

에너지부

10 CFR 파트 431

[EERE-2017-BT-STD-0009] RIN 1905-AD79

에너지 절약 프로그램: 워크인 쿨러 및 냉동고에 대한 에너지 절약 표준

기관: 에너지 효율 및 재생 에너지 사무국, 에너지부.

조치: 규칙 제정안 통지 및 공개 회의 공고.

요약: 수정된 에너지 정책 및 절약법 (Energy Policy and Conservation Act, "EPCA")은 워크인 쿨러와 냉동고 (Walk-in Coolers and Freezers, "walk-ins" (워크인) 또는 "WICF")를 포함한 다양한 소비자 제품 그리고 특정 상업용 및 산업용 장비에 대한 에너지 절약 표준을 규정하고 있다. 또한 EPCA는 미국 에너지부 (Department of Energy, "DOE")로 하여금 더 엄격한 표준이 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당하며 상당한 에너지 절감 효과를 가져올 수 있는지 여부를 주기적으로 결정하도록 요구하고 있다. 이 규칙 제정안의 통지 (Notice of Proposed Rulemaking, "NOPR")에서 DOE는 워크인에 대한 수정된 에너지 절약 표준을 제안하고 이러한 제안된 표준 그리고 관련 분석 및 결과에 대한 의견을 수렴하기 위한 공개 회의를 공고한다.

날짜:

의견: DOE는 2023년 11월 6일까지 이 NOPR에 대한 의견, 데이터, 정보를 접수한다.

회의: DOE는 2023년 9월 27일 수요일 오후 1시부터 4시까지 웨비나를 통해 공개 회의를 개최할 것이다. 웨비나 등록 정보, 참가자 지침, 웨비나 참가자가 사용할 수 있는 기능에 대한 정보는 섹션 VII, "대중 참여"를 참조한다.

제안된 표준이 경쟁에 미칠 수 있는 영향에 관한 의견은 2023년 10월 5일 또는 그 이전에 주소 섹션에 기재된 법무부 연락처로 보내야 한다.

관심 있는 사람은 연방 전자 규칙 제정 포털 (www.regulations.gov)에서 안건 번호 EERE-2017-BT-STD-0009에 대해 의견을 제출하기 바란다. 의견 제출 시에는 지침을 따라야 한다. 또는 관심 있는 사람은 다음 방법 중 하나를 사용하여 안건 번호 EERE-2017-BT-STD-0009로 식별되도록 의견을 제출할 수 있다:

(1) 이메일: WICF2017STD0009@ee.doe.gov. 메시지 제목에 안건 번호 EERE-2017-BT-STD-0009를 포함하도록 한다.

(2) 전자 제출이 아닌 경우: 전자 문서를 제출할 수 없는 경우 지침에 대해서는 (202) 287-1445로 문의하도록 한다.

팩스로는 접수되지 않는다. 의견 제출에 대한 자세한 지침과 이 절차에 대한 추가 정보는 이 문서의 섹션 VII를 참조하도록 한다.

안건: 연방 관보 공지, 의견서, 기타 지원 문서/자료가 포함된 이 활동에 대한 안건은 www.regulations.gov에서 검토할 수 있다. 안건의 모든 문서는 www.regulations.gov 색인에 나열되어 있다. 그러나 색인에 나열된 모든 문서가 공개되지 않을 수 있으며, 공개 의무가 면제되는 정보도 있다.

안건 웹 페이지는 www.regulations.gov/docket/EERE-2017-BT-STD-0009에서 확인할 수 있다. 안건 웹 페이지에는 안건에 대한 공개 의견을 포함한 모든 문서에 액세스하는 방법에 대한 지침이 포함되어 있다. www.regulations.gov를 통해 의견을 제출하는 방법에 대한 정보는 이 문서의 섹션 VII를 참조하도록 한다.

EPCA는 법무부 장관으로 하여금 제안된 표준이 경쟁을 약화시킬 가능성이 있는지에 대한 서면 결정서를 DOE에 제공하도록 요구하고 있다. 미국 법무부 반독점 부서는 제안된 표준이 경쟁에 미칠 수 있는 영향에 대한 의견을 가진 시장 참여자 및 기타 이해 관계자의 의견을 요청한다. 이해 관계자는 날짜 섹션에 명시된 날짜 또는 그 이전에 energy.standards@usdoj.gov로 연락할 수 있다. 이메일의 "제목" 줄에 이 규칙 제정안의 제목과 안건 번호를 명시하도록 한다.

추가 정보를 위한 연락처:

Mr. Troy Watson, 미국 에너지부, 에너지 효율 및 재생 에너지 사무국, 빌딩 기술 사무소, EE-5B, 1000 Independence Avenue SW, Washington, DC 20585-0121. 이메일: ApplianceStandardsQuestions@ee.doe.gov.

Mr. Matthew Schneider, 미국 에너지부, 법률 자문실, GC-33, 1000 Independence Avenue SW, Washington, DC 20585-0121, 전화: (240) 597-6265. 이메일: matthew.schneider@hq.doe.gov.

의견을 제출하는 방법, 기타 공개 의견과 안건을 검토하거나 공개 회의에 참여하는 방법에 대한 자세한 내용은 가전 및 장비 표준 프로그램 직원에게 전화: (202) 287-1445 또는 이메일: ApplianceStandardsQuestions@ee.doe.gov로 문의하도록 한다.

보충 정보:

목차

I. 규칙안 개요

- A. 소비자의 편익 및 비용
- B. 제조업체에 미치는 영향
- C. 국가의 편익 및 비용
- D. 결론

II. 서론

- A. 권한
- B. 배경
 - 1. 현재의 표준
 - 2. 워크인에 대한 표준 규칙 제정 이력
- C. 프로세스 규칙 일탈
 - 1. 공개 의견 수렴 기간

III. 일반적 논의

- A. 일반 의견
- B. 적용 범위
- C. 테스트 절차
- D. 기술적 타당성
 - 1. 일반
 - 2. 기술적으로 실현 가능한 최대 수준
- E. 에너지 절감
 - 1. 절감량의 측정
 - 2. 상당한 절감
- F. 경제적 타당성
 - 1. 구체적인 기준
 - a. 제조업체와 소비자에게 미치는 경제적 영향
 - b. 가격 인상 대비 운영 비용 절감 (LCC와 PBP)
 - c. 에너지 절약
 - d. 장비의 유용성 또는 성능 저하
 - e. 경쟁 감소의 영향
 - f. 국가 에너지 절약의 필요성
 - g. 기타 요인
 - 2. 반증할 수 있는 추정

IV. 방법론 및 관련 의견에 대한 논의

- A. 시장 및 기술 평가
 - 1. 장비 등급
 - a. 문
 - b. 패널
 - c. 냉장 시스템

2. 기술 옵션

- a. 완전히 조립된 워크인
- b. 문과 패널
- c. 냉장 시스템

B. 선별 분석

1. 제외 기술

- a. 완전히 조립된 워크인
- b. 문과 패널
- c. 냉장 시스템

2. 남아있는 기술

- a. 문과 패널
- b. 냉장 시스템
- C. 공학 분석

1. 효율 분석

- a. 디스플레이 문
- b. 비디스플레이 문
- c. 패널

d. 전용 콘텐츠싱 유닛 및 단일 패키지 전용 시스템

e. 유닛 쿨러

2. 비용 분석

- a. 분해 분석
- b. 비용 추정 방법
- c. 가공 생산 비용
- d. 제조업체 마크업 및 운송비

3. 비용 효율성 결과

D. 마크업 분석

E. 에너지 사용 분석

1. 시범 표준 수준

2. 엔벨로프 구성 요소의 에너지 사용

3. 냉장 시스템의 에너지 사용

a. 팬 전력

b. 공칭 일일 가동 시간

4. 연간 에너지 소비 추정

F. 수명 주기 비용 및 투자 회수 기간 분석

1. 장비 비용

2. 고객 표본

3. 설치 비용

4. 연간 에너지 소비

5. 에너지 가격

a. 미래 전기 가격

6. 유지보수 및 수리 비용

- 7. 장비 수명
 - 8. 할인율
 - 9. 새로운 표준이 없는 경우의 에너지 효율 분포
 - 10. 투자 회수 기간 분석
 - G. 운송비 분석
 - 1. 가격 탄력성
 - 2. 출하량 결과
 - H. 국가적 영향 분석
 - 1. 제품 효율의 추세
 - 2. 국가 에너지 저감
 - 3. 순 현재 가치 분석
 - I. 소비자 하위 그룹 분석
 - 1. 따뜻한 공기가 많이 침투하는 환경에서의 용도
 - 2. 소규모 사업체
 - J. 제조업체 영향 분석
 - 1. 개요
 - 2. 정부 규제 영향 모델 및 주요 입력 값
 - a. 제조업체 생산 비용
 - b. 출하량 전망
 - c. 자본 및 제품 전환 비용
 - d. 제조업체 마크업 시나리오
 - 3. 제조업체 인터뷰
 - a. 단열재 두께의 증가
 - b. 결로 방지 열의 감소
 - c. 냉매 규제
 - 4. MIA 의견에 대한 논의
 - K. 배출 분석
 - 1. DOE의 분석에 반영된 대기 질 규정
 - L. 배출 영향의 금전적 산출
 - 1. 온실가스 배출의 금전적 산출
 - a. 탄소의 사회적 비용
 - b. 메탄과 아산화 질소의 사회적 비용
 - 2. 기타 배출 영향의 금전적 산출
 - M. 유틸리티 영향 분석
 - N. 고용 영향 분석
- V. 분석 결과 및 결론
- A. 시범 표준 수준
 - B. 경제적 타당성 및 에너지 절감액
 - 1. 개별 소비자에 미치는 경제적 영향
 - a. 수명 주기 비용 및 투자 회수 기간
 - b. 소비자 하위 그룹 분석
 - c. 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간

2. 제조업체에 대한 경제적 영향

- a. 산업 현금 흐름 분석 결과
- b. 고용에 대한 직접적인 영향
- c. 제조업체 역량에 대한 영향
- d. 제조업체 하위 그룹에 대한 영향
- e. 누적된 규제 부담

3. 국가 영향 분석

- a. 에너지 절감이 상당한 지 여부
- b. 소비자 비용과 편익의 순 현재 가치
- c. 고용에 대한 간접적인 영향
- 4. 제품의 유용성 또는 성능에 미치는 영향
- 5. 경쟁 감소에 의한 영향
- 6. 국가의 에너지 절약 필요성
- 7. 기타 요소

8. 경제적 영향 요약

C. 결론

1. 워크인의 표준에 대해 고려되는 TSL의 편익 및 부담

- a. 문
- b. 패널
- c. 냉장 시스템
- 2. 표준안의 연간 편익 및 비용
- D. 보고, 인증 및 샘플링 계획

VI. 절차적 문제 및 규제 검토

A. 행정명령 12866, 13563, 14094에 따른 검토

B. 규제 유연법에 따른 검토

- 1. 조치가 고려되고 있는 이유에 대한 설명
- 2. 규정의 목적 및 법적 근거
- 3. 규제 대상인 소규모 기업의 수 추정에 대한 설명
- 4. 소규모 기업 그룹별 비용 차이 (있는 경우)를 포함한 규정 준수 요건에 대한 설명 및 추정치

a. 문

b. 패널

c. 냉장 시스템

5. 다른 규칙 및 규정과의 중복, 겹침, 상충

6. 규칙의 중요한 대안

C. 문서 작업 감축법에 따른 검토

D. 1969년 국가 환경 정책법에 따른 검토

E. 행정 명령 13132에 따른 검토

F. 행정 명령 12988에 따른 검토

G. 1995년 비재정지원 명령 개혁법에 따른 검토

H. 1999년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법에 따른 검토

I. 행정명령 12630에 따른 검토

J. 2001년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법에 따른 검토

K. 행정명령 13211에 따른 검토

L. 정보의 질

VII. 대중의 참여

A. 웨비나 참석

배포를 위해 작성된 일반 진술서의 제출 절차

C. 웨비나의 진행

D. 의견 제출

E. DOE가 의견을 구하는 문제

VIII. 장관실 승인

I. 규칙안 개요

수정된 에너지 정책 및 절약법, 공법 94-163 ("EPCA")¹은 DOE가 여러 소비자 제품과 특정 산업 장비의 에너지 효율을 규제할 수 있는 권한을 부여하고 있다. (42 U.S.C. 6291-6317) EPCA의 타이틀 III, 파트 C²에서는 특정 산업 장비에 대한 에너지 절약 프로그램을 수립하였다. (42 U.S.C. 6311-6317) 이러한 장비에는 이 규칙 제정의 대상인 워크인³이 포함된다.

EPCA에 따라, 모든 신규 또는 수정된 에너지 절약 표준은 DOE가 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당하다고 판단하는 에너지 효율의 최대 개선을 달성하도록 설계되어야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(A)) 또한, 신규 또는 수정된 표준으로 인해 에너지가 상당히 절감되어야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(3)(B)) 또한 EPCA는 표준을 제정하거나 수정하는 최종 규칙을 발표한 후 6년 이내에 DOE가 제품에 대한 표준을 수정할 필요가 없다는 결정 통지 또는 새로 제안된 에너지 절약 표준을 포함하는 규칙 제정안 통지 (적절한 경우 최종 규칙으로 진행)를 발표해야 한다고 규정하고 있다. (42 U.S.C. 6316(a), 42 U.S.C. 6295(m))

이 문서에서 설명된 이러한 법률 조항과 기타 법률 조항에 따라 DOE는 워크인에 대한 세 가지 시범 표준 수준 (Trial Standard Level, "TSL")의 편익과 부담을 분석하였다. TSL 및 이와 관련된 편익과 부담은 이 문서의 섹션 V.A부터 V.C까지에 자세히 설명되어 있다. 이 문서의 섹션 V.C에서 설명된 것처럼 DOE는 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당할 수 있는 에너지 효율의 최대 개선을 TSL 2로 잠정적으로 결정하였다. 일일 최대 에너지 소비량을 킬로와트시/일 ("kWh/일")로 표시하는 워크인 디스플레이 문에 대한 표준안은 표 I.1에 나와 있다. 이 표준안이 채택될 경우, 이 규칙 제정의 최종 규칙이 공표된 날로부터 3년 후부터 미국에서 제조되거나 미국으로 수입되는 표 I.1에 나열된 모든 워크인 비디스플레이 문에 적용된다.

¹이 문서에서 EPCA에 대한 모든 참조는 2020년 에너지법, 공법 116-260 (2020년 12월 27일)을 통해 수정된 법령을 의미하며, 이는 EPCA의 파트 A와 A-1에 영향을 미치는 최종 법 개정안을 반영한다.

²편집상의 이유로, 미국 법규의 성문화에 따라 파트 C가 파트 A-1로 재지정되었다.

³워크인 쿨러와 워크인 냉동고는 패널, 문, 냉장 시스템을 포함하되 이에 국한되지 않는 밀폐된 보관 공간으로 정의되며, 각각 화씨 32도 이상 및 화씨 32도 이하의 온도로 냉장되어 걸어 들어갈 수 있으며 총 냉장 보관 면적이 3,000 제곱피트 미만이지만 의료, 과학 또는 연구 목적으로만 설계되고 판매되는 제품은 이 용어에 포함되지 않는다. 10 CFR 431.302.

표 I.1 – 워크인의 비디스플레이 문에 대한 에너지 절약 표준안

[TSL 2]

장비 등급			최대 일일 에너지 소비량 (kWh/day) *
디스플레이/비디스플레이	개방 메커니즘	온도	
비디스플레이	수동	중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.25$
		저온	$0.06 \times A_{nd} + 1.32$
	수동	중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.39$
		저온	$0.05 \times A_{nd} + 1.56$

* A_{nd} 는 10 CFR 파트 431, 하위파트 R, 부속서 A, 해당 샘플링 계획의 DOE 테스트 절차에 따라 결정된 비디스플레이 문 표면적의 대표값이다.

와트시 당 영국 열 단위 ("Btu/W-h")로 연간 워크인 에너지 계수 2 (annual walk-in energy factor 2, "AWEF2")로 표시되는 워크인의 냉장 시스템에 대한 표준안은 표 1.2에 나와 있다. 이 표준안이 채택될 경우, 이 규칙 제정의 최종 규칙이 공표된 날로부터 3년 후부터 미국에서 제조되거나 미국으로 수입되는 표 1.2에 나열된 모든 워크인 냉장 시스템에 적용된다.

표 1.2 - 워크인 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준안

[TSL 2]

장비 등급	최소 AWEF2 (Btu/W-h) *
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	
<7,000 Btu/h	$7.80E-04 \times q_{net} + 2.20$
≥7,000 Btu/h	7.66
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<7,000 Btu/h	$1.02E-03 \times q_{net} + 2.47$
≥7,000 Btu/h	9.62
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	
<7,000 Btu/h	$2.46E-04 \times q_{net} + 1.55$
≥7,000 Btu/h	3.27
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<7,000 Btu/h	5.58
≥7,000 Btu/h	$3.00E-05 \times q_{net} + 5.34$
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<8,000 Btu/h	6.09
≥8,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	$2.13E-05 \times q_{net} + 7.15$
≥25,000 Btu/h	7.68
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<25,000 Btu/h	$2.50E-05 \times q_{net} + 2.36$
≥25,000 Btu/h	$1.72E-06 \times q_{net} + 2.94$
≥25,000 Btu/h	3.03
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<25,000 Btu/h	$9.83E-05 \times q_{net} + 2.63$
≥25,000 Btu/h 그리고 <54,000 Btu/h	$3.06E-05 \times q_{net} + 3.23$
≥54,000 Btu/h	$4.96E-06 \times q_{net} + 3.88$
≥54,000 Btu/h	4.25
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	$9.86E-05 \times q_{net} + 4.91$
≥9,000 Btu/h	5.8
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	$2.47E-04 \times q_{net} + 4.89$
≥25,000 Btu/h 그리고 <75,000 Btu/h	7.11
≥75,000 Btu/h	$8.00E-05 \times q_{net} + 1.8$
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	2.28
≥9,000 Btu/h	$1.63E-04 \times q_{net} + 1.8$
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	2.77
≥9,000 Btu/h	10.34
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<6,000 Btu/h	$3.83E-04 \times q_{net} + 6.9$
≥6,000 Btu/h	16.46
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<6,000 Btu/h	6.93
≥6,000 Btu/h	$3.64E-04 \times q_{net} + 3.66$
≥6,000 Btu/h	12.76
≥6,000 Btu/h	9.65
≥6,000 Btu/h	4.57
유닛 쿨러—고온, 콘덴싱 없음, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	
≥9,000 Btu/h and <25,000 Btu/h	
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—고온, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—중온	
유닛 쿨러—저온	

* q_{net} 은 10 CFR 파트 431, 하위파트 R, 부속서 C1, 해당 샘플링 계획의 DOE 테스트 절차에 따라 결정된 순 용량 (Btu/h)의 대표값이다.

A. 소비자의 편의 및 비용

표 1.3부터 표 1.5까지는 평균 수명 주기 비용 (Life-Cycle Cost, "LCC") 절감액과 단순 투자 회수 기간 (Payback Period, "PBP")으로 측정하여 제안된 표준이 워크인 소비자에게 미치는 경제적 영향에 대한 DOE의 평가를 제시하고 있다.⁴ 평균 LCC 절감액은 모든 장비 등급에서 양의 값을 가지며 PBP는 8-20년으로 추정되는 워크인의 평균 수명보다 낮다 (이 문서의 섹션 IV.F.10 참조).

표 1.3 - 에너지 절약 표준안이 워크인의 디스플레이 문과 비디스플레이 문의 소비자에게 미치는 영향

[TSL 2]⁵

디스플레이/비디스플레이	개방 메커니즘	온도	평균 LCC 절감액 (2022\$)	단순 투자회수 기간 (년)
디스플레이.....	수동	저온.....	.....	.....
		중온.....	.....	.....
비디스플레이.....	수동	저온.....	723	1.3
		중온.....	86	3.2
	전동식	저온.....	1,192	1.0
		중온.....	113	2.4

표 1.4 - 에너지 절약 표준안이 워크인 패널의 소비자에게 미치는 영향

[TSL 2]

장비	온도	평균 LCC 절감액 (2022\$)	단순 투자회수 기간 (년)
구조	저온.....	.....	.....
	중온.....	.....	.....
바닥	저온.....	.....	.....

표 1.5 - 에너지 절약 표준안이 워크인 냉장 시스템의 소비자에게 미치는 영향

[TSL 2]

시스템	온도	위치	평균 LCC 절감액 (2022\$)	단순 투자회수 기간 (년)
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템	저온.....	실내	163	4.0
		실외	172	3.6
	중온.....	실내	567	3.4
		실외	136	2.6
유닛 쿨러	저온.....	N/A	1,306	1.2
	중온.....		212	2.0
	고온.....		.....	.....
	고온, 덕트형.....		237	0.7
맞춤형 냉장 시스템 및 단일 패키지의 전용 시스템	고온, 덕트형.....	실내	124	1.3
		실외	126	2.9
	고온, 덕트형.....	실내	296	1.7
		실외	305	3.4

⁴평균 LCC 절감액은 표준의 영향을 받는 소비자를 의미하며, 신규 또는 수정된 표준이 없는 규정 준수 연도의 시장을 나타내는 신규 표준이 없는

경우의 효율성 분포와 비교하여 측정된다 (이 문서의 IV.F.9 섹션 참조). 특정 효율 수준을 비교하기 위해 디자인된 단순 PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다 (이 문서의 IV.F 섹션 참조).

⁵이 문서의 모든 화폐 값치는 2022년 달러 가치로 표시되었다.

표 I.5 - 에너지 절약 표준안이 워크인 냉장 시스템의 소비자에게 미치는 영향

[TSL 2]

시스템	온도	위치	평균 LCC 절감액 (2022\$)	단순 투자회수 기간 (년)
단일 패키지의 전용 시스템.....	저온.....	실내	180	3.8
	중온.....	실외	103	3.5
		실내	177	1.2
		실외		

표준안이 소비자에게 미치는 영향에 대한 DOE의 분석은 이 문서의 섹션 IV.F에 설명되어 있다.

B. 제조업체에 미치는 영향

산업의 순 현재 가치 (Industry Net Present Value, "INPV")는 기준 연도부터 분석 기간 (2023-2056년) 종료시까지 해당 산업에 대한 할인된 현금 흐름의 합계이다. DOE는 문에 9.4%, 패널에 10.5%, 냉장 시스템에 10.2%의 실질 할인율을 사용하여 수정된 표준이 없는 경우 워크인 디스플레이 문, 비디스플레이 문, 패널, 냉장 시스템 제조업체의 INPV를 각각 \$278.0백만, \$536.7백만, \$875.2백만, \$490.1백만으로 추산한다. 표준안에 대해서 모든 워크인 디스플레이 문의 장비 등급은 기본 효율 수준을 유지한다. 따라서 디스플레이 문 제조업체의 경우 INPV에 변화가 없으며 전환 비용도 발생하지 않는다. 표준안에 대해서 비디스플레이 문 제조업체의 INPV 변화는 -4.8%에서 -2.6% (약 -\$25.5백만에서 -\$14.2백만)로 추정된다. 표준안에 대해서 모든 워크인 패널 장비 등급은 기본 효율 수준을 유지한다. 그러므로 패널 제조업체의 INPV와 전환 비용은 변경되지 않는다. 표준안에 대해서 냉동 시스템 제조업체의 INPV 변화는 -7.7% (약 -\$47.8 백만에서 -\$37.9 백만) 범위로 추정된다. 장비가 수정된 표준을 준수하도록 하기 위해 워크인 디스플레이 문과 냉장 시스템 산업은 각각 총 \$28.9 백만, \$60.1 백만의 전환 비용이 발생할 것으로 예상된다.

표준안이 제조업체에 미치는 영향에 대한 DOE의 분석은 이 문서의 섹션 IV.J에 설명되어 있다. 제조업체 영향 분석 (Manufacturer Impact Analysis, "MIA")의 분석 결과는 이 문서의 섹션 V.B.2에 나와 있다.

C. 국가의 편익 및 비용

DOE의 분석에 따르면 워크인에 대한 에너지 절약 표준안은 상당한 양의 에너지를 절약할 수 있는 것으로 나타났다. 수정된 표준을 준수할 것으로 예상되는 연도에 시작되어 30년 동안 (2027-2056년) 구매되는 워크인 제품의 수명 기간 에너지 절감량은 수정된 표준이 없는 사례와 비교하여 1.51×10^{15} 영국 열 단위 ("Btu")에 달한다.⁷ 이는 수정된 표준이 없는 사례 (이하 "신규 표준이 없는 사례")에서 이러한 제품의 에너지 사용량에 비해 6%를 절감하는 것을 의미한다.

워크인 표준안의 총 소비자 편익의 누적 순 현재 가치 ("NPV")는 \$14.5억 (7% 할인율 적용 시)에서 \$36.6억 (3% 할인율 적용 시)에 이른다. 이 NPV는 2027년부터 2056년까지 워크인 구매 시 예상되는 제품 비용과 설치 비용 증가분을 뺀 향후 운영 비용 절감의 예상 총 가치를 나타낸다.

또한, 워크인 표준안은 상당한 환경적 이점을 가져올 것으로 예상된다. DOE는 표준안으로 인해 (에너지 절감과 같은 기간 동안) 이산화탄소 ("CO₂"⁸)의 경우 28.5백만 메트릭톤 ("Mt"), 이산화황의 경우 8.8천 톤, 산화 질소 ("NOx")의 경우 52.9천 톤, 메탄 ("CH₄")의 경우 237.4톤, 아산화 질소 ("N₂O")의 경우 0.3천 톤, 수은 ("Hg")의 경우 0.1톤의 누적 배출량이 감소할 것으로 추정한다.

DOE는 이산화탄소의 사회적 비용 (Social Cost of CO₂, "SC-CO₂"), 메탄의 사회적 비용 (Social Cost of Methane, "SC-CH₄"), 아산화 질소의 사회적 비용 (Social Cost of Nitrous oxide, "SC-N₂O")에 대한 네 가지의 다른 추정치를 사용하여 온실가스 (Greenhouse Gas, GHG) 감축으로 인한 기후 편익의 가치를 추정한다. 이를 합하면 온실가스의 사회적 비용 (Social Cost of GHG, "SC-GHG")을 나타낸다. DOE는 온실가스의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹 (Interagency Working Group, "IWG")에서

개발한 중간 SC-GHG 값 (회피한 온실가스 톤당 편익을 기준으로 한)을 사용하였다.¹⁰ 이러한 값을 도출하는 것은 이 문서의 섹션 IV.L에서 설명한다. 설명의 편익을 위해 3%의 할인율을 적용했을 때 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익은 \$16억으로 추정된다. DOE는 단일 중앙 SC-GHG 포인트 추정치를 가지고 있지 않으며, 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산된 편익을 고려하는 것의 중요성과 가치를 강조하고 있다.

DOE는 이 문서의 섹션 IV.L에서 설명한 대로 환경 보호국의 톤당 편익 추정치를 사용하여 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강에 대한 금전적 편익을 추정하였다¹¹.

⁶이 문서의 모든 화폐 가치는 별도의 언급이 없는 한 2022년 기준 달러가치로 표시되었다.

⁷이 수치는 전체 연료 주기 (Full-Fuel-Cycle, "FFC") 에너지 절감량을 나타낸다. FFC 에너지 절감량에는 1차 연료 (예를 들어 석탄, 천연가스, 석유 연료)를 추출, 처리, 운송하는 데 소비되는 에너지가 포함되므로 에너지 효율 표준의 영향을 보다 완벽하게 파악할 수 있다. FFC 지표에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.H.2를 참조하도록 한다.

⁸메트릭톤은 1.1 숏톤과 등가이다. CO₂ 이외의 배출량에 대한 결과는 숏톤 단위로 표시된다.

⁹DOE는 연례 에너지 전망 2023 (Annual Energy Outlook 2023, "AEO2023")의 주요 가정을 반영하여 신규 표준이 없는 사례와 비교하여 배출량 감축을 계산하였다. AEO2023은 인플레이션 감소법을 포함하여 2022년 11월 중순까지 채택된 법률과 규정을 최대한 반영하고 있다. 대기 오염물질 배출에 영향을 미치는 AEO2023 가정에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.K를 참조하도록 한다.

¹⁰이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: IWG가 2021년 2월에 게시한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정치를 사용하였다.

www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/02/TechnicalSupportDocument_SocialCostofCarbonMethaneNitrousOxide.pdf.

¹¹미국 EPA. 21개 부문에서 직접 배출되는 PM_{2.5}, PM_{2.5} 전구체, 오존 전구체 감소에 따른 톤당 편익 추정. www.epa.gov/benmap/estimating-benefit-ton-reducing-pm25-precursors-21-sectors에서 확인할 수 있다.

DOE는 7% 할인율을 적용하면 건강에 대한 편익의 현재 가치가 \$13억, 3% 할인율을 적용하면 \$32억이 될 것으로 추정하였다.¹² DOE는 현재 두 가지 전구체 (SO₂와 NO_x)로 인한 주변 미세 입자상 물질 (PM_{2.5}) 농도 변화와 한 가지 전구체 (NO_x)로 인한 주변 오존 변화로만 건강에 대한 편익을 수치화 하였지만 직접 PM_{2.5} 배출량 감소로 인한 건강에 대한 편익 등 다른 효과로 편익을 창출하는 능력을 계속 평가할 계획이다.

표 1.6에는 워크인 표준안으로 인해 발생할 것으로 예상되는 금전적 편익과 비용이 요약되어 있다. 정량화되지 않은 특정 기후 편익, 독성 대기 오염 물질, 기타 배출량 감소로 인한 정량화되지 않은 공중 보건 편익, 정량화되지 않은 에너지 안보 편익, 분배 효과 등 다른 중요한 정량화되지 않은 효과도 존재한다.

표 1.6-워크인에 대한 에너지 절약 표준안에 따른 금전적으로 산출된 편익 및 비용의 요약

[TSL 2]

2022년 달러 가치 기준 (\$십억)

3% 할인율

소비자 운영 비용 절감.....	4.7
기후 편익*	1.6
건강 편익**	3.2
총 편익†	9.5
소비자 증분 제품 비용‡	1.3
순 편익	8.2
생산자 현금 흐름 변화 (INPV ††)	(0.07) - (0.05)

7% 할인율

소비자 운영 비용 절감	2.2
--------------------	-----

기후 편익* (3% 할인율)	1.6
건강 편익**	1.3
총 편익†	5.1
소비자 증분 제품 비용‡	0.7
순 편익	4.4
생산자 현금 흐름 변화 (INPV‡‡)	(0.07) - (0.05)

참고: 이 표는 2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러와 냉동고와 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러와 냉동고에서 2056년 이후에 발생하는 소비자, 기후, 건강상의 편익이 포함되어 있다.

* 기후 편익은 탄소 (SC-CO₂), 메탄 (SC-CH₄), 아산화 질소(SC-N₂O)의 사회적 비용에 대한 네 가지 추정치 (모델 평균 2.5%, 3%, 5% 할인율, 3% 할인율에서 95번째 백분위수)를 사용하여 계산한다 (이 문서의 섹션 IV.L 참조). 이를 모두 합하면 글로벌 SC-GHG를 나타낸다. 이 표에는 3% 할인율에서 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산된 편익을 고려하는 것이 중요하고 가치 있다고 강조한다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: IWG가 2021년 2월에 제시한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정치를 사용하였다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (SO₂와 NO_x의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 다른 효과를 통한 금전적 편익을 창출하는 능력을 계속 평가할 예정이다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 정량화 및 금전적으로 산출할 수 있는 소비자, 기후, 건강에 대한 편익이 포함된다. 표시를 위해 3%와 7% 할인율의 경우 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

‡ 운영 비용 절감은 아래에 자세히 설명된 수명 주기 비용 분석 및 국가 영향 분석을 근거로 계산된다. 이 문서의 섹션 IV.F와 IV.H를 참조하도록 한다. DOE의 NIA에는 제조업체가 장비를 제조하는 데 드는 비용 증가부터 소비자가 체감하는 가격 인상까지 유통망에 따른 모든 영향 (비용과 편익 모두)이 포함된다. DOE는 제조업체에 미치는 영향에 대한 자세한 분석 (MIA)도 별도로 수행한다. 이 문서의 섹션 IV.J를 참조하도록 한다. 세부적인 MIA에서 DOE는 투자, 전환 비용, 현금 흐름, 이익에 관한 가정을 기반으로 제조업체의 가격 결정을 모델링한다. MIA는 규칙이 INPV에 미칠 것으로 예상되는 영향인 다양한 영향을 도출한다. INPV의 변화는 생산 비용, 자본 지출, 제조업체 이익의 변화를 포함하여 산업 현금 흐름의 모든 변화의 현재 가치이다. INPV의 변화는 MIA에서 추정된 산업 가중 평균 자본 비용 값을 사용하여 계산되며, 이 값은 워크인의 비디스플레이 문의 경우 9.4%, 워크인 냉장 시스템의 경우 10.2%이다 (업계 가중 평균 자본 비용에 대한 전체 설명은 NOPR TSD 12장 참조). 워크인의 경우, INPV 변화 값은 -\$73백만에서 -\$52백만이다. DOE는 TSL이 경제적으로 타당한지 여부를 분석할 때 이러한 범위의 영향에 대해 고려한다. 이 문서의 섹션 V.C를 참조하도록 한다. DOE는 두 가지 마크업 시나리오에 따른 INPV에 대한 영향 범위를 제시하고 있다. 첫 번째는 매출이익 유지 시나리오로, 이 표에서 소비자 운영 비용 절감의 계산에 사용된 제조업체의 마크업 시나리오이다. 두 번째는 영업이익 마크업 유지 시나리오로, 이는 DOE가 제조업체가 제조 비용의 증가에 비례하여 단위당 영업이익을 증가시키지 못할 것으로 가정한 시나리오이다. DOE는 생산과 소비의 잠재적 변화를 포함하여 이 제안이 사회에 미칠 것으로 예상되는 영향을 평가하기 위한 추가적인 맥락을 제공하기 위해 이 문서의 섹션 IV.J에서 자세히 설명한 MIA를 바탕으로 위의 표에 추정 INPV의 범위를 포함하였으며, 이는 OMB의 Circular A-4와 E.O. 12866에 부합한다. DOE가 이 규칙안의 순 편익 계산에 INPV를 포함할 경우 순 편익은 3% 할인율을 적용하면 \$81.3억에서 \$81.5억에 달하고 7% 할인율을 적용하면 \$43.3억에서 \$43.5억에 달할 것으로 예상된다. 괄호()는 음의 값을 나타낸다. DOE는 이러한 접근 방식에 대한 의견을 구하고 있다.

¹²DOE는 행정명령 12866의 요건을 준수하기 위해서 해당 TSL로 인해 얻게 되는 이러한 배출량 감축의 경제적 가치를 추정한다.

표준안의 편익과 비용은 연간 가치로 표현할 수도 있다. 연간 총 순 편익의 금전적 가치는 (1) 소비자 운영 비용 절감에서 (2) 제품 구매 가격과 설치 비용 증가를 뺀 값에 (3) 배출량 감소로 인한 기후와 건강에 대한 편익의 가치를 더한 값으로, 모두 연간으로 환산한 값이다.¹³

국가 운영 비용 절감액은 해당 제품 구매로 인해 발생하는 미국 국내 개인 소비자의 금전적 절감액이며, 2027-2056년에 출하되는 워크인 제품의 수명 기간 동안 측정된다. 표준안의 결과로 달성되는 배출량 감소와 관련된 편익도 2027-2056년에 출하되는 워크인 제품의 수명을 기준으로 계산된다. 3%와 7% 할인율의 경우 모두에 대한 총 편익은 평균 온실가스 사회적 비용에 3%의 할인율을 적용하여 제시되었다. 이 문서의 섹션 IV.L에 네 가지 할인율 모두에 대한 SC-GHG 값의 추정치가 제시되어 있다.

표 1.7은 표준안과 관련된 금전적으로 산출된 총 추정 편익과 비용을 연간 가치로 표시한 것이다. 1차 추정치에 따른 결과는 다음과 같다.

소비자 편익과 비용 그리고 NO_x와 SO₂ 배출 저감으로 건강 편익에 7%의 할인율, GHG 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 이 규칙에서 제안한 표준의 예상 비용은 장비 비용 증가로 연간 \$70.7백만이며, 연간 예상 편익은 장비 운영

비용 절감으로 \$214.1백만, 기후 편익으로 \$90.4백만, 건강 편익으로 \$132.2백만으로 추정된다. 이 경우 순 편익은 연간 \$366.0백만에 달한다.

모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용한 결과, 표준안의 예상 비용은 장비 비용 증가로 연간 \$72.4백만, 예상 연간 편익은 운영 비용 감소로 \$260.0백만, 기후 편익으로 \$90.4백만, 건강 편익으로 \$177.7백만으로 추정된다. 이 경우 순 편익은 연간 \$455.7백만에 달한다.

표 I.7-워크인에 대한 에너지 절약 표준안의 연간 편익 및 비용 분석

[TSL 2]

	2022년 달러가치 기준 (\$백만)		
	1차 추정	낮은 순 편익 추정	높은 순 편익 추정
3% 할인율			
소비자 운영 비용 절감	260.0	265.3	264.9
기후 편익*	90.4	92.6	90.0
건강 편익**	177.7	182.1	177.0
총 금전적으로 산출된 편익†	528.1	540.0	531.9
소비자 증분 제품 비용‡	72.4	102.6	64.7
금전적으로 산출된 순 편익	455.7	437.4	467.2
생산자 현금 흐름 변화 (INPV‡‡)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)
7% 할인율			
소비자 운영 비용 절감	214.1	218.8	218.3
기후 편익* (3% 할인율)	90.4	92.6	90.0
건강 편익**	132.2	135.3	131.7
총 금전적으로 산출된 편익†	436.7	446.7	440.0
소비자 증분 제품 비용‡	70.7	95.4	64.1
금전적으로 산출된 편익	366.0	351.2	376.0
생산자 현금 흐름 변화 (INPV‡‡)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)

참고: 이 표는 2027-2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이러한 결과에는 2027-2056년에 출하되는 제품에서 2056년 이후에 발생하는 소비자, 기후, 건강에 대한 편익이 포함된다. 1차, 낮은 순 편익, 높은 순 편익 추정치는 각각 AEO2023 기준 사례, 낮은 경제 성장 사례, 높은 경제 성장 사례에서의 에너지 가격 예측을 활용한다. 또한 증분 장비 비용은 1차 추정치에서는 중간 감소율을, 낮은 순 편익 추정치에서는 낮은 감소율을, 높은 순 편익 추정치에서는 높은 감소율을 반영한다. 예상 가격 동향을 도출하는 데 사용된 방법은 이 문서의 IV.F.1과 IV.H.3 섹션에 설명되어 있다. 반올림으로 인해 편익과 비용을 합한 값이 순편익과 일치하지 않을 수 있다.

* 기후 편익은 글로벌 SC-GHG에 대한 네 가지 다른 추정치를 사용하여 계산된다 (이 문서의 IV.L 섹션 참조). 이 표에는 3%의 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것의 중요성과 가치를 강조하고 있다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감소로 인한 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: IWG가 2021년 2월에 게시한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정치를 사용하였다.

** 건강 편익은 NOx와 SO₂에 대한 톤당 편익을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (SO₂와 NOx의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NOx의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 다른 효과를 금전적으로 창출할 수 있는 능력을 계속 평가할 예정이다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 3%와 7% 할인율 모두에 대한 총 편익은 3% 할인율이 적용된 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

‡‡ 운영 비용 절감액은 아래에서 자세히 설명하는 수명 주기 비용 분석과 국가 영향 분석을 근거로 계산된다. 이 문서의 IV.F와 IV.H 섹션을 참조하도록 한다. DOE의 NIA에는 제조업체가 제품을 제조하는 데 드는 비용 증가부터 소비자가 체감하는 가격 상승까지 유통망에 따른 모든 영향 (비용과 편익 모두)이 포함된다. DOE는 또한 제조업체에 미치는 영향에 대한 자세한 분석 (MIA)도 별도로 수행한다. 이 문서의 섹션 IV.J를

참조하도록 한다. 세부적인 MIA에서 DOE는 투자, 전환 비용, 현금 흐름, 이익에 관한 가정을 기반으로 제조업체의 가격 결정을 모델링한다. MIA는 규칙이 INPV에 미칠 것으로 예상되는 영향인 다양한 영향을 도출한다. INPV의 변화는 생산 비용, 자본 지출, 제조업체 이익의 변화를 포함하여 산업 현금 흐름의 모든 변화의 현재 가치이다. INPV의 변화는 MIA에서 추정된 산업 가중 평균 자본 비용 값을 사용하여 계산되며, 이 값은 워크인 비디스플레이 문의 경우 9.4%, 워크인 냉장 시스템의 경우 10.2%이다 (업계 가중 평균 자본 비용에 대한 전체 설명은 NOPR TSD 12장 참조). 워크인의 경우 이 값은 -\$76백만에서 -\$52백만이다. DOE는 TSL이 경제적으로 타당한지 여부를 분석할 때 이러한 영향 범위를 고려한다. 이 문서의 섹션 VC를 참조하도록 한다. DOE는 두 가지 마크업 시나리오에 따른 INPV에 대한 영향 범위를 제시하고 있다. 첫 번째는 매출이익 유지 시나리오로, 이 표에서 소비자 운영 비용 절감의 계산에 사용된 제조업체의 마크업 시나리오이다. 두 번째는 영업이익 마크업 유지 시나리오로, 이는 DOE가 제조업체가 제조 비용의 증가에 비례하여 단위당 영업이익을 증가시키지 못할 것으로 가정한 시나리오이다. DOE는 생산과 소비의 잠재적 변화를 포함하여 이 제안이 사회에 미칠 것으로 예상되는 영향을 평가하기 위한 추가적인 맥락을 제공하기 위해 이 문서의 섹션 IVJ에서 자세히 설명한 MIA를 바탕으로 위의 표에 추정 INPV의 범위를 포함하였으며, 이는 OMB의 Circular A-4와 E.O. 12866에 부합한다. DOE가 이 규칙안의 연간 순 편익 계산에 INPV를 포함할 경우, 연간 순 편익은 3% 할인율을 적용하면 \$44.81억에서 \$45.03억에 달하고, 7% 할인율을 적용하면 \$35.84억에서 \$36.06억에 달한다. 괄호()는 음의 값을 나타낸다. DOE는 이러한 접근 방식에 대한 의견을 구하고 있다.

¹³비용과 편익의 시계열을 연간 가치로 변환하기 위해 DOE는 총 소비자 비용과 절감액의 NPV를 할인하는 데 사용된 연도인 2023년의 현재 가치를 계산하였다. 편익의 경우 DOE는 출하되는 연도 (예를 들어 2030년)의 각 연도 출하량과 관련된 현재 가치를 계산한 다음, 각 연도의 현재 가치를 2023년까지 할인하였다. 그런 다음 DOE는 이 현재 가치를 사용하여 규정 준수 연도부터 시작하여 30년 동안 동일한 현재 가치를 산출하는 고정된 연간 지불액을 계산하였다.

표준안이 국가에 미치는 영향에 대한 DOE의 분석은 이 문서의 섹션 IV.H, IV.K, IV.L에 설명되어 있다.

D. 결론

DOE는 표준안이 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당할 수 있는 에너지 효율의 최대 개선을 제공하며 상당한 에너지 절약 효과를 가져올 것이라고 잠정 결론을 내렸다. 특히 기술적 실현 가능성과 관련하여, 이 표준 수준을 달성하는 장비는 이미 이 제안에서 다루는 모든 장비 등급에서 상업적인 이용이 가능하다. 경제적 타당성과 관련하여 DOE의 분석에 따르면 표준안의 편익이 표준안의 부담을 상당 부분 초과하는 것으로 나타났다.

소비자 편익과 비용 그리고 NO_x와 SO₂ 저감 편익에 7%의 할인율을 적용하고 온실가스 사회적 비용에 3%의 할인율을 적용한 결과, 워크인에 대한 표준안의 예상 비용은 장비 비용 증가로 연간 \$70.7백만, 예상 연간 편익은 장비 운영 비용 절감으로 \$214.1백만, 기후 편익으로 \$90.4백만, 건강 편익으로 \$132.2백만으로 추정된다. 순 편익은 연간 \$366.0백만에 달한다.

새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 제공하는 절감 효과가 상당한지 여부는 이 규칙 제정과 관련된 특정 상황에 대한 지식 없이는 판단할 수 없다.¹⁴ 예를 들어, 일부 적용 대상 제품과 장비는 에너지 수요가 가장 많은 기간 동안 상당한 에너지 소비가 발생한다. 이러한 제품이 에너지 인프라에 미치는 영향은 상대적으로 수요가 일정한 제품보다 더 두드러질 수 있다. 그러므로 DOE는 사례별로 에너지 절약이 상당한지 여부를 평가한다.

이전에 언급한 바와 같이, 이 표준은 2027년부터 2056년 사이에 출하되는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대해 국가 에너지 1.55×10^{15} Btu FFC를 절감하는 효과를 가져올 것으로 예상되며, 이는 분석 기간 동안 42.7백만 가구 또는 연간 1.4백만 가구의 연간 1차 에너지 사용량에 해당하는 수치이다. 또한 2027년부터 2056년 사이에 출하되는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템의 CO₂ 배출량을 28.5Mt 줄일 것으로 예상된다.¹⁵ 이러한 결과를 바탕으로 DOE는 우선 표준안의 수준에 의한 에너지 절감 효과가 42 U.S.C. 6295(o)(3)(B)의 의미 내에서 “상당한” 것으로 판단하였다. 이러한 잠정 결론의 근거에 대한 보다 자세한 설명은 이 문서의 나머지 부분과 함께 제공되는 기술 지원 문서 (Technical Support Document, “TSD”)에 포함되어 있다.

DOE는 또한 더 엄격한 에너지 효율 수준을 잠재적인 표준으로 고려하였으며, 이 규칙 제정에서 여전히 이를 고려하고 있다. 그러나 DOE는 더 엄격한 에너지 효율 수준으로 인한 잠재적 부담이 예상되는 편익보다 더 클 것으로 잠정 결론을 내렸다.

DOE는 이 문서에 대해 접수된 대중의 의견과 이 규칙 제정 과정에서 수집하고 분석한 관련 정보를 고려하여 이 문서에 제시된 에너지 효율 수준을 표준안보다 높거나 낮은 수준으로 채택하거나 표준안을 부분적으로 통합하는 일부 수준을 조합하여 채택할 수도 있다.

II. 서론

다음 섹션에서는 이 규칙안의 근거가 되는 법적 권한과 워크인에 대한 표준 설정과 관련된 역사적 배경에 대해 간략하게 설명한다.

A. 권한

EPCA는 DOE에게 여러 소비자 제품과 특정 산업 장비의 에너지 효율을 규제할 수 있는 권한을 부여한다.

공법 95-619, 타이틀 IV, 섹션 441(a) (42 U.S.C. 6311-6317, 성문화)에 의해 추가된 EPCA의 타이틀 III, 파트 C는 에너지 효율성을 개선하기 위한 다양한 조항을 명시하는 특정 산업 장비에 대한 에너지 절약 프로그램을 제정하였다. 이 장비에는 이 문서의 적용 대상인 워크인이 포함된다. (42 U.S.C. 6311(1)(g)) EPCA는 이러한 제품에 대한 초기 표준을 규정하였다. (42 U.S.C. 6313(f)) EPCA는 늦어도 2020년 1월 1일까지 장관이 표준의 개정 여부를 결정하기 위한 최종 규칙을 발표해야 한다고 구체적으로 규정하였다. (42 U.S.C. 6313(f)(5)) EPCA는 또한 표준을 제정하거나 수정하는 최종 규칙이 발행된 후 6년 이내에 DOE는 이 제품에 대한 표준을 수정할 필요가 없다는 결정 통지 또는 새로 제안된 에너지 절약 표준을 포함하는 NOPR (적절한 경우 최종 규칙으로 진행)을 발표해야 한다고 규정하고 있다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(m)(1)).

EPCA에 따른 에너지 절약 프로그램은 기본적으로 (1) 테스트, (2) 라벨링, (3) 연방 에너지 절약 표준 제정, (4) 인증 및 시행 절차의 네 부분으로 구성된다. EPCA의 관련 조항에는 정의 (42 U.S.C. 6311), 테스트 절차 (42 U.S.C. 6314), 라벨링 조항 (42 U.S.C. 6315), 에너지 절약 표준 (42 U.S.C. 6313), 제조업체에 정보와 보고서를 요구할 권한 (42 U.S.C. 6316, 42 U.S.C. 6296)이 포함된다.

¹⁴ 소비자 제품과 상업용/산업용 장비에 대한 신규 또는 수정된 에너지 절약 표준 및 테스트 절차에서 고려할 절차, 해석, 정책, 86 FR 70892, 70901(2021년 12월 13일).

¹⁵ 이러한 결과에는 2027-2056년에 출하되는 장비에서 2056년 이후에 발생하는 소비자 편익이 포함되어 있다.

EPCA에 따라 제정된 적용 대상 장비에 대한 연방의 에너지 효율 요건은 일반적으로 에너지 절약 테스트, 라벨링, 표준에 관한 주 법률과 규정보다 우선한다. (42 U.S.C. 6316(a)와 (b); 42 U.S.C. 6297) 그러나 DOE는 EPCA에 명시된 절차와 기타 조항에 따라 특정 주 법률 또는 규정에 대한 연방의 우선권이 면제되는 것을 허용할 수 있다. (42 U.S.C. 6316(a) (42 U.S.C. 6297의 우선권 면제 조항 적용) 참조).

특정 기준과 조건에 따라 DOE는 대표적인 평균 사용 주기 동안 각 적용 대상 장비의 에너지 효율성, 에너지 사용량 또는 예상 연간 운영 비용을 측정하는 테스트 절차를 개발해야 하며, 이는 테스트를 수행하는 데 있어 과도한 부담을 발생시키지 않아야 한다. (42 U.S.C. 6314(a)(2)) 적용 대상 장비 제조업체는 다음에 대해서 연방 테스트 절차를 기준으로 사용해야 한다: (1) 해당 장비가 EPCA에 따라 채택된 해당 에너지 절약 표준 (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(s))을 준수함을 DOE에 인증하고, (2) 이러한 장비의 효율성에 대해 진술해야 한다 (42 U.S.C. 6314(d)). 마찬가지로 DOE는 이러한 테스트 절차를 사용하여 장비가 EPCA에 따라 공표된 관련 표준을 준수하는지 여부를 결정해야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(s)) 워크인에 대한 DOE 테스트 절차는 미국 연방 규정집 (Code of Federal Regulations, "CFR") 파트 431, 하위파트 R, 부속서 A, B, C, C1에 나와 있다.

DOE는 워크인을 포함하여 적용 대상 장비에 대한 신규 또는 수정된 표준을 규정할 때 특정 법적 기준을 따라야 한다. 적용 대상 제품에 대한 모든 신규 또는 수정된 표준은 에너지 장관이 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당하다고 판단하는 에너지 효율의 최대 개선을 달성하도록 설계되어야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(A)) 또한 DOE는 에너지를 상당하게 절감하지 않는 표준은 채택할 수 없다. (42 U.S.C. 6295(o)(3))

또한 DOE는 (1) 워크인을 포함해서 특정 제품에 대한 테스트 절차가 확립되지 않은 경우 또는 (2) 표준이 기술적으로 실현 가능하지 않거나 경제적으로 타당하지 않다고 DOE가 규칙에 의해 판단하는 경우 표준을 규정하지 않을 수 있다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(3)(A)-(B)) 표준안이 경제적으로 타당한지 그 여부를 결정할 때 DOE는 표준의 편익이 표준의 부담을 초과하는지 여부를 결정해야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)). DOE는 표준안에 대한 의견을 접수한 후 다음 7가지 법적 요소를 최대한 고려하여 이러한 결정을 내려야 한다:

- (1) 표준의 대상이 되는 제품의 제조업체와 소비자에게 미치는 표준의 경제적 영향;
- (2) 표준으로 인해 발생할 수 있는 적용 대상 제품의 가격, 초기 비용 또는 유지보수 비용의 증가와 대비 적용 대상 유형 (또는 등급)의 제품의 예상되는 평균 수명 동안 운영 비용의 절감액;

- (3) 표준으로 인해 직접적으로 발생할 것으로 예상되는 총 예상 에너지 (또는 해당되는 경우 물) 절감량;
- (4) 표준으로 인해 발생할 수 있는 적용 대상 제품의 효용성 또는 성능 저하;
- (5) 법무부 장관이 서면으로 결정한 바에 따라 표준으로 인해 발생할 수 있는 경쟁 감소의 영향;
- (6) 국가 에너지와 물 절약의 필요성; 그리고
- (7) 에너지부 장관 ("장관")이 연관성이 있다고 판단하는 기타 요인. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(i)(I)-(VII))

또한 EPCA는 에너지 절약 표준 수준을 준수하는 제품을 구매할 때 소비자가 추가로 부담해야 하는 비용이 해당 테스트 절차에 따라 계산한 결과 표준의 결과로 소비자가 받게 될 첫 해 에너지 절감액의 3배 미만인 경우 이러한 표준이 경제적으로 타당하다는 반증 가능한 추정을 규정하고 있다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(iii))

EPCA에는 또한 "역진 방지"라고 알려진 조항이 포함되어 있는데, 이는 장관이 적용 대상 제품의 허용가능한 에너지 사용 최대치를 증가시키거나 요구되는 최소 에너지 효율을 감소시키는 수정된 표준을 규정하지 못하도록 하는 조항이다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C.6295(o)(1)) 또한, 이해 관계자가 이 표준으로 인해 미국에서 일반적으로 사용되는 것과 실질적으로 동일한 성능 특성 (신뢰성 포함), 기능, 크기, 용량, 부피를 갖는 적용 대상 제품 유형 (또는 등급)을 미국에서 사용할 수 없게 될 가능성이 있음을 증거를 통해 입증한 경우 장관은 수정된 또는 새로운 표준을 규정하지 않을 수 있다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(4))

또한 EPCA는 두 개 이상의 하위 범주가 있는 적용 대상 제품에 대한 에너지 절약 표준을 공표할 때 요건을 지정하고 있다. DOE는 해당 그룹에 속하는 제품이 (A) 이러한 유형 (또는 등급) 내의 다른 적용 대상 제품이 소비하는 것과 다른 종류의 에너지를 소비하거나, (B) 이러한 유형 (또는 등급) 내의 다른 제품에는 없는 용량 또는 기타 성능 관련 기능이 있고 그러한 기능이 더 높거나 낮은 표준을 정당화한다고 판단하는 경우 동일한 기능 또는 용도를 가진 제품 유형 또는 등급에 대해 다른 표준 수준을 지정해야 한다. (42 U.S.C.6316(a); 42 U.S.C. 6295(q)(1)) 성능 관련 기능이 제품 그룹에 대해 다른 표준을 정당화하는지 여부를 결정할 때 DOE는 이러한 기능의 소비자에 대한 유용성과 DOE가 적절하다고 판단하는 기타 요소를 고려해야 한다. Id. 이러한 표준을 규정하는 모든 규칙에는 그러한 상위 또는 하위 수준이 설정된 근거에 대한 설명이 포함되어야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(q)(2))

B. 배경

1. 현재의 표준

현재 워크인에 대한 에너지 절약 표준은 DOE의 규정 10 CFR 431.306에 명시되어 있다. 워크인 문에 대한 현재 에너지 절약 표준은 일일 최대 에너지 소비량 (kWh/일)을 기준으로 하며, 이는 kWh/일 단위로 측정된다 (표 II.1 참조). 워크인 패널에 대한 현재 에너지 절약 표준은 h-ft²-°F/Btu 단위로 측정되는 R-값을 기준으로 한다 (표 II.2 참조). 현재 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준은 AWEF를 기준으로 하며, 이는 Btu/W-h 단위로 측정된다 (표 II.3 참조).

표 II.1- 워크인 쿨러 및 워크인 냉동고 문에 대한 연방 에너지 절약 표준

장비 등급	일일 최대 에너지 소비량(kWh/일) 계산식
디스플레이 문, 중온	$0.04 \times A_{dd} + 0.41.$
디스플레이 문, 저온	$0.15 \times A_{dd} + 0.29.$
작업자 통로용 문, 중온	$0.05 \times A_{nd} + 1.7.$
작업자 통로용 문, 저온	$0.14 \times A_{nd} + 4.8.$
화물용 문, 중온	$0.04 \times A_{nd} + 1.9.$
화물용 문, 저온	$0.12 \times A_{nd} + 5.6.$

A_{dd} 또는 A_{nd} = 10 CFR 파트 431의 하위파트 R 부속서 A에 따라 결정된 대로 디스플레이 문 또는 비디스플레이가 문의 표면적을 각각 ft² 단위로 표시한다.

표 II.2- 워크인 쿨러 및 워크인 냉동고 패널에 대한 연방 에너지 절약 표준

장비 등급	최소 R 값 (h-ft ² -°F/Btu)
벽 또는 천장 패널, 중온	25
벽 또는 천장 패널, 저온	32

바닥 패널, 저온	28
-----------	----

표 II.3- 워크인 쿨러 및 워크인 냉동고 냉장 시스템에 대한 연방 에너지 절약 표준

장비 등급	최소 AWEF (Btu/W-h)
전용 콘덴싱 시스템, 중온, 실내	5.61.
전용 콘덴싱 시스템, 중온, 실외	7.60.
전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실내, 순 용량 (q_{net}) < 6,500 Btu/h	$9.091 \times 10^5 \times q_{net} + 1.81$.
전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실내, 순 용량 (q_{net}) \geq 6,500 Btu/h	2.40.
전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실외, 순 용량 (q_{net}) < 6,500 Btu/h	$6.522 \times 10^{-5} \times q_{net} + 2.73$.
전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실외, 순 용량 (q_{net}) \geq 6,500 Btu/h	3.15.
유닛 쿨러, 중온	9.00.
유닛 쿨러, 저온, 실내, 순 용량 (q_{net}) < 15,000 Btu/h	$1.575 \times 10^{-5} \times q_{net} + 3.91$.
유닛 쿨러, 저온, 실내, 순 용량 (q_{net}) \geq 15,000 Btu/h	4.15.
여기서 q_{net} 은 10 CFR 431.304에 따라 결정되고 10 CFR 파트 429에 따라 인증된 순 용량이다.	

2. 워크인에 대한 표준 규칙 제정 이력

2014년 6월 3일에 발표된 최종 규칙 ("2014년 6월 최종 규칙")에서 DOE는 2017년 6월 5일 또는 그 이후에 제조되는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 규정하였다. 79 FR 32050. 2014년 6월 최종 규칙이 발표된 후, 냉방, 난방, 냉동 연구원 (Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute, "AHRI")과 대형 냉장 시스템 제조업체인 Lennox International, Inc. ("Lennox")는 DOE의 최종 규칙에 대한 재검토 청원과 그에 따른 DOE의 규칙 재검토 청원 거부 (79 FR 59090 (2014년 10월 1일))에 대해 미국 5 지역 연방항소법원에 청원서를 제출하였다. Lennox International, Inc. 대 에너지부, 사건 번호 14-60535 (5 지역). 5 지역 항소법원을 통해 당사자들은 냉동 시스템 장비 등급 중 6개 등급 (멀티플렉스 콘덴싱 냉장 시스템과 저온에 적용되는 2개의 표준과 저온에서 작동하는 전용 콘덴싱 냉동 시스템에 적용되는 4개의 표준)에 대한 에너지 절약 표준을 유예하는 합의에 도달하였다.¹⁶ 5 지역 항소법원이 명령을 내린 후 DOE는 유예된 6개 표준을 대체할 에너지 절약 표준을 협상하기 위한 워킹 그룹을 조직하였다. 80 FR 46521 (2015년 8월 5일). 워킹 그룹은 권고사항을 텀 시트 (안건 EERE-2015-BT-STD-0016-0056 참조)로 정리하였고 이는 가전 제품 표준 및 규칙 제정 연방 자문 위원회에 제출되어 2015년 12월 18일에 승인되었다. (EERE-2015-BT-STD-0016-0055, 11페이지)

2017년 7월 10일에 발표된 최종 규칙 ("2017년 7월 최종 규칙")에서 DOE는 6가지 등급의 워크인 냉장 시스템, 특히 유닛 쿨러와 저온 전용 콘덴싱 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 채택하였다. 82 FR 31808. 이 규칙은 2020년 7월 10일부터 6가지 새로운 표준을 준수하도록 하였다.

워크인에 대한 에너지 절약 표준에 대한 수정 제안 여부를 평가하기 위해 DOE는 2021년 7월 16일 연방 관보에 정보 요청 (Request for Information, "RFI")을 게시하였다 ("2021년 7월 RFI"). 86 FR 37687. 2021년 7월 RFI에서 DOE는 워크인 관련 데이터, 정보, 의견을 요청하였다. 86 FR 37687, 37689.

이후 DOE는 2022년 6월 30일 연방 관보에 워크인 관련 현 에너지 절약 표준 개정의 필요성을 평가하기 위해 수행한 예비 분석 ("2022년 6월 예비 분석")을 게시하였다. 이 분석은 에너지부가 함께 제공한 예비 TSD에 명시되어 있다. DOE는 2022년 7월 22일에 2022년 6월 예비 분석에 대해 논의하고 의견을 수렴하기 위해 웨비나를 통한 공개 회의를 개최하였다. 이 회의에서는 DOE가 잠재적 표준을 평가하는 데 사용한 분석 프레임워크, 모델, 도구, DOE가 수행한 예비 분석 결과, 이러한 분석에서 도출된 잠재적 에너지 절약 표준 수준, 기타 관련 문제가 다루어졌다.

¹⁶2014년 6월 최종 규칙에서 제정된 다른 13개 표준 (즉, 중온에서 작동하는 전용 콘덴싱 냉동 시스템에 적용되는 4개 표준, 패널에 적용되는 3개 표준, 문에 적용되는 6개 표준)은 유예되지 않았다. 나머지 표준의 준수 날짜는 2017년 6월 5일 이후이다.

표 II.4 - 2022년 6월 예비 분석 서면 의견

의견	약자	안건에서의 의견 번호	의견 제출자 유형
냉방, 난방, 냉동 연구원	AHRI ¹⁷	39	무역 협회
냉방, 난방, 냉동 연구원	AHRI-Wine ¹⁸	39	무역 협회
가전제품 표준 인식 프로젝트, 미국 에너지 효율 경제 위원회, 천연 자원 보호 위원회, 북서부 에너지 효율 연합	Efficiency Advocates	37	효율성 기관
Heat Transfer Products Group, LLC	HTPG	35	제조업체
Hussmann Corporation	Hussmann—Door	33	제조업체
Hussmann Corporation	Hussmann—Refrigeration	38	제조업체
KeepRite Refrigeration, Inc	KeepRite	41	제조업체
Lennox International Inc	Lennox	36	제조업체
북미 식품 장비 협회	NAFEM	42	무역 협회
Rob Brooks	Brooks	34	개인

의견 인용문 또는 문구 끝의 괄호 안 참조는 공개 기록에서 해당 항목의 위치를 나타낸다.¹⁹ 이해 당사자가 2022년 7월 22일 공개 회의에서 제공한 구두 의견과 실질적으로 일치하는 서면 의견을 제공한 경우, DOE는 이 문서 전체에서 서면 의견을 인용한다. 웨비나에서 제공된 구두 의견 중 서면 의견에서 실질적으로 다루지 않은 의견은 이 문서 전체에서 별도로 요약되어 인용된다.

C. 프로세스 규칙 일탈

10 CFR 파트 430, 하위파트 C, 부속서 A의 섹션 3(a) (“프로세스 규칙”)에 따라 DOE는 프레임워크 문서를 게시하지 않고 75일 미만의 공개 의견 수렴 기간을 제공함으로써 에너지 절약 표준 규칙 제정을 위한 NOPR 이전 및 NOPR 단계에 관한 프로세스 규칙의 조항에서 벗어났음을 언급한다. 프레임워크 문서 프로세스 규칙의 섹션 6(a)(2)에 따르면 DOE가 규칙 제정을 진행하는 것이 적절하다고 판단하는 경우, DOE가 수행할 에너지 절약 표준을 발표하거나 수정하기 위한 규칙 제정의 예비 단계는 프레임워크 문서와 예비 분석 또는 규칙 제정안에 대한 사전 통지가 될 것이다. DOE는 이 규칙 제정에 대한 예비 분석을 발표했지만 (87 FR 39008 참조), 예비 분석과 함께 프레임워크 문서를 발표하지는 않았다. 그러나 DOE는 예비 분석과 함께 제공된 예비 TSD의 2장 (제목: 분석 프레임워크, 이해 당사자의 의견과 DOE 답변)에서 DOE가 잠재적 수정된 에너지 절약 표준을 평가하고 개발하는 데 사용하는 일반적인 분석 프레임워크에 대해 설명한다.²⁰ 그러므로 별도의 프레임워크 문서를 발표하는 것은 이전에 발표된 문서와 많은 부분 중복될 수 있다.

1. 공개 의견 수렴 기간

프로세스 규칙의 섹션 6(f)(2)는 NOPR에 대한 공개 의견 수렴 기간을 달력일로 75일 이상이라고 명시하고 있다. 이 NOPR의 경우 DOE는 대신 EPCA 요건에 따라 60일간의 의견 수렴 기간을 제공한다. 42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(p). DOE는 이해 관계자들이 이미 이 규칙 제정안에 대해 의견을 제공할 수 있는 여러 기회가 주어졌기 때문에 75일의 의견 제출 기간을 준수하지 않기로 결정하였다.

이전에 언급한 바와 같이 DOE는 2021년 7월 RFI에서 워크인에 대한 지난 에너지 절약 표준 규칙 제정을 지원하기 위해 수행한 분석에 대한 의견을 요청하고 30일의 의견 제출 기간을 제공하였다. 2022년 6월 예비 분석과 TSD에서 DOE의 분석은 워크인에 대한 이전 에너지 절약 표준 규칙 제정을 지원하기 위해 수행한 분석과 거의 동일하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD에서 이번 규칙 제정을 뒷받침하기 위해 수행한 분석에 대한 의견을 요청하였다. 이 분석이 2022년 6월 예비 분석과 거의 동일하였고, DOE가 2022년 6월 예비 분석에서 이미 제공한 60일간의 의견 수렴 기간을 고려할 때, DOE는 60일간의 의견 수렴 기간이 이 NOPR에 적합하며 이해 당사자들에게 제안된 규칙에 대해 의견을 제시할 의미 있는 기회를 제공할 것으로 판단하였다.

III. 일반적 논의

DOE는 다양한 이해관계를 대표하는 이해 당사자들의 구두 및 서면 의견, 데이터, 정보를 검토한 후 이 제안서를 작성하였다.

다음 논의에서는 이러한 의견 제시자들이 제기한 문제에 대해 다룬다.

¹⁷AHRI는 두 개의 의견서를 제출하였다. 첫 번째 문서에는 전통적인 워크인 제조업체 (즉, 중온과 저온 워크인 구성 요소)에 대한 AHRI의 의견이 포함되어 있다. 안건에서 관련 파일 이름은 다음과 같다: AHRI Comments WICF NOPR EERE- 2017-BT-STD-0009. 이 문서에서는 이러한 의견을 "AHRI" 의견으로 참조한다.

¹⁸AHRI는 두 개의 의견서를 제출하였다. 두 번째 문서에는 와인 저장고 제조업체 (즉, 고온 워크인 냉장 시스템)를 지원하는 AHRI의 의견이 포함되어 있다. 안건에서 관련 파일 이름은 다음과 같다: Comments WICF NOPR EERE-2017-BT-STD-0009 Wine. 이 문서에서는 이러한 의견을 "AHRI-Wine" 의견으로 참조한다.

¹⁹괄호 안의 참조는 워크인에 대한 에너지 절약 표준을 개발하기 위한 DOE의 규칙 제정 안건에 있는 정보에 대한 참조를 제공한다. (안건 번호 EERE-2017-BT-STD-0009, www.regulations.gov에서 유지). 참조는 다음과 같이 정리되어 있다: (의견 제시자 이름, 의견 안건 ID 번호, 해당 문서의 페이지).

²⁰예비 기술 지원 문서는 www.regulations.gov/document/EERE-2017-BT-STD-0009-0024에서 확인할 수 있다.

A. 일반 의견

이 섹션에서는 규칙 제정 시기와 프로세스와 관련하여 이해 당사자로부터 접수한 일반적인 의견을 요약한다.

Efficiency Advocates (효율성 옹호 단체)는 DOE가 냉동 운송 컨테이너에 대한 잠재적 표준 평가를 고려할 것을 권장한다고 언급하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 5-6 페이지) 2023년 5월 4일에 발표된 테스트 절차 최종 규칙 ("2023년 5월 TP 최종 규칙")에서 논의된 바와 같이, DOE는 냉장 운송 컨테이너에 대해서 현재의 워크인 테스트 절차가 수행하는 데 있어 과도한 부담을 주지 않으면서 대표적인 평균 사용 주기 동안의 에너지 효율, 에너지 사용 또는 예상 운영 비용을 반영하는 테스트 결과를 생성하는지 확인하기 위한 평가를 한 적이 없다. 88 FR 28780, 28787. 그러므로 DOE는 현재 냉장 운송 컨테이너가 WICF에 대한 DOE 테스트 절차 또는 에너지 절약 표준의 적용을 받지 않는다고 결정하였다. DOE는 향후 규칙 제정에서 냉장 운송 컨테이너에 테스트 절차와 에너지 절약 표준을 적용해야 하는지에 대한 여부를 고려할 수 있다.

AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체들이 2022년 6월 예비 분석이 고온 워크인 냉장 시스템에 대한 AWEF 표준을 변경할 것인지에 대한 명확한 설명을 요구한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지) DOE는 현재 고온 장치에 대한 표준이 없음을 언급한다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 고온 유닛을 분석하였다. 이 NOPR에서 DOE는 섹션 I의 고온 장치에 대한 에너지 절약 표준을 제안하고 있다.

AHRI-Wine은 많은 와인 저장고 적용 분야가 저장고 안과 밖으로 드나드는 트래픽이 거의 없는 고급 주택이기 때문에 향후 분석에서 2022년 4월 테스트 절차에서 제안한 박스 부하 승수 0.5를 더 높이도록 DOE에 촉구하였다. (AHRI-Wine, 39번, 3 페이지) DOE는 박스 부하 승수는 에너지 절약 표준이 아니라 워크인 테스트 절차의 일부라고 언급한다. 2023년 5월 TP 최종 규칙은 박스 부하 승수를 0.5로 채택하였으며, 그러므로 높은 고온 장치에 대한 NOPR 공학 분석에서 이 값을 사용하였다.

AHRI-Wine은 DOE가 와인 저장고 시장을 더 잘 파악하기 위해 더 많은 와인 저장고 제조업체와 인터뷰를 실시할 것을 권장하였다. (AHRI, 39번, 5 페이지) DOE는 여러 와인 저장고 제조업체를 인터뷰에 참여하도록 초대하였으며 이 규칙 제정에 영향을 주었다고 언급한다. DOE는 또한 이 규칙안에 관한 모든 이해 당사자로부터 의견, 데이터, 정보를 환영한다고 언급한다.

Efficiency Advocates는 일반적으로 용량이 큰 장치가 더 높은 효율 수준에 도달할 수 있기 때문에 DOE가 용량에 따라 냉동 시스템에 대한 표준을 설정하는 것을 고려하도록 제안하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 2-3 페이지) 또한 Efficiency Advocates는 용량에 따른 표준 설정을 지지하기 위해 LCC에 있어 격차를 언급하였다. Id. DOE는 각 대표 장치에 대해 각 효율 수준에 대한 경제성을 평가하였다. 이 분석에 따르면 일반적으로 표준이 엄격할 수록 더 큰 장치에 대해 경제적으로 타당한 것으로 나타났으며, 그러므로 DOE는 이를 반영한 표준을 제안하였다. 섹션 I에서 볼 수 있듯이 DOE는 대부분의 냉동 시스템 장비 등급에 대해 용량에 따른 표준을 제안하고 있다.

Lennox는 2022년 6월 예비 공학 분석 워크시트에서 몇 가지 항목이 제대로 기능하지 않는다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 9 페이지) DOE는 이 NOPR에 대한 업데이트된 분석을 반영하기 위해 새로운 공학 스프레드시트가 업데이트되었으며 이 버전의 공학 시트에서 Lennox가 지적한 항목이 해결되었다고 언급하였다.²¹ 또한 DOE는 Lennox의 의견에서 확인된 기능하지 않는 항목을 검토한 결과 공학 분석 결과에 영향을 미치지 않는 것으로 확인하였다.

NAFEM은 AHRI의 모든 의견을 지지하고 강조하여 반복한다고 언급하였다. (NAFEM, 42번, 2 페이지) DOE는 이 문서 전체에서

AHRI의 의견을 언급하는 것은 NAFEM의 관점도 대변하는 것으로 이해한다고 언급한다. NAFEM은 또한 DOE가 프로세스 규칙을 준수하기를 바란다고 언급하였다. Id. 이 문서의 섹션 II.C에서 DOE는 프로세스 규칙에서 일부 사소한 일탈과 그러한 일탈에 대한 정당성에 대해 설명한다. 이러한 사소한 일탈을 제외하고 DOE는 프로세스 규칙에 따라 이 NOPR을 개발해왔다.

B. 적용 범위

이 NOPR은 패널, 문, 냉장 시스템을 포함하되 이에 국한되지 않는 밀폐된 보관 공간으로 각각 화씨 32도 이상 또는 미만의 온도로 냉장되고, 걸어 들어갈 수 있는 총 냉장 보관 면적이 3,000제곱피트 미만으로 정의되는 “워크인 쿨러 및 워크인 냉동고”에 적용되며, 의료, 과학 또는 연구 목적으로만 설계되어 판매되는 제품은 포함되지 않는다. 10 CFR 431.302. DOE는 완전한 워크인 시스템에 대한 표준을 수립하는 대신 워크인을 구성하는 주요 구성 요소 (예를 들어 문, 패널, 냉장 시스템)에 대한 표준을 수립하였다.

“문”은 내부 또는 외부 벽의 개구부에 설치되어 개구부에 접근하거나 개구부를 닫는 데 사용되며 슬라이딩, 피벗, 힌지 또는 회전 방식으로 움직일 수 있는 조립체를 의미한다. 워크인 쿨러와 워크인 냉동고의 경우 문에는 프레임 (멀리언 포함), 프레임 내의 문 리프 또는 여러 개의 리프 (유리 포함), 조립체를 구성하는 기타 요소 또는 벽에 연결되는 부분이 포함된다. Id.

“패널”이란 문이 아니며 워크인의 외피를 구성하는 데 사용되는 건축 구성 요소 (즉, 워크인 내부 냉장 환경을 외부와 분리하는 요소)를 의미한다. Id.

“냉장 시스템”이란 워크인 쿨러 또는 워크인 냉동고 내부에 냉장 환경을 조성하는 데 사용되는 메커니즘 (시스템 작동에 필수적인 모든 제어 장치와 기타 구성 요소 포함)을 의미하며, 다음으로 구성된다:

- (1) 전용 콘덴싱 냉동 시스템 (10 CFR 431.302에서 정의) 또는
- (2) 유닛 쿨러.

이 NOPR의 적용 범위와 장비 등급은 이 문서의 섹션 IV.A.1에 자세히 설명되어 있다.

C. 테스트 절차

EPCA는 DOE가 테스트 절차를 채택하고 수정하는 것에 대해 일반적으로 적용되는 기준과 절차를 명시하고 있다. (42 U.S.C. 6314(a)) 적용 대상 장비 제조업체는 이러한 테스트 절차를 사용하여 이들 장비가 에너지 절약 표준을 준수하고 장비의 효율을 정량화한다는 것을 DOE에 입증해야 한다. 워크인 문에 대한 DOE의 현재 에너지 절약 표준은 최대 일일 에너지 소비량으로, 워크인 패널에 대한 DOE의 현재 에너지 절약 표준은 R-값으로, 워크인 냉장 시스템에 대한 DOE의 현재 에너지 절약 표준은 AWEF로 표현된다. (10 CFR 파트 431, 하위파트 R, 부속서 A, B, C, C1 참조).

²¹ 새로운 냉장 시스템 공학 시트는 www.regulations.gov/docket/EERE-2017-BT-STD-0009에서 확인할 수 있다.

2022년 4월 21일, DOE는 테스트 절차 NOPR (“2022년 4월 TP NOPR”)을 발표하였으며, 2023년 5월 4일, DOE는 2023년 5월 TP 최종 규칙을 발표하였다. 87 FR 23920; 88 FR 28780 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 2022년 4월 TP NOPR에서 제안한 테스트 절차를 사용하여 워크인 구성 요소의 효율성을 평가하였다. 이 NOPR 분석에서는 DOE는 2023년 5월 TP 최종 규칙에 채택된 테스트 절차를 사용하여 워크인 구성 요소의 효율성을 평가하였다. 이 시점부터 2023년 5월 TP 최종 규정은 “현재 테스트 절차”가 된다.

2023년 5월 TP 최종 규칙에서 DOE는 새로운 부속서인 하위파트 R의 부속서 C1 (“부속서 C1”)과 냉동 시스템에 대한 새로운 에너지 지표인 AWEF2를 제정하였다 (10 CFR 파트 431, 하위파트 R, 부속서 C1 참조). 냉장 시스템에 대한 공학 분석 결과와 에너지 절약 표준안은 AWEF2 값으로 제시된다. 제조업체는 이 규칙 제정의 결과로 공표된 에너지 절약 표준의 준수 날짜부터 부속서 C1을 사용하기 시작해야 한다.

D. 기술적 타당성

1. 일반

각 에너지 절약 표준 규칙 제정에서 DOE는 규칙 제정의 대상이 되는 장비의 효율성을 개선할 수 있는 모든 현재 기술 옵션과 시제품 설계에 대해 수집한 정보를 기반으로 선별 분석을 수행한다. 이러한 분석의 첫 번째 단계로 DOE는 제조업체, 설계 엔지니어, 기타 이해 당사자와 협의하여 고려할 기술 옵션 목록을 작성한다. 그런 다음 DOE는 효율성 개선을 위한 이러한 수단 중에서 기술적으로 실현 가능한 수단을 결정한다. DOE는 상업적으로 이용 가능한 장비 또는 올바르게 작동하는 시제품에 통합된 기술을 기술적으로 실현 가능한 것으로 간주한다. 10 CFR 431.4; 10 CFR 파트 430, 하위파트 C, 부속서 A, 프로세스 규칙의 섹션 6(b)(3)(i)과 7(b)(1).

DOE는 특정 기술 옵션이 기술적으로 실현 가능하다고 판단한 후 다음과 같은 추가 심사 기준에 따라 각 기술 옵션을 추가로 평가한다: (1) 제조, 설치, 서비스에 대한 실용성, (2) 장비 유용성 또는 가용성에 대한 부정적 영향, (3) 건강 또는 안전에 대한 부정적 영향, (4) 고유한 경로의 독점적 기술. 10 CFR 431.4, 프로세스 규정의 섹션 6(b)(3)(ii)-(v)와 7(b)(2)-(5). 이 문서의 섹션 IV.B에서는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 선별 분석 결과, 특히 DOE가 고려하고, 선별된, 이 규칙 제정에서 고려한 표준의 기초가 되는 설계에 대해 설명한다. 이 규칙 제정에 대한 선별 분석에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 4장을 참조하도록 한다.

2. 기술적으로 실현 가능한 최대 수준

DOE가 적용 대상 제품의 유형 또는 등급에 대해 새로운 표준 또는 수정된 표준을 채택할 것을 제안하는 경우, 이러한 장비에 대해 기술적으로 실현 가능한 에너지 효율의 최대 개선 또는 에너지 사용의 최대 감소를 결정해야 한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(p)(1)) 그러므로 공학 분석에서 DOE는 시판되는 가장 효율적인 장비 또는 작동 중인 시제품의 설계 파라미터를 사용하여 워크인 문, 패널, 냉장 시스템의 에너지 효율에 대한 기술적으로 실현 가능한 최대 ("최대 기술") 개선 사항을 결정하였다. DOE가 이 규칙 제정을 위해 결정한 최대 기술 수준은 이 규칙안의 섹션 IV.C.1과 NOPR TSD의 5장에 설명되어 있다.

E. 에너지 절감

1. 절감량의 측정

각 시범 표준 수준 (Trial Standard Level, "TSL")에 대해 DOE는 표준안 준수 연도 (2027~2056년)에 시작되어 30년 동안 구매되는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 TSL을 적용하여 에너지 절감량을 예측하였다.²² 절감량은 이전 30년 동안 구매된 워크인 문, 패널, 냉장 시스템의 전체 수명 기간 동안 측정된다. DOE는 각 TSL로 인한 에너지 절감량을 각 표준 사례와 신규 표준이 없는 사례 간의 에너지 소비량 차이로 정량화하였다. 신규 표준이 없는 사례는 에너지 절약 표준이 개정되지 않았을 때 해당 장비 시장이 어떻게 변하는지 반영하는 에너지 소비량 예측을 나타낸다.

DOE는 국가 영향 분석 (National Impact Analysis, "NIA") 스프레드시트 모델을 사용하여 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 잠재적인 개정 또는 신규 표준으로 인한 국가 에너지 절감량 (National Energy Savings, "NES")를 추정하였다. NIA 스프레드시트 모델 (이 문서의 섹션 IV.H에 설명되어 있음)은 제품이 사용되는 위치에서 제품이 직접 소비하는 에너지인 현장 에너지를 기준으로 에너지 절감량을 계산한다. 전기의 경우 DOE는 현장 전기를 생성하고 전송하는 데 사용되는 에너지의 절감량인 1차 에너지 절감량으로 국가 에너지 절감량을 보고한다. DOE는 또한 FFC 에너지 절감량을 기준으로 NES를 계산한다. FFC 지표에는 1차 연료 (예를 들어 석탄, 천연가스, 석유 연료)를 추출, 처리, 운송하는 데 소비되는 에너지가 포함되므로 에너지 절약 표준의 영향에 대한 보다 완전한 그림을 제시한다.²³ DOE의 접근 방식은 적용 대상 제품 또는 장비에서 사용되는 각 에너지 유형에 대한 FFC 승수를 계산하는 것을 기반으로 한다. FFC 에너지 절감에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.H.2를 참조하도록 한다.

2. 상당한 절감

적용 대상 장비에 대한 새로운 표준 또는 수정된 표준을 채택하려면 DOE는 그러한 조치가 상당한 에너지 절감을 가져올

것이라고 결정해야 한다. (42 U.S.C. 6295(o)(3)(B))

새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 제공하는 에너지 절약이 상당한지 여부는 이러한 규칙 제정과 관련된 특정 상황에 대한 지식 없이는 결정할 수 없다.²⁴ 예를 들어, 일부 적용 대상 장비는 에너지 소비의 대부분이 에너지 수요가 가장 많은 기간에 발생한다. 이러한 장비가 에너지 인프라에 미치는 영향은 상대적으로 수요가 일정한 장비보다 더 두드러질 수 있다. 그러므로 DOE는 국가 에너지 누적 절감량, 누적 FFC 배출 감소량, 글로벌 기후 위기 대응의 필요성 등을 고려하여 사례별로 에너지 절감이 상당한지 여부를 평가한다. DOE는 처음에 제안된 표준 수준에 의한 에너지 절감이 42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(3)(B)의 의미 내에서 “상당한” 수준이라고 결정하였다.

