「전기사업법」 제25조에 따른 전기본에 포함되는 데이터센터 전력수요 예측 등을 위해 현황자료를 관리 중이며, 한국데이터센터연합회 자료와 대용량 전력 사용고객 정보 등을 활용
	전기안전공사	785개	▪ 「전기안전관리법」 제11조에 따라 전기사업자 등이 정기적으로 전기설비에 대한 정기검사 등을 받는 과정에서 데이터센터 필수장비인 무정전 전원장치 설치장소를 확인하는 방법 등으로 데이터센터 현황정보를 생산·관리

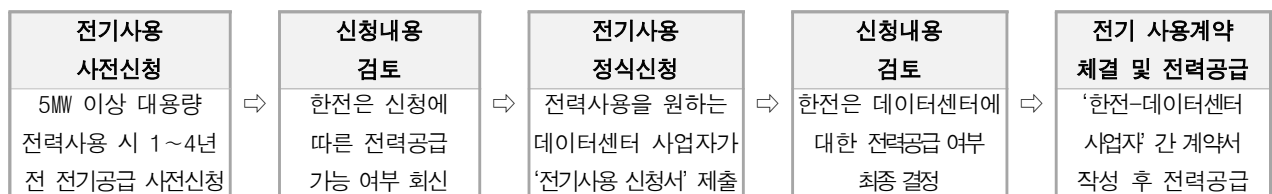
자료: 「지능정보화 기본법」 등 관계 법령 및 과기부 등 제출자료 재구성



## 2) 국내 데이터센터 PUE 수준의 경우

데이터센터와 같이 5MW 이상의 대용량 전력을 사용하려는 경우 [그림 9]와 같이 사용자가 「전기사업법」 제14조와 같은 법 시행령 제5조의5 등에 따라 전력 사용 예정일로부터 1~4년 전<sup>64)</sup>까지 한전에 ‘전력수전 예정통지서’를 제출하는 방식으로 전기공급을 사전에 신청(이하 “사전신청”이라 한다)해야 하고, 이를 접수한 한전은 전력공급 가능 여부를 1차적으로 검토하고 그 결과를 회신하고 있다.

[그림 9] 대용량 전력사용 신청에 대한 업무처리 흐름도



자료: 「전기사업법」 등 관련 규정 및 한전 ‘기본공급약관’ 등 재구성

이후 대용량 전력을 사용하려는 데이터센터 사업자는 한전의 전기 공급약관(기본공급약관)<sup>65)</sup> 제8조에 따라 전기사용을 신청(이하 “정식신청”이라 한다)해야 하며, 한전은 정식신청 내용을 검토하여 전력공급 가능 여부를 최종적으로 판단한 후 전기공급이 가능한 경우 전기사용 계약을 체결하고 있다.

그런데 2023년 1~6월에 한전이 데이터센터를 신설하려는 사업자로부터 전기사용 사전신청을 받은 후 전력공급 가능 여부를 회신한 계 650건의 검토 결과를 보면, [표 36]과 같이 그중 51.1%인 332건은 실제 데이터센터를 설치·운영하기 위한 목적이 아니라 전력공급을 확보한 후 토지를 비싼 가격에 매각하기 위한 가(假)수요<sup>66)</sup> 등으로 판단하였는데, 이를 모두 가수요라고 단정적으로 판단하기는 어렵다.

64) 사용 전력량에 따라 ① 5MW 이상 10MW 미만은 1년 전까지, ② 10MW 이상 100MW 미만은 2년 전까지, ③ 100MW 이상 300MW 미만은 3년 전까지, ④ 300MW 이상은 4년 전까지 신청해야 함

65) 「전기사업법」 제16조에 따라 한전이 작성한 후 산업부의 인가를 받아야 함

66) 동일인이 여러 건의 전기사용 사전신청을 제출하거나 같은 장소에 여러 명이 전기사용 사전신청을 제출한 경우가 상당 수를 차지함

[표 36] 데이터센터 관련 전력사용 사전신청에 대한 한전의 검토 결과(2023년 1~6월)

구분	계	전력수요 불인정	전력수요 인정		
			소계	공급 가능	공급 불가
건수(건)	650	332	318	84	234
사용신청 전력(MW)	41,513	20,858	20,655	5,718	14,937

자료: 한전 제출자료 재구성

또한, 한전이 데이터센터 신설·운영 목적의 전력사용 예비신청으로 인정한 318건의 경우에도 26.4%인 84건만 전력공급이 가능하고, 73.6%인 234건은 송·변전 설비 부족 등으로 전력공급이 불가능한 것으로 회신하여 데이터센터 신축사업 추진이 중단되는 등 국내의 경우 이미 전력 부족으로 데이터센터 신축이 제한되고 있어 데이터센터의 전력 효율을 높여야 할 필요성이 크다.

그런데 국내 데이터센터의 PUE 수준은 과기부(구 미래창조과학부)가 2015년에 가이협회에 의뢰해 2.66으로 조사되었고 2022년에 가자연합회가 에너지 이용효율이 높은 것으로 인증된 그린 데이터센터를 분석한 결과 1.62로 조사되어, 2015년에 비하여 에너지 효율이 향상되었고 글로벌 데이터센터 평균(2023년 기준 1.58)과 비슷한 것으로 나타났으나 이를 전체 데이터센터의 에너지 이용효율 수준으로 보기 어려워 이번 감사에서 국내 주요 데이터센터의 PUE 수준을 분석하였다.

## 다. 분석방법

### 1) 국내 데이터센터 실태조사의 경우

감사원은 국내에서 운영 중인 데이터센터를 확인하기 위해 과기부, 행안부, 산업부(한전)가 보유하고 있는 데이터센터 현황자료를 제출받았고, 이와 함께 데이터센터는 대용량의 전력을 소비하고 무정전 전원공급 장비가 필수적으로 설치

되고 있는 점을 고려하여 1MW 이상의 전력 사용자 현황자료(한전)와 무정전 전원 공급장비(UPS)가 설치되어 있는 건축물 자료(한국전기안전공사)를 추가로 제출받아 총 4,231개 건축물을 점검대상으로 선정하였다.

이후 위 4,231개 건축물 중 2,083개<sup>67)</sup>의 경우 과기부와 행안부, 한전, 한국전기안전공사 등 4개 기관에 의뢰해 정보시스템 운영시설이 설치되어 있는지 등을 확인하기 위한 서면조사를 실시하였고, 나머지 2,148개 건축물은 한국전기안전공사가 관리 중인 무정전 전원 공급장비(UPS)의 설치현황 자료에 포함된 용도 등을 확인해 정보시스템 운영시설 설치 여부를 분석하였으며, 이를 통해 확인된 정보시스템 운영시설(데이터센터)은 면적과 사용전력 등을 기준으로 중요도를 분류하였다.

다만, 이와 같은 서면조사 대상 2,083개 건축물 중 24.5%인 511개 건축물 운영자만 답변 자료를 제출하였고, UPS 설치 용도 확인의 경우에도 일부 건축물은 설치 여부 또는 용도를 확인할 수 없었으므로 이번 감사에서 실시된 실태조사가 국내에서 운영 중인 데이터센터를 빠짐없이 확인한 것으로 보기는 어렵다.

## 2) 국내 데이터센터 PUE 분석의 경우

국내 데이터센터 PUE 수준 분석을 위해 “1)항”의 2,083개 건축물에 대한 서면조사 시 과기부, 행안부, 한전 등에 의뢰해 조사대상 건축물에 정보시스템 운영시설이 설치되어 있는 경우 PUE를 측정·관리하고 있는지 여부와 2023년 PUE 측정값을 요청하였는데, 그중 12.8%인 268개 건축물 운영자가 답변 자료를 제출하였다.

답변 자료를 제출하지 않은 건축물 중 실제 데이터센터가 운영 중인 것으로

---

67) 과기부와 행안부 등의 기존 데이터센터 현황자료에 포함되어 있는 건축물은 전수조사와 표본 조사를 병행하였고, 기타 건축물의 경우 업종 등을 기준으로 유형을 구분한 후 각 유형 내에서 표본을 무작위 추출하는 방식으로 조사대상 선정

확인된 건축물의 경우 기존 분석자료를 활용해 PUE를 추정하였는데, 우리나라의 경우 2015년에 **GA**협회가 그린 데이터센터 인증을 받지 않은 일반 데이터센터 95개를 대상으로 PUE를 분석하였는바 건물 일부만 데이터센터로 사용하는 복합 건물 형태 데이터센터의 PUE는 위 분석자료의 평균 PUE(2.66)<sup>68)</sup>와 같다는 가정<sup>69)</sup>하에 분석을 실시하였다.

한편, 건물 전부를 데이터센터로 사용하는 전용건물 형태의 경우 복합건물 형태보다 PUE가 낮은 경향을 보이는데, 이를 고려해 전용건물 데이터센터의 PUE는 2022년 **GA**연협회가 에너지 이용효율이 높은 것으로 인증된 그린 데이터센터의 평균 PUE를 분석한 결과(1.62)와 같다는 가정을 적용하였다.

다만, 데이터센터 운영자가 제출한 PUE 값의 경우 감사원이 정확성을 검증한 것은 아니고, PUE 값이 제출되지 않은 데이터센터 PUE 분석의 경우에도 실제 PUE를 측정하는 대신 과거 분석결과를 활용한 것으로, ‘라’항의 분석결과는 국내 모든 데이터센터의 PUE를 정확하게 측정한 결과가 아니라 개략적인 수준을 파악·추정해 본 결과라는 것을 밝혀둔다.

## 라. 분석 결과

### 1) 국내 데이터센터 중 상당수가 관련 기관 현황자료에서 누락

이번 감사의 조사대상 건축물 4,231개에 대한 서면조사(2,083개) 결과 및 무정전 전원 공급장비 설치현황 자료(2,148개) 등을 분석한 결과 총 1,697개 건축물에 정보시스템 운영시설이 설치되어 있었다.

