하나로 안전성능지표 평가 결과 공개

HANARO **S**afety **P**erformance **I**ndicator

(2026년 3/4분기)

2026. 10. 29.

KAERI 한국원자력연구원
Korea Atomic Energy Research Institute

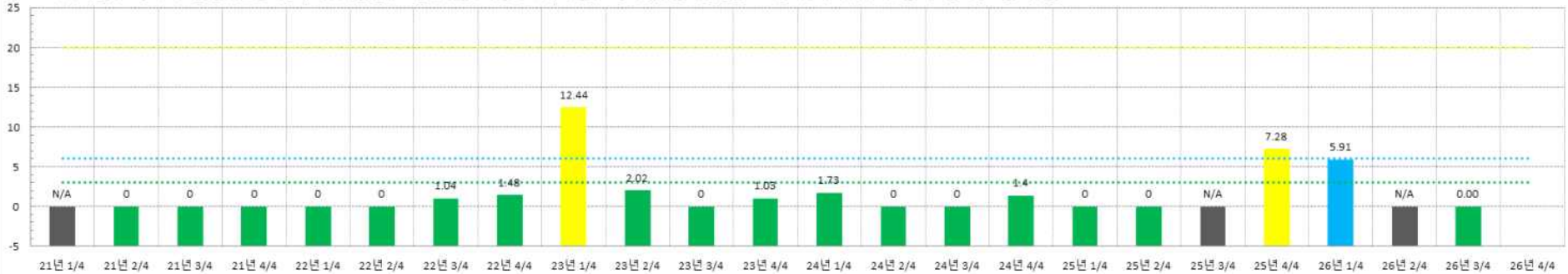
1. 하나로 안전성능지표 평가 결과 및 각 지표별 추이(최근 5년 포함)

영역(2개)		원자로 안전								방사선안전	
범주(5개)		안전 운영	안전설비 신뢰도			안전 방벽				원내	원외
지표(10개)		비계획 원자로정지	비상보충수 계통	비상환기 계통	방사선감시 계통(굴뚝)	핵연료 건전성	1차냉각계통 건전성	원자로건물 건전성	비상대책 (방재)	종사자 집단선량	주민 피폭 예상선량
2021	1/4	B	B	B	G	G	G	양호(C)	G	G	G
	2/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
	3/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	4/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
2022	1/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	2/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
	3/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	4/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
2023	1/4	보통(Y)	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	2/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
	3/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	4/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
2024	1/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	2/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
	3/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	4/4	G	G	G	G	G	G		G	G	G
2025	1/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	2/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	3/4	B	B	B	G	G	G	G	G	G	G
	4/4	보통(Y)	G	G	G	G	G	G	G	G	G
2026	1/4	양호(C)	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	2/4	B	B	B	G	G	G	보통(Y)	G	G	G
	3/4	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	4/4										

비계획 원자로정지 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

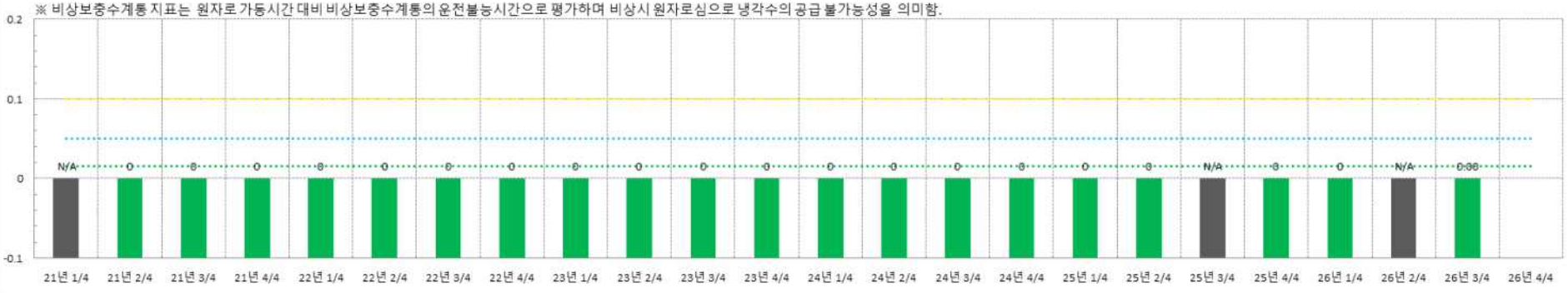
※ 비계획 원자로정지 지표는 실제 운전시간 대비 계획된 원자로 운전시간의 비율에 비계획 원자로정지 횟수를 가중한 값으로 평가하며 비계획적인 원자로정지 정도를 의미함.



