

환경영향평가서 내 위생·공중보건 항목 작성을 위한
건강영향 항목의 추가·평가 매뉴얼

2021. 4



환 경 부
환경보건정책관실

Ⅰ 차 례 Ⅰ

제1장 건강영향 항목의 평가 개요	1
제1절 건강영향 항목의 평가 정의	3
제2절 건강영향 항목의 평가 필요성	3
제3절 건강영향 항목 평가의 목적 및 기능	3
제4절 건강영향 항목 평가의 원칙	4
제5절 건강결정요인	4
제2장 건강영향 항목의 평가 시행	7
제1절 시행 근거	9
제2절 건강영향 항목의 평가 대상	9
제3절 건강영향 항목의 평가 절차	11
제4절 협의 절차	12
제3장 건강영향 항목의 평가 가이드라인	15
제1절 건강영향 항목의 평가 내용	17
제2절 위생·공중보건 항목 작성을 위한 건강영향 항목 평가방법론	18
1. 사업분석-지역사회 건강 기초자료 분석	18
2. 스크리닝(Screening)	20
3. 스코핑(Scoping)	20
4. 평가(Appraisal)	25
5. 저감방안	31
6. 모니터링 계획	35
제3절 건강영향 항목의 추가·평가 기재사항	38

제4장 건강영향 항목의 평가기법	41
제1절 평가방법의 유형	43
제2절 계획 적정성 평가기법	44
1. 계획 적정성 평가 지표별 평가값 산출	45
2. 계획 적정성 평가 지표별 가중치	49
제3절 위해성 평가기법	51
1. 대기질	51
2. 악취	57
3. 수질	59
4. 소음·진동	61
제5장 대상사업별 위해성 평가 관련 자료	63
제1절 대상사업별 위해성 평가 관련 배출량 자료	65
1. 유해대기오염물질-산업단지	65
2. 유해대기오염물질-화력발전소	69
3. 유해대기오염물질-소각장	72
4. 유해대기오염물질-매립장	74
5. 유해대기오염물질-분뇨처리시설·가축분뇨(공공)처리시설	75
6. 유해수질오염물질	76
제2절 대상사업별 위해성 평가 관련 위해성 자료	84
1. 산업단지	84
2. 화력발전소	85
3. 폐기물 처리시설	85

| 표 차례 |

<표-1> 건강결정요인	5
<표-2> 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업(「환경보건법」 시행령 [별표 1])	10
<표-3> 00 일반산업단지 주변 일반 인구집단 현황	19
<표-4> 00 일반산업단지 주변 민감 인구집단 이용시설 현황	19
<표-5> 건강영향 항목의 평가 스코핑 매트릭스 1	21
<표-6> 'OO광역시 위생매립장 확장공사'의 건강영향 항목 평가 스코핑 결과	22
<표-7> 스코핑 매트릭스 2: 제안내용별 건강결정요인 분석	23
<표-8> 'OO광역시 위생매립장 확장공사'의 제안내용별 세부적인 건강결정요인 분석결과	23
<표-9> 건강영향 항목의 평가 형태 결정을 위한 방법	24
<표-10> 'OO광역시 위생매립장 확장공사'의 건강영향 항목 평가 형태 결정 결과	24
<표-11> 제안내용별 잠재적 건강영향 분석	26
<표-12> 'OO광역시 위생매립장 확장공사'의 제안내용별 잠재적 건강영향 분석 결과	27
<표-13> 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질 발암위해도 평가의 적용 기준	30
<표-14> 저감방안 종류	31
<표-15> 건강영향 측면의 계획 적정성 평가 결과에 따른 조치	31
<표-16> 위해성 평가 결과 발암위해도 기준(10^{-5}) 초과 시 저감방안 사례	33
<표-17> 화력발전소 및 소각시설의 건강영향 물질별 저감시설 제안 및 예상 저감효율	34
<표-18> 환경영향조사계획 작성예시	36
<표-19> 환경관리계획 작성예시	37
<표-20> 건강영향 항목의 추가·평가 기재사항	38
<표-21> 건강영향평가에 사용되는 정성적·정량적 평가기법들의 장·단점	43
<표-22> 계획 적정성 평가의 부문별 지표	45
<표-23> 계획 적정성 평가의 지역사회 특성 세부 지표	46

<표-24> 계획 적정성 평가의 배경노출 세부 지표	47
<표-25> 계획 적정성 평가의 개발부담 세부 지표	48
<표-26> 계획 적정성 평가의 지표별 가중치	49
<표-27> 건강결정요인별 정량적 평가방법 총괄	51
<표-28> 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업에서의 평가 대상물질	51
<표-29> 비발암성 물질 톨루엔의 위해도 지수(예시)	53
<표-30> 대기확산모델 K-SCREEN으로 예측된 노출평가 결과(예시)	55
<표-31> 위해성 평가 결과(예시)	55
<표-32> 수질오염물질 배출량 산정방안	59
<표-33> 수질 분야 건강영향 항목의 추가·평가 물질의 기준	60
<표-34> 인간환경에 대한 인체영향인자와 환경소음 권장치	62
<표-35> 산업단지 업종별 평가대상물질의 배출량 원단위	66
<표-36> 화력발전소(유연탄) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)	69
<표-37> 화력발전소(B-C유) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)	70
<표-38> 화력발전소(무연탄) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)	70
<표-39> 화력발전소(LNG) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)	71
<표-40> 화력발전소(목재펠릿) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)	71
<표-41> 생활폐기물 소각시설 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)	72
<표-42> 지정폐기물 소각시설 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)	73
<표-43> 매립장 개발 시 매립가스 산출을 위한 LandGEM 모델의 주요 입력인자(안)	74
<표-44> 가축분뇨 처리시설에서 배출되는 악취물질 배출계수	75
<표-45> 16개 수질유해물질 배출량 원단위	76
<표-46> 산업단지 평가 대상물질(비발암성 물질 6종)의 위해성 정보	84
<표-47> 산업단지 평가 대상물질(발암성 물질 7종)의 위해성 정보	84
<표-48> 산업단지(석유정제·저장 공장) 평가 대상물질(비발암성 물질)의 위해성 정보	84
<표-49> 화력발전소(유·무연탄, 경유, LNG, Bio-SRF) 평가 대상물질 위해성 정보	85
<표-50> 소각장(생활폐기물, 지정폐기물) 평가 대상물질의 위해성 정보	85
<표-51> 매립장 평가 대상물질의 위해성 정보	86
<표-52> 가축분뇨 처리시설 평가 대상물질의 위해성 정보	86

Ⅰ 그림 차례 Ⅰ

<그림-1> 일반적인 건강영향 항목의 평가 절차	11
<그림-2> 건강영향 항목의 평가 협의 절차	12
<그림-3> 건강영향 항목의 평가 기본 목차	17
<그림-4> 산업단지 개발계획의 계획 적정성 평가 수행여부 스코핑	20
<그림-5> 건강영향 측면의 산업단지 개발 계획의 적정성 평가 구조	29
<그림-6> 위해성 평가 결과 발암위해도 기준(10^{-5}) 초과 사례	32

용어 정리

○ 매뉴얼에서 사용되고 있는 용어들의 정의는 아래와 같음

- **건강영향평가**(Health Impact Assessment, HIA) : 정책(policy), 계획(plan), 프로그램(program) 및 프로젝트(project)가 인체 건강에 미치는 영향과 그 분포를 파악하는 도구, 절차, 방법 또는 그 조합
- **건강결정요인**(Health Determinant) : 건강의 변화를 나타낼 수 있는 지표로서 개인이나 집단의 건강상태에 영향을 미치는 요인
- **스크리닝**(Screening) : 당해 사업이 건강영향평가 대상인지를 확인하는 행위
- **스코핑**(Scoping) : 건강영향평가를 위하여 평가 항목, 범위, 방법 등을 결정하는 행위
- **정성적 평가** : 당해 사업의 시행이 야기하는 건강결정요인의 변화를 매트릭스 등을 이용하여 서술적으로 평가하는 행위
- **계획 적정성 평가** : 건강영향 측면의 개발 계획에 대한 적정성 평가로서 개발부지 주변의 수용체 등 지역사회 특성, 오염 등 환경현황, 그리고 개발계획으로 인한 추가적인 오염부담을 지표화하여 종합적으로 평가하는 행위
- **정량적 평가** : 당해 사업의 시행이 야기하는 건강결정요인의 변화를 위해도 지수 또는 발암 위해도를 이용하여 평가하는 행위
- **위해도 지수**(Hazard Quotient) : 비발암성 물질에 대한 위해도 판단 기준
- **호흡노출참고치**(Rfc) : 기대수명 동안 오염물질에 노출되어 흡입하였을 경우에도 위해한 영향이 나타나지 않는 값
- **발암위해도**(Cancer Risk) : 발암물질에 노출됨으로써 인구 집단 내 암을 일으킬 가능성
- **호흡단위위해도**(Inhalation Unit Risk) : 사람들이 대기 중에서 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 존재하고 있는 오염물질을 평생 흡입했을 때, 발암 가능성의 상한값
- **발암잠재력**(Cancer Slope Factor) : 어떤 물질에 기대수명 동안 노출되었을 때 증가하는 발암 위해의 상한값
- **C-R**(Concentration-Response) 함수 : 농도반응함수의 영문 약어로서 오염물질의 농도와 건강 영향과의 관계를 나타낸 것

제1장 건강영향 항목의 평가 개요



- 1 건강영향 항목의 평가 정의
- 2 건강영향 항목의 평가 필요성
- 3 건강영향 항목 평가의 목적 및 기능
- 4 건강영향 항목 평가의 원칙
- 5 건강결정요인

제1절 건강영향 항목의 평가 정의

- 건강영향평가(Health Impact Assessment)는 "정책(policy), 계획(plan), 프로그램(program) 및 프로젝트(project)(이하 '4P'라 함)가 인체 건강에 미치는 영향과 그 분포를 파악하는 도구, 절차, 방법 또는 그 조합" 이라고 정의
- 우리나라의 경우는 건강영향평가 절차 및 방법을 차용하여 환경영향평가 대상 사업에 적용하고 있고, 평가 대상사업은 일부 개발사업으로 환경영향평가 내 위생·공중보건사업 항목 작성시 건강영향 항목을 추가·평가 하도록 정해져 있으며 정책, 계획, 프로그램은 미포함됨

제2절 건강영향 항목의 평가 필요성

- 환경의 질이 건강에 미치는 영향에 대한 국민의 인식 증대, 환경유해인자로 인해 발생하는 질환 간 밀접한 인과관계의 지속적 발표, 환경 문제와 국민 건강에 미치는 영향을 고려한 사전 예방적 환경보건정책의 새로운 패러다임으로의 전환, 건강영향평가 제도를 수행함으로써 환경유해인자를 사전에 평가
- 건강영향이 예상되는 주민과 계획수립기관/사업자 간 직접적인 논의 과정을 통해 사업 시행으로 인한 건강 영향의 불확실성과 미흡한 자료를 보완할 수 있는 제도적 장치를 마련함으로써 위해성 소통(Risk Communication)을 가능케 함
- 환경유해인자가 건강에 미치는 영향을 사전에 검토 및 평가하여 사업자가 적극적인 오염물질 저감대책과 모니터링 계획을 수립하는 데 기여

제3절 건강영향 항목 평가의 목적 및 기능

1. 건강영향 항목 평가의 목적

- 건강영향 항목의 평가는 대상사업 시행으로 야기하는 건강결정요인의 변화로 인해 특정 인구집단의 건강에 미치는 잠재적 영향을 확인하고 인체건강에 미치는 긍정적인 영향은 최대화하고 부정적 영향과 건강 불평등을 최소화하도록 사업계획을 조정하거나 대책을 마련토록 의사결정권자에게 정보를 제공하기 위함

2. 건강영향 항목 평가의 기능

- ① 건강영향평가는 환경전문가, 건강전문가, 사업자, 지역주민, 승인기관, 기타 전문가들이 관여하고, 의사결정과정에 공중참여를 용이하게 함
- ② 당해 사업으로 인해 발생할 수 있는 긍정적·부정적 건강 영향과 건강 불평등을 확인
- ③ 사업으로 인한 건강 영향을 파악하고 어떤 요인이 건강에 영향을 미치는지를 인식하는 데 도움을 주며, 기관들 사이의 협력 개선을 위한 기초를 제공
- ④ 취약집단의 건강상태에 초점을 맞추는 데 기여
- ⑤ 건강부문에 대한 숨은 비용¹⁾(hidden cost)을 줄일 수 있음

제4절 건강영향 항목 평가의 원칙

- ① 건강영향 항목의 평가는 대상사업 시행 이전에 실시하는 전향적 평가를 원칙으로 하며, 주민에게 알 권리를 보장하고, 정책결정자의 의사결정에 도움을 주기 위해 수행함
- ② 대상사업 시행으로 인해 발생될 것으로 예상되는 긍정적 영향은 최대화, 부정적 영향 및 건강상 불평등을 최소화하기 위해 수행함
- ③ 건강결정요인의 변화에 기반을 두며, 건강결정요인에는 개인 및 집단의 건강상태에 영향을 미치는 생물학적, 개인적, 물리적, 사회·경제적 요인으로 구성됨
- ④ 합리적이고 과학적인 방법을 통한 정량적, 정성적 분석을 바탕으로 함
- ⑤ 건강영향 항목의 평가는 다 학제적이고 이해관계자의 참여적 접근을 통해 이루어져야 함

제5절 건강결정요인

- 건강결정요인(Health Determinants)은 건강의 변화를 나타낼 수 있는 지표로서 개인이나 집단의 건강상태에 영향을 미치는 요인을 말함

1) 숨은 비용이라 함은 발병 후 그 병을 치유하는 데 소요되는 비용이라고 할 수 있음

- 건강결정요인은 생물학적, 개인적, 물리적, 사회·경제적 요인의 네 가지 범주로 분류²⁾

<표-1> 건강결정요인

건강결정요인 분류	건강결정요인의 예
생물학적 요인	■ 연령 ■ 성 ■ 유전자
개인적 요인	■ 흡연 ■ 음주 ■ 운동 ■ 음식 섭취 ■ 개인의 안전 ■ 여가 활동 등
물리적 요인	■ 대기질 ■ 수질 ■ 토양 ■ 폐기물 ■ 소음·진동 ■ 사고 등
사회·경제적 요인	■ 고용 ■ 수입 ■ 주거 ■ 교육(훈련) ■ 사회적 단절 ■ 범죄 발생률 ■ 공공서비스로의 접근성 - 학교, 공원, 의료시설, 레저시설, 교통시설, 경찰서 등

- 건강영향 항목의 평가 시행 시 생물학적 요인, 개인적 요인, 사회·경제적 요인들 변화로 인한 영향을 정량적으로 도출할 수 있는 기법이나 방법 등은 현재 명확히 정립되어 있지 않은 실정임
- 국내 환경영향평가제도 내 위생·공중보건 항목으로 건강영향 항목의 추가·평가를 시행하는 초기에는 오염원 개발에 따른 유해오염물질인 대기, 수질, 소음·진동 등 물리적 요인의 위해성에 기반하여 평가함
- 특히 산업단지 개발계획에 대해서는 산업단지 개발 시 다양한 오염시설의 입지 가능성 및 주변 지역사회 건강영향 사례에 근거하여, 여러 건강결정요인들을 지역 특성, 배경노출, 개발부담의 지표그룹으로 구분한 건강영향을 고려한 종합적 계획 적정성 평가를 수행함

2) 나라마다 약간씩의 차이는 있음

제2장 건강영향 항목의 평가 시행

- 1 시행 근거
- 2 건강영향 항목의 평가 대상
- 3 건강영향 항목의 평가 절차
- 4 협의 절차

제1절 시행 근거

- 「환경보건법」 제13조(건강영향 항목의 추가·평가 등) 제1항에 따라 실시

제13조(건강영향 항목의 추가·평가 등) ① 관계 행정기관의 장이나 환경영향평가 대상 사업의 사업계획을 수립하거나 시행하는 사업자는 「환경영향평가법」 제9조에 따른 전략환경영향평가 또는 같은 법 제22조에 따른 환경영향평가의 대상이 되는 계획 및 개발사업 중 대통령령으로 정하는 행정계획 및 개발사업에 대하여는 검토·평가 항목에 환경유해인자가 국민건강에 미치는 영향을 추가하여 환경부장관이나 지방환경관서의 장에게 검토·평가에 대한 협의를 요청하여야 한다.<개정 2011. 7. 21.>

② 환경부장관 또는 지방환경관서의 장은 제1항에 따른 국민건강에 미치는 영향을 검토·평가할 때에는 필요한 정보를 수집하는 등의 조치를 하여야 한다.

③ 제2항에 따른 검토·평가 방법 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

- 「환경보건법」 시행령 제13조(건강영향 항목의 검토 등)에 따른 검토·평가

제13조(건강영향 항목의 검토 등) 환경부장관이나 지방환경관서의 장은 법 제13조제2항에 따른 검토·평가를 할 때 필요하면 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 한국환경정책·평가연구원 또는 한국보건사회연구원 등 건강영향 검토·평가 관련 전문기관이나 관련 분야 전문가의 의견을 들을 수 있다.

- 환경부예규 제589호 「건강영향 항목의 검토 및 평가에 관한 업무처리지침」에 근거하여 환경유해인자가 국민건강에 미치는 영향을 검토·평가하는데 필요한 항목 및 방법 등을 정하고 있음

제3조(평가내용 및 방법) ① 환경유해인자가 국민건강에 미치는 영향을 검토·평가하는데 필요한 항목 및 방법은 별표와 같다.

② 발암위해도 평가 등 정량적인 평가방법은 「건강영향 항목의 추가·평가 매뉴얼」(환경보건정책과 발간)을 따른다.

제2절 건강영향 항목의 평가 대상

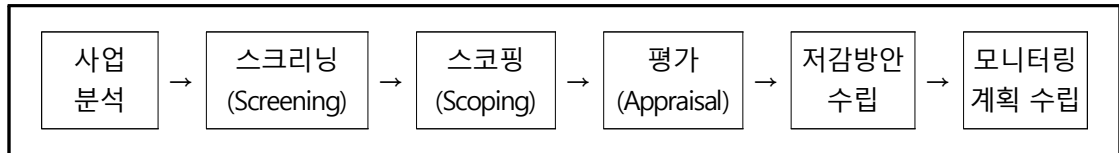
- 「환경보건법」 시행령 제12조(건강영향 항목의 추가·평가 대상)의 규정에 따라 대통령령으로 정하는 행정계획 및 개발사업(이하 “건강영향 항목의 추가·평가 대상”)

<표-2> 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업(「환경보건법」 시행령 [별표 1])

구분	대상사업의 범위
1. 산업입지 및 산업단지의 조성	<p>가. 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호가목부터 다목까지에 따른 국가산업단지, 일반산업단지 또는 도시첨단산업단지 개발사업으로서 개발면적이 15만㎡ 이상인 사업</p> <p>나. 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 공장의 설립사업으로서 조성면적이 15만㎡ 이상인 사업. 다만, 가목에 해당하여 법 제13조에 따른 협의를 한 공장용지에 공장을 설립하는 경우는 제외한다.</p>
2. 에너지 개발	<p>가. 「전원개발 촉진법」 제2조제2호에 따른 전원개발사업 중 발전시설용량이 1만KW 이상인 화력발전소의 설치사업</p> <p>나. 「전기사업법」 제2조제1호에 따른 전기사업 중 발전시설용량이 1만KW 이상인 화력발전소의 설치사업</p>
3. 폐기물 처리 시설, 분뇨 처리시설 및 가축분뇨 처리시설의 설치	<p>가. 「폐기물관리법」 제2조제8호에 따른 폐기물처리시설 중 다음의 어느 하나에 해당하는 시설의 설치사업</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 최종처분시설 중 폐기물매립시설의 조성면적이 30만㎡ 이상이거나 매립용적이 330만㎡ 이상인 매립시설 2) 최종처분시설 중 지정폐기물 처리시설의 조성면적이 5만㎡ 이상이거나 매립용적이 25만㎡ 이상인 매립시설 3) 중간처분시설 중 처리능력이 1일 100톤 이상인 소각시설 <p>나. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제8호 또는 제9호에 따른 처리시설 또는 공공처리시설로서 처리용량이 1일 100kℓ 이상인 시설의 설치사업. 다만, 「하수도법」 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설로 분뇨 또는 가축분뇨를 유입시켜 처리하는 처리시설은 제외한다.</p>