명시된 바와 같이, 이 문서에서 제안한 표준 수준은 42.7백만 가구의 연간 1차 에너지 사용량에 해당하는 1.55×10^{15} Btu의 국가 에너지 절감 효과를 가져올 것으로 예상된다. FFC 절감량, 그에 상응하는 배출량 감소, 글로벌 기후 위기에 대처해야 할 필요성을 고려할 때 DOE는 제안된 표준 수준으로 인한 에너지 절감량이 42 U.S.C. 6316(a), 42 U.S.C. 6295(o)(3)(B)의 의미 내에서 ‘상당한’ 수준이라고 결정하였다.

²²각 TSL은 각 장비 등급에 대한 특정 효율 수준으로 구성된다. 이 NOPR에 고려된 TSL은 이 문서의 섹션 VA에 설명되어 있다. DOE는 9년 동안 출하되는 제품에 대한 영향을 고려하는 민감도 분석을 수행하였다.

²³FFC 지표는 DOE의 정책 성명서와 정책 개정 고시에 설명되어 있다. 76 FR 51282 (2011년 8월 18일), 77 FR 49701 (2012년 8월 17일)로 개정됨.

²⁴2020년 2월 14일에 발표된 최종 규칙 (85 FR 8626, 8670)에서 설정된 에너지 절감이 상당한지 여부를 판단하기 위한 임계치는 이후 2021년 12월 13일에 발표된 최종 규칙 (86 FR 70892)에서 삭제되었다.

F. 경제적 타당성

1. 구체적인 기준

이전에 언급한 바와 같이, EPCA는 잠재적 에너지 절약 표준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 평가해야 할 7가지 요소를 제공한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)-(VII)). 다음 섹션에서는 DOE가 이 규칙 제정에서 이러한 7가지 요소를 각각 어떻게 다루었는지에 대해 설명한다.

a. 제조업체와 소비자에 미치는 경제적 영향

잠재적인 신규 또는 수정된 표준이 제조업체에 미치는 영향을 결정할 때 DOE는 이 문서의 섹션 IVJ에 설명된 대로 MIA를 수행한다. 첫째, DOE는 연간 현금 흐름 접근 방식을 사용하여 정량적 영향을 결정한다. 이 단계에는 규정이 발표되고 기업이 규정을 준수해야 하는 기간 동안의 비용 및 자본 요구 사항을 기반으로 하는 단기 평가와 30년 동안의 장기 평가가 모두 포함된다. 분석된 산업 전반의 영향에는 (1) 예상되는 미래 현금 흐름을 기준으로 산업 가치를 평가하는 INPV, (2) 연도별 현금 흐름, (3) 매출과 수익의 변화, (4) 기타 적절한 영향을 측정하는 것이 포함된다. 둘째, DOE는 소규모 제조업체에 대한 영향을 포함하여 다양한 유형의 제조업체에 미치는 영향을 분석하고 보고한다. 셋째, DOE는 표준이 국내 제조업체의 고용과 제조 능력에 미치는 영향 그리고 표준으로 인해 공장 폐쇄와 자본 투자 손실이 발생할 수 있는 가능성을 고려한다. 마지막으로, DOE는 제조업체에 대한 다양한 DOE 규정과 기타 규제 요건의 누적된 영향을 고려한다.

개별 소비자의 경우, 경제적 영향을 측정하는 것에 새로운 또는 수정된 기준과 관련된 LCC와 PBP의 변화가 포함된다. 이러한 측정은 다음 섹션에서 자세히 설명한다. 전체 소비자에 대해 DOE는 특정 표준으로 인해 발생할 것으로 예상되는 소비자 비용과 편의의 국가 순 현재 가치도 계산한다. 또한 DOE는 표준에 의해 불균형적으로 영향을 받을 수 있는 식별 가능한 소비자 하위 그룹에 대한 잠재적 표준의 영향도 평가한다.

b. 가격 인상 대비 운영 비용의 절감 (LCC와 PBP)

EPCA는 DOE가 표준으로 인해 발생할 수 있는 적용 대상 장비의 가격 또는 초기 비용 또는 유지보수 비용의 인상과 비교하여

적용 대상 유형 (또는 등급)의 장비의 예상되는 평균 수명 기간 동안 운영 비용의 절감을 고려하도록 요구한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(i)(II)). DOE는 LCC와 PBP 분석에서 이러한 비교를 수행한다.

LCC는 장비 구매 가격 (설치 포함)과 장비 수명 기간 동안 할인된 운영 비용 (에너지, 유지보수, 수리 비용 포함)을 합산한 값이다. LCC 분석에는 장비 가격, 장비 에너지 소비량, 에너지 가격, 유지보수 및 수리 비용, 장비 수명, 소비자에게 적합한 할인을 등 다양한 입력값이 필요하다. 장비 수명과 할인을 같은 특정 입력값의 불확실성과 가변성을 고려하기 위해 DOE는 각 값에 확률을 부여한 분포 값을 사용한다.

PBP는 소비자가 더 효율적인 장비의 구매하는 데 증가된 비용 (설치 포함)을 낮은 운영 비용을 통해 회수하는 데 걸리는 예상 시간 (년)이다. DOE는 더 엄격한 표준으로 인한 구매 비용의 변화를 표준이 시행될 것으로 가정한 연도의 연간 운영 비용의 변화로 나누어 PBP를 계산한다.

LCC와 PBP 분석을 위해 DOE는 소비자가 새로운 또는 수정된 표준을 준수하는 첫 해에 해당 장비를 구매한다고 가정한다. 고려된 효율 수준에 대한 LCC 절감액은 새로운 또는 수정된 표준이 없을 때 예상되는 시장 동향을 반영하는 사례를 기준으로 계산된다. DOE에 의한 LCC와 PBP 분석은 이 문서의 섹션 IV.F에서 자세히 설명한다.

c. 에너지 절감

상당한 에너지 절감은 에너지 절약 표준 채택을 위한 별도의 법적 요건이지만, EPCA는 DOE가 표준의 경제적 타당성을 결정할 때 표준으로 인해 직접적으로 발생할 것으로 예상되는 총 추정 에너지 절감량을 고려하도록 요구한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)(III)) 이 문서의 섹션 III.E에서 설명한 것처럼 DOE는 NIA 모델을 사용하여 국가 에너지 절감량을 예측한다.

d. 장비의 유용성 또는 성능 저하

장비 등급을 설정하고 설계 옵션과 잠재적 표준 수준의 영향을 평가할 때 DOE는 잠재적 표준이 대상 장비의 유용성 또는 성능을 저하시키지 않는지 평가한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)(IV)) DOE가 이용할 수 있는 데이터에 따르면 이 문서에서 제안하는 표준은 이 규칙 제정의 대상이 되는 장비의 유용성 또는 성능을 저하시키지 않는다.

e. 경쟁 감소의 영향

EPCA는 법무부 장관이 서면으로 결정한 바에 따라 제안된 표준으로 인해 발생할 수 있는 경쟁 감소의 영향을 고려하도록 DOE에 지시한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)(V)) 또한 법무부 장관은 제안된 표준으로 인해 발생할 수 있는 경쟁 감소의 영향 (있는 경우)을 결정하고 그 영향의 성격과 범위에 대한 분석과 함께 그러한 결정을 규칙안이 게시된 후 60일 이내에 장관에게 전달하도록 지시한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(ii)). DOE는 이 규칙안의 사본을 법무부 (Department of Justice, "DOJ")가 이 문제에 대한 판단을 제공해 달라는 요청과 함께 법무부 장관에게 전송한다. DOE는 법무부 장관의 결정을 최종 규칙에 게시하고 이에 대한 답변을 제공한다. DOE는 이 규칙안으로 인해 발생할 수 있는 경쟁의 영향에 대한 대중의 의견을 요청한다. 또한 이해관계자는 이러한 잠재적 영향과 관련하여 DOE에 별도로 의견을 제출할 수도 있다. DOE에 의견을 제출하려면 주소 섹션을 참조하도록 한다.

f. 국가 에너지 절약의 필요성

DOE는 또한 새로운 또는 수정된 표준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 국가의 에너지와 물을 절약하는 필요성도 고려한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(i)(VI)). 표준안으로 인한 에너지 절감은 미국 에너지 시스템의 안보와 신뢰성을 개선할 수 있을 것으로 보인다. 또한 전력 수요의 감소는 국가 전력 시스템의 신뢰성을 유지하는 데 드는 비용을 절감할 수 있다. DOE는 유틸리티 영향 분석을 수행하여 이 문서의 섹션 IV.M에 설명된 대로 표준이 국가가 필요로 하는 발전 용량에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 추정한다.

DOE는 국가 에너지 절약의 필요성을 고려할 때 에너지의 보다 효율적인 사용과 관련된 환경과 공중 보건상의 편익을 고려하는

것이 중요하다고 주장한다. 표준안은 에너지 생산과 사용 관련 대기 오염 물질과 온실가스 (Greenhouse Gas, "GHG") 배출 감소의 형태로 환경적 편익을 가져올 가능성이 높다. DOE는 이 문서의 섹션 IV.K에 설명된 것처럼 잠재적 표준이 이러한 배출에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 추정하기 위해 배출 분석을 수행하며, 추정된 배출 영향은 이 문서의 섹션 V.B.6에 보고되어 있다. 또한 DOE는 이 문서의 섹션 V.C.1에 설명된 것처럼 고려된 TSL로 인한 배출량 감소의 경제적 가치를 추정한다.

g. 기타 요인

에너지 절약 표준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 DOE는 장관이 관련성이 있다고 판단하는 기타 요인을 고려할 수 있다 (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)(VII)). DOE가 이전에 설명한 다른 범주에 속하지 않는 경제적 타당성에 관한 관련 정보를 식별하는 한도 내에서 DOE는 이러한 정보를 "기타 요인"에서 고려할 수 있다.

2. 반증할 수 있는 추정

EPCA는 해당 DOE 테스트 절차에 따라 계산한 결과, 표준을 충족하는 장비에 대한 추가 비용이 표준으로 인한 첫 해 에너지 절감액의 3배 미만인 경우 에너지 절약 표준이 경제적으로 타당하다고 반증할 수 있는 추정을 마련한다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(iii)). DOE의 LCC와 PBP 분석은 에너지 절약 표준안이 소비자의 투자 회수 기간에 미치는 영향을 계산하는 데 사용되는 값을 생성한다. 이러한 분석에는 반증할 수 있는 추정 테스트에서 고려하는 3년의 투자 회수 기간이 포함되지만 이에 국한되지는 않는다. 또한 DOE는 42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)에 따라 소비자, 제조업체, 국가, 환경에 대한 전체 영향을 고려하는 경제 분석을 정기적으로 수행한다. 이 분석 결과는 DOE가 잠재적 표준 수준에 대한 경제적 타당성을 평가하는 근거가 된다 (따라서 경제적 정당성에 대한 예비 결정의 결과를 뒷받침하거나 반박하는 근거가 된다). 반증할 수 있는 추정 투자 회수 계산은 이 규칙안의 섹션 V.B.1.c에서 설명한다.

IV. 방법론 및 관련 의견에 대한 논의

이 섹션에서는 이 규칙 제정을 위해 DOE가 워크인 관련 분석을 수행한 내용을 다룬다. 별도의 하위 섹션에서는 DOE 분석의 각 구성 요소를 다룬다.

DOE는 이 문서에서 제안한 표준의 영향을 추정하기 위해 몇 가지 분석 도구를 사용하였다. 첫 번째 도구는 잠재적인 수정된 또는 새로운 에너지 절약 표준의 LCC 절감액과 PBP를 계산하는 스프레드시트이다. 국가 영향 분석에서는 출하량 예측을 제공하고 잠재적 에너지 절약 표준으로 인해 예상되는 국가 에너지 절감액 그리고 총 소비자 비용과 절감액의 순 현재 가치를 계산하는 두 번째 스프레드시트 세트를 사용한다. DOE는 세 번째 스프레드시트 도구인 정부 규제 영향 모델 (Government Regulatory Impact Model, "GRIM")을 사용하여 잠재적 표준이 제조업체에 미치는 영향을 평가한다. 이 세 가지 스프레드시트 도구는 이 규칙 제정안에 대한 DOE 웹 사이트 www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/standards.aspx?productid=56&action=viewlive에서 확인할 수 있다. 또한 DOE는 미국 에너지 전망에 대해 널리 알려진 에너지 정보국 (Energy Information Administration, "EIA")의 연간 에너지 전망 (Annual Energy Outlook, "AEO")의 최신 버전을 사용하여 배출량과 유틸리티 영향을 분석하였다.

A. 시장 및 기술 평가

DOE는 장비의 목적, 산업 구조, 제조업체, 시장 특성, 장비에 사용되는 기술 등 해당 장비에 대한 전반적인 시장 상황을 파악할 수 있는 시장 및 기술 평가 정보를 개발한다. 이 활동에는 주로 공개적으로 이용 가능한 정보를 기반으로 한 정량적 평가와 정성적 평가가 모두 포함된다. 이 규칙 제정을 위한 시장 및 기술 평가에서 다루는 주제에는 (1) 규칙 제정 범위와 장비 등급의 결정, (2) 제조업체와 산업 구조, (3) 기존 효율성 프로그램, (4) 출하량 정보, (5) 시장과 산업 동향, (6) 워크인 제품의 에너지 효율성을 개선할 수 있는 기술 또는 설계 옵션이 포함된다. DOE의 시장 평가에 대한 주요 결과는 다음 섹션에 요약되어 있다. 시장 및 기술 평가에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 3장을 참조하도록 한다.

1. 장비 등급

에너지 절약 표준을 평가하고 수립할 때 DOE는 사용되는 에너지 유형에 따라 별도의 표준이 정당하다고 판단하거나 장비 용량 또는 기타 성능 관련 기능이 다른 표준을 정당화한다고 판단하는 경우 적용 대상 장비 그룹에 대해 별도의 표준을 설정할 수 있다 (즉, 별도의 장비 등급을 설정). (42 U.S.C. 6316(a), 42 U.S.C. 6295(q)) 성능 관련 기능이 다른 표준을 정당화하는지 여부를 결정할 때 DOE는 소비자에 대한 이러한 기능의 유용성과 DOE가 적절하다고 판단하는 기타 요소를 고려해야 한다. (Id.)

DOE는 전체 워크인 시스템에 대한 표준을 수립하는 대신 워크인을 구성하는 각 주요 구성 요소 (예를 들어 문, 패널, 냉장 시스템)에 대한 표준을 수립하였다.

a. 문

워크인 문에 대한 DOE의 기존 표준은 온도와 문에 디스플레이가 있는지의 유무에 따라 구분되는 6가지 장비 등급을 기반으로 한다. DOE는 디스플레이 문을 제품 진열용으로 설계되었거나 표면 면적의 75% 이상이 유리 또는 기타 투명 재질로 구성된 문으로 정의한다. 10 CFR 431.302. 비디스플레이가 문은 디스플레이가 문으로 간주되지 않는 모든 문으로, 주로 사람과 제품이 워크인의 안과 밖으로 이동할 수 있도록 하는 데 사용된다. 비디스플레이 문은 작업자 통로용 문인지 화물용 문인지에 따라 더 세분화된다. DOE는 화물용 문을 비디스플레이 문이며 폭 4피트, 높이 8피트 이상인 문으로 정의한다. DOE는 작업자 통로용 문을 비디스플레이 문이며 화물용 문이 아닌 모든 문으로 정의한다. Id. 디스플레이 문, 작업자 통로용 문, 화물용 문은 실내 온도 (예를 들어 쿨러 또는 냉동고)에 따라 더 세분화된다. DOE는 현재 다음과 같은 워크인 문의 등급에 대해 별도의 에너지 절약 표준을 정의하고 있다 (10 CFR 431.306(c)와 (d)):

- 디스플레이 문, 중온,
- 디스플레이 문, 저온,
- 작업자 통로용 문, 중온,
- 작업자 통로용 문, 저온,
- 화물용 문, 중온, 그리고
- 화물용 문, 저온.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 작업자 통로용과 화물용 비디스플레이 문의 등급을 통합하고 대신 전동식 문 개방 장치의 유무에 따라 비디스플레이 문을 구분하였다. DOE의 초기 연구와 분석에 따르면 전동식 문 개방 장치의 유무에 따라 비디스플레이 문의 등급을 구분하는 것이 문의 크기보다는 장비 등급을 더 적절하게 구분할 수 있는 것으로 나타났다. 이전 분석과 마찬가지로 DOE는 중온 (즉, 쿨러)와 저온 (즉, 냉동고) 조건에 따라 전동식과 비전동식 비디스플레이 문의 등급도 평가하였다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 전동식 문 개방 장치의 유무에 따라 디스플레이 문의 등급을 구분하기도 하였다. DOE는 전동식 문 개방 장치가 없는 중온과 저온 디스플레이 문과 전동식 문 개방 장치가 있는 중온 디스플레이 문을 분석하였다. DOE는 저온에 적용되는 전동식 디스플레이 문을 확인하지 못했기 때문에 2022년 6월 예비 분석에서는 이러한 장비를 분석하지 않았다. 2022년 6월 예비 분석 TSD의 3장 섹션 3.1.2.1을 참조하도록 한다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.1에서 워크인 문에 대해 분석된 장비 등급에 대한 피드백을 요청하였다. Hussmann-Doors는 그들의 Heavy Duty Door ("HDD")와 ABC Beer Cave ("ABC") 제품을 작업자 통로용 문으로 분류해 달라는 요청이 2017년에 승인되지 않았다고 언급하며, HDD와 ABC 제품이 디스플레이 문이 아닌 작업자 통로용 문으로 분류될 경우 비용 이점이 있을 것이라고 언급하였다. Hussmann-Doors는 이러한 제품이 작업자 통로용 문으로 인정되면 고가의 진공 단열 유리 팩을 사용할 필요가 없으며 더 경제적인 유리 팩을 고려할 수 있다고 자세히 설명하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 2 페이지) 이에 대해 DOE는 디스플레이 문의 정의는 문의 물리적 특성 (즉, 유리 또는 기타 투명 재료로 구성된 표면적의 비율)을 참조하며 문의 적용에 따라 달라지지 않는다고 언급한다. DOE는 Hussmann의 HDD와 ABC 제품이 모두 최소 75% 이상의 유리 또는 기타 투명 소재로 구성되어 있다는 것을 알고 있다. 이 기준을 충족하는 모든 문은 반드시 제품 진열용으로 설계되지 않은 문이더라도 디스플레이 문으로 간주된다.

Efficiency Advocates는 비디스플레이 문은 수동 또는 전동식 개방 메커니즘에 따라 차별화되어야 한다는 데 동의하였다 (Efficiency Advocates, 37번, 1-2 페이지).

이해 관계자의 의견에 따라 DOE는 크기보다는 전동식 문 개방 장치가 있는지 여부에 따라 비디스플레이 문을 구분하는 것이 더

적절하다는 잠정 결론을 내렸다. 또한 DOE는 전동식 문 개방 장치가 있는지 여부에 따라 디스플레이 문을 구분하는 것이 적절하다는 결론을 잠정적으로 내렸다. DOE는 워크인 문에 대해 표 IV.1에 나열된 장비 등급을 설정할 것을 제안하고 있다.

표 IV.1- 워크인 문에 대한 장비 등급안

디스플레이/비디스플레이	개방 메커니즘	온도	등급 코드
디스플레이.....	수동.....	중온.....	DW.M.
		저온.....	DW.L
비디스플레이.....	전동식.....	중온.....	DS.M.
		저온.....	DS.L
	수동.....	중온.....	NM.M
		저온.....	NM.L
	전동식.....	중온.....	NO.M.
		저온.....	NO.L.

DOE는 이 문서의 섹션 IV.C.1.a와 IV.C.1.b에서 각각 워크인 디스플레이 문과 비디스플레이 문에 대해 대표 유닛, 대표 유닛 효율에 대한 기준 가정, 더 높은 효율 수준에서 분석된 설계 옵션에 대해 설명한다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에 따라 이 NOPR에서 현재 최대 에너지 소비량 (즉, 기준 효율 수준)을 초과하는 전동식 디스플레이가 문 등급에 대해서는 더 높은 효율 수준을 고려하지 않았음을 언급한다. 전동식 디스플레이 문의 시장을 검토하는 과정에서 DOE는 모터가 추가 에너지를 소비하기 때문에 제조업체가 진공 단열 유리나 같은 최대 기술 설계 옵션을 이미 구현하여 현재 최대 에너지 소비 표준을 달성하고 있음을 알게 되었다. DOE는 이 문서의 섹션 IV.A.2.b와 IV.B에서 설명한 바와 같이 선별 분석 중에 전동식 디스플레이 문에 대한 에너지 절약 기술 옵션을 확인하지 못하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 전동식 (즉, 슬라이딩) 디스플레이 문의 효율성에 관한 의견을 접수하였다. 이러한 의견은 이 문서의 섹션 IV.C.1.a에서 다루고 있다.

b. 패널

워크인 패널에 대한 DOE의 기존 표준은 구조용 ("벽 또는 천장 패널"이라고도 함) 또는 바닥 패널로 구분되는 세 가지 장비 등급에 적용된다. 구조용 패널은 온도 조건 (즉, 쿨러 또는 냉동고)에 따라 더 구분된다. 2014년 6월 최종 규칙에 대한 DOE의 분석 결과, 워크인 냉동고와 달리 대부분의 워크인 쿨러에는 콘크리트 바닥이 있고 단열 바닥 패널이 없는 것으로 확인되었다. 그러므로 DOE는 워크인 쿨러 바닥에 대한 단열 R-값 표준을 채택하지 않았다. 79 FR 32050, 32067. 이 규칙 제정을 위한 DOE의 시장 재평가에 따르면 워크인 쿨러 바닥 패널 시장은 2014년 6월 최종 규칙 이후 크게 변하지 않았다. 그러므로 DOE는 이 규칙 제정안에서 워크인 쿨러 바닥 패널을 제외하였다.

DOE는 현재 다음과 같은 워크인 패널 등급에 대해 별도의 에너지 절약 표준을 정의하고 있다(10 CFR 431.306(a)):

- 구조용 패널, 중온,
- 구조용 패널, 저온 그리고
- 바닥 패널, 저온.

DOE는 디스플레이 패널이 패널 시장에서 차지하는 비중이 작기 때문에 디스플레이 패널에 대한 표준을 제정하지 않았으며, 따라서 표준을 제정하더라도 불균형적인 비용을 초래하지 않고서는 상당한 에너지 절감을 달성할 수가 없다. 79 FR 32050, 32067. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 현재의 패널 장비 등급을 유지하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 3장의 섹션 3.1.2.2를 참조하도록 한다. 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.1에서 DOE는 이 분석에 사용된 장비 등급에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 패널 장비 등급에 관한 의견을 접수하지 않았다. 그러므로 DOE는 워크인 패널에 대한 현재의 장비 등급을 유지할 것을 제안한다. 표 IV.2에는 워크인 패널에 대한 장비 등급이 요약되어 있다.

표 IV.2- 워크인 패널에 대한 장비 등급

구성 요소	온도	등급 코드
구조용 패널.....	중온.....	PS.M.

바닥 패널.....	저온.....	PS.L.
	저온.....	PF.L.

c. 냉장 시스템

워크인 냉장 시스템에 대한 DOE의 기존 표준은 유닛 쿨러 또는 전용 콘덴싱 시스템인지 여부와 온도 (즉, 쿨러 또는 냉동고)에 따라 구분되는 9가지 장비 등급에 적용된다. “전용 콘덴싱 시스템”은 전용 콘덴싱 유닛, 단일 패키지 전용 시스템 또는 맞춤형 냉장 시스템을 의미한다. (10 CFR 431.302 참조) 전용 콘덴싱 시스템은 설치 위치 (즉, 실내 또는 실외)에 따라 더욱 세분화된다. 저온 전용 콘덴싱 시스템과 유닛 쿨러 장비 등급은 순 용량에 따라 더욱 세분화된다. DOE는 현재 다음과 같은 워크인 냉장 시스템 등급에 대해 별도의 에너지 절약 표준을 정의하고 있다 (10 CFR 431.306(e)):

- 전용 콘덴싱 시스템, 중온, 실내,
- 전용 콘덴싱 시스템, 중온, 실외,
- 전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실내, 순 용량 6,500 Btu/h 미만,
- 전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실내, 순 용량 6,500 Btu/h 이상,
- 전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실외, 순 용량 6,500 Btu/h 미만,
- 전용 콘덴싱 시스템, 저온, 실외, 순 용량 6,500 Btu/h 이상,
- 유닛 쿨러, 중온,
- 유닛 쿨러, 저온, 순 용량 15,500Btu/h 미만, 그리고
- 유닛 쿨러, 저온, 순 용량 15,500Btu/h 이상.

2022년 6월 예비 분석 TSD에서 DOE는 이전 규칙 제정에서 콘덴싱 유닛과 유닛 쿨러가 결합된 전용 콘덴싱 시스템인 단일 패키지 전용 시스템이 전용 콘덴싱 유닛과 맞춤형 냉동 시스템과 별도로 평가되지 않았음을 언급하였다. 부속서 C1의 새로운 테스트 절차 조항은 단일 패키지 전용 시스템에 대해서 이러한 시스템의 고유한 열 손실을 측정하는 특정 테스트 방법을 요구한다. 이러한 열 손실은 단일 패키지 전용 시스템의 용량과 효율을 감소시킨다. 이러한 이유로 DOE는 6월 예비 분석에서 단일 패키지 전용 시스템을 분할된 전용 콘덴싱 시스템과 별도로 평가하였다.²⁵ 2022년 6월 예비 분석 TSD의 3장 섹션 3.1.2.3을 참조하도록 한다.

2023년 5월 TP 최종 규칙에서 DOE는 고온 냉장 시스템을 45°F 미만에서 작동하도록 설계되지 않은 워크인 냉장 시스템으로 정의하였다. 88 FR 28780, 28789. 고온 유닛은 일반적으로 중온 유닛보다 용량이 작기 때문에 저용량 압축기를 포함하며, DOE는 이 압축기의 효율이 낮다고 판단하였다. 또한 일부 고온 유닛은 덕트 구성으로 판매된다. 덕트는 설치 위치에 유연성을 더하고 냉장 보관 공간에서 냉장 장비를 제거한다. 또한 덕트는 시스템 팬에 가해지는 외부 정압이 높아지기 때문에 에너지 소비를 증가시킨다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 고온 유닛과 덕트 유닛을 별도의 장비 등급으로 평가하였다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE가 분석한 장비 등급은 표 IV.3에 요약되어 있다.

표 IV.3 - 2022년 6월 예비 분석에서 분석된 워크인 냉장 시스템 장비 등급

시스템	온도	위치	등급 코드
전용 콘덴싱 유닛.....	중온.....	실외.....	DC.M.O.
		실내.....	DC.M.I.
	저온.....	실외.....	DC.L.O.
		실내.....	DC.L.I.
유닛 쿨러.....	고온.....	N/A.....	UC.H.
	중온.....		UC.M.
	저온.....		UC.L.
단일 패키지 전용 시스템.....	고온 (비덕트형).....	실외.....	SPU.H.O.
		실내.....	SPU.H.I.
	고온 (덕트형).....	실외.....	SPU.H.O.D.

		실내.....	SPU.H.I.D.
	중온.....	실외.....	SPU.M.O.
		실내.....	SPU.M.I.
	저온.....	실외.....	SPU.L.O.
		실내.....	SPU.L.I.

²⁵분할된 전용 콘덴싱 시스템 또는 분할 시스템은 유닛 쿨러와 떨어져 있는 전용 콘덴싱 유닛으로 구성된 모든 전용 콘덴싱 시스템을 말한다. 유닛 쿨러와 전용 콘덴싱 유닛이 동일한 패키지에 들어 있지 않기 때문에 시스템이 분할되어 있다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD 요약본의 섹션 ES.4.1에 있는 장비 등급에 대한 의견을 요청하였으며, 이는 표 IV.3에 반복되어 있다. AHRI는 단일 패키지 전용 시스템과 전용 콘덴싱 시스템을 분리한 DOE의 논리에 대한 추가 설명을 요청하였다. (AHRI, 39번, 1-2 페이지) Hussmann-Refrigeration는 AHRI의 질의에 동의한다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 2 페이지) HTPG는 단일 패키지 전용 시스템은 본질적으로 맞춤형 쌍이며, 맞춤형 쌍은 전용 콘덴싱 시스템과 동일한 효율 요건을 갖기 때문에 DOE가 단일 패키지 전용 시스템과 전용 콘덴싱 시스템을 분리하는 것에 동의하지 않는다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 3 페이지) 또한 HTPG는 단일 패키지 전용 시스템이 전용 콘덴싱 시스템과 맞춤형 쌍보다 낮은 표준을 적용한다면 소비자는 전용 콘덴싱 유닛과 맞춤형 쌍보다 낮은 효율 수준의 저렴한 단일 패키지 전용 시스템을 구매할 수 있다고 명시하였다. Id. Efficiency Advocates는 DOE에 단일 패키지 전용 시스템에 대한 효율성 표준 수준이 전용 콘덴싱 유닛에 대한 효율성 표준 수준만큼 확실히 엄격하도록 (예를 들어 유사한 가정 설계 옵션을 통합) 하여 시장이 전용 콘덴싱 유닛에서 단일 패키지 전용 시스템으로 전환되는 것을 방지할 것을 촉구하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 5 페이지)

DOE는 표 IV.3에서 전용 콘덴싱 유닛 장비 등급이 모든 분할 시스템을 지칭한다고 명시하고 있다. 일반적으로 DOE는 패키지 장비가 공간 제약이 있는 적용에 대해 소비자에게 더 많은 옵션을 제공하기 때문에 패키지 장비와 분할 시스템을 분리하였다. 그러나 패키지 냉장 시스템은 제조업체가 패키지 시스템의 전체 크기에 영향을 주지 않고서는 열교환기 크기 증가와 같은 동일한 기술을 사용할 수 없기 때문에 본질적으로 효율성이 떨어진다. 또한 패키지 시스템은 장비의 전체 중량 제한으로 인해 제약을 받으며, 이는 시스템에 적용할 수 있는 기술 옵션에 영향을 미치게 된다. 패키지 시스템에는 일반적으로 더 작은 열교환기가 포함되며 이러한 열교환기는 공기 흐름이 통과할 면적이 적어 시스템의 전체 열 전달에 영향을 미친다. 또한 패키지 시스템은 차가운 면과 뜨거운 면이 모두 패키지 프레임워크 내에 연결되어 있고 차가운 면이 외부에 노출되어 있어 열 부하와 관련된 손실이 증가하게 된다. 전반적으로 DOE는 패키지 시스템이 공간 제약이 있는 적용에 대해 소비자에게 더 많은 옵션을 제공하고 패키지 시스템과 분할 시스템 간의 시스템 설계에 있어 본질적인 차이로 인해 전자의 효율성이 제한되기 때문에 패키지 시스템과 분할 시스템 WICF 냉장 시스템을 동일한 제품 등급으로 결합할 수 없다고 잠정적으로 결정하였다.

AHRI-Wine은 냉장 시스템 분석을 위해 선택된 대표 유닛을 나열한 2022년 6월 예비 분석 TSD의 표 5.3.4에서 맞춤형 분할 시스템이 어디에 표시되는지 명확히 할 것을 요청한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 2 페이지) 또한 AHRI-Wine은 고온 전용 콘덴싱 [유닛]을 적용 범위에서 제외하면 단일 패키지 전용 시스템과 맞춤형 분할 시스템을 판매하는 제조업체에 경쟁상 불리할 수 있으므로 이를 추가할 것을 권장하였다. Id. 또한 AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체가 맞춤형 분할, 덕트형, 비덕트형, 실내, 실외 시스템을 구성하는 등급에 대한 명확한 설명을 요구한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지)

DOE는 2023년 5월 TP 최종 규칙에서 단독으로 테스트되는 고온 전용 콘덴싱 유닛에 대한 테스트 절차를 수립하지 않았지만, 고온 맞춤형 냉장 시스템과 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에 대한 테스트 절차는 수립했음을 언급하였다. 이 결정은 2023년 5월 TP 최종 규칙에서 자세히 설명된다. 88 FR 28780, 28816-28817. 그러므로 DOE는 이번 NOPR 분석에서 고온 전용 콘덴싱 유닛을 분석하지 않았으며, 따라서 고온 전용 콘덴싱 유닛에 대한 장비 등급을 설정할 것을 제안하지 않는다. 그러나 DOE는 고온 맞춤형 냉장 시스템과 고온 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템 모두에 대한 장비 등급을 제정할 것을 제안하고 있다. 이번 NOPR에서 DOE는 고온 맞춤형 냉장 시스템과 고온 단일 패키지 전용 시스템 모두 최적의 성능을 위해 맞춤형 콘덴서와 증발기가 함께 판매되기 때문에 단일 장비 등급으로 평가하였다. 또한 고온 냉장 시스템의 경우 냉장 공간과 주변 공간의 온도 차이가 중온과 저온 시스템의 온도 차이보다 적다. 그러므로 고온 시스템의 경우 열 손실이 미치는 영향이 적다. 즉, 고온 맞춤형 냉장 시스템과 고온 단일 패키지 전용 시스템 간의 성능 차이는 중온 또는 저온 맞춤형 냉장 시스템과 중온 또는 저온 단일 패키지 전용 시스템 간에 예상되는 성능 차이보다 훨씬 적다. 예상되는 성능이 유사하므로 DOE는 고온 맞춤형 냉장 시스템과 단일 패키지 전용 시스템을 포괄하는 단일 등급의 장비가 적절하다고 잠정적으로 결정하였다. DOE는 고온 냉장 유닛에 대한 분석에서 단일 패키지

전용 시스템에 초점을 맞추었는데, 여기에 고온 시장에 대한 대부분의 출하량이 집중되어 있기 때문이다.

DOE는 표 IV.4에 제시된 것처럼 냉장 시스템에 대해 다음과 같은 장비 등급을 설정할 것을 제안한다.

표 IV.4 - 워크인 냉장 시스템에 대한 장비 등급안

시스템	온도	위치	등급 코드
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템.....	중온.....	실외.....	DC.M.O.
		실내.....	DC.M.I.
	저온.....	실외.....	DC.L.O.
		실내.....	DC.L.I.
유닛 쿨러.....	고온 (덕트형).....	N/A.....	UC.H.
	고온 (덕트형).....		UC.H.D.
	중온.....		UC.M.
	저온.....		UC.L.
맞춤형 냉장 시스템 및 단일 패키지 전용 시스템.....	고온 (덕트형).....	실외.....	SPU.H.O.
		실내.....	SPU.H.I.
	고온 (덕트형).....	실외.....	SPU.H.O.D.
		실내.....	SPU.H.I.D.
단일 패키지 전용 시스템.....	중온.....	실외.....	SPU.M.O.
		실내.....	SPU.M.I.
	저온.....	실외.....	SPU.L.O.
		실내.....	SPU.L.I.

이전에 설명한 바와 같이, 현재 워크인 냉장 시스템에 대한 DOE 표준은 순 용량에 따라 저온 전용 콘덴싱 시스템과 유닛 쿨러를 구분하고 있다. DOE는 분할 시스템과 단일 패키지 전용 시스템의 경우, 소형 장비용 압축기는 일반적으로 효율이 낮기 때문에 저용량 시스템이 대용량 시스템보다 더 높은 효율 수준을 달성하기가 어려울 수 있음을 이해하고 있다. 또한 DOE는 테스트를 통해 저용량 유닛 쿨러가 고용량 유닛 쿨러에 비해 효율이 떨어지는 경향이 있음을 발견하였다. 이 문서의 섹션 III.A에서 설명한 것처럼, DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 워크인 냉장 시스템 효율 표준이 워크인 냉장 시스템 장비 등급의 순 용량에 따라 달라져야 한다는 의견을 접수하였다. 이 NOPR에서 DOE는 효율성과 순 용량 간의 관계를 더 잘 파악하기 위해 각 장비 등급에 대해 여러 용량을 평가하였다. 이에 대해서는 이 문서의 섹션 IV.C.1.d의 대표 유닛 하위 섹션에서 자세히 설명한다. DOE는 섹션 I에서 워크인 냉장 시스템에 대한 표준안에 대해 설명한다.

2. 기술 옵션

DOE는 전체 워크인, 문, 패널, 냉장 시스템에 대해 각각의 기술 옵션을 고려하였다.

a. 완전히 조립된 워크인

2022년 6월 예비 분석 TSD의 3장에 제시된 시장 분석 및 기술 평가에서 DOE는 완전히 조립된 워크인 (즉, 벽, 천장과 바닥 패널, 문, 냉장 시스템)의 효율성을 개선할 것으로 예상되지만 이 규칙 제정에서 분석한 구성 요소들에는 특별히 적용되지 않는 다음과 같은 7가지의 기술 옵션을 확인하였다:

- 에너지 저장 시스템,
- 냉장 시스템 오버라이드,
- 증발기 팬 자동 차단,
- 비침투성 내부 랙과 선반,

- 습도 센서,
- 광섬유 자연광 조명, 그리고
- 열 회수 밸브.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.2에서 기술 옵션에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 전체 워크인 효율을 개선할 수 있는 기술 옵션에 대한 의견은 받지 못하였다. 그러므로 DOE는 NOPR 분석에 대해 동일한 기술 옵션을 확인하였다. DOE는 이러한 기술 옵션에 대해 NOPR TSD의 3장에서 자세히 설명한다.

b. 문과 패널

예비 시장 분석 및 기술 평가에서 DOE는 DOE의 테스트 절차에 따라 측정된 결과 문 그리고/또는 패널의 효율성을 개선할 것으로 예상되는 15가지 기술 옵션을 확인하였다. 이러한 기술 옵션은 표 IV.5에 나열되어 있다.

표 IV.5 - 2022년 6월 예비 분석에서 분석된 문과 패널 관련 기술 옵션 요약

기술 옵션	해당 구성 성분
문 개스킷	문
결로 방지 히터/냉동고 와이어 제어	
디스플레이 및 창유리 시스템 단열 성능	
비전기식, 축소형 또는 무 결로 방지 시스템	
개선된 프레임 시스템	
자동 문 개폐 시스템	
재질 감지 센서	
고효율 조명	
자동 단열 적용 시스템	디스플레이 문
침투 감소 장치 또는 시스템 (예를 들어 에어커튼, 스트립 커튼, 현관 출입구, 회전문)	비디스플레이 문
단열재 두께 및 소재	비디스플레이 문과 패널
프레임 소재	
손상 감지 시스템 (예를 들어 공기와 물 침투 센서, 열 유속 센서).	
패널 인터페이스 시스템	패널

2022년 6월 예비 분석에 대한 답변으로, Hussmann-Doors는 자사의 슬라이딩 문이 박스/쿨러 벽의 단열재를 활용하여 문의 결로 방지 열 전력을 최소화하도록 설계되었다고 언급하였다. (Hussmann-Doors, 33번 3 페이지) Hussmann-Doors의 권고에 따라 DOE는 이를 워크인 문에 대한 기술 옵션으로 고려하고 있다. 이 기술 옵션에 대한 선별은 섹션 IV.B.1.a에서 자세히 설명한다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 문과 패널에 대해 고려했던 것과 동일한 기술 옵션을 이번 NOPR에서 고려하고 있으며, 슬라이딩 문은 Hussmann-Doors의 의견을 참조하였다.

c. 냉장 시스템

예비 시장 분석 및 기술 평가에서 DOE는 냉장 시스템의 효율성을 개선할 것으로 예상되는 다음과 같은 16가지 기술 옵션을 확인하였다:

- 증발기와 콘덴서의 개선된 팬 블레이드,
- 증발기와 콘덴서 개선된 코일,
- 증발기 팬 제어,

- 주변 서브 쿨링,
- 고효율 팬 모터,
- 고효율 압축기,
- 가변 속도 압축기,
- 액체 흡입 열교환기,
- 조정식 성에 제거,
- 고온 가스 성에 제거,
- 플로팅 헤드 압력,
- 콘덴서 팬 제어,
- 이코노마이저 냉각,
- 크랭크 케이스 히터 제어,
- 단일 패키지 단열, 그리고
- 오일 관리 시스템.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.2에 있는 기술 옵션에 대한 의견을 요청하였다. AHRI는 냉동 시스템에 개별적으로 에너지 절감을 제공할 수 있는 많은 기술 옵션이 시중에 나와 있지만, 이러한 기술을 현재 시스템에 구현하기 위해서는 상당한 수정이 필요하며 구현 후에는 시스템의 다른 측면에 영향을 받아 달라지기 때문에 더 이상 상당한 에너지 절감을 제공하지 못할 수 있다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지)

DOE는 모든 잠재적 기술 옵션에 선별 기준을 적용하는데, 이는 TSD 4장의 섹션 IV.B에서 논의된 바와 같이 추가 분석에 적합하지 않은 기술을 제거하기 위해 고안되었다. 여기에는 기술적 타당성과 실행 가능성 분석이 포함된다. 그런 다음 DOE는 전체 공학 분석을 수행하여 선별 분석 후 남아있는 각 설계 옵션의 비용과 에너지 절감 효과를 평가한다. 이 공학 분석에서는 옵션을 구현하는 데 필요한 시스템의 다른 측면에 대한 잠재적 변경 사항에 대해 평가한다.

HTPG는 DOE가 알려진 워크인 냉장 시스템에 대해 시중에 나와 있는 모든 기술 옵션을 고려했다는 데 동의하였다. (HTPG, 35번, 4 페이지) AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체들은 DOE가 분석에서 고려한 기술에 동의한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 2 페이지)

이해 관계자로부터 접수한 의견을 바탕으로 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 워크인 냉장 시스템에 대해 고려한 것과 동일한 기술 옵션을 이번 NOPR에서 고려하고 있다.

B. 선별 분석

DOE는 다음의 5가지 선별 기준을 사용하여 에너지 절약 표준 규칙 제정에서 추가적으로 고려하기에 적합한 기술 옵션을 결정한다:

1. **기술적 타당성.** 상용 장비 또는 상용화가 가능한 기존 시제품에 통합되지 않은 기술은 더 이상 고려되지 않는다.
2. **제조, 설치, 서비스에 대한 실용성.** 표준의 예상 준수일 시점에 관련 시장에 서비스를 제공하는 데 필요한 규모로 기술을 상용 장비를 통해 대량 생산하고 기술을 안정적으로 설치하고 서비스할 수 없다고 판단되는 경우, 이러한 기술은 더 이상 고려되지 않는다.
3. **제품 유용성에 미치는 영향.** 기술이 하위 소비자 그룹에 대한 장비의 유용성에 중대한 악영향을 미치거나 당시 미국에서 일반적으로 사용 가능한 장비와 실질적으로 동일한 성능 특성 (신뢰성 포함), 기능, 크기, 용량, 부피를 가진 적용 대상 장비 유형을 사용할 수 없게 만드는 것으로 판단되는 경우, 이러한 기술은 더 이상 고려되지 않는다.
4. **기술의 안전성.** 기술이 건강 또는 안전에 중대한 악영향을 미칠 수 있다고 판단되는 경우, 이러한 기술은 더 이상 고려되지 않는다.
5. **고유 경로 독점 기술.** 기술이 독점적 보호를 받고 있고 특정 효율 수준을 달성하기 위한 고유한 경로를 나타내는 경우, 독점 우려의 가능성으로 인해 이러한 기술은 더 이상 고려되지 않는다. 10 CFR 431.4; 10 CFR 파트 430, 하위파트 C, 부속서 A, 섹션 6(c)(3)과 7(b).

요약하면, DOE가 기술 또는 기술의 조합이 위에 나열된 5가지 기준 중 하나 이상을 충족하지 못한다고 판단하는 경우 이러한 기술은 공학 분석의 추가 고려 대상에서 제외된다. 기술을 제외하는 이유는 다음 섹션에서 설명한다.

다음 섹션에는 선별 기준과 관련된 이해 당사자의 의견, 선별 분석 기준에 대한 DOE의 각 기술 옵션 평가, 선별 기준에 따라 기술 옵션을 “제외”해야 한다고 DOE가 판단했는지 여부가 포함된다.

1. 제외 기술

a. 완전히 조립된 워크인

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 다음 기술 옵션이 DOE 테스트 절차에 의해 측정된 워크인 구성 요소의 정격 에너지 소비에 영향을 미치지 않을 것이라는 잠정적인 가정 하에 제외하였다. 이러한 기술은 현장에 설치된 완전히 조립된 워크인의 에너지 효율을 개선할 수 있지만, DOE의 현재 워크인 테스트 절차는 개별적인 구성 요소를 위한 것이다 (즉, DOE에는 완전히 조립된 워크인의 에너지 사용을 결정하는 테스트 절차가 존재하지 않는다):

- 에너지 저장 시스템,
- 냉동 시스템 오버라이드,
- 증발기 팬 자동 차단,
- 비관통형 내부 랙과 선반,
- 습도 센서, 그리고
- 열 회수 밸브.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 4.2.1을 참조하도록 한다.

또한 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 광섬유 자연광 조명이 기술적으로 실현 가능하지 않다는 이유로 이를 제외하였다. DOE는 현재 워크인의 운영을 위해 제조되어 판매되는 이러한 시스템에 대해서는 알지 못한다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.3에서 제외시킨 기술에 대한 의견을 요청하였다. HTPG는 에너지 저장 시스템, 냉장 시스템 오버라이드, 증발기 팬 자동 차단, 습도 센서, 열 회수 밸브가 워크인 테스트 절차에 따라 측정된 정격 에너지 소비에 영향을 미치지 않는다는 데 동의한다고 답하였다. (HTPG, 359번, 4 페이지) Lennox는 제외된 기술에 대한 DOE의 결론과 근거를 지지하였다. (Lennox, 36번, 3 페이지) AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체들이 분석에서 제외된 기술들에 동의한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 2 페이지)

NOPR 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서와 동일한 근거로 전체 워크인을 위한 모든 기술 옵션을 제외하였다.

b. 문과 패널

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 에너지 사용량 감소는 10 CFR 파트 431의 하위파트 R에 대한 부속서 A (“부속서 A”)의 테스트 절차로 식별되지 않으며, R값의 증가는 10 CFR 파트 431의 하위파트 R에 대한 부속서 B (“부속서 B”)의 테스트 절차로 식별되지 않기 때문에 다음 기술 옵션을 제외하였다:

- 침투 저감 장치,
- 공기와 물 침투 센서,
- 열 유속 센서, 그리고
- 패널 구조용 소재.

침투 저감 기술에는 문 개스킷, 자동 문 개폐 시스템, 에어 커튼, 스트립 커튼, 현관 출입구, 회전문, 패널 인터페이스 시스템 등이 포함될 수 있다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 공기 침투는 완전히 조립된 워크인의 특성이기 때문에 침투 저감 장치로 인한 잠재적 에너지 절감 효과를 발견할 수 없다고 잠정적으로 결정하였다. 워크인 테스트 절차에서는 조립된 워크인 박스의 에너지 사용량을 평가하지 않고 대신 단일 구성 요소 (즉, 문 또는 패널)의 에너지 사용량을 평가하므로 전체 워크인 박스의 에너지 효율을 개선할 수 있는 기술은 제외되었다.

또한 DOE는 공기와 물 침투 센서, 열 유속 센서, 패널 구조용 소재로 인한 잠재적 에너지 절감은 부속서 A 또는 부속서 B의 테스트 절차에 의해 식별되지 않을 것이라고 잠정적으로 결정하였다. 공기와 물 침투 센서와 열 유속 센서는 워크인 구성 요소의 지속적인 성능을 모니터링하는 데 있어 최종 사용자에게 가장 큰 도움이 되는 기술 옵션이지만, 워크인의 수명 동안 이러한 센서에 의해 식별된 잠재적 성능 저하는 현재 테스트 절차에는 반영되지 않았다. 또한 현재 워크인 패널 테스트 절차는 패널 단열재의 R-값만 결정하는 방법을 제공하기 때문에 패널 구조용 소재에 대한 변경 사항은 테스트 절차에 반영되지 않는다. 즉, 구조용 소재를 포함한 패널의 전체 R-값은 지금의 테스트 절차에 의해서는 식별되지 않는다. 그러므로 이러한 기술은 제외되었다.

또한, 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 다음의 기술이 시제품이나 상업적으로 이용 가능한 워크인 문 또는 패널에 통합된 경우를 찾을 수 없었기 때문에 기술적 실현 불가능하다는 이유로 제외하였다:

- 비전기식 결로 방지 시스템,
- 고효율 LED, 그리고
- 자동 단열 적용 시스템.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 6인치보다 두꺼운 패널과 문 단열재는 그 제조와 설치가 실용적이지 않고 소비자 유용성에 부정적인 영향을 미친다는 제조업체 인터뷰를 통해 피드백을 받았기 때문에 이를 제외하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD의 4장 섹션 4.3.2.4를 참조하도록 한다. DOE는 6인치보다 두꺼운 단열재는 무겁고 다루기 힘들며 소비자의 사용 공간을 차지할 것이라고 잠정적인 결론을 내렸다. 또한 폼-인-플레이스 단열재를 사용하는 6인치 이상의 패널과 비디스플레이 문은 경화에 과도한 시간이 소요되어 제조, 설치, 서비스의 실용성에 영향을 미칠 수 있다.

2022년 6월 예비 분석의 섹션 ES.4.1에서 DOE는 문과 패널에 대해 제외한 기술 옵션에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 제외된 문과 패널에 대한 의견을 받지 못하였다. 이 분석에서 DOE는 제외된 결로 방지 히터 시스템 기술 옵션에 더해서 2022년 6월 예비 분석에서 제외된 것과 동일한 기술을 제외하고 있다.

워크인 문은 일반적으로 결로 방지 히터 와이어를 사용하여 (1) 웅덩이가 되어 소비자에게 위험을 초래할 수 있는 유리, 프레임 또는 문의 다른 부분에 결로의 고임, (2) 유리의 김서림, (3) 저온의 문이 얼어붙을 수 있는 결로 현상을 방지한다. 워크인 문의 결로 발생량과 속도는 워크인 주변의 상대 습도와 문 표면 온도에 따라 달라진다. 문 표면의 온도를 주변의 이슬점 이상으로 유지하기 위해 전기 저항 히터 와이어가 문 프레임 주위에 설치된다. DOE는 습도가 높은 환경에서 문의 결로 방지 시스템이 필요할 수 있음을 인식하고 있으며, DOE는 미국의 모든 기후대에 설치된 문에서 결로 방지 열을 제거하더라도 워크인의 안전과 유용성에 잠재적으로 부정적인 영향을 미치지 않는다는 것을 입증할 충분한 증거를 가지고 있지 않다. 그러므로 DOE는 기술의 안전성을 기준으로 이 NOPR에서 결로 방지 히터를 제거한 시스템을 제외하고 있다.

또한 DOE는 Hussmann-Doors가 의견서에서 권장하고 이 문서의 섹션 IVA.2.b에서 논의한 문의 결로 방지를 위한 열 전력을 최소화하기 위해 박스/쿨러 벽의 단열재를 활용하는 기술 옵션을 제외하고 있다. DOE는 이상적으로 설계된 워크인 박스가 패널 설계를 통해 문의 결로 발생을 줄일 수 있음을 인정하지만, 워크인 테스트 절차는 워크인 구성 요소의 성능을 개별적으로 평가하기 때문에 이러한 설계 조합은 테스트 절차에서 식별되지 않으므로 더 높은 효율 수준을 분석하는 데 사용할 수 없다는 점을 언급한다.

c. 냉장 시스템

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 조정식 성에 제거, 고온 가스 성에 제거, 오일 관리 시스템, 이코노마이저 냉각이 부속서 C1에 따라 측정된 워크인 냉장 시스템의 AWEF2 값에 영향을 미치지 않는다고 잠정적으로 결정하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.3에서 제외된 기술에 대한 의견을 요청하였다.

HTPG는 오일 관리 시스템, 조정식 성에 제거, 고온 가스 성에 제거, 이코노마이저 냉각이 냉장 시스템에 대한 테스트 절차에 따라 측정된 정격 에너지 소비에 영향을 미치지 않는다는 데 동의한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 4 페이지)

DOE는 부속서 C1을 사용하여 측정할 때 오일 관리 시스템, 조정식 성에 제거, 고온 가스 성에 제거, 이코노마이저 냉각이 측정된 워크인 냉장 시스템의 AWEF2 값에 영향을 미치지 않는다고 잠정적으로 결정하였다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 또한 설계 옵션으로 3상 모터도 제외하였다. 일반적으로 3상 모터는 단상 모터에 비해 에너지를 절약할 수 있지만, 3상 모터를 사용하려면 3상 전력이 필요하다. 워크인을 사용하는 모든 사업체가 3상 전원을 갖추고 있는 것은 아니므로 단상 장비를 사용해야 한다. 그러므로 DOE는 유용성을 이유로 이 설계 옵션을 제외하였다.

HTPG는 3상 모터를 기술 옵션에서 제외하는 것에 동의한다고 언급하였다. Id. 이 NOPR 분석에서 DOE는 유용성을 이유로 3상

모터를 제외하고 있다.

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 AHRI-Wine은 DOE에 콘덴서 면적이 50% 증가하면 단일 패키지 와인 쿨러 시스템의 설치 공간이 어떻게 증가하며 이러한 설치 공간 증가가 시장에 어떤 영향을 미치는지 고려하도록 권장하였다. (AHRI-Wine, 39번, 2 페이지) DOE는 제조업체 인터뷰를 통해 이와 유사한 피드백을 받았다. DOE는 고온 워크인은 벽에 표준 스타드 간격이 있고 바닥과 천장에 표준 장선 간격이 있는 주거용 용도에 설치되는 경우가 많으므로 이러한 제품은 시공과 미관상의 이유로 이러한 구조 부재 사이에 맞도록 설계될 수 있음을 언급한다. DOE는 증발기 또는 콘덴서 열교환기의 크기가 상당히 커질 경우 소비자가 고온 냉장 시스템의 컴팩트한 특징을 잃게 될 것이라고 잠정적으로 결정하였다. 그러므로 DOE는 이 기술 옵션의 구현에 필요한 추가 열교환기의 크기로 인해 고객의 효율성이 저하된다는 이유로 고온 냉장 시스템에 대한 개선된 증발기와 응축기 코일을 제외할 것을 제안하고 있다.

완전히 조립된 워크인과 워크인의 각 구성 요소에 대한 제외된 기술은 첨부된 TSD의 4장에서 자세히 설명한다.

2. 남아있는 기술

각 기술에 대한 검토를 통해 DOE는 섹션 IVA.2.a에 나열된 전체 워크인에 대해 확인된 기술 중 DOE의 NOPR 분석에서 설계 옵션으로 추가 검토할 5가지 선별 기준을 모두 충족하는 기술이 없다고 잠정적으로 결론을 내렸다.

a. 문과 패널

각 기술에 대한 검토를 통해 DOE는 이 문서의 섹션 IVA.2.b에 나열된 문과 패널에 대해 확인된 다른 모든 기술이 DOE의 NOPR 분석에서 설계 옵션으로 추가 검토할 5가지 선별 기준을 모두 충족한다고 잠정적으로 결론을 내렸다. 요약하면, DOE는 다음 기술 옵션을 제외하지 않았다:

- 디스플레이 문의 유리 시스템 단일 성능,
- 문 재질 감지 센서 (조명 제어),
- 문의 결로 방지 히터 제어,
- 비디스플레이 문의 프레임 시스템과 소재 개선,
- 문의 결로 방지 히터 시스템 축소, 그리고
- 비디스플레이 문과 패널의 단일 두께를 최대 6인치까지 증가.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.3에서 DOE는 선별된 기술에 대한 의견을 요청하였다. Hussmann-Doors는 비디스플레이 문과 패널의 단일 두께를 최대 6인치까지 늘리면 문 제품의 프레임 소재에 대한 단일 요건을 줄이는 데 도움이 될 것이며 벽 두께를 늘리면 추가적인 단열을 제공할 수 있다고 언급하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 3 페이지) DOE는 이 의견을 비디스플레이 문과 패널에 대한 기술 옵션으로 최대 6인치까지 단일 두께를 늘리는 것을 지지하는 것으로 이해하고 있다.

또한 Hussmann-Doors는 문 제품에 제어기 (예를 들어, 조명과 결로 방지 열과 같은 전기 부품의 작동 시간 제어)를 적용하는 데 드는 비용이 결과적으로 절감되는 에너지로 인해 경제적으로 타당하지 않다고 언급하였다. 그러나 Hussmann-Doors는 규정을 준수하기 위해 자사 제품에 제어기를 사용한다고 언급하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 2 페이지) 또한 Hussmann-Doors는 재질 감지 센서의 기술 옵션에 따라 문에 대한 표준을 변경할 필요성은 없다고 언급하였다. Id. DOE는 Hussmann-Doors의 의견을 재질 감지 센서가 에너지 소비를 줄일 수 있다는 점을 반영하여 문에 대한 에너지 소비 표준을 변경해서는 안 된다고 생각한다는 의미로 이해하고 있다. 이러한 의견에 대해 DOE는 위에서 설명한 선별 분석 외에도 각 잠재적 설계 옵션의 비용과 에너지 절감 효과를 비교하기 위해 전체 공학 분석을 수행한다고 언급한다. DOE는 대표적인 비용 효율성 곡선을 작성하기 위해 특정 설계 옵션을 평가하지만, 제조업체가 성능에 기반한 에너지 절약 표준을 충족하기 위해 DOE가 분석하는 설계 옵션을 반드시 구현해야 하는 것은 아니다. 제조업체는 연방 테스트 절차에 따라 에너지 소비 표준을 만족시키는 한 DOE의 평가 여부와 관계없이 모든 설계 옵션을 사용할 수 있다. 공학 분석에 대해서는 이 문서의 섹션 IV.C에서 자세히 설명한다.

DOE는 초기에 이러한 기술 옵션이 상업적으로 이용 가능한 장비 또는 작동 중인 시제품에 사용 중이거나 이전에 사용되었다는 이유로 기술적으로 실현 가능하다고 결정하였다. DOE는 또한 나머지 모든 기술 옵션이 다른 선별 기준 (즉, 제조, 설치, 서비스가 실행 가능하고 소비자 유용성, 제품 가용성, 건강 또는 안전, 고유 경로 독점 기술에 부정적인 영향을 초래하지 않음)을 충족한다고

판단하였다. 자세한 내용은 NOPR TSD의 4장을 참조하도록 한다.

b. 냉장 시스템

각 기술에 대한 검토를 통해 DOE는 이 문서의 섹션 IVA.2.c에 나열된 다른 모든 확인된 기술이 DOE의 NOPR 분석에서 설계 옵션으로 추가 검토할 5가지 선별 기준을 모두 충족한다고 잠정적으로 결론을 내렸다. 요약하면, DOE는 워크인 냉장 시스템에 대해 다음과 같은 기술 옵션을 제외하지 않았다:

- 탄화수소 냉매,
- 더 높은 효율의 압축기,
- 증발기와 콘덴서의 개선된 코일,
- 고효율 콘덴서 팬 모터,
- 콘덴서와 증발기의 개선된 팬 블레이드,
- 주변 서브 쿨링,
- 오프 사이클 증발기 팬 제어,
- 헤드 압력 제어,
- 가변 속도 콘덴서 팬 제어,
- 크랭크 케이스 히터 제어,
- 단일 패키지 전용 시스템을 위한 개선된 단열,
- 고효율 증발기 팬 모터,
- 온 사이클 증발기 팬 제어, 그리고
- 액체 흡입 열교환기.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.3에서 DOE는 선별된 기술에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 냉장 시스템에 대한 선별된 기술에 대해 의견을 받지 못하였다.

DOE는 초기에 이러한 기술 옵션이 상업적으로 이용 가능한 제품 또는 작동 중인 시제품에 사용되고 있거나 이전에 사용되었기 때문에 기술적으로 실현 가능하다고 결정하였다. DOE는 또한 나머지 모든 기술 옵션이 다른 선별 기준 (즉, 제조, 설치, 서비스가 실행 가능하고 소비자 유용성, 제품 가용성, 건강 또는 안전, 고유 경로 독점 기술에 부정적인 영향을 초래하지 않음)을 충족한다고 판단하였다. 자세한 내용은 NOPR TSD의 4장을 참조하도록 한다.

C. 공학 분석

공학 분석의 목적은 워크인의 각 구성 요소 (예를 들어, 문, 패널, 냉장 시스템)의 효율성과 비용 간의 관계를 수립하는 것이다. 공학 분석에서 고려해야 할 두 가지 요소는 분석할 효율 수준의 선택 ("효율성 분석")과 각 효율 수준에서 제품 비용의 결정 ("비용 분석")이다. 고효율 워크인의 성능을 결정할 때 DOE는 선별 분석에서 제거되지 않은 기술과 설계 옵션 조합을 고려한다. 각 워크인 구성 요소의 장비 등급에 대해 DOE는 기준 비용과 기준 이상의 효율 수준에서 워크인 구성 요소에 대한 증분 비용을 추정한다. 공학 분석의 결과는 일련의 비용 효율성 "곡선"이며, 이 곡선은 다운스트림 분석 (즉, LCC와 PBP 분석 그리고 NIA)에 사용된다.

1. 효율성 분석

DOE는 일반적으로 공학 분석을 위한 에너지 효율 수준을 개발하기 위해 (1) 시장에서 관찰된 효율 수준에 의존하거나 (즉, 효율 수준 접근 방식), (2) 특정 설계 옵션을 기준 모델에 통합하는 것과 관련된 점진적인 효율성 개선을 결정하는 (즉, 설계 옵션 접근 방식) 두 가지 접근 방식 중 하나를 사용한다. 효율 수준 접근 방식을 사용하면 분석을 위해 설정된 효율 수준은 기존 제품의 시장 분포 (즉, 시장에 이미 존재하는 효율성 범위와 효율 수준 "클러스터"를 기반으로)에 따라 결정된다. 설계 옵션 접근 방식을 사용할 경우 분석을 위해 설정된 효율 수준은 기술 평가에서 확인된 특정 설계 옵션을 구현할 때의 효율 개선에 대한 자세한 공학 계산

그리고/또는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 결정된다. DOE는 이 두 가지 접근 방식을 조합하여 사용할 수도 있다. 예를 들어, 효율 수준 접근 방식 (시중의 실제 제품에 기반)은 설계 옵션 접근 방식을 사용하여 수준의 "격차 해소" (확인된 다른 효율 수준 간의 큰 격차 해소)로 확장하거나 최대 기술 수준 (특히 최대 기술 수준이 현재 시중에서 사용 가능한 최대 효율 수준을 초과하는 경우)을 추천할 수 있다.

이 규칙 제정에서 DOE는 문, 패널, 전용 콘덴싱 유닛, 단일 패키지 전용 시스템에 대해서 설계 옵션 접근 방식을 사용한다. DOE는 장비 등급에 따라 유닛 쿨러에 대해 설계 옵션과 효율 수준 접근 방식을 모두 사용한다. 이러한 접근 방식은 다음 섹션에서 설명한다.

a. 디스플레이 문

대표 유닛

이 문서의 섹션 IV.A.1.a에서 이전에 언급한 바와 같이 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 모터의 유무에 따라 디스플레이 문의 장비 등급을 평가하였다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 수동으로 개방하는 디스플레이 문에 대해서 세 가지 대표적인 문 크기와 전동식 디스플레이 문에 대해서 두 가지 대표적인 문 크기를 분석하였다. 대표 유닛은 공통 프레임 내의 문 개구부 수를 기준으로 하였다. 또한 DOE는 장비 제품 문헌에 나와 있는 문의 일반적인 높이와 너비를 기준으로 대표적인 문 크기를 결정하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.3.1을 참조하도록 한다. DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.5에서 선택한 대표 유닛에 대한 의견을 구하였다.

이에 대한 응답으로 Hussmann-Doors는 분석에 사용된 대표적인 문 크기가 적절하다고 언급하였지만, Hussmann-Doors는 대표 유닛보다 더 큰 슬라이딩 문을 판매하고 있다고 언급하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 3 페이지) DOE는 분석을 위해 선택한 대표 유닛은 디스플레이 문 산업 전체를 대표하기 위한 것이며 시중에서 판매되는 모든 문을 식별할 수는 없다고 언급한다. 또한 이 문서의 섹션 IV.A.1.a에서 설명한 바와 같이 DOE는 분석에서 이러한 문에 대해서 더 높은 효율 수준을 평가하지 않았기 때문에 DOE는 궁극적으로 이 NOPR에서 전동식 디스플레이 문에 대한 대표 유닛을 정의하지 않았다. 그러나 DOE는 향후 규칙 제정에서 전동식 디스플레이 문에 대해 더 높은 효율 수준을 평가하는 것을 고려할 수 있으며, 이때에는 당시 시장을 기준으로 대표 유닛을 결정할 것이다.

DOE는 수동식 개방 디스플레이 문의 대표 유닛에 대한 의견을 접수하지 못했으므로, 이 NOPR에서는 2022년 6월 예비 분석에서 수동식 개방 디스플레이 문의 대표 장치에 대해 평가한 것과 동일하게 유지하였다. 표 IV.6에는 DOE가 이 NOPR에 대한 공학 분석에서 분석한 디스플레이 문 등급과 크기가 나열되어 있으며, 나열된 치수는 일일 최대 에너지 소비량을 결정하는 데 사용되는 표면적과 동일하다.

표 IV.6-디스플레이 문에 대해 분석된 대표 유닛

개방 메커니즘	온도	등급 코드	문 개구부 수	치수 높이 x 너비, ft
수동	중온	DW.M	1	6.25 x 2.5
			3	6.25 x 7.5
			5	6.25 x 12.5
	저온	DW.L	1	6.25 x 2.5
			3	6.25 x 7.5
			5	6.25 x 12.5

기준 효율, 설계 옵션, 더 높은 효율 수준

2022년 6월 예비 분석에서 수동식 개방 디스플레이 문의 기준 효율을 결정하기 위해 DOE는 10 CFR 431.306(b)(1)-(2)의 투명 리치-인 문의 유리 팩에 대한 현재의 에너지 절약 표준과 최소 규정 요건에 의존하였다. DOE의 분석에 따르면 제조업체는 이미 열 전달을 최소화하기 위해 고효율 프레임 설계를 구현하고 있으므로 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 수동식 개방 디스플레이 문의 기본 설계 옵션으로 고효율 프레임 설계를 포함하였다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 수동식 개방 디스플레이 문에 대해 표 IV.7에 나열된 설계 옵션을 평가하였다. 이전에 언급했듯이 설계 옵션 DR1에는 기본 설계 옵션이 포함되어 있으며, 추가 설계 옵션은 DR2 (효율 수준 1)과 DR3 (효율 수준 2)에서 평가된다.

표 IV.7-디스플레이 문에 대한 2022년 6월 예비 분석 및 이 NOPR 분석에서 평가된 설계 옵션

효율 수준	설계 옵션 코드	설명	
		중온, 수동식 디스플레이 문	저온, 수동식 디스플레이 문
0 (기준)	DR1	아르곤 가스 충전 2중 유리	아르곤 가스 충전 3중 유리
1	DR2	아르곤 가스 충전 3중 유리	크립톤 가스 충전 3중 유리
2	DR3	진공 단열 2중 유리	진공 단열 2중 유리

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 Hussmann-Doors는 슬라이딩 문의 진공 단열 유리가 U-인자에 영향을 미친다고 언급하였다. DOE는 이 의견을 진공 단열 유리를 사용하여 수동식 개방 디스플레이 문을 포함한 모든 디스플레이 문에 대해 더 높은 효율 수준에 도달할 수 있음을 의미하는 것으로 해석한다. DOE는 진공 단열 유리가 수동식 개방 디스플레이 문을 위한 최대 기술 옵션이라고 언급한다.

DOE는 수동식 개방 디스플레이 문에 대한 설계 옵션이나 효율 수준에 대한 의견을 받지 못하였다. 이번 NOPR 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 평가한 것과 동일한 기준 효율 수준, 설계 옵션, 더 높은 효율 수준을 유지하였다.

b. 비디스플레이 문

대표 유닛

이 문서의 섹션 IV.A.1.a에서 이전에 언급했듯이 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 전동식 문 개방 장치의 유무에 따라 비디스플레이 문의 장비 등급을 평가하였다. DOE는 2014년 6월 최종 규칙에서 작업자 통로용과 화물용 문에 대해 분석한 대표적인 크기와 현재 장비 제품 문헌에 나와 있는 문의 일반적인 높이와 너비를 기준으로 비디스플레이 문의 각 등급에 대해 세 가지 대표적인 크기를 분석하였다. 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.3.1을 참조하도록 한다. DOE는 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.5에서 선택한 대표 유닛에 대한 의견을 구하였다. DOE는 비디스플레이 문의 대표 유닛과 관련하여 어떠한 이해관계자의 의견도 접수하지 못하였다.

이 NOPR 분석에서 DOE는 제품 문헌에 대한 추가 검토와 제조업체와의 인터뷰를 바탕으로 평가한 비디스플레이 문의 대표적인 크기를 수정하였다. 표 IV.8에는 DOE가 이 NOPR에 대한 공학 분석에서 분석한 비디스플레이 문의 등급과 크기가 나와 있다.

표 IV.8-비디스플레이 문에 대해 분석된 대표 유닛

개방 메커니즘	온도	등급 코드	크기	치수 높이 x 너비, in
수동식	중온	NM.M	소	84 x 38
			중	90 x 40
			대	96 x 56
	저온	NM.L	소	84 x 38
			중	90 x 40
			대	96 x 56
전동식	중온	NO.M	소	100 x 66
			중	118 x 90
			대	154 x 90
	저온	NO.L	소	100 x 66
			중	118 x 90
			대	154 x 90

기준 효율, 설계 옵션, 더 높은 효율 수준

비디스플레이 문의 기준 효율을 결정하기 위해 DOE는 현재의 에너지 절약 표준에 의존하였다. 2022년 6월 예비 분석에서는 민간 인증 및 규정 준수 관리 시스템 (Private Certification and Compliance Management System, "CCMS")의 데이터베이스의 인증과 제품 문헌을 기반으로 DOE는 기준 비디스플레이 문에 쿨러의 경우 3.5인치 두께 단열재, 냉동고의 경우 4인치 두께 단열재, 목재 프레임 소재, 제어 기능이 없는 결로 방지 열, 제어 기능이 없는 조명을 사용한다고 가정하였다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 비디스플레이 문에 대해 표 IV.9에 나열된 설계 옵션을 평가하였다. DOE는 이 NOPR에 대한 분석에서 이러한 설계 옵션을 대체로 유지하였지만 구현과 관련하여 몇 가지 변경 사항이 있었으며, 이에 대해서는 아래에서 자세히 설명한다.

표 IV.9-비디스플레이 문에 대한 2022년 6월 예비 분석에서 평가된 설계 옵션

설계 옵션 코드	설명
LNC	재질 감지 센서 (조명 제어).
LCTRL	조명 제어 없음.
ASHNC	조명 제어.
ASCTRL	결로 방지 히터 와이어 제어.
FR1	결로 방지 히터 제어 없음.
FR2	결로 방지 히터 제어.
FR1	개선된 프레임 시스템 및 전도율이 낮은 프레임 소재.
FR2	목재로 제작된 기준 비디스플레이 문 프레임.
ASH1	단열재로 제작된 개선된 비디스플레이 문 프레임.
ASH2	저감된 결로 방지 히터 전력.
TCK1	기준 결로 방지 히터 전력.
TCK2	저감되거나 제거한 결로 방지 히터 전력.
TCK3	증가된 단열재 두께.
TCK4	기준 단열재 두께.
TCK5	증가된 단열재 두께 1.
TCK6	증가된 단열재 두께 2.
TCK7	증가된 단열재 두께 3.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 기준 수동식 개방 비디스플레이 문에 조명을 포함시켰다. 당시 DOE의 연구에 따르면 비디스플레이 문에는 조명과 조명을 작동하는 스위치가 있는 경우가 있었다. 따라서 DOE는 조명 제어기를 모델링한 대표 유닛의 설계 옵션으로 사용할 수 있었다. 그러나 시장을 추가로 검토한 결과 DOE는 비디스플레이 문에 조명이 포함될 수도 있고 포함되지 않을 수도 있다는 사실을 발견하였다. 그러므로 DOE는 이 NOPR에서 기준 수동식 개방 비디스플레이 문의 대표 유닛에서 조명을 제거하여 비디스플레이 문에 대한 분석에서 조명 제어기를 설계 옵션으로 사용하지 않았다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 개선된 비디스플레이 문 프레임 시스템과 소재 그리고 결로 방지 히터 전력을 줄이거나 제거한 제품을 결합하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.6에서 DOE는 개선된 프레임 시스템과 소재를 사용하여 결로 방지 히터 전력을 줄이거나 제거할 수 있다는 가정에 대한 의견을 요청하였다. 문의 다른 설계 수단이나 기술 옵션을 통해 결로 방지 히터 전력을 줄일 수 있는 경우, DOE는 결로 방지 히터 전력의 달성 가능한 감소량과 구현 비용에 대한 구체적인 데이터를 요청하였다. DOE는 프레임 시스템과 소재를 개선하면 결로 방지 히터를 줄일 수 있는지 또는 잠재적으로 결로 방지 히터 전력을 얼마나 줄일 수 있는지에 대해서 의견을 받지 못하였다.

이 NOPR 분석에서 DOE는 개선된 프레임 시스템과 소재를 결로 방지 히터 전력 감소와 분리하여 별도의 설계 옵션으로 구현하였다. 또한 이 NOPR 분석에서는 결로 방지 히터 와이어 전력의 고정된 값을 와트 단위로 제시하는 대신 DOE는 선형 피트

당 정격 전력으로 결로 방지 히터 전력량을 제시하는데, 이는 문 리프 치수를 사용하여 대표 유닛 당 총 결로 방지 히터 전력으로 변환할 수 있다. DOE는 결로 방지 히터 전력의 총 값은 문 리프의 크기에 따라 달라질 수 있지만 제조업체는 일반적으로 크기가 다른 문에 대해 선형 피트 당 정격 전력이 동일한 전선을 사용한다는 점을 인식하고 있다. DOE는 선형 피트 당 정격 전력으로 결로 방지 열을 제시하고 있으며 이 분석에 사용된 값에 대한 피드백을 요청하고 있다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 중온 비디스플레이 문에 대한 설계 옵션으로 결로 방지 히터 전력의 제거를 고려하였지만, 이 문서의 섹션 IV.B.1.b에서 설명한 바와 같이 DOE는 모든 기후 또는 설치 위치에서 결로 방지 히터가 없는 문을 설치할 수 있다는 것을 입증할 충분한 증거가 없기 때문에 더 이상 결로 방지 히터 시스템을 설계 옵션으로 고려하지 않는다. 대신 DOE는 이 NOPR에서 쿨러 문이 결로 방지 히터 전력을 줄일 수 있다고 잠정적으로 결론을 내렸다. DOE의 민간 CCMS 데이터베이스의 인증된 정보에 따르면 약 93%의 모델이 정격 결로 방지 히터 전력이 2W/ft 이하인 것으로 보고되었으므로 DOE는 정격 결로 방지 히터 전력을 기준 수준에서 2W/ft로 낮추는 것과 관련된 에너지 절약과 비용을 평가하였다.

저온 비디스플레이 문의 경우, 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 DOE의 민간 CCMS 데이터베이스에 인증된 0이 아닌 결로 방지 히터 전력 값의 하위 1/3에서의 문 면적 대비 결로 방지 히터 전력의 최적 적합선을 기준으로 결로 방지 히터 전력 감소 값을 결정하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.7.1.4를 참조하도록 한다. 이 NOPR 분석에서는 CCMS의 인증된 값, 제품 문헌에 근거한 선형 피트 당 정격 결로 방지 히터 전력, 제조업체와의 비밀보장 인터뷰를 통해 받은 정보를 조합하여 냉동고 문이 정격 결로 방지 히터 시스템 전력을 5W/ft의 감소시킬 수 있다는 결론을 잠정적으로 내렸다.

표 IV.10은 각 장비 등급에 대해 이 NOPR에서 평가한 기준과 감소된 결로 방지 히터 와이어 전력을 나타낸다. DOE가 NOPR 분석을 위해 비디스플레이 문에 대해 평가한 설계 옵션은 표 IV.11에 나와 있다.

표 IV.10-NOPR 분석에 사용된 선형 피트 당 결로 방지 히터 와이어 전력

장비 등급	기본 결로 방지 히터 와이어 정격 전력 (W/ft)	감소된 결로 방지 히터 와이어 정격 전력 (W/ft)
중온, 수동식 개방 비디스플레이 문	4	2
저온, 수동식 개방 비디스플레이 문	10	5
중온, 전동식 비디스플레이 문	4	2
저온, 전동식 비디스플레이 문	9.5	5

표 IV.11- 비디스플레이 문에 대한 이 NOPR 분석에서 평가된 설계 옵션

설계 옵션 코드	설명
SHHNC	결로 방지 히터 와이어 제어
.....	결로 방지 히터 제어 없음
ASCTRL	결로 방지 히터 제어
FR1	개선된 프레임 시스템 및 전도도가 낮은 프레임 소재
FR2	나무로 제작된 기본 비디스플레이 문 프레임
.....	단열재로 제작된 개선된 비디스플레이 문 프레임
ASH1	기본 결로 방지 히터 전력
ASH2	감소된 결로 방지 히터 전력
.....	증가된 단열재 두께
TCK1	기본 단열재 두께
TCK2	증가된 단열재 두께 1.
TCK3	증가된 단열재 두께 2.
TCK4	증가된 단열재 두께 3.

DOE는 표 IV.10에 나열된 결로 방지 히터 와이어 전력의 기준과 가정된 감소에 대한 의견을 구한다. DOE는 특히 감소된 결로 방지 히터 와이어 전력이 미국 전역의 모든 기후와 설치 환경에서 워크인 문에 사용하기에 적합한지에 대한 피드백을 구하고 있다.

c. 패널

대표 유닛

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 2014년 6월 최종 규칙에 대해 평가한 각 패널 장비 등급에 대해 같은 대표 유닛을 평가하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.3.2를 참조하도록 한다. DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.5에서 이러한 패널의 대표 유닛에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 패널에 대해 분석된 대표 유닛과 관련하여 아무런 의견도 받지 못하였다. 그러므로 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 평가한 것과 동일한 대표 유닛을 이번 NOPR 분석에도 유지하였다. 표 IV.12에는 워크인 패널 장비 등급에 대해 평가된 대표 유닛이 요약되어 있다.

표 IV.12 - 이 NOPR에서 패널에 대해 분석된 대표적이지 유닛

장비	온도	장비 등급 코드	수치 높이 x 너비, ft
구조용	중온	PS.M	8 x 1.5
			8 x 4
			9 x 5.5
구조용	저온	PS.L	8 x 1.5
			8 x 4
			9 x 5.5
바닥		PE.L	8 x 2
			8 x 4
			9 x 6

기준 효율, 설계 옵션, 더 높은 효율 수준

패널의 경우 DOE는 10 CFR 431 하위파트 R의 부속서 B에 따라 계산된 대로 더 높은 단열 R-값을 얻기 위해 단열 두께를 증가시키는 것을 평가하였다. 단열재의 열 저항은 소재의 두께에 따라 거의 선형적으로 증가한다.

기준 효율 수준을 결정하기 위해 DOE는 현재의 R-값 표준을 사용하였다. DOE의 시장 분석에 따르면, 기준 중온 패널과 저온 바닥 패널에는 일반적으로 3.5인치 폼 단열재가 사용되며, 기준 저온 구조용 패널에는 10 CFR 431.306(a)(3)-(4)에 지정된 최소 R-값 요건을 충족하기 위해 4인치 폼 단열재가 사용된다.

또한 DOE는 많은 패널 제조업체가 4, 5, 6인치 두께의 단열재를 제공한다는 사실을 확인하였다. 또한 DOE는 시장의 대부분 (약 75%)이 폴리우레탄 단열재를 사용하고 나머지는 워크인 패널에 압출 폴리스티렌 (Extruded Polystyrene, "XPS"), 발포 폴리스티렌, 폴리이소시아네이트 단열재를 사용하는 것을 목격하였다. 그러므로 DOE는 설계 옵션으로 4, 5, 6인치의 폴리우레탄 단열재에 대해 R-값의 증분형 증가를 평가하였으며, 6인치를 최대 기술 설계 옵션으로 하였다.

d. 전용 콘덴싱 유닛 및 단일 패키지 전용 시스템

분석된 냉매

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 중온과 저온 전용 콘덴싱 유닛, 단일 패키지 전용 시스템에 대한 냉매로 R-448A를 가정하였다. 사용 가능한 압축기 성능 계수와 냉매 구성에 대한 검토를 바탕으로 DOE는 R-448A와 R-449A가 워크인 용도에서 거의 동일한 성능 특성을 가지며, R-448A 대신 R-449A를 사용하여 분석을 수행해도 AWEF2 표준이 의미 있게 변경되지 않을 것이라고 잠정적으로 결론을 내렸다. 워크인 산업에서 지구 온난화 지수 (Global Warming Potential, "GWP")가 낮은 냉매로 전환하고 있기 때문에 R-448A/R-449A를 선택하였다. R-448A/R-449A는 R-404A에 비해 GWP가 훨씬 낮으며, 또한 R-448A/R-

449A는 온도 구배가 커서 DOE 테스트 절차에 따라 단독으로 테스트할 때 전용 콘덴싱 유닛에 불리한 경향이 있다. 즉, R-448A/R-449A는 가장 보수적이고 GWP가 낮으며 널리 사용 가능한 냉장 옵션이다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 R-134A가 현재 이 장비에 제공되는 유일한 냉매 옵션이기 때문에 고온 단일 패키지 전용 유닛의 평가에 R-134A를 사용하였다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.에서 사용된 냉매가 현재와 향후의 워크인 시장을 대표할 수 있는지에 대한 의견을 요청하였다. 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 DOE는 분석에 사용된 냉매와 낮은 GWP의 냉매를 고려할 필요성에 대한 몇 가지 의견을 받았다.

