



워터스 생활환경 연구소  
Waters life-environment laboratory

# 실 내 공 기 질 측정 결과보고서



2021년 8월

서해중학교\_실내공기질 측정

워터스생활환경연구소

## 제 출 문

서해중학교 귀중

본 용역결과 보고서를 『2021 년 교사(校舍)내 실내공기질 측정』 결과  
보고서로 제출합니다.

2021. 8

워터스생활환경연구소



# 목 차

## ■ 제출문

## ■ 보고서

1. 사업개요	.....	1
2. 측정기준 및 방법	.....	2
3. 측정항목별 목적	.....	7
4. 측정사진	.....	9
5. 측정결과	.....	11
6. 개선 및 조치방안	.....	17

## ■ 별첨

측정기록부

## I. 사업개요

### 1. 1.1 목적

- 「학교 환경위생 통합관리 지원 사업」 부문 중 교사(校舍) 내 실내공기질을 측정·분석하여 문제점 및 효율적인 환경위생 관리 개선방안 제시
- 환경위생 컨설팅 지원으로 교내환경 취약부분 개선 및 유지·관리로 학생과 교직원의 건강보호·증진에 기여

### 2. 1.2 관련근거

- 학교보건법 제 4 조(학교의 환경위생 및 식품위생)
- 학교보건법 시행규칙 제 3 조(환경위생 및 식품위생의 유지 관리)
- 학교 환경위생 및 식품위생 점검 기준에 관한 고시(교육부 고시 제 2021-10 호)

### 3. 1.3 측정항목

- 실내환경(5 항목), 공기질(13 항목)

구분	측정항목
실내환경(5항목)	환기, 온도, 습도, 조도, 소음
공기질(13항목)	폼알데하이드(HCHO), 총휘발성유기화합물(TVOC), 석면, 라돈(Rn), 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO <sub>2</sub> ), 총부유세균, 낙하세균, 오존, 진드기

### 1.4 측정기준 및 방법

- 학교 환경위생 및 식품위생 점검기준에 관한 고시 적용  
(교육부 고시 제 2021-10 호, 2021.02.26)
- 학교 교사(校舍)내 환경위생 및 식품위생 관리 매뉴얼 적용  
(교육부 2019.10)
- 실내공기질 항목별 측정기준 및 방법

### 1.5 측정횟수

- 실내공기질 측정: 1 회

### 1.6. 측정장소

- 교실(教室) : 학교에서 대표성을 가질 수 있는 교실
  - 수업 중 교실 : 일반교실 2 실, 특별교실 1 실
  - 빈 교실 : 일반교실 2 실, 특별교실 1 실
- 적용시설이 총 10 실이하인 경우 일반교실 2 실(수업중 1 실, 빈교실 1 실)
- 기타 : 보건실, 식당, 교무실, 행정실, 지하교실(있는 경우에만 해당)



## II. 측정기준 및 방법

### 2.1 교사 내 유지·관리기준

항목		주요 유지·관리 기준
환기		1 인·1 시간당 21.6 m³ 이상
조명	자연조명	주광을 5 % 확보, 최소 2 % 이상 최대조도와 최소조도의 비가 10:1 이하 반사물에 의한 눈부심이 발생하지 않도록 함
	인공조명	300 룩스 이상(책상면) 최대조도와 최소조도의 비가 3:1 이하 눈부심이 발생하지 않도록 함
온·습도	실내온도	18 ℃ ~ 28 ℃ (난방: 18 ~ 20 ℃, 냉방: 26 ~ 28 ℃)
	비교습도	30 % ~ 80 %
교사안에서의 공기질 등	미세먼지	75 µg/m³ 이하 ※ 체육관은 150 µg/m³ 이하
	초미세먼지	35 µg/m³ 이하
	이산화탄소	1,000 ppm 이하, 단, 기계식환기시설은 1,500 ppm 이하
	폼알데하이드	80 µg/m³ 이하
	총부유세균	800 CFU/m³ 이하
	낙하세균	10 CFU/실당 이하
	일산화탄소	10 ppm 이하
	이산화질소	0.05 ppm 이하
	라돈	148 Bq/m³ 이하
	총휘발성유기화합물	400 µg/m³ 이하
	벤젠	30 µg/m³ 이하
	톨루엔	1,000 µg/m³ 이하
	에틸벤젠	360 µg/m³ 이하
	자일렌	700 µg/m³ 이하
	스틸렌	300 µg/m³ 이하
	석면	0.01 개/cc 이하
	오존	0.06 ppm 이하
	진드기	100 마리/m³ 이하, 진드기알레르겐(10 µg/m³ 이하)

#### ※ 주요단위 설명

- ppm(parts per million)
  - 환경오염도를 표시할 때 쓰는 일반적인 단위로 100 만분의 1 을 나타낸다.
  - 물오염의 경우 1 L 의 물속에 오염물질이 1 mg이 존재할 경우 농도가 1 ppm 이 된다. 또한, 대기오염에서는 1,000 L 의 대기중 오염물질이 1cc 존재할 때 오염농도가 1ppm 이 된다.
  - 그러나, 물과 공기는 온도와 압력에 따라 부피가 변하므로 물은 보통 1 기압, 4 ℃, 대기는 보통 1 기압, 20 ℃를 표준으로 나타낸다.
- µg/m³
  - 오염물질 농도를 나타낼 때 사용하는 단위로, 부피 1 m³ 안에 들어있는 오염물질의 양(무게)을 의미하며, 1 µg은 10<sup>-6</sup> g 에 해당한다.
  - 표준상태(1 기압, 20 ℃)의 실내공기 중 오염물질의 농도(µg/m³)는 다음과 같은 환산식을 이용하여 ppm 값으로 표시할 수 있다.
$$\text{ppm} = \text{공기중 오염물질농도}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \{24.05\text{L}/\text{오염물질의 분자량}(\text{g})\} \times 10^{-3}$$
- CFU/m³
  - CFU(Colony Forming Unit)는 미생물의 집락(colony)형성 단위로 CFU/m³는 단위부피(m³)의 공기중 미생물의 집락수를 나타낸다.
  - 공기 중 부유세균 또는 낙하세균의 농도가 100CFU/m³라면 공기 1 m³중 부유세균 또는 일정시간 동안 낙하한 낙하세균을 일정조건에서 성장시켜 눈으로 볼 수 있도록 형성된 세균의 집락(colony)이 100 개라는 것을 나타낸다.
- Bq/m³
  - 베크렐(becquerel, 기호 Bq)은 물체가 내는 방사능의 양을 나타내는 단위
  - Bq/m³는 1 입방미터의 공기 중에 라돈의 원자핵이 1 초에 1 개씩 핵붕괴 하는 것을 말한다.
- 개/cc
  - 석면의 공기중 농도를 나타내는 단위로, 개/cc는 채취한 공기 1 cc 내에 존재하는 석면의 개수를 의미한다.
  - 공기부피 1 cc는 1 ml와 같다.