제3절 건강영향 항목의 평가 절차

- 일반적인 건강영향 항목의 평가 수행 절차는 <그림-1>과 같음³⁾



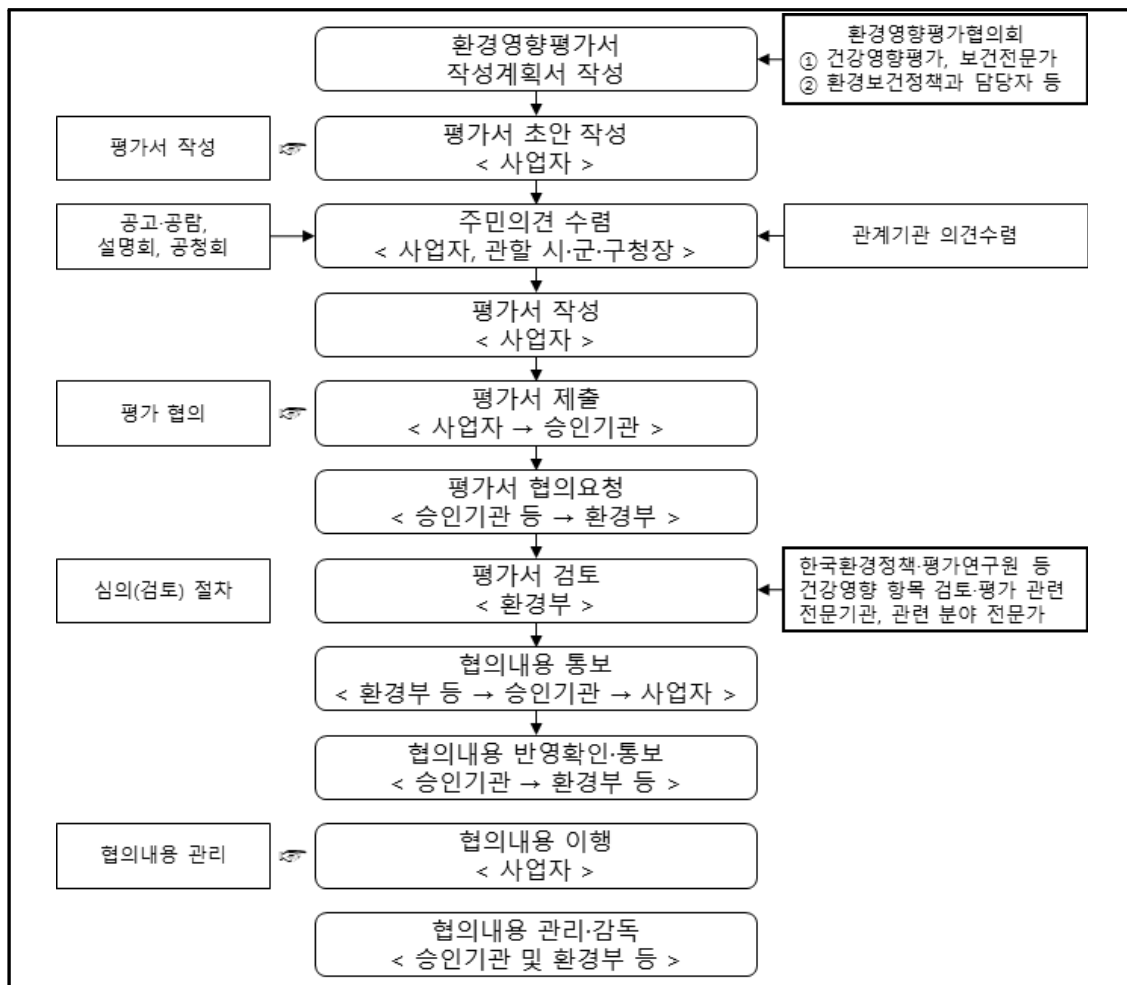
<그림-1> 일반적인 건강영향 항목의 평가 절차

- 스크리닝은 해당 사업이 건강영향 항목의 평가 대상사업인지를 확인하는 행위로서 국내의 건강영향 항목 추가·평가는 대상사업 및 규모를 「환경보건법」 시행령 [별표 1]에 명시하고 있으므로 스크리닝 단계는 생략
- 스코핑은 건강영향 항목의 평가를 위해 평가 항목, 범위, 방법 등을 결정하는 행위로서 국내의 건강영향 항목 추가·평가는 환경영향평가협의회 의견을 청취하여야 함. 현행 환경영향평가 내 건강영향 항목 추가·평가는 본 평가 매뉴얼로 평가 항목, 범위, 방법 등이 기(既) 결정되어 있음
- 단, 산업단지 개발계획에 한하여 건강영향을 고려한 계획 적정성 평가 수행 여부를 개발 규모 및 주변 지역사회 잠재노출 인구를 근거로 환경영향평가협의회에서 결정함

3) 전 세계적으로 건강영향평가 절차는 비슷함. 각 단계의 세부내용은 나라마다 조금씩 차이가 있음

제4절 협의 절차

- 건강영향 항목의 추가·평가는 환경영향평가 틀 내에서 운용되므로 기존 환경평가의 협의 절차를 준용함
 - 환경영향평가협의회에 건강영향 항목의 평가 또는 보건 전문가와 환경보건정책 담당자가 참여하도록 하고 있음(「환경영향평가법」 제8조(환경영향평가협의회))
 - 건강영향 항목의 추가·평가 내용 검토는 환경부장관이 협의권자인 경우에 환경부 환경보건정책과, 지방청장이 협의권자인 경우에 유역청(또는 지방청) 환경평가과에서 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 한국환경정책·평가연구원 또는 한국보건사회연구원 등 건강영향 검토·평가 관련 전문기관이나 관련 분야 전문가의 의견을 들을 수 있음(「환경보건법」 시행령 제13조(건강영향 항목 등의 검토))



<그림-2> 건강영향 항목의 평가 협의 절차

○ 건강영향 항목의 추가·평가 방법 및 검토 절차는 환경영향평가 협의절차를 따름

㉠ 승인기관으로부터 협의요청 시 건강영향평가 대상사업 여부 확인

- 평가서(재협의 포함) 협의 시 「환경보건법」 시행령 제12조(건강영향 항목의 추가·평가 대상)의 규정에 따라 대통령령으로 정하는 행정계획 및 개발사업(제2장 제2절 참조)
- 「환경영향평가법」 제8조에 따라 개발사업 승인기관장이 구성한 환경영향평가협의회에서 요청된 산업단지 개발면적 15만㎡ 미만의 전략환경영향평가 대상사업
- 평가서 변경협의 시 사업 변경내용이 다음 사항에 해당될 경우

- (1) 환경영향평가 협의 시와 비교하여 오염물질이 30% 이상 증가하거나 새로운 오염물질이 배출되는 경우로서,
 - 증가되거나 새로 배출되는 오염물질이 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질인 경우
- (2) 입지예정지역에서 오염물질의 현재 오염도가 위해도 평가기준을 초과한 지역으로서, 증가하거나 새로 배출되는 오염물질이 배경농도 초과 물질과 관련이 있는 사업
- (3) 협의내용 변경 규모가 최소 환경영향평가 대상사업 규모의 50% 이상 증가하는 경우로서(산업단지의 경우 7.5만㎡ 이상 증가, 화력발전소의 경우 0.5만kW 이상 증가 등)
 - 건강영향 예측 물질이 증가 또는 추가 배출되는 사업
- (4) 발전소 연료 변경, 산업단지 유치업종 변경 등 사업변경에 따라 건강영향이 악화될 것으로 예측되는 경우 등

- ㉡ 건강영향평가 대상사업인 경우 환경영향평가협의회 위원회에 환경부 환경보건정책과 건강영향평가 담당자 또는 건강영향평가 전문가⁴⁾를 위원회에 포함시킴
- ㉢ 환경영향평가협의회에서 위생·공중보건 항목이 평가항목으로 설정 및 계획 적정성 평가의 수행여부가 적절히 검토·제시되었는지 확인
- ㉣ 한국환경정책·평가연구원(KEI) 등에 당해 사업에 대한 평가 시 건강영향을 포함하여 검토하도록 요청
- ㉤ 환경영향평가서 검토 시 위생·공중보건 항목에 대하여 건강영향 항목의 평가서 작성을 위한 매뉴얼에 적시된 사항대로 평가하였는지 확인
- ㉥ 매뉴얼에 적시된 사항을 만족하지 못할 경우 다시 보완하도록 승인기관에게 요청
- ㉦ 계획 적정성 평가의 총점 또는 지역특성 점수가 기준(65점)을 초과할 경우 건강

4) “건강영향평가 전문가”라 함은 KEI 소속의 대기질, 위생·공중보건 항목 검토 담당자, 지역사회 대학의 보건학, 예방의학 등을 전공한 교수 등을 말함. 기존의 지방청 환경영향평가서 검토 관련 위원회에 건강영향평가 전문가를 1~2인 정도 미리 포함시켜두는 것도 바람직함 방안임

영향 측면에서 제시된 개발계획은 걱정하지 않는 것으로 판단하고 환경영향평가의 종합적인 계획 적정성 검토·협의 시 참고하도록 제안

- ① 위해도 기준을 만족하는지 확인하고 위해도 기준(발암물질 10^{-6} , 비발암물질 1)을 초과할 경우 사업규모 축소, 저감시설 설치운영 등을 포함한 다양한 저감대책을 수립하여 동 기준을 만족하도록 대책을 수립토록 요청. 단 국내·외의 최상의 저감 시설의 설치·운영을 포함한 모든 저감대책을 적용한 후에도 동 기준을 만족시키기 어려운 경우에 한하여 10^{-5} 를 기준을 적용할 수 있음
- ② 기준을 만족할 경우 위생·공중보건에 관한 내용에 대하여 협의

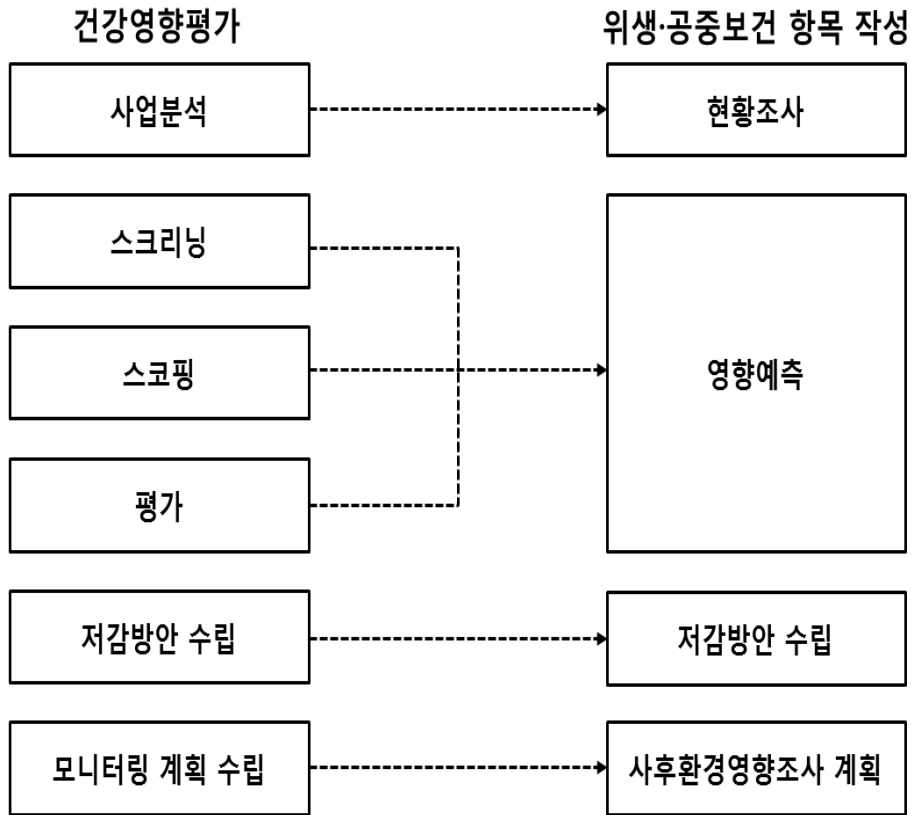
제3장 건강영향 항목의 평가 가이드라인



- 1 건강영향 항목의 평가 내용
- 2 위생·공중보건 항목 작성을 위한
건강영향 항목 평가방법론
- 3 건강영향 항목의 추가·평가 기재 사항

제1절 건강영향 항목의 평가 내용

- 건강영향 항목의 평가 및 환경영향평가 내 위생·공중보건 항목은 아래의 목차로 수행·작성되고 있으며, 아래 <그림-3>과 같음
- 「환경보건법」 제13조 관련 건강영향 항목의 추가·평가 매뉴얼은 건강영향평가의 방법론을 차용하여 환경영향평가 내 위생·공중보건 항목을 원활히 작성할 수 있도록 그 방법론 및 기본적인 사항을 제시하고 있음



<그림-3> 건강영향 항목의 평가 기본 목차

제2절 위생·공중보건 항목 작성을 위한 건강영향 항목 평가방법론

1. 사업 분석 - 지역사회 건강관련 기초자료 분석

- 사업지역 및 주변지역 건강 상황을 모니터링하기 위해 다음 사항을 포함하여 기재
 - 사업지역 및 주변지역의 일반 인구집단, 민감 인구집단(어린이, 노약자 등) 분포 현황
 - 사업지역 및 주변지역 주민 건강상태 기초 자료(사망자료, 유병률, 보건소 자료 등)

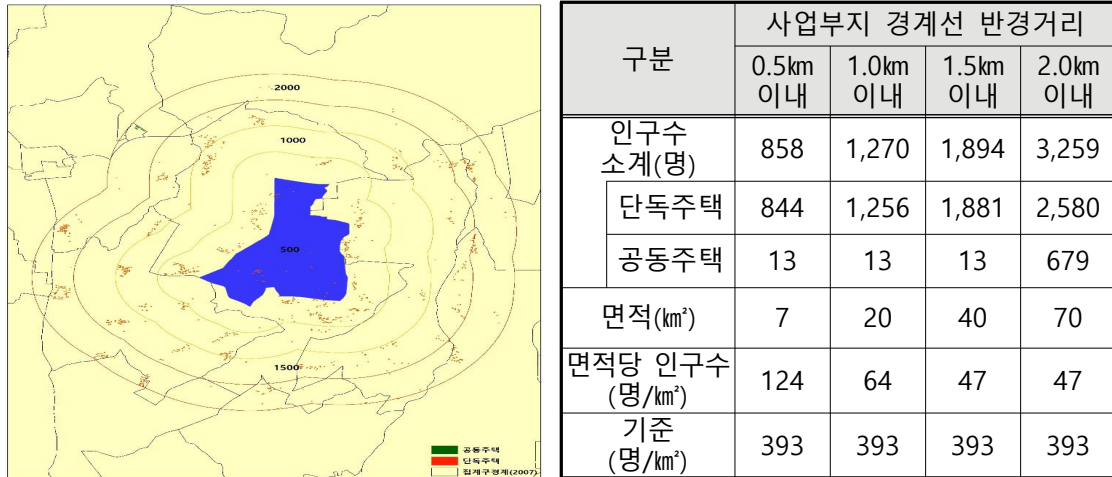
[예시] 일반 인구집단 및 민감 인구집단 분포 현황조사

- 개발 사업별로 부지 경계선을 기준으로 산업단지 2~3km, 폐기물처리시설 5km, 발전소 10km 내에 일반 인구집단 분포 현황 및 민감 인구집단의 활용도가 높은 시설의 분포 현황을 조사·분석하여 제시
- 일반 인구집단 분포는 단독주택 수, 공동주택 수, 인구수, 그리고 인구밀도로 분석할 수 있으며, 민감 인구집단의 주거목적 시설 분포는 복지시설(노인복지시설, 장애인복지시설, 아동복지시설)로 분석할 수 있음
 - 이들 복지시설에 대해서는 주거목적 또는 단순 이용목적으로 구분하여 분석 가능
- 일반 인구집단의 분포 및 민감 인구집단 활용 시설의 분포 분석 시 아래 자료 및 가공 방법론을 활용할 수 있음⁵⁾
 - 일반 인구집단의 분포 분석
 - 통계청의 ‘인구주택총조사 집계구별 인구수’, 국가공간정보포털의 ‘GIS건물일반 집합정보’, ‘GIS건물통합정보’, 공동주택관리정보시스템의 ‘공동주택현황 정보’ 등을 이용
 - 민감 인구집단 활용 시설(단순이용, 주거목적)의 분포 분석
 - 보건복지부의 ‘노인복지시설 현황’ 및 ‘장애인 복지시설 일람표’, ‘아동복지시설 현황’ 등을 활용 가능

5) 자세한 분석방법론은 KEI(2017) 환경영향평가서 위생공중보건 항목의 위해성 평가 개선 연구 및 환경부 (2020) 수요자 측면에서의 건강영향평가 제도 개선방안 연구(II) 참조

○ 분석사례(00 일반산업단지 주변의 일반 인구집단 및 민감 인구집단 활용 시설 현황)

<표-3> 00 일반산업단지 주변 일반 인구집단 현황



주) 공간분석은 QGIS 사용

자료: 1. 인구센서스 : 통계청 통계지리정보서비스 2017년 집계구, 2017년 집계구별 통계

2. 건물자료 : 국가공간정보포털_국가중점데이터 - 용도별 건물정보 (2017년 11월)

<표-4> 00 일반산업단지 주변 민감 인구집단 이용시설 현황

구분		내용	주소	이격거리 (km)	적용	
노인 복지 시설	노인주거 복지시설	양로시설	신광의집	익산시 덕기길 117	4.0	2km 이상
		노인공동생활가정	-	-	-	-
		노인복지주택	-	-	-	-
	노인의료 복지시설 ^{주)}	노인요양시설	-	-	-	해당없음
		노인요양공동생활가정	새날성로원	익산시 왕궁면 건우길44	0.5	해당없음
		재가노인 복지시설 ^{주)}	방문요양서비스	한마음노인 복지센터	익산시 왕궁면 왕궁로492-31	0.8
	단기보호서비스	-	-	-	해당없음	
장애인 복지 시설	장애인 거주시설	장애유형별거주시설	창혜원	익산시 덕기길77	4.0	2km 이상
			동그라미	익산시 쌍능길135-7	4.2	2km 이상
		중증장애인거주시설	홍주원	익산시 덕기길77	4.0	2km 이상
			청록원	익산시 덕기길77	4.0	2km 이상
		장애영유아거주시설	-	-	-	-
		장애인단기거주시설	-	-	-	-
장애인공동생활가정	-	-	-	-		
아동 복지 시설	아동복지 거주시설	공동생활가정	-	-	-	-
		아동양육시설	시은육아원	익산시 왕궁면 학호2길29	4.9	2km 이상
		아동보호치료시설	-	-	-	-
		아동자립지원시설	-	-	-	-

주) 노인복지시설은 주거복지, 의료복지, 재가복지시설로 분류되며, 거주 목적의 시설은 주거복지시설만 해당됨

자료: 1. 노인복지시설 현황, 2019.06, 보건복지부

2. 장애인복지시설 일람표, 2019.08, 보건복지부

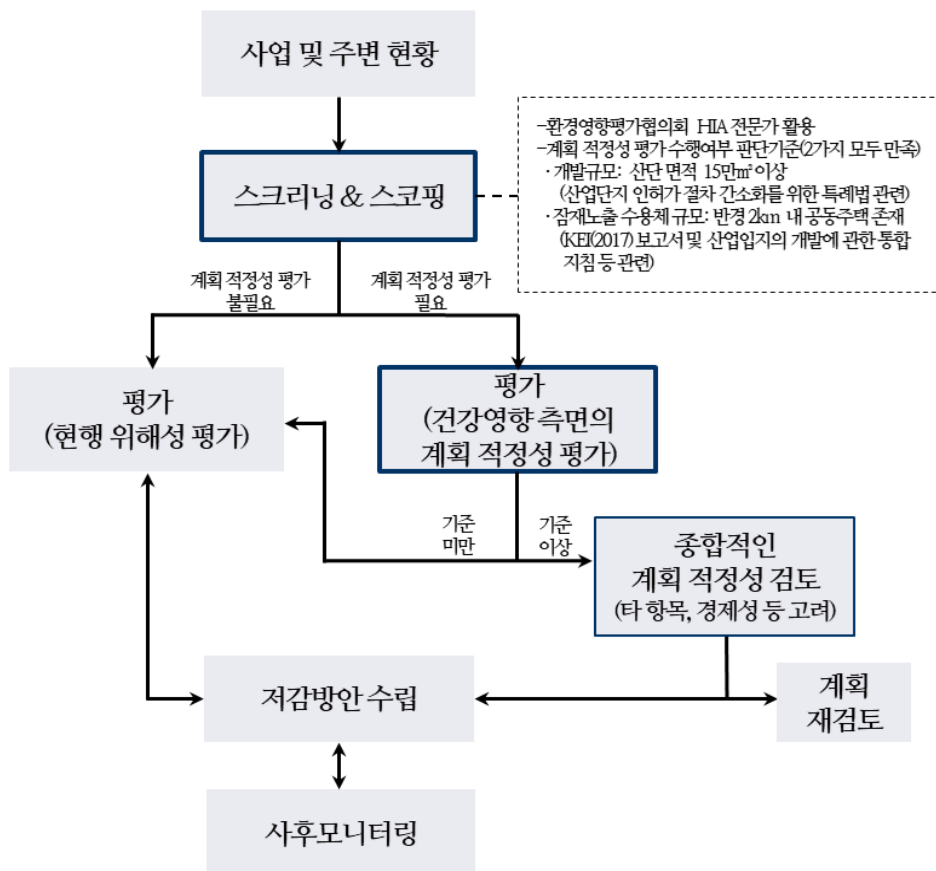
3. 아동복지시설 현황, 2019.08, 보건복지부

2. 스크리닝(Screening)

○ 「환경보건법」시행령 [별표 1](건강영향 항목의 추가·평가 대상사업)을 고려하여 선정

3. 스코핑(Scoping)

- 환경영향평가협의회 의견을 청취하여야 함. 현행 환경영향평가 내 건강영향 항목의 추가·평가의 경우에 본 매뉴얼로 평가 항목, 범위, 방법 등을 기(既) 결정하여 제안함
- 단, 산업단지 개발계획에 한하여 건강영향을 고려한 계획 적정성 평가 수행여부를 개발 규모 및 주변 지역사회 잠재노출 인구를 근거로 환경영향평가협의회에서 결정함



<그림-4> 산업단지 개발계획의 계획 적정성 평가 수행여부 스코핑

- 건강영향 항목의 추가·평가 공간적 범위는 당해 사업의 내용 및 특성에 따라 영향을 받는 집단의 범위가 다양하게 나타날 수 있기 때문에 일률적으로 정하기 어려워 환경영향평가의 대기질·악취 항목의 공간적 범위를 준용⁶⁾
 - 산업단지 개발사업의 경우 0.5~4.0 km, 발전소 개발사업의 경우 1.0~10.0 km, 폐기물처리시설 개발사업의 경우 2.0~5.0 km로 제안하고 있음⁷⁾

<표-5> 건강영향 항목의 평가 스코핑 매트릭스 1

항 목	검토 내용
평가의 목적은 무엇인가?	
평가에 포함되는 이해관계자는 누구인가?	
평가 대상 인구집단 및 취약집단은 누구인가?	
평가의 공간적 범위는 어디까지인가?	
평가의 시간적 범위는 어디까지인가?	
평가의 시간계획은 어떻게 되는가?	
평가의 형태는 무엇으로 하는가?	
긍정적 영향으로 예상되는 것은 무엇인가?	
부정적 영향으로 예상되는 것은 무엇인가?	
중점적으로 평가하여야 할 분야는 무엇인가?	
수집하여야 할 자료는 무엇인가?	
평가를 위하여 이용 가능한 자료는 무엇인가?	
평가에 사용할 수 있는 방법은 무엇인가?	
부정적 영향을 최소화 할 수 있는 대안은 무엇인가?	
부정적 영향을 최소화 할 수 있는 저감대책은 무엇인가?	
대중의 관심 수준은 어느 정도인가?	
법적 필요사항과 관련된 것이 있는가?	
※ 이상의 사항들에 대하여 충분히 논의하여 범위, 내용, 방법 등을 결정한다.	