68) 분석을 위해 가정한 일반 데이터센터의 평균 PUE 2.66과 그린 데이터센터의 평균 PUE 1.62는 11차 전기본 수립시 데이터센터 전력 수요 산정 시 사용한 PUE임

69) PUE 분석은 면적이 크고 사용전력이 많은 주요 데이터센터 316개를 대상으로 실시하였는데, 그중 81.3%인 257개가 2015년 이전부터 운영되어 실제 PUE가 2.66과 비슷할 것으로 추정됨

그리고 위 1,697개 건축물에 설치되어 있는 정보시스템 운영시설 중 상면면적<sup>70)</sup>이 500㎡ 이상이거나 IT 설비의 최대 사용전력 규모가 0.5MW 이상인 주요 데이터센터<sup>71)</sup>는 316개로서, 운영 주체별로는 공공 데이터센터와 민간 데이터센터가 각각 133개와 183개로 나타났다.

### ① 과기부 통계자료의 경우

「지능정보화 기본법」 제40조에 따른 데이터센터 구축·운영 활성화 지원 등을 목적으로 민간 데이터센터 현황을 관리 중인 과기부 자료에 따르면 2024년 12월 감사일 현재 국내 민간 데이터센터는 100개<sup>72)</sup>이나, 이번 실태조사 결과 확인된 주요 민간 데이터센터는 183개로서 과기부 자료에는 83개가 누락<sup>73)</sup>되어 있다.

시설 유형별로 보면 [표 37]과 같이 전용 데이터센터는 과기부 자료에 대부분 반영되어 있으나, 복합 데이터센터는 94개 중 80개가 누락되어 있다.

[표 37] 국내 데이터센터 실태조사 결과와 과기부 통계자료 비교

구분	전용 데이터센터			복합 데이터센터		
	실태조사 결과	기존 자료	차이	실태조사 결과	기존 자료	차이
개수(개)	89	86	3	94	14	80

자료: 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성






### ② 행안부 통계자료의 경우

「지능정보화 기본법」 제40조에 따른 데이터센터 구축·운영 활성화 지원 등을 목적으로 공공 데이터센터 현황을 관리 중인 행안부 자료에 따르면 2024년 12월 감사일

70) 데이터센터에서 IT 장비를 설치할 수 있는 공간의 면적

71) 국내의 경우 정부 지원 및 보호 대상 데이터센터를 500㎡ 이상으로 규정하고 있고, EU의 경우 사용전력 0.5MW 이상인 데이터센터에 대해 에너지 소비량과 PUE 등의 공개의무를 부과하고 있는바, 이를 종합적으로 고려하여 상면면적이 500㎡ 이상이거나 IT 장비 최대 사용전력 규모가 0.5MW 이상인 데이터센터를 주요시설로 분류하였음. 다만, 행안부에서 관리하고 있는 공공 데이터센터의 경우 상면면적 기준과 관련하여서는 해당 면적이 500㎡ 이상이면서 정보시스템 등급이 1·2 등급인 시설을 주요시설로 분류하였고, 과기부 등에서 이미 데이터센터로 관리하고 있는 건축물은 위 기준 충족 여부와 관계없이 주요시설로 분류함

72) 과기부 인터넷진흥과(85개)와 디지털기반안전과(89개)가 관리 중인 데이터센터(중복을 제외 시 102개 데이터센터)에서 행안부에서도 관리 중인 공공 데이터센터 2개를 제외한 100개 데이터센터임

73)  (부산),  (대전 R&D센터), ,  병원,  병원 등의 데이터센터가 누락

현재 국내 공공 데이터센터가 97개<sup>74)</sup>이나, 이번 실태조사 결과 확인된 주요 공공 데이터센터는 133개로서 행안부 자료에는 36개가 누락<sup>75)</sup>되어 있다.

시설 유형별로 보면 [표 38]과 같이 전용 데이터센터는 행안부 자료에 대부분 반영되어 있으나, 복합 데이터센터는 118개 중 33개가 누락되어 있다.

[표 38] 국내 데이터센터 실태조사 결과와 행안부 통계자료 비교


구분	전용 데이터센터			복합 데이터센터		
	실태조사 결과	기존 자료	차이	실태조사 결과	기존 자료	차이
개수(개)	15	12	3	118	85	33

자료: 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성

### ③ 산업부 통계자료의 경우

「전기사업법」 제25조에 따른 전기본 수립 과정에서 데이터센터 전력수요를 산정할 목적으로 현황자료를 관리 중인 산업부(한전)<sup>76)</sup> 자료에 따르면 2023년 12월 현재 국내 데이터센터가 148개(전용 데이터센터 86개, 복합 데이터센터 62개)이나, 이번 실태조사 결과 확인된 주요 데이터센터는 314개<sup>77)</sup>로서 산업부(한전) 자료에는 166개(전용 데이터센터 16개, 복합 데이터센터 150개)가 누락되어 있다.

시설 유형별로 보면 [표 39]와 같이 전용 데이터센터는 대부분 반영되어 있으나 복합 데이터센터는 212개 중 150개가 누락<sup>78)</sup>되어 있으며, 이와 같은 자료를 기초로 장래 데이터센터 전력수요를 예측할 경우 실제 데이터센터가 필요로 하는 전력보다 수요가 적게 예측될 우려<sup>79)</sup>가 있다.

74) 행안부에서 관리하고 있는 정보시스템 운영시설은 총 1,399개이나, 이중 주요 데이터센터 요건을 충족하는 시설은 총 97개임  
 75) 국방부와 법원행정처 등이 사용하는 데이터센터(전산시스템)는 행안부에서 현황자료를 관리하지 않고 있고, 현황자료를 관리 중인 기관의 경우에도 일부 자료가 누락  
 76) 한전은 2022년부터 데이터센터의 대용량 전력수요 분산을 위한 정책참고자료로 활용하기 위해 데이터센터 현황자료를 관리해 오고 있으며, 해당 자료는 제10차 및 제11차 전기본 수립 시 데이터센터 전력수요 규모를 산정하는데 활용됨  
 77) 주요 데이터센터 316개 중 2023년 12월 이전에 전력 송전이 이루어진 데이터센터는 314개임  
 78) 경기도 판교 소재  데이터센터 화재(2022년 10월) 이후인 2023년 12월 「전기안전관리법 시행규칙」 개정에 따라 데이터센터 UPS 안전점검을 위해 현황자료를 관리하고 있는 한국전기안전공사의 경우에도 2024년 12월 현재 주요 데이터센터 316개 중 223개 관련 자료만 관리 중

[표 39] 국내 데이터센터 실태조사 결과와 산업부 통계자료 비교

구분	전용 데이터센터			복합 데이터센터		
	실태조사 결과	기존 자료	차이	실태조사 결과	기존 자료	차이
개수(개)	102	86	16	212	62	150

자료: 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성

## 2) 국내 데이터센터의 PUE는 글로벌 평균보다 낮은 것으로 추정

“1)항”의 서면조사 당시 268개 데이터센터 운영자가 제출한 PUE 관련 답변결과를 보면, [표 40]과 같이 53개(19.8%)만 데이터센터의 에너지 사용효율 파악 및 개선을 위해 PUE를 정기적으로 측정·관리 기록하고 있었고 나머지 215개(80.2%)는 PUE를 측정·관리하지 않고 있었다. 또한, PUE를 측정·관리하지 않고 있는 215개의 61.4%인 132개 데이터센터 운영자는 PUE 개념을 모른다고 답변하는 등 국내 데이터센터 운영자들의 에너지 사용효율에 대한 관심이 부족한 것으로 나타났다.

[표 40] 데이터센터 운영자의 PUE 관련 주요 답변결과

구분	계	PUE 측정·관리 여부		PUE 미측정 시 PUE 개념 인지 여부			
		측정	미측정	소계	모름	알고 있음	무응답
데이터센터 수(개)	268	53	215	215	132	54	29
비율(%)	100	19.8	80.2	100	61.4	25.1	13.5

자료: 한전 등 제출자료 재구성

한편, 2023년 데이터센터 PUE 측정값의 경우 이번 감사를 통해 주요 데이터센터로 분류된 316개 데이터센터 중 45개(전용 데이터센터 29개, 복합 데이터센터 16개)가 자료를 제출하였는데, [표 41]과 같이 평소 PUE를 측정·관리하다가 이번 감사 과정에서 이를 제출한 위 45개 데이터센터의 평균 PUE는 1.60(전용 1.56, 복합 1.75)으로 그린 데이터센터(2022년 1.62)와 비슷한 수준<sup>80)</sup>으로 나타났다.

79) 산업부의 데이터센터 현황자료 관리 방식이 전력수요 예측에 미치는 영향과 관련한 구체적인 내용은 “3항”을 참조

[표 41] 2023년 데이터센터 PUE 측정값 제출현황

구분	계	전용 데이터센터			복합 데이터센터		
		소계	공공	민간	소계	공공	민간
데이터센터 수(개)	45	29	5	24	16	9	7
평균 PUE	1.60	1.56	1.55	1.56	1.75	1.50	1.95

자료: 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성



그런데 PUE를 측정·관리하지 않고 있는 등의 사유로 이번 감사 과정에서 2023년 PUE 측정값을 제출하지 않은 271개 데이터센터 중 전용건물 형태 75개는 1.62, 복합건물 형태 196개는 2.66을 적용해 추정한 주요 데이터센터 316개의 평균 PUE는 1.76이고, 유형별로는 전용건물(1.60)에 비해 복합건물(2.40) 형태 데이터센터의 PUE가 높게 나타났다.


이와 같은 국내 데이터센터의 평균 PUE 수준은 2024년 7월 Uptime Institute가 발표한 2023년 글로벌 데이터센터의 평균 PUE(1.58)보다 11.4% 높은 것으로, 전력 부족에 따라 데이터센터 신설이 제한되는 상황에서 데이터센터의 에너지 이용효율이 개선되지 않을 경우 전력부족 문제가 심화될 것으로 우려된다.

