

Green Patrol News Letter no2

인도의 환경기술과 환경시장

India Report
2016.1.5



그린패트롤 측정기술개발사업단

본 리포트는 인도의 12차 경제개발계획(2012-2017) 기간동안 환경오염관련 제도와 집행내용을

관련기관(환경부, 중앙오염통제위원회, 인도환경포털, 인도언론 보도)의 발표내용을

중심으로 정리하였다. 본 리포트에서 활용하고 있는 자료는 다음과 같다

- 미상무부(2015), “2015 Top Markets Report : Environmental Technologies”
- UK Trade & Investment(2008) “Market opportunities in environmental goods and services, renewable energy, carbon finance and CATs Country report: India”
- 인도-독일 환경파트너쉽 <https://www.giz.de>
- 인도환경포털 <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/>
- Centre for Science and Environment <http://www.cseindia.org/>
- 인도환경정보시스템 <http://envis.nic.in>

인도의 주요 오염지역

- Bhadravati (Karnataka)(서남부)
- Chembur (Maharashtra)(중서부)
- Digboi (Assam)(동북부)
- Govindgarh (Punjab)(서북부)
- Greater Cochin (Kerala)(서남부)
- Kala-Amb (Himachal Pradesh)(서북부)
- Parwanoo (Himachal Pradesh),
- Korba (Madhya Pradesh)(중부)
- Manali (Tamil Nadu)(동남부)
- North Arcot (Tamil Nadu)(동남부)
- Pali (Rajasthan), Talcher (Orissa)(중동부)
- Vapi (Gujarat)(중서부)
- Visakhapatnam (Andhra Pradesh)(중동부)
- Dhanbad (Bihar)(동북부)
- Durgapur (West Bengal)(동북부해안)
- Howrah (West Bengal),
- Jodhpur (Rajasthan)(서북부)
- Nagda- Ratlam (Madhya Pradesh)(중부)
- Najafgarh Drain (Delhi),
- Patancheru Bollaram (Andhra Pradesh)(중동부)
- Singrauli (Uttar Pradesh)(중북부)
- Ankleshwar (Gujarat)(중서부)
- Tarapur (Maharashtra)(중서부)



인도 환경시장의 전망

미 상무부는 인도의 환경기술시장규모를 142.9억 US\$로 평가(2012년 기준)

2011년 폐수처리시장 총 규모는 807.7억INR (약 1조 4,328억 원), 2015년 1,790,7억 INR (약 3조 1,767억 원)에 이를 것으로 전망

□ 장애요인

1. 높은 관세 → 모니터링과 장비에 대한 높은 관세
2. 지역별 시장 분절 → 전국규모 판매를 위한 배포처와 대표부 설정에 한계
3. 공공부문의 부패 → 공공조달을 통한 서비스 계약 과정에서 기업과 전략적 동맹을 형성

□ 인도의 행정체계

1. 거주인구 5천이상, 인구밀도 400/km2 → town / 거주인구 10만 이상 → city

□ 도시의 규모

Class I : 100,000명 이상	Class II : 50,000~99,999명
Class III : 20,000~49,999명	Class IV : 10,000~19,999명
Class V : 5,000~9,999명	Class VI : 5,000명 이하

환경부문현황

□ 하폐수 처리분야

- 498개 Class 1 도시와 410개 Class 2 towns에서 380억 리터/일 배출,
처리용량 120억 리터/일

□ 대기 질 분야

- 국가 대기 질 기준(NAAQS) 인준

: 오존, 비소, 니켈, 벤젠, 벤조필렌 등 12개 오염물질에 대한 한계치 규정

: 60개 도시(PM2.5), 21개 도시(PM10)가 대기 질 기준에 부합(2012년 기준)

→ NAAQS의 기준이 WTO기준보다 3~4배 완화

→ PM10 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - WTO의 경우 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

→ PM2.5 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, - WTO의 경우 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

: Delhi, Patna는 WTO가이드라인(PM2.5)의 15배 초과

□ 국립녹색재판소 설치(National Green Tribunal ; NGT)

- 2010년 10월 설립, 환경보호와 자연자원 보존관련 사항 처리

환경부문 계획의 성과와 정책방향(12차 계획)

환경문제에 대한 재조명 “Swachh Bharat Mission” or “Clean India Mission”

폐기물 관리와 위생강화를 통해 간디 탄생 150주년인 2019년까지 청결도 개선을 목표로 2014년부터 시작

□ 측정목표 설정

- 2017년까지 지하수오염우려가 있는 12개 오염지역(유해화학물질과 폐기물)평가
: Kerala, Madhya Pradesh, Odisha, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, West Bengal, Rajasthan, Gujarat 등 8개 주에서
CPCB는 약 80.5억 루피(약 1,424억 원)투입 (40%는 National Clean Energy Fund, 60% 주 정부 부담)
- 2017년까지 오염된 하천유역의 80%, 2020년까지 100% 청결개선
- 2017년까지 도시지역에서 대기질 기준에 부합
- 2020년까지 2005년 대비 emission intensity 20~25% 감축

환경부문 계획의 성과와 정책방향(12차 계획)

□ 정책 개혁의 방향

- 광산, 열병합발전소 입지지역에서 누적환경영향평가 실시
- 오염자부담원칙 강화
- 17개 고오염 산업분야에서 중소기업의 청정기술 개발과 적용
- 국가수질모니터링 네트워크의 강화
- 해안 수질 기초데이터의 수집과 모니터링
- 산업폐수 연속 모니터링 시스템 이행
- 국가환경모니터링 프로그램(National Environmental Monitoring Programme (NEMP)설립
숲,대기, 수질,해양오염, 소음 등 통합 실시간 모니터링 시스템 구축

□ 인프라/기술개선과 투자전략

- 연속 대기 질 모니터링 측정(CAAQMS)과 연속배출가스 모니터링 시스템(CEMS)을 포함한 온라인 모니터링강화
- 수질분야 비용효과적 기술-예 bioremediation - 도입
- 시멘트킬른, 전력 철강부문에서 폐기물 소각권장
- 비용편익분석에 기반한 공공투자결정 및 자원할당 권장
- 오염부담원칙에 기반한 환경법의 개정

인도의 환경정책과 규제

□ 중앙정부와 주정부의 역할구분

- 집행과 모니터링은 주정부(states), 중앙정부는 정책수립을 통한 자문 지원(구속력 없음)
 - : 지방정부(도시공사, 자치단체, 마을회의 등)은 물 공급과 위생에 대한 책임
 - : 중앙정부는 인프라 건설 등 재정적 지원을 중심으로 운영

□ 물 관련 중앙부서

- The Ministry of Agriculture: 유역개발과 관개
- The Ministry of Power: 수력발전
- The Ministry of Environment and Forests: 수질
- The Ministry of Rural Development: 유역개발과 음용수 공급
- The Ministry of Industry: 산업용수
- The Ministry of Urban Development: 도시음용수와 위생
- The Central Pollution Control Board: 수질 모니터링
- The Indian Council of Agricultural Research: 물관리기법 개발

인도의 환경정책과 규제

□ 중앙오염통제국(The Central Pollution Control Board ; CPCB)

- 1974년 수질오염 방지와 통제를 위한 중앙위원회로 구성
- 1974년 Water Act 와 1981년 Air Act를 기반으로 전국 모니터링 네트워크 구성
- 물과 대기 질에 대한 전국적 기준을 규정
 - : 원별 배출량에 대한 최소기준(Minimal National Standards (MINAS))
 - : 오염지역과 오염이 심한 산업에 대한 집행계획을 수립

□ 중앙오염통제국의 기능

- 오염의 방지와 통제에 관한 중앙정부 자문
- 전국적 오염통제 프로그램 계획과 실행
- 주(state) 위원회에 기술지원과 가이드 제공
- 오염통제와 관련된 조사지원 및 수행
- 폐수 처리 및 굴뚝 배출가스 정화장치 등과 관련한 가이드라인, 규정, 입법
- 대기 및 수질 기준 제정 및 수정 등

중앙오염통제국 산하 주정부 오염통제국 현황

	주정부 오염통제국(SPCB)	웹주소
1.	Andhra Pradesh State Pollution Control Board	http://appcb.ap.nic.in/
2.	Assam State Pollution Control Board	http://www.pcbassam.org/
3.	Bihar State Pollution Control Board	http://bspcb.bih.nic.in/
4.	Chhattisgarh State Pollution Control Board	http://www.enviscecb.org/
5.	Goa State Pollution Control Board	https://goaspcb.gov.in/
6.	Gujarat State Pollution Control Board	http://gpcb.gov.in/
7.	Haryana State Pollution Control Board	http://hspcb.gov.in/
8.	Himachal Pradesh State Pollution Control Board	http://hppcb.nic.in/
9.	Karnataka State Pollution Control Board	http://kspcb.kar.nic.in/
10.	Kerala State Pollution Control Board	http://www.keralapcb.org/
11.	Maharashtra State Pollution Control Board	http://mpcb.gov.in/
12.	Manipur State Pollution Control Board	http://www.pcbmanipur.org/
13.	Madhya Pradesh State Pollution Control Board	http://www.mppcb.nic.in/
14.	Meghalaya State Pollution Control Board	http://megspcb.gov.in/
15.	Orissa State Pollution Control Board	http://ospcbboard.org/
16.	Punjab State Pollution Control Board	http://www.ppcb.gov.in/
17.	Rajasthan State Pollution Control Board	http://www.rpcb.rajasthan.gov.in/
18.	Tripura State Pollution Control Board	http://tspcb.tripura.gov.in/
19.	Tamil Nadu State Pollution Control Board	http://www.tnpcb.gov.in/
20.	Uttar Pradesh State Pollution Control Board	http://www.uppcb.com/
21.	Uttanchal State Pollution Control Board	http://ueppcb.uk.gov.in/
22.	West Bengal State Pollution Control Board	http://www.wbpcb.gov.in/
23.	Arunachal Pradesh State Pollution Control Board	http://www.apspcb.org.in/
24.	Jammu Kashmir State Pollution Control Board	http://jkspcb.nic.in/
25.	Jharkhand State Pollution Control Board	http://www.jspcb.org/
26.	Nagaland State Pollution Control Board	http://npcbngl.nic.in/
27.	Mizoram State Pollution Control Board	http://mizervis.nic.in/
28.	Sikkim State Pollution Control Board	http://spcbsikkim.org/