HTPG는 중온과 저온 전용 콘덴싱 유닛, 특히 압축기 계수와 질량 유량 감소에 대한 분석에서 R-448A와 R-449A를 사용한 DOE의 의견에 동의하였다. (HTPG, 35번, 3, 6 페이지) AHRI는 분석에 R-448A와 R-449A를 사용한 DOE에 동의하였지만 향후 분석에서 A2L²⁶ 또는 다른 냉매 (즉, R-454A, R-454C, R-455A, R-744A)를 고려할 것을 권장하였다. (AHRI, 39번, 3 페이지) Hussmann-Refrigeration은 환경 보호국 (Environmental Protection Agency, "EPA")의 규정²⁷으로 인해 냉매에 대한 변경이 예상되며 새로운 냉매의 효율성 영향을 결정하기 위해 시스템 성능에 대한 추가적인 분석이 필요할 수 있다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 2 페이지) Hussmann-Refrigeration은 A2L 냉매로의 전환 문제에 대한 다른 AHRI 회원들의 견해에 동의하며 R-448A와 R-449A는 향후 시장에서 사용할 수 없으며 현재 캘리포니아에서 50파운드 이상의 충전 수준에서 새로운 용도에 사용할 수 없다고 추가로 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 4 페이지) Lennox는 R-448A와 R-449A가 향후의 시장을 대표하지 않으며, 이는 R-454A, R-454C, R-455A, R-744로 구성될 가능성이 높다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 5 페이지) Lennox는 또한 R-744 (즉, CO₂)가 초임계 운전에 필요한 경우 상당한 문제를 야기할 수 있다고 언급하였다.²⁸ Id. Lennox는 DOE가 에너지 절약 표준을 제정할 때 GWP가 낮은 냉매, 특히 A2L과 CO₂ 냉매로의 전환에 따른 기술적 타당성, 성능, 비용 영향을 고려할 것을 권장하였다. (Lennox, 36번, 1-3 페이지). HTPG는 또한 DOE가 분석에서 GWP가 낮은 냉매로의 전환을 고려할 것을 권장하였다. (HTPG, 35번, 6 페이지)

EPA는 2022년 12월 15일에 다양한 공조 및 냉장 시스템에 대한 허용 가능한 GWP 한도에 관한 새로운 냉매 규정을 개괄적으로 설명하는 미국 혁신 및 제조 (American Innovation and Manufacturing, "AIM") 법 ("2022년 12월 AIM NOPR")의 일부로 "수소불화탄소의 단계적 감축: 2020년 미국 혁신 및 제조법의 하위섹션 (i)에 따른 특정 수소불화탄소 사용 제한"이라는 NOPR을 발표하였다. 87 FR 76738. 2022년 12월 AIM NOPR의 한 가지 제안은 시스템의 냉매 충전량이 200 파운드 미만인 경우 소매 식품 냉장 또는 저온 창고 시스템에 사용되는 떨어져 있는 콘덴싱 장치에 사용되는 냉매의 GWP를 300 GWP 이하로 제한하는 것이다. 제안된 대로 이 제한은 2025년 1월 1일부터 시행된다. DOE는 3,000 평방피트 미만의 냉장 보관 공간을 냉각하도록 설계된 이 에너지 절약 표준 규칙 제정의 적용 범위 내의 워크인 냉장 시스템은 냉매 충전량이 200 파운드를 초과하지 않으므로 2022년 12월 AIM NOPR에서 제안된 GWP 제한의 적용을 받지 않는다고 잠정적으로 결정하였다. R-448A와 R-449A의 GWP는 1,400에 약간 미치지 못하므로 제안된 300 GWP 제한을 훨씬 초과한다. 그러므로 DOE는 이 규칙 제정으로 공표된 잠재적 표준의 준수 날짜까지 2022년 12월 AIM NOPR의 제안이 확정될 경우 R-448A와 R-449A가 더 이상 워크인 냉장 시스템에 사용되도록 허용되지 않을 수 있음을 인정한다.

²⁶A2L은 미국 난방, 냉장, 공조 기술자 협회 (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers, "ASHRAE")의 표준 34: "냉매의 지정 및 안전 분류"에 따른 냉매의 분류이다. A2L 등급은 무독성이지만 약한 가연성을 가진 냉매를 정의한다. 이 분류에 속하는 냉매에는 R-454A, R-454C, R-455A가 포함된다.

²⁷"수소불화탄소의 단계적 감축" 참조: 2024년과 그 이후를 위한 허용량 할당 방법론" 참조, 87 FR 66372.

²⁸CO₂ 냉장 시스템은 주변 공기에 의해 냉각되는 고온의 냉매가 87.8°F의 임계점 온도보다 높은 초임계 상태에 있기 때문에 초임계 상태이며, 그 이상에서는 냉매가 별도의 기체와 액체 상태로 존재할 수 없다.

이 NOPR에서 DOE는 R-448A와 R-449A에서 GWP가 더 낮은 냉매로 전환할 때 발생할 수 있는 성능 페널티를 추정하기 위해 세 가지 잠재적 대체 A2L 냉매인 R-454A, R-454C, R-455A의 성능을 모델링하였다. 단독으로 테스트되는 전용 콘덴싱 유닛에 대해 규정된 DOE 테스트 조건에서 R-407A, R-448A, R-454A는 콘덴서 온도 구배가 9°F 미만, R454C는 온도 구배가 약 12°F, R455A는 온도 구배가 약 17°F이다. 사용 가능한 압축기 계수로 분석했을 때 DOE는 R-454A의 성능 계수가 R-407A와 R-448A보다 높은 반면, R455A와 R-454C의 성능 계수는 R-407A와 R-448A보다 낮다는 것을 확인하였다. GWP가 300 미만인 세 가지 냉매 중 R-454A가 가장 낮은 온도 구배와 가장 높은 성능 계수를 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 DOE는 2022년 12월 AIM NOPR의 제안이 채택될 경우 R-454A가 워크인 용도에서 R-407A, R-448A, R-449A를 대체할 가능성이 가장 높다고 잠정적으로 결정하였다. DOE는

R-448A와 비교하여 R-454A의 압축 효율을 추가로 분석한 결과, 워크인 전용 콘덴싱 시스템이 R-407A, R-448A 또는 R-449A에서 R-454A로 전환할 때 성능 저하가 일어나지 않을 것으로 잠정적으로 결정하였다.

DOE는 테스트 데이터를 통해 이러한 모델링 결과를 검증하려고 시도하였다. DOE는 인터뷰를 통해 제조업체가 R-454A, R-454C, R-455A와 같은 A2L 냉매를 테스트했는지 여부를 질문하였다. 당시 제조업체들은 테스트에 필요한 충분한 양의 냉매를 확보할 수 없었다고 답하였다. 제조업체들은 이러한 냉매를 제조하는 화학 회사들이 아직 이러한 냉매 혼합물을 배합하는 과정에 있다고 말했다. 또한 제조업체들은 현재 냉매와 규제에 대한 정보를 고려할 때 앞으로 나아갈 최적의 냉매에 대한 업계의 합의가 아직 이루어지지 않았다고 강조하였다. 그러므로 DOE는 이 NOPR을 발표하기 전에 모델링 결과를 실제 테스트와 비교할 수 없었다.

2022년 12월 AIM NOPR에 대한 응답으로 Chemours Company FC, LLC ("Chemours")는 다양한 냉매의 성능을 비교한 분석한 결과를 제시하는 의견서를 제출하였다. (Chemours, EPA-HQ-OAR-2021-0643 141번, 12 페이지) 이 분석에 따르면 R-454A는 오늘날 워크인 쿨러에 사용되는 냉매와 성능이 비슷하거나 더 좋지는 않은 것으로 나타났다. Id. Chemours는 일반적으로 GWP가 더 높은 냉매의 대체품으로 R-454A를 지지하였다. Id.

DOE는 R-448A 또는 R-449A로 작동하는 전용 콘덴싱 유닛에 대한 분석을 기반으로 설정된 모든 표준이 R-454A로 작동하는 장치에 적합하다고 잠정적으로 결정하였다. 그러므로 DOE는 이 NOPR 분석에서 모든 중온과 저온 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템의 기준 냉매로 R-448A를 계속 사용하였다.

DOE는 R-454A, R-454C, 그리고/또는 R-455A를 사용하는 워크인 냉장 시스템에 대한 테스트 결과 또는 성능 데이터를 요청한다. 또한 DOE는 R-454A가 GWP가 300 미만인 R-448A와 R-449A를 대체할 가능성이 가장 높고 워크인 전용 콘덴싱 시스템이 R-448A 또는 R-449A에서 R-454A로 전환할 때 성능 저하가 일어나지 않을 것이라는 잠정적 결정에 대한 의견을 요청한다.

DOE는 R-744 (CO₂)를 이 NOPR 분석의 잠재적 냉매로 고려하지 않았다. 인터뷰에서 제조업체들은 CO₂가 대형 식료품점의 랙 콘덴서를 설치하는 데 있어서는 실행 가능한 옵션이 될 수 있지만, 낮은 GWP로의 전환에 대응하여 워크인 전용 콘덴싱 시스템에는 일반적으로 채택되지 않을 것이라고 언급하였다. 이러한 피드백을 바탕으로 DOE는 CO₂ 전용 콘덴싱 시스템을 분석하는 것이 산업 전체를 대표할 수 없으며, 낮은 GWP로의 전환 후 워크인 전용 콘덴싱 시스템의 성능에 대한 시사점을 제공하지 못할 것이라고 잠정적으로 결정하였다.

또한 DOE는 워크인 시스템에 대한 R-290 (프로판)의 성능 데이터가 부족하여 2022년 6월 예비 분석에서 R-290을 잠재적 냉매로 분석하지 않았다. 자세한 내용은 2022년 6월 예비 분석 TSD 2장의 섹션 2.4.3.2를 참조하도록 한다. 이에 대해 AHRI는 일부 업체가 소형 충전 워크인 냉장 시스템 제품을 프로판으로 전환했다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 5 페이지) DOE는 현재 워크인 시스템에 사용하기 위한 냉매로 R-290을 사용하는 단일 패키지 전용 시스템이 시중에 판매되고 있음을 알고 있다. 이 NOPR 분석에서 DOE는 R-290 압축기에 대한 추가 성능 데이터를 수집하여 중온과 저온 단일 패키지 전용 시스템 분석에 R-290을 포함시켰다. 현재 A3 (가연성) 냉매의 충전 제한은 150 그램으로 제한되어 있다.²⁹ DOE는 모든 분할 시스템 워크인 냉장 시스템이 이 제한을 초과할 것으로 판단하여 R-290을 전용 콘덴싱 유닛에 대한 냉매로 분석하지 않았다. 또한 DOE는 R-290과 함께 사용하도록 설계된 고온 용도의 압축기를 찾을 수 없었다. 그러므로 DOE는 R-290을 사용하는 고온 냉장 시스템을 분석하지 않았다.

AHRI는 불연성 냉매에서 R-290으로 전환할 때 UL60335-2-89³⁰ 요건을 준수하기 위해 다른 구성 요소를 업그레이드해야 한다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 6 페이지) 또한, A3 냉매를 사용하는 냉장 장비를 충전하고 최종 사용자의 필요시 공급하기 위한 양의 가연성 냉매를 저장하는 것을 다루도록 업데이트된 주 그리고 지역의 건축법은 거의 없다고 AHRI는 언급하였다. Id. AHRI는 또한 충전 크기를 늘려야 할 수도 있지만, 이는 장비에 문이 없는 경우에만 가능할 수 있다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 6 페이지) 이 NOPR에서 DOE는 불연성 냉매에서 R-290으로 전환할 때 안전 표준을 준수하기 위해 냉매 시스템 구성 요소 비용이 증가한다고 가정하였다. 이러한 비용 증가는 모든 구성품이 스파크 방지 기능을 갖추도록 하는 것과 관련이 있다. DOE의 비용 분석에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 자세히 설명되어 있다. 또한 DOE는 현재의 규정을 준수하기 위해 분석에서 R-290을 사용하는 각 냉장 회로의 충전량을 150그램으로 제한하였다. DOE는 현재 프로판을 냉매로 사용하는 상업용 냉장 시스템과 워크인 냉장 시스템이 시중에 판매되고 있음을 알고 있다. 그러므로 DOE는 A3 냉매로 충전된 냉장 시스템에 대한 건축법과 현지 규정이 마련되어 있다고 잠정적으로 판단하였다.

²⁹EPA는 2011년 12월 20일 탄화수소 냉매에 관한 최종 규칙을 발표하였다. FR 76 78832. 이 규칙은 소매 식품 산업에서 최종 사용되는 냉장 시스템의 경우 냉장 회로에서 허용되는 프로판 충전량을 150그램으로 제한한다. FR 76 78832, 78836.

³⁰UL 표준 "가정용 및 유사 전기 기기-안전-파트 2-89: 통합된 또는 떨어져 있는 냉매 유닛 또는 모터 압축기를 가진 상업용 냉장 기기 및 제빙기에

대한 특정 요구 사항”

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 R-134A를 사용하는 고온 냉장 시스템을 분석하였다. 이 분석에 대해 AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체들이 R-134A를 사용하는 DOE의 의견에 동의하며 고온 장치에 다른 냉매를 채택하는 것은 실행 가능하지 않을 수 있다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지) 제조업체와의 인터뷰 피드백에 따르면 제조업체는 현재 R-134A를 대체할 수 있는 합리적인 냉매에 대해 알지 못하는 것으로 나타났다. 제조업체의 피드백과 제조업체 제품 카탈로그를 기반으로 DOE는 현재 시판 중인 고온 냉장 시스템은 R-134A로만 사용할 수 있다고 잠정적으로 결정하였다. 따라서 DOE는 이번 NOPR 분석에서 고온 유닛에 대해서만 R-134A를 평가하였다. DOE는 2022년 12월 AIM NOPR의 제안이 최종 확정되면 워크인 쿨러에 R-134A 사용이 금지되고 GWP가 낮은 대체 물질이 필요할 것이라고 언급하였다. R-134A를 대체할 수 있는 GWP가 낮은 냉매가 출시되고 DOE가 이 가상 냉매의 성능이 R-134A와 충분히 다르다고 판단하는 경우, DOE는 이 규칙 제정 또는 향후 규칙 제정의 일환으로 이 냉매를 고온 시스템용으로 분석할 수 있다.

DOE는 고온 시스템에 대한 잠재적인 GWP가 낮은 대체제에 대한 의견을 요청한다. 또한 DOE는 R-134A에 대한 모든 잠재적인 GWP가 낮은 대체제의 고온 성능 데이터 또는 테스트 결과를 요청한다.

대표 유닛

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 각 장비 등급에 대해 판매되는 용량 범위를 포괄하는 대표 유닛을 선택하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.3.3을 참조하도록 한다. 표 IV.13에는 2022년 6월 예비 분석에서 평가한 대표적인 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템 유닛이 요약되어 있다. DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.5에서 이러한 대표 유닛에 대한 의견을 요청하였다.

표 IV.13-2022년 6월 예비 분석에서 전용 콘덴싱 유닛 및 단일 패키지 전용 시스템에 대한 대표 유닛

시스템	온도	위치	장비 등급 코드	분석된 용량 (Btu/h)
전용 콘덴싱 유닛	중온	실외	DC.M.O	9,000
				25,000
				54,000
		실내	DC.M.I	9,000
				25,000
				54,000
	저온	실외	DC.L.O	3,000
				9,000
				25,000
		실내	DC.L.I	3,000
				9,000
				25,000
단일 패키지 전용 시스템	고온 (비덕트형)	실외	SPU.H.O	2,000
				9,000
				25,000
		실내	SPU.H.I	2,000
				9,000
				25,000
	고온 (덕트형)	실외	SPU.H.O.D	9,000
				9,000
				9,000
		실내	SPU.H.I.D	9,000
				9,000
				9,000
	중온	실외	SPU.M.O	2,000
				9,000
				9,000
		실내	SPU.M.I	2,000
				9,000
				9,000
	저온	실외	SPU.L.O	2,000
				9,000
		실내	SPU.L.I	2,000
				9,000

이에 대해 Efficiency Advocates와 HTPG는 DOE가 용량에 따른 표준을 설정하는 데 도움이 되도록 더 넓은 범위의 용량을 제공하기 위해 추가로 대표 유닛을 분석하는 것을 고려해야 한다고 언급하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 4 페이지; HTPG, 35번, 5 페이지) 특히 HTPG는 전용 콘덴싱 유닛에 대해 다음과 같은 대표 유닛을 분석할 것을 제안하였다:

- 중온, 실내, 밀폐형, 3,000 Btu/h,
- 중온, 실내, 스크롤형, 6,000 Btu/h,
- 중온, 실외, 밀폐형, 3,000Btu/h,
- 중온, 실외, 스크롤형, 6,000 Btu/h,
- 중온, 실외, 반밀폐형, 175,000 Btu/h,
- 저온, 실내, 밀폐형, 4,000 Btu/h,
- 저온, 실내, 스크롤형, 3,000 Btu/h,
- 저온, 실외, 밀폐형, 4,000 Btu/h,
- 저온, 실외, 스크롤형, 3,000Btu/h, 및
- 저온, 실외, 반밀폐형, 120,000 Btu/h.

(HTPG, 35번, 5 페이지)

섹션 IV.A.1.c에서 설명한 바와 같이 저용량 압축기는 대용량 압축기보다 효율이 떨어진다. 저온 전용 콘덴싱 시스템에 대한 표준은 이를 고려하지만, 중온 전용 콘덴싱 시스템에 대한 현재의 표준은 이를 고려하지 않는다. 테스트 그리고 규정 준수 인증 데이터베이스 (Compliance Certification Database, "CCD")와 제조업체 문헌의 분석을 바탕으로 DOE는 약 4,000 Btu/h 미만의 중온 전용 콘덴싱 유닛에 현재 표준을 충족하기 위해 사용 가능한 모든 설계 옵션을 장착해야 한다고 잠정적으로 결정하였다. 따라서 DOE는 이 NOPR에서 저용량 중온 전용 콘덴싱 유닛에 대해 더 높은 효율 수준을 평가하지 않았으며, 대신 이 장비에 대해 현재 표준 수준을 유지할 것을 제안한다. 이 NOPR에서 이러한 유닛에 대한 표준안은 부속서 C1 테스트 절차에 따라 현재 AWEF 지표에서 AWEF2 지표로 변환되었다.

Lennox는 일반적으로 선택된 용량에 동의하지만 더 큰 용량의 제품을 포함하여 분석을 개선할 수 있다고 제안하였다. (Lennox, 36번, 2 페이지) AHRI는 DOE가 WICF TP NOPR³¹에 대한 답변에서 용량 제안을 참조할 것을 제안했는데, 여기에는 96,000 Btu/h와 같은 대용량의 대표 유닛 분석에 대한 권고가 포함되었다. (AHRI, 39번, 2-3 페이지) Hussmann-Refrigeration과 Lennox는 DOE가 전용 콘덴싱 유닛의 대표 유닛으로 96,000 Btu/h의 대용량 유닛을 평가하라는 AHRI의 권고에 동의한다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 3 페이지; Lennox, 36번, 3-4 페이지) Lennox는 대용량의 대표 유닛을 포함하라는 권장 사항은 CCD의 기본 모델 수에 근거한 것이라고 덧붙였다. (Lennox, 36번, 3-4 페이지)

이해관계자의 피드백과 CCD에서의 인증된 기본 모델 수를 기반으로 DOE는 NOPR 분석에 저용량과 고용량의 대표 유닛을 추가로 포함하였다. 구체적으로 DOE는 75,000 Btu/h 중온 실외 및 실내 전용 콘덴싱 유닛, 124,000 Btu/h 중온 실외 전용 콘덴싱 유닛, 75,000 Btu/h 저온 실외 전용 콘덴싱 유닛을 포함시켰다. 또한 DOE는 2,000 Btu/h 및 9,000 Btu/h 중온, 실내 및 실외 단일 패키지 전용 시스템과 2,000 Btu/h 및 6,000 Btu/h 저온, 실내 및 실외 단일 패키지 전용 시스템을 분석하였다. 이 문서의 섹션 IV.A.1.c에서 설명한 바와 같이 DOE는 시중에 출시된 제품이 이미 최대 기술 수준에 도달했다고 잠정적으로 결정했기 때문에 더 소형의 중온 전용 콘덴싱 유닛은 분석하지 않았다.

AHRI-Wine은 DOE에 고온과 와인 저장고 냉각 산업에 특화된 1,000 Btu/h - 18,000 Btu/h 용량의 대표 유닛을 사용하는 것을 고려하도록 권고하였다. (AHRI-Wine, 39번, 3 페이지) 또한 AHRI-Wine은 2,000 Btu/h, 9,000 Btu/h, 25,000 Btu/h 용량의 실내 및 실외 고온 전용 콘덴싱 시스템을 포함할 것을 권장한다. (AHRI, 39번, 3 페이지) 또한 AHRI-Wine은 DOE가 2,000 Btu/h 및 9,000Btu/h 고온 덕트형 및 비덕트형, 실내 및 실외 단일 패키지 전용 시스템을 분석할 것을 제안하였다. (Id.)

DOE는 추가로 전용 콘덴싱 시스템의 대표 유닛을 평가하라는 AHRI-Wine의 권고를 전용 콘덴싱 유닛과 맞춤형 냉장 시스템을 지칭하는 것으로 해석한다. 이 문서의 섹션 IV.A.1.c에서 설명한 바와 같이 DOE는 이 NOPR 분석에서 고온 단일 패키지 전용 시스템만 분석하였으며 맞춤형 냉장 시스템과 단일 패키지 전용 시스템에 대해 단일 고온 장비 등급을 제안하고 있다. 제조업체의 피드백과 고온 제품 문헌의 검토를 바탕으로 DOE는 이 NOPR 분석을 위해 2,000 Btu/h 및 7,000 Btu/h, 실내 및 실외, 덕트형 및 비덕트형 고온 단일 패키지 전용 시스템을 분석하였다. DOE는 용량이 7,000 Btu/h를 초과하는 단일 패키지 고온 유닛은 발견하지 못하였다. 이 문서의 섹션 IV.A.1.c에서 설명한 바와 같이, DOE는 단일 패키지 전용 시스템이 고온 시장의 대부분을 대표한다고 잠정적으로 결론을 내렸기 때문에 단일 패키지 전용 시스템과 별도로 고온 맞춤형 냉장 시스템을 분석하지 않았다. 그러므로 DOE는 이번 NOPR 분석에서 7,000 Btu/h 이상의 고온 단일 패키지 전용 시스템에 대한 대표 유닛을 분석하지 않았다.

AHRI-Wine은 DOE에 용량이 DOE의 고온 분석에 어떻게 영향을 미치는지 명확히 해줄 것을 요청하였으며, 고온 시스템의 최저 용량이 회전형 압축기를 사용하는 9,000 Btu/h인 경우 밀폐형 압축기를 사용하는 9,000 Btu/h 미만의 용량을 가진 모든 유닛이 불리할 수 있다는 점을 관찰하였다. Id.

이 NOPR 분석에서는 대표 유닛의 용량에 따라 특성, 구성 요소, 설계가 결정된다. 예를 들어, DOE는 회전형 압축기를 사용하는 7,000 Btu/h 고온 대표 유닛을 분석하고, DOE의 시장 검토를 바탕으로 밀폐식 압축기를 사용하는 2,000 Btu/h 고온 대표 유닛을 분석하였다. DOE는 이번 규칙 제정에서 용량에 따라 달라지는 고온 냉장 시스템에 대한 표준을 제안하고 있다.

표 IV.14에는 워크인 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템에 대해 이 NOPR에서 평가한 대표 용량이 나와 있다. DOE가 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템에 대해 선정한 대표 유닛에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 나와 있다.

³¹www.regulations.gov에서 안건 번호 EERE-2017-BT-TP-0010-0022를 참조하도록 한다.

표 IV.14- 전용 콘덴싱 유닛 및 단일 패키지 전용 시스템에 대해 분석된 대표 유닛

시스템	온도	위치	등급 코드	용량 (Btuh)
전용 콘덴싱 유닛	중온	실외	DC.M.O	9,000
				25,000
				54,000
				75,000
				124,000
		실내	DC.M.I	9,000
				25,000
				54,000
	저온	실외	DC.L.O	75,000
				3,000
				9,000
				25,000
				54,000
		실내	DC.L.I	75,000
				9,000
				25,000
단일 패키지 전용 시스템	고온 (비덕트형)	실외	SPU.H.O	54,000
				2,000
				7,000
				2,000
				7,000
		실내	SPU.H.I	2,000
				7,000
				2,000
	고온 (덕트형)	실외	SPU.H.O.D	7,000
				2,000
				7,000
				2,000
				7,000
		실내	SPU.H.I.D	2,000
				7,000
				2,000
	중온	실외	SPU.M.O	9,000
				2,000
				9,000
				2,000
				9,000
		실내	SPU.M.I	2,000
				9,000
				2,000
	저온	실외	SPU.L.O	6,000
				2,000
		실내	SPU.L.I	2,000
				6,000

설계 옵션

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 설계 옵션 접근 방식을 사용하여 워크인 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템에 대한 잠재적인 효율성 개선 사항을 평가하였다. DOE는 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템을 위한 설계 옵션으로 표 IV.15에 나열된 기술을 고려하였다.

표 IV.15 - 2022년 6월 예비 분석 냉장 시스템 설계 옵션

	전용 콘덴싱 유닛	단일 패키지 전용 시스템
모든 유닛	<ul style="list-style-type: none"> 개선된 콘덴서 코일 고효율 콘덴서 팬 모터 개선된 팬 플레이트 	<ul style="list-style-type: none"> 개선된 콘덴서 코일 고효율 콘덴서 팬 모터 오프 사이클 증발기 팬 제어 개선된 단열 개선된 팬 플레이트
실외만	<ul style="list-style-type: none"> 크랭크 케이스 히터 제어 가변 속도 콘덴서 팬 제어 주변 서브 쿨링 헤드 압력 제어 	<ul style="list-style-type: none"> 크랭크 케이스 히터 제어 가변 속도 콘덴서 팬 제어 주변 서브 쿨링 헤드 압력 제어
고온		<ul style="list-style-type: none"> 고효율 압축기

일부 설계 옵션은 선별 분석을 통과했지만 2022년 6월 예비 분석에서는 평가되지 않았다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 더 높은 효율의 증발기 팬 모터를 분석하지 않았는데, 이는 EPCA에서 전자식 정류 모터 (Electronically Commutated Motor, "ECM") 또는 3상 모터의 사용을 규정하고 있기 때문이다 (42 U.S.C. 6213(f)(1)(E)). DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 가변 용량 압축기, 탄화수소 냉매, 개선된 증발기 코일, 액체 흡입 열교환기를 평가하기 위한 충분한 데이터를 보유하지 못하였다. 마지막으로, DOE는 온사이클 증발기 팬 제어를 분석하지 않았는데, 이는 가변 용량 압축기가 이 설계 옵션이 효과적이기 위한 전제 조건이기 때문이다.

이 문서의 섹션 IV.C.1.d의 분석된 냉매 하위 섹션에서 설명한 바와 같이 DOE는 탄화수소 냉매를 이 NOPR 분석에 포함하였다. 탄화수소 냉매와 관련된 이해 관계자 의견은 분석된 냉매 하위 섹션에서 다루고 있다.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.6에서 DOE는 단일 패키지 전용 시스템에 대한 증발기 코일과 냉장 시스템에 대한 액체 흡입 열교환기에 대해서 개선된 데이터와 피드백을 구체적으로 요청하였다.

DOE는 설계 옵션으로 개선된 증발기 코일에 대한 의견을 받지 못했지만, 제조업체들은 인터뷰 중에 더 큰 증발기 코일이 단일 패키지 전용 시스템의 효율성을 높이는 데 효과적인 설계 옵션이라고 언급하였다. DOE는 CCD에서 증발기 성능에 대한 추가 데이터를 수집하고 단일 패키지 전용 시스템의 설계 옵션으로 개선된 증발기 코일을 모델링하였다. 이 설계 옵션에 대한 DOE의 분석에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 설명되어 있다.

DOE는 개선된 증발기 모터에 대한 의견도 접수하지 못하였다. 이전에 언급한 바와 같이, DOE는 EPCA의 문구를 해석할 때 ECM 또는 3상 모터를 사용하도록 규정하고 있다고 해석한다 (42 U.S.C.6213(f)(1)(E)). 그러므로 DOE는 이번 NOPR 분석에서 개선된 증발기 모터를 평가하지 않았다.

액체 흡입 열교환기에 대한 의견 요청에 대한 응답으로 AHRI, HTPG, Hussmann-Refrigeration, Lennox는 이 기술이 항상 효율을 개선하는 것은 아니므로 DOE가 액체 흡입 열교환기를 설계 옵션에서 제외할 것을 제안하였다. (AHRI, 39번, 3 페이지, HTPG, 35번, 6 페이지, Hussmann-Refrigeration, 38번, 3 페이지, Lennox, 36번, 4 페이지). AHRI는 또한 액체 흡입 열교환기는 AWEF가 높은 장치에 구현하기 어렵다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 3 페이지). AHRI-Wine은 분할 시스템에서 액체 과냉각 손실이 있고 회수 가스 온도가 낮은 경우에만 그러한 열교환기를 사용해야 한다고 권장하였다. (AHRI-Wine, 39번, 4페이지) DOE는 AHRI-Wine의 의견이 액체 흡입 열교환기에 관한 것으로 이해한다. 2022년 6월 예비 분석 TSD에 명시된 바와 같이, DOE는 액체 흡입 열교환기가 워크인 냉장 시스템의 성능 또는 부품 수명에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대한 충분한 데이터를 가지고 있지 않다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.7.2.9를 참조하도록 한다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 이해 관계자로부터 추가 데이터를 받지 못했기 때문에 이 NOPR 분석에서 액체 흡입 열교환기를 설계 옵션으로 분석하지 않았다.

Efficiency Advocates는 DOE가 설계 옵션으로 다중 용량 그리고/또는 가변 속도 압축기를 평가할 것을 권장하였다.³² (Efficiency Advocates, 37번, 2 페이지) 그러나 KeepRite는 가변 용량 압축기를 사용한다고 해서 자동으로 효율이 향상되는 것은 아니며 가변 속도 구성 요소가 제공하는 이점을 활용하도록 시스템을 설계해야 한다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 1 페이지) 또한 KeepRite는 압축기 효율은 압축기 제조업체 수준에서 규제되어야 한다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) 이 NOPR 분석에서 DOE는 저온과 중온 냉장 시스템에 대한 가변 용량 압축기를 분석하고 시스템이 가변 속도 압축기의 이점을 활용하도록 재설계되었다고 가정하였다. 특히 DOE는 분석 대상인 전용 콘덴싱 유닛과 결합되는 유닛 쿨러와 분석 대상인 단일 패키지 전용 시스템에 포함된 유닛 쿨러가 온사이클 2단 기능을 갖추고 있다고 가정하였다. 그러나 모든 유닛 쿨러가 온사이클 가변 속도 증발기 팬을 활용하기 위해 냉각 부하를 변경할 수 있는 콘덴싱 시스템과 결합되는 것은 아니기 때문에 DOE는 온사이클 가변 속도 증발기 팬 제어를 독립적인 설계 옵션으로 분석하지 않았다. 이 NOPR 분석에서 가변 용량 압축기 설계 옵션의 구현에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에서 확인할 수 있다.

HTPG는 핀 사이의 간격을 줄임으로써 코일의 공기 측 열 전달 특성을 개선할 수 있다는 DOE의 주장에 동의하지 않는다고 언급했는데, 이는 파울링의 증가, 콘덴서에서의 코일의 클로킹, 성예의 축적, 증발기 코일의 막힘과 같은 잠재적인 부정적 영향이 있을 수 있기 때문이라고 하였다. (HTPG, 35번, 2 페이지) DOE는 핀 간격이 줄어들면 코일 오염이 증가하거나 저온 증발기 장치에 성예가 축적되어 장치가 작동하는데 있어 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 인정한다. 그러므로 DOE는 이 NOPR에서 개선된 콘덴서와 증발기 코일을 평가할 때 기존 코일과 개선된 코일 사이의 핀 간격을 일정하게 유지하였다.

KeepRite는 모터가 이미 효율에 대한 규제를 받고 있기 때문에 고효율 콘덴서 팬 모터로 인한 효율 향상은 제한적이라고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) 시장 조사와 제조업체 피드백을 통해 DOE는 대부분의 기존 콘덴서 팬 모터가 영구 분할 용량형 모터라고 잠정적으로 결정하였지만, DOE는 더 효율적인 ECM을 사용하는 일부 전용 콘덴싱 유닛 팬 모델을 발견하였다. 그러므로 DOE는 더 높은 효율의 콘덴서 팬 모터가 실현 가능한 설계 옵션이라고 잠정적으로 결정하였다.

Lennox는 DOE가 평가한 기술의 범위가 적절하다고 생각한다고 언급하였지만, 가변 속도 콘덴서 팬 제어를 고려할 것을 DOE에 제안하였다. (Lennox, 36번, 2 페이지) 또한 Lennox는 2단 또는 다중 속도 콘덴서 팬이 전체 가변 속도 콘덴서 팬의 잠재적 하위 집합으로 고려될 수 있다고 언급하였다. Id. DOE는 AHRI와 Hussmann-Refrigeration의 의견을 가변 속도 콘덴서 팬 설계 옵션에 대한 명확한 설명을 요청하는 것으로 해석하고 있다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 2단 속도가 아닌 완전 가변 속도 콘덴서 팬 모터만 설계 옵션으로 고려하였다. 제조업체 인터뷰와 자체 분석을 통해 DOE는 완전 가변 속도 팬이 2단 팬보다 장치의 효율을 높이는 데 더 효과적이라고 잠정적으로 결정하였다. 또한, ECM 가격 분석에 따라 DOE는 가변 속도와 2단 ECM의 비용이 비슷하다고 잠정적으로 결정하였다. 그러므로 DOE는 2단 콘덴서 팬을 NOPR 분석에서 중간 설계 옵션으로 포함하지 않았다. DOE는 NOPR 분석에서 가장 현실적인 설계 경로로 간주되는 것을 선택했지만, DOE가 평가한 설계 옵션은 규정 요건이 아니라 잠재적인 효율성 개선 경로에서 가능한 단계로 해석되어야 한다는 것을 언급한다.

KeepRite는 가변 속도 콘덴서 팬을 구현함으로써 얻을 수 있는 효율성은 많은 유닛이 이미 기준에 도달하기 위해 구현하고 있는 헤드 압력의 낮은 설정으로 인해 제한되며 많은 장치가 이미 이러한 유형의 팬을 사용하고 있다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) DOE는 전용 콘덴싱 유닛이 이미 기준 효율 수준을 충족하기 위해 신뢰할 수 있는 가장 낮은 헤드 압력 설정을 사용하고 있다는 여러 의견을 접수했음을 언급한다. 이러한 의견은 섹션 IV.C.1.d의 기준 효율 하위 섹션에서 다루고 있다. DOE는 장치의 헤드 압력이 이미 낮아진 경우 가변 속도 콘덴서 팬이 에너지를 절약할 수 있는 잠재력이 제한적임을 인정하며, DOE는 분석에서 가변 속도 콘덴서 팬과 유닛의 헤드 압력 설정 간의 관계를 고려한다. 제조업체 인터뷰 피드백을 바탕으로 DOE는 가변 속도 콘덴서 팬을 사용하는 기본 워크인 냉장 시스템이 거의 없거나 아예 없다고 잠정적으로 결정하였다. 오히려 가변 속도 콘덴서 팬은 소비자가 추가 비용을 지불하고 지정할 수 있는 추가 제어 또는 효율성을 위한 옵션이다.

³²다중 용량 압축기는 작동할 수 있는 구분된 세 가지 이상의 용량을 가지고 있다. 가변 용량 또는 가변 속도 압축기는 주어진 속도에서 작동할 수 있는 용량의 범위를 가지고 있다.

또한 KeepRite는 주변 과냉각이 일반적인 설치의 액체 라인에서 이미 실현되고 있고 이것이 장치의 전체 콘덴싱 면적을 감소시켜 에너지 소비를 증가시키기 때문에 주변 과냉각으로 인한 실질적인 에너지 절약은 발생하지 않을 것이라고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) 이 NOPR 분석에서 DOE는 기존 열교환기 콘덴싱 면적의 일부를 주변 과냉각으로 재순환하는 대신 코일에 콘덴서 면적을 추가하여 주변 과냉각 회로를 만드는 것으로 가정하여 주변 과냉각 설계 옵션을 구현하였다. DOE는 분석을 통해 액체 라인 과냉각이 증가하면 시스템 효율이 증가한다고 잠정적으로 결정하였다. 이에 따라 DOE는 워크인 냉장 시스템의

설계 옵션으로 주변 과냉각을 분석하고 있다.

AHRI-Wine은 소형 고온 유닛은 콘덴서 코일에 전용 액체 과냉각 섹션을 설치하지 않고도 팽창 밸브로 유입되는 액체 과냉각을 최대화할 수 있다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 6 페이지) 또한 AHRI-Wine은 주변 과냉각 설계 옵션이 특정 과냉각 목표에 의해 정의되는지 여부에 대한 명확한 설명이 필요하다고 언급하였다. Id. DOE는 소형 고온 장치가 전용 액체 과냉각 섹션 없이도 과냉각을 극대화할 수 있다는 것을 알고 있지만, 분석 결과 추가 과냉각 회로가 모든 워크인 냉동 시스템의 효율을 증가시킨다는 사실을 확인하였다. 따라서 DOE는 모든 실외 전용 콘덴싱 유닛과 실외 단일 패키지 전용 시스템에 대한 설계 옵션으로 주변 과냉각을 유지하고 있다. 또한 DOE는 이 NOPR 분석에서 주변 과냉각 회로를 추가하여 달성한 과냉각은 제조업체 인터뷰 피드백에 따라 결정된 특정 과냉각 목표에 기반한다는 점을 명확히 한다. 주변 과냉각 설계 옵션에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 자세히 설명되어 있다.

AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체가 (1) 고온 가스의 바이패스를 위해 시스템에 헤드 압력 제어 밸브를 추가하여 고정 헤드 압력을 조절하는 경우, (2) 플로팅 헤드 압력이 외부 제어 없이 주변 [온도]의 함수로 헤드 압력을 떨어뜨리는 콘덴서를 의미하는 경우, (3) 팬 속도 조절이 헤드 압력에 따라 팬 속도 감소 또는 팬 순환으로 분류되는 경우에 대해 헤드 압력 설계 옵션에 대한 추가 설명이 필요로 한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 6 페이지) DOE는 플로팅 헤드 압력 제어가 없는 시스템 ("고정 헤드 압력")에서는 헤드 압력 제어가 없다고 가정한다. 여기에는 낮은 주변 온도에서 헤드 압력을 줄일 수 있는 수동 또는 능동 제어가 포함된다. 플로팅 헤드 압력이 있는 시스템의 경우, DOE는 시스템에 냉매 가스가 콘덴서 코일을 우회하여 더 낮은 주변 온도에서 시스템 헤드 압력이 플로팅되도록 하는 밸브 또는 밸브 세트가 장착되어 있다고 가정한다. 이 NOPR에서 DOE는 사이클링 팬과 가변 속도 팬이라는 두 가지 콘덴서 팬 제어 옵션을 구현하였다. DOE는 낮은 주변 온도에서 팬 전력을 줄이기 위해 사이클링 콘덴서 팬이 켜지고 꺼진다고 가정하였다. DOE는 가변 속도 팬 제어를 적절한 모터와 결합하여 낮은 주변 온도에서 팬의 속도를 줄여 팬 전력을 줄인다고 가정하였다. DOE의 플로팅 헤드 압력 제어와 콘덴서 팬 제어의 구현에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에서 확인할 수 있다.

KeepRite는 크랭크 케이스 히터가 압축기와 팬에 사용되는 에너지의 극히 일부만을 사용하며, 크랭크 케이스 히터를 제어하면 그 극히 일부의 에너지만 절약할 수 있다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) KeepRite는 일부 크랭크 케이스 히터 제어는 현재 테스트 절차 계산으로 인해 효율을 감소시킬 수 있다고 덧붙였다. Id. DOE는 크랭크 케이스 히터가 다른 시스템 구성 요소보다 에너지를 덜 사용하지만 부속서 C1에 따라 현재 테스트 절차에 따라 테스트할 때 크랭크 케이스 히터 제어가 워크인 냉장 장치의 에너지 사용을 줄일 수 있다고 잠정적으로 결정하였다.

AHRI-Wine은 DOE에 기본 단열재로는 0.5인치, R-2 단열재 또는 이와 동등한 단열재를, 단열재 설계 옵션 증가 시에는 1.5인치, R-6 단열재 또는 이와 동등한 단열재를 고려할 것을 권장하였다. (AHRI-Wine, 39번, 6 페이지) DOE는 이 권장 사항과 고온 장치 분해를 통해 수집한 데이터를 고려하여 고온 장치의 단열 두께를 AHRI-Wine의 권장 사항과 일치하도록 줄였다. 이는 시장에서 고온 워크인이 규모에 민감한 특징을 가지고 있다는 DOE의 인식과 일치하는데, 많은 고온의 적용에서 1.5인치보다 두꺼운 단열재는 실용적이지 않기 때문이다.

이 NOPR 분석 이전에 실시한 제조업체 인터뷰에서 일부 제조업체는 콘덴서 팬 블레이드를 개선해도 워크인 냉장 시스템의 효율이 효과적으로 증가하지 않았다고 언급하였다. DOE는 콘덴서 팬 데이터를 대신하여 증발기 팬 데이터를 분석한 결과 증발기 팬 설계와 증발기 효율 간에 상관관계가 없음을 발견하였다. 제조업체 인터뷰 피드백과 팬 데이터 분석을 바탕으로 DOE는 팬 블레이드 설계 개선이 AWEF2 값에 측정 가능한 영향을 미치지 않는다고 잠정적으로 결정하였다. 그러므로 DOE는 개선된 콘덴서 팬 블레이드를 이 NOPR 분석에서 설계 옵션으로 포함하지 않았다.

요약해서, 이 NOPR에서 분석한 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템 설계 옵션과 이것이 적용되는 장비 등급은 표 IV.16에 나와 있다.

표 IV.16-NOPR 분석 냉장 시스템 설계 옵션

	전용 콘덴싱 유닛	단일 패키지 전용 시스템
모든 유닛	<ul style="list-style-type: none"> • 고효율 압축기 • 개선된 콘덴서 코일 • 고효율 콘덴서 팬 모터 	<ul style="list-style-type: none"> • 고효율 압축기 • 고효율 콘덴서 팬 모터 • 오프 사이클 증발기 팬 제어 • 개선된 단열
실외만	<ul style="list-style-type: none"> • 크랭크 케이스 히터 제어 	<ul style="list-style-type: none"> • 크랭크 케이스 히터 제어

준온 및 저온 유닛만	<ul style="list-style-type: none"> • 가변 속도 콘덴서 팬 제어 • 주변 서브 쿨링 • 헤드 압력 제어 	<ul style="list-style-type: none"> • 가변 속도 콘덴서 팬 제어 • 주변 서브 쿨링 • 헤드 압력 제어 • 개선된 증발기와 콘덴서 코일 • 탄화수소 냉매
-------------------	---	--

기준 효율

DOE는 일반적으로 각 장비 등급에 대해 기준 모델을 각 등급의 기준점으로 선정하고, 기준에 대해서 잠재적 에너지 절약 표준으로 인한 변화를 측정한다. 각 장비 등급의 기준 모델은 해당 등급의 일반적인 장비의 특성 (예를 들어, 용량, 물리적 크기)을 나타낸다. 일반적으로 기준 모델은 현재 에너지 절약 표준을 충족하거나, 표준이 없는 경우 일반적으로 시장에서 가장 흔하거나 효율이 가장 낮은 장치를 기준 모델로 삼는다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 적용 해당되는 최소 에너지 절약 표준을 사용하여 현재 적용 대상인 전용 콘덴싱 유닛에 대한 기준 효율 수준을 설정하였다. 10 CFR 431.306을 참조하도록 한다. 이전 워크인 규칙 제정에서 분석되지 않은 장비 등급 (예를 들어 단일 패키지 전용 시스템, 고온 단일 패키지 전용 시스템)의 경우 DOE는 제품 카탈로그, 제조업체 인터뷰 피드백, 테스트를 사용하여 현재 시장에서 흔하게 볼 수 있는 가장 낮은 효율 수준으로 기준을 설정하였다.

Efficiency Advocates는 2022년 6월 예비 분석에서 일부 전용 콘덴싱 유닛의 기준 효율 수준이 현재 표준 수준보다 낮거나 높다는 점을 언급하며 공학 분석의 기준 AWEF 등급과 현재 표준 간의 불일치에 대한 명확한 설명을 요청하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 4-5 페이지) HTPG는 모든 설계 옵션을 적용한 후 전용 콘덴싱 시스템에 대해 단일 패키지 전용 시스템의 대표 유닛이 최소 AWEF 7.6을 충족하지 못한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 3 페이지)

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 부속서 C 테스트 절차를 사용하여 에너지 절약 표준이 있는 전용 콘덴싱 유닛의 기준 효율 수준을 현재의 최소 표준 수준으로 설정하였다 (10 CFR 431의 하위파트에 대한 부속서 C 참조). 예를 들어, 중온 실외 전용 콘덴싱 유닛의 경우 DOE는 부속서 C 테스트 절차를 사용하여 어떤 기술 옵션이 현재 AWEF 표준인 7.6 Btu/W-h를 충족할 수 있는지 결정하였다. 장치에 기준 설계 옵션이 설정되면 DOE는 부속서 C1 테스트 절차를 사용하여 나머지 효율 분석을 수행하여 기준을 포함한 각 효율 수준에 대한 AWEF2 값을 결정하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 효율성 값이 "AWEF"로 표시되었지만 부속서 C1 테스트 절차에 따라 계산된 모든 효율성 값은 부속서 C1에 정의된 대로 AWEF2 값이었다는 점을 언급한다.

다른 업데이트 사항 중 부속서 C1에는 추가 오프 사이클 전력 측정이 포함되어 있으며 부속서 C에 포함되지 않은 단일 패키지 전용 시스템 열 손실을 설명한다. 그러므로 특정 대표 유닛의 AWEF2는 동일한 유닛의 AWEF보다 낮은 경향이 있으며, 이는 2022년 6월 예비 분석에서 일부 기준 유닛의 AWEF2가 현재 AWEF 표준보다 낮았던 이유를 설명한다. 단일 패키지 전용 시스템의 AWEF2 값은 일반적으로 부속서 C1에서 열 손실을 고려하기 때문에 테스트 절차 변경의 영향을 더 많이 받게 된다. HTPG가 관찰한 바와 같이, 이는 모든 설계 옵션이 추가되더라도 많은 단일 패키지 전용 장치의 AWEF2 값이 현재 AWEF 표준을 충족하지 못함을 의미할 수 있다. DOE는 이러한 장치에 대해 테스트한 AWEF 값이 현재 AWEF 표준을 충족할 것이라고 언급한다. 반면, 일부 기준 전용 콘덴싱 유닛은 현재 표준 수준을 충족하기 위해 추가 설계 옵션이 필요하지 않았다. 부속서 C1 테스트 절차를 사용하면 이러한 기준 전용 콘덴싱 유닛은 현재의 표준을 초과한다.

이번 NOPR 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석 기준 접근 방식을 유지했으며, 현재 해당 AWEF의 최소 에너지 절약 표준을 충족하는 데 필요한 부속서 C 테스트 절차를 사용하여 설계 옵션 조합을 결정함으로써 이전 규칙 제정에서 분석한 전용 콘덴싱 시스템에 대한 기준 효율 수준을 설정하였다.

AHRI-Wine은 DOE에 용량이 9,000 Btu/h 미만인 모든 와인 저장고 유닛에 밀폐형 압축기를 고려할 것을 제안하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지) 고온 냉장 제조업체의 피드백과 압축기 카탈로그 검토를 바탕으로 DOE는 고온 회전형 압축기가 쉽게 구할 수 있으며 5,000 Btu/h 이상의 고온 냉장 시스템에 일반적으로 사용된다고 잠정적으로 결정하였다. 그러므로 DOE는 7,000 Btu/h 대표 유닛이 이 NOPR 분석의 기준에서 회전형 압축기를 사용할 것이라고 가정하였다. AHRI-Wine의 권장 사항과 DOE의 제품 카탈로그를 검토하여 DOE는 2,000 Btu/h 고온 단일 패키지 전용 시스템에 밀폐형 압축기가 기준으로 사용된다고 가정하였다.

2022년 6월 예비 분석의 기준 설명에 대한 응답으로 HTPG는 시중의 많은 콘덴싱 유닛이 현재 최소 AWEF를 충족하기 위해 이 설계 옵션을 활용하기 때문에 전용 콘덴싱 유닛의 기준에는 플로팅 헤드 압력이 포함되어야 한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 5 페이지) AHRI는 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 일반적으로 시장에서 볼 수 있는 것보다 더 높은 헤드 압력을 가정했다고

언급하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지). KeepRite는 대부분의 유닛에 더 낮은 헤드 압력 설정이 포함되어 있으며 더 낮추면 부작용이 발생하고 운영 효율이 저하될 수 있다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 1-2 페이지) 또한 KeepRite는 라인이 잘 단열되지 않는 한 건물의 따뜻한 구역을 통과하여 액체 라인을 보낼 때 플래싱이 발생할 수 있다고 언급하였다. Id. DOE는 제조업체 인터뷰 중에 제조업체들이 일반적으로 이러한 진술에 동의한다는 사실을 확인하였다.

이해관계자의 피드백을 바탕으로 DOE는 기준 헤드 압력 제어 설계 옵션을 조정하여 헤드 압력이 평방인치 당 150 파운드까지 떨어질 수 있도록 하였다. 또한 DOE는 액체 라인이 건물의 따뜻한 영역을 통과하는 경우 단열이 잘 될 것이라고 가정하였다. 각 대표 유닛에 대한 기준 결정과 헤드 압력 제어 모델링에 대한 DOE의 절차에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 설명되어 있다.

더 높은 효율 수준

워크인 냉장 시스템에 대한 이전의 규정 제정 (즉, 2014년 6월 최종 규정과 2017년 7월 최종 규정)에 대한 분석과 일관되게, 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 기준 이상의 효율 수준을 결정하기 위해 각 대표 유닛에 나머지 해당 설계 옵션을 추가하였다. 설계 옵션 섹션에서 설명한 바와 같이, 각 대표 유닛에 대한 각 설계 옵션으로부터 AWEF2의 증가는 부속서 C1을 사용하여 계산되며 테스트 데이터, 이해 관계자 의견, 제조업체 인터뷰 피드백을 사용하여 보정된다.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.4에서 DOE는 평가한 효율 수준에 대한 의견을 요청하였다.

Hussmann-Refrigeration은 2022년 6월 예비 분석에서 DOE가 고려한 많은 기술 옵션이 현재 최소 AWEF를 달성하기 위해 이미 구현되고 있으므로 기준을 넘어서는 효율 수준을 달성하지 못할 수 있다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 2 페이지) 분석에 따르면 DOE는 일부 대표 유닛의 기준 효율 수준을 충족하기 위해 사용 가능한 설계 옵션의 대부분 또는 전부가 필요하지만, 다른 대표 유닛은 평가된 설계 옵션을 적용하면 기준보다 높은 효율을 달성할 수 있음을 언급한다. DOE는 자체 워크인 냉장 시스템의 테스트를 통해 결과를 검증하였다. 또한 이 분석에서 각 설계 옵션에 대한 DOE의 성능 모델링은 제조업체 인터뷰를 통한 제조업체 피드백을 바탕으로 개발되었다. DOE는 이 분석 결과가 현재 시장에서 사용 가능한 장치와 기술을 대표한다고 잠정적으로 결정하였으며, 그러므로 이 NOPR에서 2022년 6월 예비 분석의 효율 수준 접근 방식을 채택하였다.

Efficiency Advocates는 중온 실외 전용 콘덴싱 유닛의 가장 작은 대표 유닛에 대한 기준 이상의 효율 수준 (가변 속도 콘덴싱 팬, 주변 서브쿨링, 자체 조절 크랭크케이스 히터 제어 설계 옵션에 해당)에서 의미 있는 에너지 절약이 발생하지 않는 이유에 대해 의문을 제기하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 2 페이지) 2022년 6월 예비 분석에 따르면 가변 속도 콘덴싱 팬과 주변 과냉각 설계 옵션은 더 작은 용량의 유닛에 대한 에너지 효율을 개선하는 데 있어 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어 설계 옵션은 모든 장비 등급에서 에너지 소비를 줄이고 효율을 소폭만 개선하였다. 그러므로 이러한 설계 옵션은 AWEF2를 의미 있게 개선하거나 9,000 Btu/h 중온 실외 전용 콘덴싱 대표 유닛의 에너지 소비를 줄이지 못하였다. 이 NOPR 분석에서 DOE는 인터뷰 중에 받은 제조업체 피드백을 바탕으로 이 세 가지 설계 옵션에 대한 가정을 수정하였다. 이러한 수정을 통한 설계 옵션은 DOE가 2022년 6월 예비 분석에서 제시한 것보다 더 효과적이게 되었다. 이러한 설계 옵션에 대한 DOE의 수정된 가정에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에서 설명한다.

AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체가 이미 밀도가 높은 주름 핀을 갖춘 열교환기 코일, 라이플 튜브, 와인 저장고 용도의 특정 작동 지점에 최적화된 회로 등 효율성을 위해 유닛을 최적화하고 있다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 4 페이지) 또한 AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체가 저용량 장치에 사용할 수 있는 기술 옵션이 적기 때문에 더 높은 효율 수준에 도달하기 어려울 수 있다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 3 페이지) 이 NOPR에 대한 분석을 바탕으로 DOE는 전자식 정류 콘덴서 팬 모터와 크랭크 케이스 히터 제어와 같이 기본 고온 유닛에 적용하여 효율성을 개선할 수 있는 설계 옵션이 있다고 잠정 결론을 내렸다. 또한 DOE는 중온과 저온 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템에 대해 고려된 개선된 콘덴서와 증발기 코일과 같은 몇 가지 설계 옵션이 이 분석에서 고온 시스템에는 고려되지 않았다는 점을 언급한다. 섹션 IV.C.1.d의 설계 옵션 하위 섹션에 있는 표 IV.16에는 고온 유닛을 포함한 모든 유닛에 적용되는 설계 옵션과 중온과 저온 유닛에만 적용되는 설계 옵션이 나와 있다.

2022년 6월 예비 분석을 위해 DOE는 다양한 온도와 덕트 구성을 가진 장치에 대해 팬 전력과 공칭 용량 간의 상관관계를 개발하였다. 2022년 6월 예비 TSD 5장의 섹션 5.5.5.4를 참조하도록 한다. 이 분석에 대한 응답으로 AHRI는 팬 와트를 공칭 용량과 외부 정압의 함수로 사용하는 DOE의 접근 방식에 대한 명확한 설명을 요청하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지) 이 NOPR 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 제시된 것과 유사한 팬 전력 모델을 수립하였다. 이러한 모델은 유닛의 용량 (제품 카탈로그와 테스트로부터) 또는 콘덴서 부하 대 콘덴서 온도 차 (테스트로부터), 덕트형 장치의 외부 정압 (제조업체가 DOE에 제출한 면제 요청으로부터)을 기반으로 한다.³³ 이러한 모델과 그 기반이 되는 데이터는 첨부된 TSD의 5장에서 더 자세히 설명한다.

AHRI는 최대 기술 옵션의 신뢰성 문제로 인해 최대 기술 옵션이 실현 불가능한 것으로 판명될 수 있다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지) 이전에 논의한 바와 같이 DOE의 선별 분석의 목적은 장비의 유용성에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 기술 옵션을 제거하는 것이므로 DOE는 모든 최대 기술 설계 옵션을 포함한 모든 설계 옵션의 적용이 장비 유용성에 부정적인 영향을 미치지 않는다고 잠정적으로 결정하였다. Efficiency Advocates는 DOE가 최대 기술 효율 수준이 최소한 시장에서 가장 효율적인 제품과 동등한 수준이어야 한다고 언급하며, 여러 워크인 냉장 장비 등급에 대한 2022년 6월 예비 TSD에서 최대 기술 수준을 초과하는 AWEF를 가진 인증 모델을 지적하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 5 페이지) DOE는 공학 분석은 DOE가 시장에서 사용 가능한 것으로 확인하였으며 분석 그리고/또는 테스트를 통해 전용 콘덴싱 유닛 그리고/또는 단일 패키지 전용 시스템 효율을 향상시키는 것으로 나타난 설계 옵션을 기반으로 함을 언급한다. DOE는 CCD에 보고된 더 높은 AWEF 값 중 일부는 실현 가능하지 않거나 전체 시장에서 달성 가능한 최대 기술 옵션을 대표하지 않는다고 잠정적으로 결론을 내렸다. 즉, 이 분석의 최대 기술 AWEF2 값은 일부 냉장 장비 등급에 대한 CCD의 최대 AWEF 수준에 도달하지 못할 수 있다. CCD 효율 분포는 첨부된 TSD의 3장에서 자세히 설명한다.

각 설계 옵션의 모델링에 대한 자세한 내용은 첨부된 TSD의 5장에 설명되어 있다.

e. 유닛 쿨러

분석된 냉매

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 중온과 저온 유닛 쿨러에 대한 분석에서 R-404A를 가정하고 고온 유닛 쿨러에 대한 분석에서 R-134A를 가정하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 2장의 섹션 2.4.3.2를 참조하도록 한다. DOE는 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.8에서 분석에 사용한 냉매가 현재와 향후 워크인 시장을 대표할 수 있는지에 대한 의견을 요청하였다.

이에 대해 HTPG는 중온과 저온 유닛 쿨러에 대한 분석에서 R-404A를 사용하는 DOE에 동의한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 6 페이지) AHRI-Wine은 와인 저장고 제조업체가 2022년 6월 예비 분석에서 고온 유닛 쿨러에 R-134A를 사용하는 DOE의 의견에 동의한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지)

섹션 IV.C.1.d에서 설명한 바와 같이, 제안된 대로 채택될 경우 워크인 쿨러와 냉동고에 GWP가 더 낮은 냉매를 사용해야 하는 2022년 12월 AIM NOPR이 곧 발표될 예정이다. DOE는 냉장 시스템의 성능과 관련하여 GWP가 낮은 냉매로의 전환에 대한 주요 우려 사항은 냉매의 온도 구배가 높아질 수 있다는 점이라고 언급한다. 이 문서의 섹션 IV.C.1.d에서 설명한 바와 같이, 전용 콘덴싱 유닛과 유닛 쿨러는 별도로 테스트되고 등급이 매겨지기 때문에 워크인 냉동 시스템에 대한 온도 구배는 다른 영향을 미치게 된다. 냉매의 온도 구배가 증가하면 콘덴싱 유닛의 성능이 저하될 수 있지만, 냉매의 온도 구배가 증가해도 유닛 쿨러의 성능은 저하되지 않는다. 그러므로 2022년 12월 AIM NOPR의 제안이 확정될 경우 유닛 쿨러가 표준안을 충족하지 못할 것이라는 우려는 제한적이다. 그러므로 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 분석한 것과 동일한 냉매 (2022년 6월 예비 분석에서 중온과 저온 유닛 쿨러에 대해서 R-404A 그리고 고온 유닛 쿨러에 대해서 R-134A)를 기반으로 유닛 쿨러 NOPR을 분석하고 있다.

³³CellarPro 결정 및 명령, 86 FR 23702 (2021년 5월 4일); Air Innovations 결정 및 명령, 86 FR 26504 (2021년 5월 14일); Vinotemp 결정 및 명령, 86 FR 36732 (2021년 7월 13일); LRC Coil 일시 면제, 86 FR 47631 (2021년 8월 26일).

대표 유닛

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 5.3.3에서 설명한 바와 같이 DOE는 표 IV.17에 나열된 대표 유닛을 분석하였다.

표 IV.17 - 2022년 6월 예비 분석에서 유닛 쿨러에 대해 분석된 대표 유닛

온도	등급 코드	용량
----	-------	----

고온	UC.H	9,000
		25,000
중온	UC.M	9,000
		25,000
저온	UC.L	9,000
		25,000

DOE는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 ES.4.5에서 분석된 대표 유닛에 대한 의견을 요청하였다. HTPG는 DOE가 용량에 따른 표준을 설정하는 데 도움이 되도록 더 넓은 범위의 용량을 제공하기 위해 대표 유닛 분석을 추가하는 것을 고려해야 한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 5 페이지) 특히, HTPG는 75,000와 175,000 Btu/h의 중온과 저온 유닛 쿨러를 분석할 것을 권장하였다. (Id.) AHRI는 또한 DOE에 더 큰 용량의 대표 유닛을 고려할 것을 요청하였다 (WICF TP NOPR³⁴에 대한 그들의 의견서에서도 권장하였음). 예를 들어 유닛 쿨러의 경우 72,000 Btu/h를 고려할 것을 요청하였다. (AHRI, 39번, 2-3 페이지) Hussmann-Refrigeration과 Lennox는 유닛 쿨러에 대해 72,000 Btu/h의 더 큰 용량의 대표 유닛에 대한 AHRI의 요청에 동의한다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 3 페이지; Lennox, 36번, 3-4 페이지) 또한 AHRI는 DOE에 2,000 Btu/h, 9,000 Btu/h, 25,000 Btu/h 용량의 덕트형 그리고 비덕트형 고온 유닛 쿨러를 분석할 것을 권장하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지)

이 NOPR 분석을 위해 DOE는 이해 관계자의 의견과 CCD에서 인증된 일반적인 유닛을 기반으로 중온과 저온 장비 등급에 대한 대표 유닛을 추가로 식별하였다. 구체적으로 DOE는 중온과 저온 유닛 쿨러의 대표 용량으로 3,000 Btu/h, 54,000 Btu/h, 75,000 Btu/h를 추가하였다. DOE는 워크인 용도 (총 냉장 보관 면적이 3,000제곱피트 미만)의 경우 유닛 쿨러 용량이 75,000 Btu/h를 초과하지 않을 것으로 잠정 결론을 내렸으며, 그러므로 75,000 Btu/h 이상의 대표 유닛은 포함시키지 않았다. 마찬가지로 DOE는 이해관계자 의견과 제조업체 문헌 검토를 바탕으로 고온 장비 등급에 대한 대표 유닛을 식별하였다. 궁극적으로 DOE는 9,000 Btu/h와 25,000 Btu/h의 덕트형 고온 유닛 쿨러를 이 NOPR 분석에 포함시켰다.

이 NOPR 분석에서 분석된 유닛 쿨러에 대한 대표 유닛은 표 IV.18에 나열되어 있다.

표 IV.18- 유닛 쿨러에 대해 분석된 대표 유닛

온도	등급 코드	용량 (Btu/h)
고온 (비덕트형)	UC.H	9,000
		25,000
고온 (덕트형)	UC.H.D	9,000
		25,000
중온	UC.M	3,000
		9,000
		25,000
		54,000
저온	UC.M	75,000
		3,000
		9,000
		25,000
		54,000
		75,000

효율 수준

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 설계 옵션 접근 방식을 사용하여 효율 수준을 정의하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 섹션 5.2를 참조하도록 한다.

DOE의 설계 옵션 분석에 대해 Lennox는 증발기 코일과 열교환기의 설계 옵션에 따라 효율성이 증가할 가능성은 상대적으로

낮으며 증발기 코일의 개선은 자본 집약적이기 때문에 비용적으로 타당해야 한다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 4 페이지) DOE는 공학 분석에서 각 설계 옵션에 대한 효율성과 비용의 증가를 모두 고려한다고 언급한다. 이러한 비용과 효율성의 획득은 잠재적 표준 수준과 비교하여 제조업체의 자본 지출을 평가하는 다운스트림 분석에서 추가로 분석된다. 이 분석에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IVJ를 참조하도록 한다.

또한 DOE는 2022년 6월 예비 분석의 5장 섹션 5.7.2.4에서 고려한 개선된 증발기 팬 블레이드 설계 옵션과 관련하여 이해 관계자로부터 의견을 접수하였다. Lennox는 자체 경험에 비추어 볼 때 증발기 팬 블레이드를 변경해도 장치의 효율이 증가하지 않는다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 3 페이지) AHRI는 팬 블레이드를 교체해도 에너지 이득이 미미할 것으로 생각한다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지) DOE가 실시한 제조업체 인터뷰에서 대부분의 제조업체는 증발기 팬 블레이드 개선이 유닛 쿨러 효율에 측정 가능할 만큼의 영향을 미치지 않는다는 데 동의하였다. 이러한 피드백을 바탕으로 DOE는 이 NOPR 분석에서 블레이드를 개선한 팬이 워크인 냉장 시스템의 효율을 개선하는 데 있어 효과적인 설계 옵션이 아니라고 가정하였다.

KeepRite는 가변 속도 증발기 팬을 적용하면 저부하 작동 시 에너지를 절약할 수 있지만, 시스템이 더 낮은 효율로 작동하므로 냉각 용량을 조절하도록 시스템을 설계해야 한다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 1 페이지) DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 가변 속도 증발기 팬은 오프 사이클 유닛 냉각기 팬 전력을 줄이기 위한 설계 옵션으로만 분석되었다는 점을 언급한다. DOE는 압축기의 온 사이클 동안 증발기 팬 속도를 조정하는 가변 속도 팬 제어를 고려하지 않았는데, 이는 온 사이클 가변 속도 증발기 팬 제어를 위해서는 증발기로 전송되는 냉각 부하를 조절하여 에너지를 효과적으로 절약할 수 있는 콘덴싱 시스템과의 결합이 필요하며 현장에서 유닛 쿨러가 이러한 콘덴싱 시스템과 결합될 것이라는 보장이 없기 때문이다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 5장의 5.7.2.7을 참조하도록 한다. 이 NOPR 분석에서 DOE는 효율성을 개선하기 위한 설계 옵션으로 가변 속도 증발기 팬을 고려하지 않는다.

Efficiency Advocates는 저온 유닛 쿨러에 가변 속도 증발기 팬과 개선된 팬 블레이드를 구현할 때 의미 있는 에너지 절약이 발생하지 않는 이유를 명확히 해 달라고 요청하였다. (Efficiency Advocates, 37번, 2 페이지) DOE는 저온 유닛 쿨러의 계산된 AWEF와 예상 에너지 소비량에는 증발기 팬 전력, 성에 제거 전력, 예상 시스템 전력, 모든 보조 전력이 포함된다는 점을 언급한다. 증발기 팬 전력은 유닛 쿨러가 소비하는 총 에너지 중 제한된 비율을 차지한다. 그러므로 유닛 쿨러의 전체 에너지 사용량에 비해 상대적으로 적은 에너지 개선을 제공하는 설계 옵션 (예를 들어 증발기 팬 블레이드 개선과 가변 속도 증발기 팬 제어)은 전체 에너지 절감과 AWEF 감소에 미치는 영향이 미미하다.

³⁴안건 번호 EERE-2017-BT-TP-0010-0022 참조.

HTPG는 DOE가 대부분의 기준 장치에 이미 개선된 증발기 팬 블레이드와 가변 속도 증발기 팬이 포함되어 있다는 사실을 인식하지 못했기 때문에 DOE의 설계 옵션 분석 접근 방식에 동의하지 않는다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 2-5 페이지) 또한 HTPG는 개선된 팬 블레이드와 가변 속도 팬을 제외한 나머지 기술 옵션은 효율 증가를 초래하지 않기 때문에 유닛 쿨러 효율 수준을 높여야 한다고 생각하지 않는다고 언급하였다. (Id.)

DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 개선된 팬 블레이드와 가변 속도 팬을 포함한 모든 설계 옵션이 적용된 상태에서 기준을 충족하는 일부 유닛 쿨러 대표 장치가 있었지만, 중온과 저온 유닛 쿨러의 각 대표 용량에 대한 CCD에서 일부 장치가 기준보다 높은 효율로 평가된다는 사실을 발견했음을 언급한다. 그러므로 DOE는 유닛 쿨러의 효율 수준을 현재의 에너지 절약 표준 이상으로 높일 수 있다고 잠정적으로 결정하였다.

추가 시장 조사와 이해 관계자의 의견을 바탕으로 DOE는 이번 NOPR 분석에서 중온과 저온 유닛 쿨러에 대해서 효율 수준 접근 방식으로 전환하였다. DOE는 이 접근 방식이 유닛 쿨러 시장의 정보를 직접적으로 반영하여 보다 정확한 비용 효율성 곡선을 도출할 수 있다고 잠정적으로 결정하였다. 이 분석을 수행하기 위해 DOE는 CCD 데이터와 제조업체 제품 문헌을 조합하여 중온과 저온 유닛 쿨러 데이터베이스를 구축하였다. 이 공지에서는 이 데이터베이스를 “유닛 쿨러 성능 데이터베이스”라고 지칭한다. 중온과 저온 유닛에 대한 이 NOPR 분석에서 평가된 효율 수준은 설계 옵션을 사용하여 정의된 것이 아니라 유닛 쿨러 성능 데이터베이스를 기반으로 한다.

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 유닛 쿨러 성능 데이터베이스에서 현재의 표준보다 일정하게 높은 등급에서 평가된 저온 및 중온 유닛 쿨러 그룹이 있다는 것을 확인하였다. 예비 TSD 3장의 섹션 3.2.4.4를 참조하도록 한다. DOE의 조사 결과에 대해 HTPG는 미국 연방 규정 파트 10 섹션 431.305 “워크인 쿨러 및 냉동고의 라벨링 요건”에 의해 마케팅 자료에서 효율 정보의 공개가 의무이므로 저온과 중온 유닛 쿨러가 현재의 표준보다 얼마나 높게 평가되었는지에 대한 일정한 편차를 결정할 수 있어야

한다고 의견을 제시하였다. (HTPG, 35번, 2 페이지) DOE는 해당 유닛에 대한 제품 문헌이나 마케팅 자료를 찾을 수 없었기 때문에 CCD에서 인증된 이 유닛 쿨러 그룹의 AWEF 등급을 확인할 수 없었으며 분석에서 이를 고려하지 않았다. 가장 최근의 CCD 효율 분포는 첨부된 TSD의 3장에 자세히 설명되어 있다.

현재 표준보다 일정하게 높은 등급에서 평가되는 것으로 보이는 유닛 쿨러 그룹을 제외하면, 현재 CCD에는 기준 이상으로 평가되는 유닛 쿨러가 거의 포함되어 있지 않다. 그러나 인증된 유닛 쿨러 용량을 평가한 후 DOE는 시중에 기준보다 높은 효율을 가진 유닛 쿨러가 있다는 것을 잠정적으로 결정하였다. 따라서 DOE는 인증된 AWEF 값을 기반으로 효율성을 모델링하는 대신 인증된 용량, 카탈로그 팬 전력, 기본 성에 제거 전력 계산을 사용하여 하위파트 R의 부속서 C에 따라 유닛 쿨러의 AWEF를 계산하였다. DOE는 유닛 쿨러 성능 데이터베이스를 사용하여 현재 시판 중인 유닛 쿨러에서 효율성을 개선하기 위한 주요 설계 옵션은 증발기 코일을 개선하는 것임을 확인하였다. 특히 DOE는 유닛 쿨러 증발기에 튜브를 추가하면 팬 전력을 일정하게 유지하면서 용량이 증가하여 유닛 효율이 높아진다는 사실을 확인하였다.

DOE는 CCD에서 인증된 고온 유닛 쿨러가 없기 때문에 고온 유닛 쿨러에 대한 성능 데이터베이스를 구축할 수 없었다. 그러므로 고온 유닛 쿨러에 대해서는 설계 옵션 접근 방식을 수행하였다. 이 문서의 섹션 IV.B.2.b에서 설명한 대로, 선별 후 유닛 쿨러에 남은 설계 옵션은 개선된 증발기 코일, 개선된 증발기 팬 블레이드, 오프 사이클 증발기 팬 제어, 온 사이클 증발기 팬 제어이다. 이 섹션 이전에서 설명한 바와 같이 DOE는 개선된 증발기 팬 블레이드가 유닛 쿨러 효율을 효과적으로 개선하지 못한다고 잠정적으로 결정하였으며, 그러므로 DOE는 개선된 증발기 팬 블레이드를 고온 유닛 쿨러의 설계 옵션으로 분석하지 않았다. 또한 온사이클 증발기 팬 제어에는 유닛 쿨러의 냉각 부하를 변화시키는 콘덴싱 시스템이 필요하며, DOE는 모든 고온 콘덴싱 시스템이 이러한 유형의 작동을 수행할 수 있는 것은 아니라는 점을 알고 있다. 그러므로 DOE는 고온 유닛 쿨러의 설계 옵션으로 온사이클 증발기 팬 제어를 분석하지 않았다. 고온 유닛 쿨러의 나머지 설계 옵션은 개선된 증발기 코일과 오프 사이클 증발기 팬 제어이다.

기준 효율과 기준 이상의 효율 수준을 정의하는 DOE의 방법에 대한 자세한 내용은 다음 섹션에 설명되어 있으며, 첨부된 TSD의 5장에서 더 자세히 설명한다.

기준 효율

각 장비 등급에 대해 DOE는 일반적으로 기준 모델을 각 등급의 기준점으로 선정하고, 기준으로부터 잠재적 에너지 절약 표준으로 인한 변화를 측정한다. 각 장비 등급의 기준 모델은 해당 등급의 일반적인 장비의 특성 (예를 들어, 용량, 물리적 크기)을 나타낸다. 일반적으로 기준 모델은 현재 에너지 절약 표준을 충족하는 모델 또는 표준이 없는 경우 일반적으로 시장에서 가장 흔하거나 효율이 가장 낮은 유닛을 기준 모델로 삼는다.

2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 5.6.3에서 설명한 바와 같이 DOE는 기준 중온 또는 저온 유닛이 현재의 에너지 절약 표준을 충족한다고 가정하였다 (10 CFR 431.306 참조). 2022년 6월 예비 분석에서는 현재 표준을 달성하기 위해 어떤 설계 옵션의 조합이 필요한지 평가하였다.

이러한 기준 접근 방식에 대해 AHRI는 DOE가 분석에 있어 많은 제조업체가 이미 유닛 쿨러에 가변 속도 기술을 사용하고 있다는 점을 고려하지 않았다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 2 페이지). KeepRite는 대부분의 유닛 쿨러가 현재 표준을 충족하기 위해 오프 사이클 팬 제어 기능을 포함하고 있다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지) HTPG는 기준 유닛 쿨러에 개선된 증발기 팬 블레이드와 가변 속도 증발기 팬이 포함되어야 한다고 생각한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 5 페이지) KeepRite는 튜브 수와 핀 표면의 개선이 이미 대부분의 증발기와 콘덴서 코일에서 발견된다고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지)

DOE는 많은 기준 중온과 저온 유닛 쿨러가 가변 속도 팬, 팬 블레이드 개선, 최적화된 열교환기 코일을 사용한다는 사실을 인정한다. 이 NOPR 분석을 위해 유닛 쿨러 성능 데이터베이스를 구축하는 동안 DOE는 데이터베이스에 포함된 모든 유닛이 2단 ECM을 사용한다는 사실을 확인하였다. DOE는 이 데이터베이스를 구축하는 동안 기준 유닛 쿨러 기술에 대해서 가정을 하지 않았는데, 이는 유닛의 팬 출력과 용량으로부터 다양한 기술의 성능 이점이 분명하게 드러나야 하기 때문이다. DOE는 용량이 25,000 Btu/h 미만인 기준 중온과 저온 유닛 쿨러는 일반적으로 증발기의 튜브 열이 2개이고 용량이 25,000 Btu/h 이상인 기준 유닛은 일반적으로 증발기의 튜브 열이 3개라는 것을 확인하였다. 표 IV.19에는 DOE가 분석에 사용한 대표 유닛과 기준 증발기 튜브 열 수가 나와 있다.

표 IV.19-기준 중온 및 저온 유닛 쿨러의 증발기 튜브 열 수

온도	용량 (Btu/h)	기준 증발기 튜브 열 수
중온	3,000	2
	9,000	2
	25,000	2
	54,000	3
	75,000	3
저온	3,000	2
	9,000	2
	25,000	2
	54,000	3
	75,000	3

현재 고온 유닛 쿨러에 대해서는 에너지 절약 표준이 없기 때문에 DOE는 현재 표준을 고온 장비 등급의 기준으로 사용할 수 없었다. 대신 DOE는 제조업체 문헌을 사용하여 현재 시판 중인 기준 효율을 대표한다고 잠정적으로 판단한 기준 유닛을 선정하였다. DOE는 제조업체 문헌 검토와 고온 냉장 시스템 제조업체의 피드백을 바탕으로 이러한 유닛에 적용할 수 있는 잠재적인 설계 옵션을 결정하였다. DOE는 조사 테스트를 통해 고온 기준 효율 수준을 정의하는 데 사용된 AWEF 값의 유효성을 확인하였다.

최대 기술 수준

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 최대 기술 유닛 쿨러를 분석된 모든 설계 옵션을 포함하는 유닛 쿨러로 정의하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD의 5장을 참조하도록 한다. 이 문서의 섹션 IV.C.1.e의 효율 수준 하위 섹션에서 설명한 대로 일부 유닛 쿨러는 기준과 최대 기술 효율 수준이 동일하다. 그러나 DOE의 유닛 쿨러 성능 데이터베이스를 사용하여 재평가한 결과 기준보다 높은 효율을 가진 유닛 쿨러가 현재 시장에 출시되어 있다.

NOPR 분석에서 중온과 저온 유닛 쿨러의 최대 기술 수준을 설정하기 위해 DOE는 유닛 쿨러 성능 데이터베이스에서 각 대표 용량에 대해 사용 가능한 최고 효율의 유닛 쿨러를 선정하였다. 이전에 설명한 바와 같이, 각 대표 용량에서 최고 효율의 유닛 쿨러는 증발기의 튜브 열 수를 2개 늘린 것에 해당한다. 표 IV.20에는 NOPR에서 평가된 유닛 쿨러의 대표 용량과 최고 효율 수준에 도달하는 데 사용된 튜브 열 수가 나와 있다.

표 IV.20-최대 기술 중온 및 저온 유닛 쿨러의 증발기 튜브 열 수

온도	용량 (Btu/h)	기준 증발기 튜브 열 수
중온	3,000	4
	9,000	4
	25,000	4
	54,000	5
	75,000	5
저온	3,000	4
	9,000	4
	25,000	4
	54,000	5
	75,000	5

고온 유닛 쿨러 분석 시, DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 사용한 접근 방식을 유지하였다. 특히, 모든 설계 옵션이 적용된 대표 유닛으로 최대 기술 수준을 정의하였다. 이 문서의 섹션 IV.C.1.e의 유닛 쿨러 효율 수준 하위 섹션에서 설명한 대로 고온 유닛 쿨러에 대해 분석된 설계 옵션은 오프 사이클 증발기 팬 제어와 개선된 증발기 코일이었다. 이 NOPR에서 최대 기술 고온 유닛

쿨러에는 이 두 가지 설계 옵션이 모두 포함된다.

유닛 쿨러의 최대 기술 수준 정의는 첨부된 TSD의 5장에서 자세히 설명한다.

중간 효율 수준

모든 중온과 저온 유닛 쿨러 대표 용량은 기준과 최대 기술 효율 수준에서 튜브의 열 수에 하나 이상 차이를 가지고 있다. DOE는 이러한 각 대표 유닛의 효율 수준을 기준과 최대 기술 수준 사이의 튜브 열 수로 정의하였다. 예를 들어, 기준에 튜브 열이 3개이고 최대 기술에 튜브 열이 5개인 경우 DOE는 중간 효율 수준을 튜브 열 4개로 정의하였다. DOE의 시장 분석에 따르면 제조업체는 완전한 길이의 튜브 열만 사용하는 것으로 나타났으며, 그러므로 DOE는 분석에 0과 자연수의 튜브 열 수만을 사용하였다. DOE는 유닛 쿨러 성능 데이터베이스의 데이터를 사용하여 이러한 중간 효율 수준의 효율을 결정하였다. DOE는 고온 유닛 쿨러에 대한 중간 효율 수준을 정의하지 않았다.

중간 효율 수준의 효율을 정의하고 결정하는 방법은 첨부된 TSD의 5장에서 자세히 설명한다.

2. 비용 분석

공학 분석에서 비용 분석 부분은 한 가지 또는 여러 가지의 비용 접근 방식을 조합하여 이루어진다. 비용 접근 방식의 선택은 공개 정보의 가용성과 신뢰성, 규제 대상 제품의 특성, 시장에서 장비 구매의 가용성과 적시성을 포함한 여러 가지 요인에 따라 달라진다. 비용 접근 방식은 다음과 같이 요약된다:

- 물리적 분해: 이 접근 방식에서, DOE는 상업적으로 이용가능한 제품을 구성 요소별로 물리적으로 분해하여 제품에 대한 상세한 자재 명세서를 작성한다.
- 가상 분해: DOE는 제품을 물리적으로 분해하는 대신 부품 다이어그램과 사양서 (예를 들어 제조업체 웹 사이트 또는 가전제품 수리 웹 사이트를 통해서 획득)를 사용하여 각 구성 요소를 식별하여 제품의 자재 명세서를 작성한다.
- 가격 조사: 물리적 분해 또는 카탈로그 분해가 불가능하거나 (예를 들어 분해가 불가능하고 부품 다이어그램을 사용할 수 없는 형광등과 같이 밀접하게 통합된 제품의 경우) 비용이 너무 많이 들어 실용적이지 않은 경우 (예를 들어 대형 상업용 보일러) DOE는 주요 온라인 소매업체 웹사이트에 공개된 가격 데이터를 사용하거나 유통업체와 기타 상업 채널에 가격을 요청하는 방식으로 가격 조사를 실시한다.

이 사례에서 DOE는 물리적 분해를 사용하여 분석을 수행하였고 가상 분해를 통해 보완하였다.

이 문서의 섹션 IV.C.1에서 설명한 대로 DOE는 테스트, 시장 데이터, 제조업체 인터뷰를 통해 워크인 구성 요소와 관련된 에너지 효율 수준을 확인하였다. 다음으로, DOE는 물리적 분해 분석을 위해 대표 용량으로 시장에 출시되어 있는 일반적인 장비 특성을 가진 장비를 선정하였다. DOE는 물리적 분해 분석을 수행하여 수집한 정보를 바탕으로 장비 제조에 사용된 모든 구성 요소와 프로세스를 포함하는 상세한 자재 명세서 (Bill of Materials, "BOM")를 작성하였다. DOE는 분해 분석에서 얻은 BOM을 입력 값으로 사용하여 기준 효율부터 가용한 최대 기술까지 전체 효율 범위를 아우르는 다양한 효율 수준에서 장비에 대한 제조업체 생산 비용 (Manufacturer Production Cost, "MPC")을 계산하였다.

이 NOPR을 위한 분석을 개발하는 동안 DOE는 워크인 산업에 대한 통찰력을 얻고 공학 분석에 대한 피드백을 요청하기 위해 제조업체와 기밀유지 인터뷰를 진행하였다. DOE는 이러한 인터뷰를 통해 수집한 정보와 분해 분석, 공개 의견 수렴을 통해 얻은 정보를 사용하여 이 규칙 제정을 위한 MPC 추정치를 다듬었다. 다음으로 DOE는 제조업체 피드백과 함께 과거 워크인 규칙 제정에서 얻은 데이터를 사용하여 제조업체 마크업을 도출하였다. 이 마크업은 MPC를 제조업체 판매 가격 (Manufacturer Sales Price, "MSP")로 변환하는 데 사용되었다. 수취한 의견과 분석 방법론에 대한 자세한 내용은 다음 하위 섹션에 나와 있다. 자세한 내용은 NOPR TSD의 5장을 참조하도록 한다.

a. 분해 분석

BOM을 완성하고 워크인 구성 요소의 여러 부품에 대한 제조 비용을 계산하기 위해 DOE는 여러 엔벨로프와 냉장 시스템 장치를 기본 부품으로 분해하고 각 개별 부품의 제조에 필요한 재료, 공정, 노동력을 추정했는데, 이 과정을 "물리적 분해"라고

한다. DOE는 물리적 분해에서 수집한 데이터를 사용하여 각 부품의 무게, 치수, 재료, 수량, 제작과 조립에 사용된 제조 공정에 따라 각 부품을 특성화 하였다.