## 마. 원인분석

### 1) 데이터센터 현황파악을 위한 정보공유 체계 미흡

과기부, 행안부, 산업부(한전, 한국전기안전공사) 등이 개별 법률에 따른 사업 수행을 위해 데이터센터 현황자료를 수집·관리하고 있으나, 각 기관의 보유 자료에서 주요 데이터센터 다수가 누락된 것은 기관 간 정보공유가 원활하지 않은 것에 그 원인이 있다고 판단된다.

과기부 등은 주로 연합회 자료와 범정부 포털에 등록된 공공기관 전산 시스템 자료 등을 활용해 데이터센터 현황자료를 관리하고 있으나, 연합회

80) 실제 45개 데이터센터 중 11개가 연합회로부터 그린 데이터센터 인증을 받았음



는 민간단체로 가입이 의무사항이 아니고 범정부 포털의 경우에도 법원행정처 등 일부 기관은 운영 중인 전산시스템을 등록할 의무가 없어 정확한 자료로 보기는 어렵다.

이에 따라 EU 및 독일 등과 다르게 데이터센터 신고 제도 등이 도입되어 있지 않은 우리나라의 경우 현황자료를 보유하고 있는 다수의 기관들이 서로 정보를 공유하고, 실태조사를 함께 실시해 전산시스템 보호 대책 수립 및 전력수요 예측 등에 활용되는 데이터센터 통계를 가급적 정확하게 관리할 필요가 있으나 현재 각 기관이 불완전한 자료를 개별적으로 관리하고 있는 상황이다.

## 2) 데이터센터 PUE 관리목표 등 미도입

국내 데이터센터의 PUE가 글로벌 평균보다 높아 에너지 이용효율이 낮은 것은 PUE 목표를 설정·관리하고 있는 미국, 중국, 독일 등과 다르게 우리나라는 이와 같은 제도를 도입하지 않은 데 그 원인이 있다고 판단된다.

세계에너지기구에 따르면 데이터센터의 전력 소비는 일반적으로 서버 등의 컴퓨팅 장비(40%), 냉각장치(40%), 기타 전송·저장 등과 관련한 IT 장비(20%) 등에서 발생하고 있는데, 데이터센터의 PUE를 개선하기 위해서는 컴퓨팅 및 기타 IT 장비의 전력 효율을 높이고 냉각 방식도 개선(에어컨 등 전력 활용→수냉 방식 등)할 필요가 있다.

그리고 우리나라의 경우 「지능정보화 기본법」 제40조와 같은 법 시행령 제26조 등에 따르면 과기부와 행안부는 민간 및 공공 데이터센터의 구축·운영 활성화를 위한 시책을 수립하는 경우 에너지 효율성 향상 관련 사항을 포함하도록 되어 있는 등 데이터센터 PUE 관리기준 도입을 위한 법적 근거도 마련되어 있다.

그런데 정부는 2022년 11월 ‘지능정보화 종합계획’(관계부처 합동)을 수립

하면서 신규 데이터센터에 대한 전력사용효율 기준(PUE)을 설정하기로 하였으나, 2024년 12월 현재까지 PUE 기준을 설정하지 않고 있으며 관련 기술개발 및 표준화 지원 등 후속조치도 미진한 수준이다.

#### 바. 소결 및 관계기관 의견

데이터센터는 인공지능 등 4차 산업혁명의 핵심기술 개발·운영을 위한 필수 인프라이나 대표적인 전력 다소비 시설로서, 세계 주요 국가들은 데이터센터 운영에 필요한 충분한 전력을 확보하기 위해 전력 공급능력을 확대함과 아울러 에너지 이용효율 향상을 통한 전력수요 감소 정책을 함께 추진하고 있다.

우리나라의 경우 송전설비 건설 지연 등에 따라 수도권을 중심으로 전력이 부족해 데이터센터 신설이 제한되는 상황으로 데이터센터에 대한 PUE 관리목표 도입 등을 통해 전력수요를 감소시킬 필요성이 크다.

그러나 데이터센터의 에너지 이용효율 측정·관리 등의 전제조건인 현황자료 관리와 관련하여 과기부와 행안부 등 관련 기관들이 상호 정보공유 및 실태조사 공동실시 등을 통해 정확한 데이터센터 현황을 파악하지 않은 채 불완전한 자료를 개별적으로 관리하고 있었고, 데이터센터 PUE 기준을 도입하기로 계획하고도 실제 이행은 되지 않아 전력효율 개선을 유도하기 어려운 실정이다.

이에 대해 과기부는 행안부, 산업부, 한전 등의 전문 영역을 근간으로 하여 부처·기관 간 정보공유 등 협력을 위한 합리적인 방안을 검토하고, 전력수요가 많은 인공지능 데이터센터를 중심으로 업계 및 전문가 의견수렴 등을 통해 업계가 에너지 효율화 지표를 측정·관리할 수 있도록 하고 이를 정책자료로 활용하기 위한 법령 개정 등 합리적인 방안을 검토하겠다고 답변하였다.

행안부는 국내 소재 데이터센터에 대한 정확한 현황파악 등을 위해 과기부,

산업부 등 유관기관이 정보를 공유하는 등 협력체계를 구축할 필요가 있다고 판단되며, 에너지 효율화를 위해 데이터센터 관리 주체가 PUE 등을 측정·관리토록 하고 이를 에너지 효율화 정책의 기초자료로 활용하는 것은 바람직한 방향이나 실제 제도 도입에 있어서는 시설의 성격과 규모, 운영 주체의 역량 등을 고려할 필요가 있다는 취지의 의견을 제시하였다.

한편, 산업부는 데이터센터 전력수급 현황 파악 및 효율적 관리를 위해 각 부처가 정보공유 등 협력체계를 구축할 필요성이 있다는 데 공감하며, 데이터센터 주무 부처인 과기부를 중심으로 행안부와 한전 등 관련 기관과의 유기적인 협력체계를 구축하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하였다. 아울러 PUE는 ISO 인증을 받은 데이터센터의 에너지효율 지표로서 이를 에너지 효율화 정책의 기초자료로 활용하는 것은 타당할 수 있으나, PUE는 전력소비량만을 기준으로 측정하는 지표로 운영여건이 다른 다양한 데이터센터의 에너지효율을 대표하는 지표로서는 부족한 측면이 있으므로 과기부와의 긴밀한 협조 및 연구용역 등을 통해 에너지효율을 총체적으로 측정할 수 있는 별도 지표 개발을 검토하겠다고 답변하였다.

#### 사. 조치할 사항

과학기술정보통신부장관 및 행정안전부장관은 ① 한국전력공사 등 유관기관과 협력해 데이터센터 관련 자료를 공유하면서 주기적으로 실태조사를 실시하는 등으로 정확한 데이터센터 현황자료를 생산한 후 이를 전력수요 예측기관인 산업통상자원부와 공동 활용하는 등 현황자료 관리체계를 개선하고, ② 국내 데이터센터의 전력효율 관리목표(PUE)를 설정하여 전력사용량 감소를 유도하는 등 데이터센터 전력효율 개선방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

### 3. 문제점: ② 데이터센터 전력수요 예측방식의 합리적 개선 필요

#### 가. 분석의 대상

산업부는 「전기사업법」 제25조 등에 따라 2년 주기로 전기본<sup>81)</sup>을 수립하면서 과거에는 경제성장률(GDP)과 전력가격 전망을 기초로 전력수요를 도출하는 ‘전력패널모형’을 사용하였고 데이터센터의 전력수요는 별도로 예측하지 않았다.

이후 2023. 1. 13. 공고된 제10차 전기본(2022~2036년)을 수립하면서 4차 산업혁명의 핵심 인프라인 데이터센터 전력수요의 경우 향후 기존 추세보다 큰 증가가 예상된다는 사유로 전력패널모형과 별도로 예측하였고, 2025. 2. 21. 공고된 제11차 전기본(2024~2038년) 수립 시에도 데이터센터 전력수요를 별도로 전망하고 그 결과를 발전설비 확충계획 등에 반영하였다.

데이터센터에서 발생할 것으로 예상되는 전력수요는 ① 기존에 운영 중이던 데이터센터에서 발생하는 전력수요와 ② 신·증축이 예상되는 데이터센터에서 발생하는 전력수요로 구분할 수 있는데, 위 “②항” 전력수요의 경우 사업자들의 데이터센터 신·증축 계획을 확인할 수 있는 특정 시점까지는 해당 계획을 활용하고 이후 시기는 전력수요 예상 증가율을 산정해 이를 적용하는 방식을 사용하고 있다.

한편, 위 2개 전기본에서 사용된 데이터센터 신축에 따른 전력수요 예측 방식은 차이가 있는데, 제10차 전기본의 경우 「전기사업법 시행령」 제5조의5 제5호 등에 따라 5MW 이상의 전력이 소비되는 데이터센터를 신축하려는 자가 한전에 전기공급을 사전신청한 자료를 활용한 데 비해 제11차 전기본은 한전의 전기

---

81) 전력수급의 기본방향 및 장기전망, 발전설비 계획 및 송·변전 설비계획, 전력수요 관리에 관한 사항 등을 포함

공급약관 제8조 등에 따라 데이터센터를 신·증축하려는 자가 한전에 전기공급을 정식신청한 자료를 활용<sup>82)</sup>하였다.

이번 감사에서는 2025. 2. 21. 공고된 제11차 전기본을 대상으로 ① 기존에 운영 중이던 데이터센터의 총 계약전력량(기준값) 산정, ② 데이터센터 신·증축 계획(전기사용 정식신청 자료)을 활용한 추가 전력수요(중기수요) 산정, ③ 데이터센터 중기 전력수요 연평균 증가율을 활용한 추가 장기 전력수요 산정 등이 합리적인 방식으로 수행되고 있는지를 중점 분석하였다.

