

중소규모 사업장용
위험성평가
가이드

1 소음



위험요인 식별
및 평가
예방대책 시행



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

전기분과
철강금속분과
기계 및 시스템안전 분과



KOSHA

한국산업안전보건공단

법적 책임과 한계 :

본 자료는 사업장의 자율적인 산업재해예방활동 증진을 목적으로 한국산업안전보건공단 (KOSHA)과 국제사회보장협회(ISSA)의 협약에 의해 제공하는 한글 번역본입니다.

본 자료에 소개된 법적 기준은 유럽연합(EU)에서 권장되는 사항으로서 한국과는 다를 수 있으며, 본 자료의 어떤 부분도 KOSHA와 ISSA의 서면 허가 없이 영리 목적으로 복사, 복제, 전제 또는 배포할 수 없음을 알려드립니다.

중소규모 사업장용
위험성평가 가이드

1

소음

위험요인 식별 및 평가
예방대책 시행



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

전기분과
철강금속분과
기계 및 시스템안전 분과



KOSHA

한국산업안전보건공단

출판 사항

저자: Ing. Mag. 크리스찬 쉥크 (Christian Schenk)
Dipl. -Ing. 크리스찬 데커 (Christian Decker)
하랄트 그루버 박사 (Dr. Harald Gruber)
독일 국제사회보장협회 철강과

디자인: 독일 보훔, Media-Design-Service e.K.
제작: Verlag Technik & Information e.K.,
Wohlfahrtstrasse 153, 44799 Bochum, Germany
전화: +49 (0) 234-94349-0, 팩스: +49 (0) 234-94349-21

2008년 10월 독일 인쇄

ISBN 978-3-941441-00-2

머리말

본 브로셔는 소음에의 노출에 대한 위험성평가 요구사항을 충족시키는 데 그 목적을 두었다.

해당 정보는 다음 네 장으로 나누었다.

1. 기본정보
2. 위험성평가 점검표 - 소음
3. 소음의 측정 및 평가
4. 개선대책

주:

본 브로셔는 작업장에서의 근로자 보호에 대한 지침(89/391/EEC 및 단일 지침)에 명시된 바에 따른, 유럽 관점만을 독점적으로 다루었다. 특정 국가의 관점은 해당 법률 전환을 참조하기 바란다. (15 페이지 참조)

해당 규칙 및 규제는 각 회원국가에 따라 크게 다른 바, 본 브로셔 시리즈는 평가한 위험성의 문서화를 다루는 것을 의도하지 않았다.

본 브로셔 시리즈에서 다루고 같은 선에서 정리하여 이미 출간하였거나 준비 중인 기타 주제는 다음과 같다.

- 기계류, 장비 및 자재로 인한 위험
- 화학적 위험
- 전기로 인한 위험
- 화재 및 폭발로 인한 위험
- 전신/수완 진동으로 인한 위험
- 추락
- 육체적 긴장 (예: 중노동 및 편노동)
- 정신적 업무부담(스트레스)

1. 기본 정보

1.1 | 법적 기반

근로자를 소음의 위험으로부터 보호하기 위한 최소 요구사항의 법적 기반은 2003년 2월 6일자 지침 2003/10/EC(기본 지침 89/391/EEC 하의 단일 지침 제17호)로 하였다. 이 지침의 제4조에 따라 고용주는 의무적으로 소음 노출에 의하여 근로

자에게 발생하는 위험성을 평가하여야 하며 필요한 조치를 시행하여 그러한 노출을 피하거나 감소시켜야 한다.

1.2 | 제조업체에 적용되는 조항

소음 노출은 빈번히 기계류나 차량(건설 기계장치 등)에 의해 발생한다. 원칙적으로 그러한 기계류의 제조업체는 최소한의 소음을 방사하도록 기계를 설계할 의무가 있다.

이에 대하여는 다음의 두 가지 법적 기반을 참조한다.