비상보충수계통 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

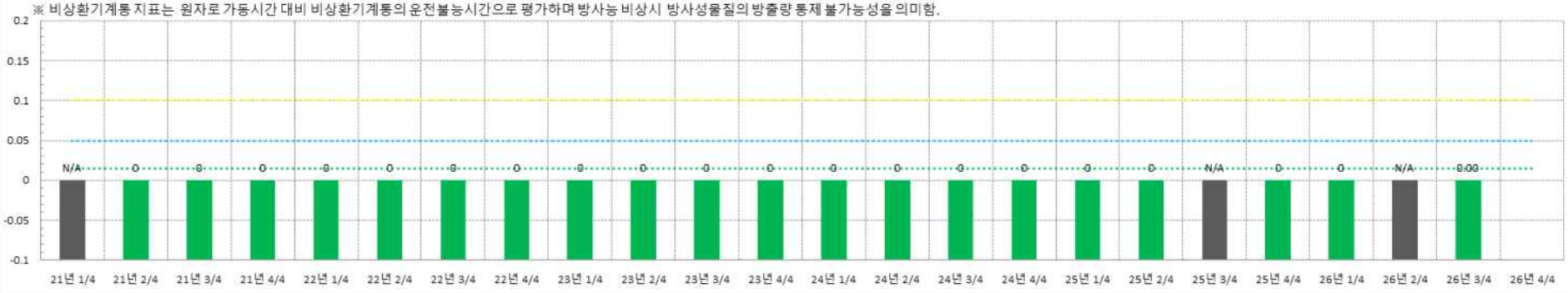
※ 비상보충수계통 지표는 원자로 가동시간 대비 비상보충수계통의 운전불능시간으로 평가하며 비상시 원자로심으로 냉각수의 공급 불가능성을 의미함.



비상환기계통 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

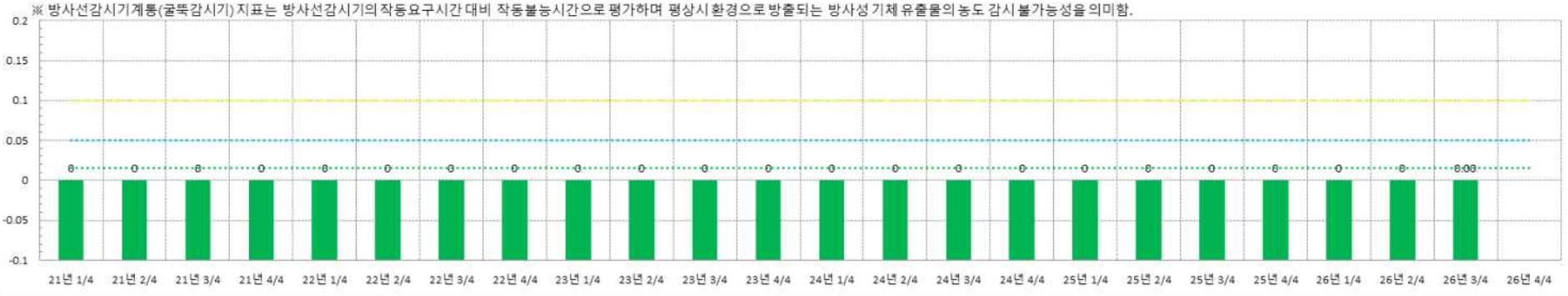
※ 비상환기계통 지표는 원자로 가동시간 대비 비상환기계통의 운전불능시간으로 평가하며 방사능 비상시 방사성물질의 방출량 통제 불가능성을 의미함.