#### 나. 분석의 필요성

데이터센터 전력수요의 정확한 예측을 위해서는 기존에 운영 중이던 데이터센터 수 및 전력사용량에 대한 실태 분석, 향후 데이터센터 신·증축 규모에 대한 예측 등이 합리적으로 수행되어야 한다.

그런데 앞서 살펴본 바와 같이 데이터센터 관련 업무를 수행하는 과기부와 행안부 등이 관리 중인 통계자료에는 상당수의 주요 데이터센터(면적 500㎡ 이상, 최대 사용전력 규모 0.5MW 이상)가 누락되어 있고, 산업부가 전기본 수립을 위해 파악한 데이터센터 자료에도 상당수의 주요 데이터센터가 누락<sup>83)</sup>되어 있었다.

그리고 2036년 기준 데이터센터에 대한 전력수요(최대전력) 전망결과를 보면, [도표 4]와 같이 제10차 전기본은 2.4GW로 예측한 데 비해 2년 뒤에 수립된 제11차 전기본은 약 2.3배가 더 많은 5.4GW로 예측하는 등 예측 시기·방법에 따라 전망결과에 큰 차이가 발생하고 있다.

82) 전기사용 사전신청의 경우 신청 이후 실제 데이터센터 신축사업이 추진되지 않는 경우가 많다는 등의 사유로 정식 신청 자료를 활용해 데이터센터 전력수요를 전망하는 것으로 변경하였음

83) 제11차 전기본의 경우 주요 데이터센터 314개 중 148개를 기준으로 기존 데이터센터의 전력사용량(기준값)을 산정하였으며, 각 기관의 데이터센터 현황자료와 관련한 문제점의 구체적인 내용은 54~57쪽 참조

[도표 4] 제10차 및 제11차 전기본의 데이터센터 전력수요(최대전력) 전망결과 비교

(단위: GW)



자료: 전력거래소 및 산업부 제출자료 재구성

또한, 제11차 전기본은 2026년 국내 총 전력수요(전력소비량) 565.4TWh 중 1.9%인 11TWh가 데이터센터에서 발생할 것으로 예측하였는데, 글로벌 주요 국가<sup>84)</sup>와 비교 시 국내의 경우 총 전력수요에서 데이터센터가 차지하는 비중을 낮게 예측하고 있어 산업부 전망방식의 합리성을 검증해볼 필요가 있었다.

## 다. 분석방법

### 1) 기준값 산정의 경우

제11차 전기본(2024~2038년)의 연도별 데이터센터 전력수요 예측방식을 보면, [표 42]와 같이 전년도 전력수요에 향후 해당연도별 신·증설 예정인 데이터센터의 전력수요를 누적하는 방식을 사용하였는데, 2023년 말 현재 운영 중인 데이터센터의 계약전력은 모든 연도의 전력수요 예측에 공통적으로 반영되는 기준값의 기능을 수행하고 있다.

[표 42] 제11차 전기본의 연도별 데이터센터 전력수요 예측방식

구분	2024년	2025년	2026년
전력 수요 구성	-	-	2026년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합
	-	2025년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합	2025년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합
	2024년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합	2024년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합	2024년 신·증설 예정 시설의 계약전력 합
	2023년 말 기준 데이터센터의 계약전력 합	2023년 말 기준 데이터센터의 계약전력 합	2023년 말 기준 데이터센터의 계약전력 합

자료: 산업부 제출자료 재구성

84) 아일랜드 32%, 덴마크 20%, 미국 6%, 유럽연합 5%, 중국 3%

산업부는 전기본을 수립하면서 2023년 말 현재 국내에서 운영 중이던 데이터 센터가 148개이고, 148개 데이터센터의 총계약전력<sup>85)</sup>은 1,926MW로 산정하였는데, “2항 라”의 분석결과에서 살펴본 바와 같이 2023년 말 현재 국내에서 운영 중이던 주요 데이터센터(면적 500㎡ 이상, 최대 사용전력 규모 0.5MW 이상)가 314개로 확인됨에 따라 기준값을 다시 분석하였다.

분석방법을 구체적으로 살펴보면, [표 43]과 같이 제11차 전기본의 기준값 산정에 반영된 148개 데이터센터 중 전용건물 86개와 기준값 산정에서 누락된 16개 등 총 102개 전용건물 데이터센터의 2023년 계약전력량은 기존 산업부의 기준값 산정방식<sup>86)</sup>대로 한전과 데이터센터 운영자 간에 체결한 전기사용 계약 자료를 활용해 계약전력량을 그대로 기준값에 반영하였다.

[표 43] 2023년 국내 데이터센터의 연간 전력사용량 재산정 방식

구분	전용 데이터센터			복합 데이터센터			합계
	11차 전기본에 반영	미반영	소계	11차 전기본에 반영	미반영	소계	
데이터센터 수(개)	86	16	102	62	150	212	314
계약전력량 산정방식	전기사용 계약자료 반영			별도 모델 개발			

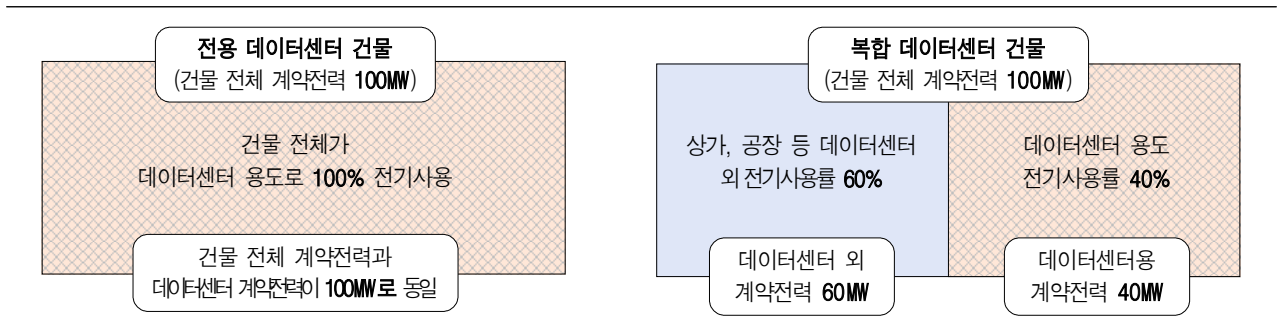
자료: 산업부, 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성

한편, 제11차 전기본 기준값 산정 시 복합건물 형태로 반영된 62개 데이터센터와 기준값 산정에 누락된 150개 등 복합건물에 위치한 212개 데이터센터의 경우 [그림 10]과 같이 한전이 전체 건물 단위로 전기사용 계약을 체결하고는 건물 전체 계약 전력 중 일부만을 데이터센터 용도로 사용하는 실정이어서 한전과 데이터센터 운영자 간에 체결된 전기사용 계약을 그대로 활용해 복합건물의 데이터센터용 계약전력을 도출하기는 어렵다.

85) 전기 사용자가 한전과 맺은 전기 공급계약에 따라 시간당 사용할 수 있는 최대전력을 의미하며, 2023년 데이터센터의 경우 시간당 계약전력의 29.39%를 평균적으로 소비(데이터센터 연간 전력소비량=계약전력×29.39%×24시간×365일)

86) 산업부는 11차 전기본을 수립하면서 148개 데이터센터의 전력수요로 전용 데이터센터와 복합 데이터센터 건물의 구분 없이 계약전력량을 합산하여 산정함

[그림 10] 데이터센터 유형에 따른 계약전력 사용방식 예시



자료: 한전 제출자료 재구성

이에 따라 이번 감사에서는 국내 데이터센터의 PUE 관련 표준(KS X ISO/IEC 30134-2) 제·개정을 담당하는 전문위원회의 위원인 **대사대학교 A 교수**와 **대안대학교 B 교수** 등 전문가 자문을 거쳐 PUE를 활용해 복합건물 형태 데이터센터의 계약전력을 추정할 수 있는 모델을 개발하였다.

데이터센터의 연간 전력소비량은 PUE 산정 공식을 이용하여 IT 장비의 연간 전력소비량에 PUE 값을 곱하여 산정할 수 있는데, IT 장비의 연간 전력소비량을 전산용도의 무정전 전원 공급장비(UPS)의 전력용량으로 대체하고 PUE 값을 곱할 경우 복합건물 데이터센터의 계약전력을 추정할 수 있다는 전문가의 의견을 반영하고, PUE 값은 주요 데이터센터 314개 중 복합 데이터센터 212개의 가중평균 PUE 값인 2.40을 사용하여 복합건물 데이터센터의 총계약전력을 추정하였다.

다만, 위 314개 주요 데이터센터는 한전의 1MW 이상 대용량 전기 사용자 현황자료, 한국전기안전공사의 무정전 전원 공급장비 설치 현황자료 등을 활용해 전산시스템이 설치되어 있을 가능성이 있는 4,231개 건축물을 추출한 후 서면조사 등을 통해 데이터센터를 확인한 것으로, 서면조사 시 미응답 건축물 등이 있어 국내 주요 데이터센터를 빠짐없이 확인한 것으로 보기 어렵고 이에 근거한 기준값



산정도 실제와 다를 수 있다.

아울러 제11차 전기본 수립 시 기준값 산정에 포함된 복합 데이터센터 건물 62개와 누락된 150개 등 총 212개 복합 데이터센터 건물의 경우 PUE를 활용해 계약전력을 추정한 것이므로 객관적 자료를 통해 확인한 것은 아니다.