- 1998년 6월 22일자 기계류 지침 98/37/EC (이 지침은 2006년 5월 17일 지침 2006/42/EC로 개정되었으며, 2010년 새로운 지침으로 대체될 것이다.)
- 옥외용 장비 및 기계류에 의한 소음 방사에 대한 지침 2001/14/EC

그러한 장비를 구입하는 데 있어 제조업체의 소음 방사 자료를 감안하면 소음은 대체적으로 큰 문제를 발생시키지 않는다. 소음을 근원에서 감소시킬 수 있는 또 다른 효과적인 수단으로는 해당 장비를 사용할 장소에서의 구체적인 방사 레벨을 규정하는 구매동의조항을 포함하는 것이 있겠다.

주: 제조업체에 대하여 구속력을 가지는 조항은 방사 레벨, 즉 야외에서의 음압 레벨을 명시하는데, 이는 대체적으로 표준적인 조건 하에서 측정하는 것이며 실제 작동 조건을 반영하지는 않는다.

1.3 | 위험성평가 절차

제1단계:	위험성 식별(소음)
-------	------------

근로자가 소음에 노출될 수 있는지의 여부를 판단하여야 한다.

제2단계:	소음 위험성의 측정 및 평가
-------	-----------------

지침 2003/10/EC의 제4조에 따라 실시하는 평가는 조사구역 내에서 exposure limit values와 exposure action values를 초과하는지 여부를 판단하기 위해 실시한다. (특히 이미 판단된 측정수치 및 일일/주간 소음노출수치를 기반으로 한다.)

제3단계:	시행할 대책의 결정
-------	------------

지침 2003/10/EC의 제5~9조를 당연히 고려하여 가능하면 소음방사 근원에서 또는 조사중인 구역에서 시행한다.

1.4 | 노출제한수치, 노출행동수치(exposure limit values, exposure action values)

지침 2003/10/EC의 제3조는 일일 소음폭로수준 및 최대음압레벨에 대하여 노출제한수치와 노출행동수치(exposure limit values와 exposure action values)를 다음과 같이 정의한다.

노출제한수치(exposure limit values):
 $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB (A) resp. } p_{peak} = 200 \text{ Pa}$

상위 노출행동수치(upper exposure action values):
 $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB (A) resp. } p_{peak} = 140 \text{ Pa}$

하위 노출행동수치(lower exposure action values):
 $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB (A) resp. } p_{peak} = 112 \text{ Pa}$

1.5 | 음압레벨 및 소음레벨의 감지

여기서 측정해야 하는 것은 A-weighted 음압레벨이다. 동일한 세기의 두 소음원이 동시에 작동될 경우 음압레벨에 어떠한 변화가 발생할까?

음압레벨은 로그 수량이므로 다음과 같이 볼 수 있다.

소음원	에너지	증가치
동일한 종류의 소음원 2개	에너지 2배	3 dB
동일한 종류의 소음원 4개	에너지 4배	6 dB
동일한 종류의 소음원 10개	에너지 10배	10 dB
동일한 종류의 소음원 100개	에너지 100배	20 dB

두 배의 음압레벨(+3 dB)은 청각손실의 위험성을 두 배로 증가시킨다!

주:

소음감소대책으로 소음을 6 dB 감소시켰다면, 청각손실의 위험성은 이에 4분의 1로 감소된다.

10 dB의 음차는 음 세기의 두 배 또는 절반으로 감지된다.

다음의 수치를 견본으로 사용할 수도 있다.

대화	60 dB
진공청소기	70 dB
교통 소음	80 dB
대형 트럭 (5 m 거리에서)	90 dB
착암기 (2 m 거리에서)	100 dB
응급구조차 사이렌	110 dB
제트기 이륙시 (100 m 거리에서)	130 dB

65 dB(A) 이상 전화상 대화가 어렵다.

85 dB(A) 1 m 거리에서의 통상적인 대화가 겨우 가능하다.

약 95 dB(A) 50 cm의 거리에서도 외치며 의사소통을 해야 한다.

1.6 | 각종 기계류 및 작업의 대략적인 소음레벨 근사치 지

특정 종류의 기계류 또는 특정 형태의 작업에 대한 통상적인 음압레벨의 대략적인 수준을 아래에 기재하였다.

실제 레벨은 다음과 같은 각종 요인에 의하여 영향을 받을 수 있다.