수질오염과 관리

지표수의 70%이상, 지하수의 상당수가 생물, 독성, (비)유기성 오염원에 의해 오염

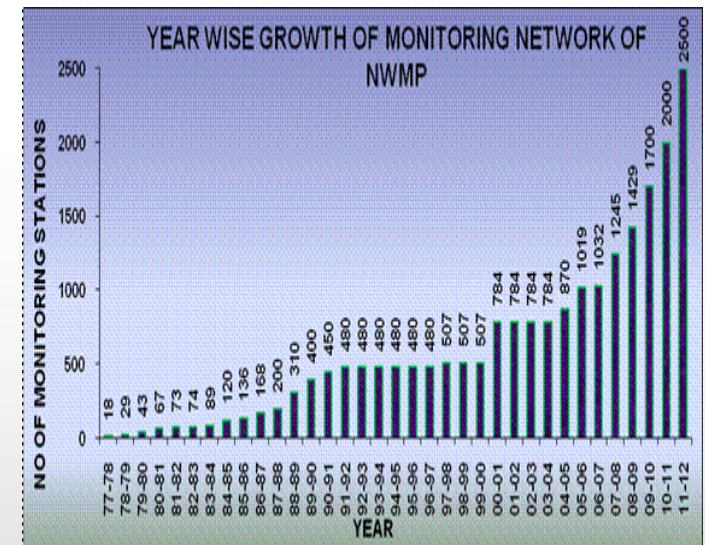
□ 내륙의 수질모니터링 네트워크 프로그램

- Global Environmental Monitoring System (GEMS) : 1978년 UNEP 지원, 24개 지표수, 11개 지하수 측정
- Monitoring of Indian National Aquatic Resources System (MINARS) : 1984년 10개 강변 113개 측정소
- Yamuna Action Plan (YAP) : 1993년 수질개선과 오염완화를 위해, 212개 town에서 화장실, 오수처리시설, 펌핑시설 설치

□ 수질 모니터링 측정소(2012년 기준)

- CPCB는 SPCB와 함께 28개 주(States), 6개 직할시(UT)에서 784개 수질 모니터링 네트워크를 운영
- 측정소는 현재 2,500개 분포

네트워크	개소	측정소(개)
강	445	1,275
호수	154	190
물탱크(Tanks)	12	12
인공연못(Ponds)	78	79
Reefs/Sea Water	41	41
수로(Canals)	25	41
배수로(Drains)	45	45
수처리 시설	10	10
우물(Well)	807	807



출처 : ENVIS Centre on Control of Pollution Water, Air and Noise

수질오염실태

WHO에 따르면 3,119개 도시 가운데 부분적 폐수처리시설을 갖춘 곳 209개 도시,
전면적인 폐수시설 갖춘 곳 8개 도시

□ 하수처리 실태

- 처리하지 않은 하수의 방류가 지표수와 지하수 오염의 가장 큰 요인
- 100만 이상의 35개 메트로 지역은 50%이상의 하수처리설비를 갖추고 있지만 편차 큼
 - 델리의 경우, 발생량의 60%정도 처리
- 하수발생의 100%처리 설비를 갖춘 곳 5개 도시에 불과
 - Hyderabad, Vadodara, Chennai, Ludhiana, Ahmedabad
- 498개 class 1 도시는 도시하수의 93%를 차지하지만, 처리시설은 발생량의 32%에 불과
- 410개 class 2 도시는 발생하수의 8% 처리시설 보유

□ 산업폐수처리 실태

- 일일 134억 6,800만 리터 발생, 60% 처리
- 배출기준 설정하고 위반시 사업장 폐쇄조치할 수 있지만 효과적인 모니터링과 집행에 한계가 있음
- 오염자 부담원칙의 도입은 행정기관의 재조직화 측정데이터이의 정확성과 신뢰성에 문제가 있음

수질오염실태

□ 하수처리시설 활용의 문제

- 처리시설의 규모는 발생량의 30%수준이지만 실제 운영되는 것은 19%수준
- 하수처리시설의 운전 유지비용 부담
- 하수관 네트워크 확장비용 부담
- 불안정한 전력공급
- 숙련인력의 부족

□ 국가수질모니터링 프로그램(NWQMP)의 측정변수

- ✓ 현 장 관 찰 : 날씨,수심, 색깔, 악취, 가시적인 방류, 주변인간활동, 측정소 조건 등 7개
- ✓ 핵 심 변 수 : pH, 온도,전도성, 용존산소, BOD,질산염,아질산염,TC,FC 등 9개
- ✓ 일 반 변 수 : 탁도, 페놀프탈레인 알카리도, 염화물, 암모니아,칼슘 등 19개
- ✓ 바이오 모니터: 3개
- ✓ 금 속 류 : 비소, 카드뮴,구리,납,크롬,니켈, 아연, 수은, 철 등 9개
- ✓ 농 약 류 : 15개

FIELD OBSERVATIONS (7)	CORE PARAMETERS (9)	GENERAL PARAMETERS (19)	BIO-MONITORING (3)	TRACE METALS (9)	PESTICIDES (15)
- Weather - Depth of main stream/depth of water table - Colour and intensity - Odour - Visible effluent discharge - Human activities around station - Station detail	- pH - Temperature - Conductivity, $\mu\text{mhos/cm}$ - Dissolved Oxygen, mg/L - BOD, mg/L - Nitrate - N, mg/L - Nitrite - N, mg/L - Faecal Coliform, MPN/100ml - Total Coliform, MPN/100ml	- Turbidity, NTU - Phenolphthalein Alkalinity, as CaCO_3 - Total Alkalinity, as CaCO_3 - Chlorides, mg/L - COD, mg/L - Total Kjeldahl - N, as N mg/L - Ammonia - N, as N mg/L - Hardness, as CaCO_3 - Calcium, as CaCO_3 - Sulphate, mg/L - Sodium, mg/L - Total Dissolved Solids, mg/L - Total Fixed Dissolved Solids, mg/L - Total suspended Solid, mg/L - Phosphate, mg/L - Boron, mg/L - Magnesium, as CaCO_3 - Potassium, mg/L - Fluoride, mg/L	- Saprobity Index - Diversity Index - P/R Ratio	- Arsenic, $\mu\text{g/L}$ - Cadmium, $\mu\text{g/L}$ - Copper, $\mu\text{g/L}$ - Lead, $\mu\text{g/L}$ - Chromium (Total), $\mu\text{g/L}$ - Nickel, $\mu\text{g/L}$ - Zinc, $\mu\text{g/L}$ - Mercury, $\mu\text{g/L}$ - Iron (Total), $\mu\text{g/L}$	- Alpha BHC, $\mu\text{g/L}$ - Beta BHC, $\mu\text{g/L}$ - Gama BHC (Lindane), $\mu\text{g/L}$ - O P DDT, $\mu\text{g/L}$ - P P DDT, $\mu\text{g/L}$ - Alpha Endosulphan, $\mu\text{g/L}$ - Beta Endosulphan, $\mu\text{g/L}$ - Aldrin, $\mu\text{g/L}$ - Dieldrin, $\mu\text{g/L}$ - Carbaryl (Carbamate), $\mu\text{g/L}$ 2-4 D, $\mu\text{g/L}$ - Malathian, $\mu\text{g/L}$ - Methyl Parathian, $\mu\text{g/L}$ - Anilophos, $\mu\text{g/L}$ - Chloropyriphos, $\mu\text{g/L}$

출처 : CPCB

CPCB 수질모니터링 결과

폐수질 모니터링을 위한 다양한 기술이 존재하지만, 실시간 모니터링시스템 활용할 수 있는 가이드 라인은 없는 실정

□ 수질실태

- 수질악화의 원인 : BOD와 병원성 박테리아(총 대장균 및 분뇨대장균)등
- 폐수의 70%는 처리되지 않은 채 방류
- 강 유역에 대한 기준 : BOD기준에 따라 평가