방사선감시기계통(굴뚝감시기) 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정 불가■

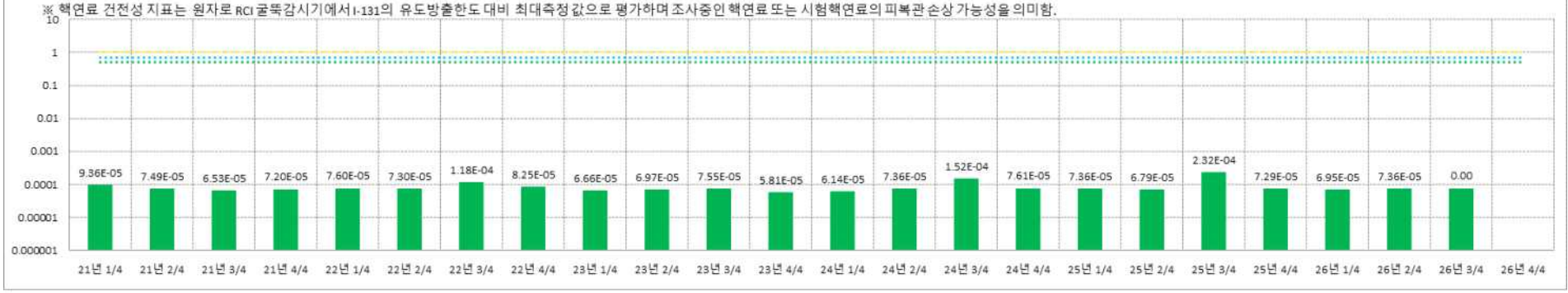
※ 방사선감시기계통(굴뚝감시기) 지표는 방사선감시기의 작동요구시간 대비 작동불능시간으로 평가하며 평상시 환경으로 방출되는 방사성 기체 유출물의 농도 감시 불가능성을 의미함.



핵연료 건전성 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정 불가■

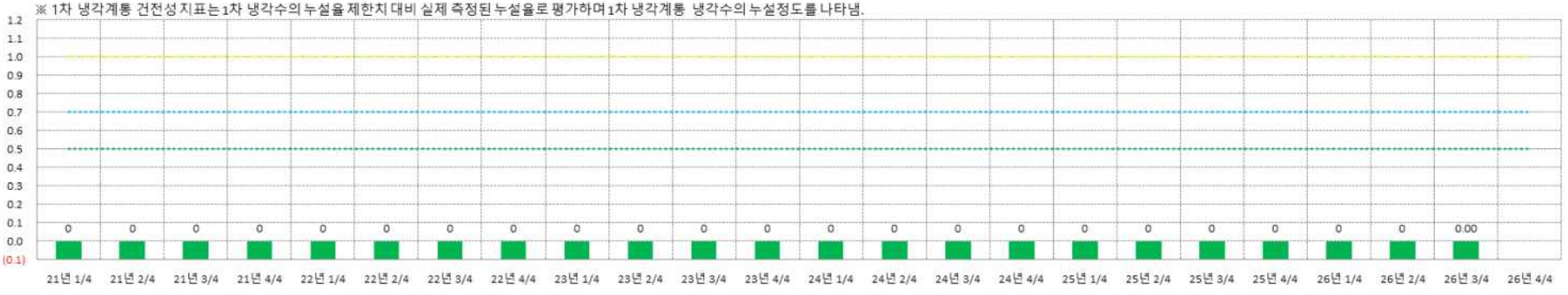
※ 핵연료 건전성 지표는 원자로 RCI 굴뚝감시기에서 I-131의 유도방출한도 대비 최대측정값으로 평가하며 조사중인 핵연료 또는 시험핵연료의 피복관 손상 가능성을 의미함.



1차 냉각계통 건전성 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정 불가■

※ 1차 냉각계통 건전성 지표는 1차 냉각수의 누설율 제한치 대비 실제 측정된 누설율로 평가하며 1차 냉각계통 냉각수의 누설정도를 나타냄.