- 선택된 작업절차 및 개인별 작업 습관
- 사용하는 도구 (저소음형 회전원형톱날) 등)
- 도구 유지관리 및 보수 (날카로운 도구보다 무딘 도구가 더 많은 소음을 발생시키는 등)

- 도구의 속도, 절삭률, 이송률 및 기타 기계 관련 파라미터
- 공작물/도구 조합 및 윤활
- 차폐, 밀폐 및 실내 음향 등으로 기체전달음의 감소
- 진동감쇠용 부가물

소음원	평균 레벨 L _{Aeq} (dB(A))
■ 금공	
앵글 연삭	90-102
편칭	85-100
용접	75-90
절단기 (선반, 밀링 기계, 드릴)	75-92
벨트 연마	83-88
원형톱 연삭	85-95
원형냉각톱 (Circular Cold Saw)	78-88
금속용 연귀이음통 톱	84-95
스퀘어링 전단기	80-95
밴딩 프레스	77-87
니블링 기계	82-100
에어 제트 (불어낼 때)	85-105
가스절단기	82-94
압축공기공구 (수공구)	83-95

소음원	평균 레벨 L _{Aeq} (dB(A))
■ 금공 (계속)	
압축공기 또는 전기 실톱	98-105
섹션 절단기 (Section Cutter)	85-92
박판금 플래트닝	최고 130
■ 목공	
왕복톱	90-95
원형톱 벤치	85-100
띠톱	80-90
각도절단기 (지름=180cm)	100-105
자동대패	90-100
평면깎기	90-100
휴대용 샌더 (Portable Sander)	약 90
■ 제지공업	
초지기	85-95
릴 슬리터 (Reel Slitting Machine)	85-100
리파이너	95-100
교차절단기 (Cross-Cutting Machine)	80-90

1.7 | 소음레벨의 측정

소음 노출의 위험성을 식별 및 평가하기 위해서는 소음측정을 시행하여야 한다. 이는 신중히 계획하여 전문가들이 적합한 시간 간격을 두고 시행하여야 한다.

그러한 측정은 건물 보수나 새로운 기계 또는 기술(작업 공정)의 도입으로 인하여 음향 환경에 변경사항이 발생할 때마다 시행하여야 한다.

측정은 전문가(교육받은 인원)들이나 기관이 시행하여야 하며, 또한 소음측정을 시행하고 습득한 자료를 평가하는데 필요한 전문지식 및 경험을 갖춘 사업장 직원 당사자들도 포함하여야 한다.

이와 동시에, 사용할 측정장비는 적합하고 신뢰할 수 있어야 하며, 소음계는 사용할 때마다 매번 교정해야 한다.

다음의 요구사항을 충족시킬 수 있어야 한다.

- 측정자는 필요한 전문지식 및 경험을 갖추어야 한다.
- 측정기기는 신뢰할 수 있고 양호한 상태여야 한다.
- 모든 작업장과 노출될 수 있는 모든 근로자에 대하여 측정을 시행하여야 한다.

측정된 결과는 일일 평균지속음압레벨로 기록해야 한다.

위험성평가에는 소음에 노출된 모든 근로자에 대한 일일 소음노출레벨을 판단해야 한다.

2. 위험성평가 점검표 - 소음

작업분야: _____ 날짜: _____

평가자: _____

등록번호: _____

주관적 감지	예	아니오	비고
소음이 정신적 작업을 손상시킨다.			
집중력에 방해가 된다.			
전화 대화가 불가능하다.			
1 m 거리에서 통상적인 대화가 불가능하다.			즉, 최소 85 dB
50 cm 거리에서 외친 정보를 이해할 수 없다.			즉, 최소 95 dB
고통스러운 충격 소음			즉, 약 140 dB

시행된 소음 감소 대책 *)	예	아니오	비고
실내 음향 개선 조치 도입			
저소음 기계류 사용			
저소음 기술 및 작업공정 사용			
밀폐, 흡음재 설치			
기계의 저진동 설치			
소음 환경 차단 (소음 차단 스크린)			
소음 환경 표시			
적합한 청각보호장비 착용			
귀마개를 올바르게 삽입			
청력보호구를 작업 중 일관되게 착용			
기타 요인:			

*) 주: “시행된 소음 감소 대책”란에 기재된 질문에 대해서는 사업장의 현장 상태에 대한 첫인상을 그대로 기록할 수 있도록 한다.