DOE는 또한 “가상 분해”라는 보완적인 방법을 사용하여 공개된 제조업체의 카탈로그와 추가 구성 요소 데이터를 검토하여 물리적으로 분해된 장비와 분해되지 않은 유사 장비 간의 주요 물리적 차이를 추정하였다. 보완적인 가상 분해를 위해 DOE는 제조업체 카탈로그와 같이 공개된 정보에서 치수, 무게, 설계 특징과 같은 장비 데이터를 수집하였다.

자체 제작 부품의 경우, 기본 “원료” 금속 (예를 들어, 튜브, 판금)의 가격은 수요 급증으로 인한 효과를 완화하기 위해 5년 평균을 기준으로 추정한다. 플라스틱 수지, 단열재 등과 같은 기타 “원재료”는 현재 시장 가격을 기준으로 추정한다. 원자재 비용은 제조업체 인터뷰, 공급업체의 견적, 2차 조사를 기반으로 한다. 과거 결과는 주기적으로 업데이트되거나 MEPS Intl.³⁵, PolymerUpdate³⁶, 미국 지질조사국 (U.S. Geologic Survey, “USGS”) ³⁷, 미국 노동통계국 (Bureau of Labor Statistics, “BLS”) 등의 지수를 사용하여 현재 가격으로 추산한다.³⁸

분해 분석에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 5장에서 확인할 수 있다.

b. 비용 추정 방법

모델의 비용은 BOM의 내용 (즉, 자재, 제작, 인력, 생산 시설을 구성하는 기타 모든 측면)을 사용하여 MPC를 생성하여 추정한다. 예를 들어, 이러한 MPC는 간접비와 감가상각으로 발생하는 비용도 고려한다. DOE는 인건비, 가공비, 원자재 가격, 기타 요인에 대한 정보를 수집하여 비용 추정을 위한 입력 값으로 사용하였다. 구매 부품의 경우 DOE는 수량 변동 가격 견적 그리고 제조업체와 부품 공급업체와의 자세한 논의를 바탕으로 구매 가격을 추정하였다. 제조 부품의 경우, 원료 금속 자재³⁹ (예를 들어 튜브, 판금)의 가격은 가장 최근의 5년 평균을 사용하여 추정하였다. 중간재를 완제품으로 변환하는 데 드는 비용은 분석 시점의 업계 가격을 기준으로 추정하였다.⁴⁰

c. 가공 생산 비용

DOE는 각 대표 유닛에 대해 기준부터 최대 기술까지 고려한 각 효율 수준에서 MPC를 추정한 다음 각 비용 범주 (예를 들어 자재, 인건비, 감가상각, 간접비)에 따른 비율을 계산하였다. 이러한 비율은 연례 보고서에 게시된 제조업체의 실제 재무 데이터와 제조업체의 인터뷰 중 얻은 피드백을 비교하여 가정의 유효성을 확인하는 데 사용된다. DOE는 MIA에서 이러한 생산비 비율을 사용한다 (섹션 IVJ 참조).

2022년 6월 예비 분석에 대한 답변으로 Hussmann-Doors는 2022년 6월 예비 분석에 사용된 제조업체 생산 비용이 현재 문 제품에 비해 디스플레이, 스윙, 중문 문은 약 30%, 디스플레이, 스윙, 저문 문은 50% 더 낮다고 언급하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 4 페이지) 또한 Hussmann-Doors는 디스플레이 문 프레임에 대해 구체적으로 언급하며, 2017년에 설정된 DOE의 에너지 요건을 충족하기 위해 개발된 신소재를 사용하며, 이 소재는 파운드당 기준으로 기존 소재의 1.5배에 달하는 비용이 발생한다고 설명하였다. (Hussmann-Doors, 33번, 4 페이지) Lennox는 MPC 추정치가 현재 값보다 낮다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 4 페이지)

AHRI는 MPC에 기여하는 인력과 시간에 대한 많은 가정이 너무 낮다고 생각한다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 3 페이지) Hussmann-Refrigeration은 MPC에 기여하는 가정이 너무 낮다는 AHRI의 의견에 동의한다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 3 페이지) AHRI-와인은 시장의 변동성, 공급망 문제, 효율성 표준이 시행되는 날짜, 와인 저장고 시장의 규모를 이유로 MPC와 MSP에 동의하지 않는다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 4 페이지)

이해관계자의 피드백을 바탕으로 DOE는 이 NOPR을 작성하면서 시간당 임금을 인상하여 MPC에 기여하는 인건비를 업데이트하였다. 또한 냉장 시스템의 경우 DOE는 직원 대 감독자 비율을 낮추었다. DOE는 또한 가장 최근의 제조업체 인터뷰 라운드에서 비용에 대한 피드백을 요청하였다. DOE는 이러한 인터뷰와 이해관계자 의견에서 받은 피드백을 이번 NOPR의 비용 분석에 반영하였다. DOE는 이 NOPR에 제시된 MPC가 현재 워크인 시장을 대표한다고 잠정적으로 결정하였다.

d. 제조업체 마크업 및 운송비

제조업체의 비생산 비용과 이익을 고려하기 위해 DOE는 MPC에 승수 (제조업체 마크업)를 적용한다. 그 결과로 얻어지는

MSP는 제조업체가 유닛을 시중에 유통하는 가격이 된다. DOE는 생산품의 범위에 워크인을 포함하는 상장된 제조업체가 제출한 연례 증권거래위원회 10-K 보고서를 검토하여 평균 제조업체 마크업을 개발하였다. 또한 DOE는 2014년 6월 최종 규칙에 발표된 데이터와 제조업체 인터뷰를 통해 수집한 정보에 의존하여 초기 제조업체 마크업 추정치를 개발하였다. 제조업체 마크업에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 12장 또는 이 문서의 섹션 IV.J.2.d를 참조하도록 한다.

³⁵MEPS Intl에 대한 자세한 정보를 위해서는 www.meps.co.uk/를 방문하도록 한다.

³⁶PolymerUpdate에 대한 자세한 정보를 위해서는 www.polymerupdate.com를 방문하도록 한다.

³⁷USGS 금속 가격 통계에 대한 자세한 정보를 위해서는 www.usgs.gov/centers/nmic/commodity-statistics-and-information을 방문하도록 한다.

³⁸BLS 생산자 물가 지수에 대한 자세한 정보를 위해서는 www.bls.gov/ppi/를 방문하도록 한다.

³⁹패스트마켓은 www.fastmarkets.com/amm-is-part-of-fastmarkets에서 확인할 수 있다.

⁴⁰미국 노동부, 노동통계국, 생산자 물가 지수는 www.bls.gov/ppi/에서 확인할 수 있다.

MSP에 대한 답변으로 KeepRite는 코일이 클수록 설치비와 운송비가 높아질 것이라고 언급하였다. (KeepRite, 41번, 2 페이지)

DOE는 운송비라는 것은 제조업체가 유통망의 첫 번째 구매자에게 장비를 공급하기 위해 발생하는 추가 생산 외 비용을 설명한다는 것을 알고 있다. 이 NOPR 분석에서 DOE는 주어진 장치의 크기와 무게를 기준으로 각 효율 수준에서 각 대표 유닛에 대한 유닛 당 운송비를 추정하였다. 더 큰 콘덴서 코일과 같은 설계 옵션은 설계 옵션과 관련된 크기와 무게 증가로 인해 유닛 당 배송비가 더 많이 발생하였다. 이러한 운송비는 소비자 가격에 포함되었다. 설치 비용은 이 문서의 섹션 IV.F.3에 설명되어 있다.

3. 비용 효율성 결과

공학 분석 결과는 문에 대해서 일일 최대 에너지 소비량 (kWh/일) 대 MSP (달러), 패널에 대해서 R-값 (h-ft²-°F/Btu) 대 MSP (달러), AWEF2 (Btu/h) 대 MSP (달러) 형태의 비용 효율성 곡선으로 보고된다. 곡선을 작성하기 위한 방법론은 기준 장비와 이 장비의 MPC에 대한 에너지 소비량을 결정하는 것으로 시작된다. 설계 옵션 접근 방식을 사용한 장비 등급의 경우 DOE는 비용 대비 절감 비율을 사용하여 기준 이상의 설계 옵션을 구현하고 각 효율 수준에서 하나의 설계 옵션만 구현하였다. 설계 옵션은 사용 가능한 모든 기술이 사용될 때까지 (즉, 최대 기술 수준) 구현되었다. 효율 수준 접근 방식을 사용한 장비 등급의 경우 DOE는 최대 효율 수준에 도달할 때까지 기준 이상의 비용 대비 절감 비율을 사용하여 효율 수준을 높였다. 공학 분석에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 5장을 참조하고, 전체 비용 효율성 결과는 NOPR TSD의 부속서 5B를 참조하도록 한다.

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 AHRI는 표 5A.5.22, 5A.5.25, 5A.5.34, 5A.5.35의 비용 효율성 데이터, 특히 AWEF 값이 결정된 방법과 효율 수준 간의 비용 차이에 대한 추가 설명을 요청하였다. (AHRI, 39번, 3 페이지). 비용-효율성 곡선은 비용과 효율성 분석을 사용하여 결정되었다. 이는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 5장에 자세히 설명되어 있다. 이 NOPR에 대한 비용과 효율성 분석은 이 문서의 섹션 IV.C.1과 IV.C.2에 설명되어 있으며, 첨부된 TSD의 5장에 더 자세히 나와 있다.

D. 마크업 분석

마크업 분석에서는 유통망에서 적절한 마크업 (예를 들어 소매업체 마크업, 유통업체 마크업, 계약업체 마크업)과 판매세를 개발하여 공학 분석에서 도출된 MSP와 운송비 추정치를 소비자 가격으로 변환한 다음 LCC와 PBP 분석에 사용한다. 유통 채널의 각 단계에서 기업은 사업 비용과 이익을 충당하기 위해 제품 가격을 인상한다.

2022년 6월 예비 분석의 마크업 분석과 관련하여 DOE는 AHRI와 Lennox로부터 의견을 접수하였다. AHRI는 단일 패키지 전용 시스템은 다른 워크인 냉장 시스템에 비해 주문자 상표 부착 생산 (Original Equipment Manufacturer, "OEM") 유통 채널을 통해 더 많이 판매되며, 출하량의 75%는 OEM을 통해, 15%는 냉장 도매업체를 통해, 나머지 10%는 일반 계약업체와 장비 유통업체에 분산되어 있다고 응답하였다. (AHRI, 16번, 15 페이지) Lennox는 전용 콘덴싱 유닛, 유닛 쿨러, 단일 패키지 전용 시스템에 대한 전자 상거래 채널을 분석한 결과 이러한 채널이 주로 중고 리퍼비시 장비를 조달하는 데 사용된다고 응답하였다. (Lennox, 36번, 5 페이지) Lennox는 단일 패키지 전용 시스템은 장비의 특성과 간단한 용도의 사용으로 인해 전자상거래를 통해 더 빠르게 채택될 수 있다고 생각하며, 향후 전자상거래가 한 요인이 될 수 있지만 전용 콘덴싱 유닛과 유닛 쿨러 용도에는 장비를 선택하고 균형을

맞추기 위해 전문 지식을 갖춘 인력이 필요하다고 언급하였다. 또한 Lennox는 AIM 법에 따라 수소불화탄소 (Hydrofluorocarbon, "HFC")의 배출을 줄이려는 EPA의 계획에 따라 A2L과 CO₂를 포함한 GWP가 낮은 냉매가 시장에 출시될 것으로 예상되며, 이는 고객의 워크인 냉장 장비 선택의 복잡성을 증가시켜 전자상거래를 통한 채택률에 영향을 미칠 것이라고 언급하였다. (Id.)

AHRI에 대한 응답으로 DOE는 2022년 6월 예비 분석에 사용된 유통 채널이 AHRI에서 제공한 값과 일치하며 DOE는 NOPR 분석에서 이러한 값을 유지했다고 언급하였다. DOE는 전자상거래 유통 채널이 주로 리퍼브/중고 장비에 사용되며 향후 전자상거래가 전용 콘덴싱과 유닛 쿨러 장비를 위해 가능한 유통 수단이 될 수 있다는 Lennox의 입장에 잠정적으로 동의한다. 그러나 DOE는 리퍼브/중고 장비는 이 규칙 제정 범위를 벗어나므로 이 분석에서 고려하지 않았으며 향후 전자상거래를 통한 유통은 불확실하다는 점을 언급한다. 이러한 불확실성 때문에 DOE는 이 분석에 전자 상거래 유통 채널을 포함하지 않았으며 2022년 6월 예비 분석에서 사용한 접근 방식을 유지하였다. 그러나 DOE는 향후 규칙 제정 시 워크인 전자 상거래 유통 채널을 분석에 포함하는 것을 고려할 수 있다.

DOE는 이 채널을 사용하는 워크인 장비의 유형과 이 채널의 규모를 포함하여 전자 상거래 유통 채널에 대한 의견을 구한다.

DOE는 유통망의 각 에이전트에 대해 기준 마크업과 증분 마크업을 개발하였다. 기준 마크업은 기준 효율을 가진 장비의 가격에 적용되며, 증분 마크업은 기준 모델과 더 높은 효율 모델 간의 가격 차이 (증분 비용 증가)에 적용된다. 증분 마크업은 일반적으로 기준 마크업보다 낮으며 새로운 표준 또는 수정된 표준 전후에 유사한 유닛 당 영업이익을 유지하도록 설계되었다.⁴¹ 이 분석의 맥락에서 OEM은 대부분 엔밸로프 단열 패널 제조업체이며 전체 워크인 유닛도 판매할 수 있다. 전체 워크인 유닛 제조업체는 제조업체의 공장 또는 고객 현장에서 구매하고 제조된 부품의 조립을 조립한다. 표 IV.21은 DOE가 이 분석을 위해 정의한 유통 채널을 보여준다. 표 IV.22에는 워크인 장비에 대해 개발된 기준 마크업과 증분 마크업이 요약되어 있다. 이 표에 표시된 마크업은 해당 마크업에 대한 국가 평균값을 반영한다. 후속 LCC 분석에서는 지역별 마크업 승수를 개발하여 장비 계약자 마크업의 지역별 변동과 판매세의 주별 차이를 파악하는 데 사용하였다. 또한 LCC 분석에서 신규 건설과 교체 시장에 대한 상대적 출하량은 장비 등급별로 달라서 매출 가중 평균 기준과 장비 등급별 평균 증분 마크업 사이에 약간의 차이가 있다.

⁴¹표준을 준수하는 장비의 예상 가격은 일반적으로 기준 장비의 가격보다 높기 때문에 증분 비용과 기준 비용에 동일한 마크업을 사용하면 단위당 운영 수익이 더 높아진다. 이러한 결과는 가능하지만, DOE는 합리적으로 경쟁이 치열한 시장에서는 표준이 장기적으로 지속 가능한 수익성 증가로 이어질 가능성은 낮다고 주장한다.

표 IV.21-유통 채널 가중치

유통 채널	전용 콘덴싱 유닛 및 유닛 쿨러	디스플레이 문	패널 및 비디스플레이 문	단일 패키지 전용 시스템	멀티플렉스용 유닛 쿨러*
직접 (국민 계정)	0.03	0.30	0.45	.....	0.45
계약자	0.03	0.14	0.11	0.5	0.01
유통업체	0.34	0.56	0.44	0.5	0.05
OEM	0.18	.....	.....	0.75	0.05
도매	0.42	.....	.....	0.15	0.45
총 합	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

* 유닛 쿨러는 전용 및 멀티플렉스 콘덴싱 시스템에 모두 연결되는 용도로 판매된다. 멀티플렉스 콘덴싱 시스템은 현재 적용 범위에 포함되어 있지 않지만, 이들에 연결되어 있는 유닛 쿨러는 범위에 포함된다.

표 IV.22-유통 채널 점유율과 마크업

장비 등급 코드	장비 군	기준 마크업	증분 마크업
DC.L.O	DC	2.03	1.37
DC.L.I	DC	2.03	1.37
DC.M.O	DC	2.03	1.37
DC.M.I	DC	2.03	1.37
UC.L	UC	2.03	1.37
UC.M	UC	2.03	1.37
UC.L—Multiplex	UC	1.98	1.46
UC.M—Multiplex	UC	1.98	1.46

FP.L	P와 NDD	1.32	1.19
PS.L	P와 NDD	1.32	1.19
PS.M	P와 NDD	1.32	1.19
NM.L	P와 NDD	1.32	1.19
NM.M	P와 NDD	1.32	1.19
NO.L	P와 NDD	1.32	1.19
NO.M	P와 NDD	1.32	1.19
DW.L	DD	1.71	1.29
DW.M	DD	1.71	1.29
SP.M.I	SP	1.53	1.18
SP.M.O	SP	1.53	1.18
SP.L.I	SP	1.53	1.18
SP.L.O	SP	1.53	1.18
SP.H.I	SP	1.53	1.18
SP.H.O	SP	1.53	1.18
SP.H.ID	SP	1.53	1.18
SP.H.OD	SP	1.53	1.18

약자: DC = 전용 콘덴싱 유닛, UC = 유닛 쿨러, P = 패널, NDD = 비디스플레이 문, DW = 디스플레이 문, SP = 단일 패키지 전용 시스템.

표 IV.21에 나열된 6가지 유통 채널을 파악한 후 DOE는 미국 인구 조사국⁴²과 다른 출처⁴³의 경제 데이터에 의존하여 장비가 제조업체에서 고객에게 전달될 때 가격이 어떻게 마크업 되는지 확인하였다.

NOPR TSD의 6장에서는 워크인 쿨러 및 냉동고에 대한 DOE의 마크업 개발에 대해 자세히 설명한다.

E. 에너지 사용 분석

에너지 사용 분석의 목적은 대표적인 미국 상업용 건물에서 다양한 효율을 가진 워크인 쿨러 및 냉동고의 연간 에너지 소비량을 파악하고 워크인의 효율이 증가함에 따른 에너지 절약 잠재력을 평가하는 것이다. 에너지 사용 분석은 연간 에너지 소비량 (Annual Energy Consumption, "AEC")으로 명시된 현장의 워크인 (즉, 소비자가 실제로 사용하는)에 대한 에너지 사용 범위를 추정한다. 에너지 사용 분석은 DOE가 수행하는 다른 분석, 특히 수정된 또는 새로운 표준 채택으로 인해 발생할 수 있는 에너지 절약과 소비자 운영 비용 절감에 대한 평가를 위한 기초를 제공한다.

1. 시범 표준 수준

DOE는 고려 중인 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대해 세 가지 시범 표준 수준 (Trial Standard Level, "TSL")의 편익과 부담을 분석하였다. 이러한 TSL은 이 문서의 섹션 IV.A.1에 설명된 대로 DOE가 공학 분석에서 분석한 각 장비 등급에 대한 특정 효율 수준을 결합하여 개발되었다. DOE는 간결성을 위해 이 문서에서 장비 등급별이 아닌 장비 유형별로 TSL 결과를 제시하며, DOE가 분석한 각 대표 유닛과 장비 등급에 대한 모든 효율 수준에 대한 결과는 NOPR TSD의 5장, 8장, 10장에서 확인할 수 있다.

⁴²미국 인구조사국. 전기, 하드웨어, 배관, 난방 장비, 소모품: 2020. 2020. 워싱턴 DC 보고서 번호 EC-02- 421-17

⁴³난방, 공조, 냉장 유통업체 인터내셔널. 2012 수익 보고서 (2011 데이터). 2012. Columbus, OH.

효율 개선이 워크인 엔벨로프 구성 요소 (예를 들어, 패널과 문)에 미치는 영향을 추정하려면 먼저 연결된 냉장 장비의 효율과 에너지 사용을 확정해야 하므로 DOE는 이 문서의 이번 섹션에서 TSL을 제시한다. 에너지 사용 분석에서 TSL을 결정함으로써 DOE는 워크인 냉장 시스템과 엔벨로프 구성 요소 모두에 대한 구체적이고 일관된 정책 시나리오의 영향을 추정할 수 있다. 이 분석을 위해 DOE는 세 가지 TSL을 살펴보고 있다.

TSL 3은 기술적으로 가능한 최대 수준에서 각 대표 유닛에 대한 설계 옵션의 조합을 사용하는 효율 수준이다.

표 IV.23 - TSL 3의 대표 유닛 매핑에 따른 엔벨로프 구성 요소의 효율 수준

장비 등급	TSL 3
디스플레이 문	
DW.L	2
DW.M	2
비디스플레이 문	
NM.L	5
NM.M	6
NO.L	5
NO.M	6
패널	
PFL	3
PS.L	2
PS.M	3

표 IV.24 - TSL 3의 대표 유닛 매핑에 따른 냉장 시스템의 효율 수준

장비 등급	용량 (kBtu/hr)								
	2	3	6	7	9	25	54	75	124
전용 콘덴싱 시스템									
DC.L.I .....	.....	2	.....	.....	1	3	2	.....	.....
DC.L.O .....	.....	3	.....	.....	5	8	5	5	.....
DC.M.I .....	.....	.....	.....	.....	1	2	3	3	.....
DC.M.O .....	.....	.....	.....	.....	7	8	7	8	8
단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템									
SP.H.I	2	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.ID	2	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.O	6	.....	.....	6	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.OD	6	.....	.....	6	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.I	7	.....	3	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.O	4	.....	4	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.M.I	5	.....	.....	.....	3	.....	.....	.....	.....
SP.M.O	9	.....	.....	.....	5	.....	.....	.....	.....
유닛 클러									
UC.H .....	.....	.....	.....	.....	1	1	.....	.....	.....
UC.H.ID .....	.....	.....	.....	.....	1	1	.....	.....	.....
UC.L .....	.....	2	.....	.....	2	2	2	2	.....
UC.M .....	.....	2	.....	.....	2	2	2	2	.....

TSL 2는 7% 할인율에서 NPV를 양의 값으로 제한하면서 FFC가 최대화되는 모든 대표 유닛의 효율 수준을 조합한 것이다. 디스플레이 문 (DW.L과 DW.M)과 패널(PFL, PS.L, PS.M)의 경우 소비자 편익으로 이어지는 효율성 개선이 없으므로 이 TSL에 대해 매핑된 EL은 기준 (EL 0)으로 유지된다. 이 규칙안에서 TSL 2의 비디스플레이 문과 구조용 패널에 대한 효율 수준은 DOE가 한 구성 요소에는 단일 두께 증가를 요구하지만 다른 구성 요소에는 요구하지 않는 표준을 제안하는 상황을 피하기 위해 비디스플레이 문과 구조용 패널 전반에 단일 개선이 조화를 이루도록 제한된다. 그러므로 TSL 2의 효율 수준은 단일 두께가 조화를 이루고 비디스플레이 문과 구조용 패널 모두에 대해 NPV가 양의 값이 되는 설계 옵션을 반영하도록 조정된다. 비디스플레이 문과 패널의 단일 두께를 일치시킬 경우, 구성 요소의 두께가 일치하지 않아 교체용 비디스플레이 문을 설치하면 부착된 워크인 인클로저 패널의 일부 또는 전부를 교체해야 하는 의도치 않은 결과를 방지할 수 있다.

DOE는 주어진 TSL에서 패널과 비디스플레이 문의 두께를 조화시키는 것에 대한 가정과 근거에 대한 의견을 구한다.

DOE는 냉장 시스템의 경우 이러한 제약 조건이 없으며 TSL 2는 7% 할인율에서 소비자 NPV가 양의 값인 최대 FFC라는 엄격한 기준에 따라 평가됨을 언급한다. 그러므로 일부 장비의 경우 TSL 2에 대한 EL 조합이 최대 기술 수준인 반면 다른 장비는 그렇지 않은 상황이 발생할 수 있다.

표 IV.25 - TSL 2의 대표 유닛 매핑에 따른 엔벨로프 구성 요소의 효율 수준

장비 등급	TSL 2
디스플레이 문	
DW.L	0
DW.M	0
비디스플레이 문	
NM.L	3
NM.M	3
NOL	3
NO.M	3
패널	
PFL	0
PS.L	0
PS.M	0

표 IV.26 - TSL 2의 대표 유닛 매핑에 따른 냉장 시스템의 효율 수준

장비 등급	용량 (kBtu/hr)								
	2	3	6	7	9	25	54	75	124
전용 콘덴싱 시스템									
DC.L.I .....	.....	1	.....	.....	0	2	1	.....	.....
DC.L.O .....	.....	2	.....	.....	3	7	4	3	.....
DC.M.I .....	.....	.....	.....	.....	0	1	2	2	.....
DC.M.O .....	.....	.....	.....	.....	2	3	3	3	3
단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템									
SP.H.I	1	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.ID	2	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.O	5	.....	.....	5	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.OD	5	.....	.....	6	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.I	4	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.O	0	.....	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.M.I	3	.....	.....	.....	1	.....	.....	.....	.....
SP.M.O	7	.....	.....	.....	3	.....	.....	.....	.....
유닛 클러									
UC.H.I .....	.....	.....	.....	.....	0	0	.....	.....	.....
UC.H.ID .....	.....	.....	.....	.....	1	1	.....	.....	.....
UC.L .....	.....	2	.....	.....	2	2	2	2	.....
UC.M .....	.....	2	.....	.....	2	2	2	2	.....

TSL 1은 7% 할인율에서 NPV가 최대화되는 효율 수준의 조합이다. 패널과 비디스플레이 문에는 TSL 2와 마찬가지로 단열 두께에 대한 설계 옵션이 양의 값인 NPV를 가져와야 한다는 제약이 적용된다.

표 IV.27 - TSL 1의 대표 유닛 매핑에 따른 엔벨로프 구성 요소의 효율 수준

장비 등급	TSL 1
디스플레이 문	
DW.L	0
DW.M	0
비디스플레이 문	
NM.L	3

NM.M	1
NOL	3
NO.M	1
패널	
PFL	0
PS.L	0
PS.M	0

표 IV.28 - TSL 1의 대표 유닛 매핑에 따른 냉장 시스템의 효율 수준

장비 등급	용량 (kBtu/hr)								
	2	3	6	7	9	25	54	75	124
전용 콘덴싱 시스템									
DC.L.I .....	.....	1	.....	.....	0	2	1	.....	.....
DC.L.O .....	.....	2	.....	.....	3	5	3	3	.....
DC.M.I .....	.....	.....	.....	.....	0	1	2	2	.....
DC.M.O .....	.....	.....	.....	.....	1	2	3	3	2
단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템									
SP.H.I	1	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.ID	2	.....	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.O	4	.....	.....	3	.....	.....	.....	.....	.....
SP.H.OD	4	.....	.....	3	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.I	4	.....	2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.L.O	0	.....	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SP.M.I	2	.....	.....	.....	1	.....	.....	.....	.....
SP.M.O	5	.....	.....	.....	3	.....	.....	.....	.....
유닛 쿨러									
UC.H.I .....	.....	.....	.....	.....	0	0	.....	.....	.....
UC.H.ID .....	.....	.....	.....	.....	1	1	.....	.....	.....
UC.L .....	.....	1	.....	.....	2	1	2	1	.....
UC.M .....	.....	2	.....	.....	1	2	1	2	.....

2. 엔벨로프 구성 요소의 에너지 사용

DOE는 공학 분석 결과를 사용하여 각 워크인 엔벨로프 구성 요소 (예를 들어 패널, 비디스플레이 문, 디스플레이 문)의 연간 전기 에너지 소비량을 결정하였다. 패널의 경우, AEC는 패널 또는 문을 통한 열 침투에 대한 패널의 단위 면적당 에너지 소비량으로 계산된다. 전기를 소비하는 구성 요소 (예를 들어 조명 그리고/또는 결로 방지 히터)에서 직접 전기를 사용하는 문의 경우 DOE는 전기를 소비하는 구성 요소의 관련 증가된 냉동 부하를 계산하고 이를 합산하여 일일 냉동 부하를 산출하였다. 이 냉장 부하를 온도 등급별로 그룹화된 냉장 시스템 장비 등급의 출하 가중 평균의 연간 에너지 효율 비율 (Annual Energy Efficiency Ratio, "AEER")로 나누어 관련 에너지 사용량을 추정하였다. DOE는 일일 전기 에너지 소비량에 연간 일수를 곱하여 AEC를 얻었다. 그런 다음 DOE는 (1) 연결된 것으로 가정된 냉장 시스템을 기반으로 엔벨로프를 통한 열 침투를 상쇄하는 데 필요한 냉동 에너지 소비량을 계산하고, (2) 구성 요소별로 소비되는 직접적인 전기 에너지를 추가하여 각 엔벨로프 구성 요소와 관련된 총 전기 에너지 소비량을 결정하였다. 냉장 부하는 DOE 테스트 절차에 명시된 대로 구성 요소의 U-인자에 외부와 내부의 기준 온도 차이를 곱하여 계산하였다.

DOE는 개선된 단열 또는 감소된 열 침투로 인한 에너지 절감은 연결된 냉장 시스템의 부하 감소로 실현될 수 있지만, 잠재적인 수정된 표준을 결정하기 위한 절감을 보고하기 위한 목적상 이러한 에너지 절감은 해당 개별 엔벨로프 구성 요소에 기인한다고 언급한다.

DOE는 엔벨로프 구성 요소와 관련된 에너지 사용 분석과 관련하여 어떠한 의견도 받지 않았으므로 2022년 6월 예비 분석의 접근 방식을 유지하였다.

표 IV.29 - 장비 등급별 적용된 AEER

장비 등급	기준	시험 표준 수준		
		1	2	3
DC.L.I	2.79	2.84	2.84	2.84
DC.L.O	4.10	4.16	4.18	4.82
DC.M.I	5.81	6.09	6.09	6.09
DC.M.O	8.02	8.74	8.74	10.81
SP.L.I	2.11	2.38	2.38	2.47
SP.L.O	3.30	3.30	3.30	3.98
SP.M.I	5.68	6.02	6.05	6.12
SP.M.O	7.80	8.23	8.25	9.65

3. 냉장 시스템의 에너지 사용

DOE는 워크인 엔벨로프에 적절한 냉장 부하로 연결되었다고 가정한 냉장 시스템의 AEC를 계산하였다. 또한 DOE는 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 수정된 경우 모두에서 이 냉장 부하가 고정되어 있다고 가정한다.

공학 분석은 각 설계 옵션 조합에 대해 효율성을 높이는 기능을 추가하는 설계 옵션 접근 방식을 사용한다. 그러므로 장비 등급은 공학 설계 옵션에 해당하는 효율 수준 지표 그룹으로 나타낼 수 있다.

각 장비 등급에 대해 공학 분석은 전용 콘덴싱 유닛, 유닛 쿨러 또는 단일 패키지 전용 시스템의 성능을 평가하고, 각 대표 용량에 대해 성능 데이터를 에너지 사용량 계산에 이용한다. 연간 에너지 사용량을 계산하는 데 사용되는 데이터와 식은 장비 유형에 따라 다르며 NOPR TSD의 7장, 8장, 관련 부속서에서 확인할 수 있다. 전용 콘덴싱 유닛에 부착되지 않은 유닛 쿨러는 순 용량이 일정한 압축기 랙과 연결되어 있다고 가정하며, 이를 멀티플렉스 적용이라고 한다. 저온 유닛 쿨러에는 성에 제거 사이클 동안 발생하는 에너지 소비의 영향이 포함된다. 냉장 시스템의 경우 순 용량은 추가된 설계 옵션의 영향을 받게 되므로 각 효율 수준에서 작동 시간을 조정하여 모든 효율 수준에서 제거되는 열의 양이 일정하게 유지되도록 한다. 실외 시스템의 경우 압축기와 콘덴서 성능도 주변 온도의 영향을 받게 되며, 이러한 효과는 에너지 사용량 계산에 반영된다. 각 장비 유형에 대한 자세한 식과 입력 데이터는 NOPR TSD의 7장에 나와 있다.

a. 팬 전력

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 AHRI는 A2L 냉매를 사용할 때 인화성 냉매의 농도를 줄이기 위해 냉장 시스템 팬이 지속적으로 작동해야 하며, 이로 인해 증발기를 다시 설계하는 것이 필요할 수 있다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 5 페이지) DOE는 인화성 냉매를 사용하는 시스템에 대해 지속적인 팬 작동을 요구하는 안전 표준에 대해 알지 못한다. 그러므로 이 NOPR에서 DOE는 R-448A 또는 R-449A를 사용하는 냉장 시스템과 A2L 냉매를 사용하는 냉장 시스템에 대해 팬 작동이 동일하다고 가정하였다.

b. 공칭 일일 가동 시간

기준 유닛의 일일 가동 시간은 일반적으로 냉장 시스템 크기 결정에 사용되는 지침에 따라 중온과 고온 시스템의 경우 16시간, 저온 시스템의 경우 18시간으로 가정하였다. DOE는 실외 유닛의 경우 95°F, 실내 유닛의 경우 90°F의 설계 온도에서 시스템의 크기가 결정되었다고 가정하였다. 또한 DOE는 일일 가동 시간을 1/1.2로 줄이는 효과가 있는 20%의 과대 크기 계수 (oversize factor)를 포함한다고 가정하였다. 이러한 가정은 2014년 6월 최종 규칙과 2017년 7월 최종 규칙으로부터 변경되지 않았다. 79 FR 32083, 82 FR 31842. 나머지 시간 동안에는 시스템이 꺼짐 모드에 있으므로 에너지 소비는 제어기와 증발기 팬에서만 발생한다.

2022년 6월 예비 분석 TSD 요약본의 섹션 ES.4.13에서 DOE는 워크인 냉장 시스템의 에너지 사용량을 결정하는 접근 방식에 대한 의견을 요청하였다. DOE는 여러 이해 관계자로부터 일일 가동 시간에 관한 의견을 접수하였다.

Lennox는 DOE가 가동 시간으로 하루 16시간을 적용한 것은 상당히 낮다고 언급하였다. (Lennox 36번, 6 페이지) 또한 Lennox는 WICF 냉장 시스템은 내부 제품을 보존하기 위한 일관된 온도 제어를 보장하기 위해 가동 시간을 연장하여 적절한 크기로 설계해야 한다고 언급하였다. 또한 Lennox는 다양한 용도에 대한 Heatcraft 공학 매뉴얼 지침이 존재하며 고온 공간과 유닛

쿨러에 대한 Heatcraft 지침은 박스 하중을 증가시키는 외부 공기 침투 수준이 높은 준비실 용도를 기반으로 한다고 언급하였다. Lennox는 Heatcraft 가동 시간 지침은 다음과 같다고 언급하였다:

- 타이머가 없는 35°F 공간: 16시간,
- 타이머가 있는 35°F 공간: 18시간,
- 성에 제거 기능이 있는 블라스트 쿨러/냉동고: 18시간,
- 저장 냉동고 20시간,
- 뜨거운 가스 또는 전기 성에 제거 기능이 있는 25-34°F 쿨러 20~22시간, 그리고
- 코일 온도가 32°F 이상인 50°F 공간: 20-22시간.

(Id.)

또한 AHRI는 몇몇의 회원사가 일부 고온 유닛 쿨러와 고온 단일 패키지 장비의 가동 시간을 20시간에 가깝게 추정한다고 언급하며 하루 16시간의 공칭 가동 시간이 어떻게 결정되었는지 명확히 설명해 달라고 요청하였다. (AHRI 39번, 4 페이지) Hussmann-Refrigeration은 AHRI의 의견에 동의하며 고온 단일 패키지 장비의 공칭 가동 시간은 20시간이 적절하다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 4 페이지)

Lennox에 대한 답변에서 DOE는 그들이 제공한 가동 시간 지침은 준비실 용도의 박스 냉각 부하를 결정하기 위한 것이라고 언급한다. 또한 DOE는 이러한 지침은 현재 표준의 적용 대상이 아닌 장비도 포함한다고 언급한다. 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 이전의 분석과 이해관계자 협상을 통해 도출된 가동 시간을 채택했으며, 이 가동 시간은 논쟁의 여지가 없는 모델링의 핵심 가정으로 사용되었다. 79 FR 32083, 81 FR 63008, 82 FR 31846. 이러한 단일 포인트 값을 사용하면 이미 복잡한 분석을 단순화할 수 있다는 장점이 있다. DOE는 모든 장비 유형에 대해 단일 지점 가정을 사용하면 현장에서 워크인이 사용되는 다양한 방식을 포착하지 못할 수 있음을 언급한다. DOE는 다양한 워크인 용도에 따라 가중치를 부여한 가동 시간 값의 분포를 포함할 수 있는 기술적 역량을 갖추고 있지만, 이러한 분포를 구성할 수 있는 충분한 세부 정보가 있는 데이터나 정보를 가지고 있지는 않다.

AHRI와 Hussmann-Refrigeration이 DOE가 고온 단일 패키지 콘덴싱 시스템과 유닛 쿨러의 공칭 가동 시간으로 16시간을 적용한 이유에 대한 배경을 요청한 것에 대해 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 고온 장비의 냉각 온도 목표가 35°F에서의 중온 시스템과 유사하기 때문에 모델링 가정으로 이 수치를 제시하였다.

또한 AHRI는 단일 패키지 장비에 대한 하루 16시간 가동 시간에 동의한다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 4 페이지) HTPG는 저온과 중온 단일 패키지 장비에 대한 일일 공칭 가동 시간에 동의하였다. (HTPG, 35번, 6 페이지) NAFEM은 또한 이전의 규칙 제정에서 사용된 가동 시간이 여전히 대표적이라는 것을 확인하였다. (NAFEM, 13번, 2 페이지)

이 NOPR에서 DOE는 고온 장비에 대한 공칭 일일 가동 시간으로 하루 16시간이라는 모델링 가정을 유지하고 다른 모든 등급에 대해서는 2022년 6월 예비 분석의 모델링 가정을 그대로 유지한다. 그러나 DOE는 하위 그룹 분석에서 공칭 가동 시간이 하루 20시간인 고온 장비를 조사하여 따뜻한 공기 침투가 많은 워크인 (예를 들어 준비실)을 사용하는 소비자를 별도의 소비자 하위 그룹 분석으로 추정할 것이다. 섹션 IV.I.를 참조하도록 한다. DOE가 적용한 가동 시간은 표 IV.30에 나와 있다.

표 IV.30 적용 공칭 일일 가동 시간

온도	시간/일
저온	18
고온	16
중온	16

DOE는 다양한 워크인 냉장 장비와 온도 등급에 대한 대표적인 가동 시간 분포를 생성할 수 있는 정보와 데이터를 구하고 있다.

4. 연간 에너지 소비 추정

표 IV.31 패널의 연간 에너지 소비량 추정

[ft² 당 kWh/년]

장비 등급	기준	TSL 1	TSL 2	TSL 3
-------	----	-------	-------	-------

PF.L	5.8	5.8	5.7	4.0
PS.L	9.5	9.4	9.4	5.2
PS.M	2.3	2.2	2.2	1.1

표 IV.32 문의 연간 에너지 소비량 추정

[kWh/년]

장비 등급	기준	TSL 1	TSL 2	TSL 3
DW.L	2,698	2,668	2,663	2,120
DW.M	775	765	762	523
NM.L	3,796	1,318	1,316	1,118
NM.M	1,239	554	281	212
NO.L	5,320	2,049	2,045	1,678
NO.M	1,738	835	462	339

표 IV.33 냉장 시스템의 연간 에너지 소비량 추정

[kWh/년]

장비 등급	기준	TSL 1	TSL 2	TSL 3
DC.L.I	26,420	25,917	25,917	25,887
DC.L.O	40,791	40,254	40,090	34,729
DC.M.I	12,178	11,621	11,621	11,615
DC.M.O	17,720	17,478	17,303	13,147
SP.H.I	2,275	2,035	2,035	1,999
SP.H.ID	3,897	3,258	3,258	3,258
SP.H.O	3,184	2,935	2,795	2,746
SP.H.OD	5,264	4,607	4,139	4,127
SP.L.I	6,624	5,880	5,880	5,653
SP.L.O	8,535	8,535	8,535	7,077
SP.M.I	6,360	6,006	5,983	5,907
SP.M.O	5,963	5,645	5,636	4,816
UC.H	4,666	4,666	4,666	4,613
UC.H.ID	6,948	6,519	6,519	6,519
UC.L	45,993	43,845	43,190	43,190
UC.M	17,333	16,895	16,785	16,785

NOPR TSD의 7장에서는 워크인에 대한 DOE의 에너지 사용 분석에 대한 자세한 내용을 확인할 수 있다.

F. 수명 주기 비용 및 투자 회수 기간 분석

DOE는 워크인에 대한 잠재적 에너지 절약 표준이 개별 소비자에게 미치는 경제적 영향을 평가하기 위해 LCC와 PBP 분석을 수행하였다. 신규 또는 수정된 에너지 절약 표준이 개별 소비자에게 미치는 영향은 일반적으로 운영 비용의 감소와 구매 비용의 증가를 수반하게 된다. DOE는 다음 두 가지 지표표를 사용하여 소비자에게 미치는 영향을 측정하였다:

- LCC는 제품 수명 기간 동안 기기 또는 제품의 총 소비자 비용으로, 총 설치 비용 (제조업체 판매 가격, 유통망 마크업, 판매세, 설치 비용)에 운영 비용(에너지 사용, 유지보수, 수리 비용)을 더한 금액으로 구성된다. DOE는 향후 운영 비용을 구매 시점으로 할인하고 제품 수명 기간 동안 합산하여 운영 비용을 계산한다.
- PBP는 소비자가 더 효율적인 제품을 구매하는 데 지불한 증가된 비용 (설치 포함)을 낮은 운영 비용을 통해 회수하는 데 걸리는 예상 시간(년)이다. DOE는 더 높은 효율 수준에서의 구매 비용 변화를 수정된 또는 새로운 표준이 시행될 것으로 가정한 연도의 연간 운영 비용 변화로 나누어 PBP를 계산한다.

특정 효율 수준에 대해 DOE는 새로운 표준이 없는 경우의 LCC와 비교하여 LCC의 변화를 측정하며, 이는 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 없을 때 워크인 예상 효율 분포를 반영한다. 이와는 대조적으로, 특정 효율 수준에 대한 PBP는 기준 제품에 대비하여 측정된다.

각 장비 등급에서 고려되는 각 효율 수준에 대해 DOE는 국가의 대표적인 상업적 소비자 집합에 대해서 LCC와 PBP를 계산하였다. 이전에 설명한 바와 같이 DOE는 2018년 상업용 건물 에너지 소비 조사 (2018 Commercial Buildings Energy Consumption Survey, "CBECS 2018")에서 가구용 표본을 개발하였다.⁴⁴ 각 샘플에 대해 DOE는 워크인의 에너지 소비량과 적절한

에너지 가격을 결정하였다. 상업적 소비자의 대표적인 표본을 개발하여 워크인의 사용과 관련된 에너지 소비량과 에너지 가격의 변동성을 파악하였다.

⁴⁴미국 에너지 정보국. 상업용 건물 에너지 소비 조사 2018, 2022.

총 설치 비용을 계산하는 데 입력되는 항목에는 MPC, 제조업체 마크업, 소매업체와 유통업체 마크업, 판매세를 포함한 제품 원가와 설치 비용이 포함된다. 총 운영 비용을 계산하는 데 입력되는 항목에는 연간 에너지 소비량, 에너지 가격과 가격 예측, 수리와 유지보수 비용, 제품 수명, 할인율이 포함된다. DOE는 제품 수명, 할인율, 판매세에 대한 값의 분포를 생성하고 각 값에 확률을 부여하여 불확실성과 변동성을 고려하였다.

DOE가 LCC를 계산하는 데 사용하는 컴퓨터 모델은 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하여 불확실성과 변동성을 분석에 반영한다. 몬테카를로 시뮬레이션은 확률 분포와 워크인 사용자 표본에서 입력 값을 무작위로 샘플링한다. 이 모델은 시뮬레이션을 실행할 때마다 각 효율 수준에서 제품에 대한 LCC를 계산하였다. 분석 결과에는 냉장 시스템에 대한 30,000개의 데이터 포인트와 앤벨로프 구성 요소에 대한 10,000개의 데이터 포인트의 분포가 포함되어 있으며, 새로운 표준이 없는 경우의 효율 분포와 비교하여 주어진 효율 수준에 대한 LCC 절감 범위가 표시된다. 주어진 소비자에 대해 몬테카를로 시뮬레이션을 반복할 때 제품 효율은 확률에 따라 선택된다. 선택한 제품 효율이 고려 중인 표준 수준의 효율보다 크거나 같으면 LCC 계산 결과 소비자는 표준 수준에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타난다. DOE는 이미 더 높은 효율의 제품을 구매한 소비자를 고려함으로써 제품 효율의 향상으로 인한 잠재적 편익을 과장하지 않도록 한다.

DOE는 새로운 표준 또는 수정된 표준을 준수해야 하는 예상 연도에 각각 신제품을 구매하는 것으로 가정하여 워크인의 소비자에 대한 LCC와 PBP를 계산하였다. 수정된 표준은 새로운 표준 또는 수정된 표준이 발표된 날로부터 3년 후에 제조된 워크인에 적용된다. (42 U.S.C.6313(f)(5)(B)(i)) 현재 DOE는 2024년에 최종 규칙이 발표될 것으로 예상하고 있으므로 분석의 목적을 위해 2027년을 워크인과 관련된 수정 표준을 준수하는 첫 해로 사용하였다.

표 IV.34에는 DOE가 LCC와 PBP 계산에 대한 입력 값을 도출하는 데 사용한 접근 방식과 데이터가 요약되어 있다. 이어지는 하위 섹션에서 자세한 내용을 확인할 수 있다. 스프레드시트 모델 그리고 LCC와 PBP 분석에 대한 모든 입력 값에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 8장과 그 부속서에 포함되어 있다.

표 IV.34 – LCC와 PBP 분석을 위한 입력 값 및 방법 요약*

입력 값	출처/방법
제품 비용	MPC에 제조업체와 소매업체의 마크업과 판매세를 적절히 곱하여 도출. 과거 데이터를 사용하여 제품 비용을 예측하기 위한 가격 조정 지수를 도출.
설치 비용	기준 설치 비용은 RS Means의 데이터를 통해 결정. 효율 수준에 따른 변화가 없다고 가정.
연간 에너지 비용.....	WICF가 포함된 건물을 곱하 연간 총 에너지 사용량.
에너지 가격	변동성: CBECS 2018 기준. 전기: 2021년 EIA의 양식 861에 기반한 2021년 데이터. 변동성: 9개 구역에 대해 결정된 지역별 에너지 가격.
에너지 가격 동향	AEO2023 가격 전망 기준.
수리 및 유지보수 비용	효율 수준에 따른 변화가 없다고 가정.
제품 수명	평균: 9년에서 12년 사이
할인율	접근 방식에는 고려 중인 기기를 구매하는 데 사용되거나 간접적으로 영향을 받을 수 있는 모든 가능한 부채 또는 자산 등급을 식별하는 것이 포함됨. 연방 준비 위원회의 소비자 금융 설문조사가 주요 데이터 출처.
준수 일	2027년

* PBP 계산에는 사용되지 않는다. 이 표에 언급된 데이터 출처에 대한 참조는 이 표의 다음 섹션 또는 NOPR TSD의 8장에서 확인할 수 있다.

1. 장비 비용

DOE는 공학 분석에서 개발된 MSP에 이전에 설명한 마크업 (판매세와 함께)을 곱하여 소비자 제품 비용을 계산하였다. DOE는

기준 제품과 더 높은 효율의 장비에 대해 서로 다른 마크업을 사용했는데, 그 이유는 DOE가 더 높은 효율의 제품과 관련된 MSP의 증가에 대해 증분 마크업을 적용하기 때문이다.

DOE는 BLS의 1978년부터 2021년까지 상업용 냉장고와 관련 장비 제조에 대한 과거 생산자 물가 지수 (Producer Price Index, "PPI") 데이터를 조사하였다.⁴⁵ 이 PPI 시리즈에는 워크인 이외의 냉장 장비의 가격도 포함될 수 있지만, 이는 워크인을 대표하는 가장 세분화된 가격 시리즈이다. DOE는 이 PPI가 워크인에 대한 과거 가격 동향에 근접한 프록시 (대리 가격)라고 가정한다. PPI 데이터는 제품 품질 변화에 따라 조정된 명목 가격을 반영한다. 상업용 냉장고와 관련 장비 제조에 대한 인플레이션 조정 (차감한) 가격 지수는 PPI 시리즈를 국내 총 생산 연쇄 가격 지수로 나누어 계산하였다.

DOE는 2021년과 2022년 사이에 연간 실질 물가 추세가 급등하는 것을 관찰하였다. 그러나 월 단위로 PPI를 살펴보면 2022년부터 2023년까지의 명목 PPI는 평준화되고 있는 것으로 보인다. 구체적으로 표 IV.35의 월별 PPI 데이터를 보면, 관측치가 2022년 1월 339에서 2022년 7월까지 375로 상승한 후 2023년 2월에는 378로 소폭 상승한다 (강조됨). 이 NOPR의 발행 시점에 2023년의 국내 총 생산 연쇄 가격 지수를 사용할 수 없었기 때문에 DOE는 2023년 데이터를 이 NOPR에 포함하지 못하였다. 이러한 데이터는 DOE에서 모니터링할 것이다. 최종 규칙이 발표되기 전에 데이터의 추세가 나타나면 DOE는 이를 적용할 것이다. 또한 공학 분석은 2022년에 수행되었으며 워크인 장비 가격 측면에서 이러한 증가를 포착하였다. DOE는 이러한 가격 급등의 영향이 현실화될 경우 섹션 V.C.에 표시된 낮은 경제 가격 시나리오 결과에서 실질 가격의 지속적인 상승으로 포착했음을 언급한다.

표 IV.35- 공조, 냉장, 강제 공기 난방 장비 제조업체의 PPI 산업에서 발체 – 암모니아를 제외한 모든 냉매를 사용하는 냉장 콘텐츠싱 유닛 (완성된), 계절적 변동성 미반영

[ID PCU3334153334155]

년도	기간	라벨	관찰 값
2022년	M01	2022년 1월	339
2022년	M02	2022년 2월	339
2022년	M03	2022년 3월	348
2022년	M04	2022년 4월	356
2022년	M05	2022년 5월	356
2022년	M06	2022년 6월	366
2022년	M07	2022년 7월	375
2022년	M08	2022년 8월	375
2022년	M09	2022년 9월	376
2022년	M10	2022년 10월	375
2022년	M11	2022년 11월	376
2022년	M12	2022년 12월	376
2022년	M1	2023년 1월	377
2022년	M02	2023년 2월	378

⁴⁵제품 시리즈 ID: PCU3334153334153.

www.bls.gov/ppi/에서 확인 가능하다.

DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 미래 가격 동향 방법론에 대해 어떠한 의견도 받지 못하였다. 이 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석과 동일한 미래 장비 가격을 결정하는 접근 방식을 유지했으며, 장비 가격이 실질 달러 기준 (즉, 2022년 달러 가치)으로 시간이 지남에 따라 일정할 것이라고 가정하였다.

2. 고객 표본

DOE는 국가 차원에서의 잠재적인 새로운 최소 효율 표준을 뒷받침하기 위해 분석을 수행한다. 즉, DOE는 워크인 운영에 대한 주요 입력 값의 변동성을 파악하기 위해 워크인 장비 소비자 표본을 전국에 분산시켜야 한다. 특히 연간 에너지 사용량의 추정을 위해 DOE는 장비 설치 포화도와 전기 가격의 변동성을 파악하기 위한 목적으로 워크인 설치 군을 여러 지역에 분산하는 것에 대해 우려하고 있는데, 이는 장비 운영 비용에 영향을 미치게 된다. 이러한 설치 분포를 “소비자 표본”이라고 한다. 이 분석을 위해 DOE는 AHRI와 CBECs에서 제공한 데이터를 사용하여 부문별 그리고 인구조사 부문별 설치 수를 추정하였다. 부문별 각 대표 유닛의 가중치는 표 IV.36 - 표 IV.38에 나와 있다.⁴⁶ 이러한 가중치는 전용 콘덴싱 시스템이 모든 부문에 고르게 분포되어 있으며, 소규모 사업 부문은 저용량 장비로 제한되어 있고, 또한 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템은 소규모 사업 부문으로 제한되어 있으며 식품 서비스 부문에 집중되어 있음을 보여준다.

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 Lennox는 다른 부문 대비 “대형 기타” 부문의 분포와 대한 자세한 내용을 요청하였으며, 특히 TSD에서 부문의 분포가 훨씬 낮은 식품 서비스 부문과 비교해서 더 자세한 내용을 요청하였다.

소규모와 대규모 모두의 기타 범주는 특정 범주에 정의되지 않은 주요 건물 활동이 있는 건물을 포괄하는 용도로 CBECs에서 사용한다. 이 분석에서 DOE는 소규모 사업장을 바닥 면적이 3000 ft² 미만인 사업장으로, 대규모 사업장을 바닥 면적이 3000 ft² 이상인 사업장으로 정의한다. 워크인 쿨러 및 냉동고 (RFGWIN6)가 포함된 건물에 대한 CBECs를 조사할 때 DOE는 기타 범주의 워크인 설치 수가 상당히 많다는 것을 발견하였으며, 이에 따라 DOE는 이러한 제품이 CBECs에 범주가 없는 “큰 박스” 소매점의 식품품 부문에 설치되어 있다고 결론을 내렸다.

HTPG는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 표 8.2.1과 표 8.2.2에 있는 각 장비 등급에 대해 DOE가 선택한 유닛 용량 값에 동의하지 않았으며, 값의 범위가 너무 좁고 다양한 부문에 대한 WICF 분포를 제대로 나타내지 못한다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 7 페이지) 또한 HTPG는 대형과 소형 식품 판매, 식품 서비스, 기타 부문에서 선택된 유닛의 용량 범위에 대한 표에 반영된 DOE의 가중치 값에 동의하지 않으며, 작은 용량의 유닛은 소형 부문의 대다수를 차지하고 대형 부문에서는 매우 낮은 가중치를 가질 것이라 언급하면서 DOE의 데이터는 정반대의 분포를 반영한다고 하였다. HTPG는 분포를 제대로 이해하려면 다양한 부문의 광범위한 용량 범위와 함께 전체 제품군을 살펴봐야 한다고 언급하였다. (Id.)

위에서 설명 바와 같이, 표 IV.36 - 표 IV.38에 표시한 것처럼, DOE는 여러 사업장 범주와 규모에 걸쳐 워크인 쿨러와 냉동고의 설치를 추정하였으며, 저용량 워크인 설치를 소규모 사업장에 집중하려고 노력하였다. 대형 기타 범주에 워크인의 비중이 큰 것은 CBECs에 워크인 설치량이 많기 때문이다. 또한 이 NOPR에서 DOE는 상업적으로 판매되는 장비의 크기를 더 잘 반영하기 위해 각 장비 등급 내에서 대표 용량의 수를 늘렸다. 분석 대상 장비의 선정에 대한 자세한 내용은 섹션 IV.C.1을 참조하도록 한다.

Lennox는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 섹션 8.2.1.1, 항목 2a에서 DOE가 중온과 저온 용도에서 워크인 박스의 비율을 결정할 방법을 설명하고 있음을 언급하였다. Lennox는 이해관계자의 의견을 바탕으로 DOE가 냉동고에 대한 쿨러의 상대적 비율을 2/3에서 1/3으로 가정했다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 6-7 페이지) 그러나 Lennox는 DOE가 이 섹션에서 건물 유형별 쿨러와 냉동고 수를 결정하기 위해 두 개의 식을 표시하는데, 100%를 달성하기 위해 분할한 것으로 보이는 하나는 “2/3”, 다른 하나는 “1/3”이 아닌 동일한 비율인 “2/3”을 사용하였는데, 이는 사무적인 실수로 보이며 DOE가 이를 해결해야 한다고 언급하였다. (Id.) 또한, CA IOU는 대부분의 실내 워크인 전용 콘덴싱 유닛이 단일 패키지 전용 시스템의 일부이며, 저온 실내 범주 (778개)의 경우 총 1,631개의 실내 모델, 즉 15,008개의 전용 콘덴싱 시스템 목록 중 11%가 CCMS에 존재한다고 언급하였다. CA IOU는 비교를 위해 식품 서비스 분야에서는 일반적으로 워크인 냉장고의 약 1/3이 냉동고이고 워크인 냉장고의 2/3가 쿨러라고 명시하였다. (CA IOU, 17번, 8 페이지)

⁴⁶인구조사 부문별 장비 분포를 보여주는 소비자 표본의 전체 분석은 기술 지원 문서의 부속서 8E에서 확인할 수 있다.

명확히 하기 위해, 2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 경제성 분석에서 중온에 대해 2/3, 저온에 대해 1/3의 비율을 사용하여 쿨러와 냉동고 시장을 분할하였다. DOE는 NOPR 분석에서도 이 비율을 유지하였다.

표 IV.36-소비자 표본 및 가중치 - 전용 콘덴싱 유닛

[%]

	부문	용량 (kBtu/hr)
--	----	--------------

장비 등급	범주	규모	3	9	25	54	75	124
DC.L.I	기타	대규모.....	23	18	4	10	.....	.....
		소규모.....	1	1	0	0	.....	.....
	판매	대규모.....	4	3	1	2	.....	.....
		소규모.....	3	3	1	0	.....	.....
	서비스	대규모.....	5	4	1	2	.....	.....
		소규모.....	7	6	1	0	.....	.....
DC.L.O	기타	대규모.....	7	25	7	5	14	.....
		소규모.....	0	2	0	0	0	.....
	판매	대규모.....	1	4	1	1	2	.....
		소규모.....	1	4	1	0	0	.....
	서비스	대규모.....	1	6	1	1	3	.....
		소규모.....	2	8	2	0	0	.....
DC.M.I	기타	대규모.....	*12	30	7	4	0	.....
		소규모.....	*1	2	0	0	0	.....
	판매	대규모.....	*2	5	1	1	0	.....
		소규모.....	*2	4	1	0	0	.....
	서비스	대규모.....	*3	6	1	1	0	.....
		소규모.....	*4	9	2	0	0	.....
DC.M.O	기타	대규모.....	*3	30	9	2	6	6
		소규모.....	*0	2	1	0	0	0
	판매	대규모.....	*1	5	2	0	1	1
		소규모.....	*0	4	1	0	0	0
	서비스	대규모.....	*1	7	2	0	1	1
		소규모.....	*1	9	3	0	0	0

* 이 NOPR에서 DOE는 3kBtu/hr 용량의 대표 유닛인 DC.M.I와 DC.M.O의 영향은 고려하지 않는다 (섹션 IVC.1.d의 대표 유닛 하위 섹션 참조). 그러나 이러한 용량은 여전히 시중에 유통되고 있기 때문에 소비자 표본 내에서 지속되며, 이러한 특정 용량에 대한 효율 개선이 고려되지 않더라도 장비 등급으로서 DC.M.I와 DC.M.O의 전체 비용과 편익을 결정할 때 이러한 장비의 비율에 대한 영향을 고려해야 한다.

표 IV.37-소비자 표본 및 가중치 - 단일 패키지 전용 시스템

[%]

장비 등급	부분		용량 (kBtu/hr)			
	범주	규모	2	6	7	9
SP.H.I	기타	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	판매	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	서비스	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	74	.....	26	.....
SP.H.ID	기타	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	판매	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	서비스	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	74	.....	26	.....
SP.H.O	기타	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	판매	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	서비스	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	22	.....	78	.....
SP.H.OD	기타	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	판매	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	0	.....	0	.....
	서비스	대규모.....	0	.....	0	.....
		소규모.....	22	.....	78	.....

SP.L.I	기타	대규모	0	0	.....	.....
		소규모	9	4	.....	.....
	판매	대규모	0	0	.....	.....
		소규모	19	9	.....	.....
	서비스	대규모	0	0	.....	.....
		소규모	41	18	.....	.....
SP.L.O	기타	대규모	0	0	.....	.....
		소규모	3	9	.....	.....
	판매	대규모	0	0	.....	.....
		소규모	7	21	.....	.....
	서비스	대규모	0	0	.....	.....

표 IV.37-소비자 표본 및 가중치 - 단일 패키지 전용 시스템 - 계속

[%]

장비 등급	부문		용량 (kBtu/hr)			
	범주	규모	2	6	7	9
SP.M.I	기타	소규모.....	15	45	.....	.....
		대규모.....	0	.....	.....	0
	판매	소규모.....	3	.....	.....	10
		대규모.....	0	.....	.....	0
	서비스	소규모.....	6	.....	.....	22
SP.M.O	기타	대규모.....	0	.....	.....	0
		소규모.....	14	.....	.....	46
	판매	대규모.....	0	.....	.....	0
		소규모.....	1	.....	.....	12
	서비스	대규모.....	0	.....	.....	0
		소규모.....	2	.....	.....	26
		대규모.....	0	.....	.....	0
		소규모.....	3	.....	.....	56

표 IV.37-소비자 표본 및 가중치 - 유닛 쿨러

장비 등급	부문		용량 (kBtu/hr)				
	범주	규모	3	9	25	54	75
UC.H.I*	기타	대규모.....	.....	0	0	.....	.....
		소규모.....	.....	0	0	.....	.....
	판매	대규모.....	.....	0	0	.....	.....
		소규모.....	.....	0	0	.....	.....
	서비스	대규모.....	.....	30	11	.....	.....
		소규모.....	.....	43	16	.....	.....
UC.H.ID	기타	대규모.....	.....	0	0	.....	.....
		소규모.....	.....	0	0	.....	.....
	판매	대규모.....	.....	0	0	.....	.....
		소규모.....	.....	0	0	.....	.....
	서비스	대규모.....	.....	30	11	.....	.....
		소규모.....	.....	43	16	.....	.....
UC.L.I	기타	대규모.....	18	16	4	14	0
		소규모.....	1	1	0	1	0
	판매	대규모.....	3	3	1	3	0
		소규모.....	3	2	1	2	0
	서비스	대규모.....	4	3	1	3	0
		소규모.....	6	5	1	5	0
UC.L.M	기타	대규모.....	2	21	28	8	8
		소규모.....	0	0	0	0	0
	판매	대규모.....	0	4	5	1	1
		소규모.....	0	0	0	1	1
	서비스	대규모.....	0	5	6	2	2
	

UC.L.O	기타	소규모.....	1	0	0	2	2
		대규모.....	6	22	7	7	10
		소규모.....	0	1	0	0	1
		판매	1	4	1	1	2
		소규모.....	1	3	1	1	2
UC.M.I	기타	대규모.....	1	5	2	2	2
		소규모.....	2	7	2	2	3
		대규모.....	10	27	8	7	0
		소규모.....	1	2	1	0	0
		판매	2	5	1	1	0
UC.M.M	기타	소규모.....	1	4	1	1	0
		대규모.....	2	6	2	1	0
		소규모.....	3	9	2	2	0
		대규모.....	2	29	19	8	8
		소규모.....	0	0	0	0	0
	판매	대규모.....	0	5	3	1	1
		소규모.....	0	0	0	1	1
		대규모.....	0	6	4	2	2
		소규모.....	1	0	0	2	2
		서비스					

* 유닛 쿨러의 경우 표시 I, O, M은 유닛 쿨러가 실내, 실외 또는 멀티플렉스 콘덴싱 시스템에 연결되었음을 나타낸다.

AHRI는 패널의 일부는 실외에 설치된다고 언급하였다 (AHRI, 16번, 17 페이지). 이 분석에서 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 사용한 접근 방식을 유지했으며 이번 NOPR 분석에서는 실외에 설치된 패널과 문을 고려하지 않았다.

3. 설치 비용

설치 비용에는 인건비, 간접비, 제품 설치에 필요한 기타 자재와 부품이 포함된다. DOE는 RSMeans 2023 47 ("RSMeans")의 데이터를 사용하여 워크인 쿨러와 냉동고의 기준 설치 비용을 추정하였다. RSMeans의 정보는 공학 분석에서 고려된 모든 설계 옵션에 대해 기준보다 효율 수준이 높아질 경우에 설치 비용이 영향을 받는다는 것을 나타내지 않았다 (섹션 IV.C.1 참조). 그러므로 설치 비용은 2022년 6월 예비 분석에 포함되지 않았다.

⁴⁷Reed Construction 데이터, RSMeans 시설 유지보수 및 수리 2013년 비용 데이터 북, 2023년

AHRI, HTPG, Lennox, Hussmann- Refrigeration은 설치 비용이 효율의 함수가 아니라는 DOE의 가정에 동의하지 않으며 추가 센서, 제어 시스템, 기술과 같이 효율 향상에 필요한 특성이 장치의 설치와 제조 비용에 영향을 미칠 것이라고 언급하였다. (AHRI, 39번, 4 페이지; HTPG, 35번, 8 페이지; Lennox, 36번, 8 페이지; Hussmann- Refrigeration, 38번, 5 페이지).

DOE는 효율 수준이 향상된 센서와 제어 장치를 포함할 경우 장비의 설치 (및 시운전) 비용이 기준보다 증가할 수 있다는 AHRI, HTPG, Lennox, Hussmann- Refrigeration의 우려에 잠정적으로 동의한다. 그러므로 이 표준의 경우 DOE는 이 분석에서 제어 성능의 개선을 제외하고, 장비 효율에 따라 설치 비용이 변하지 않을 것이라고 주장하고 있다. 이 규칙 제정에서는 각 유형의 장비가 그 자체로 하나의 패키지로 간주되고 모든 제어기 또는 센서의 개선이 해당 패키지의 일부가 되는 워크인 장비를 다루기 때문에 제어기의 설치에 대한 추가 비용은 없지만 장비 시운전 전에 제어기 구성을 위한 추가 비용이 발생하게 된다. 이 분석을 위해 DOE는 제어기 구성 비용에 대해 RSMeans를 검토하고 장비에 다음과 같은 설계 옵션이 있는 경우 다음과 같은 설치 비용을 추가하였다 (이 문서의 IV.C.1 섹션 참조). RSMeans에 따르면 대부분의 제어기를 구성하는 데 필요한 노동 시간은 30분인 반면, 가변 용량 냉장 압축기의 프록시로 사용되는 가변 용량 HVAC 드라이브의 경우 2시간의 노동 시간이 소요되는 것으로 나타났다. DOE는 비노조 작업장의 평균 인건비를 시간당 \$154 (2022년 달러 기준)로 가정하였다.⁴⁸ 단일 장비의 하위 시스템에 여러 개선 사항이 적용된 경우 (예를 들어, 크랭크 케이스 히팅 제어: CCHC1과 CCHC2)에는 단일 제어기 구성 비용만 포함하였다. DOE는 제어기의 구성이 장비 용량에 따라 확장된다는 증거를 찾지 못하였고, 장비 비용과 관련된 추가 제어기 구성 비용도 포함하지 않았다.

표 IV.39-저온 전용 콘덴싱 시스템의 설계 옵션별 설치 비용의 예

장비 등급	kBtu/hr	EL	설계 옵션	추가 설치 비용 (\$)	총 설치 비용 (\$)
DC.L.I	3	0	기준	0	0
		1	EC	77	77
		2	CMPVS	308	385
	9	0	기준	0	0
		1	CMPVS	308	308
		2	EC	77	77
	25	0	기준	0	0
		1	CD2	0	0
		2	EC	77	77
	54	0	기준	0	0
		1	CD2	0	0
		2	CMPVS	308	308
DC.L.O	3	0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
	9	0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
	25	0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
	54	0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
	75	0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
		0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
		0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
		0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
		0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77
		0	기준	0	0
		1	CCHC1	77	77
		2	CCHC2	0	77

⁴⁸참조: 시리즈: 230953103620와 230953103680.

표 IV.39-저온 전용 콘덴싱 시스템의 설계 옵션별 설치 비용의 예 - 계속

장비 등급	kBtu/hr	EL	설계 옵션	추가 설치 비용 (\$)	총 설치 비용 (\$)
		4	ASC	0	154
		5	CMPVS	308	462

또한 HTPG는 제품을 설치하기 위해 구조물이 필요할 수 있으며, 고효율 제품의 경우 압력 강하를 줄이기 위해 배관 크기를 늘리고 제어를 위한 배선을 추가해야 할 수 있으므로 비용이 증가할 수 있다고 언급하였다. (HTPG, 35번, 8 페이지) Lennox는 열교환기가 더 커지면 제품의 물리적 크기가 커지게 되고, 장비가 커지면 구조물 제작 비용과 장치 비용이 더 많이 증가할 수

있다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 8 페이지)

HTPG나 Lennox는 설치 시 새로운 구조물이 필요한 비율에 대한 데이터나 정보를 제공하지 않았으며, 더 효율적인 장비를 설치하기 위해 더 비싼 구조물을 제작하거나 장치 비용이 필요하다는 것을 보여주거나 그들의 주장을 뒷받침하는 기타 세부 사항을 제공하지 않았다. 이 분석에서 DOE는 전환을 위해서 더 큰 용량을 구매하는 것을 고려하는 것이 아니라 (이 문서의 섹션 IV.G 참조), 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우 간의 동등한 용량 설치를 고려하고 있다. 그러므로 DOE는 냉장 시스템에 대한 추가 설치 비용을 포함하지 않았다.

Brooks는 2021ICC (IBC) 섹션 2603.4.1.2와 2603.4.1.3에 따라 쿨러와 냉동고의 최대 10인치 두께의 벽은 강철 (0.4mm) 또는 알루미늄 (0.8mm)으로 설치되어야 하며 자동 스프링클러 시스템으로 보호해야 한다고 언급하였다.⁴⁹ (Brooks, 34번, 2 페이지) Brooks는 또한 스프링클러가 없는 건물에 두께가 4인치 미만이고 WICF가 400ft² 미만인 설치의 경우, 폼은 알루미늄 (0.81mm) 또는 비부식성 철 (0.41mm)의 금속 표면을 가져야 한다고 언급하였다. (Id.)

DOE는 Brooks가 제시한 화재 코드 요건을 파악하여, 비부식성 철로 패널을 덮어야 하는 비용을 충당하기 위해 단열재 두께가 4인치 이상인 패널의 설치 비용에 ft²당 \$0.50을 추가하였다.

4. 연간 에너지 소비

소비자 표본의 각 소비자 (이 문서의 IV.F.2 섹션 참조)에 대해 DOE는 이 문서의 IV.E 섹션에서 이전에 설명한 접근 방식을 사용하여 각 TSL (이 문서의 IV.C.1 섹션 참조)에 대해 공학 분석에서 결정된 다양한 효율 수준을 갖는 워크인의 에너지 소비량을 결정하였다 (이 문서의 IV.E.1 섹션 참조).

5. 에너지 가격

한계 전기 가격은 더 높은 효율로 인한 에너지 사용 변화와 관련된 절감 증분의 효과를 더 정확하게 파악하도록 하기 때문에 평균 전기 가격보다 소비자 비용의 변화 증분을 더 잘 표현할 수 있다. 그러므로 DOE는 새로운 표준이 없는 경우 구매한 제품의 에너지 사용량에 대해 평균 전기 가격을 적용하고, 고려한 다른 효율 수준과 관련된 에너지 사용량의 변화 증분에 대해 한계 전기 가격을 적용하였다.

DOE는 Edison Electric Institute의 일반 요금 및 평균 요금 보고서의 데이터를 사용하여 2022년의 전기 요금을 도출하였다.^{50 51} 이 반기 보고서는 업계 전반에 걸친 종합적인 설문 조사를 바탕으로 투자자 소유 유틸리티가 고객에게 부과하는 일반적인 월별 전기 요금과 평균 킬로와트시 비용을 제시한다. 상업 부문에 대해서 DOE는 Coughlin과 Beraki (2019)에 설명된 방법론을 사용하여 전기 요금을 계산하였다.⁵²

이 NOPR에서 DOE는 부문과 지역에 따라 전기 가격이 달라질 수 있도록 하는 2021년 7월 예비 분석에서 사용한 방법론을 유지하였다. 이 분석에서 전기 가격의 변동성은 워크인에 대한 LCC 분석에서 소비자 경제적 그리고 에너지 사용에 대한 특성을 정의하는 방식과 일치하도록 선택되었다. DOE는 미국 에너지 정보청의 양식 EIA-861 데이터베이스 (“연간 전력 산업 보고서” 기준),⁵³ Edison Electric Institute의 일반 요금과 평균 요금 보고서, 공공 요금 정보를 사용하여 연간 비주거용 (상업용과 산업용) 전기 요금의 평균과 한계 값을 도출하였다. 비주거용 소비자 전기 요금은 매우 복잡할 수 있으며, 주거용 요금과 가장 큰 차이점은 수요 요금의 포함 여부이다. 수요 요금이 있다는 것은 월간 전기 소비량이 동일한 두 소비자의 피크 수요에 따라 요금이 매우 다를 수 있음을 의미한다. 이 분석을 위해 DOE는 한계 전기 가격을 사용하여 워크인 소비자에 대한 수요 요금의 영향을 추정하고 EIA의 연간 에너지 전망 2023 (“AEO2023”)을 사용하여 미래의 에너지 가격을 추정하였다 (이 문서의 섹션 IV.F.5.a 참조). DOE는 워크인을 구매하는 소비자와 상업용 사업장의 금융 비용 추정을 통해 할인율을 개발하였다. 한계 전기 요금을 계산하는 데 사용되는 방법론에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 부속서 8B에서 확인할 수 있다.

⁴⁹국제 코드 위원회, 국제 건축 코드, 2018, codes.iccsafe.org/content/IBC2018P6/chapter-26-plastic#IBC2018P6_Ch26_Sec2603.4.1.2 (최종 접속 일: 2023년 3월 6일).

⁵⁰Edison Electric Institute, 일반 청구서와 평균 요금 - 2022년 여름, 2022년 12월, ISBN: 978-1-938066-04-7.

⁵¹Edison Electric Institute, 일반 청구서와 평균 요금 - 2022년 겨울, 2022년 6월, ISBN: 978-0-931032-88-2.

⁵²Coughlin, K.와 B. Beraki. 2019. 비주거용 전기 가격: 데이터 출처와 추정 방법의 검토. Lawrence Berkeley National Lab. Berkeley, CA. 보고서 번호 LBNL-2001203. ees.lbl.gov/publications/non-residential-electricity-prices.

⁵³www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/eia861.html에서 확인 가능.

표 IV.40-인구조사 지역 및 부문의 규모별 한계 및 평균 전기 가격

[2022\$/kWh]

부문	지역	평균 전기	한계 전기 가격
대형 식품 판매	1	0.155	0.128
대형 식품 서비스	1	0.155	0.128
대형 기타	1	0.155	0.128
소형 식품 판매	1	0.175	0.156
소형 식품 서비스	1	0.175	0.156
소형 기타	1	0.175	0.156
대형 식품 판매	2	0.091	0.072
대형 식품 서비스	2	0.091	0.072
대형 기타	2	0.091	0.072
소형 식품 판매	2	0.119	0.116
소형 식품 서비스	2	0.119	0.116
소형 기타	2	0.119	0.116
대형 식품 판매	3	0.104	0.084
대형 식품 서비스	3	0.104	0.084
대형 기타	3	0.104	0.084
소형 식품 판매	3	0.129	0.116
소형 식품 서비스	3	0.129	0.116
소형 기타	3	0.129	0.116
대형 식품 판매	4	0.123	0.101
대형 식품 서비스	4	0.123	0.101
대형 기타	4	0.123	0.101
소형 식품 판매	4	0.151	0.140
소형 식품 서비스	4	0.151	0.140
소형 기타	4	0.151	0.140

a. 미래 전기 가격

2022년 6월 예비 분석에서 DOE는 2021년 에너지 가격에 종료 연도가 2050년인 AEO 2022의 기준 사례에서 9개 인구조사 지역별 연평균 가격 변화 전망치를 곱하여 미래의 에너지 가격을 추정하였다.⁵⁴ 2050년 이후의 가격 추세를 추정하기 위해 DOE는 2050년 실질 가격이 일정한 것으로 가정하였다. 2022년 6월 예비 분석 TSD 요약본의 섹션 ES.4.17에서 DOE는 가정된 평균과 한계 전기 비용에 대한 의견을 요청하였다.

AHRI는 실질 전기 가격이 2050년까지 감소할 것이라는 분석에는 동의하지 않지만 평균 그리고 한계 전기 가격이 2050년까지 증가할 것이라는 분석에는 동의하였다. (AHRI, 39번, 4 페이지) Hussmann-Refrigeration은 전기 비용에 대한 다른 AHRI 회원들의 견해에 동의한다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 4-5 페이지)

HTPG는 2022년 6월 예비 분석 TSD의 표 ES.3.18의 비용에 동의하였다. (HTPG, 35번, 7 페이지) HTPG는 이 비용이 ASHRAE 90.1에 명시된 전기 비용 \$0.1063/kWh에 부합하는 것으로 보이지만, 전기 가격 요인 전망 (그림 8.3.2)에 설명된 추세가 매년 감소하는 것은 합리적이지 않은 것 같다고 언급하였다. HTPG는 미국 에너지 정보국 (Energy Information Administration, EIA)에 따르면 지난 25년 동안 미국에서 전기 요금은 매년 1.8%씩 상승했다고 언급하였다. HTPG는 화석 연료의 단계적 퇴출과 화석 연료

(석탄, 석유, 천연가스)를 에너지원으로 사용하는 기술을 전기를 에너지원으로 사용하는 기술로 대체하는 과정에서 전기 수요는 매년 증가하여 가격이 하락하는 것이 아니라 더욱 상승할 것이라고 언급하였다. (Id.)

Lennox는 2050년까지의 평균 그리고 한계 전기 비용에 대한 DOE의 추정치 (AEO 2022 전망을 기준으로 사용)가 논리적으로 보인다고 언급하였다. (Lennox, 36쪽 8번)

2022년 6월 예비 분석의 미래 전기 가격 동향에 대한 의견에 대한 답변으로 DOE는 EIA에서 개발한 가장 최근의 가격 동향을 AEO에 사용한다고 언급한다. 2022년 발표에서 미래 상업용 전기 가격은 2027년부터 2050년까지 실질 달러 기준으로 소폭 하락하는 것으로 나타났다.⁵⁴ 이 NOPR 분석에서 DOE는 2022년 발표와 유사하게 소폭 하락하는 추세를 보이는 가장 최근의 AEO (AEO2023)를 적용하였다.

6. 유지보수 및 수리 비용

수리 비용은 기기에서 고장난 제품 구성 요소를 수리하거나 교체하는 데 드는 비용과 관련되고, 유지보수 비용은 제품의 운영을 유지하는 데 드는 비용과 관련된다. 일반적으로 제품 효율이 약간 증가하는 것으로는 기준 효율의 제품 대비 수리와 유지보수 비용의 변화는 없거나 미미한 수준이다.

AHRI, HTPG, Hussmann-Refrigeration, Lennox, KeepRite는 수리와 유지보수 비용이 효율의 함수가 아니라는 DOE의 가정에 동의하지 않으며 장치를 더 효율적으로 만들기 위한 다양한 기술이 이러한 비용에 영향을 미친다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 4 페이지; HTPG, 35번, 7 페이지, Hussmann-Refrigeration, 38번, 4 페이지, KeepRite, 41번, 3 페이지).

이 분석을 위해 DOE는 유지보수 및 수리 비용에 대한 가정을 수정하였다. DOE는 현재 표준 이상으로 판매되는 워크인 냉장 장비의 수량이 매우 적다는 점을 언급한다. 이로 인해 DOE가 정보에 입각한 방법론을 결정할 수 있는 수리 또는 유지보수 데이터를 확보할 수 없게 되었다. 이러한 데이터가 없는 상황에서 DOE는 소비자가 표준이 있는 경우와 새로운 표준이 없는 경우에 각 유지보수 및 수리에 대해 연간 장비 MSP의 10%를 추가로 지불할 것이라는 모델링을 위한 단순한 가정을 세웠다.

⁵⁴EIA. 연간 에너지 전망 2022 (2050년 전망 포함). www.eia.gov/forecasts/aeo/ (최종 접속 일 2023년 2월 13일).

⁵⁵EIA. 연간 에너지 전망 2023. www.eia.gov/outlooks/aeo/ (최종 접속 일 2023년 4월 17일).

Lennox는 고온 가스 성에 제거를 위해서는 추가 배관이 필요하므로 유지보수 및 수리 비용도 증가한다고 언급하였다. Lennox는 DOE가 이 기술을 이 분석에서 제외했다는 것을 이해하지만, 고온 가스를 고려할 경우 이러한 비용도 고려해야 한다고 언급하였다. (Lennox, 36번, 6 페이지) DOE는 이 분석에서 고온 가스 성에 제거와 같은 조정식 성에 제거 기술의 비용이나 편익을 고려하지 않았다.

DOE는 IV.C.에 설명된 기술이 적용된 워크인 쿨러와 냉동고의 유지보수 및 수리 비용에 대한 의견, 데이터, 정보의 출처를 요청한다.

7. 장비 수명

워크인에 대해서 DOE는 2022년 6월 예비 분석의 수명 추정치를 사용하였다.

워크인 장비에 대한 문헌에서의 수명 추정치의 근거가 불확실하기 때문에 DOE는 분포를 사용하여 현장에서 워크인 시스템과 엔벨로프 구성 요소의 수명을 추정하였다. DOE는 누적 베이불 분포의 형태를 갖는다고 가정하여 얻어진 생존 함수는 기기의 평균과 중앙 값의 수명을 제공한다. DOE는 유사한 장비 유형에 대한 수명을 추정하기 위해 다른 베이불 분포를 사용하였다. 2021년 7월 RFI에서 DOE는 이 분석에 사용된 WICF 장비의 평균 수명 분포에 대한 다음의 목록을 제시했으며, 이는 표 IV.41에 나와 있다. 86 FR 37687, 37702.

표 IV.41-워크인 장비의 수명

장비 범주	WICF 장비 수명 (년)
-------	----------------

	패널과 디스플레이 문	비디스플레이 문	냉장 장비
평균 수명	12	8.5	10.5
최대 수명	25	12	20

이 분석을 위해 DOE는 2022년 6월 예비 분석의 수명을 그대로 유지하였다.

8. 할인율

할인율은 미래 지출을 할인하여 현재 가치를 추정하는 비율이다. DOE는 고객에 미치는 경제적 영향 (예를 들어 LCC)을 분석하기 위해 할인율을 계산할 때 2단계 접근 방식을 사용한다. 첫 번째 단계는 실제 자본 비용이 적절한 고객 할인율에 근접한다고 가정하는 것이다. 두 번째 단계는 자본 자산 가격결정 모델 (Capital Asset Pricing Model, "CAPM")을 사용하여 고객 할인율의 자기자본 구성요소를 계산하는 것이다. 이 NOPR을 위해 DOE는 다양한 유형의 워크인 소유주에 대한 자본 비용을 계산하여 워크인 소비자의 상업용 고객 할인율의 통계적 분포를 추정하였다.

DOE의 방법에서는 고효율 기기를 구매하는 것을 에너지 비용에 있어 절감 효과를 가져오는 투자로 간주한다. DOE는 워크인을 구매하는 기업의 자본 비용을 추정하여 LCC 분석을 위한 할인율을 도출하였다. 민간 기업의 경우 일반적으로 가중 평균 자본 비용 (Weighted Average Cost Of Capital, "WACC")을 사용하여 일반적인 기업 프로젝트 또는 투자에서 파생되는 현금흐름의 현재 가치를 추정한다. 대부분의 기업은 부채와 자기 자본을 모두 사용하여 투자 자금을 조달하므로 자본 비용은 배전용 변압기를 구매하는 부문의 상장 기업에 대한 재무 데이터에서 추정된 자기 자본과 부채 조달 비용의 가중 평균으로 하였다.⁵⁶ 할인율은 산업마다 다를 수 있으므로 DOE는 LCC 건물 표본의 요소와 연관될 수 있는 여러 합쳐진 부문에 대해 별도의 할인율 분포를 추정한다.

