महानगरों में वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान के लाभ

विजय कुमार सोनी
पर्यावरण निगरानी एवं अनुसन्धान केंद्र
मौसम विज्ञानं के महानिदेशक का कार्यालय, नई दिल्ली

पूर्वानुमान

- **पूर्वानुमान** का अर्थ है किसी स्थान के वायुमंडल की भविष्य में स्थिति की भविष्यवाणी करना।
- मनुष्य हजारों वर्षों से अनौपचारिक रूप से मौसम की भविष्यवाणी करते रहा है और औपचारिक रूप से कम से कम उन्नीसवीं शती से मौसम की भविष्यवाणी कर रहा है।
- वायु गुणवत्ता के पूर्वानुमान की प्रणाली इनकी तुलना में नई है

हवा की गुणवत्ता के पूर्वानुमान के उपयोग

- स्वास्थ्य चेतावनी,
- सप्लीमेंट उत्सर्जन नियंत्रण कार्यक्रम,
- परिचालन की योजना,
- आपात्कालीन प्रतिक्रिया (Emergency response)

वायु प्रदूषण के बारे में हमें क्यों चिंतित होना चाहिए?
Why Should We Be Concerned About Air Pollution?

- वायु प्रदूषण स्वास्थ्य के लिए एक प्रमुख पर्यावरणीय खतरा है।

- शहरों और ग्रामीण क्षेत्रों में परिवेशी वायु प्रदूषण से 2012 में 37 लाख लोगों की समय से पहले मृत्यु का अनुमान लगाया गया था

(स्रोत: डब्ल्यूएचओ)

दुनिया भर में हर साल मोटर गाड़ी दुर्घटना से होने वाली मौतों की तुलना में वायु प्रदूषण से होने वाली मौतें अधिक है.

साँस लेने की आवृत्ति
(The breathing frequency)

Fig. 1 : AMOUNT OF AIR BREATHED BY CHILDREN

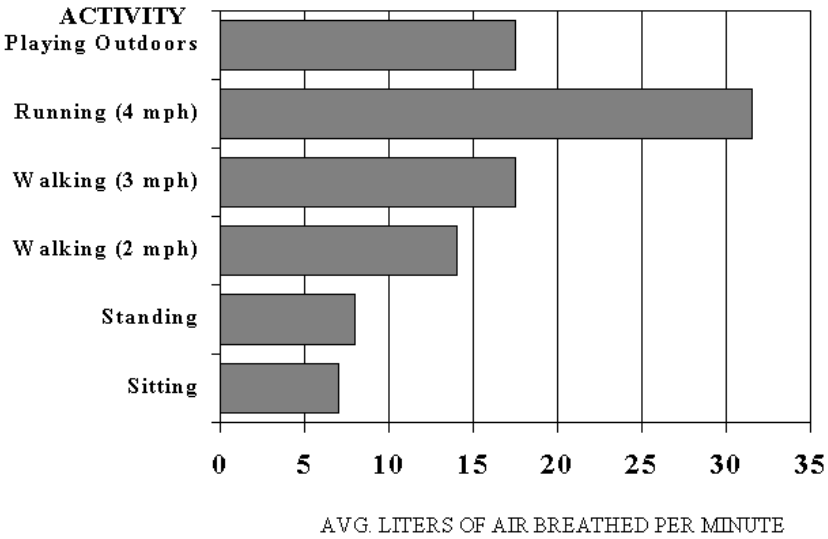


Fig. 2 : AMOUNT OF AIR BREATHED BY ADULT FEMALES

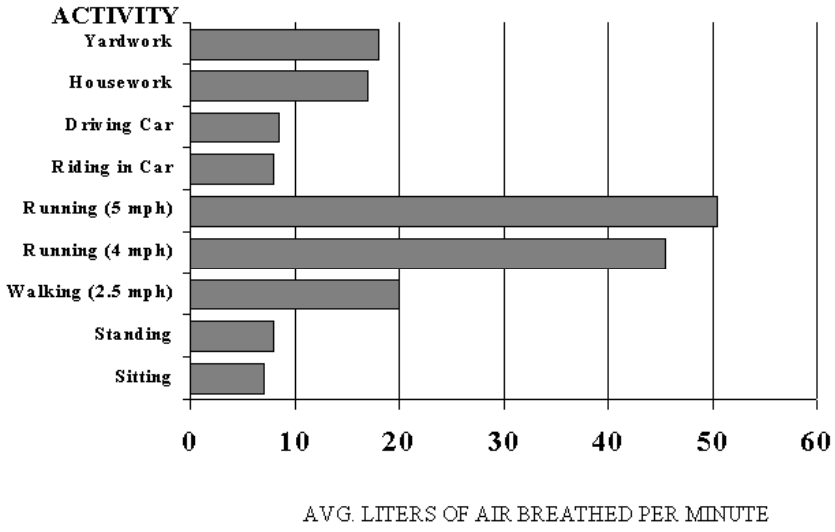
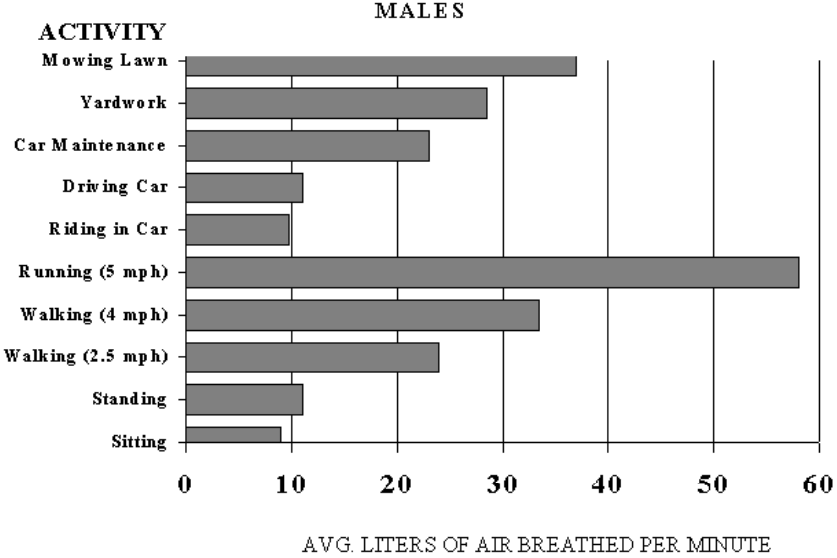


Fig. 3 : AMOUNT OF AIR BREATHED BY ADULT MALES



Source: California Environmental Protection Agency

हम कितनी हवा साँस के रूप में लेते हैं।

विश्राम की अवस्था में एक स्वस्थ वयस्क की औसत सांस लेने की आवृत्ति (या सांस की दर) प्रति मिनट 12-18 श्वास है।

एक सांस की औसत मात्रा (टाइडल वॉल्यूम) = 0.5 लीटर

विश्राम की अवस्था में एक स्वस्थ वयस्क की औसत सांस लेने की आवृत्ति (या सांस की दर) प्रति मिनट 12-18 श्वास है। उदाहरण के तौर पर 15 साँस / मिनट सांस की दर के साथ काम करते हैं)