Priority 1 : BOD 30mg/리터 → 34개 지점

Priority 3 : BOD 10~20mg/리터 → 36개 지점

Priority 5 : BOD 3~6mg/리터 → 158개 지점

Priority 2 : BOD 20~30mg/리터 → 17개 지점

Priority 4 : BOD 6~ 10mg/리터 → 57개 지점

□ 모니터링 주기

- 지표수에 대해 월간 혹은 분기별 실행, 지하수는 6개월마다 실시함
- 모니터링 시스템은 설치 후 최소 5년간 유지보수서비스가 의무화(부품공급의 경우 7년)

CPCB 수질 모니터링 결과

□ 수질오염기업의 범위

- BOD 부하 500kg/일일 혹은 독성 유해물질 배출기업

- Ganga 강 주변 2,535개 수질오염기업 분포

- Uttarakhand (74개), Uttar Pradesh(993), Bihar(40), Jharkhand(94), West Bengal(147), Delhi(5),

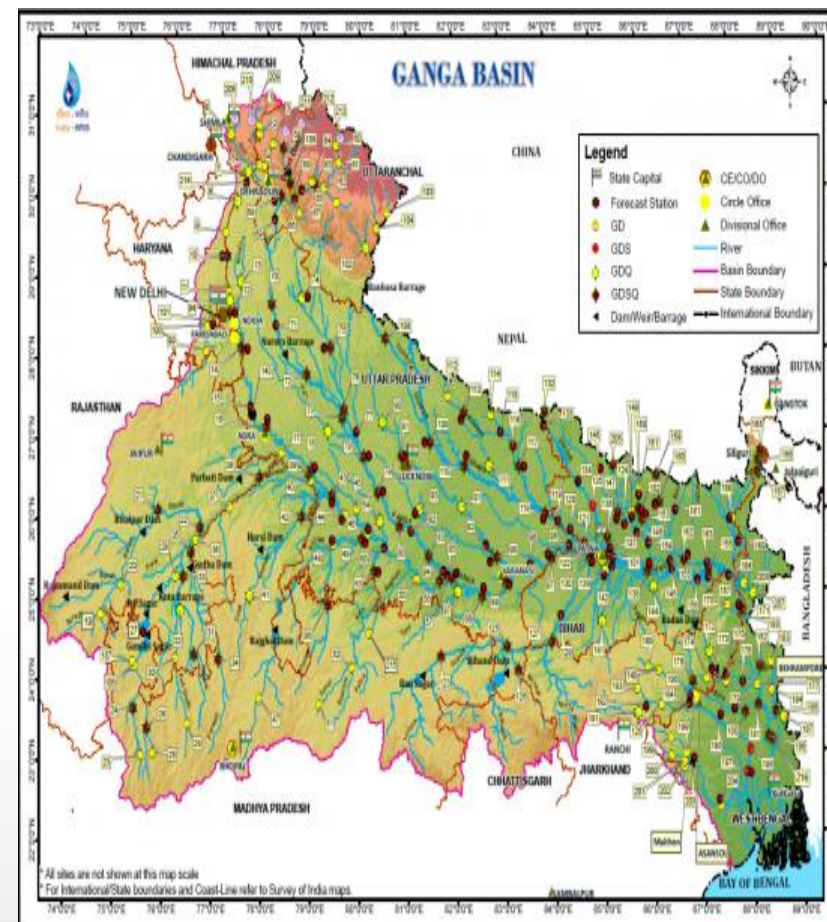
- Madhya Pradesh(19), Chhattisgarh(26)

- 화학(제약, 유기/무기질, 비료, 석유정제, 농약 등), 양조장, 설탕, 펄프, 섬유, 화장장, 표백, 도축장,

- 피혁공장, 식품 및 유업 등 Ganga강과 지류(Ramganga & Kali-East)에서 오염물질 배출

Ganga Project

- 2010년 강가 강 유역청 설립(NGRBA)
- Environment(Protection) Act(1986)이 정한 산업별 배출허용 기준보유
- 60.8억 리터/일 발생, 12.0억 리터만 처리시설에서 관리(2013년)
: 17개 고오염 산업군은 공동폐수처리시설(CETP), 하수처리시설(STPs)등
실시간 폐수모니터링 시스템을 2015년 3월 31일까지 설치하도록 규정
→ 유속, pH, TSS, COD, BOD, 암모니아는 실시간 모니터링, 기타 변수는 실험실
방식으로 분기별 모니터링
- Zero Liquid Discharge (ZLD)를 채택한 산업의 경우, PAN, TILT Zoom, 5x
이상의 IP카메라 설치, 야간 탐지기능과 유량계를 장착



물시장 규모

- CPCB는 BOD부하에 대한 엄격한 요구조건을 설정하여 수질 오염통제를 강조함

- 향후 수원과 처리시설 등에서 온라인 모니터링과 측정장비 증가 예상됨

물과 폐수시장은 4개의 하위범주로 구분

→ 도시 상수도 공급, 폐수처리, 산업용수 및 폐수처리, 해수담수화 등

□ 도시 상수도 공급시장

- 2012년 88억7천만INR(약 1,559억 원) 규모이며 년평균 18%씩 증가
- 물 공급 프로젝트는 Class2 도시에 집중(5만~10만 미만 도시)

□ 도시 생활하수 처리시장

- 248억6천만INR(약 4,370억 원)수준으로 년평균 18% 증가
- 새천년 개발목표(MDG)에서 주요도시와 towns의 하수인프라 보급을 통한 위생강화

□ 산업용수 및 폐수처리 시장

- 2,700억INR(약 4조 7,466억 원)에서 2015년 7,390억INR(12조 9,916억 원)전망
- 전력과 제철 및 인프라부문이 핵심

□ 해수 담수화 시장

- 2012년 현재 80억INR(약 1,406억 원), 시장규모가 7~8% 증가
- 전력과 제철부문이 주도

수질분야 제도개선

□ 2015년 환경(보호법)개정

	기준 (단위 mg/l, Ph제외)		
	지표수방류	관개용	해양배출
pH	6-9	6-9	6-9
BOD _{3,27℃}	30	100	100
COD	50	250	250
부유물질	100	100	100
Fixed Dissolved Solids	2100	100	ns

2015년 5월, Environment Act(1986)의 6장과 25장 수정안(1)

- 1986년 환경법 수정

: 수질관련 물리적 수준 (pH, 용존산소, 기타)과 박테리아(총대장균 등)의 한계치 지정

→ 총 대장균(TC) : 500에서 50 최확수(most probable number)/100ml

→ 분뇨성 대장균(FC) 분뇨성 연쇄상구균 1.8이하(최확치)/100 ml

- pH와 용존산소량, BOD 등은 예전과 동일

- COD(10mg/l이하) 색(colour) (10-20),부유물(1.00이하),

하수 및 산업폐수 현탁물질, 부유물질 (10 mg/l이하),

탁도(30 measured at 0.9 depths), 목욕가능한 수준의 신규 수생

생물 리스트 포함

단위 (mg/l)	기준 (수온이 5도이상 초과할 수 없음)		
	지표수방류	관개용	해양배출
Oil& Grease	10	10	10
암모니아-질소	50	ns	50
TKN	50	Ns	50
Nitrate-Nitrogen	10	Ns	50
Phosphates	5	Ns	Ns
Chloides	1000	1000	Ns
Sulphates	1000	1000	Ns
Flouride	2	2	15
Sulphides	2	2	5
Phenolic compounds	1	1	5
Total Chorine	1	1	1
Zinec	5	5	15

단위 (mg/l)	기준 (수온이 5도이상 초과할 수 없음)		
	지표수방류	관개용	해양배출
Iron	3	3	3
Copper	3	3	3
Trivalent Chromium	2	2	2
Manganese	2		2
Nickel	3		3
Arsenic	0.2		0.2
Cyanide	0.2		0.2
Vanadium	0.2		0.2
Lead	0.1		0.1
Hexavalent Chromium	0.1		0.1
Selenium	0.05		0.05
Cadmium	0.05		0.05
수은	0.01		0.01

2015년 5월, Environment Act(1986)의 6장과 25장 수정안(2)

특정분야별 측정변수

섬유	Bio-Assay test, Total Chromium, Sulphide. Phenolic compounds
전자산업	Oil & Grease, 암모니아 질소, 니켈, 구리, 아연, 납, 철, 카드뮴, Cyanide, Fluorides Sulphides, Phosphates Sulphates, Hexavalent Chromium, Total Chromium
가죽가공	Sulphides, Chlorides, Total Chromium, Oil & Grease
Dye & Dye intermediate	Oil & Grease, Phenolic compounds, 카드뮴, 구리, 납, 수은, 니켈, manganese, Hexavalent Chromium, Total Chromium, Chlorides, Sulphates, Bio-Assay test
유기화학제조	Oil & Grease, Bio-Assay test, Nitrates, Arsenic, Hexavalent Chromium, Total Chromium, Cyanide, 아연, 납, 수은, 구리, 니켈, Phenolic compounds, Sulphides
제약	Oil & Grease, Bio-Assay test, Arsenic, Hexavalent Chromium, Total Chromium, Cyanide, 납, 수은, Phenolic compounds, Sulphides, Phosphates

온라인 연속모니터링시스템(CPCB,2014)

온라인 연속모니터링 장비공급조건

- 모든 시스템은 CPCB가 인준한 TUV(독일) MCERT(영국), USEPA(미국)로 인증된 기구, 분석장비
- 장비제조업자는 자신이 설치한 시스템 관련 오류발생시 블랙리스트
- 사용자를 위한 작동 매뉴얼과 기술보고서를 출간하고, CPCB가 활용할 수 있도록 함