## 2) 중기 전력수요 전망의 경우

산업부는 제11차 전기본 수립 시 2024~2027년 데이터센터의 중기 전력 수요를 예측하면서 제10차 전기본에서 사용된 전기사용 사전신청 자료 대신 전기 사용 정식신청 자료를 사용하였는데, 사전신청의 경우 전력사용 예정일로부터 1~4년 전<sup>87)</sup>에 신청하는 것이고 이후 데이터센터 신축사업이 중단되는 경우가 많으므로 정식신청 자료를 활용해 신축 예정인 데이터센터 수와 계약전력량을 예측한 방법 자체는 합리적이라고 볼 수 있다.

다만, 산업부는 당초 2023년 말까지 제11차 전기본 실무(안)을 작성한다는 목표로 같은 해 6월 말 기준<sup>88)</sup>으로 한전이 전기사용 정식신청에 대해 전기공급이 가능하다고 검토를 완료한 76건(총계약전력 신청 규모 4,718MW)을 반영해 2024~2027년에 추가 공급이 필요한 전력 규모를 산정한 후 실제 실무(안) 작성이 2024년 5월로 지연되었으나, 보다 정확한 중기 전력수요 예측을 위해 2023년 7월 이후 추가적인 전기공급 가능 결정이 있었는지를 확인하지 않았다.

이에 따라 이번 감사에서는 2023년 7~12월에 한전이 전기사용 정식신청 내용을 검토한 후 전기공급이 가능하다고 결정한 사례들이 추가적으로 있었는지를

87) 사용 전력량에 따라 ① 5~10MW는 1년 전까지, ② 10~100MW는 2년 전까지, ③ 100~300MW는 3년 전까지, ④ 300MW 이상은 4년 전까지 신청해야 함(「전기사업법 시행령」 제5조의5)

88) 전기사용 정식신청에 대한 한전의 검토 결과를 취합한 것은 2023. 8. 17.이나, 기준시점은 6월 말을 적용

확인하는 한편 한전이 산업부에 제출한 자료의 정확성에 대한 검증을 병행하였고, 그 결과를 반영해 중기 전력수요를 다시 분석하였다.

한편, 산업부는 데이터센터의 수도권 집중을 완화하기 위해 2023년 10월경 [표 44]와 같이 사업계획의 구체성과 기업의 사업추진 의지, 전력공급의 원활성 등을 고려해 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’를 선정한 후 한전, 지방자치단체 등과 협업해 데이터센터 신·증축을 지원하고 있다.

[표 44] 산업부의 데이터센터 지역분산 10대 프로젝트 선정 현황

연번	사업 유형	지역	프로젝트명	기업명	사용예정 전력(MW)
1	선도사업	전라남도	데이터센터 with <b>개대</b> 엔터프라이즈	<b>대자</b> (주)	40
2		전라남도	솔라시도 데이터센터 파크	<b>대자</b>	1,000
3		경상북도	블루밸리산단 데이터센터 캠퍼스	<b>대개</b>	120
4	유망사업	경상북도	경북형 클라우드 데이터센터	<b>개개</b> 클라우드	10
5		부산광역시	<b>대대</b> 데이터센터	<b>대대</b>	55주)
6		부산광역시	<b>개사</b> 데이터센터	<b>개사</b>	32
7		강원특별자치도	<b>대타</b> 데이터센터	<b>대타</b>	99
8		강원특별자치도	<b>대파</b> 데이터센터	<b>대파</b>	60
9		충청북도	<b>대하</b> 데이터센터	<b>대하</b>	80
10		충청남도	<b>래개</b> 데이터센터	<b>래개</b>	200

주: 기존의 계약용량(45MW)에 55MW를 증설하여 총 100MW로 계약용량 변경  
 자료: 한전 및 산업부 등 제출자료 재구성

또한, **개개**연합회의 ‘Korea Center Market 2024~2027(2024년 7월)에 따르면 지방자치단체도 관할 지역 내 데이터센터 유치를 위해 28개 사업을 지원 중인 것으로 되어 있는데, 이와 같이 산업부와 지방자치단체가 지원하는 데이터센터 신축 사업의 경우 민간사업자가 독자적으로 추진하는 사업에 비해 사업계획의 실현 가능성이 크다고 볼 수 있다.

이에 따라 이번 감사에서는 감사 인력의 한계 등을 고려해 산업부의 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’에 포함된 사업은 모두, 지방자치단체가 사업자와

MOU를 체결한 후 지원 중인 데이터센터 신축사업은 [표 45]와 같이 4개 사업을 표본으로 선정한 후 총 14개 사업의 추진 실태를 확인해 중기 전력수요 반영 필요성을 분석하였다.

[표 45] 지방자치단체가 지원 중인 사업 중 점검대상 선정 현황

연번	지방자치단체	기업명	프로젝트명	사용예정 전력(MW)
1	남양주시	주식회사 	AI 첨단 데이터센터 클러스터 구축사업	1,200
2	창원시		창원 IDC 클러스터 구축사업	180
3	원주시	주식회사 	반곡동 클라우드센터 구축 사업	80
4	부산광역시	주식회사 	에코델타시티 그린데이터센터 조성사업	500

자료: 남양주시 등 제출자료 재구성

### 3) 장기 전력수요 전망의 경우

산업부는 제11차 전기본 수립 과정에서 중기(2024~2027년) 전력수요의 연평균 증가율을 산정한 후 이를 적용해 장기(2028~2038년) 전력수요를 예측하였는데, 그 구체적인 산정방식을 보면 [표 46]과 같이 중기 전력수요 증가율은 2024~2027년까지 4년을 대상으로 산정하였는데 장기 전력수요 증가율을 산정할 때에는 2025~2028년의 자료를 활용하여 연평균 8.1%<sup>89)</sup>로 추정하였다.

[표 46] 제11차 전기본의 장기 전력수요 전망방식

구분		2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년
전력수요(MW)	신규	776	1,738	1,224	840	140	0
	누적	776	2,514	3,738	4,578	4,718	4,718
연평균 증가율		-	-	제11차 전기본의 연평균 증가율(8.1%) 적용 기간			
			실제 전력수요 파악 기간의 연평균 증가율(23.3%)				-

자료: 산업부 제출자료 재구성

이로 인해 장기 전력수요 증가율 산정 시 실제로 전력수요를 파악했던 2024년 자료(1,738MW)는 제외되고 전력수요를 파악해본 적 없는 2028년 자료(0MW)가

89) 연도별 증가율의 가중평균인  $\left( \sqrt[3]{\frac{2028년\ 신규\ 누적\ 공급가능\ 계약용량}{2025년\ 신규\ 누적\ 공급가능\ 계약용량}} - 1 \right)$  수식을 활용하여 산출

활용되었다. 특히 2028년의 경우 제11차 전기본 실무(안)을 작성하던 2024년 초와 약 4년<sup>90)</sup>의 시차가 있어 데이터센터 신·증축을 위한 전기사용 정식신청이 접수되지 않았을 뿐 일정 규모의 데이터센터 신·증축이 충분히 예상<sup>91)</sup>되는데도 2028년에는 데이터센터 신·증축이 없어 누적 전력수요가 2027년과 동일하다는 비현실적 가정을 적용하였다.

더욱이 2028년 데이터센터 전력수요의 경우 장기 전력수요 증가율을 추정할 때에는 2027년과 동일한 4,718MW로 산정하여 장기 연평균 증가율을 8.1%로 추정하였다가, 이후 2027년 전력수요(6,634MW)<sup>92)</sup>에서 8.1% 증가한 7,169MW로 다시 수정하는 등 전력수요 예측에 일관성이 없었다.

이에 따라 이번 감사에서는 위와 같은 방식으로 데이터센터 장기 전력수요를 산정한 원인을 규명하는 한편, 기준값과 중기 전력수요 산정의 오류를 보정해 장기 전력수요를 다시 분석하였다.

## 라. 분석결과

### 1) 기준값의 경우

산업부는 제11차 전기본을 수립하면서 2023년 말 기준 국내 데이터센터는 148개, 계약전력 기준으로 1,926MW로 산정하였으나, 이번 감사결과 2023년 말 기준 국내 주요 데이터센터는 314개로서 [표 47]과 같이 전용건물 형태 데이터센터 16개(162MW)와 복합건물 형태 데이터센터 150개(117MW) 등 총계약전력 279MW만큼

---

90) 전기사용 정식신청은 사전신청 이후 이루어지고 있는데, 300MW 미만 규모 신축 데이터센터의 경우 전기사용 예정일로부터 3년 전까지 사전신청을 하도록 되어 있어 4년 이후 신축 예정인 사업들은 사전신청도 적은 상황

91) 산업부의 중기 수요전망 자료에 따르면 2024~2027년의 경우 데이터센터가 연평균 15.2개씩 신·증축될 예정

92) 한전이 2023~2027년에 전기공급이 가능하다고 판단한 전기사용 정식신청 76건(4,718MW) 중 2023년에 전기를 공급한 10MW를 제외한 4,708MW에 기존에 운영 중인 148개 데이터센터의 계약전력 1,926MW를 합산

기준값이 적게 산정된 것으로 나타났다.

[표 47] 2023년 국내 데이터센터의 계약전력량(기준값) 재산정 결과

구분	제11차 전기본 수립 시 반영(A)			감사원 재산정(B)			누락된 전력수요(C=B-A)		
	소계	전용건물	복합건물	소계	전용건물	복합건물	소계	전용건물	복합건물
데이터센터 수(개)	148	86	62	314	102	212	166	16	150
계약전력량(MW)	1,926	1,488	438	2,205	1,650	555	279	162	117

자료: 한전, 한국전기안전공사 등 제출자료 재구성

## 2) 중기 전력수요 전망의 경우

### ① 전기사용이 정식신청된 일부 데이터센터 신·증축 계획 미반영

한전은 [표 48]과 같이 2023년 6월 말 기준으로 123건(7,671MW)에 대해 2024~2029년 신·증축 예정인 데이터센터에 전력을 공급해 달라는 전기사용 정식신청을 받은 후 76건(4,718MW)에 대하여 전력공급이 가능하다고 검토하였으나, 자료취합 중 실수로 주식회사 **에이** 경남 양산시(○동 000-00번지)에 신축 예정인 데이터센터에 대해 2024년부터 80MW의 전력공급이 가능하다고 2023. 5. 3. 결정한 사례를 포함해 4건(230MW)이 누락<sup>93)</sup>된 자료를 산업부에 제출하였고, 산업부도 이를 그대로 활용한 것으로 나타났다.