एक वयस्क प्रति दिन 21,600 बार सांस लेता है

एक औसत व्यक्ति साँस लेगा 21600x0.5 = 10800 लीटर = 10.8 घन मीटर

शुष्क हवा का घनत्व 1.2754 किलोग्राम / घन मीटर है

एक स्वस्थ वयस्क व्यक्ति औसत साँस लेगा = 10.8x 1.2754 ≈ **14 Kg of Air**

“वायु की गुणवत्ता" : परिभाषा

“वायु की गुणवत्ता" का मतलब हमारे चारों ओर हवा की स्थिति से है। अच्छी वायु की गुणवत्ता का तात्पर्य स्वच्छ, प्रदूषणरहित हवा से है।

परिवेशी वायु गुणवत्ता (Ambient Air Quality)

“परिवेशी वायु गुणवत्ता” हमारे आसपास के वातावरण में बाहरी हवा की गुणवत्ता को दर्शाता है। यह आम तौर पर प्रदूषण के सीधे स्रोतों से दूर एवं जमीनी स्तर के पास मापा जाता है ।

भीतरी वायु गुणवत्ता (Indoor Air Quality)

भारत में वायु गुणवत्ता की प्रमुख समस्याएं

ग्रीष्म ऋतु	**शिशिर**	**लंबी दूरी परिवहन**
धूल प्रदूषण क्षेत्रीय / शहरी पैमाने प्रकाश रासायनिक एपिसोड जंगल की आग पराग कण	शहर संबंधी स्मोग सर्दियों के पार्टिकुलेट मैटर एपिसोड	अफ्रीका और अरब प्रायद्वीप से धूल प्रदूषण समताप मंडल से ओजोन का प्रवेश

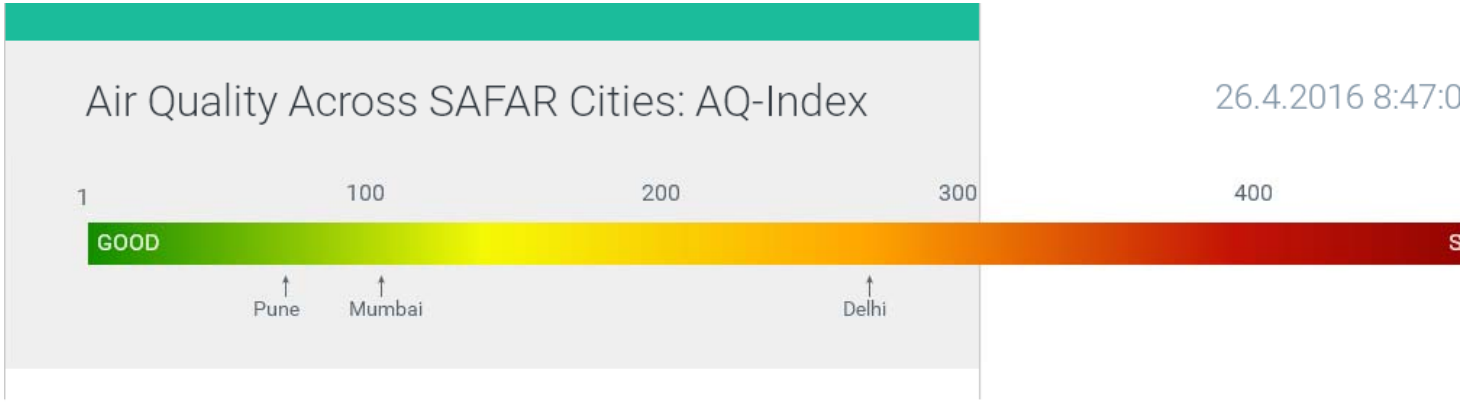
पृष्ठभूमि

- हवा की गुणवत्ता की भविष्यवाणी करने के लिए डेटा उत्पादों, सूचना, उपकरण, और अनुभव का उपयोग किया जाता है।
- पूर्वानुमान साधन :

  आत्मपरक Subjective

  वस्तुनिष्ठ Objective

अधिक पूर्वानुमान साधन = बेहतर परिणाम ।



Air Quality Forecast (1-3 days): Levels in µgm-3

DELHI PUNE MUMBAI Ahmedabad Chennai Kolkata

Pollutants	Today	Advisory	Tomorrow's Forecast	Advisory	After 3 days	Advisory
PM10 (µgm-3)	198.5	Moderate	189.1	Moderate	184.23	Moderate
PM2.5 (µgm-3)	107.3	Poor	102.2	Poor	98.2	Poor

पृष्ठभूमि

- सातत्य (Persistence)
- क्लाइमेटोलोजी (Climatology)
- मानदंड (Criteria)
- सांख्यिकीय (Statistical)
  - प्रतिगमन (Regression)
- तंत्रिका जाल (Neural networks)
- संख्यात्मक मॉडलिंग (Numerical modeling)

कम संसाधन, कम सटीकता

अधिक संसाधन, संभावित उच्च सटीकता

सार्वजनिक स्वास्थ्य के लिए मौसम विज्ञान सेवाएं

मौसम विज्ञान माप (तापमान, हवा, आर्द्रता, दबाव , बादल, आदि)

पराबैंगनी विकिरण

वायुमंडलीय रसायन शास्त्र **पर्यवेक्षण** (ओजोन , NOx, CO, SO2, BTX वायुविलय कण)