□ 27개 주 2개UT에서 445개 강 모니터링 결과

- 강 오염 : 2009년 121개 → 2014년 말 275개 오염
- 강 유역: 150곳→ 302곳
- 오수발생 규모 38억 리터/일→ 62억 리터/일(650개 도시와 TOWN)

□ CPCB의 수질모니터링 개선 방안 제시 (2014. 2 5)

- 도입배경으로 logistics 인력, 자원 부족으로 넓은 지역을 관할하지 못함
- 기업의 자가측정에 기반한 모니터링을 보완하고, 온라인데이터를 규제당국에 제공
- 제지, 양조, 설탕, 피혁가공, 발전, 시멘트, 석유정제, 비료, 염색가공, 농약, 제약, 공동 폐수처리시설, 공동 바이오 의료폐기물 및 유해폐기물 소각시설 등 17개 고오염 산업
- 2015년 3월까지 Ganga강과 지류에 실시간 수질 모니터링시스템 설치
- pH, TSS, COD, BOD, 크롬, 비소, 암모니아, 흡착성 유기화합물(AOX)데이터 온라인 실시간 전송

온라인 수질 측정소 현황(지하수포함)
소계

Baitarni (5)	5
Brahmani (11) Tributaries-Karo (1), Koel (2), Sankh (2)	16
Brahmaputra (6) Tributaries-Burhidihing (1), Dhansiri (6), Disang (1), Jhanji (1),Subansiri (1), Bhogdoi (1),Bharalu (1),Borak (1),Deepar Bill (1), Digboi (1),Mora Bharali(1),Teesta (4),Dickhu(1), Maney(2),Ranchu(2)	31
Cauvery (20) Tributaries-Arkavati (1), Amravati (1), Bhawani (5), Kabini (4), Laxmantirtha (1), Shimsa (2), Hemavati (1),Yagichi(1)	36
Ganga (39) Tributaries-Barakar (1),,, Betwa (3), Chambal (7), Damodar (5), Gandak (1), Saryu-Ghaghra (3), Gomti (5), Hindon (3), Kali (West) (2), Kali Nadi (2), Khan (1), Kshipra (2), Mandakini (Madhya Pradesh) (1) , Parvati (3), Ramganga (1), Rapti (1), Rihand (2), Rupanarayan (1), Sai (1), Sone (5), Tons (Madhya Pradesh) (2), Yamuna (23),Sind (1), Johila (1),Sankh(1), Gohad (1), Kolar (1), Sai(1), Churni (1), Tons (Himachal Pradesh) (1),Sikrana (1),Daha (1), Sirsa (1), Dhous (1), Farmer (1)	127
Godavari (11) Tributaries- Manjira (2), Maner (2), Nira (1),, Wainganga (4), Wardha (1),Kolar (1), Kanhan(1), Purna(1),Karanja (1), Indravati (2), Shankhani (1)	28
Indus Tributaries-Beas (18), Chenab (1), Jhelum (3), Larji (1), Parvati (1), Ravi (3), Sutlej (21), Tawi (1), Gawkadal (1), Chuntkol (1), Sirsa (3), Swan (1)	55
Krishna (19) Tributaries- Bhadra (3), Bhima (10), (Ghataprabha (2), Malprabha (3), Muneru (1), Musi (2), Nira (1), Paleru (1), Tunga (1), Tungabhadra (6), Panchganga (3), Chandrabhaga (2)	54
Mahi (9) (2G, 7) Tributaries-Anas (1), Panam (1)	11
Mahanadi (18) Tributaries-Ib (4), Hasdeo (2), Kathajodi (1), Kharoon (4), Kuakhai (2), Sheonath (3), Birupa (1),Arpa (1), Kelo (2)	38
Narmada (14) (3G,11) Tributaries-Chhota Tawa (1)	15
Pennar (1G, 4)	5
Sabarmati (2G, 4) Tributaries-Shedhi (1), Khari (1)	8
Subarnerekha (4G,2)	6
Tapi (11) (3G, 8) Tributaries-Girna (2M), Rangavali (1)	14

온라인 연속모니터링시스템(CPCB,2014)

□ 측정물질

- pH, 탁도, 전도성(Conductivity), 온도, 용존산소량, 암모니아, BOD, COD, 질산염, 염화물 등

□ 측정장비

- 최소 5~8년 사용가능한 내구적, 경제적 장비와 서비스 설치

□ 측정빈도 15분

□ 측정데이터 기준

- American Public Health Association on Water & Waste Water Examination(20th Edition)

이 제시하는 방법론을 사용하는 수질/폐수배출기준에 부합

→ 센서와 분석기는 현행 US EPA reference or equipment method designation에 부합

□ 기타 조건

- 중앙 측정소로 실시간 데이터전송 가능

- 극단적 환경조건에 적응

- 일상적인 보정이외에 수동개입을 할 수 없어야 함

- GPS 수신기와 웹 카메라를 통해 폐수 유입과 웹 기반 데이터 운영이 가능해야 함

Parameter	Technical Specification
측정범위	0.0 to 14 units of pH
정확도	≤ 0.01 units of pH
반응시간	≤ 60 seconds
작동온도	0 to 40° C
작동습도	5 to 95% non-condensing
전력	12 VDC Nominal
청소	Self-Cleaning (Automatic)

Parameter	Technical Specification
측정범위	0.0 to 500 mg/L
정확도	± 2% + 5 mg/L of certified reference standard
해상도	≤ 1 mg/L
반응시간	≤ 60 seconds
작동온도	0 to 40° C
작동습도	5 to 95% non-condensing
전력	12 VDC Nominal
청소	Self-Cleaning (Automatic)

BOD (mg/L)

Parameter	Technical Specification
측정범위	0.0-50 mg/L
해상도	≤ 1 mg/L
반응시간	≤ 60 seconds
작동온도	0 to 40° C
작동습도	5 to 95% non-condensing
전력	12 VDC Nominal
청소	Self-Cleaning (Automatic)

Ammonia (mg/l)

Parameter	Technical Specification
측정범위	0.0 to 100 mg/L
정확도	≤ 3% of full scale
해상도	≤ 0.1 mg / L
반응시간	≤ 60 seconds
작동온도	0 to 40° C
작동습도	5 to 95% non-condensing
전력	12 VDC Nominal
청소	Self-Cleaning (Automatic)

Total Suspended Solids (mg/l)

Parameter	Technical Specification
측정범위	0.0 to 200 mg/l
정확도	≤ 5 mg/l
반응시간	≤ 60 seconds
작동온도	0 to 40° C
작동습도	5 to 95% non-condensing
전력	12 VDC Nominal
청소	Self-Cleaning (Automatic)

실시간 수질모니터링 시스템(RTWQMS)

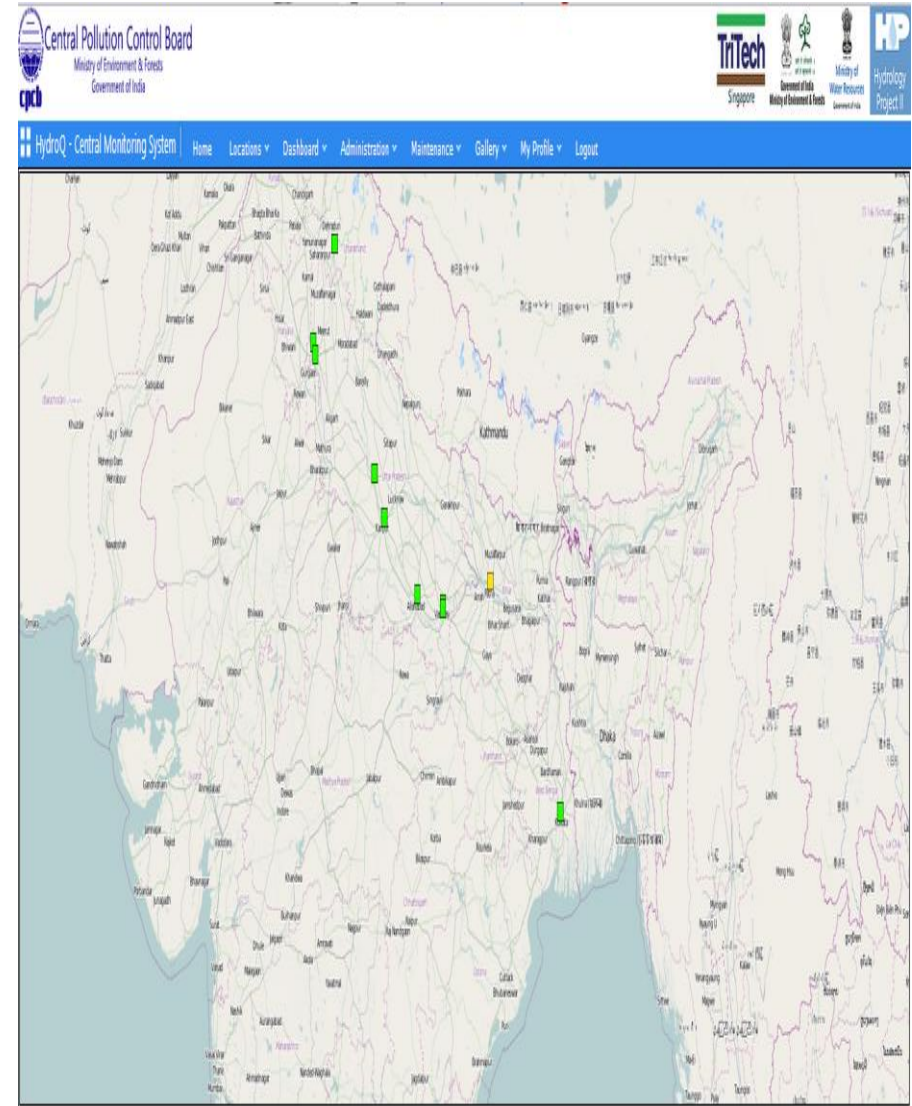
□ 10개의 고립형 무인 수질모니터링시스템

- River Ganga

01. Haridwar- Upper Ganga Barrage-BhimGoda
02. Kannauj (Nanamau Bridge) 하류
03. Kanpur (Jajmau Bridge Kanpur)
04. Allahabad (Shastri Bridge)상류
05. Varanasi 상류
06. Varanasi 하류
07. Gandhi Ghat, Patna (표류형 플랫폼, 아래 중앙그림)
08. Garden Reach, Kolkata

