

## 전자기 방사선에 노출되는 케이블 및 와이어의 재료

### 방사선 유형 및 영향

전자기 방사선은 매우 다양한 분야에서 익숙한 용어입니다. 자연적으로 발생할 수 있으며(예를 들어 태양열 또는 천연 방사능) 인위적으로 생성시킬 수도 있습니다(예를 들어 X-선 장치, 램프 또는 이동 통신). 다양한 유형 또는 구성 요소로 나눌 수 있으며 여기서 결정적인 요소는 방사선의 파장 또는 주파수입니다. 전자기 스펙트럼은 다음 범주로 구분되며 여기서는 내리차순 파장 또는 오름차순 주파수로 나열되어 있습니다.

- 교류 전류(예: 매우 낮은 주파수 방송)
- 전파(예: 라디오 방송)
- 마이크로파(예: 전자레인지, 이동 통신, 레이더)
- 적외선(열 복사, 예: 온도기록, 리모컨)
- 가시 광선(인위적인 광원 및 태양으로부터 나오는 방사선의 구성 요소)
- 자외선(자외선 - 햇빛 구성 요소, 기술 응용 분야)
- X-선(예: 의료 기술 또는 재료 테스트 내의 이미지 프로세싱)
- 감마선(예를 들어 핵 에너지, 기술 응용 분야)

관련 영향으로 인해, 감마선, X-선 및 매우 짧은 파장의 자외선도 “이온화 방사선” 하에서 요약됩니다. 이 용어는 원자 또는 분자로부터 전하를 분리하기 위해(이온화) 충분한 에너지를 전달하는 방사선을 의미합니다.

케이블 및 와이어에 사용되는 플라스틱과 같은 유기 화합물의 경우 근본적으로 고려할 사항은 자외선 및 이온화 방사선의 영향입니다. 이들은 매우 높은 에너지를 가지고 있기 때문에 모든 유형의 전자기 방사선으로부터 재료에 대해 엄청난 영향을 줍니다.

이 영향은 재료에 특정한 특성을 제공하는 플라스틱 처리에 사용됩니다. 예를 들어 적절한 방사선 조건을 사용하여 케이블 및 와이어에 대해 특정 접착제, 코팅, 접연재 및 차폐 재료를 적용함으로써 필요한 강도와 내구성을 구현합니다. 상호 간에 교차 연결 과정(예: 화학적)이 있기 때문에 이 방법을 “가교” 또는 보다 정확하게 표현하면 “전자빔 조사 가교”이라고 합니다.

그러나 실질적인 케이블 및 와이어 사용과 관련하여 자외선 및 이온화 방사선은 원치 않는 영향을 주는 경향이 있습니다. 색상이 흐려지고 플라스틱이 윤기 없고 불안정해 질 수 있습니다. 궁극적으로 플라스틱이 불안정해 지거나 균열이 전개되는 경우 케이블은 더 이상 사용하기 적합하지 않게 됩니다.

### 자외선에 노출되는 케이블 및 와이어 사용

자외선은 태양 방사선의 구성 요소이기 때문에 주로 노출된 실외 환경에 영향을 줍니다. 여기서 오존층을 통과할 수 있는 구성 요소가 영향을 주며 UVA 방사선 및 일부 UVB 방사선입니다. UVC는 오존층에 의해 필터링되기 때문에 지구 표면에 도달하지 않습니다. 또한 자외선은 실내에서도 발생하지만 디자인에 따라 유리 창이 상당 부분 필터링할 수 있기 때문에 실외에 비해 거의 영향을 주지 않습니다. 또한 빛 가리개가 설치되어 있는 경우가 많으며 인위적인 광원은 일반적으로 소량의 자외선만 방출합니다.

예를 들어 조사 시간 및 각도, 빛 가리개 및 주변 온도, 습도 및 공기 품질과 같은 기타 영향을 주는 요소와 관련하여 다양한 제품이 각각의 관련 장소에서 서로 다른 조건에 영향을 받기 때문에 제품 내 구성 및 서비스 수명에 대해 범용적인 규정을 수립할 수 없습니다(기술 부록 T0,7. 서비스 수명 참조).

UV 저항성 관련 표준을 준수하는 테스트 방법(예: ISO 4892-2)은 사용 중에 자외선에 노출될 수 있는 제품에 대한 일반적인 평가를 사용하기 때문에 다양한 재료와 최종 제품을 비교할 수 있습니다.

케이블 및 와이어에 사용되는 플라스틱은 자외선 영향에 대한 민감도가 서로 다릅니다. 적절한 안정제, 색상 색소 또는 그을음을 사용하면 자외선을 흡수하고 보다 안정된 열 복사선으로 변환시켜 이 민감도를 상당히 줄일 수 있습니다. 이를 통해 자외선이 시스 재료의 분자 체인을 통과하여, 플라스틱의 분자 체인 구조를 공격하고 이러한 과정에서 노화를 가속화시키는 고반응성 래디컬로 분할하는 것을 차단합니다.