पर्यवेक्षण ⇨ पूर्वानुमान मॉडल

वायु गुणवत्ता के पूर्वानुमान

गर्मी और **शीत** लहर का पूर्वानुमान

पराबैंगनी विकिरण पूर्वानुमान

ओजोन पूर्वानुमान

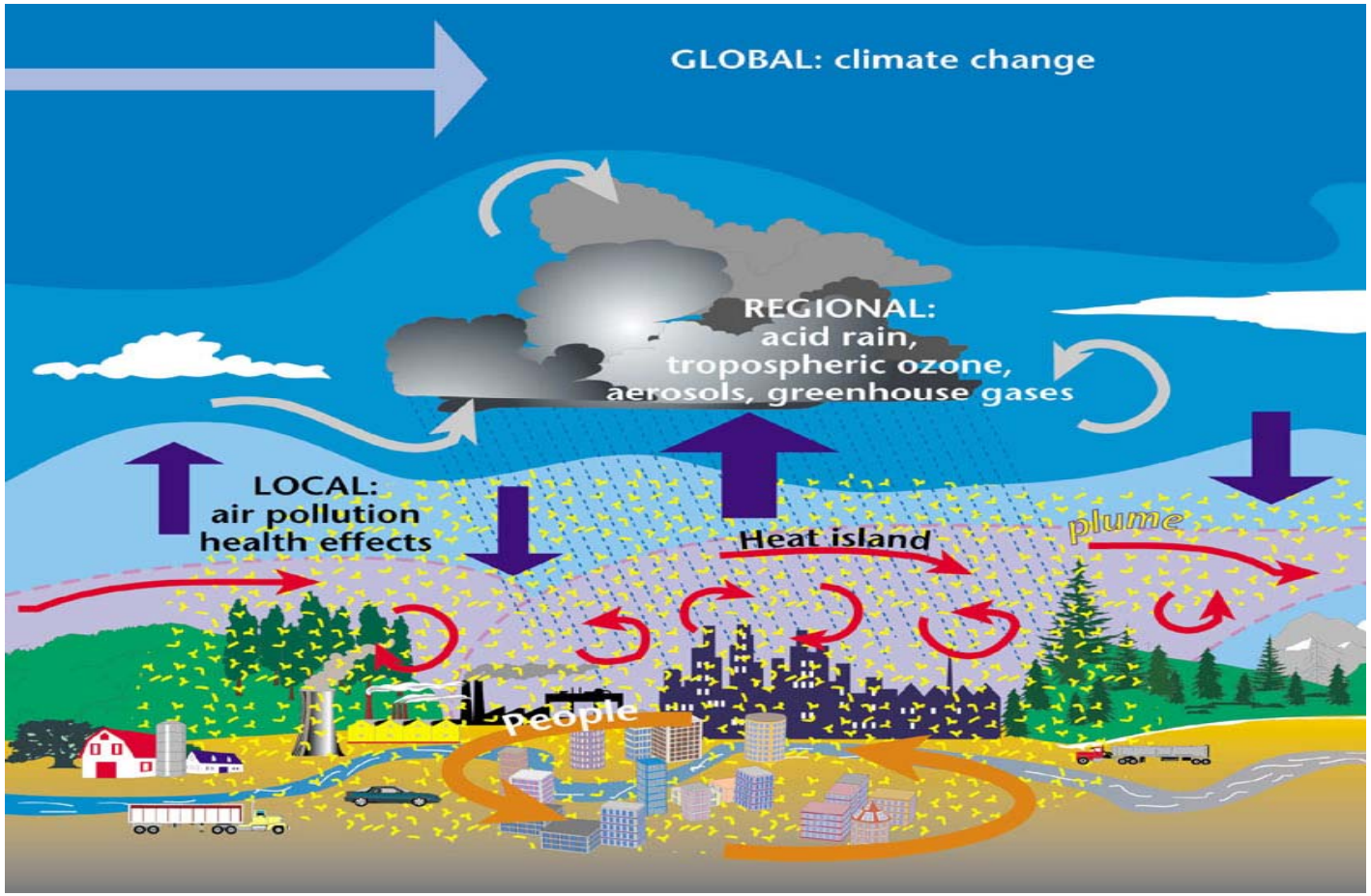
कोहरा पूर्वानुमान

ताप सूचकांक पूर्वानुमान

पूर्वानुमान प्रणाली में वायुविलय कण?

- शोधकर्ताओं के लिए मौसम और हवा की गुणवत्ता में सुधार लाने में उपयोगी मार्गदर्शन
- PM2.5 PM10 वायु गुणवत्ता का समय से पहले होने वाली मौतों के लिए अग्रणी योगदान रहा है

WMO GURME



विभिन्न क्षेत्रों को जोड़ने का कार्य

वायु की गुणवत्ता पूर्वानुमान और अनुसंधान की प्रणाली

SYSTEM OF AIR QUALITY FORECASTING & RESEARCH (SAFAR-India)

सफ़र (SAFAR) क्या है ?

वायु गुणवत्ता का पूर्वानुमान

(O3, NOx, CO, PM2.5, PM10, BC, BTX)

(1) Weather Forecasting Model: Drives Air Pollutants
MUST: Monitor Weather Parameters (24x7)
WHY: Validating Forecast, Assimilate and Input back

(2) High resolution Emission inventories –Drives Forecast

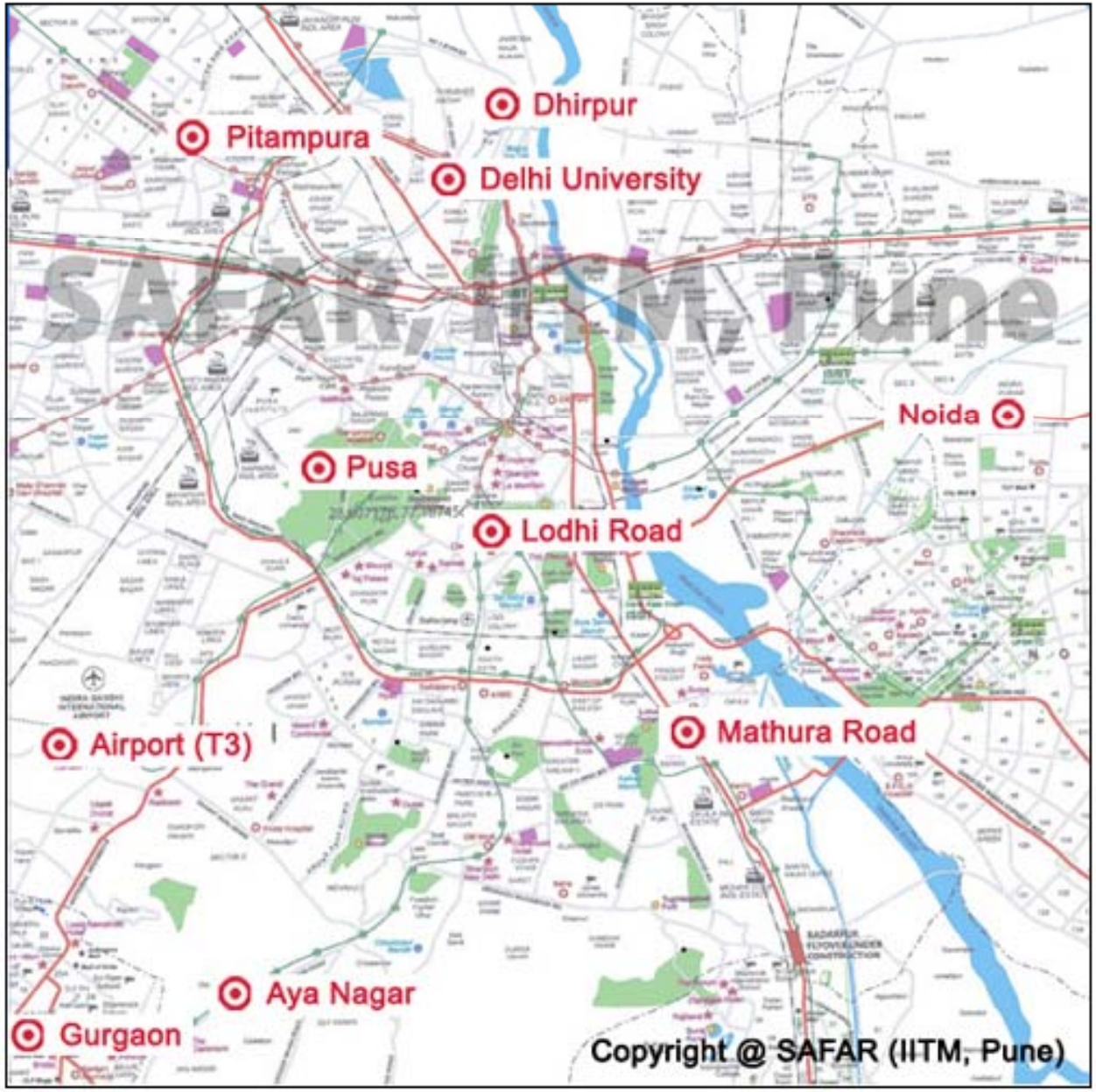
(3) Air Quality Forecasting Model
MUST: Monitor Air Pollutants Strategically (24x7)
WHY: Validating Forecast , Assimilate and input back