6) 영향범위 자체가 논란의 대상이 될 수도 있으므로 참고할 수 있는 영향범위를 환경부(2007), 「건강영향평가 기법개발 및 시범사업 연구」 부록에 수록하였음

7) 환경부(2015), 환경영향평가 관련 규정집 지침 10. 환경영향평가 평가범위 설정 가이드라인

[예시] '○○광역시 위생매립장 확장공사' 스코핑 결과

<표-6> '○○광역시 위생매립장 확장공사'의 건강영향 항목 평가 스코핑 결과

항 목	검토 내용
평가의 목적은 무엇인가?	매립장 운영으로 인하여 ○○군 주민 등에게 미치는 건강영향을 예측하여 긍정적 영향은 최대화하고 부정적 영향은 최소화하기 위함
평가에 포함되는 이해관계자는 누구인가?	사업제안자, ○○군 주민, 전문가, 관련 행정 기관 등
평가 대상 인구집단 및 취약집단은 누구인가?	○○군 주민
평가의 공간적 범위는 어디까지인가?	대기질 및 악취의 ,공간적 범위는 반경 4km 사회.경제적 요인들에 대한 공간적 범위는 대상사업의 행정구역인 ○○광역시 ○○ 군임
평가의 시간적 범위는 어디까지인가?	매립장 운영 시
긍정적 영향으로 예상되는 것은 무엇인가?	고용증대, 수입(지원기금 등)
부정적 영향으로 예상되는 것은 무엇인가?	매립장 운영으로 인한 대기질, 악취, 침출수 영향 등
중점적으로 평가하여야 할 분야는 무엇인가?	대기질, 악취, 침출수, 쓰레기 운반차량에 의한 영향
평가를 위하여 이용 가능한 자료는 무엇인가?	C-R함수, 건강영향에 대한 자료
수집하여야 할 자료는 무엇인가?	대기질, 악취현황, 대기오염(악취)물질 발생량, 사망자료 등 건강관련 현황자료
평가에 사용할 수 있는 방법은 무엇인가?	주민토론회, 설문조사, 위해성 평가 등
부정적 영향을 최소화 할 수 있는 대안은 무엇인가?	매립장 규모 축소 등
부정적 영향을 최소화 할 수 있는 저감대책은 무엇인가?	최적방지시설 개념의 저감시설(Air Dome 등) 설치 및 운영
대중의 관심 수준은 어느 정도인가?	매우 높음
평가의 시간계획은 어떻게 되는가?	환경영향평가서 작성기간 내
평가의 형태는 무엇으로 하는가?	종합평가 수준
법적 필요사항과 관련된 것이 있는가?	폐기물처리시설촉진및주변지역지원등에 관한법을 부합 여부 확인
※ 이상의 사항들에 대하여 충분히 논의하여 범위, 내용, 방법 등을 결정한다.	

- 또한, 구체적인 각각의 제안 내용에 대하여 건강결정요인별로 변화 정도를 반정량적으로 검토함으로써 보다 상세한 스코핑을 수행할 수 있음

<표-7> 스코핑 매트릭스 2: 제안내용별 건강결정요인 분석

제안 내용	물리적 요인				비고 (추가 고려사항)
	대기질	악취	수질	소음·진동	
※ 긍정적 영향은 +, 부정적 영향은 - (미치는 영향 정도(고려 필요성)에 따라 달리 표기함 (예. +, ++, +++), 개수가 많을수록 영향이 큼 ※ 평가가 불확실한 건강결정요인에 대해서는 '?'로 표시하고, 향후 해당 건강결정요인에 대한 권고사항 작성 시 검토하도록 할 수 있음 ※ 제안 내용과 건강결정요인과의 상관관계가 미미한 경우는 공란으로 두도록 함					

[예시] '○○광역시 위생매립장 확장공사' 제안내용별 건강결정요인 분석 결과

<표-8> '○○광역시 위생매립장 확장공사' 제안내용별 세부적인 건강결정요인 분석결과

제안 내용	물리적 요인				비고 (추가 고려사항)
	대기질	악취	수질	소음·진동	
매립장 운영	++	+	++	+	
매립 복토 및 복토용 장비 운영				+	
쓰레기 운반차량 운영	+	++		++	
※ 긍정적 영향은 +, 부정적 영향은 - (미치는 영향 정도(고려 필요성)에 따라 달리 표기함 (예. +, ++, +++), 개수가 많을수록 영향이 큼 ※ 평가가 불확실한 건강결정요인에 대해서는 '?'로 표시하고, 향후 해당 건강결정요인에 대한 권고사항 작성 시 검토하도록 할 수 있음 ※ 제안 내용과 건강결정요인과의 상관관계가 미미한 경우는 공란으로 두도록 함					

- 특히 스코핑 단계에서는 사업의 계획이나 내용에 따라 건강영향 항목 평가를 간단히 수행할 것인지, 또는 심도 있게 할 것인지를 결정할 수 있는데 아래 표를 참고하여 환경영향평가협의회에서 결정.8)

<표-9> 건강영향 항목의 평가 형태 결정을 위한 방법

속성평가 수행	내 용	중간적 또는 종합적 평가 수행
그렇다	■ 평가를 수행하기에 시간이 제한적인가?	아니다
그렇다	■ 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 기회가 제한적인가?	아니다
그렇다	■ 외부적 요인으로 인해 의사 결정 과정의 시간계획이 결정되는가?	아니다
그렇다	■ 평가를 수행하기에 이용 가능한 재원이 매우 제한적인가?	아니다

[예시] ‘○○광역시 위생매립장 확장공사’ 건강영향 항목의 평가 형태 결정

<표-10> ‘○○광역시 위생매립장 확장공사’의 건강영향 항목 평가 형태 결정 결과

속성평가 수행	내 용	중간적 또는 종합적 평가 수행
그렇다	■ 평가를 수행하기에 시간이 제한적인가?	<u>아니다</u>
그렇다	■ 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 기회가 제한적인가?	<u>아니다</u>
그렇다	■ 외부적 요인으로 인해 의사 결정 과정의 시간계획이 결정되는가?	<u>아니다</u>
그렇다	■ 평가를 수행하기에 이용 가능한 재원이 매우 제한적인가?	<u>아니다</u>

- ‘○○광역시 위생매립장 확장공사’에 대한 건강영향 항목의 평가를 수행함에 따른 시간적 범위는 매립장 확장공사의 계획초기단계부터 설치계획 승인 전까지이므로, 건강영향 항목의 평가를 수행하기 위한 시간적인 제한은 크지 않을 것으로 예상되며, 건강영향 항목의 평가가 수행된다면 의사결정자들이 매립장 확장공사의 시행 등에 대한 의사결정에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 판단
- 하지만, 일반적으로 매립장 조성 및 확장공사는 운영 시 매립가스 및 침출수로 인한 부정적인 건강 영향, 침출수로 인한 인체 및 지하수, 토양에 부정적인 영향, 쓰레기 운반차량 운행으로 인한 대기오염물질 배출과 악취 문제 등이 있을 수 있음

8) 환경영향평가 과정 “환경영향평가협의회”에서 간이평가절차 대상사업 여부를 결정하는 것과 비슷함

- 그러므로 '○○광역시 위생매립장 확장공사'에 대한 건강영향 항목의 평가는 속성 평가보다는 중간적 또는 종합적 평가를 수행하는 것이 바람직

4. 평가(Appraisal)

- 평가단계는 당해 사업이 영향 예상지역의 주민 등에게 미치는 건강영향을 정량적, 정성적으로 평가하는 단계임
- 평가는 정성적·정량적인 방법을 활용하며, 우선 정성적으로 평가한 후 정량적 평가 방법이 있는 경우 정량적인 평가를 수행
 - 정성적 평가에서는 해당 개발사업의 제안으로(요인으로) 인한 긍정적 영향과 부정적 영향을 나열하고, 이에 따른 권고사항을 제시하는 형태로 진행
 - 정량적 방법은 특정한 지표 등을 활용하여 해당 개발사업으로 인한 영향을 계량적 기준과 비교하여, 이에 따른 저감방안을 제시하는 형태로 진행
- 현행 건강영향 항목의 추가·평가에서 정량적 방법은 크게 지표를 활용한 계획 적정성 평가와 노출농도 및 유해성 정보를 활용한 위해성 평가로 구분하여 진행
 - 일정규모 이상의 산업단지 개발계획 및 주변 지역사회에 잠재적인 노출인구가 존재하는 것으로 예상될 때, 건강영향 측면에서 개발계획의 적정성을 우선 평가함
 - 그 외 평가 대상사업에 대해서는 개발사업으로 인한 유해오염물질 등의 물리적 환경변화에 따른 농도를 현재 환경영향평가 제도에서 활용되고 있는 모델들을 활용하여 파악하며 이를 위해성으로 환산하여 평가함

가. 정성적 평가(매트릭스 활용)

- 매트릭스를 바탕으로 정성적 평가를 수행하여 정량적 평가 방향 및 권고사항 등을 마련(<표-5>)

<표-11> 제안내용별 잠재적 건강영향 분석

제안 내용	긍정적 영향	부정적 영향				권고사항
		영향	영향 정도*	영향 가능성**	위해 대상***	
<p>* 영향정도: 계획으로 인한 부정적 영향의 심각성 정도를 의미; ‘크게 심각하지 않음’, ‘어느 정도 심각함’, ‘심각함’으로 구분</p> <p>** 영향가능성: 부정적 영향의 발생 가능성 정도를 의미; ‘이론적으로 가능’, ‘가능성이 있음’, ‘확실히 발생’으로 구분</p> <p>*** 위해대상: 대상지역이나 주변지역에서 일반적으로 영향을 받을 수 있는 사람을 의미; ‘지역주민’, ‘주변지역 주민’, ‘민감 인구집단’, ‘근로자’</p>						

[예시] '○○광역시 위생매립장 확장공사' 제안내용별 잠재적 건강영향 분석결과

<표-12> '○○광역시 위생매립장 확장공사'의 제안내용별 잠재적 건강영향 분석결과

제안 내용	긍정적 영향	부정적 영향				권고사항
		영향	영향 정도	영향 가능성	위해 대상	
매립장 운영	<ul style="list-style-type: none"> ■ 위생매립장 확보로 폐기물의 안정적, 위생적 처리 가능 ■ 불법투기로 인한 국토의 오염방지 ■ 건설사업 실시 및 매립장 운영으로 인한 고용창출 효과로 지역발전에 기여 	■ 매립가스 발생으로 인한 대기질 악화	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최적방지시설 개념의 저감시설 설치 ■ 매립가스 발생에 대한 지속적인 모니터링 계획 수립
		■ 침출수 유량저장소나 매립장 매립 가스 등 매립장 운영에 따른 악취 발생	심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	<ul style="list-style-type: none"> ■ 악취저감시설 설치
		■ 매립에 따른 침출수 발생으로 인한 지하수 오염 가능	어느 정도 심각함	확실히 발생	지역주민	<ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적인 침출수 처리대책 수립 필요(차수막, 침출수 차집시설 및 처리시설 등) ■ 지하수수질 감시망 설치·운영 ■ 침출수 누출에 대한 지속적인 모니터링 필요
		■ 침출수 누출로 인한 토양오염 발생	어느 정도 심각함	가능성이 있음	지역주민	<ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적인 침출수 처리대책 수립 필요(차수막, 침출수 차집시설 및 처리시설 등)
		■ 매립장 운영으로 인한 사회적 단절이 발생할 수 있음	어느 정도 심각함	가능성이 있음	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사회적 단절 최소화 방안 모색
		■ 매립장 운영으로 인해 박테리아, 곰팡이, 방선균류, 바이러스 등 미생물 부하가 증가할 수 있음	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	<ul style="list-style-type: none"> ■ 위생매립 실시 ■ 인체에 유해한 미생물을 없애기 위해 살균제 등 살포 ■ 근로자의 정기적인 건강검진 필요
		■ 매립장 근로자의 안전사고 (폭발 등)	어느 정도 심각함	가능성이 있음	근로자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 매립장 근로자에 대한 안전강화교육 주기적 실시

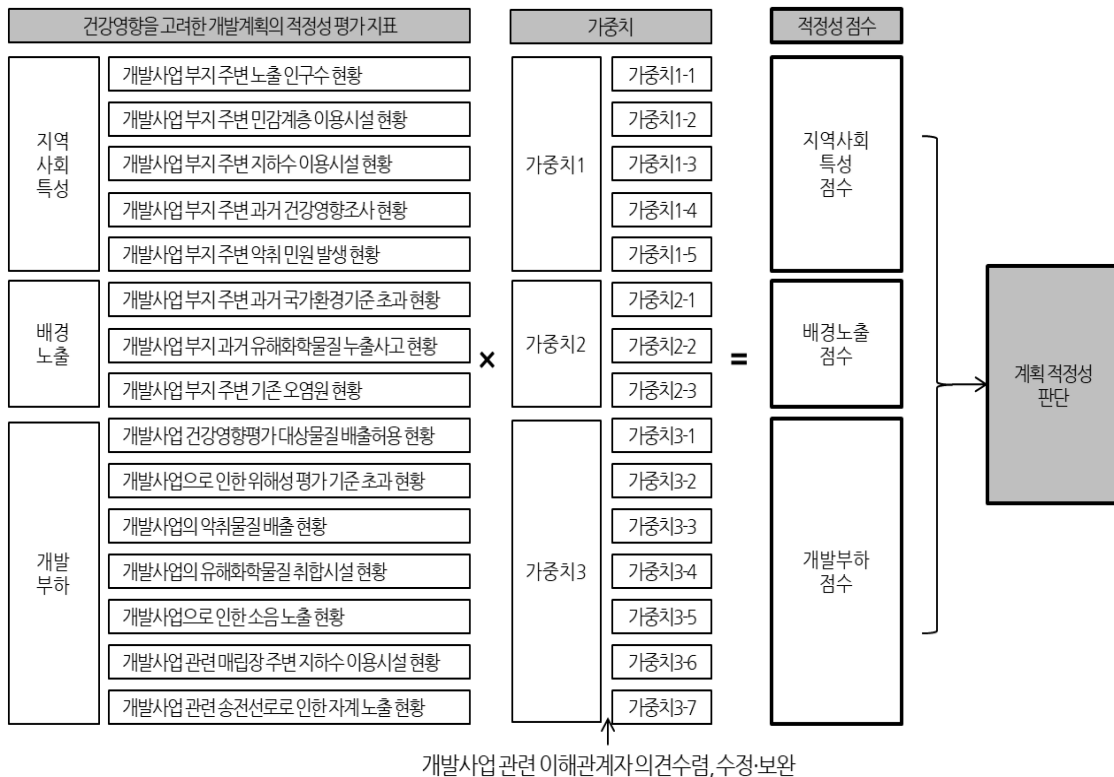
<표-12> (계속)

제안 내용	긍정적 영향	부정적 영향				권고사항
		영향	영향 정도	영향 가능성	위해 대상	
매립 복토 및 복토용 장비 운행	-	■ 매립장 복토에 따른 비산먼지 발생	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 주기적인 살수 등 비산먼지저감방안 강구
		■ 복토용 장비의 배기가스로 인한 대기오염	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 장비에 배기가스저감장치 설치 ■ 장비의 공회전 금지
		■ 복토용 장비 운행으로 인한 소음 발생	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 소음 저감을 위한 완충녹지 등 소음저감 방안 수립
		■ 복토용 장비 운행으로 인한 사고 발생	크게 심각하지 않음	가능성이 있음	근로자	■ 장비 운행 근로자에 대한 안전교육 강화
쓰레기 운반차량 운행	-	■ 쓰레기 운반차량 배기가스로 인한 대기오염	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 저속운행을 통해 자동차에 의한 오염물질 발생량이 줄어들도록 유도
		■ 쓰레기 운반차량으로 인한 교통소음 발생	어느 정도 심각함	확실히 발생	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 쓰레기 운반차량 교통소음 저감을 위한 방음벽 설치 및 완충녹지 마련 등 소음 저감방안 수립
		■ 쓰레기 운반차량으로 인한 교통사고 발생	어느 정도 심각함	가능성이 있음	근로자, 지역주민, 민감 인구집단	■ 매립장 진입도로 운행차량의 차속 규제 및 방지턱 설치 등 안전장치 강구
		■ 쓰레기 운반차량 출입시 주변 지역에 악취 발생 가능	어느 정도 심각함	가능성이 있음	지역주민, 민감 인구집단	■ 세륜·세차시설 설치 ■ 쓰레기 운반차량의 덮개 의무화

나. 정량적 평가

<계획 적정성 평가>

- 산업단지 개발사업에 한정한 건강영향 측면의 계획 적정성 평가는 지표를 활용하여 지역단위별 상대적인 잠재 위험(potential risk)을 선별하는 CalEnviro Screen 3.0의 특성과 특정 지역의 환경오염 현황을 파악하여 필요 조치를 선정·제안하는 환경보건평가(Public Health Assessment)의 특성을 참조하여 제안함
- 건강영향을 고려한 계획 적정성 평가의 지표는 산업단지 개발부지 주변 노출인구 등 해당 지역의 수용체 현황(receptor status)을 반영하는 지역사회 특성요인, 기존 환경오염 현황 등 해당 지역의 오염 현황(pollution status)을 반영하는 배경노출 요인, 그리고 금회 산업단지 개발로 인해 추가적인 환경오염 등 해당 지역의 오염 가중(pollution aggravation)을 반영하는 개발부담 요인으로 구성됨
- 계획 적정성 평가 점수가 일정 수준(종합점수 또는 지역사회 특성점수가 65점)을 초과할 경우에 건강영향 측면에서 개발계획이 적정하지 않은 것으로 판단함



<그림-5> 건강영향 측면의 산업단지 개발 계획의 적정성 평가 구조

〈위해성 평가〉

- 정량적인 평가는 국가환경기준 유무에 따라 크게 두 가지 방법으로 나눌 수 있음
- 첫째, 환경기준이 있는 항목의 경우 환경기준과 비교함으로써 평가할 수 있음.
예컨대, SO₂의 경우 연간 국가환경기준은 0.02ppm인데 당해 사업 시행으로 인한 연평균 예상농도가 0.015ppm이라면 그 자체로 건강상 특별한 영향이 없는 것으로 판단
 - 환경기준과 관련하여 '환경기준은 국가 환경행정의 목표로서 건강영향을 평가하기 위한 척도로 사용하기에는 어려움이 있다'는 지적이 있음. 그러나 현행 「환경정책기본법」에 명시된 대기환경기준 물질(7개)의 경우 납과 벤젠을 제외하고 비발암성 물질로서 호흡노출참고치(납의 경우 호흡단위위해도)가 없기 때문에 별도의 평가 방법이 없음. 또한 우리나라의 대기환경기준 수준도 다른 선진국과 비슷하거나 높은 것도 있음
- 둘째, 환경기준이 없는 경우, 발암성 물질, 비발암성 물질로 구분하여 평가함.
발암성 물질의 경우에는 발암위해도를, 비발암성 물질의 경우에는 위해도 지수를 이용함. 이에 대한 세부 방법론은 제4장 건강영향 항목의 평가기법에 상술되어 있음

<표-13> 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질 발암위해도 평가의 적용 기준

<ul style="list-style-type: none">- 배경 또는 예측농도가 10⁻⁶ 초과 지역에 입지할 경우: 규모 축소, 최적방지시설을 적용하여 오염물질 발생 최소화 대책 수립 후 사업추진- 배경 또는 예측농도가 10⁻⁵ 초과 지역에 입지할 경우: 추가배출을 최소화하기 위해 규모 축소, 최적방지시설 적용, 주변지역 건강조사*를 실시하고 건강영향이 우려될 경우 추가적인 저감방안 수립* (주변지역 건강조사) 예측 영향권역내에 있는 지역주민의 건강영향을 모니터링하기 위해 건강 설문조사 등을 통해 호흡기 질환, 암 발병률 등 환경오염과 관련 있는 질병추이를 조사하는 것- 연돌 직접 측정: 기여도가 크고 예측농도가 위해도 기준(10⁻⁶)을 초과하는 물질에 대해서는 현황농도 조사 외에 연돌에서 직접 측정하여 모델링을 통하여 영향 예측지점에서의 위해도 평가 실시, 기준 초과 우려가 있을 경우 추가 저감방안 수립