[표 48] 신·증축 예정 데이터센터에 대한 한전의 전력공급 가능 결정 현황

구분	2023년 6월 말 기준			2023년 7~12월 말 (공급가능 판단)	2023년 12월 말 기준	
	공급가능 판단	중기 전력수요 반영	누락		공급가능 판단	총누락
건수(건)	80	76	4	10	90	14
계약전력(MW)	4,948	4,718	230	695	5,643	925

자료: 한전 제출자료 재구성

한편, 한전은 2023년 7월부터 같은 해 12월 말 사이에도 10건(695MW)을 전력

93) 누락된 4건 중 1건(40MW)은 지방자치단체(창원시)가 지원하는 ‘창원 IDC 클러스트 구축사업’으로, 2023. 2. 3. 한전이 전력공급이 가능한 것으로 검토한 후 2024. 11. 30. 전기공급 계약이 체결되었음

공급 가능으로 검토함에 따라 2024~2027년 신·증축 예정 데이터센터에 대한 전력공급 가능 결정 건수가 총 90건(5,643MW)으로 늘어났으나, 산업부는 76건(4,718MW)만 중기 전력수요로 인정함에 따라 계 14건(925MW)의 데이터센터가 중기 전력수요에 반영되지 않았다.

② 산업부의 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’의 전력수요 미반영

2024년 말 현재 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’의 추진 현황을 보면, [표 49]와 같이 ‘**다해** 데이터센터 구축사업’ 등 2개(연번 1~2)는 산업부가 중기 전력수요를 파악하였던 2023년 6월 말 이전에 한전에서 전력공급이 가능하다고 결정하였고, 이는 제11차 전기본의 중기 전력수요(112MW)에도 반영되었다.

[표 49] 산업부의 데이터센터 지역분산 10대 프로젝트 추진 현황(2024년 말 기준)

연번	프로젝트명	전기사용 계약 체결일	정식신청 검토 결과		예정 공급전력	
			신청 여부	일자(내용)	시작연도	규모(MW)
1	<b>다해</b> 데이터센터	2024. 3. 15.	신청	2022. 9. 14.(가능)	2024년	80
2	<b>개사</b> 데이터센터	미체결	신청	2023. 6. 13.(가능)	2025년	32
3	경북형 클라우드 데이터센터	2023. 9. 7.	신청	2023. 8. 31.(가능)	2024년	10
4	<b>래가</b> 데이터센터	2025. 4. 14.	신청	2023. 11. 9.(가능)	2026년	200
5	<b>대타</b> 데이터센터	2024. 5. 14.	신청	2023. 6. 26.(조건부)	2025년	99
6	데이터센터 with <b>개대</b> 엔터프라이즈	2024. 1. 19.	신청	2024. 1. 15.(가능)	2026년	40
7	<b>대다</b> 데이터센터	2024. 6. 13.	증설 신청	2024. 2. 2.(조건부)	2027년	55 (기존 45)
8	원주 IDC 데이터센터	2025. 1. 14.	신청	2024. 7. 22.(가능)	2027년	60
9	솔라시도 데이터센터 파크	미체결	미신청	-	2023년~ 2037년	1,000
10	블루밸리산단 데이터센터 캠퍼스	미체결	미신청	-	2026년	120

자료: 산업부 및 한전 등 제출자료 재구성

그리고 ‘경북형 클라우드 데이터센터 신축사업’ 등 2개(연번 3~4)는 2023. 8. 31.~12. 31. 사이에 전기공급 정식신청에 대해 전력공급이 가능한 것으로 결정

되었으나, 산업부가 중기 전력수요 산정 시 2023년 6월 이전 자료만 활용함에 따라 210MW의 전력이 중기 전력수요에 반영되지 않았다.

그런데 ‘**다****타** 데이터센터 신축사업’ 등 3개(연번 5~7)의 경우 2023년 말 기준으로는 전기사용 정식신청에 대한 검토 결과가 확정되지 않거나 신청 시기에 맞춰서는 전력공급이 어렵다는 ‘조건부 가능’으로 결정되었으나, 2024년 1~6월에 전기 공급계약이 체결되어 2027년 말까지 194MW의 전력이 공급될 예정이다.

또한, [표 49]의 연번 8~10번 사업 중 ‘원주 IDC 데이터센터 신축사업’은 사업자가 2023. 4. 21. 신청한 60MW의 전기사용 정식신청에 대해 2024. 7. 22. 전력 공급이 가능하다는 한전의 결정<sup>94)</sup>이 있었고, ‘솔라시도 데이터센터 파크 신축사업’은 2024. 10. 23. 전력공급을 위해 변전소를 조기 준공하는 내용의 사업자-한전 간 협약이 체결되었으며, ‘블루밸리산단 데이터센터 캠퍼스 신축사업’도 2023. 9. 8. 체결된 ‘글로벌 데이터센터 캠퍼스 조성사업 업무협약’(MOU)을 통해 한전이 원활한 전력수급을 위해 적극 협력<sup>95)</sup>하기로 한 것을 고려할 때 2027년 이전에 실제 전력이 공급될 가능성이 있다.

이와 같은 연번 5~10번의 사례를 고려할 때 산업부와 한전이 정책적으로 지원하는 데이터센터 건축사업의 경우 전기사용 정식신청에 대한 한전의 전력공급 가능 결정이 없더라도 단기간 내 실제 전력이 공급될 가능성이 크므로, 산업부가 전기사용 정식신청 결과를 기초로 데이터센터 중기 전력수요를 산정할 때에는 정책적 지원사업의 추진 현황을 파악해 반영할 필요가 있다.

94) 2025. 1. 14. 정식신청 계약전력 90MW보다 30MW 감소한 60MW 규모의 전기사용 계약이 체결되었음

95) 산업부의 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’ 모두 산업부 또는 관할 지방자치단체, 한전, 사업자 등이 ‘투자 및 업무협력 양해각서’를 체결하였고, 한전은 전력수급 지원에 적극 협력하겠다는 의사를 표시

### ③ 지방자치단체 지원 데이터센터 신축사업의 전력수요 미반영

2024년 말 현재 이번 감사의 점검대상인 4개 사업의 추진 현황을 살펴보면, 남양주시의 ‘AI 첨단 데이터센터 클러스터 구축사업’은 [표 50]과 같이 산업부가 중기 전력수요를 파악하였던 2023년 6월 말 이전인 2023. 6. 16.에 한전에서 전력공급이 가능하다고 결정하였고, 산업부가 수립한 제11차 전기본의 중기 전력수요에도 반영(계약전력 295MW)되었다.

[표 50] 지방자치단체가 지원 중인 4개 사업의 추진 현황(2024년 말 기준)

연번	프로젝트명 (사업자명)	전기 공급계약 체결 일자	정식신청 검토 결과		예정 공급전력	
			신청 여부	일자(내용)	시작연도	규모(MW)
1	AI 첨단 데이터센터 클러스터 구축사업(주식회사 <sup>라대</sup> )	2024. 1. 24.	신청	2023. 6. 16.(가능)	2027년	295 <sup>1)</sup>
2	창원 IDC 클러스터 구축사업 ( <sup>라대</sup> )	2024. 11. 30.	신청	2023. 2. 3.(가능)	2027년	40 <sup>2)</sup>
3	반곡동 클라우드센터 구축 사업(주식회사 <sup>라대</sup> )	2024. 1. 12. <sup>3)</sup>	신청	2023. 12. 8.(조건부)	2026년	80
4	에코델타시티 그린데이터센터 조성사업(주식회사 <sup>라대</sup> )	미체결	미신청 <sup>4)</sup>	2024. 7. 25.(가능, 사전신청)	2028년	500

주: 1. 남양주시와 사업자는 총 1,200MW의 전력공급을 희망하였으나, 변전설비 부족 등으로 우선 295MW만 공급 가능 결정  
 2. 창원시와 사업자는 총 180MW의 전력공급을 희망하였으나, 변전설비 부족 등으로 우선 40MW만 공급 가능 결정  
 3. 실제 계약일자는 2024. 1. 12.이나 오타로 인해 계약서에 2023. 1. 12.로 표기  
 4. 2024. 6. 14.부터 전기사용 신청 전에 전력계통영향평가 제도가 도입됨에 따라 2024년 9월 영향평가 신청  
 자료: 대상기관 제출자료 재구성

그리고 창원시의 ‘창원 IDC 클러스터 구축사업’은 2023년 6월 말 이전에 전력공급 가능 결정이 있었으나 한전이 전기사용 정식신청에 대한 검토 결과를 취합하는 과정에서 누락되었고, 이에 따라 제11차 전기본의 중기 전력수요에 포함되지 않게 되었다.

그런데 원주시의 ‘반곡동 클라우드센터 구축사업’의 경우 2023. 12. 8. 한전이 사실상 적기 전력공급이 어렵다는 ‘조건부 가능’으로 결정하였으나 약 1개월 이후인



2024. 1. 12. 전기공급 계약이 체결되어 2026년부터 80MW의 전력이 공급될 예정으로 있는 등 지방자치단체가 지원하는 데이터센터 신축사업의 경우 전기사용 정식신청에 대한 검토 결과가 ‘공급 가능’이 아니더라도 단기간 내에 전기공급 계약이 체결되고 있다.

이에 따라 산업부가 전기사용 정식신청에 대한 한전의 검토결과를 활용해 데이터센터의 중기 전력수요를 산정할 때에는 지방자치단체가 지원하는 데이터센터 신축사업의 추진 현황을 파악해 반영할 필요가 있다.