3. 소음의 측정 및 평가

위험성평가를 시행하여 관련된 각 근로자에 대한 실제 소음 노출을 판단한다.

다음 파라미터는 위험성평가에 절대 필수적인 요소이다.

- 각각 다른 소음 환경에서의 음압레벨 ($L_{Aeq,i}$)
- 소음 환경에서 근로자의 노출 기간 ($T_{e,i}$)

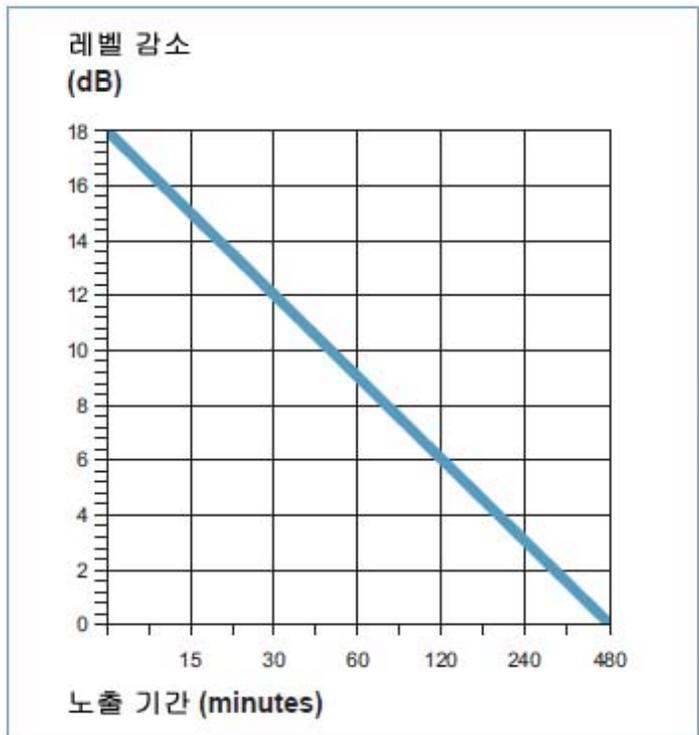
3.1 | 소음노출레벨의 판단

그래프를 이용하여 소음노출레벨을 노출기간의 함수로서 판단할 수 있다.

이는 일일 8시간 작업, 즉, 480분(8시간)의 노출에 상응하는 평가 기간을 바탕으로

하였으며, 이 소음노출레벨은 시간가중 소음레벨 평균치(평균 레벨 L_{Aeq})와 같다.

노출 기간이 짧은 경우에는 소음노출레벨도 이에 따라 감소된다. (수직 축척선)



도형 1

보기:

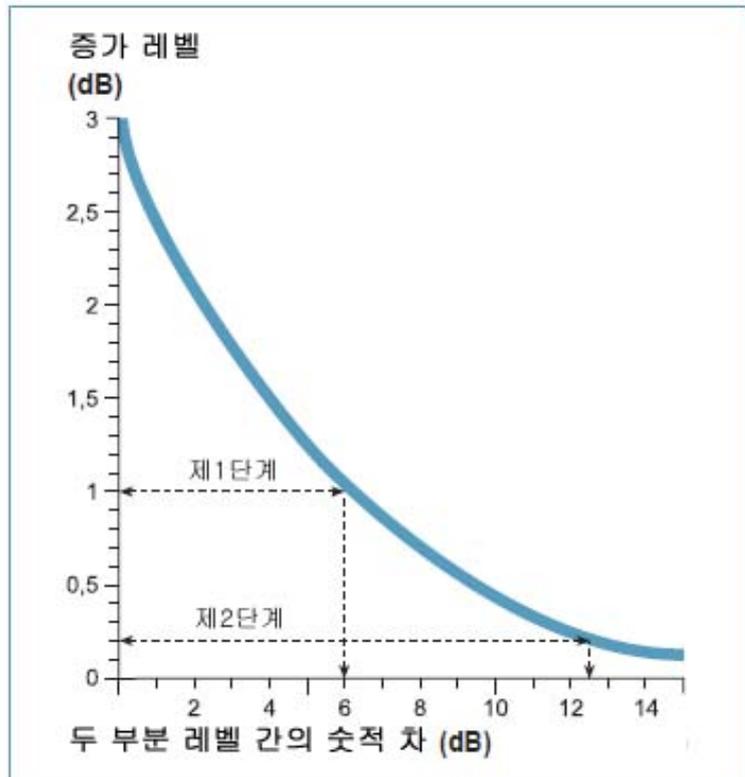
노출 기간 $T_e(h)$	음압레벨 $L_{Aeq} (dB)$	레벨감소 (도형 1 참조) (dB)	일일 소음노출레벨 (dB)
4	90	3	87
2	90	6	84
0.5	90	12	78