5. 저감방안

- 저감방안 종류에는 회피(avoiding), 최소화(minimizing), 조정(rectifying), 감소(reducing), 보상(compensation)이 있음

<표-14> 저감방안 종류

저감방안의 종류	내용
① 회피(avoiding)	- 어떤 사업 또는 사업의 일부를 하지 않음으로서 영향이 발생하지 않도록 하는 것
② 최소화(minimizing)	- 그 사업과 사업 실행의 정도 혹은 규모를 제한(줄임)함으로써 영향을 최소화하는 것
③ 조정(rectifying)	- 영향을 받은 환경을 교정, 복원하거나 복구함으로써 그 영향을 교정하는 것
④ 감소(reducing)	- 대상사업을 진행하는 동안 보전하고 유지함으로써 시간이 지난 후 영향을 감소시키거나 제거하는 것
⑤ 보상(compensation)	- 대치하거나 대체자원 또는 대체 환경을 제공함으로써 영향에 대한 보상을 하는 것

<계획 적정성 평가>

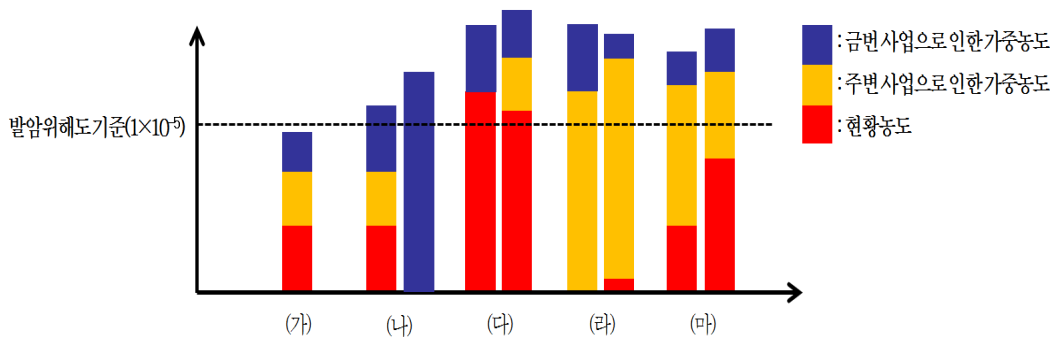
- 지속가능한 발전 측면에서 산업단지 개발계획의 적정성은 건강영향을 포함한 환경성과 더불어 경제성, 사회성을 포함하여 판단할 수 있음
- 건강영향 측면의 계획 적정성 평가 결과, 일정 기준을 초과하는 점수가 예측되면 지속가능한 발전 차원에서 종합적인 계획 적정성을 판단하는 참고용으로 제안

<표-15> 건강영향 측면의 계획 적정성 평가 결과에 따른 조치

구분	조치 등
계획 적정성 평가 점수 기준 이상	- 의미 : 건강영향 측면에서 산업단지 개발계획이 적절하지 않음 - 제안사항(활용 및 조치 등) · 협의 시 지속가능성 측면의 계획 적정성 판단에 있어 건강영향 측면에서는 바람직하지 않음을 전달(수용성(수인한도 등)에 대한 위해소통 필요성 제안 등) · 기준 이상임에도 불구하고 개발 시에는 최소한 노출부하 관련한 지표들에 대한 관리(저감방안) 필요
계획 적정성 평가 점수 기준 미만	- 기존 위해성 평가의 방법론에 따른 평가 및 저감방안 마련

〈위해성 평가〉

- 저감방안 수립 단계는 건강영향 항목의 추가·평가 결과를 토대로 긍정적 영향은 최대화하고, 부정적 영향은 최소화하기 위한 저감방안을 수립하는 단계로서 평가 단계에서 검토되었던 다양한 저감방안 효과를 분석하여 최적의 저감방안을 제안해 볼 수 있음
 - 정성·정량 평가결과를 분석하여 시사점 도출, 이를 저감방안과 모니터링 계획에 연계 적용
 - 저감방안의 구체적 내용이 보건복지부 등 정부 내 타 부처의 소관사항과 밀접한 관계가 있을 경우, 반드시 관련 부처와 협의하여야 함
 - 민감 인구집단에게는 긍정적인 영향이 예상되고 일반 인구집단에게는 부정적 영향이 예상될 때, 민감 인구집단과의 협의 없이 일반 인구집단에 대한 건강상의 영향을 개선하도록 계획을 수정할 수 있음
- 저감방안 수립과 관련하여 의사결정권자는 건강영향 항목의 추가·평가 결과와 저감방안의 내용 및 수준, 비용 등을 고려하여 해당 제안 내용의 수용, 거절, 수정 등을 결정하여야 함
- 개발사업 및 주변 개발사업으로 인한 가중농도와 현황농도로 구분한 발암위해도 수준별 저감방안은 다음과 같이 제안해 볼 수 있음⁹⁾
 - 모든 경우에 대해서 기본적으로 최적방지시설의 우선 적용을 전제로 함



<그림-6> 위해성 평가 결과 발암위해도 기준(10⁻⁵) 초과 사례

9) 발암위해도 수준별 저감방안은 계획된 저감방안이 해당 개발지역의 특성을 반영하여 전문가 및 시민단체 자문을 통해 마련되어야 하며 관계기관과 협의 등을 통해 절차적 정당성이 확보되어야 함

<표-16> 위해성 평가 결과 발암위해도 기준(10^{-5}) 초과 시 저감방안 사례

구분	주요 내용
(가) 기준 만족	- 최적가용기법 적용
(나) 금번 개발 사업으로 인한 초과	- 임계가중배출량 산정·관리(산업단지 개발에 한정) - 사후관리 강화(모니터링 강화, 주민 건강설문, 인프라 지원, 교육, 건강검진 등)
(다) 현황농도로 인한 초과	- 금번 개발 사업으로 인한 가중농도 만큼의 현황농도 저감·관리 방안(주변 오염원 파악, 관련 지자체와의 협의를 통한 지원 사항 등) - 사후관리 강화(모니터링 강화, 주민 건강설문, 인프라 지원, 교육, 건강검진 등)
(라) 주변 개발 사업으로 인한 초과	- 주변 개발 사업으로 인한 가중농도 만큼의 주변 개발 사업으로 인한 가중농도 저감관리 방안(개발사업 파악, 개발사업 관계자와 협의 등) - 사후관리 강화(모니터링 강화, 주민 건강설문, 인프라 지원, 교육, 건강검진 등)
(마) 현황농도 및 주변 개발 사업으로 인한 초과	- (다) 및 (라)의 경우 모든 사항

- 최적방지시설 적용의 [예시]로 다음 표에는 화력발전소 및 소각시설의 건강영향 물질별 저감시설에 대한 일반적 상황을 가정한 최적방지시설(저감시설) 제안해 볼 수 있음¹⁰⁾

10) 엄격한 건강영향 항목의 추가·평가 수행을 위해서는 제시된 저감시설 적용 시 최저 저감효율을 적용하는 것이 적절하며, 개발 사업자에 의해 명확한 저감시설이 제시 가능하고 이를 바탕으로 저감효율을 명시할 수 있다면 이를 적용할 수 있음

<표-17> 화력발전소 및 소각시설의 건강영향 물질별 저감시설 제안 및 예상 저감효율

평가대상물질		주요 저감방식	저감효율 (%)	평가대상사업
구분	세부물질			
입자상 오염물질 (먼지, 중금속 등)	수은 ¹¹⁾	전기집진, 여과 흡수(세정, 첨가제)	30~95	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	니켈	세정, 여과, 원심력, 전기집진	80~99	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	크롬	세정, 여과, 원심력, 전기집진	80~99	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	카드뮴	세정, 여과 소각, 직접연소	75~99	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	비소	여과, 전기집진	85~99	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	납	세정, 여과, 전기집진	80~99	화력발전소(석탄, LNG, SRF), 소각시설
	베릴륨	세정, 여과, 전기집진	80~99	화력발전소(석탄, LNG)
	망간	세정, 여과, 전기집진	80~99	화력발전소(LNG)
	바륨	세정, 여과, 전기집진	80~99	화력발전소(LNG)
가스상 오염물질 (VOCs, PAHs 등)	포름 알데히드	흡수(세정, 첨가제) 소각, 직접연소	80~100	화력발전소(LNG)
	벤젠	전기적 분해, 소각, 직접연소	95~99.9	화력발전소(석탄, LNG), 소각시설
	아세트 알데히드	흡수, 흡착, 연소	98~99	화력발전소(LNG), 소각시설
	에틸벤젠	흡착, 직간접 열분해	80~99	화력발전소(LNG)
	톨루엔	직간접 열분해	95~99	화력발전소(LNG)
	자일렌	흡착, 직간접 열분해	80~99	화력발전소(LNG)
	염화수소	흡수(세정, 첨가제)	85 이상	화력발전소(SRF), 소각시설
	암모니아	소각, 직접연소	90~95	소각시설
	황화수소	소각, 직접연소	90~95	화력발전소(LNG), 소각시설
	나프탈렌	흡착, 직간접 열분해	80~95	화력발전소(LNG, SRF)
	아크롤레인	연소	80~100	화력발전소(LNG)
	다이옥신	직접연소	60~99	화력발전소(LNG), 소각시설

11) 수은의 경우 원소수은, 산화수은 입자상 수은으로 나뉘지며, 연소조건(온도 등) 및 연료의 성분 등에 의해 이 비율이 다르게 나누어짐에 따라 저감효율이 매우 크게 달라질 수 있음. 예를 들어 입자상 수은의 비율이 높을 경우 여과집진, 전기집진방식으로 높은 제거효율을 보이지만 이와 반대로 원소수은 및 산화수은의 비율이 높을 경우 집진방식으로는 저감효율이 매우 낮을 수 있음.

6. 모니터링 계획

- 모니터링은 전향적 건강영향 항목의 추가·평가의 절차 및 결과를 검증하기 위한 수단으로서 건강영향 항목의 평가 결과에 근거하여 계획 수립
 - 건강영향 항목의 추가·평가 수행과정을 발전시키고, 향후 건강에 긍정적인 영향을 미칠 수 있도록 사업을 수정·보완, 건강영향 항목의 추가·평가의 정확성을 향상시킬 수 있음
 - 또한 새로운 자료의 수집을 시작하거나 중복된 계획이나 프로그램을 위한 정보를 입수하고 기존 자료를 업데이트하는 데 중요한 역할
- 국내의 경우는 환경영향평가에서 평가항목별로 사후환경영향조사계획을 수행하기 때문에 동 조사결과를 모니터링 자료로 인용할 수 있음
 - 특히 모니터링과 관련하여 영향권 내의 주민들의 건강상태를 주기적으로 체크하는 방법도 있을 수 있으나 이는 환경의 질을 조사하는 것보다 상대적으로 많은 비용과 긴 시간이 소요될 것으로 예상됨에 따라 모든 사업의 건강상태 조사 수행은 매우 어려워 특별한 경우에 한하여 수행될 가능성이 큼
 - 사후환경영향조사계획은 아래 표와 같이 환경영향조사계획, 환경관리계획으로 구분하여 참조·작성할 수 있음

<표-18> 환경영향조사계획 작성예시

조 사 항 목	조사지역(지점)	조사방법	조사주기*	비고
- 평가대상 물질별 모니터링	- 영향예측 지점 (단, 주거지역 및 취락시설 등을 대상으로 선정)	- 대기오염공정시험 방법	- 반기 1회 이상	- 평가 대상사업별 평가 대상 물질에 한하여 수립 (단, 영향평가 시 위해도 기준 초과물질에 한정) - 운영 시 예측지점에서 평가 대상 물질의 위해도가 기준 (발암성물질 10 ⁻⁶ , 비발암성물질 1)을 초과할 것으로 예상될 때 수립
	- 연돌 직접 측정	- 대기오염공정시험 방법	- 반기 1회 이상	- 개발 사업으로 인한 기여도가 크고 예측농도가 위해도 기준(발암성물질 10 ⁻⁵ , 비발암성물질 1)을 초과하는 물질에 대해서는 현황농도 조사이외에 연돌에서 직접 측정하여 모델링을 통하여 영향 예측지점에서의 위해성 평가를 실시하고 기준 초과 우려가 있을 경우 추가적인 저감방안 마련
- 평가대상 물질별 위해성 평가	- 영향예측 지점 (단, 주거지역 및 취락시설 등을 대상으로 선정)	- 정량적 분석 (위해성 평가)	- 반기 1회 이상	- 운영 시 예측지점에서 평가대상 물질의 위해도가 기준 (발암성물질 10 ⁻⁵ , 비발암성물질 1)을 초과할 것으로 예상될 때 수립(단, 평가결과 위해도 기준 초과 시 추가 저감대책 마련)
- 건강영향조사	- 영향 반경 내 지역 (산업단지 2km, 화력발전소 및 소각장 10km, 매립장 및 가축분뇨시설 5km)	- 주민설문, 건강검진, 진단 등	- 필요 시	- 운영 시 평가대상 물질의 위해도가 기준(발암성물질 10 ⁻⁵ , 비발암성물질 1)을 초과할 것으로 예상될 때 수립 (단, 조사결과 건강영향 관련성 확인 및 징후가 보일 경우 시설 운영 축소 및 중단 계획 마련)

<표-19> 환경관리계획 작성예시

구분	조 사 항 목	조사지역(지점)	조사방법	조사주기	비고
회피	- 입주업종(업체) 제한	-	- 고시확인 (산업단지 관리 기본계획)	- 공사 준공 시 (입주업체 선정 전)	- 특정 업종 제한 - 「대기환경보전법」 시행규칙 제4조 [별표 2]의 특정 대기유해물질 배출업체 입주 제한
최소화	- 임계가중배출량 산정·관리	-	- 입주시설 및 시설별 배출량 확인 - 고시확인 (산업단지 관리 기본계획)	- 공사 준공 시 (입주업체 선정 전)	- 평가대상 물질별 임계가중배출량 산정하여 입주업체 선정 시 활용 - 「대기환경보전법」 시행규칙 제5조 [별표 3]의 대기 유해물질 배출시설에서의 배출량에 근거
조정	- 방지사설 설치·운영	- 사업지구 배출시설	- 현장조사	- 반기 1회 이상	- 평가대상 사업의 특성 및 협의내용에 근거하여 조사
	- 사업부지 내 공원, 녹지조성 등	- 사업지구	- 현장조사	- 반기 1회 이상	- 조성 후 훼손의 경우를 고려하여 지속적으로 관리
감소	- 사업부지 외 공원, 녹지조성 등	- 사업지구 인근	- 현장조사	- 반기 1회 이상	- 조성 후 훼손의 경우를 고려하여 지속적으로 관리
	- 기존 오염원 관리	- 사업지구 인근	- 현황조사	- 반기 1회 이상	- 지역사회 현황농도 관련 오염원 조사 및 중장기적 배출량 관리 - 개발사업 운영 전 배출량 저감 및 관리 모니터링
보상	- 건강검진 등 지원(지역주민의 건강검진 지원 등)				- 지역사회 행정기관(주민 포함)의 협의 및 전문가의 자문을 통해 추진
	- 시설지원(취약계층 이용시설 실내 공기질 지원·관리 등)				
	- 교육지원(홍보, 보건교육 프로그램 등)				
	- 기타 지역사회 건강증진 프로그램 등				

주: 환경관리계획의 경우 평가 시 협의내용으로 해당 저감방안이 수립된 경우에 한하여 수립

주: 조사주기는 사업의 특성, 주변 환경 등을 고려하여 탄력적으로 조정할 수 있으며, 「환경영향평가법」 제33조에 따른 변경협의를 통해 조사기준을 완화할 수 있음

주: 조사기간의 경우 「환경영향평가법」 시행규칙 제19조 [별표1. 사후환경영향조사의 대상사업 및 기간]을 따름

제3절 건강영향 항목의 추가·평가 기재사항

○ 위생·공중보건 항목 관련 건강영향 항목 추가·평가의 기재사항은 아래와 같음

<표-20> 건강영향 항목의 추가·평가 기재사항

내 용	항 목	방 법
1. 현황조사	가. 조사항목	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업지역 및 주변지역의 인구, 사망률, 유병률, 인구 집단분석(인구추이, 연령별·성별 인구), 어린이, 노인 등 환경취약계층의 분포 현황 등 ○ 건강영향 예측항목의 개발부지 주변 현황농도 등 <ul style="list-style-type: none"> ※ 건강영향 예측항목은 당해 사업의 시행으로 발행하는 오염물질 중 건강에 영향을 미칠 것으로 예상되고 평가 가능한 물질로서 사업 특성에 따라 신뢰할 수 있는 자료(유사시설 측정자료, 연료성분 분석자료, 물질수지 및 공정 분석자료, PRTR 분석 자료, 배출계수 문헌자료 등)를 이용하여 정함 ※ 신뢰할 수 있는 활용 가능한 기존자료가 있는 경우에는 해당 예측항목 현황농도 조사를 생략할 수 있음
	나. 조사범위	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경영향평가 조사범위에 준하여 설정
	다. 조사방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현황농도 조사는 최소 2계절 이상, 계절별 3일 이상 조사를 원칙으로 하되, 신뢰할 수 있는 활용 가능한 기존 자료가 있는 경우에는 해당 물질 현황농도 조사를 생략할 수 있음 ○ 현황농도 조사 시 시료 채취 및 시험방법은 환경영향평가 조사방법에 준함 <ul style="list-style-type: none"> ※ 「대기오염공정시험기준」(국립환경과학원고시) 등에 따라 평가 대상물질별 적정 기준을 선정하여 측정하되, 측정 관련한 구체적인 내용(측정한 공정시험기준, 시기, 지점, 횟수, 검출한계 및 불검출값 처리방법 등)을 명시하여 현행 위해성 평가에의 활용 타당성을 제시
2. 건강영향 예측	가. 예측 항목	<ul style="list-style-type: none"> 1) 계획 적정성 평가(산업단지 개발계획에 한하여 적용) ○ 당해 사업부지 주변의 지역특성, 배경노출, 개발부담을 나타내는 지표들로 아래와 같음 <ul style="list-style-type: none"> - 지역특성 지표: 개발사업 부지 주변 노출 인구수 현황, 개발사업 부지 주변 민감집단 이용시설 현황, 개발사업 부지 주변 지하수 이용시설 현황, 개발사업 부지 주변 과거 건강영향조사 현황, 개발사업 부지 주변 악취 민원 발생 현황 등 - 배경노출 지표: 개발사업 부지 주변 과거 국가환경기준 초과 현황, 개발사업 부지 과거 유해화학물질 누출사고 현황, 개발사업 부지 주변 기존 오염원 현황 등 - 개발부담 지표: 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질 배출허용 현황, 개발사업으로 인한 위해성 평가 기준 초과 현황, 개발사업의 악취물질 배출 현황, 개발사업의 유해화학물질 취급

	<p>시설 현황, 개발사업으로 인한 소음 노출 현황, 개발사업 관련 매립장 주변 지하수 이용시설 현황, 개발사업 관련 송전선로로 인한 자계 노출 현황 등</p> <p>2) 위해성 평가</p> <p>○ 예측항목은 당해 사업의 시행으로 발생하는 오염물질 중 건강에 영향을 미칠 것으로 예상되는 물질로서 사업 특성에 따라 신뢰할 수 있는 자료(문헌자료, 연료성분분석서, 유사시설 측정자료, PRTR분석자료 등)를 이용하여 예측항목을 정함</p>
나. 예측 범위	○ 예측범위는 조사범위를 준용
<p>다. 예측방법</p> <p>1) 스코핑</p> <p>2) 정성적 평가</p> <p>3) 정량적 평가</p> <p>(1) 계획 적정성 평가</p> <p>(2) 위해성평가</p>	<p>○ 평가 대상사업의 규모 및 주변 지역사회 잠재노출 인구 현황 등을 바탕으로 산업단지의 경우 계획 적정성 평가 수행여부를 판단</p> <p>○ 사업 시행이 야기할 수 있는 잠재적인 건강영향을 검토하여 긍정적·부정적 건강영향 종류, 정도, 가능성 등을 종합적으로 분석</p> <p>○ 건강결정요인별로 정량적으로 평가</p> <p>- 각 지표별 평가값에 가중치를 곱해 건강영향 측면의 계획 적정성 점수 산정 ※ 지표별 가중치는 지역사회 특성 및 이해관계자 의견수렴 통해 조정 가능</p> <p>- 정량적 평가에 필요한 자료는 아래와 같이 국내외에서 개발되어 현재 독성연구기관 및 독성학자들이 보편적으로 이용하는 독성 DB를 이용</p> <p>· 경제협력개발기구(OECD), 유엔환경계획(UNEP), 세계보건기구(WHO) 등 국제기구에서 발간되는 위해성평가 보고서</p> <p>· 미국 환경청(US EPA), 일본 환경청, 유럽화학물질청(ECHA) 등 각 국가 정부보고서 및 데이터베이스</p> <p>· 국내 화학물질유관 정부부처 및 산하기관들의 보고서</p> <p>· 국내 GLP(Good Laboratory Practice) 기관의 자료 및 최근 학술지에 게재된 인체유해성에 관한 연구자료 등</p>
가) 대기질 (약취)	<p>- 대기오염물질 및 악취물질별 배출량 산정</p> <p>- 영향 예상지역에서의 오염물질 농도 예측(대기확산모델 이용)</p> <p>- 대기오염물질별 CR함수를 이용 건강영향을 개략적으로 검토</p> <p>- 국내 역학조사 결과와의 비교 검토</p> <p>- 비발암성 물질의 경우 위해도 지수 산정</p> <p>- 발암성 물질의 경우 발암위해도 산정</p> <p>※ 정량적 평가자료가 부족할 경우 정성적으로 평가</p>