### 3) 장기 전력수요 전망의 경우

산업부는 제11차 전기본 수립 시 데이터센터의 장기(2028~2038년) 전력수요를 전망하면서 사업자들의 데이터센터 건설 의향(전기사용 정식신청) 자료를 통해 확인된 중기(2025~2028년) 전력수요의 연평균 증가율을 산정·적용하는 방식을 사용하였는데, 실제 건설 의향을 파악하였던 2024년은 연평균 증가율 산정에 활용하지 않았고 건설 의향이 파악되지 않았던 2028년은 데이터센터 신·증축이 없어 전력수요가 2027년과 같다는 비현실적인 가정을 적용해 연평균 증가율 산정에 활용하였다.

이에 따라 데이터센터 전력수요가 파악되지 않은 2028년을 제외하고 데이터센터 건설 의향이 파악된 2024~2027년 자료를 활용해 연평균 증가율을 다시 산정해보면 [표 51]과 같이 2025~2027년 자료를 활용할 경우(이하 “시나리오 1”이라 한다) 전력수요 연평균 증가율이 12.3%로서 산업부가 산정한 8.1%보다 4.2%p가 더 높고, 2024~2027년 자료를 활용할 경우(이하 “시나리오 2”라 한다)에도 연평균 증가율이 23.3%로서 산업부 전망보다 15.2%p 더 높은 것으로 나타났다.

[표 51] 데이터센터 장기 전력수요 추정을 위한 연평균 증가율 산정 현황

구분			2023년	중기 전력수요(MW)				
				2024년	2025년	2026년	2027년	2028년
기존 제11차 전기분 전망결과	신규 계약전력(A)		776	1,738	1,224	840	140	-
	누적 계약전력		776	2,514	3,738	4,578	4,718	4,718
	연평균 증가율	제11차 전기분	-	-	8.1%			
		시나리오 1	-	-	12.3%			-
		시나리오 2	-	23.3%				-

자료: 산업부, 한전 및 전력거래소 제출자료 재구성

위와 같은 분석결과는 데이터센터 중기(2024~2027년) 전력수요 증가율이 장기(2028~2038년)에도 그대로 지속된다는 것을 전제로 한 것으로 실제 장기수요 증가율은 이와 달라질 수 있다. 다만, 제11차 전기분 수립시 산업부가 사용한 장기수요 예측방식은 중기수요 예측결과의 반영 여부 등을 임의로 조정한 것으로, 보다 합리적인 방식으로 장기수요를 예측할 수 있는 기법 개발이 필요하다고 판단된다.

## 마. 원인분석

### 1) 기준값 산정의 경우

현재 우리나라의 경우 EU나 독일과 같이 데이터센터 운영 사업자에 대해 신고의무 등을 부과하는 제도가 없고, 「지능정보화 기본법」과 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호에 관한 법률」 등 개별 법률의 필요에 따라 과기부와 행안부 등이 데이터센터 현황을 파악하고 있으나 신뢰성 있는 통계자료는 없다.

산업부는 「전기사업법」 제25조에 따라 전기분에 포함되는 데이터센터 전력수요를 예측하기 위해 2023년 말 현재 국내에서 운영 중인 데이터센터 현황을 파악하면서 주요 데이터센터(면적 500㎡ 이상, 최대 사용전력 규모 0.5MW 이상) 314개 중 166개가 누락되었으나, 이는 개별 기관의 업무처리 방식의 문제라기보다는

국내 데이터센터 통계자료 관리체계에 그 원인이 있다고 판단된다.

국내 데이터센터 관련 현황자료를 보다 정확하게 수집·관리하기 위해서는 과기부와 행안부, 산업부, 한전, 한국전기안전공사 등 관련 기관들이 정보를 서로 공유하고 데이터센터 운영실태에 대한 점검을 주기적으로 실시하는 등 통계자료 관리체계를 개선할 필요가 있다.

## 2) 중기 전력수요 전망의 경우

이번 감사를 통해 데이터센터의 중기 전력수요 예측과 관련하여 ① 한전에서 전력공급 가능하다고 결정한 데이터센터 신축사업 4건(2023년 6월 말 기준) 누락, ② 2023년 7~12월 전력공급 가능하다고 결정한 데이터센터 신축사업 10건 미반영, ③ 산업부와 지방자치단체가 지원하는 데이터센터 신축사업 6건 미반영 등은 향후 개선이 필요한 것으로 확인되었으며, 위 “①항”의 경우 자료취합 중 실수에 따른 것으로 산업부는 앞으로 한전으로부터 정확한 자료를 제출받을 필요가 있다.

위 “②항”의 경우 전기본의 전력수요 전망은 설비계획 수립 등과 유기적으로 연계되는 것으로, 당초 산업부는 2023년 7월에 전기본 수립 절차를 개시하면서 같은 해 말까지 실무(안)을 마련한다는 목표하에 2023년 6월 말 기준 전력공급이 가능하다고 결정된 데이터센터 신축사업 계획을 활용해 중기 전력수요를 파악하였으나, 이후 실무(안) 마련이 2024년 5월로 지연되는 상황에서 추가적인 자료확보 필요성을 검토하지 않았는바, 앞으로는 실무(안) 작성이 지연될 경우 추가적인 자료를 파악(전년도 말 기준)해 중기 전력수요에 반영할 필요가 있다.

한편, 위 “③항”의 경우 ‘데이터센터 지역분산 10대 프로젝트’를 담당하는 산업부 담당부서(전력정책관실 신산업분산에너지과)는 2023년 10월 초 사업계획의 구체성과

기업의 사업추진 의지, 전력공급의 원활성 등을 고려해 10개 과제를 지원대상으로 선정하였고 같은 해 10. 27.에는 진행 상황 점검 회의를 개최하여 사업 진행 정도를 확인하였으나, 그러한 정보를 전기본 수립 담당부서(전력정책관실 전력산업정책과)와 공유하지 않아 감사일 현재 전기사용 계약까지 체결된 5개 프로젝트가 중기 전력수요에 반영되지 않은 것으로 보인다.

또한, 지방자치단체가 지원하는 데이터센터 신축사업의 경우에도 전력산업 정책과가 해당 사업을 중기 전력수요에 반영할 필요성을 검토하지 않은 것으로 보이는바, 앞으로는 데이터센터 중기 전력수요 산정 시 국가나 지방자치단체가 지원하는 사업 관련 정보를 파악해 활용할 필요가 있다.

### 3) 장기 전력수요 전망의 경우

산업부는 데이터센터 신축 의향이 반영된 2024~2027년 신규 전력수요 증가율이 연평균 23.3%였으나 2024년 자료는 제외하고 2025~2028년 자료를 활용해 연평균 증가율을 8.1%로 산정한 후 이를 장기(2028~2038년) 전력수요 예측에 활용하였다. 그리고 2028년의 경우 당초 데이터센터 신·증축이 없어 전력 수요가 2027년과 같다는 비현실적인 가정을 적용해 장기 전력수요 예측을 위한 연평균 증가율 산정 자료로 활용한 후 최종 예측자료를 작성할 때에는 2027년보다 전력수요가 8.1% 증가할 것으로 전망하는 등 예측에 일관성이 없었다.

이와 같은 산업부의 데이터센터 장기(2028~2038년) 전력수요 예측 결과(연평균 8.1% 증가)는 2024~2027년 연평균 신규 전력수요 증가율 23.3%보다 15.2%p 낮은 것으로, 데이터센터 장기 전력수요를 적게 예측한 것은 전기본 수립 관행에 그 원인이 있다고 판단된다.

산업부는 제11차 전기본 수립 시 데이터센터의 장기 전력수요를 예측하면서

중기(2024~2027년) 전력수요 연평균 증가율(23.3%)을 그대로 적용할 경우 총전력수요 증가율이 1~10차 전기본의 관행적 총전력수요 증가율(2~3%) 보다 과도하게 높을 우려가 있다는 사유 등으로 장기수요 연평균 증가율을 8.1%로 산정한 것으로 보인다.

그러나 데이터센터 증설 등 대규모의 특별한 전력수요가 발생하는 경우 총 전력수요 증가율이 과거 관행과 달라질 수 있고, 위와 같은 산업부의 장기수요 예측방식은 합리적이라고 보기 어려우므로 장기수요 예측방식이 개선될 필요가 있다.

#### 바. 소결 및 관계기관 의견

산업부는 최근 AI 기술 확산 등에 따라 데이터센터 전력수요가 늘어나자 전기본을 수립하면서 데이터센터 신·증축을 위한 전기사용 사전신청 또는 정식 신청 자료를 활용해 전력수요 예측을 시도하는 등 데이터센터 건설·운영에 필요한 전력이 원활하게 공급될 수 있도록 노력하고 있다.

그런데 이번 감사에서 확인한 결과 우리나라의 경우 공신력 있는 데이터센터 현황자료가 없어 전력수요 기준값이 적게 산정되고, 중기 전력수요의 경우 사업자들의 데이터센터 건설 의향을 확인할 수 있는 자료의 반영이 미흡하였으며, 장기 전력수요는 향후 수요를 정확하게 전망하기보다는 그간의 국내 총전력소비량 대비 데이터센터의 전력소비량 점유율 등을 고려한바 급증하는 데이터센터의 실제 전력수요 증가율이 왜곡되는 등의 문제점이 확인되었다.

이에 대해 산업부는 최근에는 AI 확산에 따라 데이터센터 수요가 급격하게 증가하고 있고, 데이터센터의 전력수요를 전망하는 방법론이 정립되어 있지 않은 상황에서도 최대한 합리적인 방법론을 채택하여 전기수요를 전망하려고 노력

하였으나, 기준값 산정에 데이터센터 수·전력량 등이 누락되는 문제에 대해서는 차기 전기본 수립 시 관계기관의 자료를 종합 활용하여 누락을 최소화하겠다는 취지로 답변하였다.