(4) Reaching to Public
(a) Translate Data to Information; HOW- Develop AQI Concept
(b) Issue Advisories & Alerts; HOW- Advise on Health via AQI

Delhi

Area	: 1483 Km^2
Density 2001	: 9294
Density 1991	: 6352
House Hold	: 2554149
Population 2011	: 18451000

AQMS Network of SAFAR at Delhi

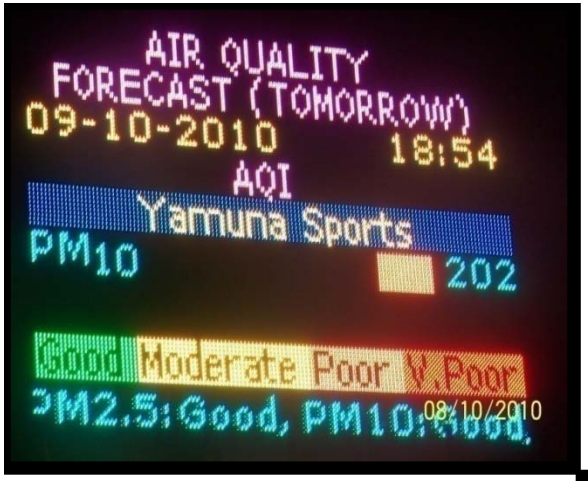


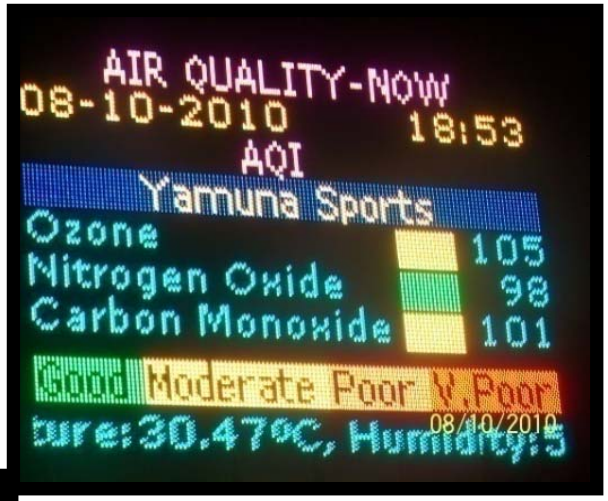
14 Outdoor Display Network

वायु गुणवत्ता निगरानी

AQ Monitoring Stations in Delhi

Name of monitoring station	Monitored parameters
IITM, Delhi	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, BTX, CO2, BC
IMD, Lodhi Road	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, BTX, CO2, BC
NCMRWF, NOIDA	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3,CO2
CRRI, Mathura Road	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, BTX, BC
IMD Ayanagar	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, BTX, BC
CV Raman Institute, Dheerpur	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, CO2
Delhi University	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, BTX, BC
IGI Palam Airport	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, CO2
NISE, Gurgaon	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, CO2
DTTE Pitampura	PM (10 & 2.5), NO, NO2, CO, O3, CO2


AIR QUALITY
FORECAST (TOMORROW)
09-10-2010 18:54
AQI
Yamuna Sports
PM10 202
Good Moderate Poor V.Poor
PM2.5:Good, PM10:Good,
08/10/2010


AIR QUALITY-NOW
08-10-2010 18:53
AQI
Yamuna Sports
Ozone 105
Nitrogen Oxide 98
Carbon Monoxide 101
Good Moderate Poor V.Poor
ure:30.47°C, Humidity:5
08/10/2010

09/10/2010

वायु गुणवत्ता-अभी
10-10-2010 17:19
AQI
इंदिरागांधी स्पोर्ट्स
ओजोन 69
नाइट्रोजन ऑक्साइड 89
उत्तम सामान्य निम्न अतिनिम्न
eed:1.00kmph, Wind Direc
10/10/2010

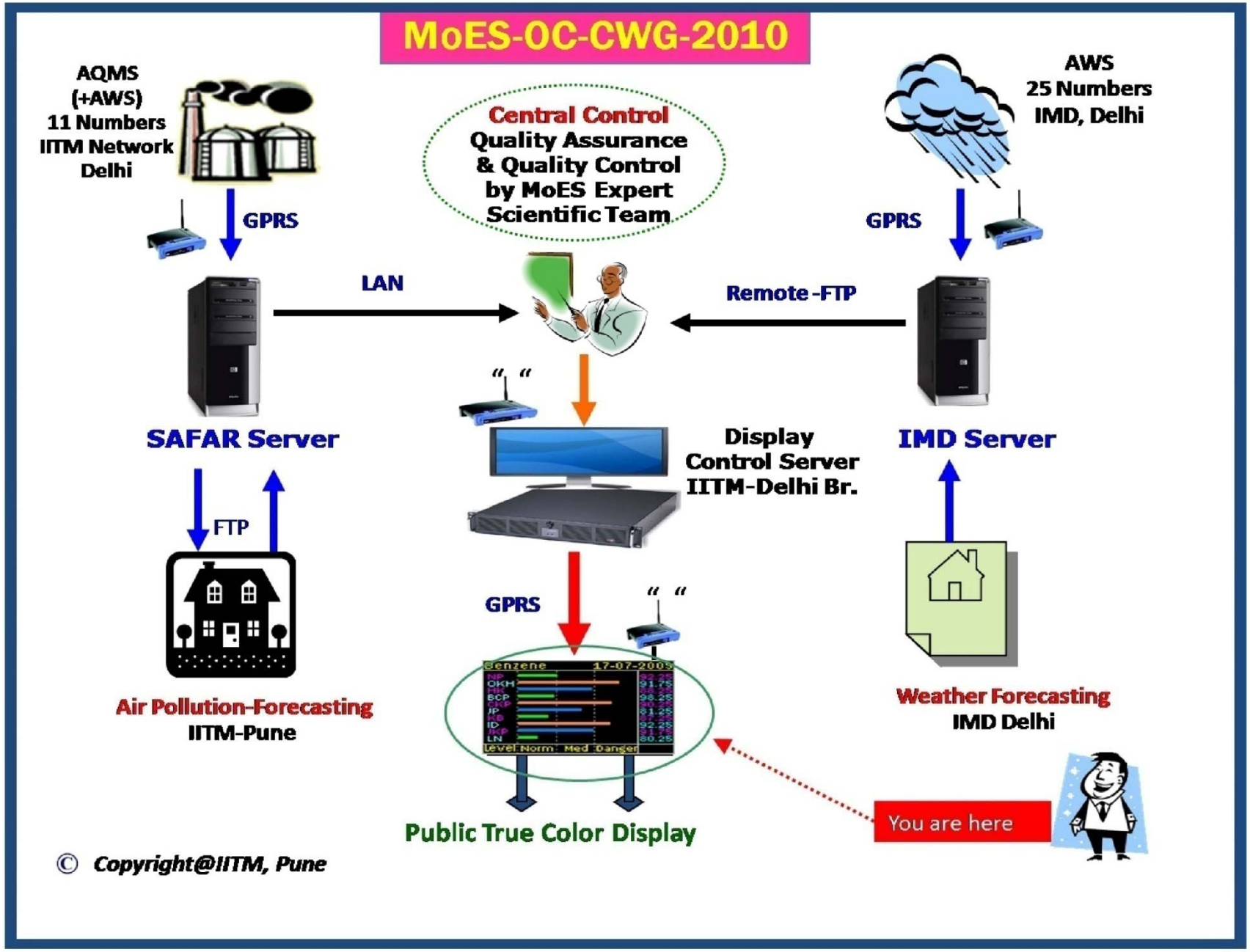
AIR QUALITY
FORECAST (TOMORROW)
10-10-2010 12:14
AQI
I.G.Sports Cmplx
Ozone 95
Nitrogen Oxide 95
Good Moderate Poor V.Poor
ction:South, *Major D
09/10/2010