DOE는 할인율 방법론과 분석에 대한 의견을 접수하지 않았으며 이 NOPR에 대한 접근 방식을 유지하였다. 소비자 할인율 개발에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 8장을 참조하도록 한다.

9. 새로운 표준이 없는 경유 에너지 효율 분포

특정 효율 수준에서 잠재적인 에너지 절약 표준의 영향을 받을 수 있는 소비자의 비율을 추정하기 위해 DOE의 LCC 분석에서는 새로운 표준이 없는 경우 (즉, 수정되거나 새로운 에너지 절약 표준이 없는 경우)에 대해 예상되는 제품 효율의 분포 (시장 점유율)를 고려하였다.

2027년 워크인의 에너지 효율 분포를 추정하기 위해 DOE는 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 이해관계자가 제공한 정보와 DOE의 CCMS 데이터베이스에 있는 기록을 사용하였다. 워크인 쿨러와 냉동고의 패널과 문에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 예상 시장 점유율은 표 IV.42에 나와 있다. 효율성 분포 도출에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 8장을 참조하도록 한다.

Lennox는 기준 워크인 표준을 충족하는 장비에 비해 효율이 더 높은 워크인 장비 (전용 콘덴싱 시스템, 유닛 쿨러, 단일 패키지 유닛)에 대한 고객 수요는 아직 관찰되지 않았다고 언급하였다. 더 높은 효율의 제품에 대한 수요가 잠재되어 있지만, 소비자들은 최소 표준 수준을 충족하는 기준 워크인 장비를 구매하고 있다. (Lennox, 36번, 7 페이지)

냉장 시스템과 관련하여 이 분석에서 DOE는 더 효율적으로 설계된 장비를 제조할 수는 있지만 이에 대한 시장은 거의 없다는 Lennox의 진술에 잠정적으로 동의한다. 냉장 시스템의 경우, DOE는 모든 워크인 쿨러와 냉동고의 냉장 시스템이 새로운 표준이 없는 경우의 기준이 된다고 모델링에 대한 가정을 세웠다. 그러나 비디스플레이 문과 패널의 경우 DOE는 DOE의 CCMS 데이터베이스에 있는 더 효율적인 설계 등급을 적용하였다.⁵⁷ DOE는 일일 에너지 소비량 감소율 (kWh/일)을 기준으로 패널과 비디스플레이 문의 효율 수준에 따라 CCMS 데이터베이스에 있는 설계의 비율을 연관시켰다. (이 문서의 섹션 IV.C.1.b와 IV.C.1.c 참조).

⁵⁶이전에는 Damodaran Online에서 기업 수준의 데이터를 제공하였지만, 이제는 개별 기업 데이터에서 취합한 1998-2018년 기간의 산업 수준의 데이터만 제공된다. 데이터 세트에는 연도별 산업 평균에 포함된 기업 수가 기록되어 있다.

⁵⁷미국 에너지부. 규정 준수 인증 데이터베이스. 2023. <https://www.regulations.doe.gov/certification-data/> (최종 접속 일 2023년 2월 1일).

DOE는 이 분석에서 다루는 다양한 장비 유형에 대해 CCMS에서 제공되는 장비 정보를 적용하는 것이 일관성이 없다는 것을 인정하지만, DOE는 엔벨로프 구성 요소와 냉장 시스템에 대한 효율 분포가 제조업체와의 기밀유지 인터뷰를 통해 DOE에 공개된 효율적인 장비의 전체 판매량에 근접하여 반영하고 있음을 확인하였다.

표 IV.42-패널과 비디스플레이 문에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 효율 수준별 효율 분포

효율 수준	장비 등급						
	NM.L	NM.M	NO.L	NO.M	PF.L	PS.L	PS.M
0	0.48	0.20	0.85	0.12	0.34	0.64	0.49
1	0.14	0.18	0.07	0.08	0.48	0.25	0.30
2	0.17	0.53	0.08	0.71	0.13	0.11	0.21
3	0.17	0.09	0.00	0.09	0.06	0.00	0.00
4	0.04	0.00	0.00	0.00	.....	.....	.....
5	0.00	0.00	0.00	0.00	.....	.....	.....
6	0.00	0.00	0.00	0.00	.....	.....	.....

LCC 몬테카를로 시뮬레이션은 효율 분포에서 효율을 추출하여 새로운 표준이 없는 경우의 각 표본 소비자가 구매한 워크인 쿨러와 냉동고에 무작위로 효율을 할당한다. 그 결과 표본 내 점유율은 효율 분포의 시장 점유율에 부합한다.

10. 투자 회수 기간 분석

투자 회수 기간 (Payback Period, "PBP")은 소비자가 에너지 비용 절감을 통해 기준 제품 대비 고효율 제품의 추가 설치 비용을 회수하는 데 걸리는 시간 (년으로 표현)을 의미한다. 제품 수명을 초과하는 PBP는 총 설치 비용 증가분을 운영 비용 절감으로 회수하지 못한다는 것을 의미한다.

각 효율 수준에 대한 PBP를 계산하기 위한 입력 값은 제품의 총 설치 비용의 변화와 기준 대비 첫째 연간 운영 비용의 변화이다. DOE는 운영 비용 절감의 시간 경과에 따른 변화를 고려하지 않기 때문에 이를 "단순 PBP"라고 부른다. PBP 계산 시 첫째 운영 비용을 도출할 때 LCC 분석과 동일한 입력 값을 사용한다.

이전에 언급한 바와 같이, EPCA는 에너지 절약 표준 수준을 준수하는 제품을 구매할 때 해당 테스트 절차에 따라 계산된 대로 표준으로 인한 첫째 에너지 절감액의 3배 미만의 추가 비용이 소비자에게 발생할 것이라고 장관이 판단하는 경우 표준이 경제적으로 타당하다고 반증할 수 있는 추정을 설정하고 있다. (42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(iii)) 고려되는 각 효율 수준에 대해 DOE는 해당 DOE 테스트 절차에 따라 에너지 절감량을 계산하고 해당 절감량에 수정된 표준의 준수가 요구되는 연도의 평균 에너지 가격 예측치를 곱하여 첫째 에너지 절감량의 값을 결정하였다.

G. 운송비 분석

DOE는 연간 제품 출하량 전망을 사용하여 잠재적인 수정된 또는 새로운 에너지 절약 표준이 에너지 사용, NPV, 향후 제조업체의 현금 흐름에 미치는 국가적 영향을 계산한다.⁵⁸ 출하량 모델은 각 장비 등급의 시장 점유율과 재고로 있는 제품의 연식을 추적하는 회계적 접근 방식을 취한다. 재고 회계는 제품 출하량을 입력 값으로 사용하여 모든 연도에 대해서 판매하고 있는 제품 재고의 연식 분포를 추정한다. 연도별 운영 비용은 재고의 연식 분포에 따라 달라지므로, 판매 중인 제품 재고의 연식 분포는 NES와 NPV 계산에 있어 핵심적인 입력 값이 된다.

각 장비 유형의 출하량 전망을 계산하기 위해 DOE는 2단계 접근 방식을 사용한다. 첫 번째 단계에서는 재고 모델을 사용하여 모든 유형의 완성된 워크인의 설치 (이하 "박스"라 함)의 연간 출하량을 계산하는 데, 재고 모델은 상업용 바닥 면적 예상치와 워크인 박스의 평균 수명을 주요 입력 값으로 취한다. 두 번째 단계에서는 전체 박스 시장의 출하량을 다양한 유형의 냉장 시스템과 엔벨로프로 부분화 한다.

DOE는 식품 판매, 식품 서비스, 기타의 세 가지 상업용 건물 부문에 대한 워크인 박스의 출하량을 모델링하였다. 이러한 각 부문의 바닥 면적 증가에 대한 전망은 연간 에너지 전망 2023 (AEO2023)⁵⁹의 기준 사례에서 취한 것이다. 워크인 박스의 수명을

추정하기 위해 DOE는 LCC의 분포를 사용하였다 (2022년 6월 예비 분석 TSD의 8장 참조).

워크인 쿨러와 냉동고의 출하량은 신규 구매와 고장으로 인한 재고 교체에 의해 결정된다. 각 연도에 모델은 연식별로 총 재고를 계산한 다음 고장이 발생할 제품의 수를 추정한다. 고장나는 유닛의 수에 따라 해당 연도의 교체 출하량이 결정된다. 신규 설치에 대한 출하량은 시장 포화도 (평방 피트당 박스 수)에 해당 연도에 시공된 신규 바닥 면적을 곱한 값에 의해 결정된다. 워크인 박스는 수십 년 동안 사용되어 왔기 때문에 DOE는 시장 포화도가 일정하다고 가정하였다.

AHRI는 WICF에 대한 물량 추정치가 더 큰 장비로 변해가는 것을 보았지만 그 이유에 대한 타당한 이유를 제시할 수 없으며 이를 검토하는 데 더 많은 시간이 필요하다고 언급하였다. (AHRI, 39번, 4 페이지) Hussmann-Refrigeration은 AHRI의 의견을 지지한다고 언급하였다 (Hussmann-Refrigeration, 38번, 4 페이지).

DOE는 워크인 냉장 장비의 전체 용량이 증가하는 추세에 관한 AHRI와 Hussmann-Refrigeration의 의견에 관심을 갖고, 구체적인 세부 사항을 확인할 수 있는 경우 출하량과 다운스트림 분석에 반영할 수 있다고 언급하였다. DOE는 이러한 대형 장비로의 용량 변화가 모든 냉장 시스템 (예를 들어 전용 콘덴싱 시스템, 유닛 쿨러 또는 단일 패키지 콘덴싱 시스템), 모든 용도와 온도 등급 (예를 들어 실내/실외 또는 저온, 중온 또는 고온 장비)에 영향을 미치는지 파악할 필요가 있다. 또한 DOE는 고용량 장비에 대한 이러한 추세가 저용량 장비의 수요 감소를 가져올 것인지, 그렇다면 구체적으로 어떤 용량을 감소할 것인지에 대한 정보가 필요하다. DOE가 추가 세부 정보 없이 AHRI에서 제공한 정보로 용량 증가 추세를 기존 분석에 적용한다면 대용량 장비의 잠재적 편익이 더 크게 나타나기 때문에 편익이 과장될 수 있다.

⁵⁸DOE는 판매에 대한 집계된 데이터가 부족하기 때문에 제조업체의 출하량 데이터를 국가별 판매량의 프록시로 사용한다. 일반적으로 출하량과 판매량 사이에는 밀접한 상관관계가 있을 것으로 예상할 수 있다.

⁵⁹미국 에너지 정보국. 연간 에너지 전망 2023.

이 분석을 위해 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 제시된 대로 냉장 장비의 시장 점유율을 계속 일정하게 유지하였다.

DOE는 분석에서 대용량 장비로의 전환을 특성화하기 위한 정보 또는 데이터를 요청한다. DOE는 해당 기기, 고객 유형 (식품 서비스, 식품 판매, 기타), 영향을 받는 기업 규모에 대한 정보를 요청한다.

또한 AHRI, Hussmann-Refrigeration, HTPG는 DOE의 초기 출하량 추정치가 과장되었다고 언급하였다. (Hussmann-Refrigeration, 38번, 5 페이지; HTPG, 35번, 8 페이지; AHRI, 39번, 5 페이지).

AHRI, Hussmann-Refrigeration, HTPG는 어떤 출하량이 과장된 것으로 확인되었는지 명시하지 않았다. 그러나 DOE는 2022년 7월 공개 회의 (EERE-2017-BT-STD-0009-0026)에서 슬라이드 번호 35의 냉장 시스템 출하량 측정 기준을 실제 출하된 유닛 수로 잘못 표시했으며, 실제로는 출하 용량을 kBtu/hr로 표시했어야 함을 언급하며, 이것이 출하량이 부풀려진 것처럼 보이는 원인일 수 있다고 언급하였다. DOE의 초기 출하량 추정치는 이 문서의 섹션 IV.G.2에 나와 있다.

1. 가격 탄력성

경제 이론에 따르면 이 표준으로 인한 워크인 구성 요소의 가격 변화는 수요의 가격 탄력성으로 인해 잠재적으로 출하량에 영향을 미칠 수 있다. 이는 구매 비용이 증가하는 경우 출하량이 감소하거나 수명 주기 비용이 감소하는 경우 출하량이 증가하는 형태로 나타날 수 있다. 그러나 이러한 일반적인 경제 이론은 상황에 따라 다르게 적용되며, DOE가 입수한 정보에 따르면 규칙안으로 인해 출하량이 의미 있는 수준으로 영향 받지는 않을 것으로 예상된다.

Lennox는 잠재적인 새로운 표준으로 인해 워크인 시장에서 출하량이 감소할 가능성은 낮다는 DOE의 가정에 대해 의견을 제시하였다. (Lennox, 36번, 8 페이지) Lennox는 표준이 "합리적"이고 소비자가 비용을 정당화할 수 있는 한 향후 출하량이 새로운 표준에 의해 영향을 받지 않거나 미미한 영향만 받을 것이라는 DOE의 모델링에 대한 가정을 지지하였다. (Id.) 그러나 DOE는 Lennox가 "합리적"이고 비용이 정당한 수준이 무엇인지 구체적으로 정량화 하지는 않았음을 언급한다. 이 분석에서 제안된 수준은 소비자와 국가 전체에 긍정적인 경제적 편익을 가져다주는 것으로 나타났다 (LCC 결과에 대한 섹션 V.B.1.a 참조).

이 분석을 위해 DOE는 2022년 6월 예비 분석에서의 워크인 시장에서 출하량이 감소할 가능성이 낮다는 가정을 계속 사용한다. 또한 DOE는 장비의 필수적인 특성과 사용 가능한 대체품의 부족으로 인한 구매 행동의 변화는 거의 없을 것으로 보고 있다. 또한 장비의 수명 기간 동안 소비자에게 돌아가는 상당한 비용 절감 효과는 소비자의 구매 인센티브에 긍정적인 영향을 미칠 것으로

예상된다. 이러한 고려 사항과 이에 반하는 정보는 부족하다는 것을 바탕으로 DOE는 기준 사례와 표준 사례 간에 출하량이 변경되지 않는다고 계속 가정하고 있다.

2. 출하량 결과

표 IV.43-선정된 연도의 WICF 박스 출하량 전망
[2027-2056]

연도	식품 판매	식품 서비스	기타	합
2027	24,488	34,423	91,740	150,652
2031	24,867	35,339	94,367	154,573
2035	25,865	37,502	99,254	162,621
2039	26,528	39,052	103,269	168,850
2043	27,402	41,017	108,051	176,470
2047	28,071	42,559	112,600	183,229
2051	28,749	44,072	116,556	189,378
2056	28,881	44,367	117,358	190,605

H. 국가적 영향 분석

NIA는 특정 효율 수준에서 새로운 표준 또는 수정된 표준으로 인해 발생할 것으로 예상되는 총 소비자 비용과 절감액에 대해서 국가적 관점에서 NES와 NPV를 평가한다.⁶⁰ ("소비자"는 여기서 규제 대상 제품의 소비자를 의미한다). DOE는 연간 제품 출하량 예측과 에너지 사용 및 LCC 분석에서 얻은 연간 에너지 소비량 및 총 설치 비용 데이터를 기반으로 고려되는 잠재적 표준 수준에 대한 NES 및 NPV를 계산한다. 현재 분석을 위해 DOE는 2027년부터 2056년까지 판매되는 워크인의 수명 기간 동안 에너지 절감, 운영 비용 절감, 제품 비용, 소비자 편의의 NPV를 예측하였다.

DOE는 이러한 표준이 없는 경우와 표준이 적용되는 경우를 비교하여 새로운 표준 또는 수정된 표준의 영향을 평가한다. 새로운 표준이 없는 사례는 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 없는 경우에 각 장비 등급에 대한 에너지 사용량과 소비자 비용을 특성화 한다. 이러한 전망을 위해 DOE는 효율의 과거 추세와 시간이 지남에 따라 효율 집합에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요소를 고려한다. DOE는 새로운 표준이 없는 경우를 DOE가 해당 등급에 대해 특정 에너지 효율 수준 (즉, TSL 또는 표준 사례)에서 새로운 또는 수정된 표준을 채택한 경우 각 장비 등급의 시장을 특징짓는 전망과 비교한다. 표준 사례의 경우, DOE는 특정 표준이 이 표준보다 높은 효율을 가진 제품의 시장 점유율에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 고려한다.

DOE는 모델을 사용하여 각 TSL로부터 에너지 절감액 그리고 국가적 소비자 비용과 절감액을 계산한다. NIA 스프레드시트 모델은 (확률 분포와는 반대로) 일반적인 값을 입력 값으로 사용한다.

⁶⁰NIA는 미국 50개 주와 미국의 영토에 미치는 영향을 설명한다.

표 IV.44에는 DOE가 NOPR을 위한 NIA 분석에 사용한 입력 값과 방법이 요약되어 있다. 이러한 입력 값과 방법에 대한 설명은 이 표를 따른다. 자세한 내용은 NOPR TSD의 10장을 참조하도록 한다.

표 IV.44-국가적 영향 분석을 위한 입력 값 및 방법 요약

입력 값	방법
출하량	출하 모델에 따른 연간 출하량
표준 준수 일	2027년
효율 추세	일정
유닛 당 연간 에너지 소비량	연간 가중 평균 값은 각 TSL에서의 에너지 사용량의 함수
유닛 당 총 설치 비용	연간 가중 평균 값은 각 TSL에서의 비용의 함수. 과거 데이터를 기반으로 미래 제품 가격 전망을 반영.
유닛 당 연간 에너지 비용	유닛 당 연간 에너지 소비량의 함수인 연간 가중 평균 값.

에너지 가격 동향	AEO2023 전망 (2050년까지), 그 이후에는 일정하게 유지.
현장에너지를 1차 에너지로 변환한 에너지 및 FFC 변환	AEO2023을 기준으로 한 시계열 변환 계수.
할인을	3%와 7%
현재 연도	2023년

1. 제품 효율의 추세

NIA의 핵심 구성 요소는 새로운 표준이 없는 경우와 각 표준 사례에 대해 예상되는 에너지 효율의 추세이다. 이 문서의 섹션 IV.F.9에서는 DOE가 수정된 표준 또는 새로운 표준을 준수할 것으로 예상되는 연도에 고려된 각 장비 등급에 대해 새로운 표준이 없는 경우 (출하량 가중 평균 효율을 산출)에 대한 에너지 효율 분포를 개발한 방법에 대해 설명한다. 전체 출하량 예측 기간 동안 워크인 쿨러와 냉동고에 대한 수정된 표준이 없는 경우 효율의 추세를 예측하기 위해 DOE는 일정한 효율을 유지하였다.

DOE는 2027년 (새로운 표준을 준수하는 것으로 가정한 날짜)의 출하량 가중 에너지 효율 분포를 시작점으로 사용하였다. 2027년의 워크인 에너지 효율 분포를 나타내기 위해 DOE는 수명 주기 비용 분석에 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 시장 점유율을 사용하였다 (섹션 IV.C.1.a 참조). 이 접근 방식에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 10장에 설명되어 있다.

표준 사례의 경우 DOE는 “롤업” 시나리오를 사용하여 표준이 발효될 것으로 가정되는 연도 (2027년)의 출하량 가중 효율을 설정하였다. 이 시나리오에서는 새로운 표준이 없는 경우 고려 중인 표준을 충족하지 않는 제품의 시장 점유율이 새로운 표준 수준을 충족하기 위해 “롤업”되고, 표준을 초과하는 제품의 시장 점유율은 변경되지 않는다.

2027년 이후 표준 사례의 효율 추세를 개발하기 위해 DOE는 효율이 일정하게 유지된다고 가정하였다.

2. 국가 에너지 저감

NES 분석에는 고려되는 제품의 국가 에너지 소비량을 각 잠재적 표준 사례 (“TSL”)와 에너지 절약 표준이 신설되거나 수정되지 않은 사례 간 비교하는 것을 포함한다. DOE는 각 제품의 유닛 (재고) 수 (연식 별)에 유닛의 에너지 소비량 (마찬가지로 연식 별)을 곱하여 국가 에너지 소비량을 계산하였다. DOE는 새로운 표준이 없는 경우와 각 고효율 표준 사례에 대한 국가 에너지 소비량의 차이에 기반하여 연간 NES를 계산하였다. DOE는 현장 에너지를 기준으로 에너지 소비량과 절감량을 추정하고, AEO2023에서 도출된 연간 전환 계수를 사용하여 전기 소비량과 절감량을 1차 에너지 (즉, 발전소에서 현장의 전기를 생산하기 위해 소비하는 에너지)로 변환하였다. 누적 에너지 절감량은 분석 기간 동안 각 연도의 NES를 합산한 값이다.

고효율 제품의 사용은 때때로 직접적인 반등 효과와 관련이 있는데, 이는 효율 증가로 인한 장비 사용률 증가를 의미한다. DOE는 워크인에 의한 반등 효과에 대한 데이터를 찾지 못하였다. 또한 상업용 용도에 사용되는 워크인의 특성상 장비를 사용하는 사람들은 장비의 효율에 대한 지식이 없을 가능성이 높으며 장비의 효율에 따라 사용 패턴을 변경하지 않을 가능성이 높다. 이러한 이유로 DOE는 이 분석에 반등 효과를 적용하지 않았다.

2011년 8월 18일에 발표된 정책 성명서 (“2011년 8월 정책 성명서”)에서 DOE는 국립 과학 아카데미가 임명한 “에너지 효율 표준에 대한 사용 시점 및 전체 연료 주기 측정 접근법” 위원회의 권고에 따라 향후 에너지 절약 표준 규칙 제정에 포함된 국가적 영향 분석과 배출 분석에 에너지 사용 그리고 온실가스와 기타 배출에 대한 FFC 측정을 사용할 것이라고 발표하였다. 76 FR 51281. 2011년 8월 정책 성명서에서 논의된 접근 방식을 평가한 후 DOE는 2012년 8월 17일에 수정된 정책 성명서를 발표하여 EIA의 국가 에너지 모델링 시스템 (National Energy Modeling System, “NEMS”)이 FFC 분석에 가장 적합한 도구라는 판단과 이러한 목적을 위해 NEMS를 사용하려는 의도에 대해 설명하였다. 77 FR 49701. NEMS는 미국 에너지 부문에 대한 공개 도메인, 다중 부문, 부분 균형 모델 61로, EIA가 연례 에너지 전망을 작성하 데 사용한다. FFC 요소에는 천연가스 (비산 배출 포함)의 경우 생산과 운송 손실 그리고 발전소에서 사용하는 다양한 연료를 생산하고 배송하는 데 사용되는 추가 에너지가 포함된다. 에너지 사용과 배출에 대한 FFC 측정치를 도출하는 데 사용되는 접근 방식은 NOPR TSD의 부속서 10A에 설명되어 있다.

3. 순 현재 가치 분석

소비자가 경험하는 총 비용과 편익의 NPV를 결정하기 위한 입력 값은 (1) 연간 총 설치 비용, (2) 연간 총 운영 비용 (즉, 에너지

비용과 수리 및 유지보수 비용), (3) 비용과 절감액의 현재 가치를 계산하기 위한 할인율이다. DOE는 매년 새로운 표준을 적용하지 않은 경우와 각 표준을 적용한 경우의 총 운영 비용 절감액과 설치 비용의 총 증가액 간의 차이로 순 절감액을 계산한다. DOE는 예측 기간 동안 출하된 각 제품의 수명 기간 동안 운영 비용 절감액을 계산한다.

⁶¹NEMS에 대한 자세한 내용은 국가 에너지 모델링 시스템을 참조하도록 한다: 개요 2009, DOE/EIA-0581(2009), 2009년 10월. www.eia.gov/forecasts/aeo/index.cfm (최종 접속 일 2023년 4월 17일).

이 문서의 섹션 IV.F.1에서 설명한 대로 DOE는 과거 PPI 데이터를 기반으로 워크인의 가격 추세를 개발하였다. DOE는 고려된 각 TSL에서 각 장비 등급에 대한 가격 전망을 위해 동일한 추세를 적용하였다. DOE는 2022년 6월 예비 분석에서 제시된 미래 가격의 추세를 결정하는 방법론에 대한 의견을 받지 않았으며, 그러므로 DOE는 이 분석 전반에 걸쳐 일정한 실질 가격을 유지하였다. DOE의 제품 가격 전망은 NOPR TSD의 부속서 10C에 설명되어 있다.

가격 추세의 추정과 관련된 불확실성의 영향을 평가하기 위해 DOE는 기본 가격 추세 외에 워크인에 대해 고려된 TSL에 대한 다양한 제품 가격 전망이 소비자의 NPV에 미치는 영향을 조사하였다. DOE는 (1) 2005년부터 2021년 사이의 기간을 기준으로 연간 1.29%의 물가 상승을 나타내는 높은 가격 하락 사례와 (2) 1978년부터 2004년 사이의 기간을 기준으로 연간 0.56%의 물가 하락을 나타내는 낮은 가격 하락 사례의 제품 가격 민감도에 대한 두 가지 사례를 고려하였다. 이러한 가격 추세의 도출과 이러한 민감도 사례의 결과는 NOPR TSD의 부속서 10C에 설명되어 있다.

에너지 비용 절감액은 각 연도의 예상 에너지 절감액과 적절한 에너지 형태의 예상 가격을 사용하여 계산된다. 미래 연도의 에너지 가격을 추정하기 위해 DOE는 국가 평균 에너지 가격에 2050년이 종료 연도인 AEO2023의 기준 사례에서의 연간 국가 평균 상업용 에너지 가격 변화 전망을 곱하였다. 2050년 이후의 가격 추세를 추정하기 위해 DOE는 2050년 수준의 일정한 실질 가격을 사용하였다. 또한 DOE는 NIA의 일환으로 AEO2023 기준 사례를 변형한 입력 값을 사용하여 경제 성장률이 더 낮거나 더 높은 시나리오를 분석하였다. 이러한 사례는 기준 사례에 비해 에너지 가격 추세가 낮거나 높다. 이러한 사례에 기반한 NIA 결과는 NOPR TSD의 부속서 10C에 제시되어 있다.

직접적인 반등 효과로 인해 얻은 소비자 편익을 고려할 때 DOE는 더 효율적인 장치를 구매함으로써 발생한 추가 냉장 효과로 소비자가 얻은 이익 변화를 설명하였다. 전반적인 소비자의 편익은 일반적으로 반등 효과로 인해 향상되는 것으로 이해된다. 반등 효과가 소비자에 미치는 순 영향은 소비자 NPV 결과의 운영 비용 절감액 계산에 포함된다. 워크인의 경우 DOE는 반등 효과가 발생한다는 증거를 찾지 못하여 이 분석에 반등 효과를 적용하지 않았다.

DOE는 워크인 쿨러와 냉동고에 반등 효과가 없다는 가정에 대한 의견을 요청한다.

NPV를 계산할 때 DOE는 할인율을 적용하여 현재 가치를 결정한다. 이 NOPR에서 DOE는 3%와 7%의 실질 할인율을 모두 사용하여 소비자 편익의 NPV를 추정하였다. DOE는 관리 예산처 (Office of Management and Budget, "OMB")가 규제 분석의 개발에 대해 연방 기관에 제공한 지침에 따라 이러한 할인율을 사용하고 있다.⁶² NPV를 결정하기 위한 할인율은 소비자의 관점을 반영하도록 설계된 LCC 분석에 사용되는 할인율과는 대조적이다. 7%의 실질 가치는 미국 경제에서 민간 자본에 대한 평균 세전 이익율의 추정치이다. 3%의 실질 가치는 사회가 미래의 소비 흐름을 현재 가치로 할인하는 비율인 "사회적 시간 선호율"을 나타낸다.

1. 소비자 하위 그룹 분석

DOE는 신규 또는 수정된 에너지 절약 표준이 소비자에게 미칠 수 있는 잠재적 영향을 분석할 때 신규 또는 수정된 국가 표준에 의해 불균형적으로 영향을 받을 수 있는 확인 가능한 하위 소비자 그룹에 미치는 영향에 대해 평가한다. 하위 그룹 분석의 목적은 이러한 불균형적인 영향이 어느 정도인지 파악하는 것이다. DOE는 대체 표준 수준에서 특정 소비자에 대한 LCC 영향과 PBP를 분석하여 특정 소비자 하위 그룹에 미치는 영향을 평가한다. 이 NOPR에서 DOE는 고려된 표준 수준이 다음 두 하위 그룹에 미치는 영향을 분석하였다:

1. 따뜻한 공기가 많이 침투하는 환경에서의 용도

이 문서의 섹션 IV.E.3.b에서 논의된 의견에 따라 DOE는 따뜻한 공기가 더 많이 침투하는 환경에서 워크인이 운영되는 사업장에 미치는 영향을 추정하기 위한 하위 그룹을 포함하였다. 이는 냉장 장비에 더 큰 냉각 부하를 가하여 가동 시간이 증가하는 효과를 가져올 수 있다. 이 하위 그룹에 대해 DOE는 모든 냉장 시스템 장비의 일일 가동 시간을 20시간으로 가정하였다.

이 분석의 결과는 표 V.51, 표 V.52, 표 V.53에서 확인할 수 있으며, 모든 장비의 LCC 절감 측면에서 편익이 증가했음을 보여준다. 이는 가동 시간 증가의 직접적인 결과이다.

2. 소규모 사업체

이 분석에서는 소비자 표본에 포함된 소규모 사업체로 구성된 CBECs 2018 표본의 하위 집합을 사용하였다 (이 문서의 섹션 IV.F.2 참조). DOE는 LCC와 PBP 모델을 사용하여 고려된 효율 수준이 이러한 하위 그룹에 미치는 영향을 추정하였다. DOE는 조정된 전기 비용과 할인율을 사용하여 소규모 사업체가 경험하는 이러한 비용을 더 잘 반영하도록 하였다.

표 IV.45-소규모 사업체의 전기 비용

[2022\$/kWh]

부문	지역	평균	한계
소형 식품 판매	1	0.175	0.156
소형 식품 서비스	1	0.175	0.156
소형 기타	1	0.175	0.156
소형 식품 판매	2	0.119	0.116
소형 식품 서비스	2	0.119	0.116
소형 기타	2	0.119	0.116
소형 식품 판매	3	0.129	0.116
소형 식품 서비스	3	0.129	0.116
소형 기타	3	0.129	0.116
소형 식품 판매	4	0.151	0.14
소형 식품 서비스	4	0.151	0.14
소형 기타	4	0.151	0.14

⁶²미국 관리 예산처. Circular A-4: 규제 분석. 2003년 9월 17일, 섹션 E.

www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/legacy_drupal_files/omb/circulars/A4/a-4.pdf. (최종 접속 일 2023년 2월 9일)

표 IV.46-소규모 사업체에 대한 할인율 분포

부문	할인율 (%)	가중치
소형 식품 판매	0.0649	0.1201
소형 식품 판매	0.0743	0.4700
소형 식품 판매	0.0838	0.2598
소형 식품 판매	0.0933	0.0358
소형 식품 판매	0.1067	0.0393
소형 식품 판매	0.1176	0.0370
소형 식품 판매	0.1205	0.0208
소형 식품 판매	0.1425	0.0173
소형 식품 판매	0.0798	0.0516

소형 식품 서비스	0.0850	0.3690
소형 식품 서비스	0.0944	0.4114
소형 식품 서비스	0.1009	0.0810
소형 식품 서비스	0.1138	0.0440
소형 식품 서비스	0.1215	0.0429
소형 식품 서비스	0.0433	0.0859
소형 기타	0.0567	0.0493
소형 기타	0.0637	0.1416
소형 기타	0.0714	0.0518
소형 기타	0.0854	0.2307
소형 기타	0.0945	0.2325
소형 기타	0.1048	0.1053
소형 기타	0.1154	0.0590
소형 기타	0.1237	0.0355
소형 기타	0.1311	0.0083

소규모 사업체에 대한 하위 그룹 분석 결과는 표 V.51, 표 V.52, 표 V.53에서 볼 수 있듯이 대부분의 장비에서 소비자 편익이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 편익의 증가는 소규모 사업체를 운영하는 고객의 전기 요금이 더 높기 때문이다.

NOPR TSD의 11장에서는 소비자 하위 그룹 분석에 대해 설명한다.

DOE는 하위 그룹 분석에 대한 의견을 요청한다.

1. 제조업체 영향 분석

1. 개요

DOE는 수정된 에너지 절약 표준이 워크인 제조업체에 미치는 재정적 영향을 추정하고 이러한 표준이 직접 고용과 제조 능력에 미칠 수 있는 잠재적 영향을 추정하기 위해 MIA를 수행하였다. MIA에는 양적, 질적 측면이 모두 포함되며, 예상되는 산업의 현금 흐름, INPV, 연구 개발 (Research and Development, "R&D")과 제조 자본에 대한 투자, 국내 제조 고용에 대한 분석이 포함된다. 또한 MIA는 수정된 에너지 절약 표준이 제조 고용, 생산 능력, 경쟁에 미치는 영향과 표준이 전반적인 규제 부담에 어떻게 기여하는지를 결정하고자 한다. 마지막으로, MIA는 소규모 제조업체를 포함한 제조업체 하위 그룹에 대한 불균형적인 영향을 파악하는 역할을 수행한다.

MIA의 양적 부분은 주로 이 규칙 제정과 관련된 입력 값을 변수로 하는 산업 현금 흐름 모델인 정부 규제 영향 모델 (Government Regulatory Impact Model, "GRIM")에 의존한다. GRIM의 주요 입력 값에는 산업의 비용 구조, 유닛 생산 비용, 제품 출하량, 제조업체 마크업, 규정 준수 제품의 생산에 필요한 R&D와 제조 자본 투자에 대한 데이터가 포함된다. GRIM의 주요 결과는 분석 기간 동안 산업의 연간 현금흐름을 산업 가중 평균 자본 비용으로 할인하여 합산한 INPV와 국내 제조 고용에 미치는 영향이다. 이 모델은 표준 회계 원칙을 사용하여 새로운 표준이 적용되지 않은 경우와 다양한 표준이 적용된 경우의 INPV와 국내 제조 고용 변화를 비교함으로써 보다 엄격한 에너지 절약 표준이 특정 산업에 미치는 영향을 추정한다. 수정된 표준에 따른 제조업체의 가격 책정 전략과 관련된 불확실성을 포착하기 위해 GRIM은 다양한 제조업체 마크업 시나리오에 따른 가능한 영향의 범위를 추정한다.

MIA의 질적 부분은 제조업체 특성과 시장 동향을 다룬다. 특히 MIA는 잠재적 표준이 제조 능력에 미치는 영향, 산업 내에서의 경쟁, 다른 DOE 규정과 DOE 이외 규정의 누적된 영향, 제조업체 하위 그룹에 미치는 영향과 같은 요소를 고려한다. 전체 MIA는 NOPR TSD의 12장에 요약되어 있다.

DOE는 이 규칙 제정을 위한 MIA를 3단계로 진행하였다. MIA 1단계에서 DOE는 시장과 기술 평가, 예비 제조업체 인터뷰, 공개적으로 이용 가능한 정보를 바탕으로 워크인 제조 산업의 프로파일을 작성하였다. 여기에는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템 제조업체에 대한 하향식 분석이 포함되었으며, DOE는 이를 통해 GRIM에 대한 예비 재정 입력 값 (예를 들어 매출, 재료비, 인건비,

간접비, 감가상각비, 판매 및 일반 관리비 (Selling, General, and Administrative Expenses, “SG&A”), R&D 비용)을 도출하는 데 사용하였다. DOE는 또한 SEC에 제출된 10-K 회사 자료,⁶³ 기업 연례 보고서, 미국 인구조사국의 연례 제조업체 조사 (Annual Survey of Manufactures, ASM)⁶⁴, Dun & Bradstreet의 보고서⁶⁵ 등 공공 정보 출처를 사용하여 워크인 제조 산업의 초기 특성을 추가로 보정하였다.

MIA 2단계에서 DOE는 수정된 에너지 절약 표준의 잠재적 영향을 정량화 하기 위해 프레임워크 산업 현금 흐름 분석을 작성하였다. GRIM은 몇 가지 요소를 사용하여 표준의 발표 시점부터 표준 준수일 이후 30년 동안 일련의 연간 현금 흐름을 결정하게 된다. 이러한 요소에는 연간 예상 매출, 매출 원가, SG&A, R&D 비용, 세금, 자본 지출이 포함된다. 일반적으로 에너지 절약 표준은 (1) 투자 증가 필요성 발생, (2) 유닛 당 생산 비용의 상승, (3) 유닛 당 가격 상승과 판매량 변화로 인한 수익 변화의 세 가지 방식으로 제조업체의 현금 흐름에 영향을 줄 수 있다.

또한 2단계가 진행되는 동안 DOE는 제품과 자본 전환 비용을 포함한 기타 주요 GRIM 입력 값을 개발하고 에너지 절약 표준이 매출, 직접 고용, 자본 자산, 산업 경쟁력, 하위 그룹에 미치는 예상되는 영향에 대한 추가 정보를 수집하기 위해 워크인 제조업체에 배포할 인터뷰 지침을 개발하였다.

MIA 3단계에서 DOE는 대표적인 제조업체와 구조를 갖춘 상세한 인터뷰를 실시하였다. 이러한 인터뷰를 통해 DOE는 엔지니어링, 제조, 조달, 재무와 관련된 주제에 대해 논의하여 GRIM에 사용된 가정을 검증하고 주요 문제 또는 우려 사항을 파악하였다. 인터뷰 중에 제조업체가 제기한 주요 문제에 대한 설명은 이 문서의 섹션 IV.J.3을 참조하도록 한다. 3단계의 일환으로 DOE는 수정된 표준에 의해 불균형적으로 영향을 받을 수 있거나 산업의 현금흐름 분석을 개발하는 데 사용된 평균 비용의 가정으로 정확하게 표현되지 않을 수 있는 제조업체 하위 그룹도 평가하였다. 이러한 제조업체 하위 그룹에는 소규모 제조업체, 소량 제조업체, 틈새 시장 업체 그리고/또는 업계 평균과 크게 다른 비용 구조를 보이는 제조업체가 포함된다. DOE는 별도의 영향 분석을 위해 소규모 제조업체라는 하나의 하위 그룹을 식별하였다. 소규모 하위 그룹에 대해서는 이 문서의 “규제 유연법에 따른 검토”를 다루는 섹션 VI.B와 NOPR TSD의 12장에서 설명한다.

⁶³미국 증권 거래 위원회, 전자 데이터 수집, 분석 및 검색 (EDGAR) 시스템. www.sec.gov/edgar/search/ (최종 접속일 2023년 2월 14일).

⁶⁴미국 인구 조사국, 연례 제조업체 설문조사. “미국 산업 그룹 및 산업에 대한 요약 통계 (2021년)”. www.census.gov/data/tables/time-series/econ/asm/2018-2021-asm.html (최종 접속 일 2023년 2월 14일).

⁶⁵Dun & Bradstreet Hoovers 로그인은 app.dnbhoovers.com에서 가능하다 (최종 접속 일 2023년 2월 17일).

2. 정부 규제 영향 모델 및 주요 입력 값

DOE는 GRIM을 사용하여 새로운 또는 수정된 표준으로 인해 산업의 가치를 높이거나 낮추는 현금 흐름의 변화를 정량화 한다. GRIM은 제조업체 비용, 마크업, 출하량, 산업의 재무 정보를 입력 값으로 반영하는 표준 연간 할인 현금 흐름 분석을 사용한다. GRIM은 수정된 에너지 절약 표준으로 인해 발생할 수 있는 비용, 출하량 분포, 투자, 제조업체 이익의 변화를 모델링한다. GRIM 스프레드시트는 이러한 입력 값을 사용하여 2023년 (분석 기준 연도)부터 2056년까지 일련의 연간 현금 흐름을 산출하게 한다. DOE는 이 기간 동안 연간 할인된 현금 흐름을 합산하여 INPV를 계산하였다. DOE는 산업 재무 정보에서 도출한 데이터를 제조업체 인터뷰 중에 받은 피드백에 따라 수정한 실제 할인율을 워크인 문, 패널, 냉장 시스템 제조업체 각각에 대해 9.4%, 10.5%, 10.2%로 사용하였다.

GRIM은 표준 회계 원칙을 사용하여 현금 흐름을 계산하고 새로운 표준이 없는 경우와 각 표준 사례 간의 INPV 변화를 비교한다. 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우의 INPV 차이는 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 제조업체에 미치는 재무적인 영향을 나타낸다. 이전에 설명한 것처럼 DOE는 공개적으로 사용 가능한 데이터, 공학 분석 결과, 출하량 분석 결과, 제조업체 인터뷰 과정에서 업계 이해 관계자로부터 수집한 정보 등 다양한 출처를 사용하여 GRIM에 대한 중요한 입력 값을 개발하였다. GRIM의 결과는 이 문서의 섹션 V.B.2에 제시되어 있다. GRIM, 할인율, 기타 재무적 매개변수에 대한 추가 세부 정보는 NOPR TSD의 12장에서 확인할 수 있다.

a. 제조업체 생산 비용

더 효율적인 장비를 제조하는 것은 일반적으로 기존 구성 요소보다 비용이 더 많이 소요되는 더 복잡한 구성 요소를 사용하므로 기존 장비를 제조하는 것보다 비용이 많이 들게 된다. 적용 대상 장비의 MPC 변화는 업계의 매출, 총 이익, 현금 흐름에 영향을 미칠 수 있다. 이 규칙 제정에서 DOE는 문, 패널, 전용 콘덴싱 유닛, 단일 패키지 전용 시스템에 대한 설계 옵션 접근 방식을 사용한다. DOE는 장비 등급에 따라 유닛 쿨러에 대해 설계 옵션과 효율 수준 접근 방식을 모두 사용한다. MPC에 대한 자세한 설명은 NOPR TSD의 5장 또는 이 문서의 섹션 IV.C를 참조하도록 한다.

b. 출하량 전망

GRIM은 총 유닛 출하량 전망과 효율 수준별 출하량 분포를 기반으로 제조업체의 매출을 추정한다. 시간 경과에 따라 판매량과 효율 집합의 변화는 제조업체의 재정에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이 분석을 위해 GRIM은 2023년 (기준 연도)부터 2056년 (분석 기간의 종료 연도)까지의 출하량 분석으로부터 도출된 NIA의 연간 출하량 전망을 사용한다. 출하량 모델은 각 장비 등급의 시장 점유율과 재고에 포함된 유닛의 연식을 추적하는 회계적 접근 방식을 취한다. 재고 회계는 장비 출하량을 입력 값으로 사용하여 모든 연도에 대해 판매 중인 장비 재고의 연식 분포를 추정한다.

각 장비 유형의 출하량 전망을 계산하기 위해 DOE는 2단계 접근 방식을 사용한다. 첫 번째 단계에서는 상업용 바닥 면적의 전망과 WICF 박스의 평균 수명을 주요 입력 값으로 하는 재고 모델을 사용하여 모든 유형의 완성된 WICF 설치물 ("박스"라고도 함)의 출하량을 계산한다. 두 번째 단계에서는 전체 박스 시장의 출하량을 다양한 유형의 냉장 시스템과 엔벨로프로 세분화한다. 자세한 내용은 NOPR TSD의 9장 또는 이 문서의 섹션 IV.G를 참조하도록 한다.

c. 자본 및 제품 전환 비용

새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준으로 인해 제조업체에게는 생산 시설과 장비 설계가 표준을 준수하도록 하기 위한 전환 비용이 발생할 수 있다. DOE는 각 장비 등급에서 고려되는 각 효율 수준을 준수하는 데 필요한 전환과 관련된 지출 수준을 평가하였다. MIA에서 DOE는 이러한 전환 비용을 (1) 자본 전환 비용과 (2) 제품 전환 비용의 두 가지 주요 그룹으로 분류하였다. 자본 전환 비용은 새로운 규정을 준수하는 장비의 설계가 제작되고 조립될 수 있도록 기존 생산 시설을 개조하거나 변경하는 데 필요한 자산, 공장, 장비에 대한 투자를 말한다. 제품 전환 비용은 장비 설계가 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준을 준수하도록 하는 데 필요한 연구, 개발, 테스트, 마케팅, 기타 비자본화 비용에 대한 투자를 말한다.

DOE는 제조업체 인터뷰, 장비 분해 분석, 공학 모델에서 도출된 정보와 2014년 6월 최종 규칙을 뒷받침하기 위해 수집한 데이터를 바탕으로 고려된 표준 수준에서 제조업체에게 발생할 수 있는 자본과 제품 전환 비용 수준을 평가하였다. DOE는 인터뷰를 통해 제조업체에 다양한 설계 옵션을 구현하기 위한 자본 전환 비용 (예를 들어 생산 공정, 장비, 가공의 변경)을 추정해 달라고 요청하였다. 장비 분해 분석과 공학 분석으로부터 생성된 데이터는 제품 설계, 원자재, 구매 부품, 제조 방법 등의 요소를 고려하여 각 효율 수준에서 OEM에 필요한 장비, 가공, 컨베이어에 대한 자본 투자를 추정하는 데 사용되었다. 그런 다음 제조업체와의 기밀유지 인터뷰로부터의 피드백을 보완하여 장비, 가공, 컨베이어의 변경 사항을 자본 전환 비용을 추정하는 데 사용하였다. 또한 DOE는 인터뷰를 통해 제조업체에 제품 전환 비용을 정량화하기 위해 다양한 효율 수준에서 필요한 재설계 노력과 공학적 자원을 추정해 달라고 요청하였다. 제조업체 데이터는 정보의 기밀유지를 위해 다른 정보와 혼합하여 사용하였다.

냉장 시스템 제조업체에 대해 DOE는 2023년 5월 TP 최종 규칙에서 확정된 것처럼 부속서 C1과 관련된 비용도 포함하였다. 88 FR 28780. DOE는 CCD로부터의 개별 모델 수와 출하량 분석 시 효율 분포 가정을 사용하여 부속서 C1에 따라 규정 준수 모델 재평가와 관련된 산업의 비용을 추정하였다.

일반적으로 DOE는 전환과 관련된 모든 투자가 최종 규칙이 발표된 연도와 제조업체가 새로운 표준을 준수해야 하는 연도 사이에 발생한다고 가정한다. GRIM에 사용된 전환 비용의 수치는 이 문서의 섹션 V.B.2에서 확인할 수 있다. 예상되는 자본과 제품 전환 비용에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

d. 제조업체 마크업 시나리오

MSP에는 직접 제조 생산 비용 (즉, DOE의 MPC에서 추정된 인건비, 재료비, 간접비)과 모든 비생산 비용 (즉, SG&A, R&D, 이자)과 이윤이 포함된다. GRIM에서 MSP를 계산하기 위해 DOE는 각 장비 등급과 효율 수준에 대한 공학 분석에서 추정된

MPC에 제조업체 마크업을 적용하였다. 표준 사례에서 이러한 제조업체 마크업을 수정하면 제조업체에 미치는 영향이 달라지게 된다. MIA를 위해 DOE는 수정된 에너지 절약 표준의 시행에 따른 제조업체의 가격과 수익성에 미치는 잠재적 영향에 대한 불확실성을 나타내기 위해 (1) 매출 이익률 보존 시나리오와 (2) 영업 이익 보존 시나리오의 두 가지 표준 사례 시나리오를 모델링하였다. 이러한 시나리오는 제조업체 마크업 값의 변화를 가져오며, MPC에 적용될 경우 매출과 현금 흐름에 다양한 영향을 미치게 된다.

매출 이익률 보존 시나리오에서 DOE는 제조업체가 장비 등급 내 모든 효율 수준에서 동일한 매출 이익률을 유지할 수 있다고 가정하도록 모든 효율 수준에 걸쳐 균일한 “매출 이익률” 마크업을 적용하였다. 제조업체의 생산 비용이 효율에 따라 증가하면 이 시나리오는 유닛 당 수익이 증가한다는 것을 의미한다. DOE는 디스플레이 문에 대해 31%, 비디스플레이 문에 대해 33%, 패널에 대해 24%, 냉장 시스템에 대해 26%의 매출 이익률을 가정하였다.⁶⁶ 제조업체는 특히 최소 효율 제품의 경우 생산 비용이 증가하더라도 동일한 매출 이익률을 유지할 수 있다고 가정하는 것이 낙관적이라고 여기는 경향이 있다.

영업 이익 보존 시나리오에서는 표준 사례에서 생산 비용이 상승하는 경우 제조업체는 일반적으로 제조업체 마크업을 기준 사례 영업 이익을 유지하는 수준으로 낮추어야 한다. DOE는 수정된 표준의 예상 준수일 다음 해에 새로운 표준이 없는 사례와 표준 사례에서 이자와 세전 이익이 거의 동일하도록 각 TSL의 제조업체 마크업을 조정하여 GRIM에서 이 시나리오를 구현하였다. 이 시나리오의 암묵적 가정은 표준이 시행된 후에도 업계가 영업 이익을 절대 금액으로만 유지할 수 있다는 것이다. 그러므로 일반적으로 새로운 표준이 없는 사례와 표준이 있는 사례 사이에서 백분율로 환산한 영업이익은 감소하게 된다.

두 가지 마크업 시나리오가 업계에 미치는 재무적 영향의 비교는 이 문서의 섹션 V.B.2.a에 나와 있다.

⁶⁶매출 이익률 31%, 33%, 24%, 26%는 각각 1.45, 1.50, 1.32, 1.35의 제조업체 마크업에 기반한다.

3. 제조업체 인터뷰

DOE는 디스플레이와 비디스플레이 문의 OEM을 포함한 7개 문 제조업체, 3개의 패널 제조업체, 4개의 냉장 시스템 제조업체를 인터뷰하였다. 인터뷰에 참여한 일부 제조업체는 두 가지 이상의 워크인 구성 요소를 생산하였다. 참여 업체에는 다양한 장비와 시장 점유율을 보유한 중소기업과 대형 제조업체가 모두 포함되었다.

DOE는 인터뷰를 통해 제조업체에 워크인에 대한 더 엄격한 에너지 절약 표준이 적용될 가능성에 대한 주요 우려 사항을 설명해 달라고 요청하였다. 다음 섹션에서는 수정된 표준이 업계에 미칠 것으로 예상되는 잠재적 영향을 파악하는 데 도움이 된 제조업체의 우려 사항에 대해 설명한다. 제조업체 인터뷰는 기밀 유지 계약 (Nondisclosure Agreements, “NDA”)에 따라 진행되었으므로 DOE는 이 문서의 나머지 부분에서 의견 요약의 공개 의견과 DOE의 답변을 문서화한 것과 동일한 방식으로 이러한 논의를 문서화하지 않는다.

a. 단열재 두께의 증가

비디스플레이 문과 패널 제조업체들은 단열재 두께의 증가가 가공 시간, 자본 투자, 장비 비용, 회사 수익성에 미치는 영향에 대해 우려를 표명하였다. 인터뷰에서 제조업체들은 기존 생산 장비의 대부분이 3.5인치에서 5인치 두께의 비디스플레이 문과 패널을 생산하도록 설계되어 있다고 언급하였다. 6인치 두께의 패널은 업계에서 흔하지 않다. 제조업체들은 단열재 두께를 5인치 또는 6인치로 늘리면 경화하고 처리하는 시간이 현저히 길어져 잠재적으로 생산 능력이 감소할 수 있다고 언급하였다. 일부 제조업체는 현재 생산 수준을 유지하려면 추가적인 처리 시간을 상쇄하기 위해 별도의 고정 장치와 프레스를 구매해야 한다고 언급하였다. 6인치 두께의 패널을 요구하는 표준을 따르려면 대부분의 제조업체에게는 상당한 추가 투자가 필요하다. 또한 일부 제조업체는 워크인 시장은 가격에 민감하며 단열재 두께를 늘리면 소비자 편익은 최소화하면서 제품 비용이 증가한다고 주장하였다. 또는 이러한 비용을 업체가 흡수할 경우 이익률이 크게 감소할 수 있다.

b. 결로 방지 열의 감소

인터뷰에서 일부 문 제조업체는 더 엄격한 표준으로 인해 결로 방지 열 전력이 감소하여 일부 환경에서 안전 위험을 초래할 수 있다는 우려를 표명하였다. 이러한 제조업체들은 일반적으로 매장 운영 조건이 표준 테스트 조건에서 가정한 습도 수준에서 벗어나기 때문에 문은 다양한 주변 환경에 맞게 설계된다고 언급하였다. 이러한 제조업체들은 에너지 사용 요건을 낮추면 특히 적절한 온도 조절 장치가 없는 매장이나 습한 지역에 위치한 매장에서 결로가 발생할 위험이 높아질 수 있다고 주장하였다. 제조업체들은 과도한 결로 현상으로 인해 바닥에 물이 고여 미끄러질 위험이 발생할 수 있다고 언급하였다.

c. 냉매 규제

거의 모든 냉장 시스템 제조업체들은 더욱 엄격한 에너지 절약 표준을 충족하면서 HFC와 GWP가 높은 냉매 사용을 제한하는 냉매 규정을 준수할 수 있는 능력에 대해 우려를 표명하였다. 첫째, 제조업체들은 GWP가 낮은 냉매로의 전환을 둘러싼 규제의 불확실성에 대해 우려를 표명하였다. 둘째, 제조업체들은 A2L 냉매의 성능과 시스템의 효율에 미치는 영향에 대한 기술적 불확실성이 존재한다고 언급하였다. 셋째, 제조업체들은 A2L 또는 A3 냉매를 사용하도록 워크인 냉동 시스템을 전환하려면 상당한 공학적 자원, 실험실 테스트 시간, 자본 투자가 필요하다고 언급하였다. 일부 제조업체는 상업용 냉장고, 냉장-냉동고, 냉동고와 같은 다른 장비도 제조하는데, 이러한 장비는 EPA와 DOE 규정 모두를 적용을 받으며 워크인 시스템과 비슷한 기간 동안 재설계가 필요할 가능성이 있다. 거의 모든 제조업체는 단기간에 더 엄격한 DOE의 에너지 절약 표준과 EPA의 규정을 모두 준수하는 데 필요한 이중적인 개발을 완료할 시간이나 자원이 없을 것이라고 우려를 표명하였다. 특히 제조업체들은 EPA와 DOE 규정 준수 기한까지 남은 몇 년 동안 인력과 테스트 대역폭에 제약이 있을 수 있다고 언급하였다. 일부 제조업체는 이미 평가와 분석을 위한 실험실 역량을 늘리는 데 어려움을 겪고 있으며, DOE가 더 엄격한 에너지 절약 표준을 채택할 경우 이러한 문제가 더욱 악화될 것이라고 언급하였다.

4. MIA 의견에 대한 논의

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 AHRI는 DOE가 페놀, 이소프로필화 인산염 (Phenol, Isopropylated Phosphate, "PIP") (3:1) 등을 함유한 완제품의 화학 물질을 변경해야 하는 요구 사항을 포함하여 규제 부담 평가에서 냉매 전환과 기타 관련 규칙 제정을 고려할 것을 제안하였다. (AHRI, 39번, 6 페이지) 또한 AHRI는 가연성 냉매로 전환하기 위해 제조업체가 스파크 방지와 폭발 방지 장비 그리고 설계를 위해 소규모 시설의 경우 \$0.5 - \$1.0백만, 중대형 시설 및 장비의 경우 \$2.0 - \$4.0백만의 자본 지출이 추정된다고 보고함을 언급하였다. (AHRI, 39번, 5 페이지)

DOE는 부속서 A의 섹션 13(g)에 따라 누적된 규제 부담을 분석한다. 부속서 A의 섹션 13(g)에 따라 DOE는 여러 제품/장비별 연방 규제 조치가 제조업체에 미치는 영향을 분석하고 고려할 것이다. 잠재적 냉매 규제와 관련하여 DOE는 워크인 냉장 시스템 제조업체가 잠재적 에너지 절약 표준의 예상 준수일인 2027년 이전에 2022년 12월 AIM NOPR과 같은 예상되는 냉장 규정을 준수하기 위해 GWP가 낮은 대체 냉매로 전환해야 할 가능성이 높다는 것을 알고 있다. 87 FR 76738. 냉매의 변경은 수정된 에너지 절약 표준과 관련된 DOE 조치와 무관하므로 DOE는 냉매 전환 비용을 전환 비용으로 간주하지 않았지만, 가연성 냉매를 사용하기 위해 워크인 냉장 시스템을 재설계하고 가연성 냉매를 수용하도록 생산 시설을 업그레이드하는 것과 관련된 예상 비용을 GRIM에 포함시켰다. DOE는 기밀유지 인터뷰를 통한 제조업체 피드백, EPA를 위해 작성된 보고서⁶⁷, AHRI의 서면 의견에 의존하여 산업의 냉매 전환 비용을 추정하였다. 이 NOPR에서 분석된 냉매에 대한 추가 논의는 이 문서 섹션 IV.C.1.d의 "분석된 냉매" 하위 섹션을, 누적된 규제 부담에 대한 추가 논의는 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다. PIP (3:1)과 PIP(3:1) 함유 제품의 처리와 유통을 금지하는 EPA의 최종 규칙과 같은 화학물질 규제와 관련하여 DOE는 EPA의 최종 규칙이 워크인에 특화된 연방 규제 조치가 아니므로 NOPR의 누적된 규제 부담 분석에서 이러한 규제를 고려하지 않았다. 86 FR 894.

2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 AHRI는 DOE가 많은 독립적인 맞춤형 지하실 및 캐비닛 제조업체가 WICF에 대한 수정된 에너지 절약 표준의 영향을 받을 수 있다는 점을 인지해야 한다고 언급하였다. (AHRI-Wine, 39번, 5 페이지)

DOE는 한 고온 냉장 시스템 제조업체가 기밀유지 인터뷰 중에 비슷한 의견을 제시했음을 언급한다. 섹션 IV.B에서 설명한 바와 같이, DOE는 고온 워크인 시스템은 공간 제약이 있을 수 있으므로 시스템 크기를 크게 변경해야 하는 설계 옵션이 맞춤형 와인 저장고 설계에 영향을 미칠 수 있음을 이해하고 있다. DOE는 증발기 또는 콘덴서의 열교환기 크기가 상당히 커질 경우 소비자가 소형 고온 냉장 시스템의 유용성을 잃게 될 것이라고 잠정적으로 판단하였다. 그러므로 DOE는 이 기술 옵션에 필요한 추가 열교환기의 크기로 인한 소비자 효용성을 이유로 고온 냉장 시스템에 대해 개선된 증발기와 콘덴서 코일을 제외할 것을 제안하고

있다. 선별 분석에 대한 자세한 내용은 이 문서의 IV.B 또는 NOPR TSD의 4장을 참조하도록 한다.

K. 배출 분석

배출 분석은 두 가지 요소로 구성된다. 첫 번째 구성 요소는 잠재적 에너지 절약 표준이 전력 부문과 현장 (해당되는 경우)의 CO₂, NO_x, SO₂, Hg의 연소 배출에 미치는 영향을 추정한다. 두 번째 구성 요소는 잠재적 기준이 두 가지 추가 온실 가스인 CH₄와 N₂O의 배출과 연료 생산망의 “업스트림” 활동으로 인한 다른 가스의 배출량 감소에 미치는 영향을 추정한다. 이러한 업스트림 활동은 연료를 추출, 가공, 연소 장소로 운송하는 과정으로 구성된다.

⁶⁷“글로벌 이산화탄소 외 온실가스 배출 전망 및 한계 감축 비용 분석: 방법론 문서” (2019)의 5-113 페이지 참조. www.epa.gov/sites/default/files/2019-09/documents/nonco2_methodology_report.pdf.

전력 부문의 CO₂, NO_x, SO₂, Hg 배출 분석은 수정된 또는 새로운 표준과 관련된 전력 소비 변화의 한계 영향을 나타내기 위한 배출 계수를 사용한다. 이 방법론은 다양한 효율 관련 정책을 구현하는 일련의 부수적 사례를 포함하여 AEO를 위해 발표된 결과를 기반으로 한다. 방법론은 NOPR TSD의 부속서 13A에 설명되어 있다. 이 공지에 제시된 분석은 AEO2023의 전망을 사용한다. 연료의 연소로 인한 전력 부문의 CH₄와 N₂O의 배출은 EPA에서 발표한 온실가스 인벤토리 배출 계수를 사용하여 추정된다.⁶⁸

연료의 추출, 처리, 운송 중 연료 연소로 인한 배출과 CH₄와 CO₂의 “비산” 배출 (대기로 직접 누출)을 포함하는 FFC 업스트림 배출은 NOPR TSD 15장에 설명된 방법론에 따라 추정된다.

배출 집약도 계수는 현장의 에너지 절감량 MWh 또는 MMBtu당 물리적 단위로 표현된다. 전력 부문 배출의 경우, 특정 배출 집약도 계수가 부문과 최종 용도별로 계산된다. 총 배출 감축량은 NIA에서 계산된 에너지 절감량을 사용하여 추정된다.

1. DOE의 분석에 반영된 대기 질 규정

DOE의 전력 부문에 대한 새로운 표준이 없는 사례는 기존 대기 질 규정이 배출에 미칠 것으로 예상되는 영향을 통합하는 AEO를 반영하고 있다. AEO2023은 다음 단락에서 설명하는 배출 제어 프로그램과 인플레이션 감소법⁶⁹을 포함하여 2022년 11월 중순까지 채택된 법률과 규정을 가능한 반영하고 있다. 영향을 받는 발전 장치 (Electric Generating Unit, “EGU”)의 이산화황 배출은 전국과 지역의 총량 제한 배출권 거래제도의 적용을 받는다. 청정 대기법의 타이틀 IV는 인접한 48개 주와 컬럼비아 특별구 (District of Columbia, DC) 내에서 영향을 받는 EGU에 대해 연간 SO₂ 배출 한도를 설정한다. (42 U.S.C. 7651 이하 참조) 미국 동부의 여러 주에서 배출되는 SO₂도 주 간 대기 오염 규칙 (Cross-State Air Pollution Rule, “CSAPR”)에 따라 제한된다. 76 FR 48208 (2011년 8월 8일). CSAPR은 이들 주에 연간 SO₂ 배출을 포함한 특정 배출을 감축하도록 요구하며 2015년 1월 1일부로 발효되었다.⁷⁰ AEO2023에는 2016년에 발표된 CSAPR 오존 시즌 프로그램 배출 예산과 목표 날짜에 대한 업데이트를 포함하여 CSAPR의 이행이 통합되었다. 81 FR 74504 (2016년 10월 26일). CSAPR의 준수는 EGU 간에 유연하게 적용되며 거래 가능한 배출권을 사용하여 시행된다. 기존 EPA의 규정에 따라 효율 표준 채택으로 인한 전력 수요 감소로 발생하는 초과 SO₂ 배출권은 규제를 받는 다른 EGU의 SO₂ 배출량 증가를 상쇄하는 데 사용될 수 있다.

그러나 2016년부터 발전소에 대한 수은과 대기 독성 물질 기준 (Mercury and Air Toxics Standards, “MATS”)으로 인해 SO₂ 배출량이 감소하기 시작하였다.⁷¹ 77 FR 9304 (2012년 2월 16일). MATS 최종 규칙에서 EPA는 산성 가스 유해 대기 오염 물질 (Hazardous Air Pollutant, “HAP”)의 대리료 염화 수소에 대한 표준을 제정하고, 산성 가스 HAP에 대해 대체할 수 있는 동등한 대리 표준으로 SO₂ (비 HAP 산성 가스)에 대한 표준도 제정하였다. 산성 가스에 대한 MATS 요건을 준수하기 위해 석탄 화력 발전소에 설치된 제어 기술을 통해 HAP와 비 HAP 산성 가스를 줄이는 데 동일한 제어 기술이 사용되므로 SO₂의 배출이 감소하고 있다. MATS에 따른 배출량 감축으로 인해 전력 수요 감소로 인한 초과 SO₂ 배출권이 필요하거나 규제 대상인 다른 발전소의 SO₂ 배출 증가를 상쇄하는 데 사용될 가능성은 낮다. 그러므로 전력 생산을 줄이는 에너지 절약 표준은 일반적으로 SO₂ 배출을 줄일 수 있다. DOE는 AEO2023에 기반한 배출 계수를 사용하여 SO₂ 배출량 감소를 추정하였다.

또한 CSAPR은 미국 동부의 여러 주에 대해 NO_x 배출량 제한을 설정하였다. 전력 수요 감소로 인한 초과 NO_x 배출권을 다른 발전소의 NO_x 배출량 증가를 상쇄하는 데 사용할 수 있다면 에너지 절약 표준은 CSAPR 배출 제한이 적용되는 주에서 NO_x

배출에 거의 영향을 미치지 않을 것이다. 이 경우 전력 생산량이 감소하더라도 NO_x 배출량은 한도 근처에서 유지된다. 다른 지역의 전력 부문 구성과 배출권의 필요성에 따라 다른 사례가 발생할 수 있으며, 전력 수요가 감소하는 경우 NO_x 배출량이 한도에 미치지 못할 수도 있다. 이러한 경우 에너지 절약 표준이 적용 대상 주에서 NO_x 배출을 줄일 수 있다. 이러한 가능성에도 불구하고 DOE는 보수적인 분석을 선택했으며 이 표준이 CSAPR이 적용되는 주에서 NO_x 배출을 줄이지 않을 것이라는 가정을 유지하였다. 에너지 절약 표준은 CSAPR이 적용되지 않는 주에서 NO_x 배출을 감소시킬 것으로 예상된다. DOE는 AEO2023 데이터를 사용하여 CSAPR이 적용되지 않는 주 그룹에 대한 NO_x 배출 계수를 도출하였다.

MATS는 발전소의 수은 배출을 제한하지만 배출 상한선을 포함하지 않으므로 DOE의 에너지 절약 표준은 Hg 배출량을 약간 감소시킬 것으로 예상된다. DOE는 MATS를 통합한 AEO2023에 기반한 배출 계수를 사용하여 수은 배출량 감소를 추정하였다.

L. 배출 영향의 금전적 산출

이 규칙안 개발의 일환으로, 행정 명령 12866의 요건을 준수하기 위해 DOE는 고려된 각 TSL에서 발생할 것으로 예상되는 CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, SO₂의 배출 감소로 인해 예상되는 금전적 편익을 고려하였다. 이 계산을 소비자 편익의 NPV 계산과 유사하게 만들기 위해 DOE는 각 TSL에 대해 예측 기간 동안 출하되는 제품의 수명 기간에 발생할 것으로 예상되는 배출량 감소를 고려하였다. 이 섹션에서는 배출 편익을 금전적으로 산출하는 데 사용된 값의 근거를 요약하고 이 NOPR에서 고려한 값을 제시한다.

⁶⁸www.epa.gov/sites/production/files/2021-04/documents/emission-factors_apr2021.pdf 에서 확인할 수 있다. (최종 접속 일 2023년 4월 17일)

⁶⁹자세한 내용은 연례 에너지 전망에서 전망치를 생성하는 데 사용된 주요 가정을 설명하는 AEO2023 보고서의 가정을 참조하도록 한다. www.eia.gov/outlooks/aeo/assumptions/에서 확인할 수 있다. (최종 접속 일 2023년 4월 17일)

⁷⁰CSAPR은 1997년과 2006년 PM_{2.5} 국가 대기 질 기준 (National Ambient Air Quality Standards, "NAAQS")과 관련하여 오염의 주 간 이동을 해결하기 위해 각 주에서 미세 입자 물질 (Particulate Matter, PM_{2.5}) 오염을 형성하는 전구체인 SO₂와 NO_x의 연간 배출량 다루도록 요구하고 있다. 또한 CSAPR은 특정 주에서 1997년 오존 NAAQS와 관련하여 오존 오염의 주 간 이동을 해결하기 위해 오존 시즌 (5월~9월)에 오존 오염을 형성하는 전구체인 NO_x 배출을 다루도록 요구하고 있다. 76 FR 48208 (2011년 8월 8일). 이후 EPA는 CSAPR 오존 시즌 프로그램에 추가로 5개 주를 포함하는 보완 규칙을 발표하였다 76 FR 80760 (2011년 12월 27일) (보완 규칙).

⁷¹석탄 발전소가 계속 운영된다면 연도 가스 탈황 또는 건식 흡착제 주입 시스템을 설치해야 한다. 두 기술 모두 산성 가스 배출을 줄이는 데 사용되며 SO₂ 배출량도 감소시킨다.

이 분석에서는 온실가스 배출 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발표한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용에 제시된 중간 추정치를 사용한다.

1. 온실 가스 배출의 금전적 산출

DOE는 각 오염물질의 SC (예를 들어 SC-CO₂)를 측정하여 CO₂, CH₄, N₂O의 배출량 감소로 인한 금전적 편익을 추정한다. 이러한 추정치는 특정 연도에 이러한 오염물질의 배출량이 미미하게 증가했을 때 사회에 미치는 순 피해의 금전적 가치 또는 이러한 증가를 피함으로써 얻을 수 있는 편익을 나타낸다. 이러한 추정치에는 순 농업 생산성, 인체 건강, 홍수 위험 증가로 인한 재산 피해, 에너지 시스템 붕괴, 분쟁 위험, 환경 이동, 생태계 서비스 가치에 있어 기후변화와 관련된 변화가 포함되지만 이에 국한되지 않는다.

DOE는 해당 행정명령에서 권고하는 대로 금전적으로 산출된 기후 편익을 제시할 때 자체적인 판단을 내리고 있으며, DOE는 온실가스의 사회적 비용이 없는 경우에도 이 규칙 제정안에 제시된 것과 동일한 결론에 도달할 것이다. 즉, 온실가스의 사회적 비용에 관한 부처 간 워킹 그룹에서 제시한 2021년 2월 중간 추정치를 사용하던 또는 다른 방법으로 측정하던 간에 온실가스의 사회적 비용은 DOE의 최종 규칙안에는 영향을 미치지 않는다.

DOE는 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발표한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 ("2021년 2월 SC-GHG TSD")에 제시된 중간 값을 기반으로 한 SC-GHG 값을 사용하여 CO₂, CH₄, N₂O의 감축으로 인한 글로벌 사회적

편익을 추정하였다. SC-GHG는 특정 연도의 미미한 배출량 증가와 관련된 사회에 대한 순 피해의 금전적 가치 또는 그러한 증가를 피함으로써 얻을 수 있는 편익을 의미한다. 원칙적으로 SC-GHG에는 순 농업 생산성, 인체 건강 영향, 홍수 위험 및 자연재해 증가로 인한 재산 피해, 에너지 시스템 붕괴, 분쟁 위험, 환경 이동, 생태계 서비스 가치에 있어 변화를 포함한 (이에 국한되지 않음) 모든 기후 변화 영향의 가치가 포함된다. 그러므로 SC-GHG는 해당 가스의 배출량을 1톤 감축하는 것의 사회적 가치를 반영한다. SC-GHG는 CO₂, N₂O, CH₄의 배출에 영향을 미치는 정책에 대한 편익-비용 분석을 수행할 때 이론적으로 적절한 값이다. 2021년 2월 SC-GHG TSD 개발에 참여한 IWG의 일원으로서 DOE는 동료 검토를 거친 최신 과학을 반영한 수정된 추정치가 개발될 때까지 SC-GHG 중간 추정치가 가장 적절한 SC-GHG 추정치라는 데 동의한다.

여기에 제시된 SC-GHG의 추정치는 수년간에 걸쳐 투명한 절차, 동료 검토 방법론, 당시 이용 가능한 최고의 과학, 대중의 의견을 바탕으로 종합적으로 개발되었다. 특히, 2009년에는 DOE 그리고 기타 행정부 기관과 사무국을 포함하는 IWG가 설립되어 각 기관이 최고의 과학적 지식을 사용하고 여러 기관에서 사용되는 탄소 사회적 비용 ("SC-CO₂") 값이 일관성을 갖도록 하였다. IWG는 2010년에 기후 프로세스와 세계 경제에 대한 고도로 집체된 표현을 단일 모델링 프레임워크에 결합하여 기후로 인한 전 세계의 피해를 추정하는 데 널리 인용되는 세 가지 통합 평가 모델 (Integrated Assessment Model, "IAM")의 조화를 통해 개발된 SC-CO₂ 추정치를 발표하였다. 세 가지 IAM은 미래의 인구, 경제, CO₂ 배출량 증가와 평형 기후 민감도 (대기 중 CO₂ 농도 증가에 대한 전 세계 평균 온도 반응의 척도)에 대한 각 모델에서 공통된 입력 값에 대한 가정의 집합을 사용하여 실행되었다. 이러한 추정치는 2013년에 각 IAM의 새로운 버전을 기반으로 업데이트되었다. 2016년 8월 IWG는 SC-CO₂ 추정치의 기초가 되는 방법론과 동일한 방법론을 사용하여 메탄 ("SC-CH₄")과 아산화 질소 ("SC-N₂O")의 사회적 비용 추정치를 발표하였다. IWG SC-CO₂ 방법론을 이산화탄소 외 온실가스로 확장하는 모델링 접근 방식은 여러 단계의 동료 검토를 거쳤다. SC-CH₄와 SC-N₂O 추정치는 Marten 연구팀⁷²에 의해 개발되었으며 저널에 게재되기 전에 표준 이중 암맹 심사 프로세스를 거쳤다. IWG는 2013년 SC-CO₂ 추정치에 대한 의견 요청에 대한 대중의 의견에 대한 응답의 일환으로, 2015년에 SC-CO₂ 추정치에 대한 국립 과학, 공학, 의학 아카데미의 검토를 발표하여 향후 업데이트에 접근하는 방법에 대한 조언을 제공하여 추정치가 계속해서 최상의 과학과 방법론을 반영할 수 있도록 하였다. 2017년 1월, 미국 국립학술원은 최종 보고서인 기후 피해 평가 보고서를 발표하였는데, 이는 이산화탄소의 사회적 비용 추정 업데이트를 발표하고 향후 SC-CO₂ 추정치 업데이트를 위한 구체적인 기준, 명시된 기준을 충족하기 위한 모델링 프레임워크, 추정 프로세스의 다양한 구성 요소와 관련된 단기 업데이트 및 장기 연구 필요성을 권고하였다.⁷³ 그 직후인 2017년 3월, 트럼프 대통령은 행정명령 13783을 발표하여 IWG를 해체하고, 이전의 TSD를 철회하고, 규제 분석에 사용된 SC-CO₂ 추정치가 "국내 영향과 국제적 영향의 비교에 대한 고려와 적절한 할인율에 대한 고려를 포함하여" OMB의 Circular A-4에 포함된 지침과 일치하도록 기관에 지시하였다 (행정명령 (Executive Order, "E.O.") 13783, 섹션 5(c)). E.O. 13783에 따른 편익-비용 분석에서는 모델에 의해 추정된 기후 변화로 인한 피해의 미국 내 비중을 집중적으로 고려한 SC-GHG 추정치를 사용했으며, Circular A-4에서 권장하는 두 가지 할인율인 3%와 7%를 사용하여 계산하였다. SC-GHG 계산에 사용된 다른 모든 방법론적 결정과 모델 버전은 각각 2010년과 2013년에 IWG에서 사용한 것과 동일하게 유지되었다.

2021년 1월 20일, 바이든 대통령은 E.O. 13990을 발표하여 IWG를 재설립하고 탄소 및 기타 온실가스의 사회적 비용에 대한 미국 정부의 추정치가 이용 가능한 최고의 과학과 2017년 국립 학술원 보고서의 권고 사항을 반영하도록 지시하였다. IWG는 먼저 현재 연방의 분석에 사용되는 SC-GHG 추정치를 검토하고, 전 세계 피해를 고려하는 등 온실가스 배출로 인한 전체 영향을 반영하는 중간 추정치를 E.O. 발표 후 30일 이내에 발표하도록 하는 임무를 맡았다. 2021년 2월에 발표된 중간 SC-GHG 추정치는 이 규칙 제정안에 대한 기후 편익을 추정하는 데 사용된다. E.O.는 IWG에 2017년 국립 학술원 보고서와 기타 최근 과학 문헌의 조언을 고려하여 SC-GHG 추정치에 대한 완전한 업데이트를 수행할 것을 지시하고 있다. 2021년 2월 SC-GHG TSD는 E.O.13990에 따라 수행된 IWG의 초기 검토에 대해 완전히 논의된 내용을 제공하고 있다. 특히, IWG는 E.O. 13783에 따라 사용된 SC-GHG 추정치가 다양한 방식으로 온실가스 배출의 영향을 충분히 반영하지 못한다는 사실을 발견하였다.

⁷²Marten, A. L., E. A. Kopits, C. W. Griffiths, S. C. Newbold, A. Wolverton. 미국 정부의 SC-CO₂ 추정치와 일치하는 CH₄와 N₂O의 점진적 완화로 인한 편익. *Climate Policy*. 2015. 15(2): 272-298 페이지.

⁷³국립 과학, 공학, 의학 아카데미. 기후 피해의 가치 평가: 이산화탄소의 사회적 비용 추정 업데이트. 2017. The National Academies Press: Washington, DC. nap.nationalacademies.org/catalog/24651/valuing-climate-damages-updating-estimation-of-the-social-cost-of.

첫째, IWG는 E.O. 13783에 따라 사용된 SC-GHG 추정치가 미국 시민과 거주자의 복지에 영향을 미치는 많은 기후 영향을 완전히 포착하지 못하며, 이러한 영향은 글로벌 SC-GHG 측정에 의해 더 잘 반영된다는 것을 발견하였다. E.O. 13783 추정치에서

누락된 영향의 예로는 해외에 위치한 미국 시민, 자산과 투자, 공급망, 해외 미군의 자산과 이익, 관광에 대한 직접적인 영향과 미국의 국가 안보, 공중 보건, 인도주의적 우려에 악영향을 미칠 수 있는 경제적, 정치적 불안정화와 글로벌 이주와 같은 파급 경로를 들 수 있다. 또한 미국 온실가스 완화 활동의 편익을 평가하려면 그러한 조치가 다른 국가의 완화 활동에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 고려해야 하는데, 이러한 국제 완화 조치는 미국 시민과 거주자에게 영향을 미치는 기후 영향을 완화함으로써 미국 시민과 거주자에게 편익을 제공할 것이기 때문이다. 광범위한 과학 및 경제 전문가들은 온실가스 배출로 인한 전 세계의 피해를 고려하기 위한 근거로 상호주의 문제를 강조해 왔다. 미국이 다른 국가에 미치는 영향을 고려하지 않으면 다른 국가로 하여금 그들의 배출량이 미국에 미치는 영향을 고려하도록 설득하기 어렵다. 전 세계적으로 배출 감축을 위한 자원을 효율적으로 배분하여 미국과 미국 시민에게 혜택을 줄 수 있는 유일한 방법은 모든 국가가 전 세계 피해 추정치를 기반으로 정책을 수립하는 것이다. 2021년 2월 SC-GHG TSD 개발에 참여한 IWG의 일원으로서 DOE는 이 평가에 동의하며, 따라서 이 규칙안에서 DOE는 SC-GHG의 전 세계 측정에 중점을 두고 있다. 이 접근 방식은 2012년부터 2016년까지의 DOE 규제 분석에서 취한 것과 동일하다. 미국 시민과 거주자에게만 발생하는 기후 피해에 대한 강력한 추정치는 현재 문헌에 존재하지 않는다. 2021년 2월 TSD에서 설명한 바와 같이, 기존 추정치는 위에서 논의한 지역적 상호 작용과 파급 효과를 완전히 포착하지 못하고 기후 변화 문헌에서 인정한 기후 변화의 중요한 물리적, 생태적, 경제적 영향을 모두 포함하지 않기 때문에 미국 시민과 거주자에게 발생하는 모든 피해에 대한 불완전하고 과소평가된 추정치이다. 2021년 2월 SC-GHG TSD에서 언급한 바와 같이, IWG는 미국에 특화된 SC-GHG 값을 추정하기 위한 보다 강력한 방법론을 포함하여 관련 문헌의 발전을 지속적으로 검토하고 대중에게 탄소 영향의 전 범위를 더 잘 알릴 수 있는 방법을 모색할 것이다. DOE는 IWG의 회원으로서 이 문제와 관련된 문헌의 개발을 계속 따를 것이다.

둘째, IWG는 온실가스 배출 감축의 미래 편익을 할인하기 위해 사회적 자본 수익률 (현재 OMB Circular A-4 지침에 따른 7%)을 사용하는 것이 SC-GHG를 추정할 때 기후 변화의 영향을 부적절하게 과소평가한다는 사실을 발견하였다. IWG는 미국 국립 학술원과 경제학 문헌의 연구 결과와 일관되게 소비 이자율이 세대 간 맥락에서 이론적으로 적절한 할인율이라는 결론을 내리고,⁷⁴ 할인율 불확실성과 세대 간 윤리적 고려 사항의 관련 측면을 미래 할인율 선택 시 고려할 것을 권고하였다.

또한, SC-GHG에 사용하기 위해 개발된 피해 추정치는 소비 증가 조건으로 추정되었으므로 규제 분석에 대한 OMB Circular A-4의 지침을 적용하면 소비 할인율을 사용하여 SC-GHG를 계산하게 된다. DOE는 이 평가에 동의하며 이 문제와 관련된 문헌의 개발을 계속 따를 것이다. 또한 DOE는 2003년에 발표된 OMB Circular A-4에서 3%와 7% 할인율을 “기본” 값으로 사용할 것을 권장하고 있지만, Circular A-4는 “규제 문제의 성격과 복잡성, 주요 가정에 대한 편익과 비용 추정치의 민감도에 따라 분석에서 다른 강조점을 요구할 수 있음”을 기관에 상기시키고 있다. 할인과 관련하여, Circular A-4는 “세대 간 편익과 비용을 비교할 때 특별한 윤리적 고려사항이 발생”함을 인지하며, Circular A-4는 분석이 적절하게 “세대 내 분석보다 낮은 비율로 ... 미래 비용과 소비 편익을 할인할 수 있음을 인정한다. 2015년 규제 영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 대한 의견에 대한 답변에서 OMB, DOE 및 기타 IWG 회원들은 “Circular A-4는 살아있는 문서”이며 “7%의 사용은 세대 간 할인에 적절하지 않은 것으로 간주된다”는 점을 인정하였다. 이러한 견해는 학술 문헌에서 폭넓은 지지를 받고 있으며 Circular A-4 자체에서도 인정하고 있다. 따라서 DOE는 이 분석에서 제시된 분석에서 온실가스의 사회적 비용을 평가하는 데 7%의 할인율을 적용하는 것은 적절하지 않다고 결론을 내렸다.

기후 편익의 현재 가치와 연간 가치를 계산하기 위해 DOE는 내부적인 일관성을 위해 미래 온실가스 배출로 인한 피해 가치를 할인하는 데 사용된 할인율과 동일한 할인율을 사용한다. 이러한 할인 방식은 2021년 2월 TSD에서 “내부적인 일관성을 보장하기 위해 - 즉, SC-GHG를 사용한 기후 변화로 인한 미래 피해액을 동일한 2.5% 비율을 사용하여 분석 기준 연도로 할인해야 한다”고 권고하는 것과 동일한 접근 방식을 따른다. DOE는 또한 SC-GHG 추정치를 “다른 할인율을 사용할 수 있는 다른 비용과 편익의 추정치를 RIA에서 결합하는 방법”에 대한 국립 아카데미의 2017년 권고사항을 참조하였다. 국립 아카데미는 “[SC-GHG] 추정치와 함께 다른 비용과 편익의 모든 할인율 조합을 제시하는 것”을 포함하여 몇 가지 옵션을 검토하였다.