## 2.2 유지기준 및 방법

측정항목		검사방법	검사횟수	기준	적용교실
환기		간접측정법 또는 직접측정법	상·하반기 각각 1회 이상	1인당 환기량 21.6 m³ 이상	수업 중 교실
온도		디지털 온·습도계	상·하반기 각각 1회 이상	난방 18-20 ℃ 냉방 26-28 ℃	수업 중 교실, 보건실
습도		디지털 온·습도계	상·하반기 각각 1회 이상	30~80 %	수업 중 교실
조도(인공조명)		책상면과 칠판면 각각 측정	상·하반기 각각 1회 이상	300 룩스 이상 최대조도와 최소조도의 비 3:1이하	빈 교실
소음 (외부소음 영향이 큰 교실)		학생이 없는 상태에서 측정 (창문닫고 측정)	상·하반기 각각 1회 이상	55 dB(A) 이하	빈 교실
미세먼지(PM10)		중량법, 베타선흡수법, 광산란법	상·하반기 각각 1회 이상	75 (μg/m³) 이하	수업 중 교실, 급식시설
				150 (μg/m³) 이하	체육관, 강당
미세먼지(PM2.5)		중량법, 베타선흡수법, 광산란법	상·하반기 각각 1회 이상	35 (μg/m³) 이하	수업 중 교실, 급식시설
이산화탄소(CO₂)		현장직독식측정 (비분산적외선분석법이 적용 된 기기사용)	상·하반기 각각 1회 이상	1,000 (ppm) 이하 (기계환기1,500)	수업 중 교실, 급식시설
폼알데하이드		현장직독식측정 (필요 시 2,4-DNPH유도체화 HPLC 분석법으로 측정)	상·하반기 각각 1회 이상	80 (μg/m³) 이하	빈 교실, 기숙사 (건축 후 3년이 지나지 않은 기숙사로 한정) 및 급식시설
총부유세균		충돌법 (공기 포집 후 35℃±1℃에서 48시간배양)	상·하반기 각각 1회 이상	800 (CFU/m³) 이하	수업 중 교실, 급식시설
낙하세균		표준한천배지 (공기 포집 후 35℃±1℃에서 48시간배양)	상·하반기 각각 1회 이상	10 (CFU/실) 이하	보통 급식시설
일산화탄소(CO)		현장직독식측정 (필요 시 비분산적외선분석법 으로 측정)	상·하반기 각각 1회 이상	10 (ppm) 이하	개별난방 및 도로변 교실 등
이산화질소(NO₂)		현장직독식측정 (필요 시 화학발광법으로 측 정)	상·하반기 각각 1회 이상	0.05 (ppm) 이하	개별난방 및 도로변 교실 등
라돈(Rn)		① 1차 수동형장치측정방법 ② 일정 기준 초과시 단기간 연속 측정방법으로 시설 개·보수 여 부 판단 (단, 단기간 연속측정방법으 로 1차 측정한 경우 2차 검사 를 실시하지 않을 수 있음)	상·하반기 각각 1회 이상	148 Bq/m³	기숙사 (건축 후 3년이 지나지 않은 기숙사로 한정), 1층 및 지하의 교사
휘발성 유기화합물 (VOCs)	총휘발성 유기화합물 (TVOCs)	고체흡착관과 GC-MS/FID 분 석	상·하반기 각각 1회 이상	400 (μg/m³) 이하	빈 교실, 급식시설 및 기숙사 (건축 후 3년이 지나지 않은 기숙사로 한정)
	벤젠 (Benzene)			30 (μg/m³) 이하	
	톨루엔 (Toluene)			1,000 (μg/m³) 이하	
	에틸벤젠 (Ethylene)			360 (μg/m³) 이하	
	자일렌 (Xylene)			700 (μg/m³) 이하	
	스티렌 (Stylene)			300 (μg/m³) 이하	
석면		위상차현미경으로 측정하여 기준치초과 시 전자현미경법으로 측정	상·하반기 각각 1회 이상	0.01 (개/cc) 이하	「석면안전관리법」 제22 조제1항 후단에 따른 석 면건축물
오존(O₃)		현장직독식측정 (필요 시 자외선광도법으로 측정)	상·하반기 각각 1회 이상	0.06 (ppm) 이하	행정실, 교무실, 컴퓨터실 등 1개소
진드기 (진드기알레르겐)		현미경 계수법 효소면역측정법(ELISA법) 간이측정법(진드기검사용 kit 등)	상·하반기 각각 1회 이상	100 (마리/m³) 10(μg/m³)이하	보건실

※ 교육부 고시 제 2021-10 호(2021.02.26) 「학교 환경위생 및 식품위생 점검 기준에 관한 고시 적용

## 2.3 측정장비 현황

측정항목	측정방법	측정장비	측정범위	제조사	모델명
온도	직독식측정법		0.0~50.0 ℃	TSI	7545
습도	직독식측정법		0.0~95.0 %		
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	비분산적외선법		0~10,000 ppm		
일산화탄소	비분산적외선법		0.1~500 ppm		
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	비분산적외선법		0~10,000 ppm	KEMIK	IQ-610Xtra
일산화탄소	비분산적외선법		0.1~500 ppm		
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	직독식측정법		0.1~20 ppm		
오존	직독식측정법		0.1~500 ppm		
이산화질소	직독식측정법		0.01~20 ppm	AeroQual	S-200
오존	직독식측정법		0.00~1.00 ppm		
조도	광전지조도법		0~20,000 Lux	LUTRON	LM-9000
소음	등가소음도		30~130 dB(A)	Tenmars	TM-102
미세먼지 (PM10)	광산란법		0~1,000 ug/m <sup>3</sup>	Met One Instruments	831
초미세먼지 (PM2.5)					

측정 항목	측정 방법	측정 장비	측정 범위	제조사	모델명
폼알데하이드	직독식 측정법		20~1,000 ppb	HAL TECH	205
폼알데하이드	직독식 측정법		0.01~50 ppm	KEMIK	FMD-htV
폼알데하이드	GC/MS법		0.1~1.5 L/min	SIBATA	MP-100KN II
휘발성 유기화합물	GC/MS법		0.05~0.5 L/min	SIBATA	MP-30KN II
총부유세균	충돌법		0~30 L/min	토탈ENG	BMW-20
총부유세균	충돌법		0~30 L/min	KEMIK	KAS-110

측정 항목	측정 방법	측정 장비	측정 범위	제조사	모델명
진드기	자가진단 키트법		0~20마리 20~99마리 100마리 100마리이상	ASAN	진드기 자가진단 키트
석면	석면샘플러		0~25 LPM	토탈ENG	BMW-100
석면	석면샘플러		0~25 LPM	KEMIK	KMS-5100
라돈	장기측정법		-	알엔테크	알파트랙

### Ⅲ. 측정항목별 목적

※ 학생들의 건강 및 학습능률을 향상시키고 학생과 교직원들의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방하기 위하여는 측정의 결과치에 의존하기에 앞서 우선적으로 교사(校舍)내 실내공기질 측정의 의미를 짚어보고, 실내환경과 공기질 분야의 각 항목별 측정의 중요성과 목적을 인식하여야 할 것입니다.

#### 가. 실내환경 분야

##### 1) 환기

○ 실내에서 발생하는 열, 수증기, 냄새, 먼지 및 유해가스 등에 의하여 실내공기가 오염되는 것을 방지하고, 산소농도가 감소함으로써 유발되는 학생 및 교직원의 불쾌감이나 보건위생에 대한 위해성을 방지하는데 그 목적이 있다.

##### 2) 온도, 습도

○ 학교시설에서 온도 및 습도는 쾌적한 실내공기환경 유지에 중요한 조건이므로, 적절한 온·습도를 유지하여 학생들의 건강 및 학습능률을 향상시키는데 그 목적이 크다.

##### 3) 조도

○ 교실 등의 공간에서 조도는 학생들에게 학습의욕 및 학습능률에 영향을 줄 수 있으므로, 이에 적당한 조도조건을 측정 및 관리함으로써 학생들의 시력보호 등 건강을 유지하고 학습능률을 향상시키는데 그 목적이 있다.

##### 4) 소음

○ 소음의 측정은 교사 외부에 의한 소음과 교사 내에서 발생하는 소음 상태를 점검하여 적절하게 관리함으로써 학교 구성원의 청력보호와 학습능률을 향상시키는데 그 목적이 크다.

#### 나. 공기질 분야

##### 1) 폼알데하이드

○ 화학물질과민증의 일종인 새학교증후군의 원인물질로 알려져 있는 폼알데하이드는 학교의 신축, 개축, 보수 등의 공사나 가구, 컴퓨터 등에서 방출되며, 자극성 냄새로 인하여 불쾌감, 두통 등을 일으키므로 이를 관리함으로써 학생과 교직원의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

##### 2) 휘발성유기화합물

○ 실내에서 발생하는 각종 휘발성유기화합물은 불쾌한 자극과 냄새를 느끼게 하며 상황에 따라 새학교증후군을 나타내는 원인물질이 되므로 적절히 관리하여 학생들의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방하기 위함에 그 목적이 있다.