	나) 수질	<ul style="list-style-type: none"> - 수질오염물질 발생량 산정 - 취수장 원수 중 건강영향 추가평가 항목의 현황 농도 확인 - 취수장에서의 오염물질 농도 예측(수질모델링 등을 이용) - 오염물질별로 평가기준과 비교하여 위해도 지수를 계산 ※ 정량적 평가자료가 부족할 경우 정성적으로 평가
	다) 소음·진동	<ul style="list-style-type: none"> - 사업시행으로 인해 발생 가능한 소음예측(소음예측모델 이용) - 산출된 예측소음도와 소음환경기준을 우선 비교하여 소음으로 인한 건강영향을 분석 ※ 정량적 평가자료가 부족할 경우 정성적으로 평가
3.평가	1) 계획적정성 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건강영향 측면의 계획 적정성 점수가 일정 수준을 초과할 경우 계획이 적정하지 않음을 제안하고, 개발추진 시 개발부담 지표 관리방안 제안(단, 계획의 적정성 기준은 지역사회 특성 및 관련 전문가의 의견수렴을 통해 조정 가능)
	2) 위해성평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건강결정요인(대기질, 수질, 소음·진동)별 건강영향을 최소화할 수 있는 저감방안, 사후관리와 연계하여 평가 - 발암물질의 경우 발암위해도가 10^{-4} 이상인 경우에 위해가 있다고 평가하며, 10^{-6} 이하인 경우 위해가 없다고 평가함. 기타의 경우 자연에서 존재하는 수준, 현실성을 고려한 적용 가능한 최상의 저감기술 반영 여부, 사후관리 방안 등을 종합적으로 고려하여 평가 - 비발암물질의 경우 위해도 지수가 1 이하인 경우는 위해가 없다고 평가하고, 1 초과인 경우는 위해가 있다고 평가

제4장 건강영향 항목의 평가기법

- 1 평가기법의 유형
- 2 계획 적정성 평가기법
- 3 위해성 평가기법

제1절 평가기법의 유형

- 일반적으로 건강영향평가에 활용할 수 있는 정성적·정량적 평가기법은 다양함.
전 세계적으로 활용되고 있는 기법들에 대한 각각의 장·단점은 아래와 같음

<표-21> 건강영향평가에 사용되는 정성적·정량적 평가기법들의 장·단점

방법	장점	단점
매트릭스 (Matrices)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단순함 ■ 다른 종류의 사업이나 영향에 대해 적용 가능 ■ 가중치나 서열화를 포함하여 변경 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공간적, 시간적 고려사항이 잘 반영되지 않음 ■ 가중치나 서열화가 없으면 영향의 크기를 나타내지 못함
지도그리기 (Mapping) - GIS 포함	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공간적 고려가 잘 됨 ■ 시간적 고려가 시계열적 분석을 통해 가능함 ■ 단일 또는 다수의 원인으로부터 영향을 통합할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 원인-결과 관계가 명확하지 않음 ■ 공간 관련 자료가 많이 필요함 ■ 유용한 정보를 만들기 위해서는 시간과 자원이 많이 소요됨
위해성 평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 원인과 결과의 상관관계와 확률 함수를 나타내는 데 용이함 ■ 과학적으로 납득 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공간적 고려가 어려움 ■ 일부 건강영향에만 적용가능 ■ 검증하기가 어려움
설문조사 및 survey	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기초 건강 정보를 얻기에 용이함 ■ 대중적 관심사에 대한 정보를 얻을 수 있음 ■ 잠재적으로 영향을 받을 수 있는 사람들을 포함할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시간과 자원 측면에서 고비용 소요됨 ■ 대표성을 가지는 결과를 위해서는 다량의 무작위적인 표본들이 필요함 ■ 조사자가 결과에 편차를 제공할 수 있음 ■ 대답하는 비율이 중요함 ■ 대조군이 필요할 수도 있음
네트워크 분석 (Network Analysis) 및 흐름도 (Flow Diagram)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단순하고 비용이 적게 소요됨 ■ 원인과 결과를 관련짓기 용이함 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 적절한 공간적, 시간적 고려가 어려움 ■ 영향의 크기를 알 수 없음 ■ 매우 복잡하고 번거로울 수 있음
그룹 방식 (Group Method)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기초상태를 결정하거나 영향을 예측하는 데 활용할 수 있음 ■ 잠재적으로 영향을 받는 사람을 포함할 수 있음 ■ 대립되는 견해에 대한 consensus를 이루고 균형을 잡을 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 참가자들이 의견 일치를 보는 데 상당한 시간이 소요될 수 있음 ■ 대개 대표성을 띄지 않을 수 있음 ■ 조사자들이 쉽게 결과에 대해 편견을 부여할 수 있음
전문가 방식 (Expert Method)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문지식, 경험 활용 가능함 ■ 시간이나 자원이 한정되어 있을 때 유효함 ■ 대립되는 견해에 대한 consensus를 이루고 균형을 잡을 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 선택되는 전문가가 누군지에 따라 결과가 달라질 수 있음

제2절 계획 적정성 평가기법

- 계획 적정성 평가 관련한 정량적 평가방법 및 기준은 개발부지 주변의 지역사회 건강수준을 고려한 보전 위주의 정책방향을 고려하여 총점(65점) 또는 지역특성 점수(65점)가 일정 수준을 초과할 경우에 건강영향 측면에서 계획이 적정하지 않음을 제안¹²⁾
- 계획 적정성 평가 점수는 아래의 공식으로 산출함

◆ 계획 적정성 평가 총 점수

$$= 100 \times (\text{지역사회 특성 가중치} \times \sum(\text{지역사회특성 지표}i \times \text{지역사회특성 지표 가중치}i) + \text{배경노출 가중치} \times \sum(\text{배경노출 지표}j \times \text{배경노출 지표 가중치}j) + \text{개발부담 가중치} \times \sum(\text{개발부담 지표}k \times \text{개발부담 지표 가중치}k))$$

◆ 계획 적정성 평가의 지역사회 특성 점수

$$= 100 \times (\sum(\text{지역사회특성 지표}i \times \text{지역사회특성 지표 가중치}i))$$

12) 총점 및 지역특성 점수는 지표별 가중치 조정 등을 통해 일부 조정 가능함

1. 계획 적정성 평가 지표별 평가값 산출

- 부문별 지표는 산업단지 개발계획에 대한 건강영향 측면의 적정성을 판단함에 있어 지역사회의 특성, 지역사회의 기존 오염현황, 그리고 산업단지 개발로 인한 추가적인 오염정도를 고려하여 평가하고자 지역사회 특성 지표, 배경노출 지표, 개발부담 지표로 구분
- 각 부문 내 지표들은 부문들의 내용들을 적절히 파악할 수 있는 지표들로 구성하여 선정할 수 있는데, 과거 연구현황 및 지표화를 통한 적절한 평가값의 산출 가능성 등을 검토하여 선정함

<표-22> 계획 적정성 평가의 부문별 지표

구분	부문별 설명
지역사회 특성 지표	<ul style="list-style-type: none"> - 환경오염에 민감한 영유아, 어린이, 노인, 환자 등의 노약자 등 수용체의 지역사회 점유율을 평가하기 위한 지표 - 동일한 환경 배출 수준이라도 지역의 인구사회학적 특성으로 인해 건강영향 유발의 잠재적 요인으로 작용할 수 있는지를 평가
배경노출 지표	<ul style="list-style-type: none"> - 개발 사업이 추진되기 전부터 지역사회를 구성하고 있던 환경시설로 인해 배출되는 환경오염 부담 및 배경 노출 수준을 평가하기 위한 지표 - 기존 시설로 인한 환경오염 부담으로 인해 신규 개발 사업의 부하가 건강영향 발생의 역치(threshold)를 넘게 되는 요인으로 작용할 수 있는지를 평가
개발부담 지표	<ul style="list-style-type: none"> - 개발 사업 유치로 인해 지역사회에 발생하는 환경 분쟁 요소로 인한 환경 부하 수준을 평가하기 위한 지표 - 개발 대상 시설로 인한 환경배출 부하 요인 중 개발사업장의 금회 계획 변경 등으로 노출 자체에 대한 부하 수준을 평가

<표-23> 계획 적정성 평가의 지역사회 특성 세부 지표

구분	세부지표 설명 및 판단 근거
① 산업단지부지 반경 2km 내 면적의 인구 밀도 393명/km ² 초과 유무	- 개발부지 주변의 잠재 수용체 규모 반영 - 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점 - 비교 : 인구센서스, 건물자료, APT 자료 등을 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시(KEI(2017) 참조)
② 산업단지부지 반경 2km 내 민감집단 이용목적 복지시설 유무	- 개발부지 주변의 잠재 수용체의 특성 반영 - 거주목적: 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점(단순 이용시설인 경우 2.0km 이내 3점, 그 외 0점) - 비교 : 노인복지시설, 아동복지시설, 장애인복지시설 자료 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시(KEI(2017) 참조)
③ 산업단지부지 반경 2km 내 지하수 이용 시설(간이상수도 활용) 유무	- 산업단지 운영으로 야기될 수 있는 지하수 오염의 잠재 수용체 존재를 반영 - 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점 - 비교 : 지하수시설현황 지도 자료 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시
④ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 주민 건강영향조사 실시 여부	- 산업단지 개발부지 주변의 수용체에 대한 환경성 질병부하 상태를 반영 - 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점 (단 영향 없는 것으로 판정된 경우 0점) - 비교 : 환경부 환경피해구제과 또는 관할 지자체 문의, 공간 분석 결과(GIS화) 제시
⑤ 산업단지부지 반경 2km 내 환경오염 민원 발생 유무 (최근 3년)	- 산업단지 개발부지 주변의 수용체에 대한 환경성 민원(악취) 부하 상태를 반영 - 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점 - 영향범위(부지경계 2km 이내)에 속하는 해당 지자체 확인을 통해 파악 - 비교 : 관할 지자체 문의, 오염종류별 특성 및 횟수, 공간적 위치도 등을 평가하여 제시

<표-24> 계획 적정성 평가의 배경노출 세부 지표

구분	세부지표 설명 및 판단 근거
⑥ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 1년 국가환경기준 초과	<ul style="list-style-type: none"> - 산업단지 개발부지 주변 수용체의 오염물질에 대한 기존 노출여부를 반영 - 연간 대기환경기준(7종) 초과(2배 초과 5점, 1.5배 초과 4점, 초과 3점, 그 외 0점) - 비교 : 대기측정망 인근 측정값들을 활용한 거리에 비례한 환산(최소 3개 지점)하여 평가, 대기환경연보 내 측정망 자원 및 환경기준 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시 - 연간 지하수질(생활용수)의 기준 초과(0.5km 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점) - 비교 : ① 반경 2km 내 측정망 없는 경우 평가하지 않음 ② 국가지하수정보센터 내 지하수수질측정망 자원 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시 - 환경소음 자동 및 수동 측정망 소음기준 초과(0.5km 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점) - 비교 : ① 반경 2km 내 측정망 없는 경우 평가하지 않음 ② 국가소음정보시스템 내 환경소음 자동 및 수동 측정망 자원 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시 <p style="text-align: center;">※ 지표값으로는 대기, 지하수질, 소음 중 최악의 평가값 적용</p>
⑦ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 3년 유해화학물질 누출 사고 유무(고정시설)	<ul style="list-style-type: none"> - 산업단지 개발부지 주변 수용체의 오염물질(독성)에 대한 기존 급성 노출여부 반영 - 0.5km 이내 5점, 1.0km 이내 4점, 2.0km 이내 3점, 그 외 0점 - 비교 : 화학안전정보공유시스템 자료 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시
⑧ 산업단지부지 반경 4km 내 기존 오염원 (대기오염 등) 존재 유무	<ul style="list-style-type: none"> - 산업단지 개발부지 주변 수용체의 기존 주변 오염원으로 인한 오염물질에 기 노출 가능여부 반영 - 1.0km 이내 5점, 2.0km 이내 4점, 4.0km 이내 3점, 그 외 0점 - 비교 : ① 산업단지 경우, 한국산업단지공단 산업단지 현황 지도 활용하여 공간분석 및 결과(GIS화) 제시 ② 화력발전소 경우, 전력통계정보시스템의 발전기별 현황 활용하여 공간분석 및 결과(GIS화) 제시 ③ 소각시설, 매립장 경우, 한국환경공단의 전국 폐기물 발생 및 처리현황 활용, 공간분석 및 결과(GIS화) 제시 ④ 가축분뇨처리시설의 경우, 환경부 가축분뇨공공 처리시설 현황 활용, 공간분석 및 결과(GIS화) 제시

<표-25> 계획 적정성 평가의 개발부담 세부 지표

구분	세부지표 설명 및 판단 근거
⑨ 산업단지 입주업체에 건강영향 항목의 추가 평가 대상물질 배출 시설입주허용 여부	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 오염물질(산업단지 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질)에의 향후 노출 가능여부 반영 - 허용: 5점, 그 외 0점 - 비고 : 산업단지 개발계획 내 세부내용, 향후 산업단지 관리기본계획 수립방향 등 제시
⑩ 산업단지 입주업체에 영향을 반영한 위해도 기준(10 ⁵) 초과 여부	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 오염물질(산업단지 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질)에의 노출로 인한 건강영향 발생 가능여부 반영 - 초과: 5점, 그 외 0점 - 비고 : 건강영향 항목의 추가·평가 매뉴얼에서 제공하는 위해성 평가 방법 적용, 공간분석 및 결과(GIS화) 제시
⑪ 산업단지 입주업체에 악취 배출시설 허용 여부	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 오염물질(악취 등) 향후 노출 가능여부 반영 - 허용 5점, 확인 불가 4점, 악취 배출업종 제한 2점, 악취방지법의 악취배출시설 전면 제한 0점 - 비고 : 산업단지 개발계획 내 유지업종 및 구체적 배출제한 근거 제시
⑫ 산업단지 내 유해화학물질 취급시설 입주 허용 여부	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 오염물질(유해화학물질)에의 향후 급성 노출 가능여부 반영 - 허용 5점, 확인 불가 4점, 유해화학물질 취급업종 제한 2점, 취급시설 전면 제한 0점 - 비고 : 산업단지 개발계획 내 유지업종 및 구체적 취급제한 근거 제시
⑬ 산업단지 개발부지 경계 소음영향 최소 이격거리(145m) 내 정온시설 유무	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 소음에의 향후 노출 가능여부 반영 - 존재할 경우 5점, 확인불가 4점, 그 외 0점 - 비고 : 산업단지 개발계획 내 유지업종 토지이용계획 및 정온시설 현황 공간분석 결과(GIS화) 제시
⑭ 산업단지 내 매립장 개발 및 개발지점으로 부터 1km 내 지하수 이용시설 유무	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 음용 지하수 이용시설의 향후 노출 가능여부 반영 - 존재할 경우 5점, 그 외 0점 - 비고 : 산업단지 개발계획, 지하수이용시설 현황 분포 및 지하수증수위선 분포 활용, 공간분석 결과(GIS화) 제시
⑮ 산업단지로 인한 송전선로 개설 및 지상선로 최소이격거리 내 주거 지역 유무	- 산업단지 개발부지 주변 수용체의 금회 산단 개발로 인한 자계(磁界)에의 향후 노출 가능여부 반영 - 존재할 경우 5점, 그 외 0점 - 비고 : ① 산업단지 개발계획 및 토지이용계획, 그리고 정온시설 현황 공간분석 결과(GIS화) 제시 ② 최소 이격거리의 경우, KEI(2006) 및 「송변전설비 주변 지역의 보상 및 지원에 관한 법률」 참조하여 설정

2. 계획 적정성 평가 지표별 가중치

- 지표별 가중치는 협의기관 및 검토기관, 학계 및 시민단체, 평가대행자 중에서 건강영향 항목의 추가·평가(또는 위생·공중보건 항목 작성) 관련 수행 경험자 및 환경영향평가 전문가 26인을 대상으로 계층적 의사결정법을 활용하여 산출함¹³⁾

<표-26> 계획 적정성 평가의 지표별 가중치

부문 지표	부문 내 세부 지표	가중치		
		부문 (B)	부문 내 세부 (C)	최종 (D=B*C)
지역 특성	① 산업단지부지 반경 2km 내 면적의 밀도 393명/km ² 초과 유무	0.3479	0.3198	0.1113
	② 산업단지부지 반경 2km 내 민감집단 이용목적복지시설 유무		0.2631	0.0915
	③ 산업단지부지 반경 2km 내 지하수 이용시설(간이상수도 활용) 유무		0.0961	0.0334
	④ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 주민 건강영향조사 실시 여부		0.1602	0.0557
	⑤ 산업단지부지 반경 2km 내 환경오염 민원 발생 유무(최근 3년)		0.1608	0.0559
배경 노출	⑥ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 1년 국가환경기준 초과	0.1322	0.4259	0.0563
	⑦ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 3년 유해화학물질 누출 사고 유무(고정시설)		0.2579	0.0341
	⑧ 산업단지부지 반경 4km 내 기존 오염원(대기오염 등) 존재유무		0.3162	0.0418
개발 부담	⑨ 산업단지 입주업체에 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질 배출시설 입주허용 여부	0.5199	0.2222	0.1155
	⑩ 산업단지 입주업체에 영향을 반영한 위해도 기준(10 ⁻⁵) 초과 여부		0.3238	0.1683
	⑪ 산업단지 입주업체에 악취 배출시설 허용 여부		0.0994	0.0517
	⑫ 산업단지 내 유해화학물질 취급시설 입주허용 여부		0.1708	0.0888
	⑬ 산업단지 개발부지 경계 소음영향 최소이격거리(145m) 내 정온시설 유무		0.0472	0.0245
	⑭ 산업단지 내 매립장 개발 및 개발지점으로부터 1km 내 지하수 이용시설 유무		0.0765	0.0398
⑮ 산업단지로 인한 송전선로 개설 및 지상선로 최소이격거리 내 주거지역 유무	0.0601	0.0312		
합계		1	3	1

13) 산업단지 개발에 있어 계획의 세부사항, 시기, 주변 지역은 달라질 수 있기 때문에 가중치 역시 해당 개발계획에 따라서 일부 달라질 수 있음. 본 매뉴얼에서는 일반적인 산업단지 개발계획에서 적용 가능한 지표별 가중치를 제안하였으며, 환경부 “환경영향평가 협의업무 처리규정”에서 중점평가 사업으로 설정되는 경우와 같이 개발계획에 대한 갈등이 존재할 경우 환경갈등조정협의회 구성원을 대상으로 추가적인 설문조사 등을 통해서 가중치를 조정할 수 있음

[예시] 000 산업단지 개발계획 관련한 건강영향 측면의 적정성 평가 결과¹⁴⁾

구분	지 표	평가		가중치			점수 (E=D* (A*100) /5))	비고 (산정근거)
		확인	점수 (A)	부분 (B)	부문내 세부 (C)	최종 (D=B*C)		
㉓ 지역 특성	① 산업단지부지 반경 2km 내 면적의 인구밀도 393명/km ² 초과 유무	무	0	0.3479	0.3198	0.1113	0.0	2km 이내 단독+공동주택 인구수 산정 47명/km ²
	② 산업단지부지 반경 2km 내 민감집단 이용목적복지시설 유무	유 (2.0)	3		0.2631	0.0915	5.5	노인복지시설, 아동복지 시설, 장애인복지시설 등
	③ 산업단지부지 반경 2km 내 지하수 이용시설(간이상수도 활용) 유무	무	0		0.0961	0.0334	0.0	현지조사+국가지하수정보 센터(gims.go.kr)
	④ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 주민 건강영향조사 실시 여부	무	0		0.1602	0.0557	0.0	환경부 특정지역 대상의 건강영향조사 현황 확인
	⑤ 산업단지부지 반경 2km 내 환경오염 민원 발생 유무 (최근 3년)	유 (2)	3		0.1608	0.0559	3.4	해당 지자체(익산시) 홈페이지 내 민원창구확인
	소계	-	6		0.3479	1.0000	0.3479	8.8
㉔ 배경 노출	⑥ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 1년 국가환경기준 초과	유 (1.5)	4	0.1322	0.4259	0.0563	4.5	자동측정망 측정결과 초과회수확인
	⑦ 산업단지부지 반경 2km 내 과거 3년 유해화학물질 누출사고 유무(고정시설)	무	0		0.2579	0.0341	0.0	화학안전정보공유시스템 확인
	⑧ 산업단지부지 반경 4km 내 기존 오염원(대기오염 등) 존재유무	유 (0.5)	5		0.3162	0.0418	4.2	지도를 이용하여 산업단지 등 대기오염원 확인
	소계	-	9		0.1322	1.0000	0.1322	8.7
㉕ 개발 부담	⑨ 산업단지 입주업체에 건강 영향 항목의 추가-평가 대상 물질 배출시설 입주허용 여부	허용	5	0.5199	0.2222	0.1155	11.6	유치업종에서 건강영향 항목의 추가-평가 대상물질 배출
	⑩ 산업단지 입주업체에 영향을 반영한 위해도 기준(10 ⁻⁵) 초과 여부	미만	0		0.3238	0.1683	0.0	건강영향 항목 추가-평가의 위해성 평가 시 초과하지 않음
	⑪ 산업단지 입주업체에 악취 배출시설 허용 여부	확인 불가	4		0.0994	0.0517	4.1	악취배출시설은 개별법 (평가 시 확인어려움)
	⑫ 산업단지 내 유해화학물질 취급시설 입주허용 여부	확인 불가	4		0.1708	0.0888	7.1	유해물질 취급은 개별법 (평가 시 확인어려움)
	⑬ 산업단지 개발부지 경계 소음영향 최소이격거리(145m) 내 정온시설 유무	유	5		0.0472	0.0245	2.5	사업지구경계 145미터 이내 정온시설이 분포
	⑭ 산업단지 내 매립장 개발 및 개발지점으로부터 1km 내 지하수이용시설 유무	무	0		0.0765	0.0398	0.0	전국폐기물발생 및 처리현황 확인
	⑮ 산업단지로 인한 송전선로 개설 및 지상선로 최소 이격거리 내 주거지역 유무	무	0		0.0601	0.0312	0.0	현지조사 및 계획 확인
소계	-	18	0.5199	1.0000	0.5199	25.2		
합계		-	33	1.0000	3.0000	1.0000	42.8	