일일작업시간동안에 근로자가 다양한 소음노출레벨이 존재하는 구역을 통과하거나, 또는 근로자가 다양한 소음노출레벨이 존재하는 작업을 수행할 경우, 부분적인 소음노출레벨을 고려하여야 한다. **일일 소음노출레벨은 다음과 같이 판단할 수 있다.** 가장 높은 부분 레벨을 기반으로 삼은 후, 그 다음으로 높은 레벨과의 순적 차이를 x축 값으로 기

입하여 증가된 값을 y축에서 구한다.

구해진 값은 다음으로 (세번째로) 높은 개별 값의 기반이 된다.

동일한 방법으로 계속하여 다음 순위의 부분 레벨 값을 구할 수 있다.



도형 2

보기:

근로자가 다음과 같이 일일 작업시간동안 소음에 노출된다. (부분 소음노출은 9페이지의 도형 1 참조)

$T_{e,1}$	=	2시간 동안 90 dB의 소음노출레벨 $L_{Aeq,Te,1}$ 노출	→	84	dB	부분 레벨
$T_{e,2}$	=	1시간 동안 87 dB의 소음노출레벨 $L_{Aeq,Te,2}$ 노출	→	78	dB	부분 레벨
$T_{e,3}$	=	5시간 동안 75 dB의 소음노출레벨 $L_{Aeq,Te,3}$ 노출	→	72.5	dB	부분 레벨
8시간						

▶ 가장 높은 부분 레벨은 **84 dB**.

▶ 두번째로 높은 레벨 간의 차이는 $(84 \text{ dB} - 78 \text{ dB}) = 6 \text{ dB}$
도형2에서 이 값에 해당하는 y축값 1dB증가 레벨을 구한다. (제1단계)
중간 결과값은 $(84 \text{ dB} + 1 \text{ dB}) = 85 \text{ dB}$

▶ 세번째로 높은 레벨 간의 차이는 $(85 \text{ dB} - 72.5 \text{ dB}) = 12.5 \text{ dB}$
도형2에서 이 값에 해당하는 y축값 0.2dB증가 레벨을 구한다. (제2단계)
따라서 근로자의 일일 소음노출레벨 결과값은 $(85 \text{ dB} + 0.2 \text{ dB}) = 85.2 \text{ dB}$

3.2 | 위험성 평가

위험성사정의 목적은 모든 잠재적 피해의 심각성을 그러한 피해가 발생할 가망성과 연관시키는 것이다.

중요:

규명된 위험성 조항(역치값 등)이 국가 법규와 지침에 이미 존재하는 경우 이의 준수는 의무적이다. 이에 대한 위험성 평가는 전문가들에 의하여 이미 시행되었기 때문이다.

일반적인 위험성 평가 및 구체적인 위험성 측정 평가는 일반적인 방지대책을 기업체 수준에 맞게 구체적인 실행으로 옮기기 위할 때나, 최소기준치를 추가하여 추가적인 조치가 필요할 때 시행한다.