##### 3) 석면

○ 실내에서는 다양한 형태의 섬유(보온재, 방화용 물질 등)들이 발생하게 되는데 직경이 5 $\mu$ m이하의 섬유는 기도를 거쳐 폐에 침착하게 되면 폐암을 유발할 수 있으므로 학교 교사 내에서의 석면을 적절하게 유지 및 관리함으로써 학생 및 교직원의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

##### 4) 라돈

○ 라돈은 토양, 콘크리트, 석면슬레이트 등의 건축자재에 존재하므로 가스상태로 방출되는 라돈의 농도를 측정하여 적절하게 유지 및 관리함으로써 학생 및 교직원의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

##### 5) 미세먼지, 초미세먼지

○ 미세먼지는 폐포까지 깊숙이 침투하여 각종 호흡기 질환 및 인체의 면역기능을 떨어뜨린다. 따라서, 교사 안에서의 공기중 미세먼지 농도를 측정하여 적절하게 유지 관리함으로써 학생 및 교직원의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

##### 6) 이산화탄소



○ 이산화탄소 농도는 실내공기의 오염정도를 파악하기 위한 지표물질로서 환기성능 검사뿐만 아니라 다른 오염물질의 발생가능성도 추정이 가능하므로 학생 및 교직원이 오염물질에 대한 노출정도와 환기효과를 알기 위해 주기적으로 이산화탄소의 농도를 측정하기 위함에 그 목적이 있다.

○ 계절에 따른 냉·난방 시기에 이산화탄소의 유지·관리를 위하여 환기횟수의 적절한 조절이 이루어진다면 적정 온·습도의 유지 및 이산화탄소 농도의 저감에 도움이 될 것으로 본다.

#### 7) 일산화탄소

○ 일산화탄소는 불완전 연소에 의하여 발생하며, 그 농도가 높은 경우에는 직접적으로 건강에 영향을 미치게 된다.

○ 이산화탄소와는 다르게 일산화탄소는 직접 그 독성이 문제가 되므로 학생의 건강을 보호하는 관점에서 기준이 정해져 있다.

○ 그렇기 때문에 기준치가 초과될 경우에는 신속하게 원인을 찾아내고 대책을 강구하는데 그 목적이 있다.

#### 8) 이산화질소

○ 이산화질소는 교실에서 개방형 난방기구로 인해 발생하는 것과 도로변에서 발생하는 오염물질로 고농도에서는 호흡기 질환에 영향을 미치므로 적절히 유지 관리하여 학생 및 교직원들의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방하기 위함에 그 목적이 있다.

#### 9) 총부유세균

○ 총부유세균은 공기중의 생물학적 오염을 파악하기 위한 중요한 지표가 되며 인체에 전염성 질환, 알레르기성 질환, 호흡기 질환 등을 유발시킬 수 있는 세균이 포함되어 있으므로 적정하게 관리하여 학생 및 교직원의 건강을 보호하고 증진시키는데 그 목적이 있다.

#### 10) 낙하세균

○ 낙하세균은 미생물이 바람이나 학생들의 활동과 관련하여 공기중에 부유하다 낙하하여 증식하는 세균으로 부유세균과 함께 실내공기의 청정도를 나타내는 지표가 되므로 이를 관리하여 학생의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

#### 11) 오존(O<sub>3</sub>)

○ 오존은 교실 및 사무실 등에서 사용하는 전산기기 등의 사무용기기에서 많이 발생하거나 도로변 등 대기오염이 심각한 지역에서 교실안으로 유입되므로 학교 교사 안에서의 오존농도를 적절하게 유지 및 관리함으로써 학생 및 교직원의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다.

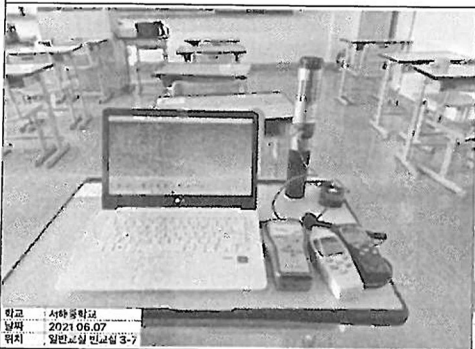
#### 12) 진드기

○ 진드기는 사람을 찌르거나 진드기 유래 단백질이 알레르겐이 되어 천식이나 알레르기를 일으킴으로써 학생들에게 건강상 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다. 특히 집먼지 진드기가 환경위생상의 문제로 중요시 되고 있어 교내 환경의 위생적인 관리로 학생 및 교직원의 건강을 보호하고 증진시키는데 그 목적이 있다.