14) 보다 자세한 내용은 환경부(2020), 「수요자 측면에서의 건강영향평가 제도개선 방안 연구(II)」 참조

제3절 위해성 평가기법

○ 아래 표는 위해성 평가 관련한 건강결정요인별 정량적 평가방법 및 기준임

<표-27> 건강결정요인별 정량적 평가방법 총괄

건강결정요인	구분	평가지표	평가기준	비고
대기질	비발암성 물질	위해도 지수	1	-
	발암성 물질	발암위해도	$10^{-4} \sim 10^{-6}$	10^{-6} 이 원칙
악취	악취물질	위해도 지수	1	-
수질	수질오염물질	국가환경기준		-
소음·진동	소음	국가환경기준		-

1. 대기질

○ 대기질 관련 위해성 평가 시 건강영향을 추가로 평가하여야 하는 물질은 아래와 같이 제안해 볼 수 있음¹⁵⁾

<표-28> 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업에서의 평가 대상물질

대상사업		평가 대상물질	비고
산업 단지	대표적 건강평가물질	벤젠, 포름알데히드, 스티렌, 시안화수소, 염화수소, 암모니아, 황화수소, 니켈, 6가크롬, 염화비닐, 카드뮴, 비소, 수은 등	업종별 특성에 따라 평가 물질군은 가변적임
	석유정제·저장 공장의 대표적 평가물질	톨루엔, 에틸벤젠, m-자일렌, n-헥산, 시클로헥산 등	
화력발전소		벤젠, 비소, 베릴륨, 카드뮴, 6가크롬, 수은, 니켈, 아세트알데히드, 에틸벤젠, 바륨, 망간, 아크롤레인, 자일렌, 나프탈렌, 톨루엔, 황화수소, 포름알데히드, 다이옥신, 염화수소 등	발전 연료(유연탄, 무연탄, 경유, LNG, Bio-SRF 등)에 따라 평가물질군은 가변적임
소각장		비소, 카드뮴, 6가크롬, 수은, 니켈, 납, 베릴륨, 벤젠, 클로로포름, 포름알데히드, 아세트알데히드, 스티렌, 에틸벤젠, 염화수소, 다이옥신	폐기물 종류(생활폐기물, 지정폐기물)에 따라 평가물질군은 가변적임

15) 인체건강에 영향을 미칠 수 있는 유해한 대기오염물질은 매우 다양하나 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업에서 배출되는 대기오염물질, 발생량 산정이 가능한 오염물질, 우리나라에서 사용량이 많은 오염물질, 건강영향을 평가하는 데 필요한 자료를 확보할 수 있는 물질 등의 기준을 가지고 설정하였음. 악취물질도 일부 포함되어 있음

대상사업	평가 대상물질	비고
매립장	황화수소, 암모니아, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 1, 2-디클로로에탄, 클로로포름, 트리클로로에틸렌, 염화비닐, 사염화탄소 등	LandGEM 모델을 이용하여 발생량 산정
분뇨 및 축산분뇨처리 시설	암모니아, 황화수소, 아세트알데히드, 스티렌 등	축분 특성에 따라 평가 물질군은 가변적임

※ 대기질·악취 항목의 기존 평가물질 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}), 오존(O₃), 일산화탄소(CO), 납(Pb)에 대한 평가는 기존의 환경영향평가 방법을 그대로 활용. 기존의 방법을 위해도 지수를 이용하는 방법과 그 의미가 동일함(단, 벤젠의 경우 2010년부터 적용되는 물질이므로 기존의 평가방법은 없음. 벤젠은 중요한 발암성 물질이므로 환경기준을 적용하는 방법과 발암위해성도 함께 평가하는 것을 권장함)

가. 비발암성 물질 평가

○ 비발암성 물질은 위해도 지수(hazard quotient)를 이용하여 평가

- 비발암성 물질의 위해도 지수는 대상지역의 물질별 현재 대기 중 오염물질 농도(현황농도)와 대기확산모델로 예측한 농도(가중농도)를 합한 농도를 호흡노출참고치(Reference Concentration; RfC)¹⁶⁾로 나누어 계산
- 비발암성 물질의 위해도 지수 값이 1 이상인 경우 유해 영향(독성)이 있는 것으로 판단하고 대책을 수립하며, 그 값이 1 미만인 경우에는 안전하다고 판단

$$\text{위해도 지수 (Hazard quotient)} = \frac{\text{농도(ug/m}^3\text{)}}{\text{호흡노출참고치(ug/m}^3\text{)}}$$

$$\text{호흡노출참고치 (ug/m}^3\text{)} = \frac{\text{NOAEL or LOAEL(ug/m}^3\text{)}}{\text{Uncertainty factor X 첨가상수(MF)}}$$

16) 호흡노출참고치(Reference Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 기대수명 동안 오염물질에 노출되어 흡입하였을 경우에도 위대한 영향이 나타나지 않는 값으로서 우리나라의 자료가 없기 때문에 미국 EPA의 자료를 인용함 (www.epa.gov/IRIS/subst)

[예시] 매립장에서 발생하는 톨루엔(비발암성 물질)의 위해성 평가 결과¹⁷⁾

- 톨루엔은 대기오염이 주된 오염원으로서 노출농도, 호흡노출참고치 등을 활용하여 위해도 지수(HQ)를 다음과 같이 계산하였는데 2010년 및 2051년의 각 마을에서의 톨루엔의 위해도 지수는 대략 다음과 같음

<표-29> 비발암성 물질 톨루엔의 위해도 지수(예시)

구 분	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	노출농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		위해도 지수	
		2010년	2051년	2010년	2051년
○○마을	5,000	44.14	55.96	0.0088	0.0112
○○마을	5,000	43.77	55.48	0.0087	0.0111
○○마을	5,000	33.72	42.74	0.0067	0.0086
○○마을	5,000	33.54	42.52	0.0067	0.0085
최고농도 발현지점	5,000	45.29	57.42	0.0092	0.0115

나. 발암성 물질 평가

- 발암성 물질의 경우는 발암위해도(cancer risk)를 산정, 발암위해도는 미국 환경청(US EPA)의 경우 백만 명 당 1명(1×10^{-6}) 이상(오염원인지역의 거주자인 경우, 미국 EPA에서는 대다수의 시민을 보호하기 위한 개인의 평생 발암위해도는 70년 동안 최대오염농도에 노출되더라도 만 명 당 1명(1×10^{-4})을 초과하지 않도록 하고 있음)
- 세계보건기구(WHO)와 캐나다의 경우는 십만 명 당 1명(1×10^{-5}) 이상일 경우 초과발암위해도가 발생하는 수준으로 결정하고 그 물질에 대해 발암성이 있다고 판단하고 대책을 수립
- 우리나라 경우는 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 까지를 위해도 판단기준으로 「환경보건법」 시행규칙 별표 1에서 정하고 있는데 원칙적으로 10^{-6} 을 기준으로 하고 초과할 경우 사업 규모 축소, 저감시설 설치·운영 등을 포함한 다양한 저감방안을 수립하여 동 기준을 만족하도록 대책을 수립하여야 함. 허나 국내·외의 최상의 저감시설을 설치·운영을 포함한 모든 저감시설을 설치한 후에도 동 기준을 만족시키기 어려운 경우에 한하여 10^{-5} 기준을 적용

17) 보다 자세한 내용은 환경부(2008), 「건강영향평가 기법개발 및 시범사업 연구(II)」 참조

- 발암위해도는 아래의 두 가지 방법으로 각각 계산
 - 호흡단위위해도¹⁸⁾ 또는 발암잠재력¹⁹⁾을 활용하여 산정
 - 호흡단위위해도를 이용한 방법을 주로 사용하는데, 매립장 조성의 경우에 한하여 호흡단위위해도 또는 발암잠재력을 활용하여 산정함²⁰⁾
- 호흡단위위해도를 이용
 - 발암성 물질의 발암위해도는 호흡단위위해도(inhalation unit risk)에 대기확산 모델로 예측한 농도를 곱하여 계산

$$\text{발암위해도(CR)} = \text{호흡단위위해도}(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1} \times \text{예측농도}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

[예시] 소각로 중금속 위해성 평가 결과(대기질 영향 예측)

- K-SCREEN 모델을 이용하여 산출한 노출평가 결과, 중금속 농도가 높은 지역으로는 이격 거리 560m의 'B지역'으로 나타남
- 이 B지역에서의 중금속 농도는 각각 아연 4.331E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 수은 3.374E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 구리 2.351E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 납 7.506E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 카드뮴 7.483E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 크롬 1.676E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타남
- 위해성 평가 결과(예시)는 다음과 같음

18) 호흡단위위해도(Inhalation unit risk)는 “사람들이 대기 중에서 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 존재하고 있는 오염물질을 평생 동안 흡입했을 때, 발암가능성의 상한 값”으로 정의할 수 있음. 예컨대, A라는 물질의 호흡단위위해도가 2×10^{-6} 인 경우 그 의미는 A라는 물질 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 포함된 공기를 평생 동안 흡입한 경우 백만 명 당 최대 2명의 암 환자가 발생할 것으로 기대됨

19) 발암잠재력(Cancer Slope Factor)은 “어떤 오염물질에 기대수명 동안 노출되었을 때 증가하는 발암 위해의 상한 값”으로 정의할 수 있으며, 적절한 용량-반응자료(동물실험자료 등)를 수집하고 수학적 모델을 활용하여 구한 용량-반응곡선의 기울기를 의미

20) 「건강영향평가제도 내실화 방안 실행 연구」, 환경부(2014)에서는 호흡단위위해도 또는 발암잠재력을 활용한 평가결과에 큰 차이가 없음을 보고한 바 있음. 매립장에서 배출되는 물질 이외의 물질들에 대해서는 호흡으로 인한 발암잠재력 관련 자료가 미비함

<표-30> 대기확산모델 K-SCREEN으로 예측된 노출평가 결과(예시)

(평균화시간 1년, 환산계수 0.08)

지점명	이격거리(m)	As($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cr($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
① A 지역	1,075	1.115E-04	6.693E-05	1.499E-04	2.103E-04
② B 지역	560	1.247E-04	7.483E-05	1.676E-04	2.351E-04
③ C 지역	1,235	1.038E-04	6.231E-05	1.395E-04	1.958E-04
④ D 지역	1,040	1.134E-04	5.808E-05	1.525E-04	2.139E-04
⑤ E 지역	1,085	1.110E-04	6.658E-05	1.491E-04	2.092E-04
최고농도 발현지점	359	1.406E-04	8.440E-05	1.890E-04	2.651E-04
지점명	이격거리(m)	Hg($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ni($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
① A 지역	1,075	3.018E-04	6.914E-05	6.714E-05	3.874E-04
② B 지역	560	3.374E-04	7.730E-05	7.506E-05	4.331E-04
③ C 지역	1,235	2.809E-04	6.437E-05	6.251E-05	3.606E-04
④ D 지역	1,040	3.069E-04	7.033E-05	6.830E-05	3.940E-04
⑤ E 지역	1,085	3.002E-04	6.878E-05	6.679E-05	3.854E-04
최고농도 발현지점	359	3.804E-04	8.720E-05	8.464E-05	4.883E-04

<표-31> 위해성 평가 결과(예시)

오염물질	발암성	노출농도 ^b ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	호흡단위위해도 ^c ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-1	호흡노출참고치 ^c ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	발암위해도 ^d	위해도지수 ^e
비소(As)	A	1.25E-04	4.30E-03	NA	5.36E-07	NA
카드뮴(Cd)	B1	7.48E-05	1.80E-03	NA	1.35E-07	NA
크롬(Cr) ^a	A	1.68E-04	1.20E-02	8.00E-03	2.01E-06	2.10E-02
구리(Cu)	D	2.35E-04	NA	NA	NA	NA
수은(Hg)	D	3.37E-04	NA	3.00E-01	NA	1.12E-03
니켈(Ni)	A	7.73E-05	2.40E-04	NA	1.86E-08	NA
납(Pb)	B2	7.51E-05	NA	NA	NA	NA
아연(Zn)	D	4.33E-04	NA	NA	NA	NA
위해도 기준					1.00E-06	1.00E+00

- a : 크롬의 경우는 보수적인 평가를 위해 모든 크롬물질(3가, 6가)을 6가 크롬으로 가정 하였음
 b : 노출농도는 K-SCREEN 모델 실행결과 중 농도가 최대가 되는 "B지역"을 대상으로 하였음.
 c : 미국 EPA의 IRIS 자료를 활용하였음. IRIS : Integrated Risk Information system
 (<http://www.epa.gov/ncea/iris/>)
 d : 호흡단위위해도에 노출농도를 곱하여 계산함
 e : 노출농도를 호흡노출참고치로 나누어 계산함
 NA: Not Available

○ 발암잠재력 이용

- 발암위해도를 결정하기 위해서 용량-반응평가를 통해 산출된 특정물질에 대한 발암잠재력(CSF : Cancer Slope Factor) 수치가 필요. 다음의 방법은 발암성 물질의 종류에 상관 없이 위해도 평가에 활용

$$\text{발암위해도(CR)} = \text{발암잠재력(mg/kg/day)}^{-1} \times \text{인체노출량(mg/kg/day)}$$

- 미국 EPA 등에서는 일반적으로 아동의 경우 발암잠재력은 성인보다 크지만 발암성 물질에 대한 발암잠재력을 대부분 성인/아동/노인 구분 없이 일률적인 값을 제시
- 인체노출량은 일일호흡률, 체중, 노출빈도, 노출기간, 기대수명 등의 노출변수를 고려하여 계산되는 값이며, 인체노출량을 산출하기 위해선 오염물질의 농도 이외에 노출변수 및 인체노출인자의 자료가 파악되어야 함²¹⁾
- 인체노출량은 다음과 같이 계산

$$\text{인체노출량 (mg/kg/day)} = \frac{\text{오염도 (ug/m}^3\text{)} \times \text{환산계수 (0.001mg/kg)} \times \text{일일호흡률 (m}^3\text{/day)} \times \text{노출빈도 (day/yr)} \times \text{노출기간 (yr)}}{\text{체중 (kg)} \times \text{기대수명 (yr)} \times \text{평균노출시간 (day/yr)}}$$

21) 미국 EPA의 경우 이러한 노출변수에 관한 수많은 연구가 제시되어 있으며, 특히, 1997년에 노출인자 핸드북 (Exposure Factors Handbook)을 발행하여 그간의 노출변수에 관한 자료를 추가하고 새로이 검토함으로써 노출변수에 대한 새로운 권고값을 제시(US EPA, 1997)하고 있음. 또한 이러한 자료는 많은 연구자들에 의해 수행된 것으로서 특정지역에 대한 자료가 가용하지 않을 때 기본값으로서 사용

2. 악취

- 악취는 다양한 성분물질로 구성되어 발생하는 것이 일반적이기 때문에 어떤 종류의 악취가 얼마나 인체에 영향을 미치는가는 악취의 강도만으로 단정하기는 어려움
- 악취는 악취물질의 물리적·화학적 특징, 악취물질 및 사람의 생리적 조건과 경험적, 사회적 조건 등 다양한 인자에 의해 영향을 받는다. 악취로 인한 인체 영향은 아래와 같이 호흡기계, 순환기계, 소화기계, 생식기계, 내분비계 및 정신 상태에의 영향으로 나눌 수 있음
 - 호흡기계 영향: 호흡의 변화를 일으키는 악취는 악취의 정보가 호흡중추에 작용하기 때문에 불쾌한 냄새를 맡으면 반사적으로 호흡이 멈춰지고, 호흡리듬의 변화가 일어나며 냄새가 계속되면 구토를 일으킬 수가 있음. 이런 호흡의 변화는 악취가 호흡중추에 끼치는 영향이나 정상적인 회복기능을 저해하는 것을 반영하는 것임
 - 순환기계 영향: 좋은 냄새를 맡을 때 깊은 호흡과 동시에 혈압의 변화가 있는 것은 기분이 진전되고 반대로 악취에 의해서는 혈압이 일단 하강한 후 상승하여 맥박을 변화시키는 정신적 불안을 가져오게 함. 또한 심장혈관의 정상 활동 기능 저해할 수도 있음
 - 소화기계 영향: 음식을 먹을 때 좋은 냄새가 나면 식욕을 높여줌. 일반적으로 악취는 위장활동을 억제하고 소화액의 분비를 저해하여 식욕감퇴, 수분섭취의 저하를 일으키며 메스꺼움을 느끼거나 구토를 일으키는 등 소화기능의 약화를 가져올 수도 있음
 - 내분비계통 영향: 늘 접촉하는 악취의 자극은 내분비계통의 기능을 혼란스럽게 하고 유기체의 대사기능에 영향을 끼침. 장기간 반복되거나 지속적으로 일종 혹은 다종의 저농도 악취물질의 자극을 받으면 후각의 피로를 가져오거나 후각 상실을 유발시키기도 함
 - 후각상실은 인체의 제일 방어선의 파괴를 유발시키고 악취의 자극이 여전히 남아서 지속적으로 대뇌 후각 중추에 전송되어 오랜 시일이 지나면 뇌신경을 손상시킬 수 있고, 대뇌 피부흥분과 억제기능을 혼란시키기도 함
 - 정신상태 영향: 불쾌한 냄새에 의해 두통이나 토기, 때로는 구토를 호소하는 경우가

많음. 불쾌한 냄새가 있으면 일부 사람에게는 참기 어려운 것이 됨. 정신집중을 할 때 마음이 초조하여 안전부절못하는 영향이나 두통, 악심, 토기 등도 일으킴

- 장기간 또는 고농도 냄새에 폭로되면 대단히 강한 불쾌감이나 혐오감을 일으킴
- 정신집중을 방해하여 일의 효율을 떨어뜨리며 판단력과 기억력을 저하시키며 심지어는 대뇌의 사고활동에도 영향을 주기도 함. 이와 같은 심리적 영향은 대단히 주관적이며 불쾌한 정도나 냄새 대상물질은 사람의 태도, 성질, 시간 등에 따라 다름

○ 상기한 바와 같이 정성적인 자료는 있으나, 악취로 인한 정량적 건강영향을 평가할 수 있는 자료는 없는 상태이기 때문에 실질적으로 정량적인 평가는 어려울 것으로 보임

- 그러나 우리나라의 경우 「악취방지법」에 악취기준이 설정되어 있기 때문에 동 기준 달성 여부를 바탕으로 판단하는 것이 바람직함
- 아울러 악취를 저감하기 위하여 적정 이격거리 자료가 있기 때문에 이를 이용하여 악취유발시설과 영향을 받는 시설간의 이격거리를 확보하는 것도 바람직한 저감 방안이라고 볼 수 있음
- 다만, 복합악취를 구성하는 물질 중 일부 물질(암모니아, 황화수소 등)에 대해서는 대기오염물질 중 비발암성 물질에 대한 건강영향 항목의 추가·평가방법을 이용

3. 수질

- 수질오염으로 인한 위해성 평가는 아래의 물질들을 대상으로 수행할 수 있음
 - 16개 물질(구리(Cu), 납(Pb), 수은(Hg), 시안(CN), 비소(As), 유기 인, 6가크롬(Cr⁺⁶), 카드뮴(Cd), 테트라클로로에틸렌(PCE), 트리클로로에틸렌(TCE), 페놀, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB), 1,2-디클로로에탄, 벤젠, 클로로포름, 안티몬)
 - 당해 사업의 시행으로 수질오염물질이 발생하고 그 물질이 취수장이 위치하고 있는 수계로 유입될 경우. 단, 수질오염물질이 공공하수처리장으로 유입 처리되는 경우는 제외
- 각 사업별 수질분야 입지기준에 관련된 상수원보호구역 및 취·정수장의 위치를 기술하여 해당 사업의 건강영향 항목의 추가·평가의 대상여부를 확인함
- 평가 절차는 아래와 같음
 - 수질 분야 건강영향 추가·평가 대상물질(16개) 중 당해 사업의 시행으로 발생될 수 있는 오염물질의 양을 산정
 - 발생량은 환경부 자료(『공장폐수의 발생과 처리』 또는 PRTR 자료)로부터 계산
 - 수계 내에서의 오염물질 농도를 수질 모델링 등을 통하여 예측
 - 평가 기준과 비교(대기 위해성 평가의 위해도 지수를 이용하는 방법과 동일함)
 - 물질별로 업종 구성을 고려하여 법적 배출허용기준과 PRTR 자료를 이용한 방류수수질 예측농도를 비교하여 상수원 수질을 예측하여 건강영향 수질기준과 비교한 뒤 저감대책 수립

<표-32> 수질오염물질 배출량 산정방안

배출허용기준농도로 예측한 결과	TRI 예측농도로 예측한 결과	저감방안 수립
초과	초과	추가 대책 수립
초과	기준 미만	추가 대책 수립
기준 미만	초과	추가 대책 수립
기준 미만	기준 미만	영향 최소화 방안 수립

※ 수질 오염물질의 경우 「환경정책기본법」 시행령 별표 1.3 수질 및 수생태계 편에 하천, 호소, 지하수, 해역에 대한 사람의 건강을 고려하여 설정된 보호기준을 설정하였음