⁷⁴탄소의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹. 행정명령 12866에 따른 규제 영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용. 2010년. 미국 정부. (최종 접속 일 2023년 4월 17일) www.epa.gov/sites/default/files/2016-12/documents/scc_tsd_2010.pdf; 탄소의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹. 행정명령 12866에 따른 규제 영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 대한 기술 업데이트. 2013년. (최종 접속 일 2023년 4월 17일) www.federalregister.gov/documents/2013/11/26/2013-28242/technical-support-document-technical-update-of-the-social-cost-of-carbon-for-regulatory-impact; 행정명령 12866에 따른 온실가스의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹, 미국 정부. 기술 지원 문서: 규제 영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 대한 기술 업데이트. 2016년 8월. (최종 접속 일 2023년 4월 17일) www.epa.gov/sites/default/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf; 온실가스의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹, 미국 정부. 행정명령 12866에 따른 규제 영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 관한 기술 지원 문서 부속서: 메탄의 사회적 비용과 아산화 질소의 사회적 비용을 추정하기 위한 방법론의 적용.

2016년 8월. (최종 접속일 2023년 4월 17일) www.epa.gov/sites/default/files/2016-12/documents/addendum_to_sc-ghg_tsd_august_2016.pdf.

2021년 2월 SC-GHG TSD 개발에 참여한 IWG의 일원으로서 DOE는 위의 평가에 동의하며 이 문제와 관련된 문헌의 개발을 계속 따를 것이다. IWG는 동료 검토를 거친 최신 과학을 반영하여 업데이트된 SC-GHG 추정치를 개발하는 최선의 방법을 평가하기 위해 노력하지만, 2017년 그룹이 해체되기 전에 IWG가 개발한 중간 추정치를 가장 최신의 추정치로 설정하였다. 이 추정치는 동일한 모델과 조화된 입력 값에 의존하며 다양한 할인율을 사용하여 계산된다. 2021년 2월 SC-GHG TSD에서 설명한 바와 같이, IWG는 2010년부터 2016년 사이의 규제 분석에 사용되어 대중의 의견을 수렴한 세 가지 할인율을 기반으로 SC-GHG 분포에서 도출된 동일한 네 가지 값의 집합으로 되돌아갈 것을 각 기관에 권고하였다. IWG는 각 할인율에 대해 모델과 사회경제적 배출 시나리오의 분포를 결합한 다음 (각각 동일한 가중치를 적용), 세 가지 할인율 (2.5%, 3%, 5%) 각각에 대한 모델 실행 결과의 평균값과 3% 할인율을 기준으로 추정치의 95번째 백분위수로 선정된 네 번째 값 등 편익-비용 분석에 사용하도록 권장되는 네 가지 값의 집합을 선택하였다. 네 번째 값은 기후 변화로 인하여 잠재적으로 예상보다 높은 경제적 영향에 대한 정보를 제공하기 위해 포함되었다. 2021년 2월 SC-GHG TSD에 설명되어 있으며, DOE도 이에 동의하는 것처럼, 이 업데이트는 투명한 프로세스, 동료 검토 방법론, 해당 프로세스 당시 이용 가능한 과학을 사용하여 개발된 규제 편익-비용 분석 및 기타 용도에 사용할 수 있는 SC-GHG의 즉각적인 필요성을 반영한다. 이러한 추정치는 수십 건의 규칙 제정안과 2013년의 지정한 공개 의견 수렴 기간에 공개 의견 수렴을 거쳤다.

SC-GHG 추정치에는 여러 가지 한계와 불확실성이 존재한다. 첫째, 할인 접근 방식에 대한 현재의 과학적, 경제적 이해에 따르면 기후 변화의 맥락에서 세대 간 분석에 적합한 할인율은 3% 미만이거나 2% 또는 그보다 낮을 가능성이 높다.⁷⁵ 둘째, 이러한 중간 추정치를 생성하는 데 사용되는 IAM에는 기후 변화 문헌에서 인정된 기후 변화의 중요한 물리적, 생태적, 경제적 영향이 모두 포함되어 있지 않으며, "피해 함수"의 기반이 되는 과학, 즉 지구 평균 기온 변화 및 기타 기후 변화의 물리적 영향을 경제적 (시장과 비시장 모두) 피해로 매핑하는 IAM의 핵심 부분이 최신 연구에 뒤처져 있다. 예를 들어, IAM에서 재앙적 그리고 비재앙적 영향을 불완전하게 처리하고, 적응과 기술 변화를 불완전하게 처리하며, 지역 간, 부문 간 연계성을 모델링하는 불완전한 방식, 고온에 대한 피해 추정치의 불확실성, 할인율과 경제 성장의 불확실성 사이의 관계를 장기간에 걸쳐 불충분하게 표현하는 것 등이 한계로 들 수 있다. 마찬가지로, 모델에 입력 값으로 사용된 사회경제적 시나리오와 배출 시나리오는 지난 10년간의 시나리오 생성이나 전체 범위의 전망에서 얻은 새로운 정보를 반영하지 않는다. 모델링의 한계는 SC-CO₂ 추정치에 미치는 영향의 측면에서 모두 같은 방향으로 작용하지는 않는다. 그러나 2021년 2월 TSD에서 논의한 바와 같이, IWG는 이러한 제한 사항을 종합적으로 고려할 때 이 규칙안에 사용된 임시 SC-GHG 추정치가 온실가스 배출로 인한 피해를 과소평가할 가능성이 높다고 권고하였다. DOE는 이 평가에 동의한다.

이 NOPR에 사용된 SC-CO₂, SC-N₂O, SC-CH₄ 값을 DOE가 도출한 내용에 대해서는 다음 섹션에서 설명하며, 이러한 온실가스 배출량 감소로 인한 편익을 추정하는 DOE의 분석 결과는 이 문서의 섹션 IV.L.2에 제시되어 있다.

a. 탄소의 사회적 비용

이 NOPR에 사용된 SC-CO₂ 값은 IWG의 2021년 2월 TSD를 위해 개발된 값을 기반으로 하며, 2020년부터 2050년까지 5년 단위로 표 IV.47에 표시되어 있다. DOE가 사용한 연간 값의 집합은 EPA에서 발표한 추정치에서 조정되었으며,⁷⁶ 최종 규칙 TSD의 부속서 14A에 제시되어 있다. 이러한 추정치는 IWG에서 발표한 추정치 (EPA 모델링에 기반한 추정치)와 동일한 방법, 가정, 매개 변수를 기반으로 하며 2051~2070년에 대한 값을 포함하고 있다. DOE는 2070년 이후에도 여전히 운영되는 제품에 대해 추가적인 기후 편익이 발생할 것으로 예상하지만, 2070년 이후의 배출 연도에 대한 SC-CO₂ 추정치가 부족하여 이 분석에서 이러한 잠재적 편익을 금전적으로 산출하지 못하였다.

표 IV.47-2021년 기관 간 업데이트에서 2020-2050년의 연간 SC-CO₂ 값
[CO₂ 메트릭톤 당 2020\$]

연도	할인율 및 통계			
	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위수
2020	14	51	76	152
2025	17	56	83	169
2030	19	62	89	187

2035	22	67	96	206
2040	25	73	103	225
2045	28	79	110	242
2050	32	85	116	260

DOE는 네 가지 경우 각각에 대해 연도별 CO₂ 배출량 감소 추정치에 해당 연도의 SC-CO₂ 값을 곱하였다. DOE는 경제 분석국의 국내 총생산 (Gross Domestic Product, "GDP")에 대한 내재적 가격 수정인자 (deflator)를 사용하여 이 값을 2022\$로 조정하였다. DOE는 금전적 가치 흐름의 현재 가치를 계산하기 위해 각각의 경우에서 SC-CO₂ 값을 구하는 데 사용된 특정 할인율을 사용하여 네 가지 경우의 값을 할인하였다.

⁷⁵온실가스의 사회적 비용에 관한 기관 간 워킹 그룹 (IWG). 2021. 기술 지원 문서: 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정치. 2월. 미국 정부. www.whitehouse.gov/briefing-room/blog/2021/02/26/a-return-to-science-evidence-based-estimates-of-the-benefits-of-reducing-climate-pollution/에서 확인할 수 있다.

⁷⁶EPA, 수정된 2023년 이후 모델 연도 경상용차의 온실가스 배출 기준 참조: 규제 영향 분석, 워싱턴 DC, 2021년 12월. nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1013ORN.pdf에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 2월 21일)

b. 메탄과 아산화 질소의 사회적 비용

이 NOPR에 사용된 SC-CH₄와 SC-N₂O 값은 2021년 2월 TSD를 위해 개발된 값을 기반으로 한다. 표 IV.48은 2020년부터 2050년까지 5년 단위로 가장 최근의 기관 간 업데이트에서 업데이트된 SC-CH₄와 SC-N₂O 추정치의 집합을 보여준다. 사용된 연간 값의 전체 집합은 NOPR TSD의 부속서 14-A에 제시되어 있다. 규제 영향 분석과 관련된 불확실성을 포착하기 위해 DOE는 IWG의 권고에 따라 SC-CH₄와 SC-N₂O 값의 네 가지 집합을 모두 포함하는 것이 적절하다고 결정하였다. DOE는 SC-CO₂에 대해 위에서 설명한 접근 방식을 사용하여 2050년 이후의 값을 도출하였다.

표 IV.48-2021년 기관 간 업데이트에서 2020-2050년의 연간 SC-CH₄ 및 SC-N₂O 값
[CO₂ 메트릭톤 당 2020\$]

연도	SC-CH ₄				SC-N ₂ O			
	할인율 및 통계				할인율 및 통계			
	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위수	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위수
2020	670	1500	2000	3900	5800	18000	27000	48000
2025	800	1700	2200	4500	6800	21000	30000	54000
2030	940	2000	2500	5200	7800	23000	33000	60000
2035	1100	2200	2800	6000	9000	25000	36000	67000
2040	1300	2500	3100	6700	10000	28000	39000	74000
2045	1500	2800	3500	7500	12000	30000	42000	81000
2050	1700	3100	3800	8200	13000	33000	45000	88000

DOE는 각 경우의 연도별 CH₄와 N₂O 배출량 감소 추정치에 해당 연도의 SC-CH₄와 SC-N₂O 추정치를 곱하였다. DOE는 경제 분석국의 국내 총생산 (Gross Domestic Product, "GDP")에 대한 내재적 가격 수정인자 (deflator)를 사용하여 이 값을 2022\$로 조정하였다. DOE는 금전적 가치 흐름의 현재 가치를 계산하기 위해 각각의 경우에서 SC-CH₄와 SC-N₂O 추정치를 얻는 데 사용된 특정 할인율을 사용하여 네 가지 경우의 값을 할인하였다.

2. 기타 배출 영향의 금전적 산출

NOPR을 위해 DOE는 EPA의 편익 매핑 및 분석 프로그램에서 해당 부문에 대한 최신의 톤당 편익 추정치를 사용하여 전기 발전으로 인한 NO_x와 SO₂ 배출 감소의 금전적 가치를 추정하였다.⁷⁷ DOE는 2025년, 2030년, 2040년에 대해 NO_x와 SO₂와 연관된 PM_{2.5} 관련 편익과 NO_x와 연관된 오존 관련 편익에 대해 EPA의 값을 사용하였는데, 이는 3%와 7%의 할인율로 계산된 것이다. DOE는 2025-2040년 기간에 제공되지 않은 연도의 값을 정의하기 위해 선형 보간 (linear interpolation)을 사용하였으며, 2040년

이후 연도의 값은 일정하게 유지하였다. DOE는 EPA의 지역별 톤당 편익 추정치 그리고 AEO2023의 전력 소비와 배출량에 대한 지역별 정보를 결합하여 NOx와 SO₂에 대한 국가에 대한 가중 평균 값을 정의하였다 (NOPR TSD의 부속서 14B 참조).

DOE는 또한 EPA의 편익 매핑 및 분석 프로그램의 톤당 편익 추정치를 사용하여 현장의 워크인 쿨러와 냉동고에서 천연 가스를 사용할 때 발생하는 NOx와 SO₂ 배출량 감소를 금전적 가치를 추정하였다. EPA에서 다루는 부문 중 주거용 및 상업용 건물을 구체적으로 언급하는 부문은 없지만, "지역 배출원"이라는 부문은 주거용 및 상업용 건물을 합리적으로 대체할 수 있다.⁷⁸ EPA 문서는 2025년과 2030년에 대해 3%와 7% 할인율로 높은 추정치와 낮은 추정치를 제공한다.⁷⁹ DOE는 발전의 경우와 동일하게 선형 보간과 외삽을 사용하였다.

DOE는 각 연도의 현장 배출 감소량 (톤)에 관련 \$/톤 값을 곱한 다음, 각 시리즈에 적절한 3%와 7%의 할인율로 할인하였다.

M. 유틸리티 영향 분석

유틸리티 영향 분석은 고려된 각 TSL에 대해 발생할 것으로 예상되는 설치된 전기 용량과 발전량의 변화를 추정한다. 이 분석은 AEO2023과 연관된 NEMS로부터 발표된 결과를 기반으로 한다. NEMS는 에너지 공급과 수요 변화가 경제 전반에 미치는 영향을 추정하는 여러 가지 부수적인 사례 뿐만 아니라 AEO 기준 사례도 생성한다. 현재 분석에서는 전력 부문 발전량, 설치 용량, 연료 소비량, 배출량 수준을 AEO2023 기준 사례와 다양한 부수적 사례와 비교하여 영향을 정량화 한다. 방법론에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 13장과 15장의 부속서에 나와 있다.

이 분석의 결과는 주어진 최종 용도에 대한 유닛의 수요 감소로 인한 발전량, 1차 연료 소비량, 설치 용량, 전력 부문 배출량의 변화를 포착하는 시간에 의존하는 계수의 집합이다. 이러한 계수에 NIA에서 계산된 전기 절감량의 흐름을 곱하여 잠재적인 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준이 선택된 유틸리티에 미치는 영향의 추정치를 제공한다.

⁷⁷미국 환경 보호국. 21개 부문에서 직접 배출되는 PM_{2.5}, PM_{2.5} 전구체, 오존 전구체 감소에 따른 톤당 편익 추정. www.epa.gov/benmap/estimating-benefit-ton-reducing-directly-emitted-pm25-pm25-precursors-and-ozone-precursors.

⁷⁸"지역 배출원"은 주에서 배출 인벤토리에 정확한 (지점) 위치가 없는 모든 배출원을 나타낸다. 정확한 위치는 더 큰 배출원과 연관되는 경향이 있으므로 "지역 배출원"은 가정과 기업 같이 분산된 소규모 배출원을 잘 대표할 수 있다.

⁷⁹"지역 배출원"은 EPA의 2018년 문서에 있는 범주이지만 위에 인용된 2021년 문서에서는 사용되지 않는다. 참조: www.epa.gov/sites/default/files/2018-02/documents/sourceapportionmentbpttsd_2018.pdf.

N. 고용 영향 분석

DOE는 표준안을 선택할 때 국내 경제에 미치는 고용 영향을 한 가지 요소로 고려한다. 새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준으로 인한 고용 영향에는 직접적 영향과 간접적 영향이 모두 포함된다. 직접적인 고용 영향은 표준이 적용되는 장비 제조업체의 직원 수에 변화가 있는 경우이다. MIA는 이러한 영향을 다룬다. 간접적인 고용 영향은 더 효율적인 기기의 구매와 운영으로 인한 지출과 자본 투자의 변화로 인해 발생하는 국가 고용의 변화를 말한다. 표준으로 인한 간접적인 고용 영향은 규제 대상인 제조업 부문을 제외한 국가 경제에서 창출되거나 사라지는 순 일자리로 구성되며, 이는 다음을 원인으로 한다: (1) 소비자의 에너지 지출 감소, (2) 유틸리티 산업의 새로운 에너지 공급에 대한 지출 감소, (3) 새로운 표준이 적용되는 제품 및 기타 상품과 서비스에 대한 소비자 지출 증가, (4) 경제 전반에 걸친 이 세 가지 요소의 영향.

이러한 경제 활동의 변화가 노동 수요에 미칠 수 있는 영향을 평가하는 한 가지 방법은 노동부의 노동 통계국 (Bureau of Labor Statistics, "BLS")에서 개발한 부문별 고용 통계를 비교하는 것이다. BLS는 경제의 여러 부문에서 경제 활동 백만 달러 당 일자리 수와 동일한 경제 활동으로 인해 경제의 다른 곳에서 창출되는 일자리 수에 대한 추정치를 정기적으로 발표하고 있다. BLS의 데이터에 따르면 유틸리티 부문의 지출은 일반적으로 경제의 다른 부문에서의 지출보다 (직접적으로, 간접적으로 모두) 더 적은 일자리를 창출한다.⁸⁰ 이러한 차이에는 임금 차이와 유틸리티 부문이 다른 부문에 비해 자본 집약적이고 노동 집약적이지 않다는 사실 등 여러 가지 이유가 있다. 에너지 절약 표준은 소비자의 유틸리티 요금을 줄이는 효과가 있다. 에너지에 대한 소비자 지출 감소는 경제의 다른 부문에서 지출 증가로 이어질 가능성이 높기 때문에 효율 표준의 일반적인 효과는 경제 활동을 노동 집약적이지 않은 부문 (즉, 유틸리티 부문)에서 노동 집약적 부문 (예를 들어 소매와 서비스 부문)으로 전환하는 것이다. 그러므로

BLS 데이터는 에너지 절약 표준으로 인한 경제 활동의 변화로 인해 국가의 순 고용이 증가할 수 있음을 시사한다.

DOE는 미국 경제의 투입/산출 모델인 부문별 에너지 기술 영향 버전 4 (Impact of Sector Energy Technologies, "ImSET")를 사용하여 이 NOPR에서 고려한 표준 수준에 대한 간접적인 국가 고용에 대한 영향을 추정하였다.⁸¹ ImSET는 에너지 절약 기술의 국가 고용과 소득 효과를 추정하도록 설계된 "미국 벤치마크 국가 투입-산출" ("I-O") 모델의 특수 목적 버전이다. ImSET 소프트웨어에는 산업용, 상업용, 주거용 건물 에너지 사용과 가장 관련성이 높은 187개 부문의 경제 흐름을 특성화 하는 구조 계수를 사용하는 컴퓨터 기반 I-O 모델이 포함되어 있다.

DOE는 ImSET가 일반적인 균형 예측 모델이 아니며, 고용 영향을 전망하는데 있어 수반되는 불확실성은 특히 분석 후반 연도의 변화에 영향을 미칠 수 있다. ImSET는 물가 변화를 반영하지 않기 때문에 ImSET에서 예측한 고용 효과는 이 규칙에 대한 장기적인 실제 일자리 영향을 과도하게 추정할 수 있다. 그러므로 DOE는 이러한 불확실성이 줄어드는 단기적인 기간 (2027~2036년)에 대한 결과를 생성하는 데만 ImSET을 사용하였다. 고용 영향 분석에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 16장을 참조하도록 한다.

V. 분석 결과 및 결론

다음 섹션에서는 워크인 쿨러와 냉동고에 대해서 고려되는 에너지 절약 표준과 관련한 DOE의 분석 결과를 다룬다. 여기에서는 DOE에서 검토한 TSL, 워크인 쿨러와 냉동고에 대한 에너지 절약 표준으로 채택될 경우 각 표준 수준이 미칠 것으로 예상되는 영향, DOE가 이 NOPR에서 채택할 것을 제안하는 표준 수준에 대해 다룬다. DOE의 분석에 관한 추가적인 세부 사항은 이 문서를 지원하는 NOPR TSD에 포함되어 있다.

A. 시범 표준 수준

일반적으로 DOE는 각 등급에 대한 개별 효율 수준을 TSL로 그룹화하여 제품과 장비에 대한 잠재적인 새로운 또는 수정된 표준을 평가한다. DOE는 TSL을 사용하여 장비 등급 간 제조업체 비용의 상호 작용과 그러한 상호 작용이 있는 정도, 다양한 표준 수준이 설정될 때 변경될 수 있는 소비자 구매 결정의 가격 탄력성을 식별하고 고려할 수 있다.

이 NOPR에서 수행된 분석에서 DOE는 워크인에 대한 세 가지의 TSL의 편익과 부담을 분석하였다. DOE는 분석된 각 장비 등급에 대한 효율 수준을 결합한 TSL을 개발했으며, 이러한 TSL은 이 문서의 섹션 IV.E.1에서 설명한다.

B. 경제적 타당성 및 에너지 절감액

1. 개별 소비자에 미치는 경제적 영향

DOE는 각 TSL에서 잠재적 수정된 표준이 LCC와 PBP에 미칠 영향을 살펴봄으로써 워크인 쿨러와 냉동고의 소비자에게 미치는 경제적 영향을 분석하였다. 또한 DOE는 잠재적 표준이 일부 소비자 하위 그룹에 미치는 영향도 조사하였다. 이러한 분석에 대해서는 다음 섹션에서 설명한다.

a. 수명 주기 비용 및 투자 회수 기간

일반적으로 고효율 제품은 (1) 구매 가격 인상과 (2) 연간 운영 비용 감소라는 두 가지 방식을 통해 소비자에게 영향을 미친다. LCC와 PBP 계산에 사용되는 입력 값에는 총 설치 비용 (즉, 제품 가격에 설치 비용을 더한 값)과 운영 비용 (즉, 연간 에너지 사용량, 에너지 가격, 에너지 가격 추세, 수리 비용 및 유지 보수 비용)이 포함된다. LCC 계산에는 제품의 수명과 할인율도 사용된다. NOPR TSD의 8장에서는 LCC와 PBP 분석에 대한 자세한 정보를 제공한다.

표 V.1부터 표 V.56까지는 각 장비 등급에 대해 고려한 TSL에 대한 LCC와 PBP의 결과를 보여준다. 쌍으로 되어 있는 표의 첫 번째에서는 기준 제품 대비 단순 투자 회수 기간을 측정한다. 두 번째 표에서는 규정 준수 연도에 새로운 표준이 없는 경우의 효율 분포와 비교하여 영향을 측정한다 (이 문서의 섹션 III.E 참조). 일부 소비자는 새로운 표준이 없는 경우 더 높은 효율을 가진 장비를

구매하기 때문에 평균 절감액은 기준 제품의 평균 LCC와 각 TSL의 평균 LCC 간의 차이보다 적다. 절감액은 특정 TSL에서 표준의 영향을 받는 소비자에게만 적용된다. 이미 특정 TSL 이상의 효율을 가진 제품을 구매한 소비자는 영향을 받지 않는다. 특정 TSL에서 LCC가 증가하는 소비자에게는 순 비용이 발생하게 된다.

⁸⁰미국 상무부-경제 분석국 참조. 지역별 승수: 지역별 투입-산출 모델링 시스템 (Regional Input-Output Modeling System, RIMS II)을 위한 사용자 핸드북. 1997년. 미국 정부 인쇄 사무국: Washington, DC. <https://apps.bea.gov/scb/pdf/regional/perinc/meth/rims2.pdf>에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 4월 27일).

⁸¹Livingston, O.V., S.R. Bender, M.J. Scott, R.W. Schultz. ImSET 4.0: 부문 에너지 기술의 영향에 대한 모델 설명 및 사용자 가이드. 2015년. 태평양 북서부 국립 연구소: Richland, WA. PNNL-24563.

문

표 V.1-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DW.L

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	3,101	260	2,160	5,261	.....	12.1
1	3,101	257	2,136	5,237	.....	12.1
2	3,101	256	2,132	5,233	.....	12.1
3	4,463	210	1,747	6,210	44.0	12.1

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다.

표 V.2-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DW.L

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	.....
2	0	.....
3	100	-1,106

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.3-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DW.M

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,888	75	615	3,504	.....	12.0
1	2,888	74	607	3,495	.....	12.0
2	2,888	73	605	3,493	.....	12.0
3	4,248	53	436	4,684	99.1	12.0

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.4-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DW.M

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	.....

2	0	.....
3	100	-1,247

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.5-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: NM.L

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,574	368	2,219	4,793	.....	8.0
1	2,833	164	992	3,825	1.3	8.0
2	2,833	164	991	3,824	1.3	8.0
3	3,136	145	878	4,014	2.8	8.0

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.6-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: NM.L

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	2	724
2	2	723
3	37	307

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.7-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: NM.M

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,605	120	727	3,332	.....	8.0
1	2,736	64	387	3,123	2.4	8.0
2	2,850	41	251	3,101	3.2	8.0
3	3,229	34	209	3,438	8.2	8.0

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.8-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: NM.M

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	2	203
2	11	86
3	96	-291

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.9-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: NO.L

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	7,102	516	3,089	10,191	.....	7.9
1	7,363	247	1,480	8,844	1.0	7.9
2	7,363	246	1,478	8,841	1.0	7.9

3	7,688	212	1,276	8,964	2.1	7.9
---------	-------	-----	-------	-------	-----	-----

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.10-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: NO.L

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	1	1,194
2	2	1,192
3	9	932

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.11-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: NO.M

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	7,059	168	1,014	8,073	.....	8.0
1	7,190	94	568	7,758	1.8	8.0
2	7,307	63	383	7,690	2.4	8.0
3	7,704	51	311	8,015	6.3	8.0

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.12-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: NO.M

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	306
2	3	113
3	95	-266

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

패널

표 V.13-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: PFL ft² 당

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	13.27	0.57	4.41	17.68	.....	11.5
1	13.27	0.56	4.35	17.62	.....	11.5
2	13.27	0.56	4.34	17.61	.....	11.5
3	16.10	0.40	3.15	19.25	26.1	11.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.14-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: PFL ft² 당

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	.....

2	0	.....
3	95	-1.61

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다.

표 V.15-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: PS.L ft² 당

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	13.31	0.93	7.23	20.54	.....	11.6
1	13.31	0.91	7.12	20.43	.....	11.6
2	13.31	0.91	7.11	20.41	.....	11.6
3	16.18	0.55	4.33	20.51	10.1	11.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.16-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: PS.L ft² 당

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	.....
2	0	.....
3	64	-0.50

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.17-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: PS.M ft² 당

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	12.82	0.22	1.72	14.54	.....	11.6
1	12.82	0.22	1.69	14.50	.....	11.6
2	12.82	0.21	1.67	14.49	.....	11.6
3	16.13	0.12	0.94	17.07	54.0	11.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.18-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: PS.M ft² 당

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	.....
2	0	.....
3	100	-2.33

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

냉장 시스템

표 V.19-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DC.L.I

TSL	평균 비용 (2022\$)	단순 투자 회수	평균 수명 (년)
-----	----------------	----------	-----------

	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC	기간 (년)	
0	7,644	2,476	22,075	29,719	.....	10.6
1	7,764	2,436	21,849	29,614	4.0	10.6
2	7,764	2,436	21,849	29,614	4.0	10.6
3	11,192	2,434	23,745	34,937	-16.2	10.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.20-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DC.L.I

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	11	163
2	11	163
3	100	-5,218

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.21-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DC.L.O

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	26,565	3,788	39,834	66,399	.....	10.5
1	26,618	3,745	39,544	66,162	1.4	10.5
2	26,720	3,732	39,507	66,227	3.6	10.5
3	38,663	3,323	43,528	82,191	-25.0	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.22-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DC.L.O

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	237
2	8	172
3	100	-15,792

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.23-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DC.M.I

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	3,801	1,157	10,327	14,128	.....	10.5
1	3,916	1,113	10,065	13,982	3.4	10.5
2	3,916	1,113	10,065	13,982	3.4	10.5
3	5,401	1,113	10,775	16,175	-26.7	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.24-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DC.M.I

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	1	567
2	1	567
3	100	-2,047

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.25-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: DC.M.O

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	5,803	1,651	15,078	20,881	.....	10.6
1	5,829	1,632	14,951	20,780	1.6	10.6
2	5,872	1,618	14,873	20,745	2.6	10.6
3	8,771	1,300	14,006	22,777	21.6	10.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.26-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: DC.M.O

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	101
2	1	136
3	96	-1,896

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.27-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SP.H.I

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	1,978	255	2,709	4,688	.....	10.5
1	2,006	230	2,557	4,563	1.3	10.5
2	2,006	230	2,557	4,563	1.3	10.5
3	2,035	226	2,550	4,585	2.5	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.28-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SP.H.I

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	2	124
2	2	124
3	3	103

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.29-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SP.H.ID

TSL	평균 비용 (2022\$)	단순 투자 회수	평균 수명 (년)
-----	----------------	----------	-----------

	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC	기간 (년)	
0	2,051	436	3,977	6,027	.....	10.5
1	2,145	370	3,586	5,731	1.7	10.5
2	2,145	370	3,586	5,731	1.7	10.5
3	2,145	370	3,586	5,731	1.7	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.30-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPH.ID

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	296
2	0	296
3	0	296

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.31-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPH.O

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,857	357	3,829	6,686	.....	10.5
1	2,867	331	3,659	6,526	0.4	10.5
2	2,948	317	3,612	6,560	2.9	10.5
3	3,079	312	3,660	6,738	9.0	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.32-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPH.O

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	159
2	3	126
3	81	-53

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.33-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPH.OD

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,820	590	5,401	8,221	.....	10.5
1	2,836	522	4,948	7,784	0.2	10.5
2	3,119	474	4,797	7,916	3.4	10.5
3	3,146	472	4,806	7,951	3.8	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.34-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPH.OD

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	437
2	4	305
3	13	270

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.35-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPL.I

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	3,722	743	7,026	10,748	.....	10.5
1	3,939	666	6,630	10,568	3.8	10.5
2	3,939	666	6,630	10,568	3.8	10.5
3	5,223	643	7,100	12,323	inf	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.36-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPL.I

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	7	180
2	7	180
3	100	-1,575

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.37-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPL.O

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	4,951	956	9,129	14,079	.....	10.6
1	4,951	956	9,129	14,079	.....	10.6
2	4,951	956	9,129	14,079	.....	10.6
3	6,514	806	8,843	15,357	39.0	10.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.38-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPL.O

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1 .....	.....	.....
2 .....	.....	.....
3	100.0	-1,278

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.39-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPM.I

TSL	평균 비용 (2022\$)	단순 투자 회수	평균 수명 (년)
-----	----------------	----------	-----------

	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC	기간 (년)	
0	4,002	713	6,961	10,963	.....	10.5
1	4,087	677	6,762	10,849	3.0	10.5
2	4,104	674	6,756	10,860	3.5	10.5
3	5,277	666	7,263	12,540	inf	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.40-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPM.I

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	4	114
2	5	103
3	100	-1,577

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.41-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: SPM.O

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	4,795	668	7,032	11,826	.....	10.5
1	4,821	635	6,820	11,641	0.9	10.5
2	4,830	634	6,819	11,649	1.2	10.5
3	6,093	549	6,848	12,942	50.8	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.42-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: SPM.O

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0	186
2	0	177
3	100	-1,116

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.43-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: UC.H

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	3,083	483	4,626	7,709	.....	10.5
1	3,083	483	4,626	7,709	.....	10.5
2	3,083	483	4,626	7,709	.....	10.5
3	3,201	478	4,660	7,861	inf	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.44-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: UC.H

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1 .....	.....	.....
2 .....	.....	.....
3	61	-152

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.45-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: UC.H.ID

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	3,161	719	6,377	9,538	.....	10.5
1	3,188	679	6,113	9,301	0.7	10.5
2	3,188	679	6,113	9,301	0.7	10.5
3	3,188	679	6,113	9,301	0.7	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.46-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: UC.H.ID

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	0.0	237
2	0.0	237
3	0.0	237

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.47-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: UC.L

TSL	평균 비용 (2022\$)				단순 투자 회수 기간 (년)	평균 수명 (년)
	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC		
0	2,658	4,413	34,322	36,980	.....	10.5
1	2,801	4,239	33,099	35,900	0.9	10.5
2	2,908	4,186	32,766	35,674	1.2	10.5
3	2,908	4,186	32,766	35,674	1.2	10.5

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.48-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: UC.L

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	3	1,080
2	8	1,306
3	8	1,306

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

표 V.49-장비 등급에 대한 평균 LCC 및 PBP 결과: UC.M

TSL	평균 비용 (2022\$)	단순 투자 회수	평균 수명 (년)
-----	----------------	----------	-----------

	설치 비용	첫 해 운영 비용	수명 내 운영 비용	LCC	기간 (년)	
0	2,468	1,675	13,649	16,118	.....	10.6
1	2,530	1,640	13,418	15,948	2.0	10.6
2	2,546	1,631	13,360	15,906	2.0	10.6
3	2,546	1,631	13,360	15,906	2.0	10.6

참고: 각 TSL의 결과는 모든 소비자가 해당 효율 수준의 제품을 사용한다고 가정하여 계산되었다. PBP는 기준 제품과 비교하여 측정된다

표 V.50-장비 등급에 대한 기준 사례 효율 분포 대비 LCC 절감량: UC.M

TSL	순 비용이 발생하는 소비자 비율 %	영향을 받는 소비자의 평균 절감액 (2022\$)
1	9	170
2	10	212
3	10	212

참고: 절감액은 영향을 받는 소비자의 평균 LCC를 나타낸다

b. 소비자 하위 그룹 분석

소비자 하위 그룹 분석에서 DOE는 고려된 TSL이 따뜻한 공기가 침투하는 환경에서의 용도와 소규모 사업체에 미치는 영향을 추정하였다. 표 V.51에서 표 V.53까지에서는 모든 장비 등급과 대표 유닛에 대해 감소된 소비자 표본에 대해 유사한 지표를 갖는 소비자 하위 그룹에 대해 각 효율 수준에서 평균 LCC 절감액과 PBP를 비교한다. 대부분의 경우, 고려된 시범 표준 수준에서 소규모 사업체와 따뜻한 공기의 침투가 많은 환경에서의 용도의 평균 LCC 절감액과 PBP는 전체 소비자의 평균과 상당히 차이가 나지는 않는다. 결과에 차이가 있는 경우, 소규모 사업체 하위 그룹의 경우 전기 요금이 더 높고, 따뜻한 공기 침투 하위 그룹의 경우 가동 시간이 증가하기 때문에 선택된 하위 그룹이 더 큰 편익을 얻게 되는 경향이 있다.

NOPR TSD의 11장에서는 하위 그룹에 대한 완전한 LCC와 PBP 결과를 제시한다.

표 V.51-워크인 문에 대한 소비자 하위 그룹의 LCC 절감액과 PBP 비교

장비 등급	기준			소규모 사업체		
	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3

소비자 평균 LCC 저감 (2022\$)

DW.L .....	.....	.....	-1,106	.....	.....	-1,004
DW.M .....	.....	.....	-1,247	.....	.....	-1,206
NM.L	724	723	307	1,287	1,287	1,072
NM.M	203	86	-291	289	345	-5
NO.L	1,194	1,192	932	1,761	1,761	1,610
NO.M	306	113	-266	419	534	192

소비자 단순 PBP (년)

DW.L .....	.....	.....	44.0	.....	.....	29.1
DW.M .....	.....	.....	99.1	.....	.....	67.0
NM.L	1.3	1.3	2.8	1.0	1.0	2.0
NM.M	2.4	3.2	8.2	1.8	2.4	5.7
NO.L	1.0	1.0	2.1	0.7	0.7	1.5
NO.M	1.8	2.4	6.3	1.4	1.8	4.4

순 비용이 발생하는 소비자 비율

DW.L .....	.....	.....	100	.....	.....	100
DW.M .....	.....	.....	100	.....	.....	100
NM.L	2	2	37	2	2	6

NM.M	2	11	96	6	7	51
NO.L	1	2	9	0	0	3
NO.M	0	3	95	2	5	28

표 V.52-워크인 패널에 대한 소비자 하위 그룹의 LCC 절감액과 PBP 비교

장비 등급	기준			소규모 사업체		
	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3
ft₂ 당 소비자 평균 LCC 저감 (2022\$)						
PF.L	¥1.61	.....	.....	¥1.66
PS.L	¥0.50	.....	.....	0.17
PS.M	¥2.33	.....	.....	¥2.61
소비자 단순 PBP (년)						
PF.L	26.1	.....	.....	17.4
PS.L	10.1	.....	.....	6.8
PS.M	54.0	.....	.....	33.6
순 비용이 발생하는 소비자 비율 (%)						
PS.M	95	.....	.....	100
PS.L	64	.....	.....	41
PS.M	100	.....	.....	100

표 V.53-워크인 냉장 시스템에 대한 소비자 하위 그룹의 LCC 절감액과 PBP 비교

장비 등급	기준			소규모 사업체			따뜻한 공기		
	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3
소비자 평균 LCC 저감 (2022\$)									
DC.L.I	163	163	-5,218	256	256	-2,851	266	266	-5,138
DC.L.O	237	172	-15,792	243	191	-2,603	271	226	-15,238
DC.M.I	567	567	-2,047	763	763	-1,851	1,004	1,004	-1,932
DC.M.O	101	136	-1,896	-8	34	-1,331	-136	-41	-1,055
SP.H.I	124	124	103	124	124	103	180	180	167
SP.H.ID	296	296	296	297	297	297	446	446	446
SP.H.O	159	126	-53	159	125	-53	165	164	-3
SP.H.OD	437	305	270	439	307	272	540	518	485
SP.L.I	180	180	-1,575	180	180	-1,578	265	265	-1,461
SP.L.O .....	.....	.....	-1,278	.....	.....	-1,279	.....	.....	-1,121
SP.M.I	114	103	-1,577	114	92	-1,576	198	183	-1,467
SP.M.O	186	177	-1,116	186	177	-1,116	208	202	-898
UC.H .....	.....	.....	-152	.....	.....	-145	.....	.....	-141
UC.H.ID	237	237	237	263	263	263	320	320	320
UC.L	1,080	1,306	1,306	1,638	2,025	2,025	1,289	1,568	1,568
UC.M	170	212	212	273	341	341	235	293	293
소비자 단순 PBP (년)									
DC.L.I	4.0	4.0	inf	2.0	2.0	inf	3.1	3.1	inf
DC.L.O	1.4	3.6	inf	1.2	3.3	45.3	1.2	3.1	inf
DC.M.I	3.4	3.4	inf	2.1	2.1	inf	2.4	2.4	inf
DC.M.O	1.6	2.6	21.6	inf	3.0	22.2	inf	19.2	12.0
SP.H.I	1.3	1.3	2.5	1.3	1.3	2.4	0.9	0.9	1.7
SP.H.ID	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.2	1.2	1.2
SP.H.O	0.4	2.9	9.0	0.4	2.9	9.1	0.4	2.5	7.0
SP.H.OD	0.2	3.4	3.8	0.2	3.4	3.8	0.2	2.5	2.8
SP.L.I	3.8	3.8	inf	3.8	3.8	inf	3.2	3.2	291.4
SP.L.O .....	.....	.....	39.0	.....	.....	39.1	.....	.....	24.9
SP.M.I	3.0	3.5	inf	3.0	3.7	inf	2.1	2.5	inf
SP.M.O	0.9	1.2	50.8	0.9	1.1	50.7	0.8	1.0	22.9
UC.H .....	.....	.....	inf	.....	.....	inf	.....	.....	inf
UC.H.ID	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
UC.L	0.9	1.2	1.2	0.5	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0
UC.M	2.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6

순 비용이 발생하는 소비자 비율 (%)

DC.L.I	11	11	100	2	2	100	5	5	100
DC.L.O	0	8	100	0	4	100	0	5	100
DC.M.I	1	1	100	0	0	100	0	0	100
DC.M.O	0	1	96	23	23	95	38	29	85
SP.H.I	2	2	3	2	2	3	0	0	1
SP.H.ID	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP.H.O	0	3	81	0	3	81	0	2	56
SP.H.OD	0	4	13	0	4	13	0	2	5
SP.L.I	7	7	100	7	7	100	4	4	100
SP.L.O	0	0	100	0	0	100	0	0	100
SP.M.I	4	5	100	4	5	100	1	2	100

표 V.53-워크인 냉장 시스템에 대한 소비자 하위 그룹의 LCC 절감액과 PBP 비교-계속

장비 등급	기준			소규모 사업체			따뜻한 공기		
	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 1	TSL 2	TSL 3
SP.M.O	0	0	100	0	0	100	0	0	100
UC.H	0	0	61	0	0	47	0	0	41
UC.H.ID	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UC.L	3	8	8	0	1	1	2	5	5
UC.M	9	10	10	0	1	1	7	7	7

c. 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간

이 문서의 섹션 IV.G에서 설명한 바와 같이, EPCA는 표준을 충족하는 제품에 대한 구매 비용 증가가 표준으로 인한 첫째 에너지 절감액의 3배 미만인 경우 에너지 절약 표준이 경제적으로 타당하다는 반증할 수 있는 추정을 설정한다. 고려된 각 TSL에 대해 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간을 계산할 때 DOE는 불연속 값을 사용하였으며, EPCA에서 요구하는 대로 워크인 쿨러와 냉동고에 대한 DOE 테스트 절차에 따른 에너지 사용량 계산을 기반으로 하였다. 반면, 이 문서의 섹션 V.B.1.a에 제시된 PBP는 현장에서의 에너지 사용 범위를 반영하는 분포를 사용하여 계산되었다.

표 V.54는 워크인 쿨러와 냉동고에 대해 고려된 TSL에 대한 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간을 제시한다. DOE는 반증할 수 있는 추정 기준을 검토하는 동시에 소비자, 제조업체, 국가, 환경에 대한 모든 영향을 고려하는 42 U.S.C. 6295(o)(2)(B)(i)에 따라 그러한 수준의 경제적 영향에 대한 보다 자세한 분석을 통해 NOPR에 고려된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 고려하였다. 이러한 분석 결과는 DOE가 잠재적 표준 수준에 대한 경제적 타당성을 최종적으로 평가하여 경제적 타당성에 대한 예비 결정의 결과를 뒷받침하거나 반박하는 근거가 된다.

표 V.54-워크인 문에 대한 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간

장비 등급	시험 표준 수준		
	1	2	3
DW.L .....	.....	.....	65.7
DW.M .....	.....	.....	109.1
NM.L	1.6	1.6	3.3
NM.M	2.6	3.7	9.1
NO.L	1.2	1.2	2.6
NO.M	2.0	2.8	7.0

표 V.55-워크인 패널에 대한 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간

장비 등급	시험 표준 수준		
	1	2	3
PF.L	0.7
PS.L	0.6
PS.M	2.2

표 V.56-워크인 냉장 시스템에 대한 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간

장비 등급	TSL		
	1	2	3
DC.L.I	* Inf	inf	inf
DC.L.O	1.5	6.1	inf
DC.M.I	inf	inf	inf
DC.M.O	1.5	3.4	inf
SP.H.I	15.0	15.0	18.8
SP.H.ID	4.2	4.2	4.2
SP.H.O	0.3	3.5	12.2
SP.H.OD	0.2	3.5	3.9
SP.L.I	12.7	12.7	inf
SP.L.O			inf
SP.M.I	6.1	10.9	inf
SP.M.O	1.0	1.4	inf
UC.H			inf
UC.H.ID	0.8	0.8	0.8
UC.L	0.8	1.1	1.1

표 V.56-워크인 냉장 시스템에 대한 반증할 수 있는 추정 투자 회수 기간-계속

장비 등급	TSL		
	1	2	3
UC.M	2.4	2.5	2.5

* 추정 투자 회수 결과가 마이너스임을 나타낸다. 이는 제안된 TSL에서 예상되는 운영 비용 절감이 마이너스인 결과로 전체적으로 투자 회수 기간이 마이너스로 예상되는 결과이다.

2. 제조업체에 대한 경제적 영향

DOE는 수정된 에너지 절약 표준이 워크인 제조업체에 미치는 영향을 추정하기 위해 MIA를 수행하였다. 다음 섹션에서는 고려된 각 TSL에서 제조업체에 미칠 것으로 예상되는 영향에 대해 설명한다. NOPR TSD의 12장에서 분석에 대해 자세히 설명한다.

a. 산업 현금 흐름 분석 결과

이 섹션에서는 표준으로 인해 발생할 수 있는 산업의 변화를 조사하는 분석에서의 GRIM 결과를 제공한다. 다음 표에는 잠재적 수정된 에너지 절약 표준이 워크인 제조업체에 미칠 것으로 예상되는 재무적 영향 (INPV의 변화로 표시)과 각 TSL에서 워크인 제조업체가 부담할 것으로 DOE가 추정하는 전환 비용이 요약되어 있다.

잠재적 수정된 에너지 절약 표준의 영향은 두 가지 시나리오에 따라 분석되었다: (1) 매출 이익률 보존, (2) 영업 이익 보존으로 이 문서의 섹션 IV.J.2.d에 설명되었다. 매출 이익률 보존은 모든 효율 수준에 걸쳐 디스플레이 문 31%, 비디스플레이 문 33%, 패널 24%, 냉장 시스템 26%의 “매출 이익률”을 적용한다.⁸² 이 시나리오는 표준 사례에서 MPC가 증가함에 따라 제조업체의 유닛 당 수익이 증가한다고 가정하며, 종종 잠재적 수정된 에너지 절약 표준에 따른 업계 수익성의 상한선을 나타낸다.

영업 이익 보존 시나리오는 더욱 엄격한 효율 수준에 도달하기 위해 MPC가 증가함에 따라 이익을 유지할 수 없다는 제조업체의 우려를 반영하고 있다. 이 시나리오에서는 제조업체가 규정을 준수하는 장비를 생산하기 위해 시설을 전환하는 데 필요한 투자를 진행하며, 이때 영업 이익은 그 절대 금액은 변하지 않으면서 매출의 백분율로 감소하게 된다. 영업 이익 보존 시나리오에서는 일반적으로 수정된 표준이 산업에 미칠 수 있는 영향에 대한 한계를 더 낮추게 된다 (또는 더 심하게 한다).

모델링된 각 시나리오는 각 TSL에 대해 고유한 현금 흐름과 그에 상응하는 INPV를 생성한다. INPV는 기준 연도부터 분석 기간 (2023~2056년) 종료시까지 산업에 대한 할인된 현금 흐름의 합계이다. “INPV가 변화”한 결과는 각 TSL에서 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우 산업의 가치에 차이가 있음을 나타낸다. 단기적인 현금 흐름 영향에 대한 관점을 제공하기 위해 DOE는

수정된 표준이 발효되기 전 연도에 각 TSL에서 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우의 잉여 현금 흐름을 비교한 내용을 포함하고 있다. 이 수치를 통해 새로운 표준이 없는 경우의 업계에서 발생하는 현금 흐름과 비교하여 필요한 전환 비용의 규모를 파악할 수 있다.

전환 비용은 제조업체가 제조 설비와 제품 설계를 잠재적 수정된 표준을 준수하기 위해 일회성으로 투자하는 비용이다. 이 문서의 섹션 IV.J.2.c에 설명된 대로 전환 비용 투자는 최종 규정이 발표된 해와 제조업체가 새로운 표준을 준수해야 하는 해 사이에 발생하게 된다. 전환 비용은 업계의 단기 현금 흐름에 상당한 영향을 미칠 수 있으며 일반적으로 최종 규칙의 공표일과 잠재적 수정된 표준의 준수일 사이의 기간 동안 잉여 현금 흐름이 감소할 수 있다. 전환 비용은 제조업체 마크업 시나리오와는 무관하며 이 분석에서는 범위로 제시되지 않는다.

표 V.57, 표 V.58, 표 V.59, 표 V.60은 각각 워크인 디스플레이 문, 비디스플레이 문, 패널, 냉장 시스템 산업에 대한 각 TSL의 MIA 결과를 보여준다.

문

디스플레이 문

표 V.57-워크인 디스플레이 문에 대한 제조업체 영향 분석 결과

	유닛	새로운 표준이 없는 경우	TSL 1	TSL 2	TSL 3
INPV	2022\$ 백만	278.0	278.0	278.0	215.5 - 355.6.
INPV 변화* .....	% .....	.....	.....	.....	(22.5) - 27.9.
잉여 현금 흐름* (2026)	2022\$ 백만	21.7	21.7	21.7	12.8.
잉여 현금 흐름 변화* (2026) .....	% .....	.....	.....	.....	(41.0).
제품 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	24.0
자본 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	1.5.
총 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	25.5.

* 괄호는 (-) 마이너스 값을 나타낸다.

TSL 1과 TSL 2에서는 모든 워크인 디스플레이 문의 장비 등급(DW.L, DW.M)에 대한 표준이 기준 효율 수준(EL 0)으로 설정된다. 그러므로 INPV, 산업 잉여 현금 흐름의 변화, 전환 비용에는 변화가 없다.

⁸²매출이익률 31%, 33%, 24%, 26%는 각각 제조업체 마크업 1.45, 1.50, 1.32, 1.35을 기준으로 한다.

TSL 3에서의 표준은 모든 장비 등급의 최대 기술 에너지 효율을 나타낸다. INPV의 변화는 -22.5% - 27.9%로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 표준이 없는 경우의 2026년(표준 적용 전년도) 가치인 \$21.7백만에 비해 41.0% 감소할 것으로 추정된다. DOE는 현재 최대 기술 효율 수준을 충족하는 디스플레이 문의 출하는 일어나고 있지 않은 것으로 추정한다.

DOE는 디스플레이 문이 중온 문(DW.M)의 규정상 최소 설계인 이중 창 단열 유리 팩과 저온 문(DW.L)의 규정상 최소 설계인 삼중 창 단열 유리팩에 대해 각각 진공 단열 유리를 사용하도록 요구할 것으로 예상하고 있다. 워크인 디스플레이 문을 제조하는 10개 OEM의 경우, 진공 단열 유리를 구현하려면 모든 상업 환경에서 문의 적절한 내구성을 보장하기 위해 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하였다. 인터뷰에서 제조업체들은 현재 진공 단열 유리 공급업체가 매우 제한적이라는 점을 강조하였다. 문 제조업체들은 최종 규칙 발표와 수정된 에너지 절약 표준 준수 날짜 사이 3년의 전환 기간이 최대 기술 효율을 충족하고 문의 수명 동안 내부 지표를 유지하는 전체 진공 단열 문 포트폴리오를 설계하고 테스트하기에 충분하지 않을 수 있다는 우려를 표명하였다. 워크인 디스플레이 문을 제조하는 10개의 OEM 중 4개는 소규모 국내 기업이다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$1.5백만, 제품 전환 비용으로 \$24.0백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$25.5백만이다.

TSL 3에서 모든 디스플레이 문의 출하량 가중 평균 MPC는 2027년 모든 디스플레이 문에 새로운 표준이 적용되지 않은

경우에서의 출하량 가중 평균 MPC에 비해 63.6% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름의 증가가 전환 비용인 \$25.5백만보다 크므로 이 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 양의 값에 해당하는 변화를 가져올 것으로 예상된다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻게 되지만 제조업체는 투자에 의한 추가 이익은 얻지 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 \$25.5백만의 전환 비용으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 큰 폭의 마이너스 변화를 유발하게 된다. 제조업체 마크업 시나리오에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.J.2.d 또는 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

비디스플레이 문

표 V.58-워크인 비디스플레이 문에 대한 제조업체 영향 분석 결과

	유닛	새로운 표준이 없는 경우	TSL 1	TSL 2	TSL 3
INPV	2022\$ 백만	536.7	522.6 - 529.4	511.2 - 522.5	485.1 - 549.4.
INPV 변화* .....	% .....	.....	(2.6) - (1.4)	(4.8) - (2.6)	(9.6) - 2.4.
잉여 현금 흐름* (2026)	2022\$ 백만	42.6	35.7	30.0	22.5.
잉여 현금 흐름 변화* (2026) .....	% .....	.....	(16.1)	(29.5)	(47.1)
제품 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	2.4	3.8	15.8.
자본 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	13.4	25.0	32.5.
총 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	15.8	28.9	48.3.

* 괄호는 (-) 마이너스 값을 나타낸다.

TSL 1에서 이 표준은 7% 할인율에서 NPV가 최대화되는 효율 수준의 조합을 나타낸다.⁸³ INPV의 변화는 -2.6% - -1.4% 범위로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 표준이 적용되기 전 해인 2026년에 기준이 적용되지 않은 경우의 가치인 \$42.6백만에 비해 16.1% 감소할 것으로 추정된다.

DOE는 모든 비디스플레이 문의 장비 등급 (NM.L, NM.M, NO.L, NO.M)에 결로 방지 히터 제어가 필요할 것으로 예상한다. 저온 등급 (NM.L, NO.L)의 경우, DOE는 제조업체가 개선된 프레임 시스템과 결로 방지 열 저감 기능을 통합해야 할 것으로 예상한다. 비디스플레이 문의 중온 등급 (NM.M, NO.M)의 경우 TSL 1은 EL 1에 해당하며, 비디스플레이 문의 저온 등급 (NM.L, NO.L)의 경우 TSL 1은 EL 3에 해당한다. 현재 비디스플레이 문 출하량의 약 61%가 TSL 1 효율을 충족하고 있다. 비디스플레이 문 출하량의 약 32%를 차지하는 저온 비디스플레이 문에 대해 개선된 프레임 설계를 반영하기 위해 추가로 발포 장비를 구매하려면 자본 전환 비용이 필요할 수 있다. 새로운 비디스플레이 문의 설계를 업데이트하고 테스트하려면 제품 전환 비용이 필요할 수 있다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$13.4백만, 제품 전환 비용으로 \$2.4백만을 추정한다. 전환 비용은 총 15.8백만이다.

TSL 1에서 비디스플레이 문에 대한 출하 가중 평균 MPC는 2027년 비디스플레이 문에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 1.6% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 현금 흐름이 소폭 증가하고 이것이 전환 비용 \$15.8백만보다 약간 더 크므로 이 시나리오에서 TSL 1에서의 INPV는 소폭의 마이너스 변화를 유발하게 된다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규칙 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 전환 비용 \$15.8백만으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 1의 INPV는 소폭 마이너스로 변화하게 된다.

⁸³ 이 문서의 섹션 IVE.1에서 설명한 바와 같이, TSL 구조에는 DOE가 한 구성 요소에는 단일 두께를 늘리도록 요구하지만 다른 구성 요소에는 요구하지 않는 표준을 제한하는 상황을 피하기 위해 비디스플레이 문과 구조용 패널 전체에서 단일 개선이 조화를 이루도록 하는 추가적인 제약 조건이 있다. 비디스플레이 문과 패널의 단일 두께를 일치시키면 구성 요소의 두께가 일치하지 않아 교체용 비디스플레이 문을 설치하면 부착된 WICF 인클로저 (패널)의 일부 또는 전부를 교체해야 하는 의도하지 않은 결과를 피할 수 있다.

TSL 2에서 이 표준은 7% 할인율에서 NPV를 양의 값으로 제한하면서 FFC가 최대화되는 모든 대표 유닛의 효율 수준 조합을 나타낸다.⁸⁴ INPV의 변화는 -4.8% - -2.6% 범위로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 표준이 적용되기 전 해인 2026년에 표준이 적용되지 않은 경우의 가치인 \$42.6백만에 비해 29.5% 감소할 것으로 추정된다.

DOE는 TSL 2에서 모든 비디스플레이 문 (NM.L, NM.M, NO.L, NO.M)에 결로 방지 히터 제어, 개선된 프레임 시스템, 결로 방지 열 저감을 요구할 것으로 예상하고 있다. 비디스플레이 문 장비 등급의 경우 TSL 2는 EL 3에 해당한다. 현재 비디스플레이 문 출하량의 약 12%가 TSL 2 효율을 충족하고 있다. 모든 비디스플레이 문에 개선된 프레임 설계를 반영하기 위해 추가로 발포 장비를 구매하려면 자본 전환 비용이 필요할 수 있다. 새로운 비디스플레이 문의 설계를 업데이트하고 테스트하려면 제품 전환 비용이 필요할 수 있다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$25.0백만, 제품 전환 비용으로 \$3.8백만을 추정한다. 전환 비용은 총 28.9백만이다.

TSL 2에서 비디스플레이 문에 대한 출하 가중 평균 MPC는 2027년 비디스플레이 문에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 2.8% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름의 소폭 증가가 전환 비용 \$28.9백만보다 약간 더 크므로 이 시나리오에서 TSL 2에서의 INPV는 소폭 마이너스 변화를 유발한다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체에서 발생하는 \$28.9백만의 전환 비용으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 2의 INPV는 소폭 마이너스로 변화하게 된다.

TSL 3에서 이 표준은 모든 장비 등급에 대한 최대 기술 효율 수준을 나타낸다. INPV의 변화는 -9.6% - 2.4% 범위로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 기준이 적용되기 전 해인 2026년에 기준이 적용되지 않은 경우의 가치인 \$42.6백만에 비해 47.1% 감소할 것으로 추정된다.

DOE가 비디스플레이 문에 대해 TSL 3에서 분석한 설계 옵션에는 결로 방지 히터 제어, 개선된 프레임 시스템, 결로 방지 열 저감, 최소 6인치 두께의 단열이 포함되었다. DOE는 현재 최대 기술 효율 수준을 충족하는 비디스플레이 문의 출하량은 없는 것으로 추정한다. 워크인 비디스플레이 문을 제조하는 43개 OEM의 경우, 대부분의 제조업체가 최대 5인치 두께의 비디스플레이 문만을 제조할 수 있기 때문에 중온 (NM.M, NO.M)의 경우 3.5인치, 저온 (NM.L, NO.L)의 경우 4인치로 가정한 기준 두께에서 단열 두께를 6인치로 늘리려면 새로운 발포 장비를 구매해야 한다. 또한 비디스플레이 문 제조업체는 최대 기술에서 품의 흐름과 품의 경화 시간에 대해 우려를 표명하였다. 6인치 비디스플레이 문을 수용하기 위한 새로운 발포 장비는 상당한 자본 투자가 필요하며, 이는 자본 전환 비용을 유발하는 핵심 이유였다. 확인된 43개의 비디스플레이 문 OEM 중 40개는 소규모 국내 기업이다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$32.5백만, 제품 전환 비용으로 \$15.8백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$48.3백만이다.

TSL 3에서 모든 비디스플레이 문에 대한 출하 가중 평균 MPC는 2027년 비디스플레이 문에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 15.8% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름 증가가 전환 비용 \$48.3백만보다 약간 더 크므로 이 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 양의 값의 변화를 가져오게 된다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서는 제조업체 마크업이 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 전환 비용 \$48.3백만으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서는 TSL 3에서 INPV가 마이너스로 변화하게 된다.

DOE는 워크인 디스플레이 문과 비디스플레이 문에 대해 각 효율 수준 그리고 TSL에 대해 추정된 자본 전환 비용과 제품 전환 비용에 대한 의견, 정보, 데이터를 구한다. 분석된 각 효율 수준에 대한 예상 전환 비용은 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

패널

표 V.59-워크인 패널에 대한 제조업체 영향 분석 결과

	유닛	새로운 표준이 없는 경우	TSL 1	TSL 2	TSL 3
INPV	2022\$ 백만	875.2	875.2	875.2	676.5 - 787.4.
INPV 변화* .....	% .....	.....	.....	.....	(22.7) - (10.0).

잉여 현금 흐름 * (2026)	2022\$ 백만	78.6	78.6	78.6	(22.0).
잉여 현금 흐름 변화* (2026) .....	% .....	.....	.....	.....	(128.0).
제품 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	74.5.
자본 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	166.8.
총 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	.....	.....	241.3.

* 괄호는 (-) 마이너스 값을 나타낸다.

TSL 1과 TSL 2에서는 모든 워크인 패널 장비 등급에 대한 표준이 기준 효율 수준 (EL 0)으로 설정된다. 그러므로 INPV, 산업 잉여 현금 흐름의 변화, 전환 비용에는 변화가 없다.

TSL 3에서 이 표준은 모든 장비 등급에 대한 최대 기술 에너지 효율을 나타낸다. INPV의 변화는 -22.7% - -10.0% 범위가 될 것으로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 표준 적용 전 해인 2026년의 표준이 없는 경우에 해당하는 값인 \$78.6백만에 비해 128.0% 감소할 것으로 추정된다. 현재 국내 패널 출하량의 약 3%만이 TSL 3에서 요구하는 효율을 충족하고 있다.

⁸⁴TSL 1과 마찬가지로, DOE는 한 구성 요소에 단일 두께를 증가시키는 것이 필요하지만 다른 구성 요소에는 필요하지 않은 표준을 제안하는 상황을 피하기 위해 비디스플레이 문과 패널 전체에 단일 개선이 조화를 이루도록 추가 제약 조건을 적용하였다.

DOE가 최대 기술 수준에서 분석한 설계 옵션에는 모든 장비 등급에서 단열재 두께를 6인치로 늘리는 것이 포함된다. 이 수준에서는 모든 제조업체가 새로운 발포 장비를 구매해야 한다고 DOE는 가정한다. 모든 패널 장비 등급의 단열 두께를 6인치로 늘리려면 상당한 자본 투자가 필요하다. 비디스플레이 문과 마찬가지로 대부분의 제조업체는 현재 최대 5인치 두께의 패널을 제조할 수 있다. 6인치 패널을 요구하는 표준 수준은 모든 제조업체에 고가의 새로운 발포 장비를 필요로 할 가능성이 높다. 또한 DOE는 품이 1인치 추가될 때마다 패널 경화 시간이 약 10분씩 증가한다고 추정하는데, 이는 제조업체가 기존 처리량을 유지하기 위해 추가로 장비를 구입해야 할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 일부 OEM은 추가 발포 설비를 운영하기 위한 추가 제조 공간에 투자해야 할 수도 있다. 42개 워크인 패널 OEM 중 38개 OEM은 소규모 국내 기업이다. 인터뷰에서 제조업체들은 긴 지연 시간과 제한된 발포 설비 공급업체 수로 인해 업계가 3년의 규정 준수 기간 내에 기존 생산 능력을 유지하는 데 필요한 발포 설비를 조달할 수 있는 능력에 대해 우려를 표명하였다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$166.8백만, 제품 전환 비용으로 \$74.5백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$241.33백만이다.

TSL 3에서는 대규모 전환 비용으로 인해 기준 연도 이전 해의 잉여 현금 흐름이 0 이하로 떨어지게 된다. 잉여 현금 흐름이 마이너스로 계산된다는 것은 제조업체가 전환 노력에 필요한 자금을 조달하기 위해 보유한 현금을 사용하거나 외부 자본을 조달해야 할 수 있음을 나타낸다.

TSL 3에서 모든 패널의 출하 가중 평균 MPC는 2027년 모든 패널의 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 17.4% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름의 증가가 전환 비용 \$241.3백만 보다 크므로 이 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 마이너스 변화가 발생하게 된다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 \$241.3백만의 전환 비용으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 3의 INPV는 큰 폭의 마이너스로 변화하게 된다.

DOE는 각 효율 수준, 워크인 패널에 대해 추정된 자본 전환 비용과 제품 전환 비용, TSL에 대한 의견, 정보, 데이터를 구하고 있다. 분석된 각 효율 수준에 대한 예상 전환 비용은 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

냉장 시스템

표 V.60-워크인 냉장 시스템에 대한 제조업체 영향 분석 결과

	유닛	새로운 표준이 없는 경우	TSL 1	TSL 2	TSL 3
INPV	2022\$ 백만	490.1	447.2 - 453.0	442.2 - 452.2	330.5 - 456.2.
INPV 변화* .....	% .....	.....	(8.7) - (7.6)	(9.8) - (7.7)	(32.6) - 11.5.
잉여 현금 흐름 * (2026)	2022\$ 백만	44.8	21.7	20.7	7.3.
잉여 현금 흐름 변화* (2026) .....	% .....	.....	(51.6)	(53.7)	(83.7).
제품 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	25.3	28.0	47.1.
자본 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	32.1	32.1	47.5.
총 전환 비용	2022\$ 백만 .....	.....	57.4	60.1	94.6.

* 괄호는 (-) 마이너스 값을 나타낸다.

TSL 1에서 이 표준은 7% 할인율에서 NPV가 최대화되는 효율 수준의 조합을 나타낸다. INPV의 변화는 -8.7% - -7.6% 범위로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 표준이 적용되지 않은 경우의 2026년 (표준 적용 전년도) 가치인 \$44.8백만에 비해 51.6% 감소할 것으로 추정된다. 현재 DOE는 기준 효율 수준 (EL 0) 이상의 효율 수준을 충족하는 상당한 출하량에 대한 증거를 가지고 있지 않다.

DOE는 TSL 1에서 저온과 중온의 실내 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급⁸⁵에는 일반적으로 더 큰 콘덴서 코일이 필요하고, 저온과 중온의 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어가 필요하며, 저온 실외 전용 콘덴싱 시스템에는 일반적으로 전자식 가변 속도 콘덴서 팬 모터가 필요할 것이며, 일부 저온과 중온의 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급에는 가변 속도 증발기 팬이 필요하고, 저용량 저온과 중온의 단일 패키지 전용 콘덴싱 유닛에는 일반적으로 프로판 압축기가 필요하며, 고온 실외 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어기와 가변 속도 콘덴서 팬이 필요하고, 고온 실내 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에는 일반적으로 최대 1.5인치의 단열재가 필요할 것으로 예상된다. DOE는 TSL 1에서 대부분의 유닛 쿨러 장비 등급이 개선된 증발기 코일 설계를 반영 것으로 예상된다. TSL 1의 대표 유닛 별 효율 수준은 표 IV.28을 참조하도록 한다.

자본 전환 비용은 더 큰 응축기 코일, 개선된 증발기 코일 그리고/또는 주변 과냉각 회로와 같은 설계 옵션을 반영함으로써 발생하며, 일부 냉장 시스템의 용량과 장비 등급에서 업데이트된 기본 판의 설계를 위한 새로운 가공이 필요할 수 있다. 이러한 설계 옵션을 구현하려면 제조업체가 모델을 재설계할 때 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하다. 또한 제조업체는 새로운 고효율 구성 요소를 검증, 조달, 테스트해야 한다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$32.1백만, 제품 전환 비용으로 \$25.3백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$57.4백만이다.

⁸⁵전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 전용 콘덴싱 유닛, 맞춤형 연결 냉장 시스템 (한 쌍의 전용 콘덴싱 유닛과 유닛 쿨러로 구성), 단일 패키지 전용 시스템이 포함된다.

TSL 1에서 모든 냉장 시스템의 출하 가중 평균 MPC는 2027년 모든 냉장 시스템에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 1.5% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름의 소폭 증가가 전환 비용 \$57.4백만보다 약간 더 크므로 이 시나리오에서 TSL 1의 INPV는 소폭의 마이너스 변화가 발생하게 된다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 전환 비용 \$57.4백만으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 1에서의 INPV는 소폭 마이너스로 변화하게 된다.

TSL 2에서 이 표준은 7% 할인율에서 NPV를 양의 값으로 제한하면서 FFC가 최대화되는 효율 수준의 조합을 나타낸다. INPV의 변화는 -9.8% - -7.7% 범위가 될 것으로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 표준이 적용되기 전 해인 2026년에 표준이 적용되지 않은 경우의 가치인 \$44.8백만에 비해 53.7% 감소할 것으로 추정된다.

TSL 2에서는 제조업체가 TSL 1과 유사한 설계 옵션을 반영해야 할 것으로 DOE는 예상한다. TSL 1에서 분석한 설계 옵션 외에도 일부 저온과 실내 중온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 더 큰 콘덴서 코일 그리고/또는 주변 과냉각 회로가 필요할 것으로 DOE는 예상한다. DOE는 더 많은 중온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 전자 정류 콘덴서 팬 모터가 필요하며 주변 과냉각

회로가 필요할 수 있다고 예상한다. 또한 DOE는 더 많은 저온과 중온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급이 더 큰 증발기 코일과 가변 속도 증발기 팬을 필요로 할 것으로 예상한다. 저온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급은 일반적으로 최대 4인치 두께의 단열재 (즉, SPM.O.002, SPM.I.002)도 필요로 한다. 고온 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에는 일반적으로 최대 1.5인치의 단열재, 전자식 정류 가변 속도 콘덴서 팬 모터, 주변 과냉각이 필요하다. DOE는 TSL 2에서 더 많은 유닛 쿨러 장비 등급이 최대 기술 설계 옵션을 반영할 것으로 예상한다 (즉, 일반적으로 TSL 2에서 4열 깊이의 증발기 코일을 필요로 하는 고온의 비덕트형 유닛 쿨러를 제외한 모든 장비 등급). TSL 2의 대표 유닛 별 효율 수준은 표 IV.26을 참조하도록 한다.

대부분의 제조업체가 TSL 1과 TSL 2에서 유사한 가공 투자에 의존할 수 있기 때문에 DOE는 제조업체가 두 TSL 모두에서 유사한 자본 전환 비용을 부담할 것으로 예상한다. DOE는 제조업체가 포트폴리오 전반에서 더 많은 냉장 시스템 용량을 업데이트하고 테스트할 때 TSL 1에 비해 약간 더 많은 전환 비용이 발생할 것으로 예상한다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$32.1백만, 제품 전환 비용으로 \$28.0백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$60.1백만이다.

TSL 2에서 모든 냉장 시스템에 대한 출하 가중 평균 MPC는 2027년 모든 냉동 시스템에 대한 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 2.6% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름 증가가 전환 비용 \$60.1백만보다 약간 더 크므로 이 시나리오에서 TSL 2의 INPV는 소폭의 마이너스 변화가 발생한다. 영업 이익 보존 시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 전환 비용 \$60.1백만으로 인해 영업 이익 보존 시나리오에서는 TSL 2에서 INPV가 마이너스로 변화하게 된다.

TSL 3에서 이 표준은 모든 장비 등급의 최대 기술 효율을 나타낸다. INPV의 변화는 -32.6% - 11.5% 범위로 예상된다. 이 수준에서 잉여 현금 흐름은 새로운 기준이 적용되기 전 해인 2026년에 새로운 기준이 적용되지 않은 경우의 가치인 \$44.8백만에 비해 83.7% 감소할 것으로 추정된다.

TSL 3에서 모든 제조업체는 필요한 효율을 충족하기 위해 분석된 모든 설계 옵션을 반영해야 한다. DOE는 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 더 큰 콘덴서 코일, 가변 용량 압축기, 전자식 가변 속도 콘덴서 팬 모터가 필요할 것으로 예상한다. 또한 저온과 중온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어 장치와 주변 과냉각 회로가 필요하다. DOE는 저온과 중간 온도 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급에도 더 큰 증발기 코일, 가변 속도 증발기 팬, 최대 4인치 두께의 단열재가 필요할 것으로 예상한다. DOE는 저용량 저온과 중온 단일 패키지 전용 콘덴싱 유닛에는 프로판 압축기가 필요할 것으로 예상한다. DOE는 고온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 더 큰 콘덴싱 코일과 가변 용량 압축기를 제외하고는 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템과 동일한 설계 옵션이 필요할 것으로 예상한다. 또한 DOE는 고온 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에는 최대 1.5인치의 단열재가 필요하며 더 큰 증발기 코일이나 가변 속도 증발기 팬은 필요하지 않을 것으로 예상한다. DOE는 저용량 저온과 중온 유닛 쿨러 장비 등급에는 TSL 3에서 4열 깊이의 증발기 코일이 필요할 것으로 예상한다. 마지막으로, DOE는 고용량 저온과 중온 유닛 쿨러 장비 등급과 모든 고온 유닛 쿨러 장비 등급에는 TSL 3에서 5열 깊이의 증발기 코일이 필요할 것으로 예상한다. TSL 3의 대표 유닛 별 효율 수준은 표 IV.24를 참조하도록 한다.

현재 DOE는 최대 기술 수준을 충족하는 상당한 출하량에 대한 증거를 가지고 있지 않다. 그러므로 DOE는 모든 제조업체가 TSL 3 효율을 충족하기 위해 다양한 설계 옵션을 반영하기 위해 냉장 시스템 모델을 재설계해야 한다고 가정한다. 더 큰 콘덴서 코일, 개선된 증발기 코일 그리고/또는 주변 과냉각 회로와 같은 설계 옵션을 반영하면 자본 전환 비용이 발생하며, 이는 전체 범위의 냉장 시스템의 용량과 장비 등급에 걸쳐 업데이트된 기본 판의 설계를 위한 새로운 가공이 필요할 가능성이 높다. 또한 이러한 설계 옵션을 구현하려면 제조업체가 모델을 재설계하고 더 큰 콘덴서 그리고/또는 증발기를 수용하기 위해 냉장 시스템의 설치 공간을 늘릴 수 있으므로 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하다.

또한 제조업체는 새로운 고효율 부품을 검증, 조달, 테스트해야 한다. 최대 기술 수준을 충족하기 위해 가변 용량 압축기가 필요할 가능성이 높은 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급의 경우, 제조업체는 워크인 용도용 가변 용량 압축기의 이용 가능성이 제한되어 있기 때문에 용량 제품 포트폴리오 전체에서 가변 용량 압축기를 조달하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 이 NOPR의 발표 시점에 DOE가 확인한 몇 가지 가변 용량 압축기 제품 라인은 북미 시장용으로 마케팅이 이루어지고 있지 않았다. 또한, 확인된 제품 라인에는 모든 워크인 용도의 압축기를 대체할 수 있는 충분한 범위의 이용 가능한 압축기 용량이 없을 수도 있다. DOE는 자본 전환 비용으로 \$47.5백만, 제품 전환 비용으로 \$47.1백만을 추정한다. 전환 비용은 총 \$94.6백만이다.

TSL 3에서 모든 냉장 시스템의 출하 가중 평균 MPC는 2027년 모든 냉장 시스템의 새로운 표준이 없는 경우의 출하 가중 평균 MPC에 비해 55.5% 증가할 것으로 예상된다. 매출 이익률 보존 시나리오에서는 MSP 상승으로 인한 현금 흐름의 증가가 전환 비용 \$94.6백만보다 크므로 이 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 양의 값에 해당하는 변화를 가져올 것으로 예상된다. 영업 이익 보존

시나리오에서 제조업체는 새로운 표준이 없는 경우와 동일한 유닛 당 영업 이익을 얻지만 제조업체는 투자로부터 추가 이익을 얻지는 못한다. 이 시나리오에서 제조업체 마크업은 분석된 규정 준수 연도 다음 해인 2028년에 감소한다. 이러한 제조업체 마크업의 감소와 제조업체가 부담하는 전환 비용 \$94.6백만으로 dlsco 영업 이익 보존 시나리오에서 TSL 3에서의 INPV는 큰 폭의 마이너스로 변화하게 된다.

DOE는 워크인 냉장 시스템의 각 TSL에 대해 추정되는 자본 전환 비용과 제품 전환 비용에 대한 의견, 정보, 데이터를 구하고 있다.

b. 고용에 대한 직접적인 영향

수정된 에너지 절약 표준이 워크인 산업의 직접적인 고용에 미치는 잠재적 영향을 정량적으로 평가하기 위해 DOE는 GRIM을 사용하여 분석 기간 동안 새로운 표준이 없는 사례와 각 표준 사례에서 국내 인건비 지출과 직접 고용인의 수를 추정하였다. DOE는 2021 ASM의 통계 데이터⁸⁶, BLS 직원 보상 데이터⁸⁷, 공학 분석 결과, 제조업체 인터뷰를 사용하여 이러한 값을 계산하였다.

제품 제조와 관련된 인건비 지출은 제품의 노동 강도, 판매량 그리고 임금이 시간이 지나도 실질적으로 고정되어 있다는 가정에 의존한다. 각 연도의 총 인건비 지출은 총 MPC에 MPC의 인건비 비율을 곱하여 계산한다. 그런 다음 GRIM의 총 인건비 지출을 생산 인건비 지출을 평균 총 부담 임금으로 나누고 생산 근로자 1인당 연간 평균 근무 시간을 곱하여 총 생산 고용 수준으로 변환하였다. 이를 위해 DOE는 ASM 입력 값을 사용하였다: 생산 근로자 연간 임금, 생산 근로자 연간 근무 시간, 급여 기간 동안의 생산 근로자, 직원 수. 또한 DOE는 총 부담 임금 비율을 결정하기 위해 BLS의 직원 보상 데이터에 의존하였다. 총 부담 임금 비율은 유급 휴가, 추가 수당, 보험, 퇴직과 저축, 법적으로 요구되는 복리후생 등을 고려한다.

그런 다음 생산 직원 수에 미국 인력의 비율을 곱하여 총 생산 고용을 국내 총 생산 고용으로 변환한다. 미국 인력 비율은 해당 장비의 국내 제조 생산 능력에서 해당 산업이 차지하는 비율을 나타낸다. 이 값은 제조업체 인터뷰, 장비 데이터베이스 분석, 공개적으로 이용 가능한 정보에서 도출되었다. DOE는 문의 약 90%, 패널의 95%, 냉장 시스템의 70%가 국내에서 제조되는 것으로 추정한다.

국내 생산 직원 추정치에는 OEM 시설 내에서 제품을 제작하고 조립하는 데 직접 관여하는 라인 감독자를 포함한 생산 라인 근로자가 포함된다. 지게차를 이용한 자재 취급 작업과 같이 생산 작업과 밀접한 관련이 있는 서비스를 수행하는 근로자도 생산 인력에 포함된다. DOE의 추정치는 이 규칙 제정안의 적용 대상 장비를 제조하는 생산 근로자만 고려한 것이다.

비생산직 근로자는 직접 고용 수치의 나머지 부분을 차지한다. 비생산 근로자 추정치는 영업, 엔지니어링, 인사, 관리 등 생산 공정에 직접 관여하지 않는 국내 근로자를 포함한다. 위에서 계산한 국내 생산 근로자 수를 사용하여 비생산 국내 직원은 생산 근로자 대비 산업 내 비생산 근로자 비율을 곱하여 추정한다. DOE는 이 직원 분포 비율이 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우 간에 일정하게 유지된다고 가정한다.

DOE는 에너지 효율 표준이 고용에 미치는 영향을 평가할 때 문, 패널, 냉장 시스템 등 세 가지 워크인 부품 제조업체 산업에 대해 별도의 분석을 수행하였다.

에너지 절약 표준이 수정되지 않을 경우, DOE는 GRIM을 사용하여 2027년에 워크인 문에 4,351명의 국내 근로자, 워크인 패널에 7,534명의 국내 근로자, 워크인 냉장 시스템에 877명의 국내 근로자가 있을 것으로 추정한다. 표 V.61, 표 V.62, 표 V.63은 각각 문, 패널, 냉장 시스템 시장에서 잠재적 수정된 에너지 절약 표준이 미국 제조업 고용에 미치는 영향의 범위를 보여준다.

⁸⁶미국 인구조사국, 연례 제조업체 설문조사. "미국 산업 그룹 및 산업에 대한 요약 통계 (2021)". www.census.gov/data/tables/time-series/econ/asm/2018-2021-asm.html에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 2월 14일).

⁸⁷미국 노동 통계국, 직원 보상을 위한 고용주 비용. 2023년 3월 17일. www.bls.gov/news.release/pdf/eccec.pdf에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 4월 12일).

표 V.61-2027년 국내 워크인 문 제조업체의 직접 고용 영향

	새로운 표준이 없는 경우	시범 표준 수준		
		1	2	3
2027년 직접 고용 (생산직 근로자 + 비생산직 근로자)	4,351	4,434	4,526	4,710

2027년 직접 고용의 잠재적 변화 *	(3,193) - 83	(3,193) - 175	(3,193) - 359
-----------------------------	-------	--------------	---------------	---------------

* DOE는 잠재적 고용 영향의 범위를 제시한다. 괄호 안의 숫자는 음의 값을 나타낸다.

표 V.62-2027년 국내 워크인 패널 제조업체의 직접 고용 영향

	새로운 표준이 없는 경우	시범 표준 수준		
		1	2	3
2027년 직접 고용 (생산직 근로자 + 비생산직 근로자)	7,534	7,534	7,534	7,689
2027년 직접 고용의 잠재적 변화 * .....	.....	.....	.....	(55,529) - 155

* DOE는 잠재적 고용 영향의 범위를 제시한다. 괄호 안의 숫자는 음의 값을 나타낸다.

표 V.63-2027년 국내 워크인 냉장 시스템 제조업체의 직접 고용 영향

	새로운 표준이 없는 경우	시범 표준 수준		
		1	2	3
2027년 직접 고용 (생산직 근로자 + 비생산직 근로자)	877	894	905	958
2027년 직접 고용의 잠재적 변화 * .....	.....	(644) - 17	(644) - 28	(644) - 81

* DOE는 잠재적 고용 영향의 범위를 제시한다. 괄호 안의 숫자는 음의 값을 나타낸다.

표 V.61에서 표 V.63까지 표시된 직접 고용 영향은 수정된 에너지 절약 표준 준수일 이후 발생할 수 있는 잠재적인 국내 고용의 변화를 나타낸다. 추정치 상한은 제조업체가 규정이 발효된 후에도 미국 내에서 동일한 범위의 적용 대상 장비를 계속 생산할 경우 수정된 에너지 절약 표준으로 인해 발생할 수 있는 국내 근로자 수의 변화에 해당한다. 보수적 수치인 하한을 설정하기 위해 DOE는 이를 모든 제조업체가 인건비가 저렴한 외국으로 생산을 이전하는 경우라고 가정한다.

직접 고용 분석에 대한 자세한 내용은 NOPR TSD의 12장에서 확인할 수 있다. 또한 이 섹션에서 설명된 고용 영향은 NOPR TSD 16장에 설명된 미국 경제 전반의 고용 영향과는 별개이다.

c. 제조업체 역량에 대한 영향

문

디스플레이 문

인터뷰에서 디스플레이 문 제조업체들은 모든 장비 등급과 구성에 걸쳐 진공 단열 유리를 구현하려면 모든 상업 환경에서 적절한 내구성을 보장하기 위해 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하다고 지적하였다. 또한 제조업체들은 현재 진공 단열 유리 공급업체가 매우 제한적이라는 점을 강조하였다. 인터뷰에서 제조업체들은 최종 규칙 발표와 수정된 에너지 절약 표준 준수 날짜 사이의 3년이라는 기간은 새로운 문의 전체 포트폴리오를 설계하고 테스트하기에 충분하지 않을 수 있다는 우려를 표명하였다.

비디스플레이 문

비디스플레이 문의 생산은 패널 생산과 매우 유사하며 다음 단락에서 설명하는 패널의 경우와 역량에 있어 동일한 문제에 직면해 있다. 패널에 대한 설명에서 언급했듯이 DOE는 제조업체가 5인치 두께로 전환시키는 표준에서 역량의 제약이 발생할 것으로 예상하지 않는다.

DOE는 수정된 표준 준수 날짜 (2027년)에 제조업체의 제조 역량의 제약으로 인해 워크인 디스플레이와 비디스플레이 문의 소비자가 이를 이용하는데 있어 제한이 발생할 것으로 예상하는지 여부에 대한 의견을 구한다.

패널

제조업체는 더 두꺼운 패널을 필요로 하는 설계 옵션으로 인해 패널 생산 시간이 길어질 수 있다고 지적하였다. 일반적으로 품이 1인치 추가될 때마다 경화 시간이 약 10분씩 증가하게 된다. 제조업체 인터뷰와 공학 분석에서 얻은 정보를 바탕으로 DOE는 현재 많은 제조업체가 기준 이상의 패널을 생산할 수 있으며 5인치 패널을 기반으로 하는 표준이 업계에서 장비 부족으로 이어지는 않을 것으로 파악하고 있다. 그러나 패널 장비 등급에 6인치 패널을 요구하는 표준이 적용되면 제조업체는 경화 시간이 길어져 처리량을 유지하기 위해 발포 장비를 추가하거나 제조업체의 현재 장비가 6인치 패널을 수용할 수 없는 경우 생산을 위해 새로운 가공장비를 모두 구매해야 한다.