- River Yamuna

09. Delhi 상류 Wazirabad
10. Delhi 하류 Okhla



수질부문 기술수요

□ 도시 음용수 및 하수처리 시설

- 2012년 물 시장 규모는 25.4억 US\$, 2018년까지 연평균 15.2%씩 증가할 것으로 예상
- 도시 음용수와 위생문제해결을 위한 인프라 투자 2020년까지 1,260억 US\$예상

□ 필요한 분야

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| - 엔지니어링, 구매, 건설서비스 | - 운전서비스 |
| - 멤브레인 여과등 선진적인 여과 | - 폐기물에너지화 기술 |
| - 혐기성 소화 | - Nitrification |
| - Biological denitrification | - 측정 및 시험장비 |

□ 산업폐수처리 시설

- Delhi-Mumbai Industrial Corridor (DMIC) Plan
 - : 7개 산업도시 신설로 약 900억 US\$ 물 및 폐수처리시설투자가 필요
 - : 전력, 석유가스, 식음료, 의약, 섬유 광산은 국제기준에 적합한 고도처리 기술을 선호
- 산업용수시장은 매년 20~25% 씩 증가 예상

인도의 대기 질 상황

- 인도의 대기 질 (PM기준)은 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WTO권장기준(6~10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과

PM10 → WTO가이드라인 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 모두 초과 / PM2.5 → Pathanamthitta in Kerala를 제외하고 가이드라인 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과

□ 대기질 유형

- 인도는 전세계 CO2 배출의 5.7%차지하는 3대 대기오염 배출국
- 델리(Delhi), 뭄바이(Mumbai), 첸나이(Chennai), 콜카타(Kolkata)등 대도시의 대기 질은 1996년 관련 규제실행에도 불구하고 이동수단의 증가와 산업활동 등으로 더욱 악화
- 국가 대기 질 기준(National Ambient Air Quality Standards ;NAAQS)
 - 산업, 주거, 민감 지역으로 구분, 특히 민감 지역의 경우 특정가이드라인 보유
 - 기준미달도시 : 23개 주 95개 도시

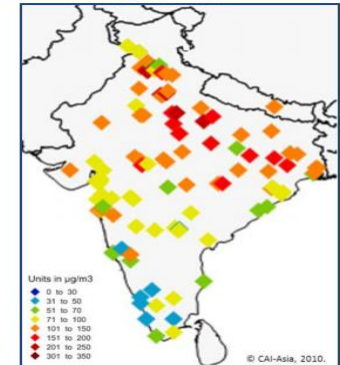
□ 대기오염의 원인

- 2013년 인도 CO2배출의 65%는 열 - 가정용,전력-, 9%는 교통(자동차, 기차, 이륜차, 비행기등)에서 발생
 - 인도의 열 발전은 EU에 비해 KWh 당 CO2 배출이 50~120%가 많은 실정
- 2005년부터 Bharat Stage IV (유로 4상당) 적용하지만 노후차량대책 없음
- 연간 1억 6,500만 톤의 취사용 바이오 매스 사용으로 공기 질 악화(석탄의 5배)
- 서북부, 동부지역에서 연간 5억 톤 가량 농부산물 소각(10~11월)은 주변 대도시 스모그 원인

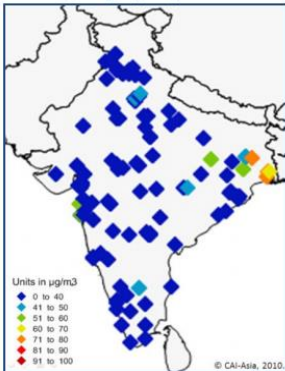
□ PM10

- 2008년 대부분의 도시 거주지 연평균 PM10수치 $89.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 국가 대기질 기준 (NAAQS, $60\mu\text{g}/\text{m}^3$) 초과
- WHO가이드라인 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 충족시키지 못함

Annual average of PM₁₀ in 137 Indian Cities 2008



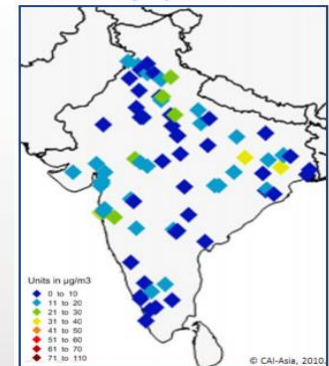
Annual average of NO₂ in 133 Indian Cities 2008



□ SO2

- 2008년 국가 대기질 기준($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 넘어서지 않음
- WHO의 SO2의 측정은 10분 단위, 24시간 간격으로 측정할 것을 권장

Annual average of SO₂ in 106 Indian Cities 2008



□ NO2

- 산업지역 측정소의 81%, 거주지 측정소의 70%가 국가 대기질 기준과 WHO기준($40\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 낮음

대기질 모니터링 프로그램(NAMP)의 개요

□ Air Quality Monitoring

- 국가 대기질 모니터링(National Ambient Air Quality Monitoring ;NAAQM) 1984년 4개 측정소에서 시작
- 현재는 국가 대기질 모니터링 프로그램(National Air Quality Monitoring Programme ;NAMP)을 추진
 - 2009년 128개 도시 342개 측정소 운영
 - 2014년 254개 도시 612개 측정소 운영(700개소 허가)
- PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, CO, O₃, NH₃, 벤젠, 벤조필렌, 납, 비소, 니켈 등 측정(2009년 개정)
 - TSP, PM10, SO₂, NO₂ : 모든 측정소에서 모니터링
 - PM_{2.5}, BTX, PAH, O₃, CO, NH₃ : 일부 지역
- 가스상 물질은 4시간단위, 입자상 물질은 8시간 단위로 샘플링 조사
- 연속모니터링의 경우 16개 도시 50개 측정소에서 모니터링데이터 실시간 CPCB로 전송
Environmental Data Bank software (<http://www.cpcbodb.nic.in/>에서 활용가능)

□ Monitoring activities

- 모니터링 주체 : CPCB, SPCBs, PCCs, NEERI를 포함한 대학 및 연구기관
 - CPCB : 델리, QA/QC통해 데이터의 통일성과 일관성 유지, 측정소 운영을 위한 재정 및 기술지원
 - SPCBs : 각각의 주
 - PCCs : 직할시(UT)에 설치
 - NEERI Nagpur는 6대 대도시에 설치

Table 5.15. Air Quality Monitoring Stations in Metropolitan Cities

Zone	State	City	Total No. of Sanctioned Stations	Total No. of Operating Stations
North Zone	Delhi (11)	Delhi	11	11
	Haryana (2)	Faridabad	3	2
	Punjab (6)	Amritsar	2	2
		Ludhiana	4	4
	Uttar Pradesh	Agra	6	6
	(28)	Allahabad	2	2
		Kanpur	9	9
		Lucknow	5	5
		Meerut	2	2
		Varanasi	2	2
		Ghaziabad	2	2
	Jammu & Kashmir (0)	Srinagar	0	0
	Chandigarh (5)	Chandigarh	5	5
	Bihar (2)	Patna	2	2
		Dhanbad	1	1
East Zone	Jharkhand (4)	Jamshedpur	4	2
		Ranchi	4	1
	West Bengal (13)	Asansol	3	3
		Kolkata	10	10
South Zone	Andhra Pradesh (19)	Hyderabad	9	9
		Vijayawada	2	2
		Visakhapatnam	8	8
	Karnataka (9)	Bangalore	9	9
		Kochi	7	7
	Kerala (17)	Kozhikode	2	2
		Thrissur	1	1
		Mallapuram	1	1
		Thiruvananthapuram	4	4
		Kannur	0	0
		Kollam	2	2
		Chennai	11	11
		Coimbatore	3	3
	Tamilnadu (22)	Madurai	3	3
		Tiruchirappalli	5	5
		Ahmedabad	9	6
West Zone	Gujarat (15)	Rajkot	2	2
		Surat	3	3
		Vadodara	6	4
		Pune	4	4
	Maharashtra (22)	Mumbai	3	3
		Nagpur	7	7
		Nashik	4	4
		Vsai-virar	0	0
		Aurangabad	4	4