○ 수질 분야 건강영향 항목의 추가·평가 물질 및 그 기준은 아래 표와 같음

<표-33> 수질 분야 건강영향 항목의 추가·평가 물질의 기준

물질(16개)	평가기준		비고
	국내 (단위 mg/l)	미국 EPA	
구리(Cu)	-	1.3 mg/l	
납(Pb)	0.05		환경정책기본법
수은(Hg)	검출되어서는 안됨 (한계 0.001)		"
시안(CN)	검출되어서는 안됨 (한계 0.01)		"
비소(As)	0.05		"
유기 인	검출되어서는 안됨 (한계 0.0005)		"
6가크롬(Cr ⁺⁶)	0.05		"
카드뮴(Cd)	0.005		"
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04		"
트리클로로에틸렌(TCE)	-	2.5µg/l	
페놀	-	10mg/l	
폴리크로리네이티드비페닐(PCB)	검출되어서는 안됨		환경정책기본법
1, 2 - 디클로로에탄	-	0.38 µg /l	
벤젠	-	2.2 µg/l	
클로로포름	-	5.7 µg/l	
안티몬	-	5.6 µg/l	

4. 소음·진동

- 세계보건기구(WHO)는 환경소음의 위해성에 대해 다음과 같이 정의
- '환경소음 위해성은 생체의 형태학적(morphology) 혹은 생리학적(physiology) 변화'로 정의되며 이러한 변화는 고유기능 능력의 손실, 증가되는 스트레스에 대한 보상능력의 감퇴, 그리고 환경영향인들이 갖는 유해성에 대한 민감도의 증대(면역성 감퇴) 포함
- 이러한 정의는 인간 혹은 생체기관들의 물리적(physical), 심리적(psychological) 혹은 사회적(social) 기능성의 한시적 혹은 영구적 저하를 포함
- 소음에 의한 인체 위해성 영향 인자는 아래와 같음
 - 소음성 난청(noise-induced hearing impairment)
 - 대화방해(interference with speech communication)
 - 소음성 수면방해(sleep disturbance)
 - 심장혈관계와 생리적 영향(cadiovascular and physiological functions)
 - 정신적 건강영향(mental health effects)
 - 효율성 영향(effects of noise on performance)
 - 소음성 불쾌감과 행동에 미치는 영향(annoyance and behaviour effects) 등
- 우리나라의 경우 공항, 철도 등으로 인한 소음 영향에 대한 역학적 조사를 다수 수행하였으나 대부분 정성적인 평가이기 때문에 건강영향 항목의 추가·평가에 직접적으로 활용하기는 어려울 것으로 보임
- 또한, 소음으로 인한 불쾌감 또는 성가심(annoyance)을 지속적으로 연구하고 있으나 아직까지는 건강영향 항목의 추가·평가에 활용하기는 부족한 것으로 보고되고 있음
- 따라서 우선은 소음·진동에 관한 환경기준에 근거하여 평가하고 세계보건기구(WHO)가 권장하는 소음기준치를 참고하여 평가

○ 세계보건기구(WHO)가 정하는 인체영향인자와 환경소음 권장치는 다음과 같음

<표-34> 인간환경에 대한 인체영향인자와 환경소음 권장치

환경분류	인체영향인자	LAeq,T[dB(A)] (평균값)	LAmx(Fast) [dB(A)] (최고값)	시간,T
주거지역(야외)	낮과 저녁시간-심한 불쾌감	55	-	16
	낮과 저녁시간-중간정도의 불쾌감	50	-	16
주거지역(실내)	낮과 저녁시간-대화방해 중간정도의 불쾌감	35	-	16
	밤시간-수면방해	30	45	8
침대바깥지역	창문을 연 상태-수면방해	45	60	8
학교 및 유치원(실내)	대화장애, 기억장애, 의사전달	35	-	교육시간
어린이침실	수면방해(수면시간대)	30	45	수면시간
학교(옥외)	외부소음원에 의한 불쾌감	55	-	놀이시간
병원, 회복실	밤시간-수면방해	30	40	8
	낮과 저녁시간-수면방해	30	-	16
병원, 치료실	휴식과 건강회복에 장애	ALAP*	-	-
산업지역, 상가지역, 교통혼잡지역	실내 및 실외 공간에서의 대화장애	70	110	24
축하연, 이벤트, 축제 등	난청(년5회 이내)	100	110	4
대중연설 (실내,실외)	난청	85	110	1
헤드폰 혹은 이어폰 음압	난청(음장조건에서 측정된 헤드폰 아래의 음압)	85	110	1
	충격음 (장난감, 화약, 폭음재)	성년층-난청	-	140**
어린이-난청	-	120**	-	-

* ALAP : As low as possible,
** 지시소음계의 "Fast" 설정에서 측정된 음압

제5장 대상사업별 위해성 평가 관련 자료

- 1 대상사업별 위해성 평가 관련 배출량 자료
- 2 대상사업별 위해성 평가 관련 유해성 자료

제1절 대상사업별 위해성 평가 관련 배출량 자료

- 건강영향을 정량적으로 평가하기 위해서는 건강에 영향을 미치는 물질들의 발생량을 산정할 수 있어야 하는데, 오염물질별 배출계수를 이용하여 발생량 산정할 수 있음

1. 유해대기오염물질-산업단지

- 산업단지 개발의 경우는 유치업종 특성에 따라 배출되는 오염물질 종류와 발생량 상이함
- 유치업종별 다양한 오염물질 중 실제 건강영향을 추가로 평가해야 하는 물질은 다음 3가지 조건을 모두 만족시키는 물질로 선정하였음
 - 첫째, 위해성이 있다고 알려진 물질, 둘째, 배출량 산정이 가능한 물질, 셋째, 위해도 평가가 가능한 물질
- 산업단지 개발 시 유치업종별 입주업체 수는 “산업입지 원단위 산정에 관한 연구 (2015, 국토교통부)” 자료를 활용하여 산출할 수 있음. 원단위가 없는 업종은 유사업종을 적용할 수 있음
- 아래에 제시하는 건강영향 항목의 추가·평가 대상물질들에 대한 배출계수(업종별 1개 업체의 배출량)는 환경부의 화학물질 배출·이동량 정보(PRTR; Pollutant Release and Transfer Register)²²⁾ 또는 사업장에서 실측한 자료를 바탕으로 구성²³⁾
 - PRTR에서 제시하고 있는 업종별 오염물질의 종류 및 연간 발생량은 업종에 따라 다르기 때문에 업종별로 정리함
 - 배출량 원단위는 PRTR의 과거 2013~2015년 업종별 업체의건강영향 항목의 추가·평가 대상물질(비발암성, 발암성)을 추출하여 연간 업종별 1개 업체별 배출량의 중간값을 산정하고 이들 3개년 값을 평균화함²⁴⁾

22) 환경부, 화학물질 배출·이동량 정보, <http://icis.me.go.kr/prtr/main.do>

23) 석유정제·저장 공장의 경우에 TANK 프로그램을 이용하여 산정함

24) 업종별 사업장에 대한 구체적인 정보(산업공정 등) 확인이 가능할 경우 이를 고려한 배출량의 산정 적용 가능, 암모니아(수산화 암모늄(CAS No. 1336-21-6) 포함)

<표-35> 산업단지 업종별 평가대상물질의 배출량 원단위

업종	대상물질	배출량 원단위(kg/년)		
		중간값 평균 (2013-2015)	평균값 (2015)	배출업체수 (2015)
C06(금속 광업)	염화수소	339.30	239.40	1
C10 (식품품 제조업)	스티렌	190.93	277.60	1
	암모니아	410.70	934.78	5
	염화수소	126.60	294.17	17
	포름알데히드	23.50	13.80	1
C11(음료 제조업)	염화수소	86.32	147.71	8
C13 (섬유제품 제조업; 의복제외)	니켈 및 그 화합물	4.40	-	-
	스티렌	12.50	-	-
	암모니아	140.72	2.40	1
	염화수소	22.70	3.10	1
	크롬 및 그 화합물	4.10	4.10	1
	포름알데히드	50.35	99.30	1
	황화수소	3.40	-	-
C15 (가죽, 가방 및 신발 제조업)	크롬 및 그 화합물	288.00	288.00	1
C16 (목재 및 나무제품 제조업; 가구제외)	암모니아	580.27	826.70	1
	염화수소	14.87	12.60	1
	포름알데히드	381.93	605.01	9
C17 (펄프, 종이 및 종이제품 제조업)	스티렌	894.50	-	-
	암모니아	54.22	77.85	2
	염화수소	75.65	3,425.58	4
	포름알데히드	3,038.50	2,073.73	3
C18 (인쇄 및 기록매체 복제업)	니켈 및 그 화합물	73.00	26.40	1
	크롬 및 그 화합물	26.80	41.03	4
	포름알데히드	27.00	-	-
C19 (코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업)	니켈 및 그 화합물	0.73	0.90	1
	벤젠	2,210.17	2,697.45	10
	암모니아	341.00	18,561.86	5
	염화수소	85.00	8,336.23	3
	황화수소	2,011.50	3,844.83	6
C20 (화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외)	니켈 및 그 화합물	1.57	28.22	22
	벤젠	588.87	2,410.26	37
	비소 및 그 화합물	2.40	-	-
	스티렌	113.16	717.12	95
	시아나화수소	1,676.30	1,461.10	2
	암모니아	81.27	1,348.93	77
	염화비닐	1,571.70	4,674.01	7
	염화수소	65.97	695.76	131
	카드뮴 및 그 화합물	16.20	16.20	1
	크롬 및 그 화합물	2.55	79.89	38
포름알데히드	17.48	131.00	52	
C21 (의료용 물질 및 의약품 제조업)	벤젠	7.75	6.95	2
	암모니아	426.48	783.23	3
	염화수소	63.78	391.50	16
	포름알데히드	124.57	147.60	2

업종	대상물질	배출량 원단위(kg/년)		
		중간값 평균 (2013-2015)	평균값 (2015)	배출업체수 (2015)
C22 (고무제품 및 플라스틱제품 제조업)	니켈 및 그 화합물	3.30	1.10	2
	벤젠	79.70	50.25	2
	스티렌	259.67	10,438.20	11
	암모니아	34.40	36.00	2
	염화비닐	22,528.55	17,904.70	2
	염화수소	285.65	1,276.64	8
	카드뮴 및 그 화합물	1.98	1.10	2
	크롬 및 그 화합물	2.08	10.67	3
	포름알데히드	165.25	393.34	7
C23 (비금속 광물제품 제조업)	니켈 및 그 화합물	68.62	1.57	3
	스티렌	131.17	122.25	2
	암모니아	719.27	2,935.31	13
	염화수소	427.30	1,054.25	4
	크롬 및 그 화합물	2.10	47.13	11
	포름알데히드	287.42	809.77	6
C24 (1차 금속 제조업)	니켈 및 그 화합물	7.85	353.28	54
	벤젠	271.23	437.23	3
	비소 및 그 화합물	29.42	38.13	3
	시안화수소	61.97	66.80	1
	암모니아	131.28	1,033.82	13
	염화수소	289.52	927.77	63
	카드뮴 및 그 화합물	5.13	14.90	3
	크롬 및 그 화합물	16.13	158.53	52
	포름알데히드	40.97	20.00	1
C25 (금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외)	니켈 및 그 화합물	17.85	244.51	42
	스티렌	696.05	147.90	1
	암모니아	1,041.90	1,955.04	7
	염화수소	277.43	1,516.20	64
	크롬 및 그 화합물	41.13	60.13	41
	포름알데히드	200.33	297.33	3
C26 (전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)	니켈 및 그 화합물	13.00	28.48	29
	벤젠	572.67	359.90	1
	스티렌	3.10	3.10	1
	암모니아	1,499.05	3,285.41	33
	염화수소	222.40	961.84	133
	카드뮴 및 그 화합물	3.53	4.10	1
	크롬 및 그 화합물	1.12	2.05	2
C27 (의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업)	포름알데히드	47.43	112.35	38
C28 (전기장비 제조업)	염화수소	52.10	8.00	1
	니켈 및 그 화합물	10.80	23.82	11
	비소 및 그 화합물	0.10	0.10	2
	스티렌	417.98	3,585.20	4
	암모니아	108.03	12,103.28	8
	염화수소	242.50	370.10	3
카드뮴 및 그 화합물	2.67	0.50	1	

업종	대상물질	배출량 원단위(kg/년)		
		중간값 평균 (2013-2015)	평균값 (2015)	배출업체수 (2015)
	크롬 및 그 화합물	1.67	1.97	3
	포름알데히드	180.48	142.83	3
C29 (기타 기계 및 장비 제조업)	니켈 및 그 화합물	2.35	73.26	9
	스티렌	1,120.08	-	-
	암모니아	69.33	72.90	1
	염화수소	842.28	436.10	1
	크롬 및 그 화합물	4.78	216.51	10
	니켈 및 그 화합물	8.92	44.98	15
C30 (자동차 및 트레일러 제조업)	벤젠	6.08	7.10	2
	스티렌	638.53	753.88	4
	암모니아	1,117.10	570.10	3
	염화수소	51.60	387.56	16
	크롬 및 그 화합물	3.30	42.81	19
	포름알데히드	227.17	226.00	2
	니켈 및 그 화합물	1.10	61.94	7
C31 (기타 운송장비 제조업)	스티렌	2,115.00	2,236.00	2
	염화수소	281.60	281.60	1
	크롬 및 그 화합물	5.20	109.12	9
C32(가구 제조업)	스티렌	3,025.33	3,332.00	1
C33 (기타 제품 제조업)	니켈 및 그 화합물	100.00	-	-
	스티렌	5,156.50	-	-
	염화수소	15,592.13	117.00	1
	크롬 및 그 화합물	126.50	-	-
	포름알데히드	8.20	7.70	1
C35 (전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업)	암모니아	585.73	5,272.54	44
	염화수소	95.47	427.01	48
C36 (수도사업)	암모니아	2,986.07	2,973.40	1
	염화수소	320.80	603.80	4
C37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	암모니아	32,514.85	-	-
	염화수소	479.05	-	-
C38 (폐기물 수집운반, 처리 및 원료재생업)	니켈 및 그 화합물	1.08	3.25	4
	벤젠	15.97	64.34	8
	스티렌	69.97	125.93	7
	암모니아	619.40	1,011.75	31
	염화비닐	2.40	2.40	1
	염화수소	27.82	32.98	9
	크롬 및 그 화합물	3.68	14.37	6
	포름알데히드	0.82	2.20	3
C46(도매 및 상품중개업)	벤젠	61.00	61.30	1
C52 (창고 및 운송관련 서비스업)	벤젠	694.90	1,475.17	3
	스티렌	9,088.40	9,088.40	1

주: 암모니아(수산화 암모늄(CAS No. 1336-21-6) 포함)

업종별 사업장에 대한 구체적인 정보(산업공정 등)를 확인가능 할 경우 이를 고려한 배출량의 산정·적용 가능

2. 유해대기오염물질-화력발전소

○ 화력발전소 배출량 산정은 아래의 단계로 제안해 볼 수 있음

- 사용예정 연료의 성분분석을 근거로 산정한 배출계수가 타당할 경우에 인정

※ 사업자가 사용예정 연료에 대한 예측항목의 성분분석 자료를 제시할 경우 타당성이 있다면 인정하되, 제외된 물질에 대하여는 사후환경영향조사 시 배출여부 교차 확인 (연료 성분분석이 어려울 경우 국내 유사시설(사용연료 및 방지시설) 실측에 근거한 자료 제시도 가능함)

- 기존 문헌 또는 유사시설 배출계수 활용

① 설치예정인 방지시설에 대한 '저감 이후 배출계수'가 있을 경우에 적용

② '①' 적용이 어려울 경우 '저감 전 배출계수'와 방지시설 처리효율을 고려하여 선정

※ '저감 전 배출계수'가 다수일 경우는 최대값 적용

③ '①~②' 적용이 어려울 경우 저감 후 배출계수 중 최대값 사용

○ 화력발전소 연료별 건강영향 항목의 추가·평가 물질들을 모두 포함하여 배출계수를 제시하면 다음과 같음²⁵⁾

<표-36> 화력발전소(유연탄) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)

구 분	유연탄 (kg/ton)	참고문헌	구 분	유연탄 (kg/ton)	참고문헌
납	2.82E-08	NIER(2012)	바륨	-	-
벤젠	5.90E-04	EPA(1998)	망간	2.22E-04	EPA(1998)
비소	1.86E-04	EPA(1998)	아크롤레인	1.32E-04	EPA(1998)
베릴륨	9.53E-06	EPA(1998)	자일렌	1.68E-05	EPA(1998)
카드뮴	2.73E-10	NIER(2012)	나프탈렌	5.90E-06	EPA(1998)
육가크롬	3.58E-05	EPA(1998)	톨루엔	1.09E-04	EPA(1998)
수은	3.76E-05	EPA(1998)	황화수소	-	-
니켈	2.85E-08	NIER(2012)	포름알데히드	1.09E-04	EPA(1998)
아세트알데히드	2.59E-04	EPA(1998)	다이옥신	7.98E-10	EPA(1998)
에틸벤젠	4.26E-05	EPA(1998)	염화수소	-	-

자료: NIER(2012), 대기오염물질 배출계수 관리위원회 배출계수 자료집(Ⅰ)
EPA(1998), AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 1: External Combustion Sources (1.1 Bituminous And Subbituminous Coal Combustion)

25) 저감시설 적용 후(유연탄, 무연탄)의 배출계수는 저감시설 확인이 가능하고, 관련 저감효율이 공식 문헌으로 제시되는 경우 해당 문헌 적용 가능
저감시설 적용 전(B-C유, LNG, 목재펠릿)의 배출량에 대한 저감효율 적용은 본 매뉴얼의 화력발전소 및 소각시설의 최적방지시설 평가기준(안)을 활용할 수 있음

<표-37> 화력발전소(B-C유) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)

구 분	B-C유 (kg/kl)	참고문헌	구 분	B-C유 (kg/kl)	참고문헌	
납	1.80E-04	RTI(2015)	바륨	3.06E-04	RTI(2015)	
벤젠	2.52E-05		망간	3.60E-04		
비소	1.58E-04		아크롤레인	-		
베릴륨	3.42E-06		자일렌	1.31E-04		
카드뮴	4.86E-05		나프탈렌	1.35E-04		
육가크롬	3.06E-05		톨루엔	7.38E-04		
수은	1.35E-05		황화수소	-		
니켈	1.01E-02		포름알데히드	3.96E-03		
아세트알데히드	1.26E-04		다이옥신	1.04E-11		EEA(2016)
에틸벤젠	7.56E-06		염화수소	-		-

자료: RTI(2015), Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries (Version 3)
 EEA(2016), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guide book 1.A. Combustion (1.A.1 Energy industries)

<표-38> 화력발전소(무연탄) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)

구 분	무연탄 (kg/ton)	참고문헌	구 분	무연탄 (kg/ton)	참고문헌
납	8.61E-06	NIER(2010)	바륨	-	-
벤젠	-	-	망간	3.60E-03	EPA(1998)
비소	1.11E-05	NIER(2010)	아크롤레인	-	-
베릴륨	3.20E-06	NIER(2004)	자일렌	-	-
카드뮴	1.85E-05	NIER(2004)	나프탈렌	1.91E-04	NIER(2010)
육가크롬	1.20E-05	NIER(2010)	톨루엔	-	-
수은	1.67E-04	NIER(2004)	황화수소	-	-
니켈	1.12E-05	NIER(2010)	포름알데히드	-	-
아세트알데히드	-	-	다이옥신	-	-
에틸벤젠	-	-	염화수소	-	-

자료: NIER(2004), 유해대기오염물질 관리 시스템 개발연구(II)
 NIER(2010), 국가대기오염물질 배출량 산정방법 편람(II)
 EPA(1998), AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 1: External Combustion Sources (1.2 Anthracite Coal Combustion)

<표-39> 화력발전소(LNG) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)

구 분	LNG (kg/kcal)	참고문헌	구 분	LNG (kg/kcal)	참고문헌	
납	8.75E-13	RTI(2015)	바륨	7.68E-12	RTI(2015)	
벤젠	3.75E-12		망간	6.61E-13		
비소	3.57E-13		아크롤레인	3.04E-11		
베릴륨	2.32E-13		자일렌	4.46E-11		
카드뮴	1.96E-12		나프탈렌	1.07E-12		
육가크롬	5.00E-13		톨루엔	5.89E-12		
수은	4.46E-13		황화수소	1.52E-10		
니켈	3.75E-12		포름알데히드	1.32E-10		
아세트알데히드	2.14E-11		다이옥신	2.09E-18		EEA(2016)
에틸벤젠	2.86E-11		염화수소	-		-

자료: RTI(2015), Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries(Version 3)
 EEA(2016), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 1.A. Combustion (1.A.1 Energy industries)

<표-40> 화력발전소(목재펠릿) 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 전)

구 분	목재펠릿 (kg/톤)	참고문헌	구 분	목재펠릿 (kg/톤)	참고문헌
납	5.40E-04	NIER(2013)	바륨	-	-
벤젠	3.61E-02	EPA(2013)	망간	-	-
비소	1.89E-04	EPA(2013)	아크롤레인	-	-
베릴륨	9.00E-06	EPA(2013)	자일렌	2.15E-04	EPA(2013)
카드뮴	4.00E-04	NIER(2013)	나프탈렌	8.35E-04	EPA(2013)
육가크롬	2.00E-04	NIER(2013)	톨루엔	7.91E-03	EPA(2013)
수은	1.00E-04	NIER(2013)	황화수소	-	-
니켈	8.00E-04	NIER(2013)	포름알데히드	3.78E-02	EPA(2013)
아세트알데히드	7.14E-03	EPA(2013)	다이옥신	7.39E-11	EPA(2013)
에틸벤젠	2.67E-04	EPA(2013)	염화수소	1.63E-04	EPA(2013)