DOE는 수정된 표준 준수 날짜 (2027년)에 제조업체의 제조 역량의 제약으로 인해 워크인 패널의 소비자가 이를 이용하는데 있어 제한이 발생할 것으로 예상하는지 여부에 대한 의견을 구한다.

냉장 시스템

제조업체는 규제가 중복됨으로 인한 기술적인 자원의 제약에 대한 우려를 제기하였다. EPA가 2022년 12월 AIM NOPR에서 제안을 확정하고 DOE가 대부분의 모델을 재설계해야 하는 더 엄격한 표준을 설정하면 제조업체는 자원의 제약에 직면할 수 있다. 이러한 제조업체들은 EPA가 제안한 냉매 규정을 충족하려면 상당한 공학적 자원, 테스트 시간, 투자가 필요하다고 언급하였다.

기밀유지 인터뷰와 공개적으로 이용 가능한 정보에서 얻은 제조업체 피드백을 바탕으로 DOE는 워크인 냉장 시스템 산업이 EPA의 제안을 준수하기 위해 GWP가 낮은 냉매용 모델을 재설계하고 가연성 냉매를 수용하도록 제조 시설을 개조하는 데 2년 (2023-2024년) 동안 약 \$29.5백만을 투자해야 할 것으로 예상하고 있다. 수정된 표준에 상당한 제품 개발 또는 자본 투자가 필요한 경우, 최종 규칙 발표일과 수정된 에너지 절약 표준 준수일 사이 3년의 기간은 EPA와 DOE 규정을 모두 충족하는 데 필요한 이중적인 개발을 완료하기에 불충분할 수 있다.

DOE는 제조업체의 제조 역량의 제약 또는 공학적 자원의 제약으로 인해 수정된 표준 준수 날짜 (2027년)에 워크인 냉장 시스템의 소비자가 이를 이용하는데 있어 제한이 발생할 것으로 예상하는지 여부에 대한 의견을 구한다.

d. 제조업체 하위 그룹에 대한 영향

평균 비용 가정을 사용하여 산업의 현금 흐름 추정치를 개발할 경우 제조업체 하위 그룹 간의 차별적인 영향을 포착하지 못할 수 있다. 소규모 제조업체, 틈새 업체 또는 업계 평균과 크게 다른 비용 구조를 보이는 제조업체는 불균형적으로 영향을 받을 수 있다. DOE는 에너지 절약 표준에 의해 불균형적으로 영향을 받을 수 있고 추가 분석이 필요할 수 있는 제조업체 하위 그룹으로 소규모 기업을 조사하였다. DOE는 산업 특성화 결과를 바탕으로 이 규칙 제정에서 부정적인 영향을 받는 다른 제조업체 하위 그룹을 확인하지는 않았다.

DOE는 규제 유연성 분석의 일부로 이 문서의 섹션 VI.B에 있는 별도의 분석에서 소규모 기업에 미치는 영향을 분석한다. 요약하면, 소기업청 (Small Business Administration, "SBA")은 "소규모 기업"을 NAICS 333415, "공조와 온풍 난방 장비 및 상업용과 산업용 냉장 장비 제조업"의 경우 종업원 수가 1,250명 이하인 것으로 정의하고 있다. 소규모 기업 제조업체 하위 그룹에 미치는 영향에 대한 설명은 이 문서의 섹션 VI.B의 규제 유연성 분석과 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

e. 누적된 규제 부담

제조업체 부담 평가의 한 측면은 여러 DOE 표준과 해당 제품 또는 장비의 제조업체에 영향을 미치는 다른 연방 기관의 제품/장비 별 규제 조치의 누적된 영향을 검토하는 것이다. 하나의 규제가 제조업체에 큰 부담을 주지는 않을 수 있지만, 기존 또는 임박한 여러 규제의 영향을 합치면 일부 제조업체, 제조업체 그룹 또는 전체 산업에 심각한 결과를 초래할 수도 있다. 단일 규제의 영향만 평가하면 이러한 누적된 규제에 의한 부담을 간과할 수 있다. 에너지 절약 표준 외에도 다른 규제가 제조업체의 재무적 운영에 큰 영향을 미칠 수 있다. 동일한 제조업체에 여러 규제가 적용되면 수익에 부담을 주고 경쟁 제품보다 미래 예상 수익이 낮은 제품 라인이나 시장을 포기하게 만들 수 있다. 이러한 이유로 DOE는 기기의 효율과 관련된 규칙 제정의 일환으로 누적된 규제 부담에 대한 분석을 수행한다.

표 V.64-워크인 OEM에 영향을 미치는 연방 에너지 절약 표준의 준수 날짜 및 예상 전환 비용

연방 에너지 절약 표준	OEM 수*	현재 규칙에 영향을 받는 OEM의 수**	대략적인 표준 준수 연도	산업 전환 비용 (백만 \$)	산업 전환 비용/제품 매출액*** (%)
가정용 수영장 히터, 88 FR 34624 (2023년 5월 30일)	20	1	2028	48.4 (2021\$)	1.5
상업용 온수 난방 장비,† 87 FR 30610 (2022년 5월 19일)	14	1	2026	34.60 (2020\$)	4.7
가정용 난로,† 87 FR 40590 (2022년 7월 7일)	15	4	2029	150.6 (2020\$)	1.4
전자렌지, 88 FR 39912 (2023년 6월 20일)	18	2	2026	46.1 (2021\$)	0.7
가정용 재래식 조리 제품, 88 FR 6818 † (2023년 2월 1일)	34	1	2027	183.4 (2021\$)	1.2
냉장고, 냉동고, 장고-냉동고,† 88 FR 12452 (2023년 2월 27일)	49	1	2027	1,323.6 (2021\$)	3.8
실내 에어컨, 88 FR 34298 (2023년 5월 26일)	8	1	2026	24.8 (2021\$)	0.4
기타 냉장 제품,† 88 FR 7840 (2023년 2월 7일)	38	2	2029	126.9 (2021\$)	3.1
식기 세척기,† 88 FR 32514 (2023년 5월 19일)	22	1	2027	125.6 (2021\$)	2.1
가정용 온수기 † ‡	22	1	2030	228.1 (2022\$)	1.3
자동 상업용 제빙기,† 88 FR 30508 (2023년 3월 11일)	23	2	2027	15.9 (2022\$)	0.6
가정용 보일러 † ‡	24	1	2030	69.5 (2022\$)	2.6

* 이 열은 누적된 규제 부담에 기여하는 에너지 절약 표준 규정에서 확인된 총 OEM 수를 나타낸다.

** 이 열은 누적된 규제 부담에 기여하는 것으로 확인된 에너지 절약 표준에 OEM으로 등재된 워크인 제품을 생산하는 OEM의 수를 나타낸다.

*** 이 열은 전환 기간 동안 산업 전환 비용을 제품 매출의 백분율로 표시한다. 산업 전환 비용은 제조업체가 규정을 준수하는 제품/장비를 판매하기 위해 미리 지불해야 하는 비용이다. 이 계산에 사용되는 매출액은 각 행과 관련된 해당 제품/장비의 매출액이다. 전환 기간은 전환 비용이 발생하는 기간으로, 최종 규정의 공표 연도부터 에너지 절약 표준 준수 연도까지 지속된다. 전환 기간은 일반적으로 규칙 제정에 따라 3년에서 5년 사이이다.

† 이러한 규칙 제정안은 NOPR 단계에 있으며, 모든 값은 최종 규칙 공표를 통해 확정될 때까지 변경될 수 있다.

‡ 이 WICF 규칙안 발표 시점에 가정용 온수기와 가정용 보일러에 대한 규칙안은 이미 발표되어 연방 관보에 게시 대기 중에 있다. 가정용 온수기와 관련된 규칙안은 www.regulations.gov/docket/EERE-2017-BT-STD-0019에서 확인할 수 있으며 가정용 보일러와 관련된 규칙안은 www.regulations.gov/docket/EERE-2012-BT-STD-0047에서 확인할 수 있다.

기타 연방 규정

2022년 12월 AIM NOPR⁸⁸은 워크인 냉장 시스템에서의 사용을 포함하여 특정 부문 또는 하위 부문에서 수소불화탄소의 사용을 제한할 것을 제안하고 있다. DOE는 불연성 냉매에서 가연성 냉매로 전환하려면 워크인 냉장 시스템을 재설계하고 필요한 추가적인 구조와 안전에 관한 예방 조치를 수용하기 위해 생산 시설을 업그레이드하는 데 시간과 투자가 필요하다는 것을 잘 알고 있다. 이 문서의 IV.C.1.d 섹션에서 설명한 바와 같이, DOE는 제조업체가 잠재적 에너지 절약 표준의 예상 준수일인 2027년 이전에 A2L 또는 A3 냉매 또는 CO₂로 전환하여 2022년 12월 AIM NOPR과 같은 향후 냉매 규정을 준수해야 할 것으로 잠정적으로 예상하고 있다. DOE는 잠정적으로 전용 콘덴싱 시스템이 GWP가 낮은 대안 (즉, R-454A)으로 전환할 때 성능 페널티를 받지 않을 것으로 판단했으며, 그러므로 DOE는 이 NOPR 분석에서 모든 중온과 저온 전용 콘덴싱 유닛과 단일 패키지 전용 시스템의 기준 냉매로 R-448A와 R-449A를 계속 사용하였다. 또한 DOE는 냉매 온도 구배의 증가가 유닛 쿨러 성능을 저하시키지 않기 때문에 GWP가 낮은 대안으로 전환할 때 유닛 쿨러가 성능 페널티를 받을 것으로 예상하지 않는다. 그러므로 DOE는 이 NOPR 분석에서 중온과 저온 유닛 쿨러에는 R-404A를, 고온 유닛 쿨러에는 R-134A를 계속 사용하였다.

DOE는 공학 분석에서 현재 냉매 (즉, R-448A, R-449A, R-404A, R-134A)의 사용을 유지하지만, GWP가 낮은 대안과 성능이 동등할 것이라는 잠정적인 결론을 내렸기 때문에 냉매의 변경은 수정된 에너지 절약 표준과 관련된 DOE 조치와 무관하므로 GRIM에서 냉매 전환과 관련된 비용을 여전히 고려하고 있다. EPA의 규칙안이 최종 확정될 경우, 가연성 냉매로 전환하는 데 필요한 투자는 일반적인 연간 R&D와 자본 지출을 초과하는 수준의 투자가 필요하다. DOE는 가연성 냉매를 사용하기 위해 워크인 냉장 시스템을 재설계하고 가연성 냉매를 수용하기 위해 생산 시설을 개조하는 것과 관련된 비용을 새로운 표준이 없는 경우와 표준이 있는 경우로 나누어 연방의 냉매 규제에 의한 누적된 규제 부담을 반영하였다. DOE는 산업의 냉매 전환 비용을 추정하기

위해 2022년 6월 예비 분석에 대한 응답으로 EPA를 위해 작성된 보고서⁸⁹와 AHRI의 서면 의견에 대한 기밀유지 인터뷰를 통한 제조업체 피드백에 의존하였다. 피드백을 바탕으로 DOE는 산업계가 GWP가 낮은 냉매로 전환하려면 R&D에 약 \$14.5백만을 투자하고 자본 지출 (예를 들어, 새로운 충전 장비, 누출 감지 시스템 등에 대한 투자)에 \$15.0백만을 투자해야 할 것으로 가정하였다.

DOE는 이 NOPR의 발표와 수정된 표준의 제안된 준수 날짜 사이에 발생할 수 있는 GWP가 낮은 냉매를 수용하기 위해 워크인 냉장 시스템 그리고 생산 시설 전환과 관련된 비용의 규모에 대한 의견을 요청한다. 공학적 노력, 실험실에서의 테스트 시간, 인증 비용, 자본 투자 (예를 들어, 새로운 충전 장비)와 같은 이러한 비용을 정량화하고 분류하면 DOE가 분석을 더 구체화할 수 있다.

DOE는 여러 DOE 표준 또는 다른 연방 기관의 제품/장비 별 규제 조치와 관련된 워크인 제조업체에 대한 누적된 규제 부담의 영향에 관한 정보를 요청한다.

3. 국가 영향 분석

이 섹션에서는 잠재적 수정된 표준으로 고려되는 각 TSL로 인해 발생할 수 있는 소비자 편익의 NES와 NPV에 대한 DOE의 추정치를 제시한다.

a. 에너지 절감이 상당한 지 여부

워크인 쿨러와 냉동고에 대한 잠재적 수정된 표준으로 인한 에너지 절감량을 추정하기 위해 DOE는 새로운 표준이 없는 경우의 에너지 소비량과 각 TSL에 따른 예상 에너지 소비량을 비교하였다. 절감량은 수정된 표준의 준수가 예상되는 연도 (2027-2056년)에 시작하여 30년 동안 구매한 제품의 전체 수명 기간에 걸쳐 측정되었다. 표 V.65에서 표 V.70까지는 워크인 쿨러와 냉동고에 대해 고려된 각 TSL에 대한 DOE의 NES 예상치를 제시한다. 절감량은 이 문서의 섹션 IV.H에 설명된 접근 방식을 사용하여 계산되었다.

표 V.65 - 워크인 쿨러 및 냉동고 문에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 2027~2056년의 30년간 출하량

	시험 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지	0.53	0.62	0.89
FFC 에너지	0.54	0.64	0.92

⁸⁸규칙안은 2022년 12월 15일에 발표되었다. 87 FR 76738.

⁸⁹"글로벌 비 CO₂ 온실가스 배출 전망 및 한계 감축 비용 분석: 방법론 문서" (2019)의 5-113 페이지 참조. www.epa.gov/sites/default/files/2019-09/documents/nonco2_methodology_report.pdf에서 확인할 수 있다.

표 V.66 - 워크인 쿨러 및 냉동고 패널에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 2027~2056년의 30년간 출하량

	시험 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지	0.00	0.00	0.63
FFC 에너지	0.00	0.00	0.64

표 V.67 - 워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 장치에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 30년간 출하량
[2027-2056년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지	0.68	0.89	3.02
FFC 에너지	0.70	0.91	3.10

OMB Circular A-4⁹⁰에서는 기관이 편익과 비용의 유형과 시기를 보여주는 금전적 편익과 비용의 별도 일정을 포함하여 분석 결과를 제시하도록 요구하고 있다. 또한 Circular A-4는 기관이 편익과 비용 추정치의 기초가 되는 주요 요소의 변동성을 고려하도록 지시한다. 이 규칙 제정을 위해 DOE는 30년이 아닌 9년간의 제품 출하량을 사용하여 민감도 분석을 수행하였다. 9년이라는 기간을 선택한 것은 특정 에너지 절약 표준을 검토하고 수정된 표준의 수정과 준수 가능성을 검토하기 위한 EPCA의 일정을 대신하는 것이다.⁹¹ EPCA에 설정된 검토 기간은 일반적으로 제품 수명, 제품 제조 주기 또는 워크인 관련 기타 요소와 연동되지 않는다. 그러므로 이러한 결과는 정보 제공 목적으로만 제공되며 DOE의 분석 방법론이 변경되었음을 나타내지 않는다. 9년의 분석 기간을 기준으로 한 NES 민감도 분석 결과는 표 V.70에 제시되어 있다. 영향은 2027-2035년에 구매한 워크인 구성 요소의 수명 기간에 걸쳐 계산된다.

표 V.68 - 워크인 쿨러 및 냉동고 문에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지	0.14	0.16	0.24
FFC 에너지	0.14	0.17	0.24

표 V.69 - 워크인 쿨러 및 냉동고 패널에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지 .....	.....	.....	0.17
FFC 에너지 .....	.....	.....	0.18

⁹⁰미국 관리 예산처. Circular A-4: 규제 분석.

www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/legacy_drupal_files/omb/circulars/A4/a-4.pdf (최종 접속 일 2023년 4월 26일).

⁹¹EPCA는 DOE가 6년에 한 번 이상 표준을 검토하도록 요구하며, 특정 제품의 경우 새로운 표준이 공표된 후 3년의 기간을 거쳐 표준을 준수하도록 요구하지만, 어떠한 경우에도 이전 표준의 준수일로부터 6년 이내에는 새로운 표준을 요구할 수 없다. (42 U.S.C. 6316(a); 42 U.S.C. 6295(m)) 3년의 준수 기간에 6년의 검토를 추가하면 총 9년이 되지만, DOE는 6년 기간 내에 언제든지 검토를 수행할 수 있으며 3년 준수 날짜가 6년의 안전장치를 만들어 냄을 언급한다. 표준 검토 시기에 발생하는 변동성과 일부 제품의 경우 규정 준수 기간이 3년이 아닌 5년이라는 사실을 고려할 때 9년이라는 분석 기간은 적절하지 않을 수 있다.

표 V.70 - 워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 시스템에 대한 국가의 누적 에너지 절감량; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10 ¹⁵ Btu)		
1차 에너지	0.19	0.24	0.83
FFC 에너지	0.19	0.25	0.85

b. 소비자 비용과 편익의 순 현재 가치

DOE는 워크인 구성 요소에 대해 고려한 TSL로 인해 발생할 수 있는 총 비용과 소비자 절감액의 누적 NPV를 추정하였다. OMB의 규제 분석에 대한 지침에 따라⁹², DOE는 7%와 3%의 실질 할인율을 모두 사용하여 NPV를 계산하였다. 표 V.71에서 표 V.73까지는 2027-2056년에 구매한 제품의 수명 기간에 걸쳐 영향을 계산한 소비자 NPV의 결과를 보여준다.

표 V.71 - 워크인 쿨러 및 냉동고 문에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 30년간 출하량
[2027-2056년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트	1.56	1.74	-7.96
7 퍼센트	0.70	0.77	-4.65

표 V.72 - 워크인 쿨러 및 냉동고 패널에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 30년간 출하량
[2027-2056년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트 .....	.....	.....	-5.18
7 퍼센트 .....	.....	.....	-3.10

표 V.73 - 워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 시스템에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 30년간 출하량
[2027-2056년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트	1.49	1.62	-25.14
7 퍼센트	0.64	0.68	-12.99

앞에서 언급한 9년 분석 기간에 따른 NPV 결과는 표 V.74부터 표 V.76까지에 제시되어 있다. 영향은 2027-2035년에 구매한 제품의 수명 기간에 걸쳐 계산된다. 이전에 언급한 바와 같이, 이러한 결과는 정보 제공 목적으로만 제시되며 DOE의 분석 방법론 또는 결정 기준의 변경을 나타내지 않는다.

⁹²미국 관리 예산처. Circular A-4: 규제 분석.

www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/legacy_drupal_files/omb/circulars/A4/a-4.pdf (최종 접속 일 2023년 4월 26일).

표 V.74 - 워크인 쿨러 및 냉동고 문에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트	0.56	0.63	-2.86
7 퍼센트	0.34	0.37	-2.27

표 V.75 - 워크인 쿨러 및 냉동고 패널에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트 .....	.....	.....	-1.91
7 퍼센트 .....	.....	.....	-1.54

표 V.76 - 워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 시스템에 대한 소비자 편익의 누적 순 현재 가치; 9년간 출하량
[2027-2035년]

	시범 표준 수준		
	1	2	3
	(10억 2022\$)		
3 퍼센트	0.55	0.60	-9.18
7 퍼센트	0.32	0.34	-6.42

이전 결과는 분석 기간 동안 워크인 쿨러와 냉동고의 가격 변화를 추정하기 위해 기본 추세를 사용한 결과를 반영한다 (이 문서의 섹션 IV.F.1 참조). DOE는 또한 기준 사례보다 가격 하락률이 낮은 시나리오와 기준 사례보다 가격 하락률이 높은 시나리오를 고려하는 민감도 분석도 수행하였다. 이러한 대안 사례의 결과는 NOPR TSD의 부속서 10C에 제시되어 있다. 가격 하락률이 높은 경우 소비자 편익의 NPV는 기본 사례보다 높다. 가격 하락이 낮은 경우 소비자 편익의 NPV는 기본 사례보다 낮다.

c. 고용에 대한 간접적인 영향

DOE는 워크인 쿨러와 냉동고에 대한 에너지 절약 표준이 수정되면 해당 제품 소비자의 에너지 지출이 감소하고, 그 결과 순 절감액이 다른 형태의 경제 활동으로 전환될 것으로 예상한다. 이러한 예상되는 지출과 경제 활동의 변화는 노동 수요에 영향을 미칠 수 있다. 이 문서의 섹션 IV.N에 설명된 대로 DOE는 미국 경제의 투입/산출 모델을 사용하여 DOE가 고려한 TSL의 간접적인 고용 영향을 추정하였다. 고용 영향을 예측하는 데는 불확실성이 존재하며, 특히 분석 후반 연도의 변화와 관련된 불확실성이 있다. 그러므로 DOE는 이러한 불확실성이 감소된 단기적인 기간 (2027-2036년)에 대한 결과를 생성하였다.

연구 결과에 따르면 표준안이 경제의 노동 순 수요에 미치는 영향은 미미할 것으로 예상된다. 일자리의 순 변화는 매우 작아서

국가 노동 통계에서 감지할 수 없는 수준이며 고용에 대한 다른 예상치 못한 효과로 인해 상쇄될 수 있다. NOPR TSD의 16장에서는 예상되는 간접적인 고용 영향에 대한 자세한 결과를 제시한다.

4. 제품의 유용성 또는 성능에 미치는 영향

이 문서의 섹션 III.F.1.d에서 설명한 바와 같이 DOE는 이 NOPR에서 제안된 표준이 이 규칙 제정에서 고려 중인 워크인 쿨러와 냉동고의 유용성이나 성능을 저하시키지 않는다고 잠정적으로 결론을 내렸다. 이러한 제품의 제조업체는 현재의 표준안을 충족하거나 초과하는 장치를 제공하고 있다.

5. 경쟁 감소에 미치는 영향

DOE는 새로운 표준 또는 수정된 표준으로 인해 발생할 수 있는 경쟁의 감소를 고려한다. 이 문서의 섹션 III.F.1.e에서 설명된 바와 같이, 법무부 장관은 표준안으로 인해 발생할 수 있는 경쟁 감소의 영향 (있는 경우)을 결정하고 그러한 영향의 성격과 범위에 대한 분석과 함께 그러한 결정을 DOE의 장관에게 서면으로 전달한다. 법무부 장관이 이러한 결정을 내리는 데 도움을 주기 위해 DOE는 검토를 위해 이 NOPR과 첨부된 TSD의 사본을 법무부에 제공하였다. DOE는 최종 규칙으로 진행할지 여부를 결정할 때 규칙안에 대한 법무부의 의견을 고려할 것이다. DOE는 이러한 문서에 법무부의 의견을 게시하고 이에 응답할 것이다. DOE는 이 규칙안으로 인해 발생할 수 있는 경쟁의 영향에 대해 대중의 의견을 요청한다. 또한 이해관계자는 이러한 잠재적 영향에 대해 DOE에 별도로 의견을 제출할 수도 있다. DOE에 의견을 제출하려면 주소 섹션을 참조하도록 한다.

6. 국가의 에너지 절약 필요성

경제적으로 타당한 에너지 효율의 향상은 국가의 에너지 안보를 개선하고 경제를 강화하며 에너지 생산으로 인한 환경 영향 (비용)을 줄인다. 에너지 절약 표준으로 인한 전력 수요 감소는 특히 피크 부하 기간 동안 전력 시스템의 신뢰성을 유지하는 데 필요한 비용도 줄일 수 있다. NOPR TSD의 15장에서는 DOE가 이 규칙 제정에서 고려한 TSL에 대해 새로운 표준이 없는 경우와 비교하여 발전 용량에 미칠 것으로 예상되는 영향을 제시한다.

워크인 쿨러와 냉동고에 대한 잠재적 에너지 절약 표준으로 인한 에너지 절약은 특정 대기 오염 물질과 온실 가스 배출 감소의 형태로 환경적 편익을 가져올 것으로 예상된다. 표 V.77은 이 규칙 제정에서 고려된 TSL로 인해 발생할 것으로 예상되는 누적 배출량 감소에 대한 DOE의 추정치를 제공한다. 배출량은 섹션 IV.K.에서 설명한 승수를 사용하여 계산되었다. DOE는 각 TSL에 대한 연간 배출 감축량을 NOPR TSD의 13장에 보고한다.

표 V.77-2027-2054년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 누적 배출 감소량

	시범 표준 수준		
	1	2	3
발전 부문 배출량			
CO ₂ (백만 메트릭톤)	20.68	25.91	149.54
CH ₄ (천톤)	1.55	1.94	11.63
N ₂ O (천톤)	0.22	0.27	1.63
NO _x (천톤)	9.96	12.48	75.08
SO ₂ (천톤)	6.86	8.60	71.84
Hg (톤)	0.05	0.06	0.46
업스트림 배출량			
CO ₂ (백만 메트릭톤)	2.07	2.60	11.49
CH ₄ (천톤)	187.92	235.47	1086.42

N ₂ O (천톤)	0.01	0.01	0.06
NO _x (천톤)	32.23	40.38	174.00
SO ₂ (천톤)	0.13	0.16	0.80
Hg (톤)	0.00	0.00	0.00

총 FFC 배출량

CO ₂ (백만 메트릭톤)	22.75	28.50	161.03
CH ₄ (천톤)	189.47	237.41	1098.04
N ₂ O (천톤)	0.22	0.28	1.68
NO _x (천톤)	42.18	52.86	249.08
SO ₂ (천톤)	6.99	8.76	72.64
Hg (톤)	0.05	0.06	0.47

참고: 음의 값은 배출량의 증가를 나타낸다.

이 규칙 제정을 위한 분석의 일환으로 DOE는 고려된 각 워크인 TSL에 대한 CO₂ 배출량 감소로 인해 발생할 수 있는 금전적 편익을 추정하였다. 이 문서의 섹션 IV.L에서는 DOE가 사용한 SC-CO₂ 값에 대해 설명한다. 표 V.78에는 각 SC-CO₂ 사례에 대한 각 TSL의 CO₂ 배출량 감소 값이 나와 있다. 연간 시계열 값은 NOPR TSD의 14장에 제안된 TSL에 대해 제시되어 있다.

표 V.78-2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 CO₂ 배출 감소량의 현재 가치

TSL	SC-CO ₂ 사례			
	할인률 및 통계			
	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위
	(10억 2022\$)			
1	0.24	1.02	1.59	3.11
2	0.30	1.28	1.99	3.89
3	0.90	3.81	5.94	11.58

이 문서의 섹션 IV.L.2에서 논의한 바와 같이, DOE는 워크인 쿨러와 냉동고에 대해 고려된 각 TSL에 대해 메탄과 N₂O 배출량 감소로 인해 발생할 수 있는 기후 편익을 추정하였다. 표 V.79는 각 TSL에서 CH₄ 배출량 감소 값을, 표 V.80은 각 TSL에서 N₂O 배출량 감소 값을 제시한다. 연간 시계열 값은 NOPR TSD의 14장에 제안된 TSL에 대해 제시되어 있다.

표 V.79-2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 메탄 배출 감소량의 현재 가치

TSL	SC-CH ₄ 사례			
	할인률 및 통계			
	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위
	(10억 2022\$)			
1	0.09	0.27	0.37	0.71
2	0.11	0.34	0.47	0.89
3	0.34	1.00	1.40	2.66

표 V.80-2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 아산화 질소 배출 감소량의 현재 가치

TSL	SC-N ₂ O 사례			
	할인률 및 통계			

	5% 평균	3% 평균	2.5% 평균	3% 95번째 백분위 :
	(10억 2022\$)			
1	0.00	0.00	0.01	0.01
2	0.00	0.00	0.01	0.01
3	0.00	0.01	0.02	0.04

DOE는 CO₂와 기타 온실가스 배출이 지구의 미래 기후 변화에 미치는 영향과 그로 인한 전 세계와 미국 경제의 잠재적 피해에 대한 과학적, 경제적 지식이 계속해서 빠르게 발전하고 있다는 사실을 잘 알고 있다. DOE는 다른 연방 기관과 함께 CO₂와 기타 온실가스 배출량 감소의 금전적 가치를 추정하는 방법론을 계속 검토할 것이다. 이 지속적인 검토에서는 이 규칙 제정과 기타 규칙 제정에 대한 공개 기록의 일부인 이 주제에 대한 의견과 기타 방법론적 가정과 문제를 고려할 것이다. DOE는 표준안이 온실가스 배출량 감소로 인한 금전적 편익을 포함하지 않더라도 경제적으로 타당할 수 있음을 언급한다.

또한 DOE는 워크인에 대해서 고려된 TSL로 인해 발생할 것으로 예상되는 NO_x와 SO₂ 배출량 감소와 관련된 건강상의 편익에 대한 금전적 가치도 추정하였다. DOE가 사용한 톤당 달러 가치는 이 문서의 섹션 IV.L에 설명되어 있다. 표 V.81은 7%와 3% 할인율을 사용하여 계산한 각 TSL에 대한 NO_x 배출량 감소의 현재 가치를 제시하고, 표 V.82는 SO₂ 배출량 감소에 대해 그러한 결과를 제시한다. 이 표의 결과는 DOE가 보수적으로 적용했던 EPA의 낮은 톤당 달러 값을 적용한 결과이다. 연간 시계열 값은 NOPR TSD의 14장에 제안된 TSL에 대해 제시되어 있다.

표 V.81-2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 NO_x 배출 감소량의 현재 가치

TSL	3% 할인율	7% 할인율
	(백만 2022\$)	
1	2,066.09	865.00
2	2,588.54	1,083.62
3	7,697.98	3,187.29

표 V.82-2027-2056년에 출하되는 워크인 쿨러 및 냉동고의 SO₂ 배출 감소량의 현재 가치

TSL	3% 할인율	7% 할인율
	(백만 2022\$)	
1	478.11	204.03
2	599.00	255.59
3	1,778.80	750.45

온실가스, NO_x, SO₂의 감소로 인한 공중 보건과 환경적 편익이 위의 수치에 모두 반영된 것은 아니며, 이러한 오염물질의 감소와 직접적인 PM과 기타 공동 오염물질의 감소로 인한 추가적인 정량화되지 않은 편익이 상당할 수 있다. DOE는 감축량이 매우 적기 때문에 Hg 배출량 감소로 인한 금전적 편익은 포함하지 않았다.

7. 기타 요소

에너지부 장관은 표준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 장관이 관련성이 있다고 판단하는 기타 요소를 고려할 수 있다. (42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(i)(VII)) 이 분석에서는 다른 요소는 고려되지 않았다.

8. 경제적 영향 요약

표 V.83에서 표 V.85까지는 이 규칙 제정에서 고려한 각 TSL에 대해 계산된 소비자 편익의 NPV에 온실가스, NO_x, SO₂ 배출 감소로 인한 잠재적 경제적 편익의 추정치를 더한 결과의 NPV 값을 제시한다. 소비자 편익은 적용 대상 장비를 구매한 결과로

발생하는 미국 내 금전적 절감액이며, 2027-2056년에 출하되는 제품의 수명 기간에 대해 측정된다. 채택된 표준으로 인한 온실가스 배출량 감소와 관련된 기후 편익은 전 세계적인 편익을 나타내며, 2027-2056년에 출하되는 워크인 제품의 수명을 기준으로 계산된다.

표 V.83-워크인 문에 대한 기후 편익 및 건강 편익의 현재 가치와 결합된 소비자 NPV

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 3%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			
5% 평균 SC-GHG 사례	2.83	3.24	-5.83
3% 평균 SC-GHG 사례	3.25	3.74	-5.12
2.5% 평균 SC-GHG 사례	3.55	4.09	-4.62
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	4.37	5.05	-3.24
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 7%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			
5% 평균 SC-GHG 사례	1.32	1.51	-3.61
3% 평균 SC-GHG 사례	1.75	2.01	-2.90
2.5% 평균 SC-GHG 사례	2.04	2.36	-2.40
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	2.86	3.32	-1.03

표 V.84-워크인 패넬에 대한 기후 편익 및 건강 편익의 현재 가치와 결합된 소비자 NPV

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 3%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			
5% 평균 SC-GHG 사례	-3.73
3% 평균 SC-GHG 사례	-3.24
2.5% 평균 SC-GHG 사례	-2.90
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	-1.96
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 7%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			
5% 평균 SC-GHG 사례	-2.41
3% 평균 SC-GHG 사례	-1.92
2.5% 평균 SC-GHG 사례	-1.58
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	-0.64

표 V.85-워크인 패넬에 대한 기후 편익 및 건강 편익의 현재 가치와 결합된 소비자 NPV

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 3%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			
5% 평균 SC-GHG 사례	3.10	3.73	-18.00
3% 평균 SC-GHG 사례	3.64	4.44	-15.61
2.5% 평균 SC-GHG 사례	4.02	4.93	-13.93
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	5.05	6.29	-9.32
소비자 NPV와 건강 편익에 대해 7%의 할인율을 사용 (10억 2022\$)			

5% 평균 SC-GHG 사례	1.42	1.70	-9.54
3% 평균 SC-GHG 사례	1.96	2.41	-7.15
2.5% 평균 SC-GHG 사례	2.34	2.90	-5.47
3% 94번째 백분위 수 SC-GHG 사례	3.38	4.26	-0.86

c. 결론

새로운 또는 수정된 에너지 절약 표준을 고려할 때, DOE가 적용 대상 제품의 모든 유형 (또는 등급)에 대해 채택하는 표준은 장관이 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당하다고 판단하는 에너지 효율의 최대 개선을 달성하도록 설계되어야 한다. (42 U.S.C.6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(2)(A)) 표준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때, 장관은 이전에 설명한 7가지 법적 요소를 고려하여 표준의 편익이 부담을 가능한 최대 수준으로 초과하는지 여부를 결정해야 한다. (42 U.S.C.6295(o)(2)(B)(i)) 또한 새로운 표준 또는 수정된 표준은 상당한 에너지 절약 효과를 가져와야 한다. (42 U.S.C.6316(a); 42 U.S.C. 6295(o)(3)(B))

이 NOPR에서 DOE는 각 TSL에서 워크인에 대한 수정된 표준의 영향을 고려하여, 기술적으로 실현 가능한 최대 수준부터 시작해서 해당 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정하였다. 최대 기술 수준이 실현 가능하지 않는 경우 DOE는 다음으로 가장 효율적인 수준을 고려하고 기술적으로 실현 가능하고 경제적으로 타당하며 상당한 양의 에너지를 절약하는 최고 효율 수준에 도달할 때까지 동일한 평가를 수행하였다.

DOE가 각 TSL의 편익 그리고/또는 부담에 대해 설명할 때 읽는 이의 이해를 돕기 위해 이 섹션의 표에는 각 TSL에 대한 DOE의 정량적 분석 결과가 요약되어 있다. 표에 제시된 정량적 결과 외에도 DOE는 경제적 타당성에 영향을 미치는 다른 부담과 편익도 고려한다. 여기에는 국가 표준에 의해 불균형적으로 영향을 받을 수 있는 식별 가능한 소비자 하위 그룹에 대한 영향과 고용에 미치는 영향이 포함된다.

1. 워크인의 표준에 대해 고려되는 TSL의 편익 및 부담

a. 문

표 V.87, 표 V.88, 표 V.90, 표 V.91에는 워크인 디스플레이 문과 비디스플레이 문에 대해 각 TSL에 대해 추정되는 정량적 영향이 요약되어 있다. 워크인 문에 대한 국가적 영향은 수정된 표준을 준수할 것으로 예상되는 연도 (2027~2056년)에 시작하여 30년의 기간 동안 구매한 워크인 문의 수명 기간 동안 측정된다. 에너지 절약, 배출량 감소, 배출량 감소의 가치는 전체 연료 주기 결과를 나타낸다.

디스플레이 문

각 TSL에 포함된 워크인 디스플레이 문의 효율 수준은 표 V.86에 표시되어 있으며 이 문서의 섹션 IV.E.1에 설명되어 있다. 표 V.87과 표 V.88에는 워크인 디스플레이 문에 대해 각 TSL에 대해 추정되는 정량적 영향이 요약되어 있다.

표 V.86- 워크인 디스플레이 문의 시범 표준 수준별 효율 수준 매핑

장비 등급	TSL 1	TSL 2	TSL 3
저온 (DW.L)	0	0	2
중온 (DW.M)	0	0	2

표 V.87-워크인 디스플레이 문의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 국가적 영향

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
----	-------	-------	-------

누적 FFC 국가 에너지 절감

10 ¹⁵ Btu .....	.....	.....	0.25
CO ₂ (백만 메트릭톤) .....	.....	.....	4.5
CH ₄ (천톤) .....	.....	.....	37.8
N ₂ O (천톤) .....	.....	.....	0.0
NO _x (천톤) .....	.....	.....	8.4
SO ₂ (천톤) .....	.....	.....	1.4
Hg (톤) .....	.....	.....	0.01

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 3%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감 .....	.....	.....	0.86
기후 편익 * .....	.....	.....	0.25
건강 편익 ** .....	.....	.....	0.49
총 금전적 편익 † .....	.....	.....	1.60
소비자 증분 제품 비용 ‡ .....	.....	.....	8.41
소비자 순 편익 .....	.....	.....	-7.54
총 순 금전적 편익 .....	.....	.....	-6.81

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 7%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감 .....	.....	.....	0.38
기후 편익 * .....	.....	.....	0.25
건강 편익 ** .....	.....	.....	0.20
총 금전적 편익 † .....	.....	.....	0.83
소비자 증분 제품 비용 ‡ .....	.....	.....	4.61
소비자 순 편익 .....	.....	.....	-4.22
총 순 금전적 편익 .....	.....	.....	-3.78

참고: 이 표는 2027~2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027~2056년에 출하되는 제품에서 2056년 이후에 발생하는 소비자 편익이 포함된다.

* 기후 편익은 SC-CO₂, SC-CH₄, SC-N₂O에 대한 네 가지 추정치를 사용하여 계산되었다. 이를 모두 합치면 전 세계 SC-GHG를 나타낸다. 이 표에는 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것이 중요하고 가치 있다고 강조한다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발행된 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정에 제시된 중간 추정치를 사용한다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익 값을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (NO_x와 SO₂의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 금전적으로 산출할 수 있는 다른 효과에 대해 계속 평가할 것이다. 건강 편익은 3퍼센트와 7퍼센트의 실질 할인율로 제시된다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 소비자, 기후, 건강 편익이 포함된다. 제시 목적으로, 3%와 7% 사례 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율의 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

표 V.88-워크인 디스플레이 문의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 제조업체 및 소비자 영향

범주	TSL 1 *	TSL 2 *	TSL 3 *
제조업체 영향			
산업 NPV (백만 2022\$) (표준이 없는 경우의 INPV = 278.0).	278.0	278.0	215.5 to 355.6.
산업 NPV (% 변화)	—	—	(22.5) to 27.9.

소비자 평균 LCC 절감 (2022\$)

DW.L	—	—	(1,106).
------------	---	---	----------

DW.M	—	—	(1,247).
출하 가중 평균*	—	—	(1,232).

소비자 단순 PBP (연)

DW.L	—	—	44.0.
DW.M	—	—	99.1.
출하 가중 평균*	—	—	93.2.

순 비용이 발생하는 소비자 비율

DW.L	—	—	100.
DW.M	—	—	100.
출하 가중 평균*	—	—	100.

괄호는 음의 값 (-)을 나타낸다. “—” 항목은 특정 TSL에서 표준의 변경이 없기 때문에 적용되지 않는다는 것을 의미한다.

* 2027년 총 예상 출하량에서 각 제품군의 점유율에 따라 가중치를 부여하였다.

워크인 디스플레이 문의 경우, DOE는 먼저 최대 기술 효율 수준을 나타내는 TSL 3을 고려하였다. TSL 3에서는 디스플레이 문의 각각 중온 문과 저온 문의 규정상 최소 설계 이중창 또는 삼중창 단열 유리 팩 대신 진공 단열 유리를 사용해야 할 것으로 DOE는 예상한다. TSL 3은 약 0.25×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, 이는 DOE가 상당하다고 간주하는 양이다. TSL 3에 따른 소비자 편익의 NPV는 할인율 7%를 적용하면 -\$42.2억, 할인율 3%를 적용하면 -\$75.4억이 된다.

TSL 3의 누적 배출량 감축은 CO₂ 4.5 Mt, SO₂ 1.4천 톤, NO_x 8.4천 톤, Hg 0.01톤, CH₄ 37.8천 톤, N₂O 0.0천 톤이다. TSL 3에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 편익의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$2.5억이다. TSL 3의 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편익의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$2.0억, 3% 할인율을 적용하면 \$4.9억이다.

소비자 편익과 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편익에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$68.1억이 된다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$37.8억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

워크인 디스플레이 문의 TSL 3에서 평균 LCC 영향의 범위는 DW.M의 -\$1,247에서 DW.L의 -\$1,106까지이다. 단순 투자 회수 기간의 범위는 DW.L의 44.0년에서 DW.M의 99.1년까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자의 비율은 모든 워크인 디스플레이 문에서 100%이다.

워크인 디스플레이 문의 TSL 3에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 \$62.5백만 감소에서 \$77.6백만 증가까지이며, 이는 각각 22.5% 감소와 27.9% 증가에 해당한다. DOE는 업계가 진공 단열 유리를 반영하기 위해 워크인 디스플레이 문을 재설계하는 데 \$25.5백만을 투자할 것으로 추정한다.

DOE는 현재 최대 기술 효율 수준을 충족하는 워크인 디스플레이 문의 출하량은 없는 것으로 추정한다. 워크인 디스플레이 문을 제조하는 10개 OEM의 경우, 진공 단열 유리를 구현하려면 모든 상업 환경에서 문의 적절한 내구성을 보장하기 위해 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하다. 인터뷰에서 제조업체들은 현재 진공 단열 유리 공급업체가 매우 제한적이라는 점을 강조하였다. 문 제조업체들은 최종 규정 발표와 수정된 에너지 절약 표준 준수 날짜 사이의 3년 전환 기간이 최대 기술 효율을 충족하고 문의 수명 동안 내부적인 지표를 유지하는 전체 진공 단열 문의 포트폴리오를 설계하고 테스트하기에 충분하지 않을 수 있다는 우려를 표명하였다.

장관은 모든 워크인 디스플레이 문에 대한 TSL 3에서 소비자 편익의 마이너스 NPV 형태의 경제적 부담과 INPV의 큰 감소를 초래할 수 있는 대규모 전환 비용, 이익율에 대한 영향을 포함한 제조업체에 미치는 영향이 에너지 절약, 배출 감소, 배출 감소로 예상되는 금전적 가치보다 더 클 것이라고 잠정적으로 결론을 내렸다. 현재 TSL 3에서 요구하는 효율 수준을 충족하는 장비를 제공하는 제조업체는 없다. 워크인 디스플레이 문 제조업체는 3년 이내에 모든 제품에 진공 단열 유리를 반영하는 동시에 디스플레이 문의 중요한 성능 특성을 유지할 수 있는 역량에 대해 우려를 제기하였다. 그 결과, 장관은 TSL 3이 경제적으로 타당하지 않다고 잠정 결론을 내렸다.

DOE는 저온과 중온 디스플레이 문의 효율 수준을 TSL로 그룹화하여 워크인 디스플레이 문에 대한 수정된 표준 수준 제안을 고려했지만, DOE는 분석에서 모든 분석된 효율 수준을 평가한다. 섹션 IV.E.1에 정의된 바와 같이, TSL 2와 TSL 1은 7% 할인율에서 소비자 NPV가 양의 값인 효율 수준을 요구한다. NOPR TSD의 부속서 8E에 표시된 바와 같이, 워크인 디스플레이 문에 대한 효율 수준 개선 중 어느 것도 고려된 장비 등급에 대해 양의 값을 갖는 소비자 편익을 제공하지 않으므로 현재 기준의 효율 수준을 가진

TSL 2와 TSL 1이 얻어진다.

따라서 이전에 고려한 사항을 바탕으로 장관은 현재로서는 워크인 디스플레이 문에 대한 에너지 절약 표준을 수정하지 않을 것을 잠정적으로 제안한다.

비디스플레이 문

각 TSL에 포함된 워크인 비디스플레이 문의 효율 수준은 표 V.89에 표시되어 있으며 이 문서의 섹션 IV.E.1에 설명되어 있다. 표 V.90와 표 V.91에는 워크인 비디스플레이 문에 대해 각 TSL에 대해 추정된 정량적 영향이 요약되어 있다.

표 V.89-워크인 비디스플레이 문의 시범 표준 수준별 효율 수준 매핑

장비 등급	TSL 1	TSL 2	TSL 3
비전동식 저온 (NM.L)	3	3	5
비전동식 중온 (NM.M)	1	3	6
전동식 저온 (NO.L)	3	3	5
전동식 중온 (NO.M)	1	3	6

표 V.90-워크인 비디스플레이 문의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 국가적 영향

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
누적 FFC 국가 에너지 절감			
10 ¹⁵ Btu	0.54	0.64	0.67
CO ₂ (백만 메트릭톤)	10.0	11.8	12.4
CH ₄ (천톤)	82.7	97.6	102.7
N ₂ O (천톤)	0.1	0.1	0.1
NO _x (천톤)	18.4	21.8	22.9
SO ₂ (천톤)	3.1	3.6	3.8
Hg (톤)	0.02	0.02	0.03

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 3%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감	1.99	2.35	2.47
기후 편익 *	0.57	0.67	0.71
건강 편익 **	1.12	1.33	1.40
총 금전적 편익 †	3.68	4.35	4.58
소비자 증분 제품 비용 ‡	0.43	0.61	2.89
소비자 순 편익	1.56	1.74	-0.41
총 순 금전적 편익	3.25	3.74	1.69

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 7%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감	0.93	1.11	1.16
기후 편익 *	0.57	0.67	0.71
건강 편익 **	0.48	0.56	0.59
총 금전적 편익 †	1.98	2.34	2.47
소비자 증분 제품 비용 ‡	0.23	0.34	1.59
소비자 순 편익	0.70	0.77	-0.43
총 순 금전적 편익	1.75	2.01	0.88

참고: 이 표는 2027~2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027~2056년에 출하되는 제품에서 2056년 이후에 발생하는 소비자 편익이 포함된다.

* 기후 편익은 SC-CO₂, SC-CH₄, SC-N₂O에 대한 네 가지 추정치를 사용하여 계산되었다. 이를 모두 합치면 전 세계 SC-GHG를 나타낸다. 이 표에는 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것이 중요하고 가치 있다고 강조한다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발행된 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정에 제시된 중간 추정치를 사용한다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익 값을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (NO_x와 SO₂의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 금전적으로 산출할 수 있는 다른 효과에 대해 계속 평가할 것이다. 건강 편익은 3퍼센트와 7퍼센트의 실질 할인율로 제시된다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 소비자, 기후, 건강 편익이 포함된다. 제시 목적으로, 3%와 7% 사례 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율의 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

표 V.91-워크인 비디스플레이 문의 TSLS에 대한 분석 결과 요약: 제조업체 및 소비자 영향

범주	TSL 1 *	TSL 2 *	TSL 3 *
제조업체 영향			
산업 NPV (백만 2022\$) (새로운 표준이 없는 경우의 INPV = 536.7)	522.6 - 529.4	511.2 - 522.5	485.1 - 549.4
산업 NPV (% 변화)	(2.6) - (1.4)	(4.8) - (2.6)	(9.6) - 2.4
소비자 평균 LCC 절감 (2022\$)			
NM.L	724	723	307
NM.M	203	86	(291)
NO.L	1,194	1,192	932
NO.M	306	113	(266)
출하 가중 평균*	388	308	(80)
소비자 단순 PBP (연)			
NM.L	1.3	1.3	2.8
NM.M	2.4	3.2	8.2
NO.L	1.0	1.0	2.1
NO.M	1.8	2.4	6.3
출하 가중 평균*	2.0	2.5	6.3
순 비용이 발생하는 소비자 비용			
NM.L	2	2	37
NM.M	2	11	96
NO.L	1	2	9
NO.M	0	3	95
출하 가중 평균*	2	2	37

괄호는 음의 값 (-)을 나타낸다. “—” 항목은 특정 TSL에서 표준의 변경이 없기 때문에 적용되지 않는다는 것을 의미한다.

* 2027년 총 예상 출하량에서 각 제품군의 점유율에 따라 가중치를 부여하였다.

워크인 비디스플레이 문의 경우 DOE는 먼저 최대 기술 효율 수준을 나타내는 TSL 3을 고려하였다. DOE는 TSL 3에서 모든 비디스플레이 문에 다음과 같은 추가 설계 옵션이 필요할 것으로 예상한다: 결로 방지 히터 제어, 개선된 프레임 시스템, 결로 방지 열 감소, 6인치의 단열 두께.

워크인 비디스플레이 문의 경우 TSL 3은 약 0.68×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, 이는 DOE가 상당하다고 간주하는 양이다. TSL 3에 따라 할인율 7%를 적용하면 소비자 편익의 NPV는 -\$4.3억, 할인율 3%를 적용하면 -\$4.1억이 된다.

TSL 3의 누적 배출량 감축은 CO₂ 12.4 Mt, SO₂ 3.8천 톤, NO_x 22.9천 톤, Hg 0.03톤, CH₄ 102.7천 톤, N₂O 0.1천 톤이다. TSL 3에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 편익의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$7.1억이다. TSL 3의

SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편익의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$5.9억, 3% 할인율을 적용하면 \$14.0억이다.

소비자 편익과 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편익에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 \$8.8억이 된다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 \$16.9억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

TSL 3에서 평균 LCC 효과의 범위는 중온 수동식 비디스플레이 문의 -\$291에서 저온 전동식 비디스플레이 문의 \$932까지이다. 단순 투자 회수 기간의 범위는 저온 전동식 비디스플레이 문의 2.1년에서 중온 수동식 비디스플레이 문 8.2년까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자 비율의 범위는 저온 전동식 비디스플레이 문의 7%에서 중온 수동식 비디스플레이 문의 78%까지이다.

TSL 3에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 %51.6백만 감소에서 \$12.7백만 증가까지로, 이는 각각 9.6% 감소와 2.4% 증가에 해당한다. DOE는 업계가 모든 워크인 비디스플레이 문의 단열 두께를 6인치로 늘리기 위해 새로운 발포 장비와 가공장비를 구매하는 데 \$48.3백만을 투자할 것으로 추정한다.

DOE는 현재 최대 기술 효율 수준을 충족하는 워크인 비디스플레이 문의 출하량은 없는 것으로 추정한다. 워크인 비디스플레이 문을 제조하는 43개 OEM의 경우, 대부분의 제조업체가 최대 5인치 두께의 비디스플레이 문만 제조할 수 있기 때문에 단열재 두께를 중온용 3.5인치와 저온용 4인치로 가정한 기준 두께에서 6인치로 늘리려면 새로운 발포 장비를 구매해야 한다. 또한 비디스플레이 문 제조업체는 최대 기술에서 품의 흐름과 품 경화 시간에 대해 우려를 표명하였다. 6인치 비디스플레이 문을 제조하기 위한 새로운 발포 장비는 상당한 자본 투자가 필요하며, 이는 자본 전환 비용의 증가의 핵심 원인이었다. 확인된 43개의 비디스플레이 문 OEM 중 40개는 소규모 국내 기업이다.

또한 43개의 워크인 비디스플레이 문 OEM 중 39개 OEM은 워크인 패널도 생산하고 있다. 이러한 OEM의 대부분은 패널 생산에 사용하는 것과 동일한 패널 발포 시스템을 사용하여 비디스플레이 문을 생산하지만, 패널 출하량이 비디스플레이 문 출하량보다 월등히 많다. 동일한 제품 라인이 사용되기 때문에 이러한 OEM은 패널과 동일한 두께 범위를 갖는 비디스플레이 문을 제공한다. 워크인 문이 주변 패널 인클로저에서 돌출되는 상황을 피하기 위해 비디스플레이 문과 패널의 두께를 맞추는 것이 일반적이다. 설치 시 비디스플레이 문과 패널의 두께가 다른 경우, 소비자는 더 두꺼운 비디스플레이 문을 수용하기 위해 주변 패널을 조기에 교체해야 할 수 있다. 그러므로 6인치 두께의 비디스플레이 문을 요구하는 표준은 소비자가 전체 워크인의 두께가 동일하거나 두께가 다른 문과 패널 사이에 적절한 구조적 전환이 있도록 의도치 않게 강요하여 워크인 패널의 일부 또는 전부를 6인치 두께로 구매하도록 만들 수 있다. 섹션 V.C.1.b에서 논의한 바와 같이, 6인치 두께의 패널은 소비자에게 양의 값을 갖는 편익을 제공하지 않는다.

장관은 워크인 비디스플레이 문에 대한 TSL 3에서 소비자 편익의 마이너스 NPV로 인한 경제적 부담 그리고 INPV 감소로 이어질 수 있는 전환 비용과 이익률에 미치는 영향을 포함한 제조업체에 대한 영향이 에너지 절약, 배출 감소, 배출 감소로 예상되는 금전적 가치보다 더 크며, 모든 소규모 비디스플레이 문 제조업체를 포함하여 현재 이 TSL에서 요구하는 효율 수준에 맞는 제품을 제공하는 제조업체가 없다고 잠정적으로 결론을 내리고 있다. 비디스플레이 문 제조업체는 모든 장비 등급에서 단열재 두께를 6인치로 늘려야 하므로 대규모 자본 투자가 필요하다. 또한, 워크인 비디스플레이 문 제조업체 중 TSL 3에서 요구하는 효율 수준을 충족하는 CCD 모델을 제공하는 업체는 없다. 확인된 거의 모든 비디스플레이 문 OEM은 소규모 국내 기업이다. 마지막으로, TSL 3에서 워크인 문을 구매하려면 소비자는 문과 패널의 두께를 균일하게 맞추기 위해 경제적으로 타당하지 않는 수준으로 워크인 패널의 일부 또는 전부를 구매해야 할 수도 있다. 따라서 장관은 TSL 3이 경제적으로 타당하지 않다고 잠정적으로 결론을 내렸다.

그런 다음 DOE는 모든 비디스플레이 문에 대해 효율 수준 3을 나타내는 워크인 비디스플레이 문에 대해 TSL 2를 고려하였다. DOE는 모든 워크인 비디스플레이 문에 결로 방지 히터 제어, 개선된 프레임 시스템, 결로 방지 열 감소가 필요하다고 예상한다.

TSL 2는 약 0.64×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, 이는 DOE가 상당하다고 간주하는 양이다. TSL 2에 따라 할인율 7%를 적용하면 소비자 편익의 NPV는 \$7.7억, 할인율 3%를 적용하면 \$17.4억이 된다.

TSL 2의 누적 배출량 감축은 CO₂ 11.8 Mt, SO₂ 3.6천 톤, NO_x 21.8천 톤, Hg 0.02톤, CH₄ 97.6천 톤, N₂O 0.1천 톤이다. TSL 2에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 편익의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$6.7억이다. TSL 2의 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편익의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$5.6억, 3% 할인율을 적용하면 \$13.3억이다.

소비자 편익과 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편익에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 2의 예상 총 NPV는 \$20.1억이 된다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 2의 예상 총

NPV는 \$37.4억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

TSL 2에서 평균 LCC 효과의 범위는 중온 수동식 비디스플레이 문의 \$86에서 저온 전동식 비디스플레이 문의 \$1,192까지이다. 단순 투자 회수 기간의 범위는 저온 전동식 비디스플레이 문의 1.0년에서 중온 수동식 비디스플레이 문 3.2년까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자 비율의 범위는 저온 전동식 비디스플레이 문의 2%에서 중온 수동식 비디스플레이 문의 11%까지이다.

TSL 2에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 \$25.5백만 감소에서 \$14.2백만 감소로, 이는 각각 4.8%와 2.6% 감소에 해당한다. DOE는 업계가 TSL 2에 설정된 비디스플레이 문에 대한 표준을 준수하기 위해 \$28.9백만을 투자해야 한다고 추정한다. DOE는 현재 비디스플레이 문 출하량의 약 12퍼센트가 TSL 2 효율을 충족하는 것으로 추정한다. 이 수준에서는 제조업체가 비디스플레이 문 모델을 업데이트하여 결로 방지 히터 제어, 개선된 문 프레임 설계, 결로 방지 열 감소를 반영해야 할 것으로 DOE는 예상한다. DOE는 제조업체가 TSL 2에서 요구하는 효율 수준을 충족하기 위해 단열재 두께를 늘릴 필요는 없을 것으로 예상한다.

분석 결과를 고려하고 편익과 부담을 비교한 결과, 장관은 워크인 비디스플레이 문에 대해 TSL 2로 설정된 표준이 경제적으로 타당할 것이라고 잠정 결론을 내렸다. 이 TSL에서 모든 비디스플레이 문 소비자의 평균 LCC 절감액은 양의 값을 가지며, 순 비용이 발생하는 소비자 중 가장 큰 비율은 중온 수동식 비디스플레이 문의 경우 11%로 추정된다. TSL 2에서 FFC 국가 에너지 절감액은 상당하며, 3%와 7% 할인율 모두에서 소비자 편익의 NPV는 양의 값을 갖는다. 특히 소비자에 대한 편익이 제조업체에 대한 비용보다 훨씬 더 크다. TSL 2에서는 보다 보수적인 할인율인 7%로 측정한 소비자 편익의 NPV가 INPV에서 제조업체의 최대 예상 손실보다 28배 이상 높다. TSL 2의 표준 수준은 배출량 감축의 금전적 추정 가치를 고려하지 않더라도 경제적으로 타당하다. 이러한 배출량 감소에 기후 편익 \$6.7억 (3% 할인율 적용 시 평균 SC-GHG와 관련), 건강 편익 \$13.3억 (3% 할인율 적용) 또는 \$5.6억 (7% 할인율 적용)이 포함되면 워크인 문에 대한 TSL 2 표준 설정의 타당성이 더욱 강화된다.

그러므로 이전에 고려한 사항을 바탕으로 DOE는 TSL 2에서 워크인 비디스플레이 문에 대한 에너지 절약 표준을 채택할 것을 제안한다. 워크인 비디스플레이 문에 대한 수정된 에너지 절약 표준 (kWh/년으로 표시)은 표 V.92에 나와 있다.

표 V.92-워크인 비디스플레이 문에 대한 수정된 에너지 절약 표준안

장비 등급			최대 일일 에너지 소비량 (kWh/일) *
디스플레이/비디스플레이	개방 메커니즘	온도	
비디스플레이	수동식	중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.25$
		저온	$0.06 \times A_{nd} + 1.32$
	수동식	중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.39$
		저온	$0.05 \times A_{nd} + 1.56$

* A_{nd} 는 10 CFR 파트 431, 하위파트 R, 부속서 A의 테스트 절차와 해당 샘플링 계획에 따라 결정된 비디스플레이 문 표면적의 대표값이다.

b. 패널

각 TSL에 포함된 효율 수준은 표 V.93에 표시되어 있으며 이 문서의 섹션 IVE.1에 설명되어 있다. 표 V.94와 표 V.95에는 워크인 패널에 대해 각 TSL에 대해 추정되는 정량적 영향이 요약되어 있다. 국가적 영향은 수정된 표준을 준수할 것으로 예상되는 연도 (2027~2056년)에 시작하여 30년 기간 동안 구매한 워크인 패널의 수명 기간 동안 측정된다. 에너지 절약, 배출량 감축, 배출량 감축의 가치는 전체 연료 주기 결과를 나타낸다.

표 V.93- 워크인 패널의 시범 표준 수준별 효율 수준 매핑

장비 등급	TSL 1	TSL 2	TSL 3
바닥용 저온 (PF.L)	0	0	3
구조용 저온 (PS.L)	0	0	2
구조용 중온 (PS.M)	0	0	3

표 V.94-워크인 쿨러 및 냉동고 패널의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 국가적 영향

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
누적 FFC 국가 에너지 절감			
10 ¹⁵ Btu	0.64
CO ₂ (백만 메트릭톤)	11.7
CH ₄ (천톤)	98.2
N ₂ O (천톤)	0.1
NO _x (천톤)	21.8
SO ₂ (천톤)	3.6
Hg (톤)	0.02

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 3%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감 .....	.....	.....	2.28
기후 편익* .....	.....	.....	0.65
건강 편익** .....	.....	.....	1.28
총 금전적 편익† .....	.....	.....	4.22
소비자 증분 제품 비용‡ .....	.....	.....	7.46
소비자 순 편익 .....	.....	.....	-5.18
총 순 금전적 편익 .....	.....	.....	-3.24

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 7%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감	0.93	1.11	1.16
기후 편익*	0.57	0.67	0.71
건강 편익**	0.48	0.56	0.59
총 금전적 편익†	1.98	2.34	2.47
소비자 증분 제품 비용‡	0.23	0.34	1.59
소비자 순 편익	0.70	0.77	-0.43
총 순 금전적 편익	1.75	2.01	0.88

참고: 이 표는 2027~2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027~2056년에 출하되는 제품에서 2056년 이후에 발생하는 소비자 편익이 포함된다.

* 기후 편익은 SC-CO₂, SC-CH₄, SC-N₂O에 대한 네 가지 추정치를 사용하여 계산되었다. 이를 모두 합치면 전 세계 SC-GHG를 나타낸다. 이 표에는 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것이 중요하고 가치 있다고 강조한다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발행된 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정에 제시된 중간 추정치를 사용한다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익 값을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (NO_x와 SO₂의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 금전적으로 산출할 수 있는 다른 효과에 대해 계속 평가할 것이다. 건강 편익은 3퍼센트와 7퍼센트의 실질 할인율로 제시된다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 소비자, 기후, 건강 편익이 포함된다. 제시 목적으로, 3%와 7% 사례 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율의 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

표 V.95-워크인 쿨러 및 냉동고 패널의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 제조업체 및 소비자 영향

범주	TSL 1*	TSL 2*	TSL 3*
제조업체 영향			
산업 NPV (백만 2022\$) (표준이 없는 경우의 INPV = 875.2)	875.2	875.2	676.5 to 787.4.

산업 NPV (% 변화)	—	—	(22.7) to (10.0).
---------------------	---	---	-------------------

소비자 평균 ft² 당 LCC 절감 (2022\$)

PF.L	—	—	(1.61).
PS.L	—	—	(0.50).
PS.M	—	—	(2.33).
출하 가중 평균*	—	—	(1.92).

소비자 단순 PBP (연)

PF.L	—	—	26.1.
PS.L	—	—	10.1.
PS.M	—	—	54.0.
출하 가중 평균*	—	—	43.7.

순 비용이 발생하는 소비자 비율 (%)

PF.L	—	—	95.
PS.L	—	—	64.
PS.M	—	—	100.
출하 가중 평균*	—	—	92.

괄호는 음의 값 (-)을 나타낸다. "—" 항목은 특정 TSL에서 표준의 변경이 없기 때문에 적용되지 않는다는 것을 의미한다.

* 2027년 총 예상 출하량에서 각 제품군의 점유율에 따라 가중치를 부여하였다.

패널의 경우, DOE는 먼저 최대 기술 효율 수준을 나타내는 TSL 3을 고려하였다. TSL 3에서는 모든 패널에 6인치의 단열 두께가 필요할 것으로 DOE는 예상한다.

TSL 3은 약 0.64×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, DOE는 이 양이 상당하다고 간주한다. TSL 3에 따른 소비자 편익의 NPV는 할인율 7%를 적용하면 -\$31억, 할인율 3%를 적용하면 -\$51.8억이 된다.

TSL 3의 누적 배출량 감축은 CO₂ 11.79 Mt, SO₂ 3.6천 톤, NO_x 21.8천 톤, Hg 0.02천 톤, CH₄ 982천 톤, N₂O 0.1천 톤이다. TSL 3에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 편익의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$6.5억이다. TSL 3의 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편익의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$5.2억, 3% 할인율을 적용하면 \$12.8억이다.

소비자 편익과 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편익에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$19.2억이 된다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$32.4억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

TSL 3에서 평균 LCC 영향의 범위는 중온 구조용 패널의 평방 피트당 -\$2.33에서 저온 구조용 패널의 평방 피트당 -\$0.50까지이다. 단순 투자 회수 기간의 범위는 저온 구조용 패널의 10.1년에서 중온 구조용 패널의 54.0년까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자 비율의 범위는 저온 구조용 패널의 64%에서 중온 구조용 패널의 100%까지이다.

TSL 3에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 \$198.8백만 감소에서 \$87.9백만 감소까지이며, 이는 각각 22.7%와 10.0% 감소에 해당한다. DOE는 모든 패널 모델에서 단열 두께를 6인치로 늘리기 위해 업계가 패널 설계를 업데이트하고 새로운 발포 장비와 가공 장비를 구매하는 데 \$241.3백만을 투자해야 할 것으로 추정한다.

DOE는 현재 워크인 패널 출하량의 3%만이 최대 기술 수준을 충족하는 것으로 추정한다. 모든 패널 장비 등급의 단열 두께를 6인치로 늘리려면 상당한 자본 투자가 필요하다. 워크인 비디스플레이 문과 마찬가지로 대부분의 제조업체는 현재 최대 5인치 두께의 워크인 패널을 제조할 수 있다. 6인치 패널을 요구하는 표준 수준은 모든 제조업체에 새로운 고가의 발포 장비를 필요로 할 가능성이 높다. 또한 DOE는 폼이 1인치 추가될 때마다 패널의 경화 시간이 약 10분씩 증가한다고 추정하므로 제조업체는 기존 처리량을 유지하기 위해 추가 장비를 구입해야 할 가능성이 높다. 일부 OEM은 추가 발포 설비를 수용하기 위해 추가로 제조 공간에 투자해야 할 수도 있다. 42개 워크인 패널 OEM 중 38개 OEM은 소규모 국내 기업이다. 인터뷰에서 제조업체들은 긴 지연 시간과 제한된 수의 발포 설비 공급업체로 인해 업계가 3년의 규정 준수 기간 내에 기존 생산 능력을 유지하는 데 필요한 발포 장비를 조달할 수 있는 역량에 대해 우려를 표명하였다.

장관은 워크인 패널에 대한 TSL 3에서 많은 소비자와 대규모 전환 비용, INPV를 크게 감소시킬 수 있는 이익률에 대한 영향을 포함한 제조업체에 미치는 영향에 마이너스 NPV의 형태로 나타나는 경제적 부담과, 대부분의 소규모 기업을 포함하여 현재 이

TSL에서 요구하는 효율 수준을 충족하는 제품을 제공하는 제조업체가 소수라는 점이 에너지 절약, 배출량 감소, 배출량 감소의 금전적 추정 가치보다 더 클 것이라고 잠정적으로 결론을 내린다. 대부분의 패널 소비자에게는 저온 구조용 패널의 경우 64%에서 중온 구조용 패널의 경우 100%에 이르는 순 비용이 발생하게 되며 평균 LCC 절감액은 마이너스가 될 것이다. 잠재적 INPV의 감소는 22.7%에 달할 수 있다. 규정 준수 연도 이후 산업 가치의 하락과 잉여 현금 흐름의 감소는 다양한 요인에 의해 발생하지만, 특히 제조업체가 보다 효율적인 워크인 패널을 재설계하고 생산하기 위해 투자해야 하는 전환 비용에 의한 변화가 가장 큰 요인으로 작용한다. 대부분의 제조업체는 새로운 발포 장비를 모두 구매하기 위해 상당한 자원을 투자해야 한다. 경화 시간이 길어짐에 따라 일부 제조업체는 기존 발포 장비를 교체하고 현재 생산 능력을 유지하기 위해 발포 장비를 추가로 구매해야 할 수도 있다. 또한 대부분의 패널 제조업체는 소규모 국내 제조업체이다. 그러므로 장관은 TSL 3이 경제적으로 타당하지 않다고 잠정 결론을 내렸다.

DOE는 저온과 중온 구조용 패널과 저온 바닥용 패널의 효율 수준을 TSL로 그룹화하여 워크인 패널에 대한 수정된 표준 수준 제안을 고려했지만, DOE는 분석에서 모든 분석된 효율 수준을 평가한다. 이 문서의 섹션 IV.E.1에 정의된 바와 같이, TSL 2와 TSL 1은 7% 할인율에서 소비자 NPV가 양의 값인 효율 수준을 요구한다. NOPR TSD의 부속서 8E에서 볼 수 있듯이, 단일 패널에 대한 효율 수준 개선 중 어느 것도 고려된 장비 등급에 대해 양의 값을 갖는 소비자 편익을 제공하지 못하므로 현재 기준의 효율 수준을 가진 TSL 2와 TSL 1이 얻어진다.

그러므로 이전에 고려한 사항을 바탕으로 장관은 현재로서는 워크인 패널에 대한 에너지 절약 표준을 수정하지 않을 것을 잠정적으로 제안한다.

c. 냉장 시스템

각 TSL에 포함된 효율 수준은 표 V.96에 표시되어 있으며 이 문서의 섹션 IV.E.1에 설명되어 있다. 표 V.97과 표 V.98에는 워크인의 각 TSL에 대해 추정된 정량적 영향이 요약되어 있다. 국가적 영향은 수정된 표준을 준수할 것으로 예상되는 연도 (2027~2056년)에 시작되는 30년 기간 동안 구매한 워크인 제품의 수명 기간 동안 측정된다. 에너지 절약, 배출량 감축, 배출량 감축 가치는 전체 연료 주기 결과를 나타낸다.

표 V.96- 워크인 냉장 시스템의 시범 표준 수준별 효율 수준 매핑

유형	장비 등급	용량 (kBtu/hr)	TSL 1	TSL 2	TSL 3
전용 콘덴싱 시스템	DC.L.I	3	1	1	2
	DC.L.I	9	0	0	1
	DC.L.I	25	2	2	3

표 V.96- 워크인 냉장 시스템의 시범 표준 수준별 효율 수준 매핑-계속

유형	장비 등급	용량 (kBtu/hr)	TSL 1	TSL 2	TSL 3
단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템	DC.L.I	54	1	1	2
	DC.L.O	3	2	2	3
	DC.L.O	9	3	3	5
	DC.L.O	25	5	7	8
	DC.L.O	54	3	4	5
	DC.L.O	75	3	3	5
	DC.M.I	9	0	0	1
	DC.M.I	25	1	1	2
	DC.M.I	54	2	2	3
	DC.M.I	75	2	2	3
	DC.M.O	9	1	2	7
	DC.M.O	25	2	3	8
	DC.M.O	54	3	3	7
	DC.M.O	75	3	3	8
	DC.M.O	124	2	3	8
	SP.H.I	2	1	1	2
	SP.H.I	7	2	2	2
	SP.H.ID	2	2	2	2
	SP.H.ID	7	2	2	2

유닛쿨러	SP.H.O	2	4	5	6
	SP.H.O	7	3	5	6
	SP.H.OD	2	4	5	6
	SP.H.OD	7	3	6	6
	SP.L.I	2	4	4	7
	SP.L.I	6	2	2	3
	SP.L.O	2	0	0	4
	SP.L.O	6	0	0	4
	SP.M.I	2	2	3	5
	SP.M.I	9	1	1	3
	SP.M.O	2	5	7	9
	SP.M.O	9	3	3	5
	UC.H.I	9	0	0	1
	UC.H.I	25	0	0	1
	UC.H.ID	9	1	1	1
	UC.H.ID	25	1	1	1
	UC.L	3	1	2	2
	UC.L	9	2	2	2
	UC.L	25	1	2	2
	UC.L	54	2	2	2
	UC.L	75	1	2	2
	UC.M	3	1	2	2
	UC.M	9	2	2	2
	UC.M	25	1	2	2
	UC.M	54	2	2	2
	UC.M	75	1	2	2

표 V.94-워크인 냉장 시스템의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 국가적 영향

범주	TSL 1	TSL 2	TSL 3
누적 FFC 국가 에너지 절감			
10 ¹⁵ Btu	0.70	0.91	3.10
CO ₂ (백만 메트릭톤)	12.8	16.7	56.8
CH ₄ (천톤)	106.8	139.8	474.0
N ₂ O (천톤)	0.1	0.2	0.6
NO _x (천톤)	23.8	31.1	105.4
SO ₂ (천톤)	3.9	5.1	17.4
Hg (톤)	0.03	0.04	0.12

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 3%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감	1.91	2.31	-9.16
기후 편익*	0.72	0.95	3.22
건강 편익**	1.42	1.86	6.31
총 금전적 편익†	4.06	5.12	0.37
소비자 증분 제품 비용‡	0.42	0.69	15.99
소비자 순 편익	1.49	1.62	-25.14
총 순 금전적 편익	3.64	4.44	-15.61

편익과 비용의 현재 가치 (할인율 7%, 10억 2022\$)

소비자 운영 비용 절감	0.88	1.06	-4.17
기후 편익*	0.72	0.95	3.22
건강 편익**	0.59	0.77	2.63
총 금전적 편익†	2.19	2.79	1.67
소비자 증분 제품 비용‡	0.23	0.38	8.82
소비자 순 편익	0.64	0.68	-12.99
총 순 금전적 편익	1.96	2.41	-7.15

참고: 이 표는 2027~2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027~2056년에 출하되는 제품에서 2056년

이후에 발생하는 소비자 편익이 포함된다.

* 기후 편익은 SC-CO₂, SC-CH₄, SC-N₂O에 대한 네 가지 추정치를 사용하여 계산되었다. 이를 모두 합치면 전 세계 SC-GHG를 나타낸다. 이 표에는 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것이 중요하고 가치 있다고 강조한다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감축의 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: 2021년 2월 IWG에서 발행된 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정에 제시된 중간 추정치를 사용한다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익 값을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (NO_x와 SO₂의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 금전적으로 산출할 수 있는 다른 효과에 대해 계속 평가할 것이다. 건강 편익은 3퍼센트와 7퍼센트의 실질 할인율로 제시된다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 소비자, 기후, 건강 편익이 포함된다. 제시 목적으로, 3%와 7% 사례 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율의 평균 SC-GHG를 사용하여 제시되었다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

표 V.98-워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 시스템의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 제조업체 및 소비자 영향

범주	TSL 1*	TSL 2*	TSL 3*
제조업체 영향			
산업 NPV (백만 2022\$) (새로운 표준이 없는 경우의 INPV = 490.1)	447.2 - 453.0 ..	442.2 - 452.2 ..	330.5 - 546.2
산업 NPV (% 변화)	(8.7) - (7.6)	(9.8) - (7.7)	(32.6) - 11.5

소비자 평균 LCC 절감 (2022\$)

DC.L.I	163	163	(5,218)
DC.L.O	237	172	(15,792)
DC.M.I	567	567	(2,047)
DC.M.O	101	136	(1,896)
SP.H.I	124	124	103
SP.H.ID	296	296	296
SP.H.O	159	126	(53)
SP.H.OD	437	305	270
SP.L.I	180	180	(1,575)
SP.L.O	—	—	(1,278)
SP.M.I	114	103	(1,577)
SP.M.O	186	177	(1,116)
UC.H	—	—	(152)
UC.H.ID	237	237	237
UC.L	1,080	1,306	1,306
UC.M	170	212	212
출하 가중 평균*	308	353	(2,384)

소비자 단순 PBP (연)

DC.L.I	4.0	4.0	inf
DC.L.O	1.4	3.6	inf
DC.M.I	3.4	3.4	inf
DC.M.O	1.6	2.6	21.6
SP.H.I	1.3	1.3	2.5
SP.H.ID	1.7	1.7	1.7
SP.H.O	0.4	2.9	9.0
SP.H.OD	0.2	3.4	3.8
SP.L.I	3.8	3.8	inf
SP.L.O	—	—	39.0
SP.M.I	3.0	3.5	inf
SP.M.O	0.9	1.2	50.8
UC.H	—	—	inf
UC.H.ID	0.7	0.7	0.7
UC.L	0.9	1.2	1.2

표 V.98-워크인 쿨러 및 냉동고 냉장 시스템의 TSLs에 대한 분석 결과 요약: 제조업체 및 소비자 영향-계속

범주	TSL 1*	TSL 2*	TSL 3*
UC.M	2.0	2.0	2.0

출하 가중 평균*	2.0	2.4	32.0
-----------------	-----------	-----------	------

순 비용이 발생하는 소비자 비율 (%)

DC.L.I	11	11	100
DC.L.O	0	8	100
DC.M.I	1	1	100
DC.M.O	0	1	96
SP.H.I	2	2	3
SP.H.ID	0	0	0
SP.H.O	0	3	81
SP.H.OD	0	4	13
SP.L.I	7	7	100
SP.L.O	—	—	100
SP.M.I	4	5	100
SP.M.O	0	—	100
UC.H	—	0	61
UC.H.ID	0	0	0
UC.L	3	8	8
UC.M	9	10	10
출하 가중 평균*	4	6	60

괄호는 음의 값 (-)을 나타낸다. “—” 항목은 특정 TSL에서 표준의 변경이 없기 때문에 적용되지 않는다는 것을 의미한다.

* 2027년 총 예상 출하량에서 각 제품군의 점유율에 따라 가중치를 부여하였다.

워크인 냉장 시스템의 경우, DOE는 먼저 최대 기술 효율 수준을 나타내는 TSL 3을 고려하였다. 이 수준에서 DOE는 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급⁹³에는 더 큰 콘덴서 코일, 가변 용량 압축기, 전자식 정류 가변 속도 콘덴서 팬 모터가 필요할 것으로 예상된다. 또한 저온과 중온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어 장치와 주변 과냉각 회로가 필요하다. DOE는 저온과 중온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급에도 더 큰 증발기 코일, 가변 속도 증발기 팬, 최대 4인치 두께의 단열재가 필요할 것으로 예상된다. DOE는 저용량의 저온과 중온 단일 패키지 전용 콘덴싱 장치에는 프로판 압축기가 필요할 것으로 예상된다. DOE는 고온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 더 큰 콘덴싱 코일과 가변 용량 압축기를 제외하고 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템과 동일한 설계 옵션이 필요할 것으로 예상된다.⁹⁴ 또한 DOE는 고온 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에 최대 1.5인치의 단열재가 필요하며 더 큰 증발기 코일이나 가변 속도 증발기 팬은 필요하지 않을 것으로 예상된다.⁹⁵ DOE는 저용량의 저온과 중온 유닛 쿨러 장비 등급에는 TSL 3에서 4열 깊이의 증발기 코일이 필요할 것으로 예상된다. 마지막으로, DOE는 고용량의 저온과 중온 유닛 쿨러 장비 등급과 모든 고온 유닛 쿨러 장비 등급에는 TSL 3에서 5열 깊이의 증발기 코일이 필요할 것으로 예상된다.

TSL 3은 약 3.10×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, 이는 DOE가 상당히 생각하는 양이다. TSL 3에 따른 소비자 편익의 NPV는 할인율 7%를 적용하면 -\$129.9억, 할인율 3%를 적용하면 -\$251.4억이 된다.

TSL 3의 누적 배출량 감축량은 CO₂ 56.8 Mt, SO₂ 17.4천 톤, NO_x 105.4천 톤, Hg 0.12천 톤, CH₄ 474.0천 톤, N₂O 0.6천 톤이다. TSL 3에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 혜택의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$32.2억이다. TSL 3의 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편익의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$26.3억, 3% 할인율을 적용하면 \$63.1억이다.

⁹³전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 전용 콘덴싱 유닛, 맞춤형 결합 냉동 시스템 (한 쌍의 전용 콘덴싱 유닛과 유닛 쿨러로 구성), 단일 패키지 전용 시스템이 포함된다.

⁹⁴섹션 IV.C.1.d에서 설명한 바와 같이 DOE는 고온 전용 콘덴싱 시스템에 대해 더 큰 콘덴싱 코일이나 가변 용량 압축기를 고려하지 않았다.

⁹⁵이 문서의 IV.C.1.d 섹션에서 설명한 바와 같이 DOE는 고온 단일 패키지 전용 콘덴싱 시스템에 대해 더 큰 증발기 코일 또는 오프 사이클 가변 속도 증발기 팬을 고려하지 않았으며 최대 1.5인치의 향상된 단열만을 고려하였다.

소비자 편익과 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편익에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편익에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$71.5억이 된다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 3의 예상 총 NPV는 -\$156.1억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

TSL 3에서 평균 LCC 효과의 범위는 저온 실외 전용 콘덴싱 유닛의 -\$15,792에서 저온 유닛 쿨러의 \$1,306달러까지이다. 단순

투자 회수 기간의 범위는 저온 유닛 쿨러의 1.2년에서 저온 전용 콘덴싱 유닛, 중온 전용 콘덴싱 유닛, 저온과 중온 실내 단일 패키지 전용 시스템, 비덕트형 고온 유닛 쿨러의 무한대의 투자 회수 기간까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자 비율의 범위는 고온 덕트형 유닛 쿨러와 고온 실내 덕트형 단일 패키지 전용 시스템의 0%에서 저온 실내외 전용 콘덴싱 유닛, 중온 실내 전용 콘덴싱 유닛, 저온과 중온 실내외 단일 패키지 전용 시스템의 100%까지이다.

TSL 3에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 \$159.6백만 감소에서 \$56.20백만 증가이며, 이는 각각 32.6% 감소와 11.5% 증가에 해당한다. DOE는 분석된 용량과 장비 등급 대부분에 대해 콘덴서 그리고/또는 증발기의 변경을 반영하기 위해 업계가 워크인 냉장 시스템을 재설계하고 새로운 가공 장치를 구매하기 위해 \$94.6백만을 투자해야 할 것으로 추정한다.

현재 DOE는 최대 기술 수준을 충족하는 상당한 출하량에 대한 증거를 가지고 있지 않다. 그러므로 모든 제조업체는 TSL 3 효율을 충족하기 위해 다양한 설계 옵션을 반영하기 위해 워크인 냉장 시스템 모델을 재설계해야 한다. 더 큰 콘덴서 코일, 개선된 증발기 코일 그리고/또는 주변 과냉각 회로와 같은 설계 옵션을 반영하면 자본 전환 비용이 발생하며, 전체 범위의 냉장 시스템 용량과 장비 등급에 걸쳐 업데이트된 기본 판의 설계를 위한 새로운 가공이 필요할 수 있다. 또한 이러한 설계 옵션을 구현하려면 제조업체가 모델을 재설계하고 더 큰 콘덴서 그리고/또는 증발기를 수용하기 위해 냉장 시스템의 설치 공간을 늘릴 수 있으므로 상당한 공학적 자원과 테스트 시간이 필요하다.

또한 제조업체는 새로운 고효율 부품을 검증, 조달, 테스트해야 한다. 최대 기술 수준을 충족하기 위해 가변 용량 압축기가 필요할 가능성이 높은 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급의 경우, 제조업체는 워크인 용도용 가변 용량 압축기를 이용할 수 있는 정도가 제한되어 있기 때문에 용량 제품 포트폴리오 전체에서 가변 용량 압축기를 조달하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 이 NOPR의 발표 시점에 DOE가 확인한 몇 가지 가변 용량 압축기 제품 라인은 복미 시장용으로 마케팅되지 않았다. 또한, 확인된 제품 라인에는 모든 워크인 용도의 압축기를 대체할 수 있는 충분한 범위의 이용 가능한 압축기 용량이 없을 수도 있다.