Zone	State	City	Total No. of Sanctioned Stations	Total No. of Operating Stations
	Rajasthan (15)	Jaipur	9	6
		Jodhpur	9	6
		Kota	6	3
Central Zone	Madhya Pradesh (10)	Bhopal	8	4
		Indore	3	3
		Jabalpur	2	1
		Gwalior	2	2
	Chattisgarh (7)	Raipur	3	3
		Durg-bhilainagar	4	4
	18	53	232	207

Remarks: Figures within parentheses represent number of operating monitoring stations in metro cities of the state

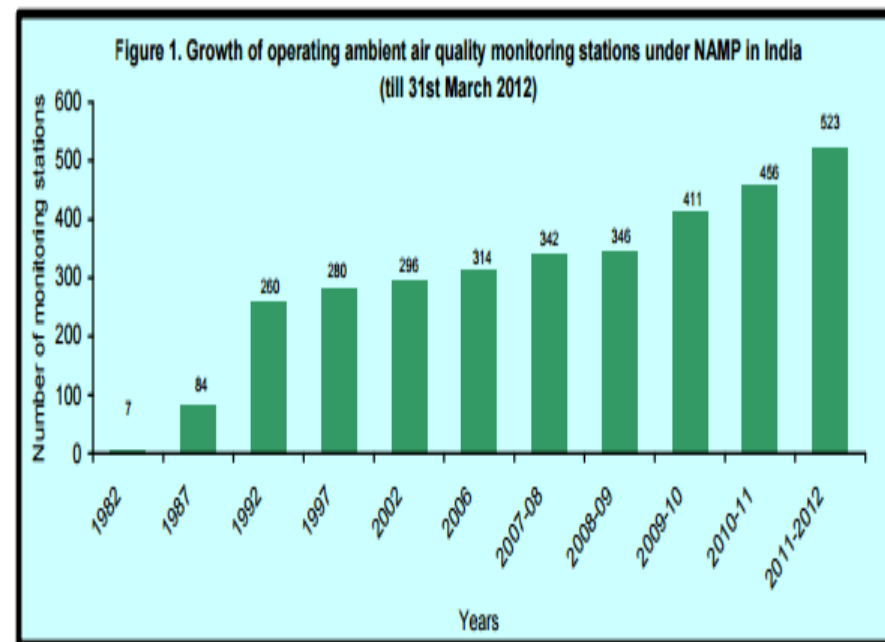


Figure 5.17 : Growth of operating ambient air quality monitoring stations under NAMP (till 31st March 2012)

대기질 기준

- 토지사용, 건강영향, 배출량, 혹은 EPA건강기준을 사용
- 주거지 및 농촌지역, 산업지역, 민감지역으로 구분

□ 대기질 기준의 개정

- 1982년 최초 대기질 기준 설정
- 1994년 SO₂, NO₂, SPM, PM₁₀, Pb, CO에 대한 기준 설정
- 2009년 SO₂, NO₂, PM₁₀, CO, Pb, NH₃개선, PM_{2.5}, O₃, 벤젠, 벤조필렌, 비소, 니켈 추가

□ 2009년 국가대기질 기준 개정

- PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, 암모니아, 납 : 24시간 평균과 연평균 기준 적용
- 니켈, 비소, 벤조필렌, 벤젠 : 연평균 기준 적용
- 일산화탄소, 오존 : 1시간과 8시간 평균기준 적용
- 납, 니켈, 비소, 벤조필렌, 암모니아는 수동측정

Table 2. Revised National Ambient Air Quality Standards of India vs. WHO AQG

Pollutant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Time weighted average	Concentration in Ambient Air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		WHO AQG ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Industrial, Residential, Rural and Other Area	Ecologically Sensitive Area (notified by Central Government)	
SO ₂	Annual*	50*	20*	-
	24-Hr**	80**	80**	20 ^a
	1-Hr	-	-	200 ^a
NO ₂	Annual*	40*	30*	40 ^a
	24-Hr**	80**	80**	-
PM ₁₀	Annual*	60*	60*	20 ^a
	24-Hr**	100**	100**	50 ^a
PM _{2.5}	Annual*	40*	40*	10 ^a
	24-Hr**	60**	60**	25 ^a
O ₃	8-Hr**	100**	100**	100 ^a
	1-Hr*	180*	180*	-
Pb	Annual*	0.5*	0.5*	0.5 ^b
	24-Hr**	1**	1**	-
CO	8-Hr**	2,000**	2,000**	10,000 ^b
	1-Hr**	4,000**	4,000**	30,000 ^b
Ammonia	Annual*	100*	100*	

	24-Hr**	400**	400**	
Benzene	Annual*	5*	5*	- ^c
Benzo(a)pyrene, particulate phase only, (ng/m³)	Annual*	1*	1*	- ^c
Arsenic (ng/m³)	Annual*	6*	6*	- ^c
Nickel (ng/m³)	Annual*	20*	20*	- ^c

Guidelines refer to the safe level of a pollutant, for a given average time, to protect the public from acute health effects.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ =micrograms per cubic meter

*Annual arithmetic mean of minimum 104 measurements in a year at a particular site taken twice a week 24 hourly at uniform intervals.

**24, 8 or 1 hourly monitored values, as applicable, shall be complied with 98% of the time in a year, 2% of the time, they may exceed the limits but not on two consecutive days of monitoring.

^cUnit risk available in WHO 2000.

연속 대기질 모니터링 시스템(CAAQMS)

분석, 보정, 센서, 기상장비등 설치비용 약 900만 루피(1억 5,800만원), 유지비용은 연간 100만 루피(1,762만원)

- 민간참여가 가능한 16개 도시의 연속 대기 질 모니터링 측정소 네트워크로 구성
 - 방갈로드(BTM Layout, Kadabeshnahalli - BWSSB & Pennya), 첸나이 (Alandur, IITM, Manali) 등
 - 2014년 현재 Delhi, Lucknow, Bangalore, Chennai, Mumbai, Pune, Agra, Vadodara, Ahmedabad, Kolkata 등에서 27개(CAAQM)를 보유
- 15가지 대기오염원과 7개 기상변수를 측정 분석
 - 8가지 오염원 (PM10, PM2.5, NO2, SO2, CO, O3, NH3, Pb)을 단기측정(24시간 평균측정)
- 분석기, 데이터 관리시스템, 보정시스템, 데이터 디스플레이 등 4개 구성요소
 - 신뢰성 있는 데이터 형성을 위해 Multi- point Calibrator설치
- CAAQM에서 생성된 온라인데이터는 CPCB의 웹 www.cpcb.nic.in을 통해 발표
- 20개 주도와 100만 이상 46개 도시에서 각 6~7개의 연속 대기 질 모니터링 측정소 설치 계획

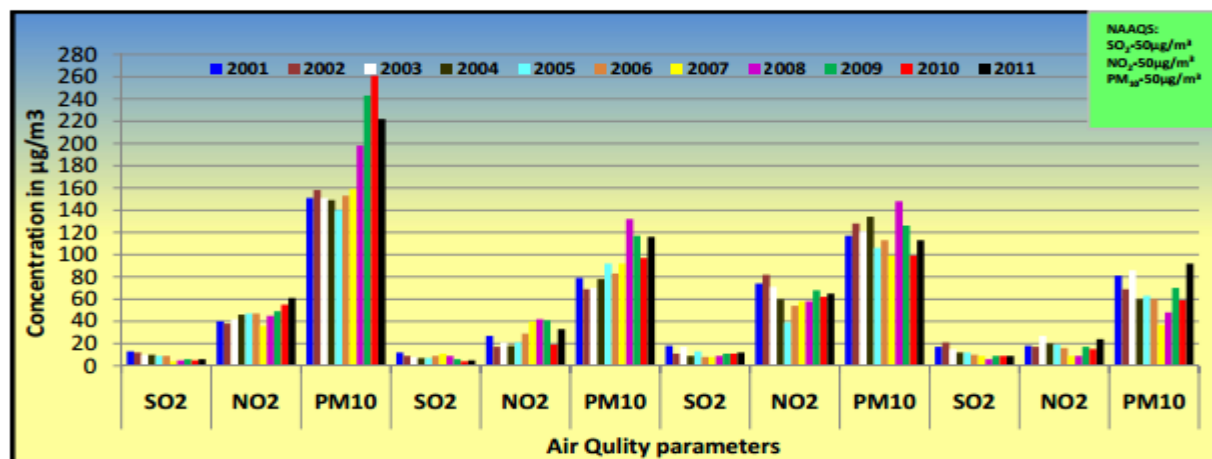
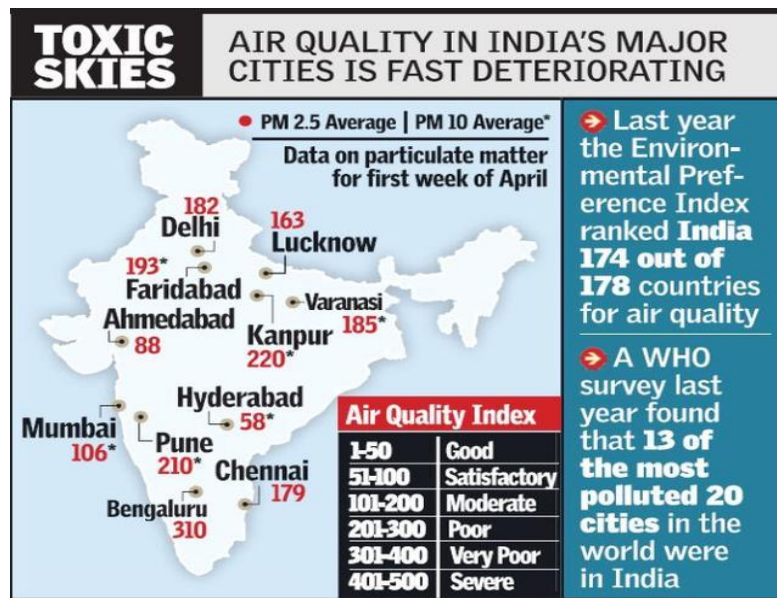