그리고 산업부는 중기 전력수요 산정과 관련하여 전기본 수립 일정상 수요 측에서 새롭게 발생하는 데이터를 계속 수요 전망에 현행화하여 반영하는 데 어려움이 있으나 향후에는 가능하면 가장 최신의 데이터를 사용하여 전력수요가 산정될 수 있도록 노력하겠으며, 정책적으로 추진되는 사업의 경우 정기적으로 현황을 관리하여 전력수요 산정에 반영하되 모든 사업을 실수요로 판단하는 것은 적절하지 않을 수 있으므로 사업자의 데이터센터 건립·운영 의지와 사업 실행 가능성을 보다 정확히 확인하여 전력수요 전망 시 활용할 수 있는 방법론을 검토하겠다는 취지의 의견을 제출하였다.

한편, 산업부는 장기 전력수요 산정과 관련하여 데이터센터의 미래 연평균 증가율을 산정함에 있어 공신력 있는 방법론이 제한적인 상황으로 이에 대한 방법론을 비교·분석하여 최적의 방법론을 찾아갈 필요가 있으며 향후 전기본 수립 시에는 감사원이 제안한 연평균 증가율 산정 방안까지 포함하여 다양한 방법론을 비교·평가하여 합리적인 방법론을 검토하겠다는 취지의 의견을 제출하였다. 더욱이 산업부의 전기본 수립 지원기관인 전력거래소는 데이터센터 미래 전력수요 전망의 문제점 등을 개선하기 위해 2025년 3월부터 용역과제를 수행하고 있으므로 향후 전기본 수립 시부터는 용역과제 결과 등을 반영하여 제11차 전기본 보다 과학적이고 논리적인 데이터센터의 전력수요 전망이 이루어질 수 있도록 개선하는 등 국가 전력수요 관리 지원에 최선을 다하겠다는 취지의 의견을

제출하였다.

#### 사. 조치할 사항

산업통상자원부장관은 ① 과학기술정보통신부 및 행정안전부 등과 협력하여 국내에서 운영 중인 데이터센터 현황자료를 정확히 파악해 이를 전력수요 기준값에 반영하고, ② 데이터센터 신축 가능성이 높은 사업들이 누락되지 않도록 중기 전력 수요 산정방식을 개선하며, ③ 데이터센터 장기 전력수요 예측에 활용되는 연평균 증가율을 합리적으로 산정할 수 있는 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

## 제4장 종합 결론

---

### 제1절 감사결과 총평

오늘날 ‘정보통신 인프라’는 인간 생활의 많은 부분을 가능하게 해주는 필수 시설로서 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조에서도 정보통신 인프라를 국가 경제와 국민의 안전·건강, 정부의 핵심 기능에 중요한 영향을 미칠 수 있는 ‘국가 핵심 기반’의 하나로 열거하고, 대규모 통신 중단과 같은 정보통신 인프라의 마비를 사회 재난의 한 유형으로 정의하고 있다.

과거 정보통신 인프라 관련 논의는 주로 통신사업자가 제공하는 통신서비스의 품질 문제를 다루어 왔으나, 최근에는 AI와 자율주행 등으로 대표되는 4차 산업 혁명 관련 기술이 발전하면서 많은 양의 데이터를 빠른 속도로 처리·저장할 수 있는 데이터센터의 중요성을 강조하는 추세이다.

정부는 정보통신 인프라의 안정적인 운영을 위해 집중호우 등의 기상이변이나 정전 등 다양한 위험요인으로부터 통신망을 보호하기 위해 통신재난 예방 대책을 수립·추진하고, 데이터센터의 건립·운영에 필수적인 전력공급을 위해 전기본을 수립하면서 데이터센터 관련 전력수요를 별도로 예측하는 등 다양한 노력을 기울이고 있다.

그런데 이번 감사결과 통신설비 침수에 따른 통신재난 예방 대책의 경우 환경부가 지역별·강우량별 침수위험을 분석할 수 있는 도구를 제공하고 있으나 과기부는 이러한 예측자료를 활용하지 않은 채 막연하게 통신사업자로 하여금 예방 대책을 마련하도록 하고 있어 500년 빈도의 집중호우 발생 시 중요 통신



설비가 집중되어 있는 통신국사 중 일부가 침수되면서 통신재난이 발생할 가능성이 있었다.


그리고 통신망 이원화 조치의 경우 과기부는 이원화 대상 통신시설을 선정하면서 무선통신 중단에 따른 피해 범위를 실질적으로 결정하는 말단기지국 수를 고려하지 않아 유사시 큰 피해를 초래할 수 있는 통신시설 중 일부가 통신망 이원화 대상에서 제외되어 있었고, 통신사업자들이 통신회선 수용에 여유가 많은 상위국사에 직접 수용회선 수를 증가시킴에 따라 유사시 이용자 피해 범위가 확대될 것으로 나타났다.

한편, 데이터센터 전력수급 관련 사항의 경우 전력사용 실태 분석을 위해서는 정확한 데이터센터 현황자료가 필수적이거나 과기부, 행안부, 산업부 등이 정보공유 없이 관련 자료를 각자 수집·관리함에 따라 상당수의 주요 데이터센터가 정부 통계 자료에서 누락되어 있었고, 우리나라는 이미 전력 부족으로 데이터센터 신축이 제약되고 있는 상황에서 외국에 비해 데이터센터의 전력효율이 낮은 수준이나 이를 개선하기 위한 전력효율 관리목표 제도 등이 도입되어 있지 않았다.

또한, 산업부는 전기본 수립 과정에서 데이터센터 전력수요를 예측하면서 사업추진 가능성이 큰 데이터센터 신축사업을 반영하지 않거나 폭증하고 있는 데이터센터의 전력소비량 증가율보다 낮게 전력수요를 예측하고 있는 등의 문제 점도 확인되었다.

## 제2절 이번 감사의 기대효과 및 한계

### 1. 감사의 기대효과

정부는 2018년 11월 대규모 통신중단 피해가 발생한  국사 화재 사고

이후 통신재난 예방 대책을 강화해 오고는 있으나 최근 5년간(2019~2023년) 연평균 6.8건의 통신재난 사고가 발생하였고, 최근에는 정부가 인공지능 기술개발을 중점적으로 지원하고 있으나 전력 부족 문제로 인해 필수시설인 데이터센터 신·증설이 제약되는 등 정보통신 인프라와 관련된 리스크도 상존하는 실정이다.

이에 우리나라의 정보통신 인프라와 관련한 미래 위험요인을 진단하고 개선대안을 제시할 목적으로 이번 감사를 실시한 결과, 주요 통신설비에 대한 침수 피해 예방 대책이 과학적 예측 없이 수립되고 있고 통신설비의 기능 장애 발생 시에도 통신의 연속성을 보장하기 위한 통신망 이원화 조치의 효과도 미흡한 것으로 나타났다.

또한, 최근 인공지능 기술 확산으로 중요성이 강조되고 있는 데이터센터의 경우 외국보다 국내 데이터센터의 전력효율이 낮아 이를 개선할 필요가 있고, 데이터센터에 대한 전력수요 예측방식이 불합리하여 장래 전력수요가 낮게 전망됨에 따라 전력 부족 문제의 해소가 지연될 우려도 있었다.

이번 감사를 통해서 국가 핵심기반의 하나인 정보통신 인프라의 안정성이 제고되고 데이터센터의 전력수급 관리체계도 개선되어 국민 생활의 불편은 최소화하면서 우리나라가 인공지능 등 정보통신 기술 분야의 강대국으로 한 단계 더 도약할 수 있는 계기가 되기를 기대한다.

## 2. 감사의 한계

정보통신 인프라의 안정성과 관련한 이슈에는 통신재난의 예방뿐만 아니라 대비, 대응, 복구 등 다양한 분야가 포함될 수 있고 예방 분야의 경우 집중호우와 같은 기상이변 외에 정전과 장비 기능 오류 등 다양한 요인에 대한 안전대책이

포함될 수 있다.

그런데 이번 감사에서는 집중호우에 따른 통신시설 침수피해 예방 대책과 통신망 이원화에 대해서만 점검하였으므로 정보통신 인프라의 안정성 위험요인과 관련한 종합적인 분석·점검으로는 보기 어렵다.

아울러 데이터센터 전력수요 문제의 경우에도 현재 인공지능(AI) 개발 등으로 데이터센터 구축이 증가하여 전력수요가 폭증하는 상황이나 어느 정도 데이터센터의 구축이 완료되면 그 이후에는 데이터센터 전력수요의 증가율도 감소할 수 있으므로, 장기간 지속적으로 전력수요 증가율이 폭증한다고 볼 수 없는 점을 감안할 필요가 있다.

그리고 이번 감사는 전력수요 규모에 큰 영향을 미치는 데이터센터 전력효율 수준과 전력공급 계획 결정을 위한 수요예측에 대해서만 점검하였으며, 전력 초과수요 해결을 위한 구체적인 대안 분석까지는 실시하지 않았다.

데이터센터 전력 부족 문제의 경우 전체적인 공급 부족 외에도 지역별로 지방에 비해 수도권이 더 심각한 상황인데, 이를 해결할 방안으로는 발전설비와 송·변전 설비를 확충해 전체적인 전력공급 능력을 늘리는 것 외에도 데이터센터의 지역 분산, 대규모 위주 데이터센터 신축을 통한 전력효율 개선 등 다양한 대안이 고려될 수 있다. 정부가 데이터센터 전력 부족 문제를 해소하기 위해 어느 대안을 선택할 것인지는 민간사업자, 지역주민, 전문가 등 다양한 이해관계자의 의견 수렴과정을 거쳐 정책적으로 결정될 사안으로, 이번 감사를 통해 이와 같은 사회적 논의가 활발하게 이루어지기를 기대한다.