#### IV. 측정사진



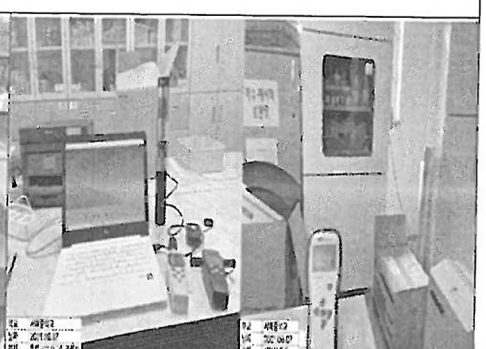
서해중학교



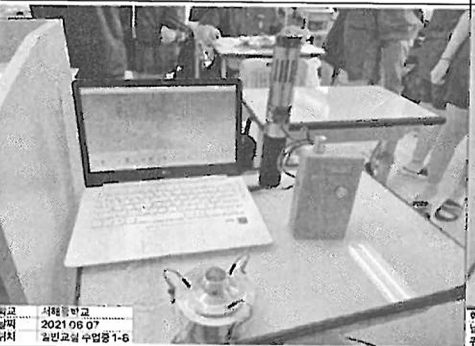
3-7 일반교실 빈교실



3-8 일반교실 빈교실



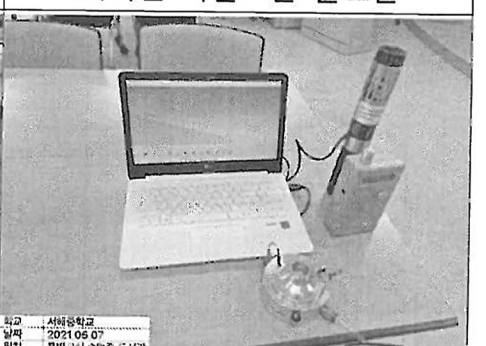
과학실 특별교실 빈교실



1-8 일반교실 수업중



2-9 일반교실 수업중



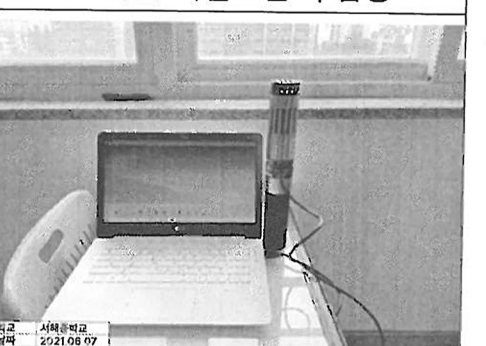
도서관 특별교실 수업중



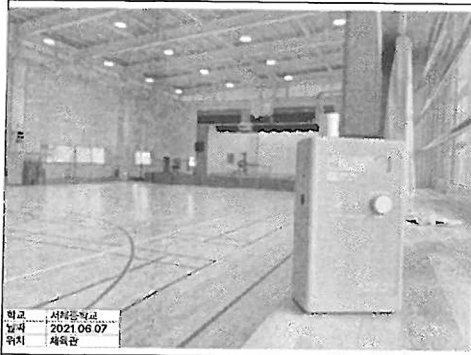
보건실



식당



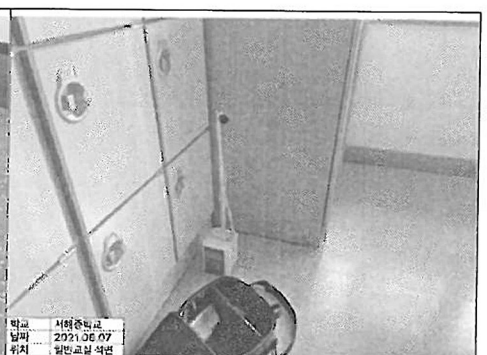




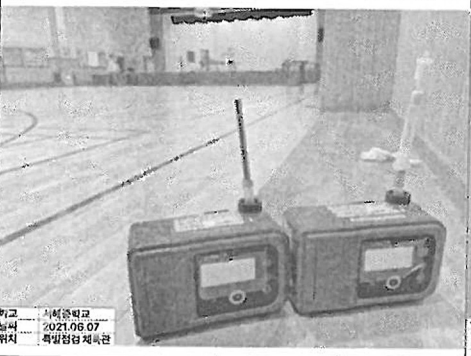
체육관



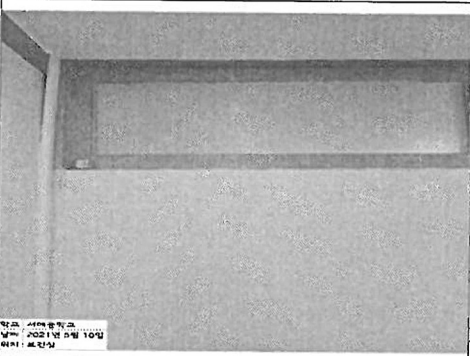
행정실



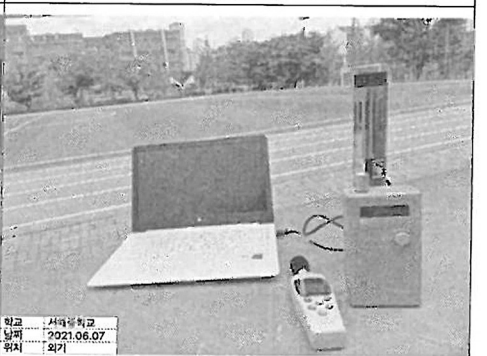
석면 일반교실



체육관 특별점검



보건실



외기

[별지서식]

학교 환경위생 및 식품위생(정기·특별) 점검표

1. 개요

학 교 명	서해중학교		교 장	김 태 훈
소 재 지	경기도 시흥시 옥구천서로 373번길 18			
설립구분	공립		교 실 수	일반 ( 26 실), 특별( 10 실)
전화번호	070-7097-1901		FAX 번호	031-487-1440
설비현황	냉방	중앙 : 80 실, 개별 : 실	먹는물 시설	먹는물 (상수도, 지하수, 기타)
	난방	중앙 : 80 실, 개별 : 실		저수조 1 개
	환기	중앙 : 실, 개별 : 실		정수기 15 개(먹는샘물 : 개)
급식시설	조리실(☉ X), 식당(○, X)		체육장	마사토
체육관 및 강당	체육관 : 1 실, 강당 : 0 실		기숙사	(○, X) 신축(증·개축) 년도 :

2. 학교시설 환경 측정개요

① 측정일자	2021-06-07, 2021-07-12			② 측정시간	12:00 ~ 14:30		
③ 측정장소	서해중학교						
④ 측정자	(소속) 워터스생활환경연구소			(성명) 김준희			
⑤ 측정조건	건축물 및 교실의 특성, 측정지점(교사 평면도에 표기) 및 환기장치 가동여부, 외기 상태 등 기재						
현 장 정 보 (외 기)	온도(℃)	습도(%)	소음(dB)	PM10(μg/㎡)	PM2.5(μg/㎡)	CO2(ppm)	오존(ppm)
	26.6	46.3	49.7	93.8	55.6	528	0.02

3. 측정지점별 측정결과

3-1 학교시설에서의 공기질

측정항목	측정조건		측정횟수	측정결과			유지기준	평가 결과	측정기기 사양					측정방법	비고
	측정장소	측정시간		최소	최대	평균			제조사	모델명	제적일	고유번호	검정일		
PM10 (μg/㎥)	1-8	12:00 ~ 14:30	5	68.4	74.8	71.3	75 이하	적합	MetOne nstruments	831	2021	B10636	2021.04.20	광산란법	
	2-9		5	66.4	73.9	70.6		적합							
	도서관		5	69.3	76.8	73.0		적합							
	급식실		5	63.6	71.2	67.9		적합							
	-						150 이하	-							
	체육관(앞)		5	87.6	96.7	92.3		적합							
	체육관(뒤)		5	91.1	104.9	101.5		적합							
	-							-							
PM2.5 (μg/㎥)	1-8	12:00 ~ 14:30	5	24.8	27.9	26.4	35 이하	적합	MetOne nstruments	831	2021	B10636	2021.04.20	광산란법	
	2-9		5	22.2	27.3	24.7		적합							
	도서관		5	27.7	32.2	29.4		적합							
	급식실		5	30.1	34.4	32.7		적합							
	-							-							
	-							-							
CO2 (ppm)	1-8	12:00 ~ 14:30	5	905	1047	976	1000 이하	적합	GRAY WOLF	IQ- 610Xtra	2021	05-2973	2021.04.20	현장직독식	
	2-9		5	884	976	930		적합							
	도서관		5	863	935	899		적합							
	급식실		5	838	940	889		적합							
	-							-							
	-							-							
CO (ppm)	3-5	12:00 ~ 14:30	5	0.5	0.6	0.6	10 이하	적합	GRAYWOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	2021.04.20	현장직독식	
NO2 (ppm)	3-5	12:00 ~ 14:30	5	0.03	0.03	0.03	0.05 이하	적합	GRAYWOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	2021.04.20	현장직독식	
오존 (ppm)	행정실	12:00 ~ 14:30	3	0.02	0.02	0.02	0.06 이하	적합	GRAYWOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	2021.04.20	현장직독식	

측정항목명	측정조건		측정횟수	측정결과			기준치	비고	측정기기 사양					검사방법	비고
	측정장소	측정시간		최소	최대	평균			제조회사	모델명	제작년	고유번호	검정결과		
HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3-7	12:00 ~ 14:30	3	0.01	0.01	13.4	80 이하	적합	PPM	FMD-htV	2021	0052104016	2021.04.21	현장직독식	
	3-8		3	0.01	0.03	26.7		적합							
	과학실		3	0.02	0.03	31.2		적합							
	급식실		3	0.02	0.04	40.1		적합							
	-														
총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )	1-8	12:00 ~ 14:30	1	556	556	556	800 이하	적합	토탈(ENG)	BMW-20	2021	BMW1115	2021.04.21	충돌법	
	2-9		1	289	289	289		적합							
	-							-							
	도서관		1	140	140	140		적합							
	급식실		1	201	201	201		적합							
	보건실		1	773	773	773		적합							
PM <sub>10</sub> ( $\text{R}_{\text{eq}}/\text{m}^3$ )	보건실	3개월	1	17	17	17	148 이하	적합	알엔테크	알파트렉	-	-	-	장기측정법	
	-							-							
	-							-							
TVOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	228.5	291.5	265.0	400 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	2차 재분석
	-							-							
	-							-							
	-							-							
석면 (개/CC)	3-1반	12:00 ~ 14:30	1	0.01개/CC 미만	0.01개/CC 미만	0.01개/CC 미만	0.01개/CC 미만	적합	KEMIK	KMS-5100	2021	21KR551	2021.04.21	위상차 현미경법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
칸디다 등	보건실	12:00 ~ 14:30	1	200이하	200이하	200이하	100 이하	적합	이산제약	Mile-CH-ECK	-	-	-	간이측정법	
벤젠 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	0.0	0.0	0.0	30 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
플루엔 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	57.3	59.2	58.2	1000 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
에틸렌 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	25.7	30.3	28.0	360 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
지일렌 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	22.8	26.5	24.7	700 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
스티렌 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	68.5	76.6	72.5	300 이하	적합	SIBATA	MP-Σ30	2019	130876	2021.03.31	고체흡착 열탈착법을 이용한 GC/MS 분석방법	
	-							-							
	-							-							
	-							-							
HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	체육관	12:00 ~ 14:30	2	78.4	80.6	79.6	80 이하	적합	SIBATA	MP-Σ100	2019	131385	2021.03.31	DNPH 카트리지를 이용한 HPLC 분석법	2차 재분석
	-							-							
	-							-							
	-							-							