검정색 시스가 있는 케이블 및 와이어는 일반적으로 검정색 표면이 자외선 흡수 시 상당한 효과가 있기 때문에 다른 색상의 시스보다 보호 효과가 좋습니다. 또한 이러한 지식이 표준에 적용되고 있기 때문에 검정색 시스를 가진 케이블이 EN 50525-1 and VDE 0285-525-1에 따라 실외용으로 적합합니다.

일부 플라스틱은 검정색 색상 없이도 적절한 저항 수준을 보이고 있으며 다음과 같습니다.

- 가교 폴리에틸렌(XLPE)
- 엘라스토머(예: CR 또는 Si)
- 열가소성 엘라스토머(TPE-E, TPE-O, TPE-U, 예: PUR)
- 불소 중합체(예: PTFE 또는 FEP)

그러나 이러한 플라스틱도 앞서 언급한 검정색 시스의 영향이 항상 저항을 개선시키기 때문에 색상에 따라 저항 측면이 달라집니다.

검정색이 아닌 폴리우레탄 케이블(예를 들어 주황색 또는 노란색 케이블)의 경우 시간 경과에 따라 상당히 색상이 바래짐에도 불구하고 기본 재료가 색상 색소가 아닌 자외선에 견딜 수 있기 때문에 양호한 수준의 유연성과 강도를 지속적으로 보여줍니다. 따라서 자외선 또는 날씨 조건에 의해 가시적인 손상이 발생되더라도 이러한 유형은 기술적으로 충분히 기능을 유지할 수 있습니다.

### 이온화 방사선에 노출되는 케이블 및 와이어 사용

이온화 방사선은 일반적으로 정해진 분야에서만 발생되며 적절한 저항을 가진 재료가 어플리케이션의 관련 조건으로 특별히 적용될 수 있습니다. 따라서 원하는 용도에 이온화 방사선 노출이 포함된 경우에만 일반적으로 케이블의 방사선 저항에 대해 테스트합니다. 즉, 다른 모든 케이블의 경우 일반적으로 사용되는 재료의 방사선 저항에 대해서만 표시가 가능합니다. 이러한 표시가 전체 케이블의 저항을 대표하지는 않지만 이러한 표시 값은 대략적인 안내의 역할을 수행할 수 있으며 케이블을 서로 간에 비교할 수 있습니다. 재료의 방사선 저항은 IEC 60544-4의 방사선 지수(RI)를 사용하여 정의되며 신장율이 원래 값의  $\geq 50\%$ 로 감소되는 지점을 의미합니다.

## 전리 방사선에 노출된 케이블 및 전선

### 건물 화재 시 부하 계산에 포함해야 하는 것

아래 표는 시험 표본의 인장율이 unaged 값의 50 % 이상으로 유지되는 감마 방사선 소스의 개별 물질의 대표 최대 선량을 그레이스(Grays) 또는 라디안(rad)단위로 나열합니다.

전환 값:

1 Gy = 100 rad; 1Gy = 1J/kg

이온화 방사선에 대한 연결 기술에 대한 케이블, 전선 및 기타 제품의 저항은 원자력 발전소에서 특히 중요한 역할을 합니다. 제품 자체의 적합성 외에도 모든 공정은 이러한 응용 분야의 특수 요구 사항을 충족해야 합니다.

이것이 U.I. Lapp GmbH가 시스템 및 제품 관련 품질 보증 테스트를 통과하여 케이블, 전선, 케이블 글랜드 및 케이블 관련 부속품을 원자력 발전소에 공급하는 자격이 있음을 입증한 이유입니다. –“Zertifikat KTA 1401” 참조(KTA 1401 규정에 따른 품질 보증 승인). 독일 내 인증서는 아래에서 이용 가능합니다:

[www.lappkabel.de/Service/Downloadcenter/Zertifikate](http://www.lappkabel.de/Service/Downloadcenter/Zertifikate)

### Resistance of plastics to ionising radiation

Material-type	Radiation dose in Gy approx.	Radiation dose in rad approx
PVC	8 x 10 <sup>5</sup>	8 x 10 <sup>7</sup>
PE LD	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
PE HD	7 x 10 <sup>4</sup>	7 x 10 <sup>6</sup>
VPE (XLPE)	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
PA	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
PP	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>5</sup>
PETP	1 x 10 <sup>7</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
PUR	5 x 10 <sup>5</sup>	5 x 10 <sup>7</sup>
TPE-E	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
TPE-O	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
NR	8 x 10 <sup>5</sup>	8 x 10 <sup>7</sup>
SIR	2 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>7</sup>
EPR	1 x 10 <sup>6</sup>	1 x 10 <sup>8</sup>
EVA	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
CR	2 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>7</sup>
ETFE	1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>
FEP	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>5</sup>
PFA	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>5</sup>
PTFE	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>5</sup>