원자로건물 건전성 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

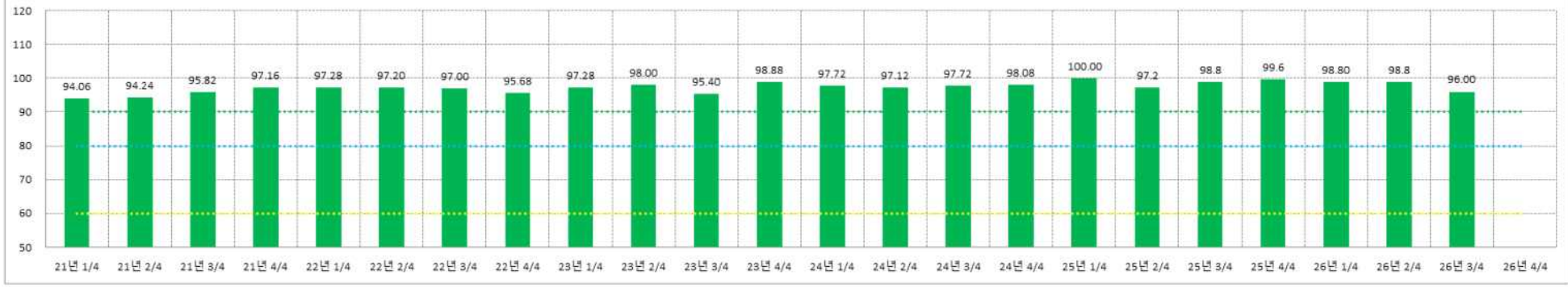
※ 원자로건물 건전성 지표는 원자로건물의 허용 누설율 대비 측정 누설율로 평가하며 원자로건물 내부공기의 누설정도를 나타내며 년2회(상,하반기) 평가함.(따라서 1/4=2/4, 3/4=4/4로 평가됨)



비상대책(방재) 지표

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

※ 비상대책(방재) 지표는 능동적 대응율, 설비의 가용율로 평가하며 방사선비상 시 대응능력을 의미함. [%]



종사자 집단선량

우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정불가■

※ 종사자 집단선량 지표는 하나로 및 활용시설에 근무하는 방사선작업종사자의 집적선량으로 평가하며 방사선작업종사자 전체의 집단선량을 의미함. [man-Sv]




주민 피폭 예상선량 지표
우수■ 양호■ 보통■ 주의■ 산정 불가■
※ 주민 피폭 예상선량 지표는 하나로시설의 환기계통을 통해 환경으로 배출되는 기체상 방사성 유출물로 평가하며 인근 주민 한 사람이 받을 수 있는 예상피폭 방사선량을 나타냄. [μSv]
1000
100
10
1
0.1
0.01
0.158
0.782
0.472
1.221
1.405
0.735
0.455
0.579
0.392
0.547
0.644
0.85
0.788
1.084
1.658
2.092
1.878
4.21
1.269
1.595
0.893
0.405
0.34
21년 1/4
21년 2/4
21년 3/4
21년 4/4
22년 1/4
22년 2/4
22년 3/4
22년 4/4
23년 1/4
23년 2/4
23년 3/4
23년 4/4
24년 1/4
24년 2/4
24년 3/4
24년 4/4
25년 1/4
25년 2/4
25년 3/4
25년 4/4
26년 1/4
26년 2/4
26년 3/4
26년 4/4