Monitoring Station-
Outer View

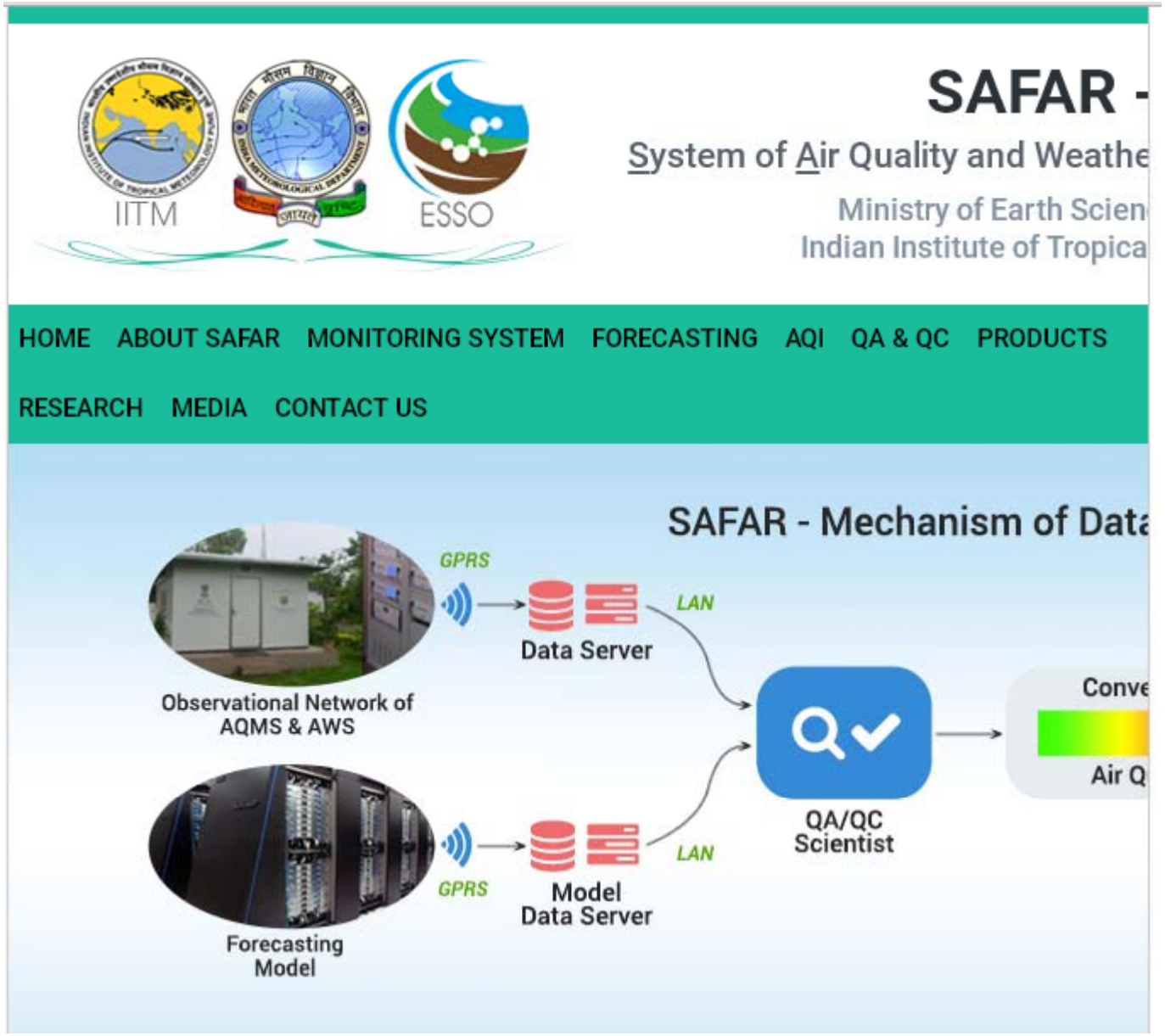
Control Room

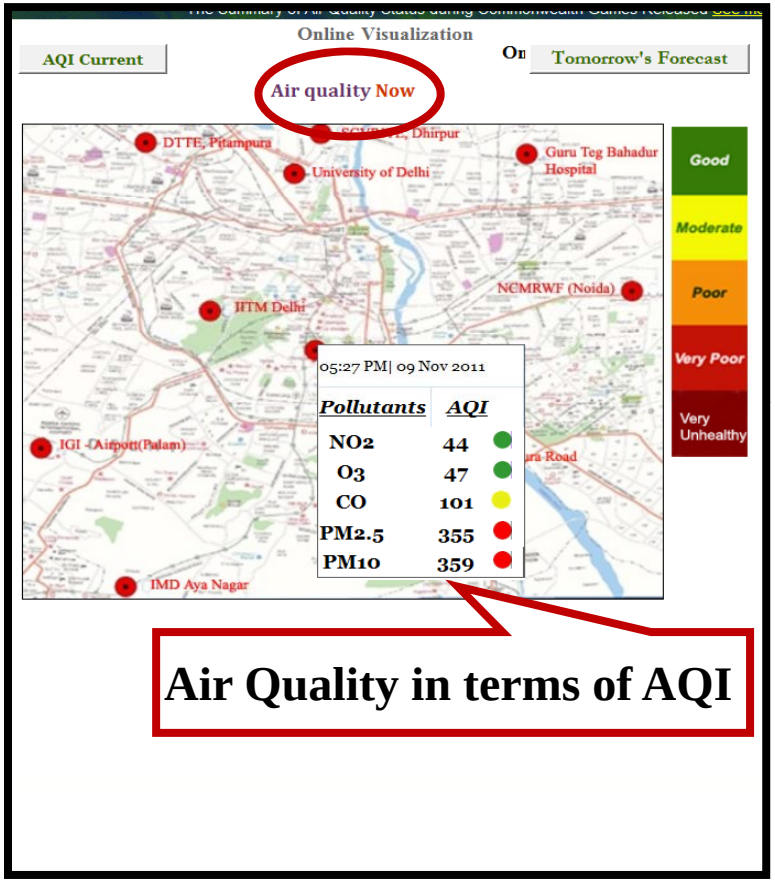
Monitoring Station-
Inner View

SCHEMATIC OF DATA FLOW AND WIRELESS NETWORK



© Copyright@IITM, Pune


IITM
ESSO
SAFAR -
System of Air Quality and Weathe
Ministry of Earth Scien
Indian Institute of Tropica
HOME
ABOUT SAFAR
MONITORING SYSTEM
FORECASTING
AQI
QA & QC
PRODUCTS
RESEARCH
MEDIA
CONTACT US
SAFAR - Mechanism of Data
GPRS
Data Server
LAN
Observational Network of AQMS & AWS
QA/QC Scientist
Conve
Air Q
GPRS
Model Data Server
LAN
Forecasting Model



Air Quality in terms of AQI

वायु गुणवत्ता सूचकांक

Air Quality Index

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}}(C - C_{low}) + I_{low}$$

I is the (Air Quality) index, C is the pollutant concentration, C_{low} *is the* concentration breakpoint that is ≤ *C,* C_{high} *is the concentration breakpoint that is ≥ C,* I_{low} *is the index breakpoint corresponding to* C_{low} *and* I_{high} *is the index breakpoint* corresponding to C_{high}.