위험성사 평가는 가능한 한 객관적인 기준을 바탕으로 하여야 한다. 정신적 작업으로 인하여 완전한 집중을 요구하는 사무소와 같은 곳에서 소음이

심각한 폐가 된다고 주관적으로 감지할 경우, 노출 수준은 주관적인 근거로 추산되고 청각손실은 발생하지 않을 것으로 예측되므로 (주요 역치값에도 불구하고) 양적인 사정이 불가능하다. 이 때문에 올바른 방지대책 수립이 방해받을 수 있다.

소음노출에 의하여 발생하는 위험성을 평가하는데 관련된 파라미터로는 일일 또는 주간 소음노출값과, 높은 피크레벨의 경우에는 C-weighted 피크음압레벨이 있다.

일일작업시간동안에 근로자가 소음의 세기가 달라지는 환경에서 작업하는 경우, 위험성 평가는 각 해당 소음 환경의 각각 다른 레벨과 이러한 소음 레벨에의 일일 노출 시간을 기반으로 하여 판단한 일일 소음노출값을 바탕으로 시행하여야 한다. 이 자료를 바탕으로 상기의 3.1에 기재된 계산을 통하여 실제 노출레벨을 판단할 수 있다.

4. 개선대책

4.1 | 소음감소대책의 기본 양상

소음에 노출된 근로자는 웬만해서는 개인청력보호구를 “반사적으로” 사용하며 기타 형태의 소음감소대책에 대해서는 별 다른 고려를 하지 않는다.

기타 위험성과 마찬가지로, 소음에도 다음의 고려사항이 적용된다.

위험성을 소음원에서 제거하기 위하여 기술적인 진보와 가능한 대책을 고려하여, 소음노출에 의해 발생하는 위험성은 소음원에서 제거하거나 최소한으로 감소하여야 한다. (지침 2003/10/EC 제5조 첫문단)

지침 2003/10/EC는 제5~9조에 다음의 양상 및 주제를 심히 고려한 잠재적 소음감소대책을 기재하였다.

1. 구조적 대책 및 실내 음향 관련 대책
2. 소음원에 대한 대책
3. 자재, 장비 및 작업 공정과 관련된 대책
4. 기술적, 조직적 대책
5. 개인보호장비 (최종 또는 추가적인 선택사항)

4.2 | 구조적 대책 및 실내 음향 관련 대책

소음을 피하거나 감소하기 위한 구조적 대책으로는 실내 및 작업장의 디자인 및 배치가 있다.

원칙적으로 이러한 조치의 목적은 소음환경의 규모를 최대한 감소시키는 것, 즉, 최소한의 근로자가 소음에 노출되거나 이에 영향을 받도록 확보하는 것이다.

가능한 경우에는 실내 음향을 조정하여 다음의 평균흡음율을 달성한다.

- $\alpha_{m,B} = 0.25$ (빈 공간, 디자인 값) 또는

- $\alpha_m = 0.3$ (가구 존재 공간) (옥타브밴드중심주파수가 500, 1000 및 2000 Hz)

특히, 구조 및 음향 문제는 새로운 작업장 및 작업대의 계획 및 설계 단계에서 이미 다루어야 한다.

계획 단계에서의 (건축가에 의한) 필수 구조 및 음향 조치로 보다 나은 효율성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 건설 및 장비 비용도 상당히 절약하게 된다.

4.3 | 소음원에 대한 대책

“소음원에 대한 대책”은 소음이 생성되는 근원에 대한 대책을 취함으로써 소음노출의 감소를 달성할 수 있는 조치를 말한다.

그러한 조치는 다음을 포함할 수 있다.

- 압축공기 노즐을 덜 사용하는 등, 소음이 더 적은 공정의 이용

- 소음을 덜 방사하는 장비(저소음 기계류 또는 압축공기 노즐)의 사용 (또는 구매). 기계 제조업체는 의무적으로 사용설명서에 소음 방사에 대한 정보를 포함하도록 되어있다.
- 연결 요소 및 마운팅을 포함하여 작업장비에 대한 타당한 유지관리 프로그램

4.4 | 자재, 장비 및 작업 공정과 관련된 대책

부분적으로는 소음원에 대한 대책과 유사하다. 작업장비와 도구와 관련된 조치는 다음으로 구성될 수 있다.