Figure 5.23 Air quality Trends in Four Mega Cities

국가 대기 질 지수(AQI)



AQI Category (Range)	PM ₁₀ 24-hr	PM _{2.5} 24-hr	NO ₂ 24-hr	O ₃ 8-hr	CO 8-hr (mg/m ³)
Good (0-50)	0-50	0-30	0-40	0-50	0-1.0
Satisfactory (51-100)	51-100	31-60	41-80	51-100	1.1-2.0
Moderately polluted (101-200)	101-250	61-90	81-180	101-168	2.1- 10
Poor (201-300)	251-350	91-120	181-280	169-208	10-17
Very poor (301-400)	351-430	121-250	281-400	209-748*	17-34
Severe (401-500)	430+	250+	400+	748+*	34+

*One hourly monitoring (for mathematical calculation only)

- 국가 대기 질 지수(AQI)는 국민인식강화를 목적으로 PM10, SO2, NO2, CO, visibility 등을 지수화
 - ➔ 데이터 부족으로 주로 PM10, PM2.5를 중심으로 운영
- 델리를 비롯한 10개 도시에서 1단계 적용, 6등급의 오염수준 발표
 - ➔ Agra, Ahmedabad, Bengaluru, Chennai, Delhi, Faridabad, Hyderabad, Kanpur, Lucknow, Varanasi
 - ➔ 향후 20개 주정부의 수도와 100만 이상 46개 도시로 확장, 각 도시별 6~7개의 측정소 운영계획
- Hindustan Times(2015.4.15)에 따르면 28개 측정소가운데 절반이상 AQI데이터가 불충분함

산업오염(종합환경오염지수)

산업단지의 종합환경평가 기준 (no EIAS/4/2009-10)

- Indian Institutes of Technology와 산업단지에 대한 종합적인 환경평가도입
- 88개 주요산업단지에 대한 조사결과 심각한 오염지역 (43곳), 오염이 심한 지역(32곳)
 - CEPI지수는 대기, 수질 토양, 보건, 생태 등 다양한 영역의 변수를 포함
- 17개 고오염군 산업은 온라인 대기 및 폐수모니터링 시스템을 설치, 샘플 추출과 보고를 의무화
 - 위반시 시설 폐쇄 혹은 물과 전력공급중단, 온라인 모니터링 시스템 설치비용 100% 대출
- 심각하게 오염된 지역 모니터링은 SPCB와 지역의 이해당사자가 인증된 실험실에서 실시

지역	잠재영향권역	대기샘플수	수질샘플수	
			지표수	지하수
Tarapur	MIDC Tarapur	4	4	4
Patancheru- - Bollaram (Andhra Pradesh)	Patancheru 산단 Bollaram산단	4	4	4
Coimbatore (Tamil Nadu)	SIDCO, Kurichi 산단	4	4	4
Vapi (Gujarat)	GIDC Vapi	4	4	4
Mandi Gobind Garh (Punjab)	Mandi Govindgarh –both side of GT Road(khanna 와sharhind 협곡)	4	4	4

출처 : ENVIS Centre on Control of Pollution Water, Air and Noise

모니터링 변수

□ 대기변수

- SO₂ , NO₂ , PM₁₀ , PM_{2.5}, 납 : 최소 2일 동안 24시간 모니터링평균치
- O₃ , CO : 최소 2일 동안 1시간 평균치 와 8시간평균치
- 벤젠, 벤조필렌, 비소, 니켈 : 최소 2일간 24시간평균치

□ 수질변수

- CETPs, ETPs, FETP의 배출구, 처리된 하수, 지표수에서 샘플링
- 지하수질데이터는 공단 혹은 주변지역의 물공급자원 혹은 우물, 펌프 등에서 채취
- 단순측정 : 일반적 외형, 색, 냄새,투명도, 어류서식과 같은 생태적 변수
- 정규모니터링 : pH, 용존산소(%), COD, BOD (mg/l),전도도(μmhos/cm), Nox(mg/l,) 현탁물질(mg/l), 분뇨성 박테리아 (MPN/100 ml), Bio-assay (zebra fish)
- 특정변수 : TP, NH₄+NH₃,TKN, 질소, 페놀, 계면활성제, 유기염소, 살충제, PAH, PCB, PCT, 아연, 니켈,구리, 크롬, 비소, 납, 카드뮴, 수은 등

□ 측정빈도 :- 년간 3회(1~2월, 5~6월, 9~10월)

□ 특수목적의 모니터링

- 새해축제(디파왈리)기간 대기과 소음모니터링
- 콜카타 도시교차로와 코크스 제조업의 VOC모니터링
 - 도심교차로지역에서 24시간 low flow sampler를 사용한 VOCs 평가
 - 콜카타 : 벤젠 5.3 μg/m³,톨루엔 : 62.4 μg/m³,자이렌 1.6 μg/m³
 - 두르가푸르: 벤젠 7.2 μg/m³,톨루엔 : 47.5 μg/m³,자이렌 5.65 μg/m³

주	산단지역	CEPI 지수	상태
Andhra Pradesh	Vishakha patnam	52.31	An-Wn-Ln
	Patancheru-Bollaram	76.05	Ac-Wc-Ln
Chhatisgarh	Korba	69.11	As-Wn-Ls
Delhi	Nazafgarh drain basin	73.42	As-Ws-Lc
Gujarat	Ankaleshwar	80.93	Ac-Wc-Ls
	Vapi	85.31	As-Wc-Ls
	Ahmedabad	69.54	An-Wc-Ln
	Vatva	83.44	An-Wc-Ln
	Bhavnagar	62.79	An-Ws-Ln
	Junagarh	52.75	An-Wn-Ln
Haryana	Faridabad	73.55	An-Wc-Ln
	Panipat	81.27	An-Wc-Ln
Jharkhand	Dhanbad	71.78	As-Wn-Lc
Karnataka	Mangalore	67.62	As-Ws-Ln
	Bhadravati	45.27	An-Wn-Ln
Maharashtra	Chandrapur	81.90	As-Ws-Lc
	Dombivalli	72.29	As-Wc-Ln
	Aurangabad	68.87	As-Ws-Ls
	Navi Mumbai	72.87	An-Wc-Ln
	Tarapur	73.30	As-Wc-Ln

주	산단지역	CEPI 지수	상태
Madhya Pradesh	Indore	78.75	Ac-Wc-Ln
Orissa	Angul Talchar	72.86	Ac-Wc-Ln
	Ib valley	59.73	An-Wn-Ln
	Jharsuguda	73.31	Ac-Ws-Ln
	Ludhiana	75.72	An-Wc-Ln
Punjab	Mandi Gobind Garh	77.98	As-Wc-Lc
	Bhiwadi	70.63	Ac-Wn-Ln
Rajasthan	Jodhpur	78.00	As-Ws-Lc
	Pali	82.71	As-Wc-Lc
	Vellore	79.67	As-Wc-Ln
Tamil Nadu	Cuddalore	70.12	An-Ws-Lc
	Manali	77.26	As-Wc-Ln
	Coimbatore	53.14	An-Wn-Ln
	Ghaziabad	84.13	Ac-Wc-Ln
Uttar Pradesh	Singrauli	83.24	Ac-Wc-Lc
	Noida	78.69	As-Wc-Ln
	Kanpur	72.31	As-Wc-Ln
	Agra	68.71	As-Ws-Ln
	Varanasi-Mirzapur	56.91	An-Wn-Ln
	Haldia	61.58	An-Ws-Ln
West Bengal	Howrah	61.11	An-Ws-Ln
	Asansole	56.01	An-Wn-Ln

Ac = 대기 매우심각 ; **As** = 대기 심각; **An** = 대기 보통
Wc = 수질 매우심각 ; **Ws** = 수질 심각 ; **Wn** = 수질 보통
Lc = 토지 매우심각 ; **Ls** = 토지 심각 ; **Ln** = 토지 보통