वायु गुणवत्ता सूचकांक
Air Quality Index

Description	AQI	PM10 µg/m³ 24 hr avg	PM2.5 µg/m³ 24 hr avg	CO ppm 8 hr avg	O3 ppb 24 hr avg	NO2 ppb 24 hr avg
Good + Satisfactory	0-100	0-100	0-60	0-1.7	0-50	0-43
Moderate	101-200	101-250	61-90	1.8-8.7	51-84	44-96
Poor	201-300	251-350	91-120	8.8-14.8	85-104	97-149
Very Poor	301-400	351-430	121-250	14.9-29.7	105-374	150-213
Severe	401-500	431-550	251-350	29.8-40	375-450	214-750

उत्सर्जन सूची

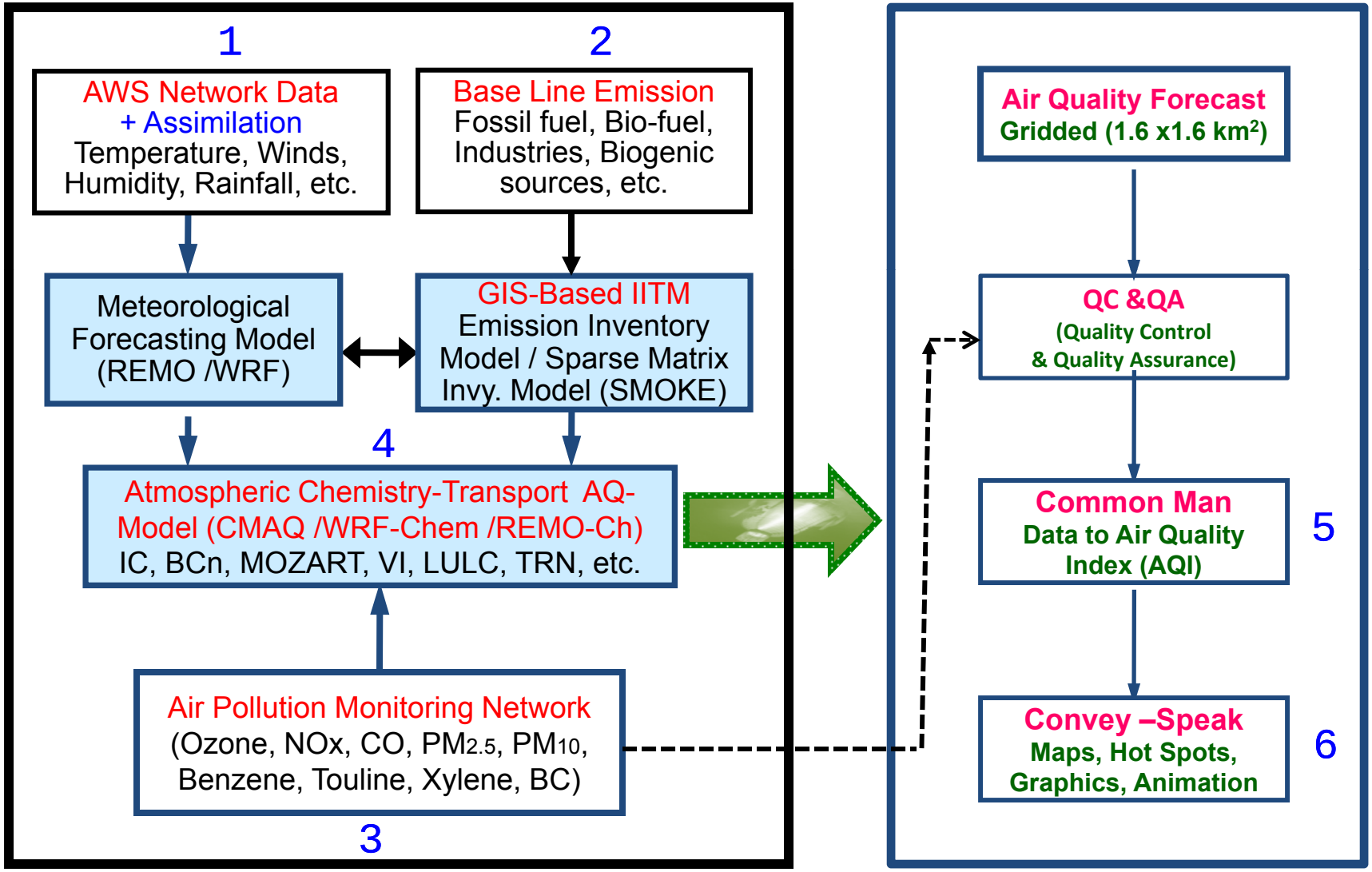
Emission Inventory

- Detailed emissions inventory was prepared by for the Delhi area at a resolution of 1.67kmx1.67km for National Capital Region Delhi (NCR) (70km×65km) and the surrounding areas (in total covering 115.23km×138.6km). Field campaign during March– May 2010
- The emission data was developed for NOx, CO, BC, PM2.5, PM10, OC, VOC and SO2 for four sectors (i.e. power, industrial, transport, residential).