2. 개 요

지표 (10개)	계산 방법	등급 구분 경계			
		우수	양호	보통	주의
비계획 원자로정지	(비계획 원자로정지 횟수 × 계획된 운전 시간) / 실제 운전시간	값 < 3	3 ≤ 값 < 6	6 ≤ 값 < 20	20 ≤ 값
비상보충수 계통	계통 운전 불능시간 / 원자로 운전시간	0 ≤ 값 < 0.015	0.015 ≤ 값 < 0.05	0.05 ≤ 값 < 0.1	0.1 ≤ 값 ≤ 1
비상환기 계통	계통 운전 불능시간 / 원자로 운전시간	0 ≤ 값 < 0.015	0.015 ≤ 값 < 0.05	0.05 ≤ 값 < 0.1	0.1 ≤ 값 ≤ 1
방사선 감시계통	계통 운전 불능시간 / 계통운전 요구시간	0 ≤ 값 < 0.015	0.015 ≤ 값 < 0.05	0.05 ≤ 값 < 0.1	0.1 ≤ 값 ≤ 1
핵연료 건전성	배기중 I-131 비방사능 / 제한치	0 ≤ 값 < 0.5	0.5 ≤ 값 < 0.7	0.7 ≤ 값 < 1	1 ≤ 값
1차냉각계통 건전성	1차 냉각재 누설율 / 제한치	0 ≤ 값 < 0.5	0.5 ≤ 값 < 0.7	0.7 ≤ 값 < 1	1 ≤ 값
원자로건물 건전성	원자로실 공기 누설율 / 제한치	0 ≤ 값 < 0.88	0.88 ≤ 값 < 0.92	0.92≤ 값 < 0.96	0.96 ≤ 값
비상대책 (방재)	인적역량×40+설비역량×60[%]	90 ≤ 값	80 ≤ 값 < 90	60 ≤ 값 < 80	값 < 60
종사자 집단선량	하나로 및 부대시설 종사자 집단선량 [man·Sv]	값 < 0.1	0.1 ≤ 값 < 0.3	0.3 ≤ 값 < 0.5	0.5 ≤ 값
주민피폭 예상선량	주민 피폭 예상선량 [μSv]	값 < 62.5	62.5 ≤ 값 < 250	250 ≤ 값 < 600	600 ≤ 값

표 1. 하나로 안전성능지표 계산 방법 및 등급 구분

색	등급	상태
녹색	우수	안전성이 충분히 확보된 상태
청색	양호	안전성이 양호하게 유지되고 있는 상태
노랑	보통	안전성은 충족된 상태
주황	주의	감시, 조치가 필요한 상태
검정	산정불가	자료 없음(원자로 정지 등), 평가 불가 상태

표 2. 하나로 안전성능지표 등급 표시 방법

하나로 안전성능지표(**SPI**: **S**afety **P**erformance **I**ndicator)는 하나로 및 부대시설의 안전운영, 방사선안전 및 이용안전 상태를 확인하기 위한 자료로써 관련 지표의 평가를 통해 시설의 개략적인 안전성을 파악하고 그 추이를 분석할 수 있다. 하나로에서는 안전하고 효율적인 시설운영을 도모하고자 자체적으로 SPI 분석을 위한 지표를 개발하여 2011년부터 평가 및 관리하고 있다.
각 지표의 계산 방법과 등급의 구분 경계는 위 표 1과 같으며, 평가등급의 표시 방법은 위 표2와 같다.

SPI는 원자로안전, 방사선안전 두 영역으로 구분한다.

원자로안전 영역에서는 원자로 안전을 평가하기 위하여 원자로 안전성 관련 사건의 발생, 사고 발생 시 이를 완화하기 위한 계통의 신뢰도 및 방사성 물질의 방출을 방지하기 위한 안전방벽의 건전성을 평가한다. 원자로 안전 영역에는 '안전운영', '안전설비 신뢰도' 및 '안전방벽'의 3개 범주에 총 8개의 지표가 있다.

방사선안전 영역에서는 방사선 피해로부터 하나로 및 부대시설 내 방사선작업종사자와 주변 주민과 환경을 보호하기 위한 안전성을 평가하기 위해 '원내 방사선 안전'과 '원외 방사선 안전' 2개 범주에 총 2개의 지표가 있다.