3-2 학교시설에서의 공기질 외 항목

측정항목	측정조건		측정횟수	측정결과			유지기준	평가결과	측정기기 사양				측정방법	비고
	측정장소	측정시간		최소	최대	평균			제조사	모델명	제작일	고유번호		
환기	3-7	12:00 ~ 14:30	1	-	-	21.6 이상	21.6 이상	적합	GRAY WOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	자연환기 CO <sub>2</sub> 농도 측정	
	3-8		1	-	-	21.6 이상		적합						
	과학실		1	-	-	21.6 이상		적합						
	-							-						
온도 (℃)	3-7	12:00 ~ 14:30	3	27.1	27.3	27.2	18~28	적합	GRAY WOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	현장직독식	
	3-8		3	26.8	27.3	27.1		적합						
	과학실		3	26.1	26.4	26.3		적합						
	-							-						
습도 (%)	3-7	12:00 ~ 14:30	3	47.6	47.9	47.8	30~80	적합	GRAY WOLF	IQ-610Xtra	2021	05-2973	현장직독식	
	3-8		3	49.6	52.2	50.9		적합						
	과학실		3	51.5	51.8	51.7		적합						
	-							-						
소음 (dB)	3-7	12:00 ~ 14:30	3	44.3	45.3	44.9	55 이하	적합	Tenmars	TM-102	2002	200203292	현장직독식	
	3-8		3	43.5	45.6	44.6		적합						
	과학실		3	46.6	47.5	47.0		적합						
	-							-						
조도 표상면 (LUX)	3-7	12:00 ~ 14:30	9	903	1047	972	300 이상	적합	Tenmars	TM-204	2009	190701780	현장직독식	
	3-8		9	889	1049	970		적합						
	과학실		9	916	1069	991		적합						
	-							-						
조도 작업면 (LUX)	3-7	12:00 ~ 14:30	9	779	908	839	300 이상	적합	Tenmars	TM-204	2009	190701780	현장직독식	
	3-8		9	745	927	840		적합						
	과학실		9	789	948	867		적합						
	-							-						
조도비 (백상면)	3-7	12:00 ~ 14:30	-	-	-	1.16	3:1 이하	적합	-	-	-	-	-	
	3-8		-	-	-	1.18		적합						
	과학실		-	-	-	1.17		적합						
	-							-						
조도비 (작업면)	3-7	12:00 ~ 14:30	-	-	-	1.17	3:1 이하	적합	-	-	-	-	-	
	3-8		-	-	-	1.24		적합						
	과학실		-	-	-	1.20		적합						
	-							-						

4. 일반 환경위생 및 식품위생 점검결과(점검자 : )

점검항목	주요 점검내용	점검결과	특이사항
폐 기 물	폐기물의 구분, 처리방법·횟수는 적당한가		
	폐기물 용기의 재질, 구조 등은 적당한가		
	폐기물용기 및 배치장소는 청결한가		
	실험폐수는 적법하게 처리되고 있는가		
구내매점	매점주변 및 상품진열대는 청결한가		
	매점의 취급품목은 적정하며 관리요령을 준수 하는가		
먹는물	먹는 물은 수질기준에 적합한가		
상 수 도 및 하 수 도	상·하수도 도면이 비치되어 있는가		
	수도관은 누수 또는 노후하지 않는가		
	물탱크는 정기적 청소와 점검을 하였는가		
	우수·오수시설 설비는 제기능을 하는가		
화 장 실	청결상태, 채광·조명, 환기상태가 양호한가		
	손씻는 전용시설과 소독설비가 있는가		
	비품비치 상태 및 시설설비는 고장이 없는가		
기 타 환경위생	청소·소독시기 및 방법은 적정한가		
	취 및 위생해충 등을 제거하여 없는가		
	수목·화초의 방제시기 및 방법은 적정한가		
	수영조 욕수는 수질기준에 적합한가		
	시설설비 및 부대시설의 관리는 양호한가		
	임영자의 위생·안전지도가 이루어지는가		

※ 작성기준 : 점검결과는 우수 "A", 보통 "B", 미흡 "C"로 평가하며, 세부사항은 「학교환경위생 및 식품위생관리 매뉴얼」 참조

5. 검사결과에 따른 종합의견 및 근거자료(사진 등 첨부)

실내공기질 측정기록부 (1/2)

① 의 뢰 인	상호(기관명)	서해중학교		2 의 뢰 내 용	측정용도	실내공기질 측정		
	소재지(주소)	경기도 시흥시 옥구천서로 373번길 18			시설구분	교육시설		
	대 표 자	김 태 훈			급별구분	중학교		
	의뢰인	시흥시 교육지원청			점검구분	정기 및 특별점검		
③ 측정일 및 측정자		측 정 일	2021-06-07, 2021-07-12		측정자	김준희		
■ 일반교실 및 특별교실(수업중 교실)								
측 정 항 목	관 리 기 준	측 정 지 점						
		1-8	2-9	도서관	급식실	-	3-5	보건실
PM10	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	71.3	70.6	73	67.9	-	-	-
PM2.5	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	26.4	24.7	29.4	32.7	-	-	-
CO <sub>2</sub>	1000 ppm 이하	976	930	899	889	-	-	-
CO	10 ppm 이하	-	-	-	-	-	0.6	-
NO <sub>2</sub>	0.05 ppm 이하	-	-	-	-	-	0.03	-
총부유세균	800 CFU/ $\text{m}^3$ 이하	556	289	140	201	-		773
■ 일반교실 및 특별교실(빈교실)								
측 정 항 목	관 리 기 준	측 정 지 점						
		3-7	3-8	과학실	급식실			
환 기	21.6 $\text{m}^3/\text{h}$ 인 이상	21.6 이상	21.6 이상	21.6 이상	-			
온 도	18 ~ 28 $^{\circ}\text{C}$	27.2	27.1	26.3	-			
습 도	30 ~ 80 %	47.8	50.9	51.7	-			
소 음	55 dB(A) 이하	44.9	44.6	47.0	-			
조도(책상면)	300 Lux 이상	972	970	991	-			
조도(칠판면)	300 Lux 이상	839	840	867	-			
조도(책상면)	3 : 1 이하	1.16	1.18	1.17	-			
조도(칠판면)	3 : 1 이하	1.17	1.24	1.20	-			
HCHO	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	13.4	26.7	31.2	40.1			
■ 체육관 및 강당								
측 정 항 목	관 리 기 준	측 정 지 점						
		체육관(앞)	체육관(뒤)	-	-			
PM10	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	92.3	101.5					
■ 석면 측정교실								
측 정 항 목	관 리 기 준	측 정 지 점						
		3-1반	-	-	-			
석면	0.01 개/cc 이하	0.01개/CC 미만						

④  
측  
정  
및  
분  
석  
결  
과



실내공기질 측정기록부 (2/2)

① 의 뢰 인	상호(기관명)	서해중학교		② 의 뢰 내 용	측정용도	실내공기질측정
	소재지(주소)	경기도 시흥시 옥구천서로 373번길 18			시설구분	교육시설
	대 표 자	김 태 훈			급별구분	중학교
	의 령 인	시흥시 교육지원청			점검구분	정기 및 특별점검
③ 측정일 및 측정자		측 정 일	2021-06-07, 2021-07-12		측정자	김준희

④ 측정및분석 결과	■ 증 개축 교실(또는 어린이 활동공간)						
	측정항목	관리기준	측정지점				
			체육관	-	-	-	
	TVOC	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	265				
	벤젠	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	0.0				
	톨루엔	1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	58.2				
	에틸벤젠	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	28				
	자일렌	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	24.7				
	스티렌	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	72.5				
	HCHO	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	79.6				
	■ 기타교실(1)						
	측정항목	관리기준	측정지점				
			보건실				
	진드기	100 마리/ $\text{m}^2$ 이하	20마리 이하				
	측정항목	관리기준	측정지점				
			보건실	-	-		
	라돈	148 Bq/ $\text{m}^3$	추후공지				
	■ 기타교실(2)						
	측정항목	관리기준	측정지점				
			행정실				
	오존	0.06 ppm 이하	0.02				

위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다.