		Contribution from each anthropogenic sector			
Species	t day^{-1}	Transportation	Power	Industry	Domestic
SO_2	81	12.9 %	48.7 %	25.2 %	13.2 %
NO_x	598.5	69.4 %	13.2 %	4.5 %	12.9 %
CO	1320.3	43.7 %	0.2 %	4.0 %	52.0 %
PM_{10}	344.8	86.8 %	7.9 %	4.6 %	0.8 %
$PM_{2.5}$	128.6	52.6 %	9.9 %	15.3 %	22.2 %
BC	36.9	58.9 %	3.0 %	6.6 %	31.5 %
OC	35.1	30.5 %	5.6 %	10.6 %	53.3 %
NMOC	852.4	58.4 %	1.2 %	5.2 %	35.3 %

SAFAR

वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान प्रणाली



वायुमंडलीय रसायन विज्ञान परिवहन पूर्वानुमान मॉडल

ATMOSPHPHERIC CHEMISTRY TRANSPORT FORECASTING MODEL

SYSTEM-1:

Meteorological Model -WRF

Emission Model –GIS based Statistical Model (EGIS)

Atmospheric Chemistry Transport Model –WRF-CHEM

Complete System: WRF-CHEM-EGIS

SYSTEM-2:

SYSTEM-2: Meteorological Model –REMO /WRF

Emission Model –GIS based Statistical Model (EGIS) Atmospheric Chemistry transport Model –CMAQ

Complete System: REMO /WRF-CMAQ-EGIS

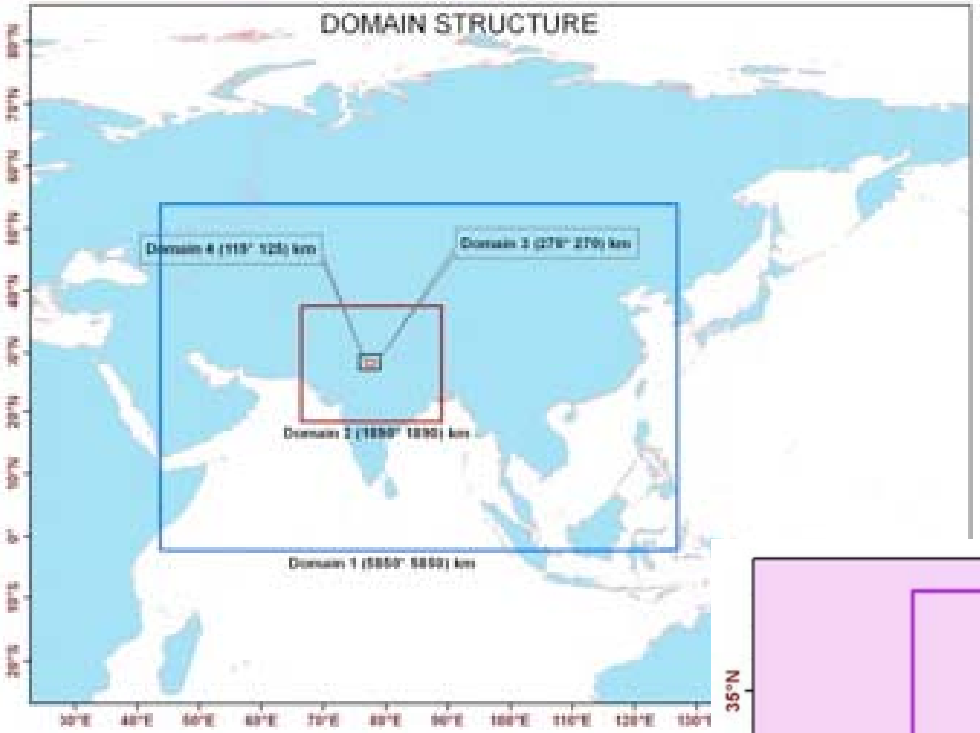
MACC Services for SAFAR

- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) – Monitoring Atmospheric Composition and Climate (MACC) provided 72 hr forecast for key pollutants.

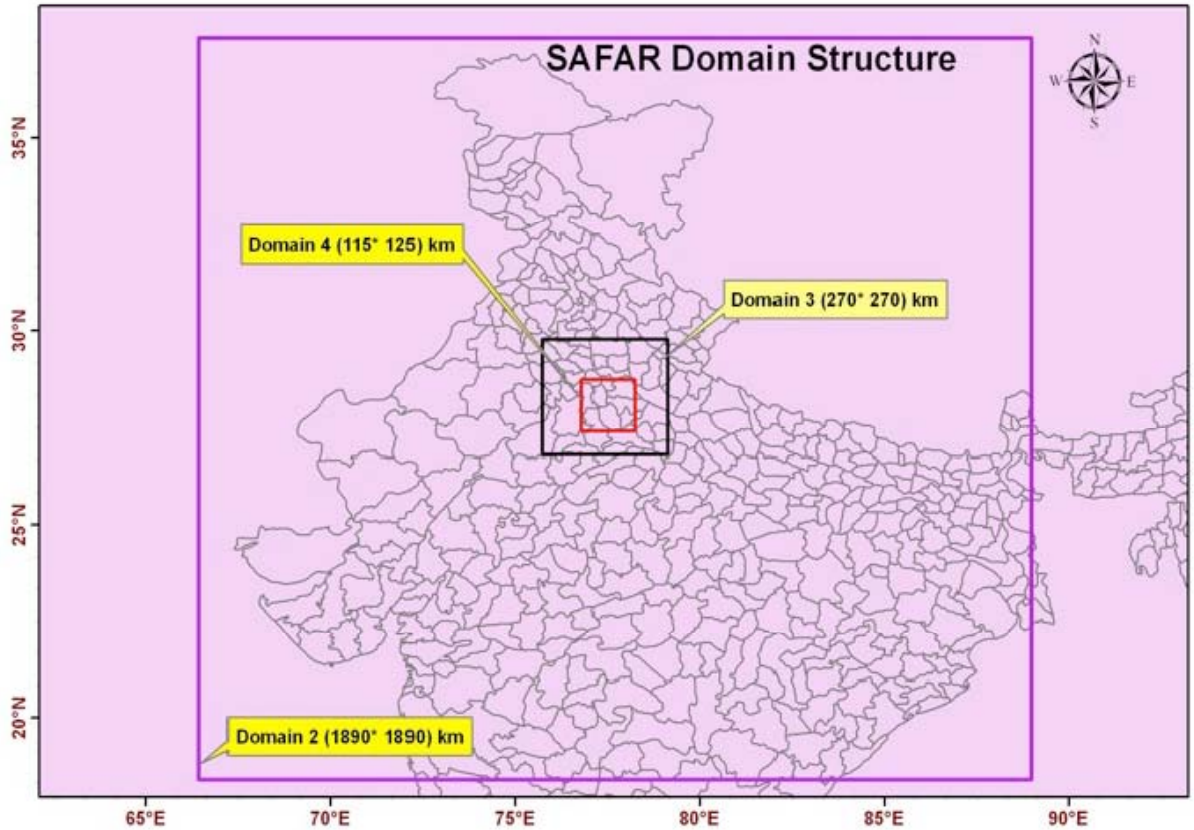
- Online CTM WRF-Chem is used to forecast air pollutants over 4 nested domains covering South Asia at 45 km to Delhi city at 1.67 km.