자료: NIER(2013), 고체연료 사용에 따른 대기환경영향분석 연구
 EPA(2013), AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors(Vol.1)

3. 유해대기오염물질-소각장

- 일반폐기물 소각로 및 지정폐기물 소각로에서 배출되는 악취물질 및 대기오염물질의 배출계수는 아래의 표와 같이 정리될 수 있음²⁶⁾

<표-41> 생활폐기물 소각시설 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)

오염물질	생활폐기물(kg/ton)			참고문헌
	대형	중형	소형	
비소(As)	3.70E-06	7.71E-06	1.18E-04	NIER(2012)
카드뮴(Cd)	6.98E-06	1.27E-05	1.78E-02	NIER(2012)
크롬(Cr)	1.49E-04	4.78E-05	2.03E-03	NIER(2012)
수은(Hg)	4.67E-05	4.67E-05	4.67E-05	환경부(2006)
니켈(Ni)	2.34E-04	3.05E-05	1.19E-03	NIER(2012)
납(Pb)	1.68E-04	6.74E-04	2.76E-01	NIER(2012)
베릴륨(Be)	3.00E-08	-	1.68E-05	NIER(2012)
벤젠	9.64E-05	3.00E-04	1.13E-01	NIER(2012)
클로로포름	-	-	3.07E-03	NIER(2012)
포름알데히드	1.04E-03	-	-	NIER(2012)
아세트알데히드	-	-	1.81E-04	NIER(2012)
스티렌	3.87E-06	-	2.28E-04	NIER(2012)
에틸벤젠	1.07E-04	1.15E-04	1.33E-03	NIER(2012)
염화수소	3.39E-02	4.85E-01	3.55E+00	NIER(2012)
다이옥신	3.50E-07	3.50E-07	3.50E-07	EEA(2016)

자료: NIER(2012), 대기오염물질 배출계수 관리위원회 배출계수 자료집(Ⅰ)
 환경부(2006), HAPs 중 수은 배출계수 및 배출특성 평가기술 개발
 EEA(2016), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (5.C. Municipal waste incineration)

26) 벤츄리 스크러버, 전기집진시설, 백필터 등의 일반적인 저감방안을 실시하였을 경우의 배출계수 저감시설 확인이 가능하고 관련 저감효율이 공식 문헌으로 제시되는 경우 해당 문헌 적용 가능
 대형-2,000kg/hr이상, 중형-200~2,000kg/hr, 소형-200kg/hr이하
 Hg는 환경부(2006) 저감 후 최대치 적용, 다이옥신은 EEA(2016) 저감 후 값 적용

<표-42> 지정폐기물 소각시설 유해대기오염물질 배출계수(저감시설 적용 후)

오염물질	지정폐기물(kg/ton)			참고문헌
	대형	중형	소형	
비소(As)	2.76E-06	4.54E-06	1.40E-05	NIER(2012)
카드뮴(Cd)	2.87E-06	1.45E-02	2.87E-05	
크롬(Cr)	6.68E-05	1.51E-03	2.02E-03	
수은(Hg)	2.80E-03	2.80E-03	2.80E-03	
니켈(Ni)	5.54E-05	5.30E-03	1.68E-03	
납(Pb)	5.24E-05	1.52E-01	4.15E-04	
베릴륨(Be)	-	1.69E-06	-	
벤젠	5.34E-05	4.49E-04	2.34E-01	
클로로포름	-	6.37E-05	2.79E-05	
포름알데히드	-	5.42E-03	1.83E-02	
아세트알데히드	-	-	2.18E-05	
스티렌	4.57E-05	2.40E-05	1.17E-03	
에틸벤젠	6.92E-05	1.02E-04	2.67E-03	
염화수소	1.77E-01	1.80E-01	1.82E+00	
다이옥신	4.65E-06	4.65E-06	4.65E-06	

자료: NIER(2012), 대기오염물질 배출계수 관리위원회 배출계수 자료집(I)

EEA(2016), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guide book 6.C. Waste Incineration (5.C.1.b Industrial waste incineration incl haz waste&sewage sludge)

- 소각장에서 배출되는 다이옥신류의 경우는 인체위해도를 평가할 수 있는 자료가 없고 「잔류성유기오염물질 관리법」시행규칙 [별표 3. 잔류성유기오염물질 배출허용기준]에서 배출허용기준(0.1ng-TEQ/Sm³)을 규정하고 있기 때문에 별도의 위해성 평가 없이 현행 환경영향평가방법을 준용

4. 유해대기오염물질-매립장

- 매립장의 경우는 아래의 물질들에 대한 건강영향 항목의 추가·평가 대상으로 설정해 볼 수 있는데, 발생량은 LandGEM 모델로부터 계산해 볼 수 있음²⁷⁾
- 일반적으로 LandGEM 모델에서 선택할 수 있는 기본값은 아래 표와 같음

<표-43> 매립장 개발 시 매립가스 산출을 위한 LandGEM 모델의 주요 입력인자(안)

구 분	입력인자 값	비고
L ₀ (폐기물kg당 메탄발생량) (단위:m ³ /Mg) ²⁸⁾	170	일반매립지의 도시생활폐기물의 경우 적용(미국)
	74.45	국내 수도권 매립지의 결과 (‘2005 폐기물 관리 및 처리기술 발표회’ 자료)
	60	국내 매립지 용량에 따른 보정값(대형 10,000천m ³ 이상) ‘정성운(2005) 국내 매립지에서의 VOCs 배출량 산정 연구’
	80	국내 매립지 용량에 따른 보정값(중형 10,000천m ³ 미만) ‘정성운(2005) 국내 매립지에서의 VOCs 배출량 산정 연구’
k(메탄발생속도상수) (단위: year ⁻¹)	0.05	LandGEM 디폴트값 적용
NMOC(비메탄계 유기화합물) 농도 (단위: ppmv)	4,000	LandGEM 디폴트값(일반폐기물매립) 적용
	2,400	LandGEM 디폴트값(지정폐기물매립) 적용
메탄조성 (단위: %)	50	LandGEM 디폴트값 적용

27) EPA(2016), Landfill Gas Emissions Model(LandGEM) Version 3.02 User’s Guide
NIER(2005), 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정연구

28) 정성운(2005), 국내 매립지에서의 VOCs 배출량 산정 연구

5. 유해대기오염물질-분뇨처리시설·가축분뇨처리시설

- 분뇨처리시설 및 가축분뇨(공공)처리시설에서 건강에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 물질은 악취물질로서 일반적인 것들은 아래와 같이 제안해 볼 수 있음
 - 일반적으로 악취를 느끼는 정도는 개인마다 차이가 있고 주관성이 강하며 여러 가지 악취물질이 복합적으로 작용하여 영향을 미칠 수 있음
 - 현재 복합악취가 인체 건강에 미치는 구체적인 자료는 거의 없는 상태이며, 위해성 평가가 가능한 물질은 암모니아, 황화수소, 아세트알데히드, 스티렌 등임
- 아래의 표는 개별 시설별 배출계수를 정리한 것임²⁹⁾

<표-44> 가축분뇨 처리시설에서 배출되는 악취물질 배출계수

배출물질		배출계수(kg/activity-ton)	배출물질		배출계수(kg/activity-ton)		
분뇨처리 하수연계	포기조	암모니아	1.90E-03	분뇨처리 액상부식	최종 침전지	암모니아	1.90E-04
		황화수소	2.51E-03			황화수소	2.14E-07
		메틸메르캡탄	2.40E-04			메틸메르캡탄	4.32E-07
		이황화메틸	7.92E-05			이황화메틸	2.65E-06
		트리메틸아민	1.02E-04			트리메틸아민	2.28E-06
		아세트알데히드	1.89E-04			아세트알데히드	4.62E-06
		스티렌	6.96E-04			스티렌	1.65E-05
	방지 시설	암모니아	1.21E-03		건조장	암모니아	1.12E-05
		황화수소	3.64E-04			황화수소	2.16E-08
		메틸메르캡탄	2.48E-05			메틸메르캡탄	1.37E-07
		이황화메틸	1.09E-05			이황화메틸	9.12E-07
		트리메틸아민	7.40E-05			트리메틸아민	2.72E-07
		아세트알데히드	1.11E-04			아세트알데히드	1.16E-06
	건조장	스티렌	2.53E-04		스티렌	1.01E-06	
		암모니아	4.58E-05				
		황화수소	1.08E-05				
		메틸메르캡탄	6.58E-06				
		이황화메틸	2.53E-06				
		트리메틸아민	1.26E-06				
		아세트알데히드	5.83E-08				
	스티렌	6.43E-07					

29) NIER(2005), 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정연구

6. 유해수질오염물질

○ 수질 분야 건강영향 추가 평가물질에 대한 배출량 원단위³⁰⁾

<표-45> 16개 수질유해물질 배출량 원단위 (kg/일·업체수)

업종	구리(Cu)			납(Pb)			수은(Hg)			시안(CN)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	67	0.19000	0.00284	57	0.04000	0.00070	8	0.44000	0.05500	69	1.00000	0.01449
운수장비	14	0.09000	0.00643	7	0.01000	0.00143	4	1.28000	0.32000	44	7.22000	0.16409
음식료품	15	2.49000	0.16600	4	0.51000	0.12750				10	1.00000	0.10000
비금속	14	1.42000	0.10143	23	5.98000	0.26000	1	0.00000		2	0.10000	0.05000
조립금속	189	12.24000	0.06476	71	2.31000	0.03254	1	0.00000		44	0.29000	0.00659
섬유	9	0.96000	0.10667	6	1.45000	0.24167				1	0.41000	0.41000
화학	64	4.11000	0.06422	42	2.75000	0.06548	2	0.00000		31	0.51000	0.01645
기타	22	9.55000	0.43409	8	2.39000	0.29875	1	0.00000		11	0.02000	0.00182
도금시설	354	5.50000	0.01554	43	0.26000	0.00605	1	0.00000		327	1.07000	0.00327
병원시설	105	0.32000	0.00305	56	0.20000	0.00357	2	0.00000		46	0.27000	0.00587
전기전자	112	13.04000	0.11643	56	4.75000	0.08482	1	0.00000		14	0.34000	0.02429

30) 공장폐수의 발생과 처리(환경부, 2005)의 업종별 수질 유해물질 배출량을 인용함. 1,2-디클로로에탄, 벤젠, 크로로포름, 안티몬 4개 물질은 TRI 업종별 수계배출량(2007)을 인용함

업종	구리(Cu)			납(Pb)			수은(Hg)			시안(CN)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
고무플라스틱	25	6.36000	0.25440	13	0.58000	0.04462				4	0.23000	0.05750
가공금속	87	13.89000	0.15966	45	13.59000	0.30200	1	0.00000		21	3.47000	0.16524
시험시설	62	0.79000	0.01274	38	0.20000	0.00526	7	0.00000		31	0.22000	0.00710
담배제지목제	6	27.14000	4.52333	5	6.06000	1.21200	1	0.00000		1	0.00000	
발전수도	5	2.93000	0.58600	4	1.21000	0.30250				2	1.94000	0.97000
피혁신발	3	0.01000	0.00333	1	0.00000					0	0.00000	
광업시설	1	0.00000		1	0.00000					0	0.00000	
세정음축시설	11	0.14000	0.01273	7	0.03000	0.00429	4	0.00000		4	0.02000	0.00500
폐수처리업	24	0.57000	0.02375	8	0.30000	0.03750				15	0.26000	0.01733
정수시설	6	0.01000	0.00167	1	0.00000					4	0.00000	
석유정제	1	0.00000		3	2.82000	0.94000	1	0.00000		3	1.07000	0.35667
제1차 금속산업												

업종	비소(As)			유기인			6가크롬(Cr6+)			카드뮴(Cd)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	20	0.32000	0.01600	20	0.59000	0.02950	28	0.13000	0.00464	10	0.01000	0.00100
운수장비	47	2.32000	0.04936	43	4.18000	0.09721	29	0.54000	0.01862	8	0.16000	0.02000
음식료품	2	0.10000	0.05000	3	0.32000	0.10667	7	0.07000	0.01000			
비금속	4	0.04000	0.01000	2	0.07000	0.03500	3	0.01000	0.00333	5	0.03000	0.00600
조립금속							21	0.07000	0.00333	15	0.01000	0.00067
섬유							4	0.00000		2	0.00000	
화학	4	0.01000	0.00250	1	0.02000	0.02000	9	0.00000		17	0.00000	
기타	3	0.00000		1	0.00000		6	1.42000	0.23667	3	0.01000	0.00333
도금시설	1	0.00000		2	0.00000		166	0.35000	0.00211	18	0.01000	0.00056
병원시설	15	0.08000	0.00533	5	0.17000	0.03400	17	0.03000	0.00176	14	0.00000	
전기전자	3	0.00000		2	0.00000		6	0.16000	0.02667	6	0.01000	0.00167
고무플라스틱							6	0.12000	0.02000	4	0.01000	0.00250
가공금속	5	0.58000	0.11600	1	0.00000		26	0.65000	0.02500	15	0.22000	0.01467

업종	비소(As)			유기인			6가크롬(Cr6+)			카드뮴(Cd)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
시험시설	12	0.07000	0.00583	3	0.04000	0.01333	16	0.06000	0.00375	25	0.01000	
담배제지목제												
발전수도							1	0.05000	0.05000	1	0.00000	
피혁신발							1	0.00000		1	0.00000	
광업시설												
세정응축시설	2	0.00000					3	0.00000		4	0.01000	0.00250
폐수처리업				1	0.06000	0.06000	7	0.03000	0.00429	3	0.01000	0.00333
정수시설							1	0.00000		1	0.00000	
석유정제	1	0.00000								1	0.00000	
제1차 금속산업												

업종	테트라클로로에틸렌(PCE)			트리클로로에틸렌(TCE)			페놀			폴리클로리네이트디비페닐(PCB)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	29	0.00000		30	0.00000		18	0.00000				
운수장비	1	0.03000	0.03000	2	0.01000	0.00500	5	0.09000	0.01800	1	0.01000	0.01000
음식료품							2	0.25000	0.12500			
비금속	1	0.00000		2	0.00000		1	0.03000	0.03000			
조립금속	1	0.00000		2	0.00000		7	0.36000	0.05143			
섬유	9	0.01000	0.00111	10	0.01000	0.00100	2	0.01000	0.00500			
화학	5	0.00000		5	0.00000		26	2.09000	0.08038	1	0.00000	
기타							1	0.04000	0.04000			
도금시설	5	0.00000		3	0.01000	0.00333	11	0.02000	0.00182			
병원시설	7	0.00000		8	0.00000		44	0.26000	0.00591	2	0.01000	0.00500
전기전자	1	0.00000		1	0.01000	0.01000	7	0.82000	0.11714			
고무플라스틱							14	1.73000	0.12357			
가공금속				4	0.00000		7	0.00000		2	0.00000	

업종	테트라클로로에틸렌(PCE)			트리클로로에틸렌(TCE)			페놀			폴리클로리네이티드비페닐(PCB)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
시험시설	2	0.00000		1	0.00000		33	0.18000	0.00545	2	0.01000	0.00500
담배제지목제				1	0.00000		2	0.00000		1	0.00000	
발전수도	0	0.00000								1	0.00000	
피혁신발	1	0.00000		1	0.00000							
광업시설												
세정응축시설							3	0.03000	0.01000	1	0.00000	
폐수처리업							3	0.00000				
정수시설												
석유정제	1	0.00000		1	0.00000		5	3.82000	0.76400			
제1차 금속산업												

업종	1,2-디클로로에탄			벤젠			크로로포름			안티몬		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진												
운수장비												
음식료품												
비금속												
조립금속												
섬유												
화학		0.00630			0.25260			0.11342			0.02000	
기타												
도금시설												
병원시설												
전기전자												
고무플라스틱											0.02959	
가공금속												

업종	1,2-디클로로에탄			벤젠			크로로포름			안티몬		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
시험시설												
담배제지목제												
발전수도												
피혁신발												
광업시설												
세정응축시설												
폐수처리업												
정수시설												
석유정제												
제1차 금속산업											0.00027	

제2절 대상사업별 위해성 평가 관련 유해성 자료

- 건강영향 항목의 추가·평가 대상사업별 평가물질에 대한 유해성 정보를 정리해 보면 아래와 같이 제시해 볼 수 있음³¹⁾

1. 산업단지

<표-46> 산업단지 평가 대상물질(비발암성 물질 6종)의 유해성 정보

물질명	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
스티렌	1,000	-
염화수소	20	-
암모니아	500	2016.09.20
황화수소	2	-
시안화수소	0.8	-
수은	0.3	-

<표-47> 산업단지 평가 대상물질(발암성 물질 7종)의 유해성 정보³²⁾

물질명	발암성등급	호흡단위위해도($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}1$)	업데이트
포름알데히드	B1	1.3E-05	-
니켈	A	2.4E-04	-
6가크롬	A	1.2E-02	-
염화비닐	A	8.8E-06 ¹⁾ , 4.4E-06 ²⁾	2000.08.07
카드뮴	B1	1.8E-03	-
비소	A	4.3E-03	-
벤젠 ³³⁾	A	2.2E-06 ~ 7.8E-06	-

<표-48> 산업단지(석유정제·저장 공장) 평가 대상물질(비발암성 물질 5종)의 유해성 정보

물질명	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
톨루엔	5,000	-
에틸벤젠	1,000	-
m-자일렌	100	-
n-헥산	700	-
시클로헥산	6,000	-

31) EPA IRIS(<https://www.epa.gov/iris>) 참조

32) 1) Continuous lifetime exposure from birth

2) Continuous lifetime exposure during adulthood

33) 벤젠의 경우 호흡단위위해도 값은 $2.2 \times 10^{-6} \sim 7.8 \times 10^{-6}$ 과 같이 범위로 추정되므로, 보수적 기준 적용

2. 화력발전소

<표-49> 화력발전소(유연탄, 무연탄, 경유, LNG, Bio-SRF) 평가 대상물질 유해성 정보

물질명	발암성등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
납	B2	-	-	-
벤젠 ³⁴⁾	A	2.2E-06~7.8E-06	-	2000.01.09
비소	A	4.3E-03	-	-
베릴륨	B1	2.4E-03	-	-
카드뮴	B1	1.8E-03	-	-
6가크롬	A	1.2E-02	-	-
수은	D	-	-	-
니켈	A	2.4E-04	-	-
아세트알데히드	B2	2.2E-06	9	-
에틸벤젠	-	-	1,000	-
바륨	-	-	-	-
망간	D	-	0.05	-
아크롤레인	-	-	0.02	2003.06.03
자일렌	-	-	100	-
나프탈렌	-	-	3	1998.09.17
톨루엔	-	-	5,000	-
황화수소	-	-	2	-
포름알데히드	B1	1.3E-05	-	-
다이옥신	-	-	-	-
염화수소	-	-	20	-

3. 폐기물 처리시설

<표-50> 소각장(생활폐기물, 지정폐기물) 평가 대상물질의 유해성 정보

물질명	발암성등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
비소	A	4.3E-03	-	-
카드뮴	B1	1.2E-02	-	-
6가크롬	A	1.2E-02	-	-
수은	D	-	0.3	-
니켈	A	2.4E-04	-	-
납	B2	-	-	-
베릴륨	B1	2.4E-03	-	-
벤젠 ³⁵⁾	A	2.2E-06 ~ 7.8E-06	-	2000.01.09
클로로포름	B2	2.3E-05	-	-
포름알데히드	B1	1.3E-05	-	-
아세트알데히드	B2	2.2E-06	9	-
스티렌	-	-	1,000	-
에틸벤젠	-	-	1,000	-
염화수소	-	-	20	-
다이옥신	-	-	-	-

34) 벤젠의 경우 호흡단위위해도 값은 $2.2 \times 10^{-6} \sim 7.8 \times 10^{-6}$ 과 같이 범위로 추정되므로, 보수적 기준 적용

35) 벤젠의 경우 호흡단위위해도 값은 $2.2 \times 10^{-6} \sim 7.8 \times 10^{-6}$ 과 같이 범위로 추정되므로, 보수적 기준 적용

<표-51> 매립장 평가 대상물질의 유해성 정보³⁶⁾

물 질	발암등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
황화수소	-	-	2	-
암모니아	-	-	500	2016.09.20
톨루엔	-	-	5,000	-
에틸벤젠	-	-	1,000	-
자일렌	-	-	100	-
1,2-디클로로에탄	B2	2.6E-05	-	-
클로로포름	B2	2.3E-05	-	-
트리클로로에틸렌	B2	4.1E-06	-	2011.09.28
염화비닐	A	8.8E-06 ¹⁾ , 4.4E-06 ²⁾	-	2000.08.07
사염화탄소	B2	6.0E-06	-	2010.03.31
벤젠 ³⁷⁾	A	2.2E-06 ~ 7.8E-06	-	2000.01.09

<표-52> 가축분뇨 처리시설 평가 대상물질의 유해성 정보

물 질	발암등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	업데이트
암모니아	-	-	500	2016.09.20
황화수소	-	-	2	-
아세트알데히드	B2	2.2E-06	9	-
스티렌	-	-	1,000	-
이황화메틸	-	-	-	-
메틸머captan	-	-	-	-
트리메틸아민	-	-	-	-

36) 1) Continuous lifetime exposure from birth 2) Continuous lifetime exposure during adulthood

37) 벤젠의 경우 호흡단위위해도 값은 $2.2 \times 10^{-6} \sim 7.8 \times 10^{-6}$ 과 같이 범위로 추정되므로, 보수적 기준 적용