2021-06-07, 2021-07-12

상 호 : 워터스생활환경연구소

소 재 지 : 경기도 군포시 공단로 140번길 46 1210~1214호

연 락 처 : 1544 - 7712

대표자 : 이 지 혜



- 측정사진





## VI. 개선조치 방안

구분	오염물질 항목	기 준	기준 초과 시 개선조치
실내환경	환기	1 인당 환기량 21.6 m <sup>3</sup> 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>수업전에 창문을 열어 충분히 환기</li> <li>수업중에도 창문을 조금 열어 자연환기의 양을 증가</li> </ul>
	조도(인공조명)	300 Lux 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>전구, 형광등의 먼지를 제거하고 노후상태 점검</li> <li>어두워진 광원과 꺼진 광원의 교체</li> <li>커튼 등을 이용하여 균일한 조도 유지로 눈부심 방지</li> </ul>
	온도	18 ~ 28 ℃	<ul style="list-style-type: none"> <li>고른 온도 분포 유지를 위한 냉·난방 장치 가동</li> </ul>
	습도	30 ~ 80 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>습도가 낮을 경우 가습을 고려</li> </ul>
	소음	55 dB(A) 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>방음벽 등 방음시설을 설치하거나, 이중창 또는 냉·난방 시설 등의 설치 고려</li> </ul>
공기질	미세먼지(PM10)	75 µg/m <sup>3</sup> 이하 (체육관 150 µg/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>수업시간 중 창문을 자주 열고, 물청소 등을 실시하여 먼지의 비산을 최소화, 실내화 착용</li> <li>※ 외기가 높을 경우 환기를 지양하고 물청소 등을 실시하여 먼지비산을 최소화</li> </ul>
	초미세먼지(PM2.5)	35 µg/m <sup>3</sup> 이하	
	이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	1,000 ppm 이하 (기계환기 1,500 ppm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>창문을 열어 자주 환기</li> <li>커튼 등에 의해 실외공기의 유입이 방해되지 않도록 함</li> </ul>
	폼알데하이드(HCHO)	80 µg/m <sup>3</sup> 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>창문을 열어 환기를 자주 시키고 농도가 높은 경우 베이킹아웃(Bake-out) 등의 방법을 이용</li> <li>실내환경에서의 반감기가 2.5~3년 정도로 신축 1년이 초과되더라도 지속적으로 관리</li> </ul>
	총부유세균	800 CFU/m <sup>3</sup> 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>환기를 통해 습도를 낮추고 청결 유지</li> </ul>
	낙하세균	10 CFU/실당 이하	
	일산화탄소(CO)	10 ppm 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>창문을 열어 자주 환기</li> <li>※ 직접연소에 의한 개방형 난로 사용할 경우 연소에 의한 영향을 받지 않는 난방기로 교체</li> </ul>
	이산화질소(NO <sub>2</sub> )	0.05 ppm 이하	
	라돈(Rn)	148 Bq/m <sup>3</sup> 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>환기설비의 가동을 통해 라돈 감소</li> </ul>
	총휘발성유기화합물(TVOC)	400 µg/m <sup>3</sup> 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>창문을 열어 환기를 자주 시키고 농도가 높은 경우 베이킹아웃(Bake-out) 등의 방법을 이용</li> </ul>
	석면	0.01 개/cc 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>적절한 환기와 기계환기장치 사용</li> </ul>
	오존(O <sub>3</sub> )	0.06 ppm 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>창문을 열어 자주 환기</li> <li>※ 외기가 높을 경우 창문을 닫아 실내 유입방지</li> <li>오존발생 사무기기는 환기가 용이한 위치로 배치</li> </ul>
	진드기	100 마리/m <sup>3</sup> 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>침구류는 위생적인 재질(면소재 등)로 사용하고, 주기적인 세탁 및 소독(일광소독 등) 실시</li> <li>실내 습도 50 %이하로 유지</li> </ul>

## [점검 및 관리방법]

### 1. 실내환경

#### 1) 환기

- 실내에서 발생하는 열, 수증기, 냄새, 먼지 및 유해가스 등에 의하여 실내공기가 오염되는 것을 방지하고, 산소농도가 감소함으로써 유발되는 학생 및 교직원의 불쾌감이나 환경위생에 대한 위해성을 방지하는 데 있다.
- 환기는 적어도 매 수업시간마다 해주는 것을 원칙으로 한다.
- 동절기 및 하절기 냉·난방기 가동 시 창을 오래 열어 놓으면 에너지가 많이 소비되어 환기를 기피할 수 있으므로, 창문 등을 2~3 시간 주기로 1~2 분 정도 개방한다.
- 기계식 환기설비가 없는 교실에서는 수업 전에 창문을 열어 충분히 환기시키고 수업 중에도 실내 공기질이 좋지 않다고 느낄 경우 창, 복도의 문 등을 조금 열어 자연환기의 양을 증가시키도록 하고 규정의 환기 횟수에 못 미치는 경우는 창문의 개방, 에너지 효율을 고려한 환기 장치의 설치를 고려한다.

#### 2) 조도

- 교실 등의 공간에서 조도는 학생들에게 학습의욕 및 학습능률에 영향을 줄 수 있으므로, 이에 적당한 조도 조건을 측정 및 관리함으로써 학생들의 시력보호 등 건강을 유지하고 학습능률을 향상시키는 데 있다.
- 조도가 부적절한 경우 눈부심을 일으키는 광원은 가림막(커튼 등)을 부착하거나 빛산란을 없애도록 한다. 눈부심의 원인이 되는 광원과 창을 가려 눈부심을 방지하도록 한다.
- 교실 내 조명기구를 정기적으로 점검하여 전구, 형광등의 먼지를 제거하거나, 노후상태를 점검하여 교체 및 추가설치 하는 등 적정조도를 유지한다.

구 분	최저허용농도	표준기준조도	최고허용조도
교실 (철판)	300	400	600
교직원실, 사무실	150	200	300
급식실, 식당, 주방	150	200	300
도서열람실	600	1000	1500
보건실	150	200	300
세면장, 화장실	60	100	150
실험실습실	300	400	600
컴퓨터실	300	400	600
방송실	150	200	300
탈의실	60	100	150

※ 한국산업규격조도 기준(KSA 3011-1998)(단위: Lux)

#### 3) 실내온도 및 습도

- 학교시설에서 온·습도는 쾌적한 실내공기환경 유지에 중요한 조건이다. 그러므로 적절한 온·습도를 유지하여 학생들의 건강 및 학습능률을 향상 시키는데 있다.
- 교실에서의 온도가 상하 및 수평으로 차이가 많이 날 수 있으므로 교실에서의 상하 및 수평으로 고른 온도분포를 측정하는 것이 필요하고, 이러한 결과를 토대로 냉난방 장치를 설치한다.