- 저소음 도구(원형톱 등)의 사용
- 속도, 이송률, 절단깊이, 도구 종류 또는 윤활유 등과 같은 작업 파라미터의 최적 선택 및 조정

- 소음이 큰 작업장비 또는 공정을 분리된 공간에서 수행
- 최소한의 근로자가 소음 구역에 존재하도록 하는 조직적 대책
- 튜빙, 파이프 시스템 및 기타 구성요소와 관련된 진동감쇠대책

4.5 | 기술적, 조직적 대책

지침에 따른 기술적 대책은 다음과 같다.

- 차폐, 밀폐, 흡음용 덮개 등을 이용한 기체 전달음의 감소대책
- 감쇠나 격리를 통한 구조전파음 경감

조직적 대책은 다음과 같다.

- 소음이 큰 기계와 이 기계로 작업하지 않는 근로자 간의 거리 등, 방사원으로부터의 거리 증가

- 저소음 공정 및 작업장비 취급
- 타당한 휴식 시간 등을 통한 개인별 노출시간의 제한
- (표시 지침을 따른) 소음 환경의 표시

작업중에 하위행동수치(lower action values) 혹은 그 이상의 소음에 노출되는 근로자들은 이 노출로 인하여 발생하는 위험성에 대하여 통지 받아야 한다. (지침 2003/10/EC 제8조)

4.6 | 개인청력보호구

기타 어떠한 수단으로도 소음 노출로 인한 위험성을 예방할 수 없는 경우, 지침 89/656/EEC (기본 지침 89/391/EEC “개인보호장비의 사용”의 근로자보호법에 따른 단일 지침 3호)는 근로자들이 적절하고 올바르게 조정된 개인청력보호장비를 제공받도록 규정하고 있다.

그러한 장비의 선택 및 사용에 대한 권장사항은 다음과 같다.

- 단기 노출에는 귀덮개, 먼지가 많거나 더러운 환경에서는 귀마개 등, 작업조건에 따라 올바른 종류의 보호장비를 선택한다.

- 적절한 소음감소율을 갖춘 보호장비를 선택하여 보호 미달 또는 과보호를 모두 피한다.
- 귀마개가 올바르게 삽입되었는지 확인하고, 한번 사용한 귀마개는 재사용하지 않는다.
- 보호장비는 이를 사용할 구역에다 보관한다.
- 보호장비를 작업중 항상 사용한다. 보호장비 없이 작업하는 것은 비록 단기간이라 하더라도 보호 효과를 극히 감소시킨다.

기본 원칙은

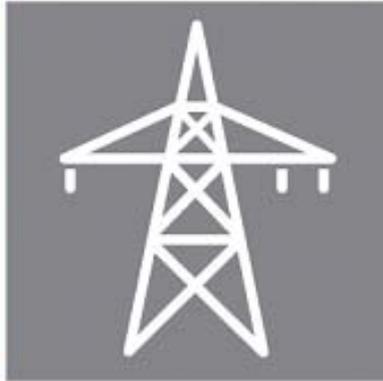
최선의 보호장비는 자신이 착용하고 있는 장비임!

이 브로슈어는 아래와 같은 ISSA 예방 국제분과의 도움으로 제작되었습니다.
더욱 자세한 내용은 아래 연락처를 참조하십시오.



**ISSA
철강금속 분과**

c/o Allgemeine
Unfallversicherungs-
anstalt 국제관계사무국
Adalbert-Stifter-Strasse
65 1200 Vienna Austria
전화: +43 (0) 1-33
111-558
팩스: +43 (0) 1-33
111-469
이메일: issa-
metal@auva.at



**ISSA
전기분과**

c/o
Berufsgenossenschaft
Elektro Textil
Feinmechanik Gustav-
Heinemann-Ufer 130
50968 Köln Germany
전화: +49 (0) 221-
3778-6007 팩스: +49
(0) 221-3778-196007
이메일:
electncty@bget.e.de



**ISSA 기계 및
시스템 안전 분과**

Dynamostrasse 7-11
68165 Mannheim
Germany 전화: +49 (0)
621-4456-2213 팩스:
+49 (0) 621-4456-2190
이메일: info@ivss.org

www.issa.int

ISBN 978-3-941441-00-2