장관은 워크인 냉동 시스템에 대한 TSL 3에서 소비자 편의의 마이너스 NPV 형태로 표현되는 소비자에 대한 경제적 부담과 INPV의 큰 감소를 유발할 수 있는 큰 전환 비용과 이익률에 대한 영향을 포함한 제조업체에 대한 영향이 에너지 절약, 배출량 감소, 배출량 감소의 금전적 추정 가치보다 더 클 것이라고 잠정적으로 결론을 내렸다. 대부분의 저온과 중온 전용 콘덴싱 시스템과 단일 패키지 전용 시스템 소비자 (96~100% 범위)에게는 순 비용이 발생하게 되며 평균 LCC 절감액은 마이너스가 될 것이다. 이 수준에서 제조업체가 수정된 효율 표준이 적용되어도 비용은 높지만 수익이 비슷하다는 이유로 영업 이익을 유지한다면 최대 기술에서 INPV가 더 크게 감소할 위험이 있다. 대부분의 제조업체는 분석된 모든 설계 옵션을 전체 장비 등급과 용량 제품군에 반영하기 위해 상당한 자본과 공학적 자원을 투입해야 한다. 또한 제조업체는 워크인 용도로 설계된 가변 용량 압축기 제품 라인의 이용 가능성이 제한적이기 때문에 가변 용량 압축기를 조달하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 그러므로 장관은 TSL 3이 경제적으로 타당하지 않다고 잠정 결론을 내렸다.

그런 다음 DOE는 워크인 냉장 시스템에 대해 TSL 2를 고려하였다. DOE는 중온과 저온 전용 콘덴싱 시스템의 경우 TSL 2에 가변 용량 압축기가 포함되지 않을 것으로 예상한다.

DOE는 TSL 2에서 저온과 실내 중온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 더 큰 콘덴서 코일이 필요하고; 저온과 중온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어가 필요할 것으로 예상한다; 또한 저온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 전자식 가변 속도 콘덴서 팬 모터가 필요하고 주변 과냉각 회로가 필요할 수 있으며; 저온과 중온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급에는 일반적으로 더 큰 증발기 코일과 가변 속도 증발기 팬이 필요하다; 저온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급에는 일반적으로 최대 4인치 두께의 단열재; 저용량의 저온과 중온 단일 패키지 전용 콘덴싱 장치에는 일반적으로 프로판 압축기; 고온 실내 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 최대 기술 설계 옵션의 반영이 필요하고; 고온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급에는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어, 최대 1.5인치 두께의 단열재, 전자식으로 정류되는 가변 속도 콘덴서 팬이 필요하다. DOE는 TSL 2에서 일반적으로 4열 깊이의 증발기 코일이 필요한 고온의 비덕트형 유닛 쿨러를 제외한 모든 유닛 쿨러 장비 등급에 최대 기술 설계 옵션이 반영될 것으로 예상하고 있다.

TSL 2는 약 0.91×10^{15} Btu의 에너지를 절약할 수 있으며, DOE는 이 양이 상당하다고 간주한다. TSL 2에 따라 할인율 7%를 적용하면 소비자 편의의 NPV는 \$6.8억, 할인율 3%를 적용하면 \$16.22억이 된다.

TSL 2의 누적 배출량 감축은 CO₂ 16.7 Mt, SO₂ 5.1천 톤, NO_x 31.1천 톤, Hg 0.04천 톤, CH₄ 139.8천 톤, N₂O 0.2천 톤이다. TSL 2에서 온실가스 배출량 감소로 인한 기후 편의의 금전적 추정 가치 (3% 할인율의 평균 SC-GHG와 관련)는 \$9.5억이다. TSL 2의 SO₂와 NO_x 배출량 감소로 인한 건강 편의의 금전적 추정 가치는 7% 할인율을 적용하면 \$7.7억, 3% 할인율을 적용하면 \$16.8억이다.

소비자 편의와 비용 그리고 SO₂와 NO_x 배출 감소로 인한 건강 편의에 7%의 할인율, 온실가스 배출 감소로 인한 기후 편의에

3%의 할인율을 적용하면 TSL 2의 예상 총 NPV는 \$24.1억이다. 모든 편익과 비용에 3%의 할인율을 적용하면 TSL 6의 예상 총 NPV는 \$44.4억이다. 추가 정보를 위해 추정된 총 NPV가 제공되지만 DOE는 제안된 표준 수준이 경제적으로 타당한지 여부를 결정할 때 주로 소비자 편익의 NPV에 의존한다.

TSL 2에서 평균 LCC 영향의 범위는 중온 실내 단일 패키지 전용 시스템의 \$103에서 저온의 비덕트형 유닛 쿨러의 경우 \$1,306까지이다. 단순 투자 회수 기간의 범위는 저온 실외 단일 패키지 전용 시스템의 0.0년에서 저온 실내 전용 콘덴싱 유닛의 4.0년까지이다. 순 LCC 비용이 발생하는 소비자 비율의 범위는 고온 실내 덕트형 단일 패키지 전용 시스템과 고온 유닛 쿨러의 경우 0%에서 저온 실내 단일 패키지 전용 시스템의 11%까지이다.

TSL 2에서 예상되는 INPV 변화의 범위는 \$47.8백만 감소에서 \$37.9백만 감소로, 이는 각각 9.8%와 7.7% 감소에 해당한다. DOE는 업계가 워크인 냉장 시스템을 재설계하고 일부 용량과 장비 등급의 콘덴서 그리고/또는 증발기의 변경을 반영하기 위해 새로운 가공 장비를 구매하기 위해 \$60.1백만을 투자해야 한다고 추정한다. 이 수준에서는 제조업체가 모든 최대 기술 설계 옵션을 구현하지 않고도 TSL 2 효율에 도달할 수 있을 것으로 DOE는 예상한다. 구체적으로 분석된 일부 전용 콘덴싱 시스템 대표 유닛만 더 큰 콘덴서 코일 또는 주변 과냉각을 반영해야 하므로 이 수준에서 예상되는 자 전환 비용과 제품 전환 비용을 줄일 수 있다 (즉, 업계 냉장 시스템 장치 출하량의 약 31%를 차지하는 DC.L.O.009, DC.L.O.075, 모든 DC.M.O 대표 유닛에는 대형 콘덴서나 주변 과냉각이 필요하지 않음). 또한 이 수준에서는 제조업체가 가변 용량 압축기를 구현할 필요가 없으므로 TSL 3에 비해 산업의 제품 전환 비용이 더욱 절감될 것으로 DOE는 예상한다.

분석을 고려하고 혜택과 부담을 비교한 결과, 장관은 냉장 시스템에 대해 TSL 2로 설정된 표준이 경제적으로 타당하다는 잠정 결론을 내렸다. 이 TSL에서 모든 냉장 장비의 평균 LCC 절감액은 양의 값을 갖는다. 저온 실내 단일 패키지 전용 시스템의 소비자가 가장 큰 영향을 받을 것이며, 소비자의 11%에게 순 비용이 발생되고, 나머지 장비의 소비자의 0~10%에게 순 비용이 발생될 것으로 추정된다. FFC 국가 에너지 절감 효과는 상당하며, 3%와 7%의 할인율을 모두 적용하면 소비자 편익의 NPV는 양의 값을 갖는다. 특히 소비자에 대한 편익이 제조업체에 대한 비용보다 훨씬 더 크다. TSL 2에서는 보다 보수적인 할인율인 7%로 측정한 소비자 편익의 NPV가 INPV에 있어 제조업체의 최대 예상 손실보다 33배 이상 높다. TSL 2의 표준 수준은 배출량 감축의 금전적 추정 가치를 고려하지 않더라도 경제적으로 타당하다. 이러한 배출량 감소에 기후 편익 \$9.5억 (3% 할인율 적용 시 평균 SC-GHG와 관련), 건강 편익 \$18.6억 (3% 할인율 적용) 또는 \$7.7억 (7% 할인율 적용)이 포함되면 워크인 냉장 시스템에 대한 TSL 2 표준 설정의 타당성이 더욱 강화된다.

그러므로 이전에 고려한 사항을 바탕으로 DOE는 TSL 2에서 워크인 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 채택할 것을 제안한다. AWEF2로 표시되는 워크인 냉장 시스템에 대한 수정된 에너지 절약 표준안은 표 V.99에 나와 있다.

표 V.99-워크인 냉장 시스템에 대한 수정된 에너지 절약 표준안

장비 등급	최소 AWEF2 (Btu/W-h)*
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	
<7,000 Btu/h	$7.80E-04 \times q_{net} + 2.20$
≥7,000 Btu/h	7.66
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<7,000 Btu/h	$1.02E-03 \times q_{net} + 2.47$
≥7,000 Btu/h	9.62
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	
<7,000 Btu/h	$2.46E-04 \times q_{net} + 1.55$
≥7,000 Btu/h	3.27
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<7,000 Btu/h	$3.76E-04 \times q_{net} + 1.78$
≥7,000 Btu/h	4.41
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<8,000 Btu/h	5.58
≥8,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	$3.00E-05 \times q_{net} + 5.34$
≥25,000 Btu/h	6.09
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<25,000 Btu/h	$2.13E-05 \times q_{net} + 7.15$
≥25,000 Btu/h	7.68
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<25,000 Btu/h	$2.50E-05 \times q_{net} + 2.36$
≥25,000 Btu/h	$1.72E-06 \times q_{net} + 2.94$
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<25,000 Btu/h	3.03
≥25,000 Btu/h	$9.83E-05 \times q_{net} + 2.63$

≥25,000 Btu/h 그리고 <54,000 Btu/h	3.06E-05 × q _{net} + 3.23
≥54,000 Btu/h	4.96E-06 × q _{net} + 3.88
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q _{net}):	4.25
<9,000 Btu/h	9.86E-05 × q _{net} + 4.91
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	5.8
≥25,000 Btu/h 그리고 <75,000 Btu/h	2.47E-04 × q _{net} + 4.89
≥75,000 Btu/h	7.11
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q _{net}):	8.00E-05 × q _{net} + 1.8
<9,000 Btu/h	2.28
≥9,000 Btu/h	
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q _{net}):	1.63E-04 × q _{net} + 1.8
<9,000 Btu/h	2.77
≥9,000 Btu/h	
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q _{net}):	10.34
<6,000 Btu/h	3.83E-04 × q _{net} + 6.9
≥6,000 Btu/h	16.46
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q _{net}):	6.93
<6,000 Btu/h	3.64E-04 × q _{net} + 3.66
≥6,000 Btu/h	12.76
유닛 쿨러—고온, 콘덴싱 없음, 다음의 순 용량 (q _{net}):	9.65
<9,000 Btu/h	4.57
≥9,000 Btu/h and <25,000 Btu/h	
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—고온, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q _{net}):	
<9,000 Btu/h	
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—중온	
유닛 쿨러—저온	

* q_{net}은 § 431.304에 따라 결정된 순 용량이며 10 CFR 파트 429에 따라 인증된다.

2. 표준안의 연간 편익 및 비용

표준안의 편익과 비용은 연간 가치로 표현할 수도 있다. 연간 순 편익은 (1) 제안된 표준을 충족하는 제품을 운영함으로써 얻는 편익의 국가의 연간 경제적 가치 (2022\$로 표시)로, 주로 에너지 사용량 감소로 인한 운영 비용 절감액에서 제품 구매 비용 증가액을 뺀 값과 (2) 배출량 감소로 인한 기후와 건강 편익의 연간 금전적 가치로 구성된다.

표 V.100은 TSL 2에 따른 워크인 비디스플레이 문과 냉장 시스템의 연간 가치를 2022\$로 표시한 값이다. 1차 추정치의 결과는 다음과 같다.

표 V.100-워크인에 대한 에너지 절약 표준안의 연간 편익 및 비용 분석

[TSL 2]

	2022년 달러가치 기준 (\$백만)		
	1차 추정	낮은 순 편익 추정	높은 순 편익 추정
3% 할인율			
소비자 운영 비용 절감	260.0	265.3	264.9
기후 편익*	90.4	92.6	90.0
건강 편익**	177.7	182.1	177.0
총 금전적으로 산출된 편익 †	528.1	540.0	531.9
소비자 증분 제품 비용 ‡	72.4	102.6	64.7
금전적으로 산출된 순 편익	455.7	437.4	467.2

생산자 현금 흐름 변화 (INPV ^{††})	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)
7% 할인율			
소비자 운영 비용 절감	214.1	218.8	218.3
기후 편익* (3% 할인율)	90.4	92.6	90.0
건강 편익**	132.2	135.3	131.7
총 금전적으로 산출된 편익†	436.7	446.7	440.0
소비자 증분 제품 비용‡	70.7	95.4	64.1
금전적으로 산출된 편익	366.0	351.2	376.0
생산자 현금 흐름 변화 (INPV ^{††})	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)	(7.6) - (5.4)

참고: 이 표는 2027-2056년에 출하되는 워크인 제품과 관련된 비용과 편익을 나타낸다. 이 결과에는 2027-2056년에 출하되는 제품에서 2056년 이후에 발생하는 소비자 편익이 포함된다.

* 기후 편익은 글로벌 SC-GHG에 대한 네 가지 다른 추정치를 사용하여 계산된다 (이 문서의 IV.L 섹션 참조). 이 표에는 3%의 할인율을 적용한 평균 SC-GHG와 관련된 기후 편익이 표시되어 있지만, DOE는 네 가지 SC-GHG 추정치를 모두 사용하여 계산한 편익을 고려하는 것의 중요성과 가치를 강조하고 있다. 이 분석에서는 온실가스 배출량 감소로 인한 편익을 금전적으로 산출하기 위해 기술 지원 문서: IWG가 2021년 2월에 게시한 행정명령 13990에 따른 탄소, 메탄, 아산화 질소의 사회적 비용 중간 추정치를 사용하였다.

** 건강 편익은 NO_x와 SO₂에 대한 톤당 편익을 사용하여 계산된다. DOE는 현재 (SO₂와 NO_x의 경우) PM_{2.5} 전구체 건강 편익과 (NO_x의 경우) 오존 전구체 건강 편익만 금전적으로 산출하고 있지만, PM_{2.5} 직접 배출 감소로 인한 건강 편익과 같은 다른 효과를 금전적으로 창출할 수 있는 능력을 계속 평가할 예정이다. 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.L을 참조하도록 한다.

† 총 편익과 순 편익에는 정량화되고 금전적으로 산출될 수 있는 소비자, 기후, 건강 편익이 포함된다. 설명의 편의를 위해 3%와 7% 사례 모두에 대한 총 편익과 순 편익은 3% 할인율을 적용한 평균 SC-GHG를 사용하여 제시된다.

‡ 비용에는 증분 장비 비용과 설치 비용이 포함된다.

운영 비용 절감액은 자세히 설명된 것처럼 수명 주기 비용 분석과 국가 영향 분석을 근거로 계산된다. 이 문서의 IV.F과 IV.H 섹션을 참조하도록 한다. DOE의 NIA에는 제조업체가 제품을 제조하는 데 드는 비용 증가부터 소비자가 체감하는 가격 상승까지 유통망에 따른 모든 영향 (비용과 편익 모두)이 포함된다. DOE는 또한 제조업체에 미치는 영향에 대한 자세한 분석 (MIA)도 별도로 수행한다. 이 문서의 섹션 IV.J를 참조하도록 한다. 세부적인 MIA에서 DOE는 투자, 전환 비용, 현금 흐름, 이익에 관한 가정을 기반으로 제조업체의 가격 결정을 모델링한다. MIA는 규칙이 INPV에 미칠 것으로 예상되는 영향인 다양한 영향을 도출한다. INPV의 변화는 생산 비용, 자본 지출, 제조업체 이익의 변화를 포함하여 산업 현금 흐름의 모든 변화의 현재 가치이다. INPV의 변화는 MIA에서 추정된 산업 가중 평균 자본 비용 값을 사용하여 계산되며, 이 값은 워크인 비디스플레이 문의 경우 9.4%, 워크인 냉장 시스템의 경우 10.2%이다 (업계 가중 평균 자본 비용에 대한 전체 설명은 NOPR TSD 12장 참조). 워크인의 경우 이 값은 -\$76백만에서 -\$52백만이다. DOE는 TSL이 경제적으로 타당한지 여부를 분석할 때 이러한 영향 범위를 고려한다. 이 문서의 섹션 V.C를 참조하도록 한다. DOE는 두 가지 마크업 시나리오에 따른 INPV에 대한 영향 범위를 제시하고 있다. 첫 번째는 매출이익 유지 시나리오로, 이 표에서 소비자 운영 비용 절감의 계산에 사용된 제조업체의 마크업 시나리오이다. 두 번째는 영업이익 마크업 유지 시나리오로, 이는 DOE가 제조업체가 제조 비용의 증가에 비례하여 단위당 영업이익을 증가시키지 못할 것으로 가정한 시나리오이다. DOE는 생산과 소비의 잠재적 변화를 포함하여 이 제안이 사회에 미칠 것으로 예상되는 영향을 평가하기 위한 추가적인 맥락을 제공하기 위해 이 문서의 섹션 IV.J에서 자세히 설명한 MIA를 바탕으로 위의 표에 추정 INPV의 범위를 포함하였으며, 이는 OMB의 Circular A-4와 E.O. 12866에 부합한다. DOE가 이 규칙안의 연간 순 편익 계산에 INPV를 포함할 경우, 연간 순 편익은 3% 할인율을 적용하면 \$44.81억에서 \$45.03억에 달하고, 7% 할인율을 적용하면 \$35.84억에서 \$36.06억에 달한다. 괄호()는 음의 값을 나타낸다. DOE는 이러한 접근 방식에 대한 의견을 구하고 있다.

D. 보고, 인증, 샘플링 계획

수입 업체를 포함한 제조업체는 제품별 인증 양식을 사용하여 DOE 규정 준수 여부를 인증해야 한다. 워크인 쿨러와 냉동고의 경우 인증 양식은 10 CFR 429.12에 명시된 일반 인증 요건과 10 CFR 429.53에 명시된 제품별 요건을 반영한다. 이전 단락에서 설명한 바와 같이 DOE는 이 규칙 제정안에서 이 장비에 대한 제품별 인증 요건을 수정할 것을 제안하지 않는다.

VI. 절차적 문제 및 규제 검토

A. 행정 명령 12866, 13563, 14094에 따른 검토

행정 명령 (Executive Order, "E.O.") 13563, "규제 개선 및 규제 검토"에 의해 보완되고 재확인되었으며, 76 FR 3821 (2011년 1월 21일), E.O. 14094, "규제 검토의 현대화"에 의해 개정된, 88 FR 21879 (2023년 4월 11일), E.O. 12866, "규제 계획 및 검토"는 법률이 허용하는 범위 내에서 기관은 (1) 규제의 편익이 비용을 정당화한다는 합리적인 판단이 있을 때만 규제를 제안하거나 채택하고 (일부 편익과 비용은 정량화하기 어렵다는 점을 인정), (2) 무엇보다도 누적된 규제 비용을 고려하여 실행 가능한 한도 내에서 규제 목표를 달성하는 데 부합하고 사회에 가장 적은 부담을 부과하도록 규제를 조정하며, (3) 대체 규제 접근법 중에서 순 이득 (잠재적 경제, 환경, 공중 보건과 안전, 기타 장점, 분배 영향, 형평성 등)을 극대화하는 접근법을 선택하고, (4) 가능한 한 규제 대상 기관이 채택해야 하는 행동이나 준수 방식을 명시하기보다는 성과 목표를 명시하며, (5) 사용자 수수료 또는 거래가능한 허가 등 원하는 행동을 장려하는 경제적 인센티브 제공 또는 대중이 선택할 수 있는 정보 제공 등 직접 규제에 대한 가능한 대안을 식별하고 평가해야 한다. DOE는 또한 E.O. 13563는 기관이 가능한 최선의 기법을 사용하여 현재와 미래의 예상되는 편익과 비용을 최대한 정확하게 정량화할 것을 요구한다는 점에 대해 언급한다. 관리 예산 사무국 (Office of Management and Budget, "OMB") 산하 정보 및 규제처 (Information and Regulatory Affairs, "OIRA")는 지침에서 이러한 기법에는 기술 혁신 또는 예상되는 행동 변화로 인해 발생할 수 있는 미래의 규정 준수 비용 변화를 파악하는 것이 포함될 수 있다고 강조하였다. 서문에 명시된 이유로 이 최종 규제 조치는 이러한 원칙에 부합하고 있다.

또한 E.O. 12866의 섹션 6(a)는 기관이 검토를 위해 "중요한 규제 조치"를 OIRA에 제출할 것을 요구하고 있다. OIRA는 이 최종 규제 조치가 E.O. 12866의 섹션 3(f)(1)의 범위 내에서 "중요한 규제 조치"에 해당한다고 판단하였다. 그러므로, E.O. 12866의 섹션 6(a)(3)(C)에 따라 DOE는 최종 규제 조치로 인해 예상되는 편익과 비용에 대한 기초 분석을 포함한 평가와 가능한 해당 비용의 정량화, 계획된 규제에 대한 잠재적으로 효과적이고 합리적으로 실현 가능한 대안의 비용과 편익에 대한 기초 분석을 포함한 평가와 계획된 규제 조치가 식별된 잠재적 대안보다 바람직한 이유에 대한 설명을 OIRA에 제공하였다. 이러한 평가는 이 서문에 요약되어 있으며 자세한 내용은 이 규칙 제정에 대한 기술 지원 문서에서 확인할 수 있다.

B. 규제 유연법에 따른 검토

규제 유연법 (5 U.S.C. 601 이하 참조)에서는 기관은 첫번째로 법에 따라 최종 규칙을 위해서 공개 의견 수렴을 위한 규칙 제안을 발표하도록 하며, 최종 규칙에 대해서는 초기 규제 유연성 분석 (Initial Regulatory Flexibility Analysis, "IRFA")을 작성하도록 요구하고 있다 (단, 해당 규칙이 공포될 경우 상당수의 소규모 단체에 중대한 경제적 영향을 미치지 않을 것이라고 기관이 증명하는 경우를 제외한다). E.O. 13272, "기관의 규칙 제정 시 소규모 단체에 대한 적절한 고려사항," 67 FR 53461 (2002년 8월 16일)에서 요구하는 바와 같이 DOE는 2003년 2월 19일 DOE 규칙 제정 과정에서 소규모 단체에 대한 규칙의 잠재적 영향을 적절히 고려하기 위한 절차와 정책을 발표하였다. 68 FR 7990. DOE는 법률 자문 사무국 웹 사이트 (www.energy.gov/gc/office-general-counsel)에서 이러한 절차와 정책을 확인할 수 있도록 하였다. DOE는 이 규칙 제정의 적용 대상 제품에 대해 다음과 같은 IRFA를 작성하였다.

워크인 제조업체의 경우, SBA는 법령의 목적에 따라 "소규모 기업"으로 분류되는 법인을 정의하는 규모의 임계 값을 설정하였다. DOE는 SBA의 소규모 기업에 대한 규모 기준을 사용하여 소규모 기업이 이 규정의 요건을 적용 받을 수 있는지 여부를 결정하였다. (13 CFR 파트 121 참조.) 규모 기준은 북미 산업 분류 체계 (North American Industry Classification System, "NAICS") 코드와 산업 설명에 따라 나열되어 있으며 이는 www.sba.gov/document/support-table-size-standards에서 확인할 수 있다. 워크인의 제조는 NAICS 333415, "공조 및 온풍 난방 장비, 상업용 및 산업용 냉장 장비 제조"에 따라 분류된다. SBA는 이 범주에서 소규모 기업으로 간주되는 법인의 직원 수를 1,250명 이하로 설정하고 있다.

1. 조치가 고려되고 있는 이유에 대한 설명

DOE는 워크인에 대한 에너지 절약 표준을 수정할 것을 제안한다. EPCA는 DOE에게 여러 소비자 제품과 특정 산업 장비의 에너지 효율을 규제할 수 있는 권한을 부여하고 있다. 공법 95-619, 타이틀 IV, 섹션 441(a) (42 U.S.C. 6311- 6317, 성문화)에 의해 추가된 EPCA의 타이틀 III, 파트 C는 특정 산업 장비에 대한 에너지 절약 프로그램을 제정하여 에너지 효율을 개선하기 위한 다양한 조항을 명시하고 있다. 이러한 장비에는 이 문서의 적용 대상인 워크인이 포함된다. (42 U.S.C.6311(1)(g)) EPCA는 이러한 제품에 대한 초기 표준을 규정하였다. (42 U.S.C. 6313(f)(1)) EPCA는 표준을 제정하거나 수정하는 최종 규칙이 발행된 후 6년

이내에 DOE가 제품에 대한 표준을 수정할 필요가 없다는 결정 통지 또는 제안된 에너지 절약 표준안 (적절한 경우 최종 규칙으로 진행)을 포함하는 NOPR을 발표해야 한다고 규정하고 있다. (42 U.S.C. 6316(a), 42 U.S.C. 6295(m)(1))

2014년 6월 3일에 발표된 최종 규칙 ("2014년 6월 최종 규칙")에서 DOE는 2017년 6월 5일 또는 그 이후에 제조되는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 규정하였다. 79 FR 32050. 2014년 6월 최종 규칙이 발표된 후, AHRI와 대형 냉장 시스템 제조업체인 Lennox International, Inc. ("Lennox")는 DOE의 최종 규칙에 대한 재검토 청원과 그에 따른 DOE의 규칙 재검토 청원 거부 (79 FR 59090 (2014년 10월 1일))에 대해 미국 5 지역 연방항소법원에 청원서를 제출하였다. Lennox International, Inc. 대 에너지부, 사건 번호 14-60535 (5 지역). 5 지역 항소법원을 통해 당사자들은 냉동 시스템 장비 등급 중 6개 등급 (멀티플렉스 콘덴싱 냉장 시스템과 저온에 적용되는 2개의 표준과 저온에서 작동하는 전용 콘덴싱 냉동 시스템에 적용되는 4개의 표준)에 대한 에너지 절약 표준을 유예하는 합의에 도달하였다.⁹⁶ 5 지역 항소법원이 명령을 내린 후 DOE는 유예된 6개 표준을 대체할 에너지 절약 표준을 협상하기 위한 워킹 그룹을 조직하였다. 80 FR 46521 (2015년 8월 5일). 2017년 7월 10일에 발표된 최종 규칙에서 DOE는 6가지 등급의 워크인 냉장 시스템, 특히 유닛 쿨러와 저온 전용 콘덴싱 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 채택하였다. 82 FR 31808. 이 규칙 제정은 EPCA에 따른 DOE의 의무에 따른 것이다.

2. 규정의 목적 및 법적 근거

EPCA는 DOE에게 여러 소비자 제품과 특정 산업 장비의 에너지 효율을 규제할 수 있는 권한을 부여한다. 공법 95-619, 타이틀 IV, 섹션 441(a)(42 U.S.C. 6311- 6317, 성문화)에 의해 추가된 EPCA의 타이틀 III, 파트 C는 특정 산업 장비에 대한 에너지 절약 프로그램을 수립하여 에너지 효율성을 개선하기 위한 다양한 조항을 명시하고 있다. 이 장비에는 이 문서의 적용 대상인 워크인이 포함된다. (42 U.S.C.6311(1)(g)) EPCA는 이러한 제품에 대한 초기 표준을 규정하였다. 또한 EPCA는 표준을 제정하거나 수정하는 최종 규칙이 발행된 후 6년 이내에 DOE가 제품에 대한 표준을 수정할 필요가 없다는 결정 통지 또는 새로운 에너지 절약 표준안을 포함하는 NOPR (적절한 경우 최종 규칙으로 진행)을 발표해야 한다고 규정하고 있다. (42 U.S.C. 6316(a), 42 U.S.C. 6295(m)(1))

3. 규제 대상인 소규모 기업의 수 추정에 대한 설명

DOE는 공개 정보와 구독을 통한 회사 보고서를 사용하여 잠재적인 소규모 제조업체를 식별하기 위해 시장 조사를 실시하였다. DOE는 DOE의 규정 준수 인증 데이터베이스 (Compliance Certification Database, CCD)에 나열된 모델을 검토하여 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 데이터베이스를 구축하였으며⁹⁷, 캘리포니아 에너지 위원회의 현대화된 가전 제품 효율 데이터베이스 시스템 (냉장 시스템용)⁹⁸, 개별 회사 웹사이트, 이전 워크인 규칙 제정 (79 FR 32050)의 정보로 CCD의 정보를 보완하여 미국 시장에서 사용 가능한 워크인 구성 성분과 그 특성에 대한 종합적인 데이터베이스를 구축하였다. DOE는 이 데이터베이스를 조사하여 이 규칙 제정에서 다루는 장비를 제조, 생산, 수입 또는 조립하는 회사를 식별하였다. 그런 다음 DOE는 제조업체 웹사이트, 제조업체 사양, 제품 문헌, 수입/수출 기록 (예를 들어 Panjiva의 선하증권⁹⁹), 기본 모델 번호 등 공개적으로 사용 가능한 데이터를 참조하여 워크인 문, 패널, 냉장 시스템의 OEM (Original Equipment Manufacturer, 주문자 상표 부착 생산) 제조업체를 식별하였다. DOE는 또한 공개 데이터와 구독을 통한 시장 조사 도구 (예를 들어 Dun & Bradstreet 보고서¹⁰⁰)를 사용하여 회사, 위치, 직원 수, 연간 매출을 파악하였다. DOE는 이 규칙 제정에서 다루는 장비를 제공하지 않거나, SBA의 "소규모 기업"의 정의에 부합하지 않거나, 외국인이 소유하고 운영하는 기업을 제외하였다.

DOE는 이러한 데이터 소스를 사용하여 이 규칙 제정으로 인해 잠재적으로 영향을 받을 수 있는 79개의 WICF OEM (Original Equipment Manufacturer, 주문자 상표 부착 생산) 제조업체를 파악하였다. 이 79개 OEM 중 58개는 소규모 국내 제조업체이다. DOE는 일부 제조업체가 문, 패널, 냉장 시스템과 같은 WICF의 주요 구성 요소 중 두 가지 이상을 생산할 수 있다고 언급한다. 소규모 국내 OEM 중 44개 업체는 문을 제조하고, 38개 업체는 패널을 제조하며, 14개 업체는 냉장 시스템을 제조한다.

⁹⁶2014년 6월 최종 규칙에서 제정된 다른 13개 표준 (즉, 중온에서 작동하는 전용 콘덴싱 냉동 시스템에 적용되는 4개 표준, 패널에 적용되는 3개 표준, 문에 적용되는 6개 표준)은 유예되지 않았다. 나머지 표준의 준수 날짜는 2017년 6월 5일 이후이다.

⁹⁷미국 에너지부의 규정 준수 인증 데이터베이스는 www.regulations.doe.gov/certification-data/#q=Product_Group_s%3A에서 확인할 수 있다

(최종 접속 일 2023년 1월 27).

⁹⁸캘리포니아 에너지 위원회의 현대화된 기기 효율 데이터베이스 시스템은

cacertappliances.energy.ca.gov/Pages/Search/AdvancedSearch.aspx에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 1월 27일).

⁹⁹S&P Global. Panjiva Market Intelligence는 panjiva.com/import-export/United-States에서 확인할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 4월 11일).

¹⁰⁰Dun & Bradstreet Hoovers 구독 로그인은 app.dnbhoovers.com에서 이용할 수 있다 (최종 접속 일 2023년 4월 11일).

4. 소규모 기업 그룹별 비용 차이 (있는 경우)를 포함한 규정 준수 요건에 대한 설명 및 추정치

a. 문

이 NOPR에서 DOE는 워크인 디스플레이 문에 대한 에너지 절약 표준을 수정하지 않을 것을 제안한다. 워크인 디스플레이 문은 현재의 DOE 최소 효율을 유지한다. 소규모 기업 제조업체를 포함한 제조업체는 제안된 표준 수준을 준수하기 위해 워크인 디스플레이 문에 추가 투자를 할 필요가 없다.

이 NOPR에서 DOE는 워크인 비디스플레이 문에 대한 에너지 절약 표준을 수정할 것을 제안한다. 44개의 소규모 국내 워크인 문 OEM 중 40개는 비디스플레이 문을 제조한다. TSL 2에서는 제조업체가 모든 비디스플레이 문의 설계를 업데이트하여 결로 방지 히터 제어, 문 프레임의 설계 개선, 결로 방지 열 감소를 반영해야 할 것으로 DOE는 예상하고 있다. DOE는 제조업체가 제안된 수준에서 요구하는 효율 수준을 충족하기 위해 단열재 두께를 늘릴 필요가 없을 것으로 예상된다. 그러나 제조업체는 가장 일반적으로 폴리우레탄 폼으로 만들어진 프레임 설계를 개선하는 데 투자해야 할 수도 있다. 자본 전환 비용은 새로운 규칙을 준수하는 장비 설계를 제작하고 조립할 수 있도록 기존 생산 시설을 개조하거나 변경하는 데 필요한 자산, 플랜트, 장비에 대한 투자이다. 제품 전환 비용은 장비의 설계가 수정된 에너지 절약 표준을 준수하도록 하는 데 필요한 연구, 개발, 테스트, 마케팅, 기타 자본화되지 않은 비용에 대한 투자이다. 이 IRFA의 목적을 위해 DOE는 표준안으로 인해 소규모 제조업체에게 발생할 수 있는 잠재적 자본 및 R&D 투자를 과소평가하지 않기 위해 산업의 자본 전환 비용과 제품 전환 비용이 43개의 워크인 비디스플레이 문 OEM에 균등하게 분배될 것으로 가정하였다. DOE의 투자 추정치는 평균적이고 대표적인 생산량을 가정한 장비 분해 분석 결과와 대량 생산 제조업체와의 기밀유지 인터뷰를 통한 피드백을 기반으로 한다. 그러나 많은 소규모 제조업체는 생산량이 적어 더 적은 생산 능력이 필요하다 (예를 들어 폼 고정장치 수가 적음).

그러므로 DOE는 스윙형 비디스플레이 문 (즉, NM.L, NM.M)만 제조하는 38개 소규모 기업은 자본과 제품 전환 비용으로 각각 \$0.6백만이 발생할 수 있으며, 전동식 문 (즉, NO.L, NO.M)도 제조하는 2개 소규모 업체는 TSL 2에서 요구하는 효율을 충족하기 위해 각각 약 \$1.2백만의 전환 비용이 발생할 수 있다고 추정하고 있다. 시장 조사 도구 (예를 들어 Dun & Bradstreet 보고서)를 기반으로 DOE는 국내 소형 워크인 비디스플레이 문 OEM의 연간 매출이 약 \$1.8백만에서 약 276.8백만까지이며, 평균 연간 매출은 \$32.6백만으로 추산한다. 전환 비용은 \$0.6백만에서 \$1.2백만까지이며, OEM 당 평균 전환 비용은 \$0.6백만으로, 이는 3년 전환 기간 동안 평균적으로 회사 매출의 약 2.9%에 해당한다. 자세한 내용은 표 VI.1을 참조하도록 한다. 전환 비용 방법론과 추정치에 대한 자세한 내용은 이 문서의 섹션 IV.J.2.c와 NOPR TSD 12장을 참조하도록 한다.

표 VI.1-소규모 기업에 대한 잠재적 영향: 워크인 비디스플레이 문

소규모 국내 OEM의 수	연간 추정 매출액 범위 (\$ 백만)	OEM 당 평균 전환 비용 (\$ 백만)	전환 기간 매출의 %로 계산한 평균 전환 비용
11	<=5.0	0.6	7.3
10	>5.0, <=15.0	0.6	2.3
11	>15.0, <=30.0	0.7	0.9
8	>30.0	0.7	0.3

DOE는 워크인 디스플레이와 비디스플레이 문 시장에서 소규모 기업의 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 구한다. 또한 DOE는 표준안이 소규모 워크인 디스플레이와 비디스플레이 문 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

b. 패널

이 NOPR에서 DOE는 워크인 패널에 대한 에너지 절약 표준을 수정하지 않을 것을 제안하고 있다. 그러므로 DOE는 소규모 제조업체를 포함한 워크인 패널 제조업체가 이 NOPR에서 제안하는 효율 수준에 직접적인 영향을 받지 않을 것으로 예상하며, 그 수준은 현재의 DOE 최소 효율을 유지할 것이다.

DOE는 워크인 패널 산업의 소규모 기업 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 구한다. DOE는 또한 표준안이 소규모 워크인 패널 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

c. 냉장 시스템

이 NOPR에서 DOE는 워크인 냉장 시스템에 대한 에너지 절약 표준을 수정할 것을 제안하고 있다. TSL 2에서 DOE는 저온과 실내 중온 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급의 일부 제조업체는 일반적으로 더 큰 콘덴서 코일 그리고/또는 주변 과냉각 회로를 반영해야 하며; 저온과 중온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급의 제조업체도 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어 장치를 반영해야 할 것으로 예상하고 있다; 또한 저온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급은 일반적으로 전자식 가변 속도 콘덴서 팬 모터가 필요하고 주변 과냉각 회로가 필요할 수 있으며; 저온과 중온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급 제조업체는 일반적으로 더 큰 증발기 코일과 가변 속도 증발기 팬을 반영해야 할 것이다; 저온 단일 패키지 전용 시스템 장비 등급 제조업체는 일반적으로 최대 4인치 두께의 단열재, 저용량의 저온과 중온 단일 패키지 전용 콘덴싱 장치 제조업체는 일반적으로 프로판 압축기; 고온 실내 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급 제조업체는 일반적으로 최대 기술 설계 옵션; 고온 실외 전용 콘덴싱 시스템 장비 등급 제조업체는 일반적으로 온도 스위치가 있는 자체 조절 크랭크 케이스 히터 제어, 최대 1.5인치 두께의 단열재, 전자식 정류 가변 속도 콘덴서 팬을 반영해야 한다. DOE는 TSL 2에서 일반적으로 4열 깊이의 증발기 코일이 필요한 고온 비덕트형 유닛 쿨러를 제외한 모든 유닛 쿨러 장비 등급이 최대 기술 설계 옵션을 반영할 것으로 예상하고 있다.

14개의 국내 소형 워크인 냉장 시스템 OEM 중 5개 OEM은 고온 유닛만 제조하고, 3개 OEM은 저온과 중온 전용 콘덴싱 시스템만 제조하며, 2개 OEM은 저온과 중온 유닛 쿨러만 제조하고, 나머지 4개 OEM은 저온과 중온 전용 콘덴싱 시스템과 유닛 쿨러를 제조한다.

5개의 고온 OEM의 경우, TSL 2에서 DOE는 이러한 소규모 제조업체에 자본 전환 비용이 발생할 것으로 예상하지 않는다. 제조업체 인터뷰 중에 수집한 정보에 따르면 DOE는 고온 유닛 제조업체가 일반적으로 워크인 시스템에 사용되는 열교환기를 구매하므로 규칙안의 직접적인 결과로 인해 자본 전환 비용이 발생하지 않을 것으로 파악하고 있다. 전용 콘덴싱 시스템 그리고/또는 유닛 쿨러를 제조하는 나머지 9개 소규모 국내 OEM의 경우 제조업체는 더 큰 콘덴서 코일, 주변 과냉각 그리고/또는 더 큰 증발기 코일을 수용하기 위해 새로운 가공장비에 투자해야 할 것이다. 이 IRFA의 목적을 위해 이 IRFA의 목적을 위해 DOE는 표준안으로 인해 소규모 제조업체에게 발생할 수 있는 잠재적 자본 및 R&D 투자를 과소평가하지 않기 위해 각 장비 등급에 대한 업계 자본 전환 비용과 제품 전환 비용이 해당 장비 등급을 제조하는 OEM에 균등하게 분배될 것으로 가정하였다. DOE는 이러한 보수적인 접근 방식이 소규모 기업의 잠재적 투자의 상한선을 나타낸다고 생각한다. DOE의 투자 추정치는 평균적이고 대표적인 생산량과 다양한 용량의 제품을 가정한 장비 분해 분석 결과를 기반으로 한다. 그러나 많은 소규모 제조업체는 생산량이 적어 더 적은 생산 능력이 필요하다 (예를 들어 낮은 가공장비 비용).

시장 조사 도구 (예를 들어 Dun & Bradstreet 보고서)를 기반으로 DOE는 국내 소형 워크인 냉장 시스템 OEM의 연간 매출이 약 \$3.7백만에서 약 \$276.8백만 사이이며, 평균 연간 매출은 \$74.9백만으로 추정한다. 전환 비용은 \$0.3백만에서 \$3.8백만 사이이며, OEM당 평균 전환 비용은 \$1.8백만으로, 3년의 전환 기간 동안 평균적으로 회사 매출의 약 2.6%에 해당한다. 자세한 내용은 표 VI.2를 참조하도록 한다.

표 VI.2-소규모 기업에 대한 잠재적 영향: 워크인 냉장 시스템

Company	추정 자본 전환 비용 (\$ 백만)	추정 제품 전환 비용 (\$ 백만)	추정 총 전환 비용 (\$ 백만)	추정 연간 매출액 (\$ 백만)	전환 기간 매출액 대비 전환 비용 비율 (%)
---------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---------------------------------------

제조업체 1	0.0	0.3	0.3	3.7	2.8
제조업체 2	0.0	0.3	0.3	3.9	2.6
제조업체 3	1.3	0.8	2.1	6.3	11.3
제조업체 4	0.0	0.3	0.3	8.9	1.2
제조업체 5	0.0	0.3	0.3	10.7	1.0
제조업체 6	1.3	0.8	2.1	11.4	6.3
제조업체 7	1.3	0.8	2.1	13.1	5.4
제조업체 8	0.8	0.7	1.5	33.8	1.5
제조업체 9	2.1	1.5	3.6	88.7	1.4
제조업체 10	2.1	1.7	3.8	110.3	1.1
제조업체 11	2.1	1.5	3.6	116.2	1.0
제조업체 12	2.1	1.7	3.8	156.3	0.8
제조업체 13	0.0	0.3	0.3	208	0.1
제조업체 14	0.8	0.7	1.5	276.8	0.2

DOE는 워크인 냉장 시스템 업계의 소규모 기업 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 구한다. DOE는 또한 표준안이 소규모 워크인 냉장 시스템 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

5. 다른 규칙 및 규정과의 중복, 겹침, 상충

DOE는 규칙안과 중복되거나, 겹치거나 상충되는 규칙이나 규정에 대해서 알지 못한다.

6. 규칙의 중요한 대안

이전 섹션에서는 워크인 문, 패널, 냉장 시스템에 대한 TSL 2로 대표되는 DOE의 규칙안으로 인해 소규모 기업에 미칠 영향을 분석하였다. 규칙안에 대한 대안을 검토할 때 DOE는 워크인 비디스플레이 문과 냉장 시스템에 대해 낮은 효율 수준으로 설정된 에너지 절약 표준을 검토하였다. TSL 1은 워크인 비디스플레이 문과 냉장 시스템을 제조하는 소규모 제조업체에 미치는 영향을 줄일 수 있지만, 그 대신 에너지 절약 효과가 감소하는 결과를 가져오게 된다. 워크인 비디스플레이 문의 경우 TSL 1은 TSL 2에 비해 1.1% 더 낮은 에너지 절약을 달성한다. 워크인 냉장 시스템의 경우 TSL 1은 TSL 2에 비해 11.5% 더 낮은 에너지 절약을 달성하게 된다.

제시된 논의에 따르면, 워크인 비디스플레이 문과 냉장 시스템에 대한 TSL 2 표준을 수립하는 것은 TSL 2의 에너지 절약 편익과 소규모 제조업체를 포함한 워크인 제조업체의 잠재적 부담 간의 균형을 맞추는 것이다. 그러므로 DOE는 분석에서 고려된 다른 TSL 또는 규제 영향 분석의 일부로 검토되어 NOPR TSD의 17장에 포함된 다른 정책 대안 중 하나를 제안하지 않는다.

다른 방법을 통해 규정 준수 유연성을 추가로 확보할 수 있다. DOE의 에너지 효율 표준을 준수해야 하는 제조업체는 DOE의 민원 및 항소 사무소 (Office of Hearings and Appeals)에 특정 상황에서의 예외에 대한 면제를 신청할 수 있다. 자세한 내용을 위해 제조업체는 10 CFR 파트 430, 하위 파트 E와 10 CFR 파트 1003을 참조하도록 한다.

C. 문서 작업 감축법에 따른 검토

1995년 문서 작업 감축법 (Paperwork Reduction Act, "PRA")에서 정한 절차에 따라, 해당 정보 수집에 현재 유효한 OMB 관리 번호가 표시되어 있지 않는 한 연방 기관의 정보 수집에 응답할 필요가 없다.

OMB 관리 번호 1910-1400, 기기의 에너지/물 절약 표준에 대한 규정 준수 성명서는 현재 유효하며, 워크인 쿨러와 냉동고를 포함하여 대상 장비에 적용되는 인증 보고 요건에 지정되어 있다.

DOE의 인증 및 규정 준수 활동은 미국에서 판매되는 적용 대상 제품과 장비의 에너지와 물 사용 특성에 대한 정확하고 포괄적인 정보를 보장한다. 모든 적용 대상 제품과 장비의 제조업체는 기본 모델이 시중에 유통되기 전과 그 이후 매년, 그리고

기본 모델의 소비를 증가시키거나 효율을 감소시키는 방식으로 기본 모델을 재설계하여 인증된 등급이 더 이상 테스트 데이터에 의해 뒷받침되지 않는 경우 인증 보고서를 제출해야 한다. 또한 제조업체는 기본 모델의 생산이 중단되어 더 이상 판매되지 않는 경우 이러한 중단 이후 다음 매년 인증 보고서의 일부로 이러한 사실을 보고해야 한다. DOE는 적용 대상 제품 또는 장비의 제조업체가 인증 보고서, 모든 인증 테스트의 기본 테스트 데이터, 파트 429, 파트 430 그리고/또는 파트 431의 요건을 충족하기 위해 수행한 기타 테스트에 대한 기록을 수립, 유지, 보관할 것을 요구하고 있다. 인증 보고서는 DOE와 소비자에게 효율에 관한 포괄적인 최신 정보를 제공하고 효과적인 시행을 지원한다.

이 NOPR이 제안된 대로 최종 확정될 경우 워크인 냉장 시스템에 대한 수정된 인증 데이터가 필요하지만, DOE는 이 NOPR에서 워크인 냉장 시스템에 대한 수정된 인증 또는 보고 요건을 제안하지 않는다. 대신 DOE는 기기와 장비의 인증에 관한 별도의 규칙 제정에서 워크인 냉장 시스템에 대한 인증 요건과 보고를 수립하는 제안을 고려할 수 있다. DOE는 필요에 따라 그 시점에 OMB 관리 번호 1910-1400에 대한 변경 사항을 다룰 것이다.

법률의 다른 조항에도 불구하고, 해당 정보 수집에 현재 유효한 OMB 관리 번호가 표시되어 있지 않는 한, 누구도 PRA의 요건에 따른 정보 수집에 응답할 의무가 없으며, 이를 준수하지 않는다고 해서 벌금이 부과될 수 없다.

워크인 문과 패널 제조업체는 이들의 제품이 해당 에너지 절약 표준을 준수한다는 것을 DOE에 인증해야 한다. 제조업체는 규정 준수를 인증할 때 워크인 문에 대한 DOE 테스트 절차 (테스트 절차에 채택된 모든 수정 사항 포함)에 따라 제품을 테스트해야 한다. DOE는 워크인을 포함한 모든 적용 대상 소비자 제품과 상업용 장비에 대한 인증과 기록 보관 요건에 대한 규정을 제정하였다. (일반적으로 10 CFR 파트 429 참조). 인증과 기록 보관에 대한 정보 수집 요건은 문서 작업 감축법 (Paperwork Reduction Act, "PRA")에 따라 OMB의 검토와 승인을 받아야 한다. 이 요건은 OMB 관리 번호 1910-1400에 따라 OMB의 승인을 받았다. 인증을 공개하는 보고에 대한 부담은 지침의 검토, 기존 데이터 소스 검색, 필요한 데이터 수집과 유지 관리, 정보 수집 완료, 검토 시간을 포함하여 응답 당 평균 35시간으로 추정된다.

법률의 다른 조항에도 불구하고, 해당 정보 수집에 현재 유효한 OMB 관리 번호가 표시되어 있지 않는 한, 누구도 PRA의 요건에 따른 정보 수집에 응답할 의무가 없으며, 이를 준수하지 않는다고 해서 벌금이 부과될 수 없다.

D. 1969년 국가 환경 정책법에 따른 검토

DOE는 1969년 제정된 국가 환경 정책법 (National Environmental Policy Act, "NEPA")과 DOE의 NEPA 시행 규정 (10 CFR 파트 1021)에 따라 이 규정안을 분석하고 있다. DOE의 규정에는 소비자 제품 또는 산업 장비에 대한 에너지 절약 표준을 설정하는 규칙 제정에 대한 범주적 예외 조항이 포함되어 있다. 10 CFR 파트 1021, 하위 파트 D, 부속서 B5.1. DOE는 이 규칙 제정이 소비자 제품 또는 산업 장비에 대한 에너지 절약 표준을 수립하는 규칙 제정이고, 범주적 예외 B5.1(b)에 명시된 예외가 적용되지 않으며, 추가로 환경 분석이 필요한 특별한 상황이 존재하지 않고, 기타 범주적 예외 적용 요건을 충족하기 때문에 범주적 예외 B5.1에 해당할 것으로 예상하고 있다. 10 CFR 1021.410을 참조하도록 한다. DOE는 최종 규칙을 발표하기 전에 NEPA 검토를 완료할 것이다.

E. 행정 명령 13132에 따른 검토

행정 명령 13132, "연방주의", 64 FR 43255 (1999년 8월 10일)는 주 법을 우선하거나 연방주의에 영향을 미치는 정책 또는 규정을 수립하거나 시행하는 기관에 특정 요구사항을 부과하고 있다. 이 행정 명령은 각 기관이 주 정부의 정책 결정 재량권을 제한하는 모든 조치를 뒷받침하는 헌법과 법률의 권한을 검토하고 그러한 조치의 필요성을 신중하게 평가할 것을 요구한다. 또한 이 행정 명령은 기관이 연방주의에 영향을 미치는 규제 정책을 개발할 때 주와 지방 공무원의 의미 있고 시기적절한 의견을 보장하기 위한 책임 있는 절차를 갖추 것을 요구한다. 2000년 3월 14일, DOE는 이러한 규정을 개발할 때 따라야 할 정부 간 협의 절차에 대해 설명하는 정책 성명서를 발표하였다. 65 FR 13735. DOE는 이 규칙안을 검토한 결과, 이 규칙이 주, 중앙 정부와 주 간의 관계 또는 다양한 정부 수준 간의 권한과 책임 분배에 실질적으로 직접적인 영향을 미치지 않을 것으로 판단하였다. EPCA는 이 규칙안의 적용 대상인 제품에 대한 에너지 절약에 관한 주 규정에 대한 연방의 우선권을 지배하고 규정한다. 각 주에서는 EPCA에 명시된 기준에 따라 이러한 연방 우선권을 면제할 것을 DOE에 청원할 수 있다. (42 U.S.C. 6316(a)와 (b), 42U.S.C. 6297 참조) 행정 명령 13132에 따른 추가 조치는 필요하지 않다.

F. 행정 명령 12988에 따른 검토

기존 규정의 검토와 새로운 규정의 공표와 관련하여, 행정 명령 12988, “민사 사법 개혁”의 섹션 3(a)는 연방 기관에 다음 요건을 준수해야 할 일반적인 의무를 부과하고 있다: (1) 초안 작성 오류 및 모호성 제거, (2) 소송을 최소화하기 위한 규정 작성, (3) 일반적인 기준이 아닌 해당 행위에 대한 명확한 법적 기준 제공, (4) 간소화 및 부담 경감 촉진. 61 FR 4729 (1996년 2월 7일). 섹션 3(a)에 의해 요구되는 검토와 관련하여 행정 명령 12988의 섹션 3(b)는 특히 행정부 기관이 다음을 보장하기 위해 모든 합리적인 노력을 취할 것을 요구하고 있다: (1) 연방 우선권의 효력이 있는 경우 이를 명확하게 명시, (2) 기존 연방법 또는 규정에 미치는 영향을 명확하게 명시, (3) 간소화 및 부담 경감을 촉진하면서 해당 행위에 대한 명확한 법적 기준을 제공, (4) 소급 효과가 있는 경우 이를 명시, (5) 핵심 용어를 적절하게 정의, (6) 법무부 장관이 발행하는 모든 지침에 따라 명확성 및 일반적인 법안 작성에 영향을 주는 기타 중요한 문제를 다룸. 행정명령 12988의 섹션 3(c)는 행정부 기관이 섹션 3(a)와 3(b)의 해당 기준에 비추어 규정을 검토하여 그러한 기준이 충족되는지 또는 하나 이상의 기준을 충족하는 것이 불합리하지 판단하도록 요구하고 있다. DOE는 필요한 검토를 완료했으며 법이 허용하는 범위 내에서 이 규칙안이 행정 명령 12988의 관련 표준을 충족한다고 결정하였다.

G. 1995년 비재정지원 명령 개혁법에 따른 검토

1995년 비재정지원 명령 개혁법 (Unfunded Mandates Reform Act, “UMRA”)의 타이틀 II는 각 연방 기관이 연방 규제 조치가 주, 지방, 부족 정부, 민간 부문에 미치는 영향을 평가하도록 규정하고 있다. 공법 104-4, 섹션 201 (2 U.S.C. 1531에 성문화). 주, 지방, 부족 정부 또는 민간 부문이 1년 동안 총 1억 달러 이상 (매년 인플레이션에 따라 조정)의 지출을 초래할 수 있는 규칙을 초래하는 규제 조치의 경우, UMRA의 섹션 202에 따라 연방 기관은 그로 인한 비용, 이득, 기타 국가 경제에 미치는 영향을 추정하는 서면 입장문을 게시해야 한다. (2 U.S.C. 1532(a), (b)) 또한 UMRA는 연방 기관이 제안된 “중대한 정부 간 명령”에 대해 주, 지방, 부족 정부의 선출된 공무원이 적시에 의견을 제시할 수 있는 효과적인 절차를 개발하도록 요구하며, 소규모 정부에 중대한 또는 특징적인 영향을 미칠 수 있는 요구사항을 수립하기 전에 잠재적으로 영향을 받을 수 있는 소규모 정부에 이를 통지하고 적시에 의견을 제시할 수 있는 기회를 제공하는 기관 계획을 수립할 것을 요구한다. 1997년 3월 18일, DOE는 UMRA에 따른 정부 간 협의 절차에 대한 정책 보고서를 발표하였다. 62 FR 12820, 이는 www.energy.gov/gc/office-general-counsel에서도 확인할 수 있다.

이 규칙에는 연방 정부 간 의무가 포함되어 있지 않으며, 민간 부문에서 1년에 1억 달러 이상의 지출을 요구하지 않을 것으로 예상된다. 따라서 UMRA의 분석 요건은 적용되지 않는다.

H. 1999년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법에 따른 검토

1999년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법의 섹션 654 (공법 105-277)에 따라 연방 기관은 가족의 복지에 영향을 미칠 수 있는 모든 규칙에 대해 가족 정책 결정 평가서를 발행해야 한다. 이 규칙은 기관으로서 가족의 자율성이나 무결성에 어떠한 영향도 미치지 않을 것이다. 그러므로 DOE는 가족 정책 결정 평가서를 작성할 필요가 없다는 결론을 내렸다.

I. 행정 명령 12630에 따른 검토

DOE는 행정 명령 12630, “헌법상 보호되는 재산권에 대한 정부 조치 및 간섭” 53 FR 8859 (1988년 3월 18일)에 따라 이 규정이 제 5차 미국 수정헌법에 따라 보상을 요구할 수 있는 어떠한 조치도 초래하지 않는다고 결정하였다.

J. 2001년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법에 따른 검토

2001년 재무부 및 일반 정부 지출 승인법 (44 U.S.C. 3516 참고)의 섹션 515는 각 기관이 OMB가 발행한 일반 지침에 준하여 각 기관이 수립한 지침에 따라 대중에 대한 대부분의 정보 배포를 검토하도록 규정하고 있다. OMB의 지침은 67 FR 8452 (2002년 2월 22일)에 발표되었으며 DOE의 지침은 67 FR 62446 (2002년 10월 7일)에 발표되었다. OMB 각서 M-19-15 정보 품질법의 이행

개선 (2019년 4월 24일)에 따라 DOE는 업데이트된 지침을 게시하였으며, 이는 www.energy.gov/sites/prod/files/2019/12/f70/DOE%20Final%20Updated%20IQA%20Guidelines%20Dec%202019.pdf에서 확인할 수 있다. DOE는 이 NOPR을 OMB와 DOE 지침에 따라 검토하였으며 그러한 지침의 해당 정책과 일치한다는 결론을 내렸다.

K. 행정 명령 13211에 따른 검토

행정명령 13211, “에너지 공급, 유통 또는 사용에 중대한 영향을 미치는 규제에 관한 조치” 66 FR 28355 (2001년 5월 22일)는 연방 기관이 모든 중대한 에너지 조치에 대해 에너지 효과 보고서를 작성하여 OMB에 제출하도록 요구하고 있다. “중대한 에너지 조치”는 최종 규칙을 공포했거나 공포할 것으로 예상되는 기관의 모든 조치로, (1) 행정명령 12866 또는 후속 명령에 따른 중대한 규제 조치이며, (2) 에너지의 공급, 유통 또는 사용에 중대한 악영향을 미칠 가능성이 있거나, (3) OIRA의 처장이 중대한 에너지 조치로 지정한 경우를 말한다. 중대한 에너지 조치의 경우, 기관은 이러한 규제가 시행될 경우 에너지 공급, 유통 또는 사용에 미치는 악영향과 이 조치에 대한 합리적인 대안 그리고 에너지 공급, 유통, 사용에 대한 기대 효과에 대한 자세한 설명을 제공해야 한다.

DOE는 워크인에 대한 수정된 에너지 절약 표준을 제안하는 이 규제 조치가 에너지의 공급, 유통 또는 사용에 중대한 악영향을 미칠 가능성이 없고, OIRA 처장이 그렇게 지정하지 않았기 때문에 중요한 에너지 조치가 아니라고 잠정적으로 결론을 내렸다. 그러므로 DOE는 이 규칙안에 대한 에너지 영향 평가서를 작성하지 않았다.

L. 정보의 질

2004년 12월 16일, OMB는 과학 기술 정책 사무소 (Office of Science and Technology Policy, “OSTP”)와 협의하여 동료 검토를 위한 최종 정보 품질 공보 (“공보”)를 발표하였다. 70 FR 2664 (2005년 1월 14일). 이 공보는 기관의 규제 조치와 관련된 영향력 있는 과학 정보를 포함하여 특정 과학 정보가 연방 정부에 의해 배포되기 전에 자격을 갖춘 전문가에 의해 동료 검토를 받아야 함을 규정하고 있다. 이 공보는 정부 과학 정보의 품질과 신뢰성을 향상시키는 것을 목적으로 한다. 이 공보에 따르면 에너지 절약 표준 규칙 제정 분석은 “영향력 있는 과학 정보”이며, 이 공보에서는 이를 “기관이 중요한 공공 정책 또는 민간 부문의 결정에 명확하고 실질적인 영향을 미칠 것이라고 합리적으로 판단할 수 있는 과학 정보”로 정의하고 있다. 70 FR 2664, 2667.

OMB의 공보에 따라 DOE는 에너지 절약 표준 개발 프로세스와 일반적으로 사용되는 분석에 대해서 공식적인 동료 검토를 수행했으며 이러한 동료 검토를 설명하는 보고서를 작성하였다.¹⁰¹ 이 보고서의 작성에는 객관적인 기준과 자격을 갖춘 독립적인 검토자를 사용하여 엄격하고 공식적이며 문서화된 평가를 통해 기술/과학/사업적 장점, 실제 또는 예상되는 결과, 프로그램 그리고/또는 프로젝트의 생산성과 관리의 효율성을 판단하는 작업이 포함되었다. 2007년 이후 이용 가능한 데이터, 모델, 기술적 이해가 변경되었기 때문에 DOE는 국립 과학 아카데미와 협력하여 DOE의 분석 방법론을 검토하여 분석을 개선하기 위한 수정이 필요한지를 확인하였다. DOE는 이 결과 보고서를 평가하는 과정에 있다.¹⁰²

VII. 대중의 참여

A. 웨비나 참석

웨비나 회의 시간과 날짜는 이 문서 시작 부분의 **날짜** 섹션에 나와 있다. 웨비나 등록 정보, 참가자 지침, 웨비나 참가자가 사용할 수 있는 기능에 대한 정보는 DOE 웹사이트: <https://www.energy.gov/eere/buildings/public-meetings-and-comment-deadlines>에 게시된다. 참가자의 시스템이 웨비나 소프트웨어와 호환되는지 확인할 책임은 참가자에게 있다.

B. 배포를 위해 작성된 일반 진술서의 제출 절차

이 규칙안에서 다루는 주제에 관심이 있거나 이러한 문제에 관심이 있는 그룹 또는 집단을 대표하는 사람은 웨비나에서 구두 발표를 할 기회를 요청할 수 있다. 이러한 사람은 ApplianceStandardsQuestions@ee.doe.gov에 제출할 수 있다. 발언을 원하는

사람은 이 규칙 제정에 대한 관심의 성격과 논의하고자 하는 주제를 간략하게 설명하는 WordPerfect, Microsoft Word, PDF 또는 텍스트 (ASCII) 파일 형식의 컴퓨터 파일을 요청서에 첨부해야 한다. 또한 낮 시간에 연락 가능한 전화번호도 제공해야 한다.

C. 웨비나의 진행

DOE는 웨비나/공개 회의를 주재할 DOE 직원을 지정하고 토론을 돕기 위해 전문 진행자를 활용할 수도 있다. 이 회의는 사법 또는 증거 유형 공청회가 아니지만 DOE는 EPCA의 섹션 336 (42 U.S.C. 6306)에 따라 웨비나를 진행할 것이다. 법원 기자가 참석하여 절차를 기록하고 속기록을 작성한다. DOE는 프레젠테이션 순서를 정하고 웨비나 진행에 관한 절차를 수립할 권리를 가지고 있다. 웨비나에서는 독점 정보, 비용 또는 가격, 시장 점유율 또는 미국 독점금지법에 의해 규제되는 기타 상업적 사안에 대한 논의가 있을 수 없다. 웨비나 이후 의견 제출 기간이 끝날 때까지 이해 당사자는 절차와 규칙 제정안의 모든 측면에 대해 의견을 추가로 제출할 수 있다.

웨비나는 비공식적인 컨퍼런스 형식으로 진행된다. DOE는 이 규칙 제정에서 다루는 주제에 대한 일반적인 개요를 발표하고, 참가자가 준비된 일반 진술을 할 시간을 허용하며, 모든 이해 당사자가 이 규칙 제정에 영향을 미치는 문제에 대한 의견을 공유하도록 권장할 것이다. 각 참가자는 특정 주제에 대한 토론 전에 DOE가 정한 시간 제한 내에서 일반 진술을 할 수 있다. DOE는 시간이 허락하는 한 다른 참가자가 일반 진술에 대해 간략하게 의견을 제시할 수 있도록 허용한다.

주제에 대한 모든 준비된 진술이 끝나면 DOE는 참가자가 자신의 진술을 간략하게 부연 설명할 수 있도록 허용한다. 참가자는 이러한 문제에 관한 DOE와 다른 참가자의 질문에 답변할 준비가 되어 있어야 한다. DOE 담당자는 또한 이 규칙 제정과 관련된 기타 문제에 대해 참가자에게 질문할 수 있다. 웨비나/공개 회의를 진행하는 직원은 시간이 허락하는 한 참석자들로부터 추가 의견이나 질문을 받을 것이다. 사회자는 웨비나의 적절한 진행을 위해 필요할 수 있는 추가적인 절차의 규칙 또는 위 절차의 수정 내용을 발표할 것이다.

웨비나의 녹취록은 이 공지의 시작 부분의 안건 섹션에 설명된 대로 열람할 수 있는 안건에 포함될 것이다. 또한 누구든지 녹취 보고자로부터 녹취록 사본을 구매할 수 있다.

D. 의견 제출

DOE는 공개 회의 전후에 이 규칙안에 관한 의견, 데이터, 정보를 접수하되, 늦어도 이 규칙안의 시작 부분의 날짜 섹션에 명시된 날짜까지 접수한다. 이해 당사자는 이 문서 시작 부분의 주소 섹션에 설명된 방법 중 하나를 사용하여 의견, 데이터, 기타 정보를 제출할 수 있다.

www.regulations.gov을 통한 의견 제출. www.regulations.gov 웹 페이지에서 이름과 연락처 정보를 제공해야 한다. 당신의 연락처 정보는 DOE 건물 기술 직원만 볼 수 있다. 당신의 연락처 정보는 당신의 이름과 성, 조직 이름 (있는 경우), 제출자 대표 이름 (있는 경우)을 제외하고는 공개적으로 볼 수 없다. 기술적인 문제로 인해 당신의 의견이 제대로 처리되지 않는 경우 DOE는 이 정보를 사용하여 당신에게 연락할 것이다. 기술적 어려움으로 인해 DOE가 당신의 의견을 읽을 수 없고 설명을 위해 당신에게 연락할 수 없는 경우, DOE는 당신의 의견을 고려하지 않을 수 있다.

그러나 연락처 정보는 의견 자체 또는 의견에 첨부된 문서에 포함될 경우 이를 공개적으로 볼 수 있다. 공개적으로 보고 싶지 않은 정보는 의견이나 의견에 첨부된 문서에 포함시키지 말아야 한다. 그렇지 않으면 의견을 보는 사람은 이름과 성, 조직 이름, 의견이 포함된 문서, 의견과 함께 제출된 문서만 볼 수 있다.

영업 비밀, 상업적 또는 재무적 정보 (이하 “기밀 사업 정보” (Confidential Business Information, “CBI”))와 같이 법령에 의해 공개가 제한되는 정보는 www.regulations.gov에 제출하면 안된다. www.regulations.gov를 통해 제출된 의견은 CBI로 주장할 수 없다. 웹사이트를 통해 접수된 의견은 제출된 정보에 대한 CBI 주장을 포기하는 것으로 간주된다. CBI 제출에 대한 자세한 내용은 기밀 사업 정보 섹션을 참조하도록 한다.

DOE는 게시하기 전에 www.regulations.gov를 통해 제출된 의견을 처리한다. 일반적으로 의견은 제출된 후 며칠 이내에 게시된다. 그러나 많은 양의 의견이 동시에 처리되는 경우 최대 몇 주 동안 의견을 볼 수 없을 수도 있다. 의견을 성공적으로 업로드한 후 www.regulations.gov에서 제공하는 의견 추적 번호를 보관하도록 한다.

¹⁰¹2007년 “에너지 절약 표준 규칙 제정 동료 검토 보고서”는 다음 웹 사이트에서 확인할 수 있다: energy.gov/eere/buildings/downloads/energy-conservation-standards-rulemaking-peer-review-report-0 (최종 접속 일 2023년 4월 17일).

¹⁰²이 보고서는 www.nationalacademies.org/our-work/review-of-methods-for-setting-building-and-equipment-performance-standards에서 확인할 수 있다.

이메일, 인편/택배 또는 우편을 통한 의견 제출. 이메일, 인편, 택배 또는 우편을 통해 제출된 의견과 문서도 www.regulations.gov에 게시된다. 개인 연락처 정보가 공개되는 것을 원하지 않는 경우 의견이나 첨부 문서에 연락처 정보를 포함하지 않도록 한다. 대신 표지에 연락처 정보를 제공하도록 한다. 이름과 성, 이메일 주소, 전화번호, 우편 주소 (선택 사항)를 포함한다. 표지는 의견을 포함하지 않는 한 공개적으로 볼 수 없다.

의견, 데이터, 문서, 기타 정보를 DOE에 제출할 때마다 연락처 정보를 포함하도록 한다. 우편 또는 인편/택배를 통해 제출하는 경우 가능한 경우 모든 항목을 CD에 담아 제출하기 바라며, 이 경우 인쇄본은 제출할 필요가 없다. 팩스로는 접수되지 않는다.

DOE에 전자적으로 제출하는 의견, 데이터, 기타 정보는 PDF (선호됨), Microsoft Word 또는 Excel, WordPerfect 또는 텍스트 (ASCII) 파일 형식으로 제공해야 한다. 보안되지 않은 문서, 영어로 작성된 문서, 결함이나 바이러스가 없는 문서를 제공해야 한다. 문서에는 특수 문자나 어떤 형태의 암호화도 포함되어서는 안 되며, 가능하면 작성자의 전자 서명이 포함되어야 한다.

캠페인 양식 편지. 캠페인 양식 편지는 원래 단체에서 PDF당 50-500개씩 일괄적으로 제출하거나 지지자 이름 목록을 하나 이상의 PDF로 편집하여 하나의 양식 편지로 제출하도록 한다. 이렇게 하면 의견의 처리와 게시 시간이 단축된다.

기밀 사업 정보. 10 CFR 1004.11에 따라 기밀로 간주되어 법에 따라 공개가 면제되는 정보를 제출하는 사람은 기밀로 간주되는 모든 정보를 포함하여 “기밀”로 표시된 문서 사본 1부와 기밀로 간주되는 정보가 삭제된 “기밀 없음”으로 표시된 문서 사본 1부로 잘 표시된 사본 2부를 이메일을 통해 제출해야 한다. DOE는 정보의 기밀 상태에 대해 자체적으로 판단하고 그 판단에 따라 정보를 취급한다.

모든 의견은 의견에 제공된 개인 정보 (공개가 면제되는 것으로 간주되는 정보 제외)를 포함하여 변경 없이 접수된 그대로 공개 안건에 포함될 수 있다는 것이 DOE의 정책이다.

E. DOE가 의견을 구하는 문제

DOE는 이 제안의 모든 측면에 대한 의견을 환영하지만, 특히 다음 문제에 대한 이해 관계자의 의견과 견해를 받고자 하는 데 관심이 있다:

- (1) DOE는 표 I.6, 표 I.7, 표 V.100의 금전적 편익 및 비용 표에서 생산자 현금 흐름의 변화 (INPV)를 제시하는 데 사용된 방법론에 대한 의견을 요청한다.
- (2) DOE는 표 IV.10에 나열된 결로 방지 히터 와이어 전력의 기준과 가정된 감소치에 대한 의견을 구한다. DOE는 특히 감소된 결로 방지 히터 와이어 전력의 미국 전역의 모든 기후와 설치 환경에서 워크인 문에 사용하기에 적합한지에 대한 피드백을 구한다.
- (3) DOE는 R-454A, R-454C 그리고/또는 R-455A를 사용하는 워크인 냉장 시스템에 대한 테스트 결과 또는 성능 데이터를 요청한다. 또한 DOE는 R-454A가 GWP가 300 미만인 R-448A와 R-449A를 대체할 가능성이 가장 높고 워크인 전용 콘덴싱 시스템이 R-448A 또는 R-449A에서 R-454A로 전환할 때 성능에 불이익을 받지 않을 것이라는 잠정적인 결정에 대한 의견을 요청한다.
- (4) DOE는 고온 시스템에 대한 잠재적인 GWP가 낮은 대안에 대한 의견을 요청한다. 또한 DOE는 R-134A에 대한 모든 잠재적인 GWP가 낮은 대안에 대한 고온 성능 데이터 또는 테스트 결과를 요청한다.
- (5) DOE는 전자 상거래 유통 채널을 사용하는 워크인 장비의 유형과 이 채널의 규모를 포함한 의견을 구한다.
- (6) DOE는 주어진 TSL에서 패널과 비디스플레이 문 두께의 조화에 대한 가정과 근거에 대한 의견을 구한다.
- (7) DOE는 다양한 워크인 냉장 장비와 온도 등급에 대한 대표적인 가동 시간 분포를 생성하기 위한 정보와 데이터를 구한다.
- (8) DOE는 IV.C.에 설명된 기술이 적용된 워크인 쿨러와 냉동고의 유지보수 및 수리 비용에 대한 모든 의견, 데이터, 정보의 출처를 요청한다.
- (9) DOE는 분석에서 대용량 장비로의 전환을 특성화하기 위한 정보 또는 데이터를 요청한다. DOE는 영향을 받는 유닛, 고객 유형 (식품 서비스, 식품 판매, 기타), 사업체 규모에 대한 정보를 요청한다.

(10) DOE는 워크인 쿨러와 냉동고에 대한 반등 효과가 없다는 가정에 대한 의견을 요청한다.

(11) DOE는 하위 그룹 분석에 대한 의견을 요청한다.

(12) DOE는 워크인 디스플레이 및 비디스플레이 문에 대한 각 효율 수준과 TSL에 대해 추정된 자본 전환 비용과 제품 전환 비용에 대한 의견, 정보, 데이터를 요청한다. 분석된 각 효율 수준에 대한 전환 비용 추정치는 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

(13) DOE는 워크인 패널에 대한 각 효율 수준과 TSL에 대해 추정된 자본 전환 비용과 제품 전환 비용에 관한 의견, 정보, 데이터를 요청한다. 분석된 각 효율 수준에 대한 전환 비용 추정치는 NOPR TSD의 12장을 참조하도록 한다.

(14) DOE는 워크인 냉동 시스템에 대한 각 TSL에 대해 추정된 자본 전환 비용과 제품 전환 비용에 관한 의견, 정보, 데이터를 요청한다.

(15) DOE는 제조업체가 수정된 표준의 준수 날짜 (2027년)에 제조 역량의 제약으로 인해 워크인 디스플레이 및 비디스플레이 문을 소비자가 이용하는 데 제한이 있을 것으로 예상하는지에 대한 의견을 구한다.

(16) DOE는 제조업체가 수정된 표준의 준수 날짜 (2027년)에 제조 역량의 제약으로 인해 워크인 패널을 소비자가 이용하는 데 제한이 있을 것으로 예상하는지에 대한 의견을 구한다.

(17) DOE는 제조업체가 제조 역량의 제약 또는 공학적 자원의 제약으로 인해 수정된 표준의 준수 날짜 (2027년)에 워크인 냉장 시스템을 소비자가 이용하는 데 제한이 있을 것으로 예상하는지에 대한 의견을 구한다.

(18) DOE는 이 NOPR의 발표와 수정된 표준의 제안된 준수 날짜 사이에 발생할 수 있는 GWP가 낮은 냉매를 수용하기 위해 워크인 냉장 시스템과 생산 시설의 전환과 관련된 비용의 규모에 대한 의견을 요청한다. 공학적 노력, 실험실 테스트 시간, 인증 비용, 자본 투자 (예를 들어 새로운 충전 장비)와 같은 이러한 비용을 정량화하고 분류하면 DOE가 분석을 구체화할 수 있다.

(19) DOE는 여러 DOE 표준 또는 다른 연방 기관의 제품/장비별 규제 조치와 관련된 워크인 제조업체에 대한 누적된 규제 부담의 영향에 관한 정보를 요청한다.

(20) DOE는 워크인 디스플레이 및 비디스플레이 문 시장의 소규모 기업의 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 요청한다. DOE는 또한 표준안이 소규모 워크인 디스플레이 및 비디스플레이 문 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

(21) DOE는 워크인 패널 산업의 소규모 기업의 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 요청한다. DOE는 또한 표준안이 소규모 워크인 패널 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

(22) DOE는 워크인 냉장 시스템 산업의 소규모 기업의 수, 이러한 소규모 기업의 이름, 장비 등급별 시장 점유율에 대한 의견, 정보, 데이터를 요청한다. DOE는 또한 표준안이 소규모 워크인 냉장 시스템 제조업체에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대한 의견도 요청한다.

또한 DOE는 이 문서에 구체적으로 명시되지 않은 이 규칙 제정과 관련된 기타 문제 또는 데이터에 대한 의견도 환영한다.

VIII. 장관실 승인

에너지부 장관은 이 규칙 제정안 공지의 게시와 공개 회의 공고를 승인하였다.

10 CFR 파트 431의 대상 목록

관리 관행과 절차, 기밀 사업 정보, 에너지 절약 테스트 절차, 보고서와 기록 보관 요건.

서명 권한

이 에너지부 문서는 에너지부 장관으로부터 위임받은 권한에 따라 에너지 효율 및 재생 에너지 담당 차관보 대행인 Francisco Alejandro Moreno가 2023년 8월 11일에 서명하였다. 서명 원본과 날짜가 포함된 문서는 DOE에서 보관한다. 행정 목적으로만, 그리고 연방 관보 사무국의 요구사항을 준수하기 위해, 서명된 DOE 연방 관보 연락 담당관은 이 문서를 에너지부의 공식 문서로

전자 형식으로 서명하고 게시를 위해 제출할 수 있는 권한을 부여받았다. 이러한 행정 절차는 연방 관보에 게시된 이 문서의 법적 효력을 변경하지 않는다.

2023년 8월 11일 Washington DC에서 서명하였다.

Treena V. Garrett,

미국 에너지부 연방 관보 연락 담당관

서문에 명시된 이유로 DOE는 아래에 명시된 바와 같이 연방 규정집 타이틀 10의 2장, 하위 장 D의 파트 431을 수정할 것을 제안한다:

PART 431-특정 상업용 및 산업용 장비에 대한 에너지 효율 프로그램

■ 1. 파트 431의 권한 인용문은 다음과 같이 계속된다:

권한: 42 U.S.C. 6291-6317; 28 U.S.C.2461 참고.

■ 2. § 431.306의 단락 (d)와 (e)를 다음과 같이 수정한다:

§ 431.306 에너지 절약 표준 및 발효일.

* * * * *

(d) 워크인 쿨러 및 냉동고의 비디스플레이 문.

2017년 6월 5일부터 [최종 규정 발표 후 3년이 경과한 날짜] 이전에 제조된 모든 워크인 쿨러와 워크인 냉동고의 비디스플레이 문은 다음 표준을 충족해야 한다:

장비 등급	최대 에너지 소비 계산식 (kWh/일) *
작업자 통로용 문, 중온	$0.05 \times A_{nd} + 1.7$
작업자 통로용 문, 저온	$0.14 \times A_{nd} + 4.8$
화물용 문, 중온	$0.04 \times A_{nd} + 1.9$
화물용 문, 저온	$0.12 \times A_{nd} + 5.6$

* A_{nd} 는 비디스플레이 문의 표면적을 나타낸다.

최종 규정 발표 후 3년이 지난 날짜]부터 제조되는 모든 워크인 쿨러와 워크인 냉동고의 비디스플레이 문은 다음 표준을 충족해야 한다:

장비 등급	최대 에너지 소비 계산식 (kWh/일) *
비디스플레이 문, 수동식, 중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.25$
비디스플레이 문, 수동식, 저온	$0.06 \times A_{nd} + 1.32$
비디스플레이 문, 전동식, 중온	$0.01 \times A_{nd} + 0.39$
비디스플레이 문, 전동식, 저온	$0.05 \times A_{nd} + 1.56$

* A_{nd} 는 비디스플레이 문의 표면적을 나타낸다.

(e) 워크인 쿨러 냉장 시스템

워크인 프로세스 냉각의 냉장 시스템 (§ 431.302에 정의된 대로)을 제외하고 표에 나열된 날짜부터 [최종 규칙 발표 후 3년이 경과한 날짜] 이전에 제조된 모든 워크인 쿨러와 워크인 냉동고의 냉장 시스템은 다음 표준을 충족해야 한다:

장비 등급	최소 AWEF (Btu/W-h) *	규정 준수일: 다음 일부터 제조된 장비
전용 콘덴싱 시스템—중온, 실내	5.61	2017년 6월 5일.
전용 콘덴싱 시스템—중온, 실외	7.60	
전용 콘덴싱 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	$9.091 \times 10^{-5} \times q_{net} + 1.81$	2020년 7월 10일.
<6,500 Btu/h	2.40	
≥6,500 Btu/h	$6.522 \times 10^{-5} \times q_{net} + 2.73$	
전용 콘덴싱 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	3.15	
<6,500 Btu/h	9.00	
≥6,500 Btu/h	$1.575 \times 10^{-5} \times q_{net} + 3.91$	
유닛 쿨러—중온	4.15	
유닛 쿨러—저온, 다음의 순 용량 (q_{net}):		
<15,500 Btu/h		
≥15,500 Btu/h		

* q_{net} 은 § 431.304에 따라 결정된 순 용량이며 10 CFR 파트 429에 따라 인증된다.

워크인 프로세스 냉각의 냉장 시스템 (§ 431.302에 정의된 대로)을 제외하고 [최종 규정 발표 후 3년이 경과한 날]부터 제조되는 모든 워크인 쿨러 및 워크인 냉동고의 냉장 시스템은 다음 표준을 충족해야 한다:

장비 등급	최소 AWEF2 (Btu/W-h) *
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	$7.80E-04 \times q_{net} + 2.20$
<7,000 Btu/h	7.66
≥7,000 Btu/h	$1.02E-03 \times q_{net} + 2.47$
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	9.62
<7,000 Btu/h	$2.46E-04 \times q_{net} + 1.55$
≥7,000 Btu/h	3.27
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실내, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net})	$3.76E-04 \times q_{net} + 1.78$
<7,000 Btu/h	4.41
≥7,000 Btu/h	5.58
전용 콘덴싱 시스템—고온, 실외, 덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	$3.00E-05 \times q_{net} + 5.34$
<7,000 Btu/h	6.09
≥7,000 Btu/h	$2.13E-05 \times q_{net} + 7.15$
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	7.68
<8,000 Btu/h	$2.50E-05 \times q_{net} + 2.36$
≥8,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	$1.72E-06 \times q_{net} + 2.94$
≥25,000 Btu/h	3.03
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	$9.83E-05 \times q_{net} + 2.63$
<25,000 Btu/h	$3.06E-05 \times q_{net} + 3.23$
≥25,000 Btu/h 그리고 <54,000 Btu/h	$4.96E-06 \times q_{net} + 3.88$
≥54,000 Btu/h	4.25
전용 콘덴싱 유닛 및 맞춤형 냉장 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	$9.86E-05 \times q_{net} + 4.91$
<9,000 Btu/h	5.8
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	$2.47E-04 \times q_{net} + 4.89$
≥25,000 Btu/h 그리고 <75,000 Btu/h	7.11
≥75,000 Btu/h	$8.00E-05 \times q_{net} + 1.8$
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	2.28
<9,000 Btu/h	
≥9,000 Btu/h	

단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—중온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	$1.63E-04 \times q_{net} + 1.8$
≥9,000 Btu/h	2.77
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실내, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<6,000 Btu/h	10.34
≥6,000 Btu/h	$3.83E-04 \times q_{net} + 6.9$
	16.46
단일 패키지의 전용 콘덴싱 시스템—저온, 실외, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<6,000 Btu/h	6.93
≥6,000 Btu/h	$3.64E-04 \times q_{net} + 3.66$
	12.76
유닛 쿨러—고온, 콘덴싱 없음, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	9.65
≥9,000 Btu/h and <25,000 Btu/h	4.57
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—고온, 비덕트형, 다음의 순 용량 (q_{net}):	
<9,000 Btu/h	
≥9,000 Btu/h 그리고 <25,000 Btu/h	
≥25,000 Btu/h	
유닛 쿨러—중온	
유닛 쿨러—저온	

* q_{net} 은 § 431.304에 따라 결정된 순 용량이며 10 CFR 파트 429에 따라 인증된다.

[FR 문서 2023-17583, 2023년 9월 1일; 오전 8:45 등록]

BILLING 코드 6450-01-P