계절	온도	습도
겨울	(16 ~ 21) ℃	(40 ~ 50) %
여름	(20 ~ 25) ℃	(40 ~ 70) %
봄, 가을	(17 ~ 22) ℃	(40 ~ 65) %

※ 계절별 쾌적 온·습도 범위

#### 4) 소음

- 도로, 철도, 항공기, 공사장 등에 의한 외부소음과 교사 내에서 발생하는 소음 상태를 점검하여 적정하게 관리함으로써 학교 구성원의 청력보호와 학습능률을 향상 시키는 데 있다.
- 소음도가 55 dB 를 초과하였을 때 그 원인이 외부에 있는 경우는 원인 제공자에게 소음 저감방안 마련을 요청하고, 그 원인이 내부에 있는 경우는 생활지도 등을 통하여 소음 발생을 감소시킨다.
- 외부 소음을 방지하기 위하여 방음벽 등 방음시설을 설치하거나 이중창을 설치하여야 한다.
- 소음에 대해 예민한 학생, 청력이나 발성에 장애가 있는 학생, 보청기를 착용한 학생들이 있을 경 우 좌석의 조정을 고려한다.

소음도(Db)	음의 예	영향
20	나뭇잎 부딪히는 소리	쾌적
30	조용한 농촌, 심야의 교회	수면에 거의 영향없음
35	조용한 공원	수면에 거의 영향없음
40	조용한 주택의 거실	수면깊이 낮아짐
50	조용한 사무실	호흡, 맥박수 증가, 계산력 저하
60	보통의 대화소리, 백화점 내 소음	수명장애 시작
70	전화벨소리, 거리	TV 라디오 청취방해
	시끄러운 사무실	정신집중력 저하, 말초혈관 수축
80	철로변 및 지하철 소음	청력장애 시작
90	소음이 심한 공장 안	난청증상 시작, 소변량 증가
100	착암기, 경적소리	작업량 저하, 단시간 노출 시 일시적 난청

※ 소음도에 따른 음의 예와 인체영향

## 2. 공기질

### 1) 미세먼지 (PM10), 초미세먼지 (PM2.5)

- 가늘고 작은 미세먼지는 사람의 폐포까지 깊숙이 침투하여 각종 호흡기 질환 및 인체의 면역 기능을 떨어뜨린다. 따라서 실내에서의 공기 중 미세먼지 농도를 측정하여 적절하게 관리함으로써 인체의 건강을 보호해야한다.
- 학교 교실에서 미세먼지의 발생은 학생들의 신체활동이나 분필가루, 미술 및 체육 등과 같은 예체능 수업 중에 농도가 높다. 따라서 미세먼지의 농도가 높을 것으로 예상되는 수업시간에는 창문을 자주 열어주어야 한다.
- 환기 외에도 가능하다면 물청소 및 진공청소기(미세먼지 제거 기능 포함)을 이용한 청소 등을 실시하여 먼지의 비산화를 최소화 한다.

농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	폭로시간	영향
100	1 년	만성기관지염 유발을 증가
150	24 시간	병약자 노인의 사망 증가
300 이상	-	기관지염환자의 급성악화

※농도와 시간에 따른 인체영향

### 2) 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>)

- 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)농도는 실내공기의 오염 정도를 파악하기 위한 지표물질로서 환기성능 검사뿐만 아니라 다른 오염물질의 발생가능성도 추정이 가능하므로 오염물질에 노출 정도와 환기효과를 알기 위해 주기적으로 이산화탄소의 농도를 측정해야 한다.
- 기계환기방식의 실내인 경우 급배기 시스템을 조정하여 환기량을 적정하게 재조정 한다.
- 자연환기일 경우 창문을 자주 열어 공기 유입량을 증가시킨다.
- 커튼 등에 의해 실외공기의 유입이 방해되지 않도록 한다.

농도(ppm)	영향
700	많은 사람이 재실하는 경우의 허용농도
1,000	일반적인 경우의 허용농도, 환기계산에서의 허용농도
2,000 ~ 5,000	상당히 불량한 공기 상태
5,000 이상	가장 불량한 상태
40,000 ~ 50,000	호흡중추를 자극하여 호흡의 깊이, 회수를 증가시키며 호흡시간이 길면 위험하고 산소의 결핍을 수반하면 장애가 두드러지게 되는 상태
80,000 전·후	10 분간 호흡하면 강한 호흡곤란, 안명홍조, 두통을 일으키며, 산소의 결핍을 수반하면 장애가 빨리 도달하는 상태
180,000	치명적인 상태

※농도에 따른 인체영향(이산화탄소는 무색, 무미, 무취의 기체로 일반적으로 대기 중에 0.04 %(400 ppm)정도 포함되어 있음.

### 3) 폼알데하이드 (HCHO)

- 화학물질과민증의 일종인 폼알데하이드는 건물의 신축, 개축, 보수 등의 공사나 가구, 컴퓨터 등에서 방출되며, 자극성 냄새로 인하여 불쾌감, 두통 등을 일으키므로 주의해야 한다.
- 실내에서 발생하는 폼알데하이드 저감대책으로는 환기를 자주 시켜야 하고 농도가 높을 경우 기계식 환기장치를 설치한다. 신축건물일 경우에는 사용 전 또는 사람이 없는 시간 중에 베이카아웃(Bake-out) 등의 방법을 이용하여 감소시킬 수 있다.
- 폼알데하이드는 건축자재, 접착제, 벽지 접착제 등에서 지속적으로 방출되므로 신축 1 년이 초과되더라도 지속적으로 관리를 하여야 한다.
- 오염물질이 많이 방출되는 건축자재 및 가구 등은 사용을 금지하고 가급적 친환경 소재 제품을 사용한다.

농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	영향
960	악취를 느낀다.
2,400 ~ 3,600	눈, 코, 목에 가벼운 자극을 느낀다. 3 시간 정도 견딜 수 있다.
6,000	목에 자극을 느낀다. 가벼운 눈물 10 ~ 30 분 정도 견딜 수 있다.
10,000 ~ 20,000	기침, 폐의 압박, 머리가 무거움, 심장박동이 빨라진다.
50,000 ~ 100,000	폐 혈액의 직접, 폐의 염증, 사망. 입으로 마실 경우 구강 목, 복부의 심한 복통, 구토, 설사, 현기증, 경련, 의식불명

※ 농도에 따른 인체영향

#### 4) 총부유세균

- 총부유세균은 공기 중의 생물학적 오염을 파악하기 위한 중요한 지표가 되며 인체에 감염성 질환, 알레르기성 질환, 호흡기 질환 등을 유발시킬 수 있는 세균이 포함되어 있을 수 있으므로 이를 적정하게 관리하여 학생 및 교직원들의 건강을 보호해야 한다.
- 실내 온·습도를 기준에 적합하도록 유지하고, 세균이 번식되지 않도록 쾌적한 실내 환경이 되도록 유지·관리 한다. (젖은 걸레, 젖은 쓰레기, 음식물 쓰레기 등은 교실 내 보관하지 않도록 주의)
- 특히, 식당이나 화장실 등은 세균이 쉽게 번식할 수 있는 곳이므로 항상 청결을 유지하여야 한다.

#### 5) 낙하세균

- 낙하세균은 미생물이 바람이나 학생들의 활동과 관련하여 공기 중에 부유하다 교실바닥으로 낙하하여 증식하는 세균으로 부유세균과 함께 실내공기의 청정도를 나타내는 지표가 되므로 이를 관리하여 학생의 건강을 보호해야 한다.
- 특히, 식당이나 화장실 등은 세균이 쉽게 번식할 수 있는 곳이므로 항상 청결을 유지하여야 하며, 해충구제에 필요한 조치를 강구하고, 보건실의 침구류는 수시로 세탁 및 소독을 실시한다

#### 6) 일산화탄소 (CO)

- 일산화탄소는 불완전 연소에 의하여 발생하며, 그 농도가 높은 경우에는 직접적으로 건강에 영향을 끼친다. 따라서 이산화탄소와는 다르게 일산화탄소는 직접 그 독성이 문제가 되므로, 인체의 건강을 보호하는 관점에서 기준이 정해져 있다. 그러므로 기준치가 초과될 경우 신속하게 원인을 찾아내고 대책을 강구해야 한다.
- 응급조치로 가장 일반적이면서 실용적인 것은 환기이므로 환기설비가 있다면 환기설비를 가동하고, 환기설비가 없는 경우에는 자주 창문을 열어 환기를 한다.