대기 질 모니터링의 한계

대기 질 측정망이 절대적으로 부족함

□ 적정 측정망 규모

→ 10만 이상 class 1 도시 최소 3개, 메가시티 최소 9개, 산업지역과 주도는 각각 6개

- 현재 82개 도시는 1개, 66개 도시는 2개 측정소에서 데이터 확보, 설치기준을 충족시키지 못함

→ 현장 스텝 및 필수 장비부족으로 모니터링 유지관리의 한계

→ 제도개선(2009)에도 불구하고 적용가능한 신규 모니터링 장비 미확보

→ Baddi지역에서 대기 질 모니터링 측정소는 가용인력이 2인에 불과하여 24시간운영이 불가능함

→ 측정기술과 장비로 인해 평균10~26% 오류 발생

- 전력공급과 불안정한 전압으로 모니터링 영향

- 연속모니터링 시설 포함, 향후 1,000개 측정소 추가 필요

- 오존, 벤젠 등 가스상 오염물질의 샘플기간, 샘플 희석, 온도통제의 한계

□ 대기 질 모니터링 네트워크 개선 방안

- 구형 대기 질 모니터링 장비의 교체

- 인프라와 샘플링, 보존, 분석, 데이터 보고 등 훈련받은 인력 확보

- CO, 납, PAHS 벤젠, 부타디엔, 오존등 부차적인 변수에 대한 모니터링 수행

- 측정소 네트워크 확장을 통한 연속 모니터링 수행

대기 시장 평가

□ 대기시장 규모

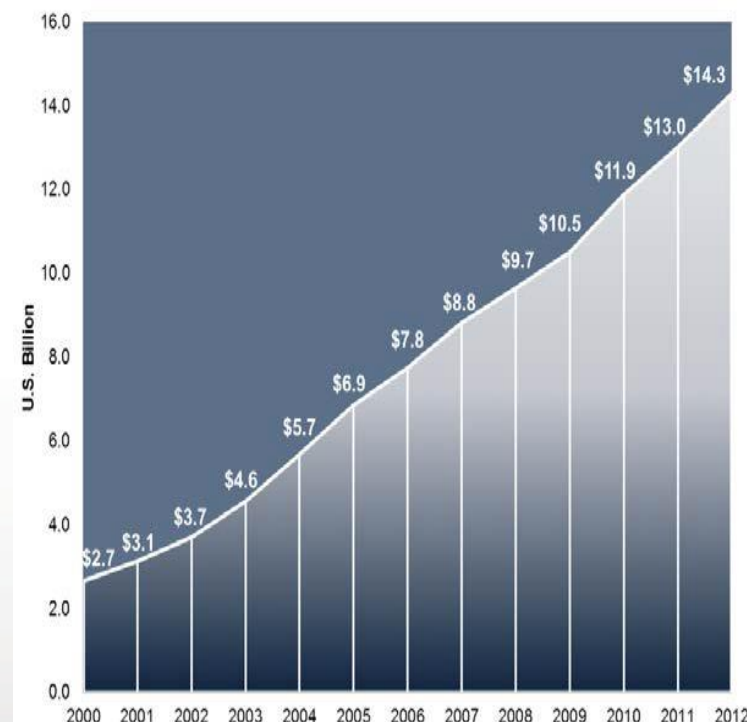
- 2004년 2.2억 유로(2,821억 원) 에서 2013년 5.13억 유로(6,578억원)로 평가 (Frost & Sullivan)
- EBI는 2012년 140억 달러(16조3,660억원)로 추정
- 정부는 2017년까지 도시지역에서 국가 대기 질 기준 도달을 목표로 설정
→ 대기오염 통제와 굴뚝 대기모니터링 장비, clean coal기술수요 증가예상

□ 시장 주도

- 전력, 시멘트, 제철과 CPCB의 배출통제기준
- 2012년까지 전력공급 프로그램 (Power for All)과 Ultra Mega Power Projects등
대기오염 통제장비 수요 증가예상
- 배출기준강화 등으로 flue gas desulphurisation (FGD) 장비증가예상

□ 시장 발전의 문제점

- ⊗ 지리적, 대기, 기후조건 등의 차이가 반영되어야 함
- 배출저감전략은 전반적인 문제를 고려하고 장기계획목표에 초점을 두어야 함
→ 배출한계가 아니라 대기 질 개선에 초점두어야 함



대도시 대기 질 측정실태

□ 대기 질 초과 지역

- PM10의 허용 초과 지역 : 131개 도시
- Nox (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 허용 초과 지역 : 18개 도시
- VOC, benzene, PAHs 등 독성물질 초과 지역 : 7개 도시
- SO₂ (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 전국적으로 기준도달

□ 델리

- 이동수단 증가로 인해 전반적인 대기 질(PM10 기준) 증가
- 발전시설, 바이오매스 연소로 인한 미세먼지 배출증가
- 교통부문 CNG보급, 가정용 LPG보급으로 황 성분 감소
- 6개 측정소에서 시간단위로 측정한 연평균 PM2.5 수치 153 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -> 국가기준의 3.8배 수준
- 델리 오염통제위원회(DPCC)가 운영하는 6개 측정소 가운데 데이터 접근 가능한 곳은 3곳에 불과(2014)

□ 콜카타

- 1992년부터 측정 연중 대기 질 기준치 초과
- 산업시설에서 배출하는 벤젠 등 VOCs, 교통혼잡으로 인한 미세먼지와 Nox
- 서부 벵갈 오염통제위원회(WBPCB)는 23개 측정소를 72개로 확장, 자동측정소를 5~8개로 증설계획

□ 첸나이

- NO₂ 증가경향이 뚜렷
- 현재 5개 측정소보유, 향후 교통혼잡지역을 중심으로 대기 질 계측기(meters) 10개 설치 계획

대기 질 부문 기술수요

대기 질 모니터링을 위한 네트워크확장과 장비교체가 시장확대의 핵심동력으로 작용
: 석탄화력 및 석유정제분야 통제기술과 모니터링기술에 대한 강조

□ 요구하는 기술

- Fenceline monitoring장비
- 대기질 모니터링장비
- 건식 흡수식 분사기술(Dry sorbent injection technologies)
- 연료가스 탈황설비
- 활성탄소 분사기술(injection technologies)
- 선택적 비환원촉매 통제
- 연속배출모니터링장비
- 고정오염원 배출 측정기술
- 검사, 조정, 유지 보수서비스
- 선택적 환원촉매 기술
- Urea to ammonia reagent systems

Summary & Recommendation

- 인도의 환경오염 모니터링기준과 시스템은 미국EPA를 비롯하여 유럽의 영향으로 엄격한 기준을 적용하고 있지만 취약한 재정적, 인적 역량과 인프라부족(전력)으로 집행력이 낮음
- 도시기반 시설과 사회간접자본이 취약한 조건은 측정과 모니터링 보다 처리 및 방지시설 공급이 선결되어야 할 과제임
- 이와 관련하여 시장 메커니즘을 활용한 오염자 부담의 원칙을 확대 적용하면서, 측정분야와 민간부분의 참여가 확대될 전망
- 수질분야의 경우, 수계 지역의 위생과 토양오염 방지를 위한 기반시설(하수관 설치 및 하수처리 시설 등)에 대한 수요가 증가
- 대기분야의 경우, 에너지원(농부산물, 석탄) 전환과 이동오염원에 의한 대기 질 악화 심화되고 있는 상황에서 에너지원 전환과 전력화가 환경오염과 측정분야 시장 발전의 전제조건으로 작용

진출전략

- 한국-인도 경제교류의 중요한 교두보 역할을 수행하고 있는 경기도를 적극 활용
- 환경오염방지와 측정분야를 중심으로 ODA 및 EDCF 기금을 연계할 필요가 있음
 - 농촌부문 에너지 전환 및 바이오 매스 처리분야
- IT분야 글로벌 경쟁력을 활용한 환경측정장비 및 분석의 제 3국 시장 진출 모색
- 먹는 물 분야 건설 및 유지관리서비스의 BOT방식 접근
 - 한강유역청, 서울시 등과 Ganga 유역청간 수질관리 시스템 지원 프로그램 개발
 - 농어촌공사, 수자원공사 등 농촌지역 저수지관리 시스템 보급 등

지역	도시명	교류일자	내용
경기도	마하라슈트라주	2012-05-	- 「2012 G-Fair(경기우수상품전) 뭄바이」개막식 참석 및 도내 기업체 격려
		2011-05-	- 「2011 G-Fair(경기우수상품전) 뭄바이」개막식 참석 및 도내 기업체 격려
		2010-05-10	- G-FAIR 뭄바이 도 대표단 파견 - 주요행사 : G-FAIR(대한민국우수상품전) 뭄바이, 마하라슈트라주 정부 방문, 벵갈루루 IT산업시찰 - G-FAIR 뭄바이 개최 - 인도 마하라슈트라주 방문 (IT분야 및 과학기술 협력방안 등 협의)
		2009-05-	- 「2009 G-Fair(경기우수상품전) 뭄바이」개막식 참석 및 도내 기업체 격려
		2005-01-	- 경제교류협력 실무단(경제투자관리실장) 마하라슈트라주 파견
		2005-10-	- 서남아 지역(인도, 스리랑카) 통상촉진단 파견 (8개 업체)
		2006-01-11	- 경제우호교류 협의단 파견(1.11~1.17)
		2005-01-	- <경기비즈니스센터,뭄바이>개소(경기중소기업지원센터)
		2007-03-28	- 우호협력 MOU 체결(마하라슈트라주)
		2005-09-26	- 중소기업 교류협력 양해각서 체결 (경기중소기업지원센터↔마하라슈트라 산업·투자진흥공사) - 경기도-마하라슈트라주 경제협력실무위원회(가칭)구성 합의