3. 각 지표의 의미

3.1 원자로 안전 영역

원자로 안전 영역	세부 범주	세부 지표	지표의 의미
원자로 시설의 안전성을 평가하기 위하여 원자로 비계획정지 발생 건수, 사고 발생 시 이를 완화하기 위한 계통의 신뢰도 및 방사성 물질의 방출을 방지하기 위한 안전 방벽의 건전성을 평가함.	안전 운영	비계획 원자로정지	비계획 원자로정지 지표는 실제 운전시간 대비 계획된 원자로 운전시간의 비율에 비계획 원자로정지 횟수를 가중한 값으로 평가하며 비계획적인 원자로정지 정도를 의미함.
	안전설비 신뢰도	비상보충수계통	원자로 가동시간 대비 비상보충수계통의 운전불능시간으로 평가하며 비상시 원자로심으로 냉각수의 공급 불가능성을 의미함.
		비상환기계통	원자로 가동시간 대비 비상환기계통의 운전불능시간으로 평가하며 방사선 비상시 방사성 물질의 방출량 통제 불가능성을 의미함.
		방사선감시계통	방사선감시기의 작동요구시간 대비 작동불능시간으로 평가하며 평상시 환경으로 방출되는 방사성 기체 유출물의 농도 감시 불가능성을 의미함.
	안전 방벽	핵연료건전성	원자로 RCI 굴뚝감시기에서 I-131의 유도방출한도 대비 최대측정 값으로 평가하며 조사중인 핵연료 또는 시험핵연료의 피복관 손상 가능성을 의미함.
		1차냉각계통건전성	1차 냉각수의 누설율 제한치 대비 실제 측정된 누설율로 평가하며 1차 냉각계통 냉각수의 누설정도를 나타냄.
		원자로건물건전성	원자로건물의 허용 누설율 대비 측정 누설율로 평가하며 원자로 건물 내부공기의 누설정도를 나타냄.
		비상대책(방재)	인적역량(대응역량)40%, 설비역량60%로 평가하며방사선비상 시 대응능력을 의미함. [%] * 2022년 계산 방법 변경, 2025년 1분기부터 세부 계산방법 변경

3.2 방사선 안전 영역

방사선 안전 영역	세부 범주	세부 지표	지표의 의미
방사선 피해로부터 하나로 및 부대시설 내 방사선 작업종사자와 주변 주민과 환경을 보호하기 위한 안전성을 평가함.	원내	종사자 집단선량	하나로 및 부대시설에 근무하는 방사선작업 종사자의 집적선량으로 평가하며 방사선작업 종사자의 집단선량을 의미함. [man·Sv]
	원외	주민 피폭 예상선량	하나로시설의 환기계통을 통해 환경으로 배출되는 기체상 방사성 유출물로 평가하며 인근 주민 한 사람이 받을 수 있는 예상피폭 방사선량을 나타냄. [μSv]

4. 특이사항(산정불가, 주의, 보통 등급)의 원인 및 개선 조치

연도	분기	지표	평가결과	원인	개선조치
2021	1/4	- 3개 지표 (비계획 원자로정지, 비상보충수계통, 비상환기계통)	산정불가 (검정)	원자로 정지상태가 지속되어, 원자로 가동 중의 안전과 관련되는 자료는 평가가 불필요하고, 산정도 불가함.	해당 없음
2022	-	-	-	-	특이사항 없음
2023	1/4	-비계획 원자로정지	보통 (노랑)	하나로의 제어봉 이상으로 인한 불시정지로 계획대비 운전실적 미달	안전상의 문제는 없음. 재발방지 조치 이행
2024	-	-	-	-	특이사항 없음
2025	3/4	- 3개 지표 (비계획 원자로정지, 비상보충수계통, 비상환기계통)	산정불가 (검정)	하나로 건물 보수공사로 분기내내 원자로 정지상태가 지속되어, 원자로 가동 중의 안전과 관련되는 자료는 평가가 불필요하고, 산정도 불가함.	안전상의 특이 사항 없음
	4/4	-비계획 원자로정지	보통 (노랑)	하나로의 정지봉 구동 펌프의 모터 이상으로 인한 불시정지 및 계획대비 운전실적 미달	안전상의 문제는 없음. 재발방지 조치 이행
2026	2/4	- 3개 지표 (비계획 원자로정지, 비상보충수계통, 비상환기계통)	산정불가 (검정)	원자로 정지상태가 지속되어, 원자로 가동 중의 안전과 관련되는 자료는 평가가 불필요하고, 산정도 불가함.	해당 없음
		-원자로건물 건전성	보통 (노랑)	건물의 이상 징후가 없고 허용값 이내로서 안전상의 문제는 없음. (대기압과 원자로실의 압력 차이가 영향을 주는 지표로서 측정 당시 기후적인 원인으로 판단함)	해당 없음

연도	분기	지표	평가결과	원인	개선조치
	3/4	특이사항 없음	-	-	-