농도(ppm)	폭로시간	영향
5	20 분	신경계 반사작용 변화
100	3 시간	체내 혈액 10 % 기능상실
200	5 시간	격렬한 두통
300	8 시간	시각, 정신기능의 장애
500	3 시간	시력장애, 허탈함, 탈력감
2,000	2 시간	사망
3,000 ~ 4,000	30 분	사망가능

※ 농도에 따른 인체영향

#### 7) 이산화질소 ( $\text{NO}_2$ )

- 이산화질소는 교실에서 개방형 난방기구로 인해 발생하는 것과 도로변에서 발생하는 오염물질로 고농도에서는 호흡기 질환에 영향을 미치므로 적절히 유지·관리하여 학생 및 교직원들의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방해야 한다.

- 이산화질소 개방형 난방기구 사용 시 발생하고 도로변 등과 같이 오염원이 외부에 있을 경우 유입 될 수 있으므로 발생원을 확실하게 파악하여 조치한다.

농도(ppm)	폭로시간	영향
0.2	-	우주여행 허용기준
1 ~ 3	-	취각탐지
5	8 시간	산업안전 허용기준
13	-	눈과 코의 자극, 폐기관 불쾌감
10 ~ 40	계속노출	만성 폐섬유와 폐기종
50 ~ 100	6 ~ 8 주	섬유 폐쇄성 기관지 폐염
100	3 ~ 5 분	인후의 뚜렷한 자극과 심한 기침

※ 농도와 시간에 따른 인체영향

## 8) 라돈 (Rn)

- 라돈은 자연방사성물질로 토양, 암반(화강암 지역대) 및 건축자재(콘크리트, 석면슬레이트 등) 에서 방출되는 물질로 교사 내 라돈의 농도를 측정하여 적절하게 유지·관리함으로써 학생 및 교직원들의 건강을 보호해야 한다.
- 건축자재 중 비교적 동이나 흙을 원료로 한 석면, 콘크리트, 토벽, 석재 등과 같은 건축자재의 사용을 피한다.
- 환기설비의 정상가동과 유지·관리를 통해서 기류를 증가시켜 라돈을 감소시킨다.  
하루 일과 전 창문 환기를 통하여 밤사이 축적된 라돈 농도를 감소시킨다.

## 9) 총휘발성유기화합물 (TVOC)

- 실내에서 발생하는 각종 휘발성유기화합물은 불쾌한 자극과 냄새를 느끼게 하며 상황에 따라 새학교증후군을 나타내는 원인물질이 되므로 적절히 관리하여 학생들의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방해야 한다.
- 오염물질의 발생원을 무해화시키는 방법으로 건축자재 등에 포함된 휘발성유기화합물 등의 화학물질은 실내의 온도가 높을수록 공기중으로 배출되는 양이 많아지는 성질을 이용하여 신축 시 베이카아웃(Bake-out) 등을 실시한다.
- 베이카아웃(Bake-out) 방법은 건축물의 신축이나 개·보수작업이 끝난 건물에 대해 실내공기의 온도를 높여 건축자재나 마감재료에서 방출되는 휘발성유기화합물과 폼알데하이드를 비롯한 유해오염물질의 방출량을 일시적으로 증가시켜 환기를 함으로서 이를 제거하는 방법이다. 통상 난방 온도를 30~40 ℃에서 6 시간 이상 유지한 후 환기를 시켜 오염물질을 제거하는 방법으로 실시한다.

폼알데하이드	책상, 의자(합판, 가구접착제), 비닐벽지, 파티클보드, 바닥재, 단열재 등
파라디클로로벤젠	소취제, 방향제, 방충제 등
톨루엔	미술용품, 유성니스, 수지계접착제, 왁스용제, 가소제, 노킹방지제
자일렌	유성페인트, 수지도료, 왁스용제, 가소제
에틸벤젠	접착제와 도료의 용제 및 희석제
스티렌	수지도료 등에 함유된 고분자 화합물의 원료

※ 총휘발성유기화합물의 발생원

폼알데하이드	피부, 목, 코의 자극, 호흡기의 불쾌감, 천식 등의 유발, 발암성
파라디클로로벤젠	눈, 코의 자극, 중추신경작용, 간장, 신장장해
톨루엔, 자일렌	눈, 기도와의 자극, 피로, 구토, 중추신경작용, 중증의 경우는 의식 정신교란, 의식저하나 부정맥
에틸벤젠	피부, 목, 코의 자극, 현기증, 의식저하 등의 중추 신경작용
스티렌	피부, 목, 코의 자극, 졸음, 탈진감, 중추 신경작용

※ 총휘발성유기화합물에 의한 인체영향



## 10) 석면

- 실내에서는 다양한 형태의 섬유(보온재, 방화용 물질 등) 들이 발생한다. 직경이 5  $\mu\text{m}$ 이하의 섬유는 기도를 거쳐 폐에 침착되면 폐암을 유발시킬 수 있으므로 실내에서의 석면을 적정하게 유지 및 관리함으로써 거주자의 건강을 보호해야 한다.
- 석면 건축자재가 파손된 것을 발견한 경우, 학생 등이 접근하지 않도록 해당 구역을 격리하는 것이 중요하며, 즉시 관련 법령에 따라 처리한다.
- 석면의 섬유는 폐섬유증, 악성중피종의 원인이 되며 세계보건기구에 의하면 폐암을 일으킬 가능성이 있는 것으로 알려지고 있다. 석면에 의한 건강 피해는 석면이 함유된 공기를 장시간 흡입하면 오랜 시간 잠복기를 거친 후 증상이 나타난다.

## 11) 오존 ( $\text{O}_3$ )

- 오존은 교실 및 사무실 등에서 사용되는 복사기, 레이저프린터, 팩스 등 높은 전압의 전기를 사용 하는 사무용 기기에서 많이 발생하거나 도로변 등 대기오염이 심각한 지역에서 교실 안으로 유입 되므로 학교 교사 안에서의 오존농도를 적절하게 유지 및 관리함으로써 학생 및 교직원들의 건강 을 보호해야 한다.
- 학교 교사 내의 오존이 외기에서 발생하여 실내로 유입되는 경우에는 창문을 닫는 등의 조치를 취 하고, 오존 발생원이 있는 곳은 환기 등을 실시한다.

농도(ppm)	폭로시간	영향
0.02	5 분	냄새감지
0.05 ~ 0.1	30 분	불안감을 느낌
0.05 ~ 0.2	-	코 및 인후의 자극
0.05 ~ 0.6	1 시간	천식환자의 발작빈도 증가
0.1	30 분	두통, 눈에 자극
0.1 ~ 0.25	30 분	호흡수의 증가
0.2 ~ 0.8	-	눈에 자극
0.3	-	호흡기의 자극, 가슴압박
	5 분	호흡량의 증가
0.4	2 ~ 4 시간	기도 저항 증가, 호흡량 감소
0.5	2 시간	폐기능 저하
0.6 ~ 0.8	2 시간	기관지 자극, 폐기능 저하
0.8 ~ 1.5	-	폐출혈
1.5 ~ 2.0	2 시간	심한 피로, 가슴통증, 기침
9.0	-	급성 폐부종

※ 농도와 시간에 따른 인체영향

## 12) 진드기

- 진드기는 사람을 찌르거나 진드기 유래 단백질이 알레르겐이 되어 천식이나 알레르기를 일으킴으로써 학생 및 교직원들에게 건강상 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.
- 진드기는 사람을 찌르거나 진드기 유래 단백질이 알레르겐이 되어 천식이나 알레르기를 일으킴으로써 학생 및 교직원들에게 건강상 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.
- 집먼지 진드기는 아토피성 천식과 비염 등 호흡기알레르기 증세를 유발하는 중요한 원인으로 알려져 있고, 각종 피부염, 천식, 기관지염, 결막염 등의 각종 질환을 유발하는 것으로 알려져 있어 알레르기성 질환을 갖고 있는 학생 및 교직원들에게 특히 더 주의가 필요하다.