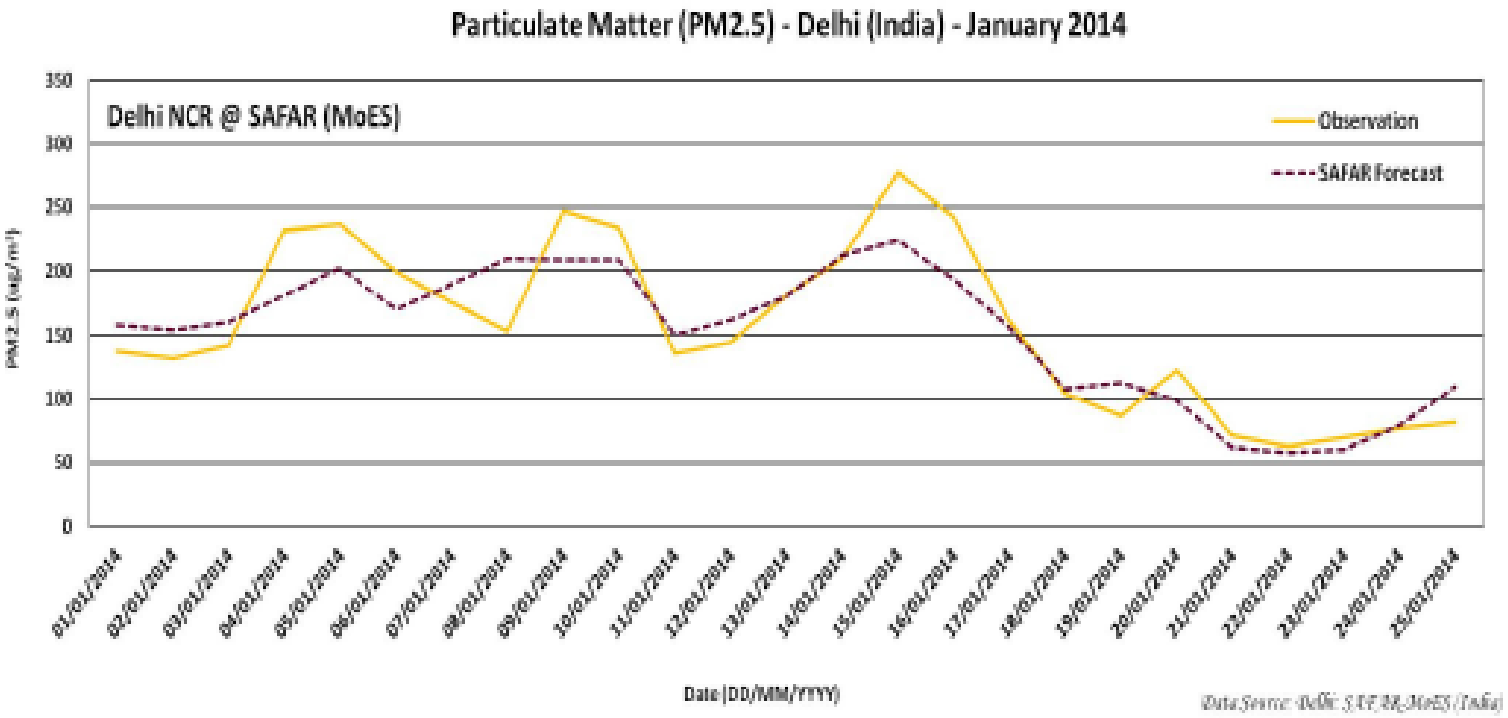
- MACC 72 hr forecasted data is employed as boundary conditions to the WRF-Chem model coarse domain i.e. South Asia.

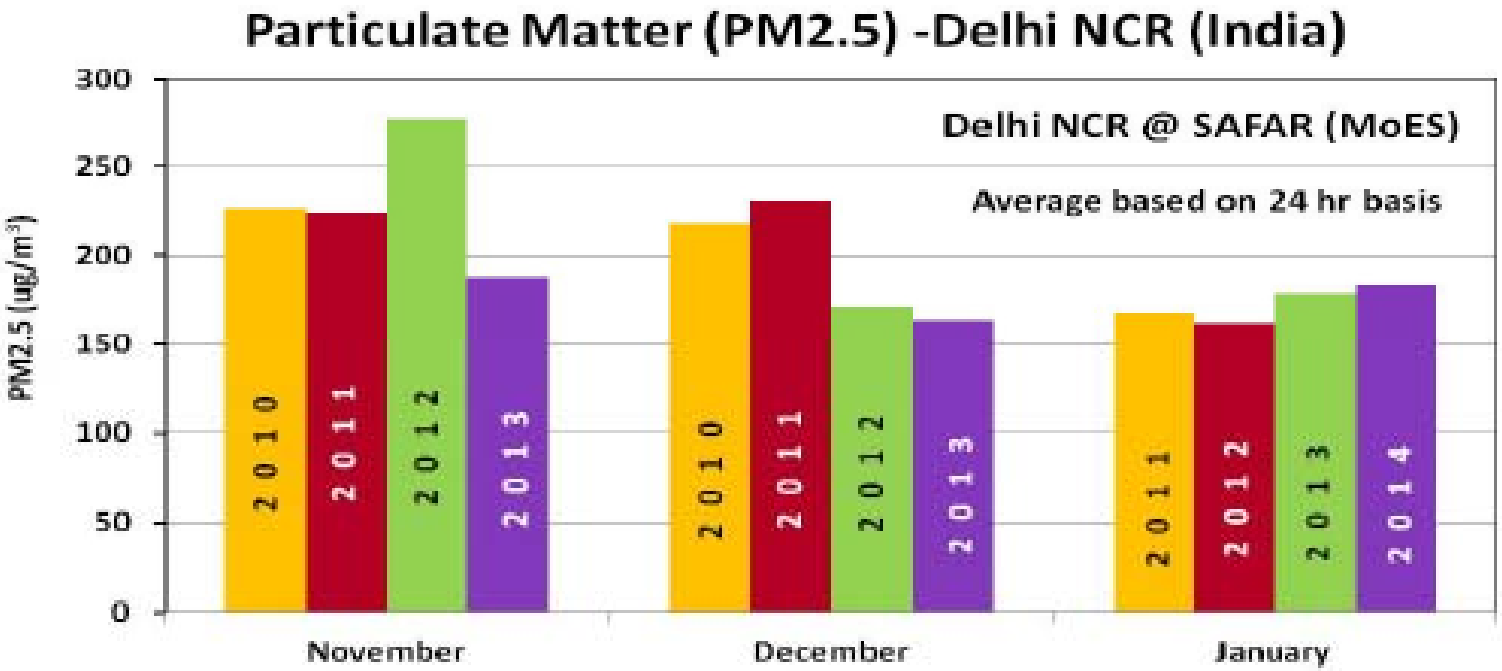
- Provided the direct download link .



Four Nested Domains in SAFAR System




Particulate Matter (PM2.5) - Delhi (India) - January 2014
Delhi NCR @ SAFAR (MoES)
Observation
SAFAR Forecast
PM 2.5 (ug/m³)
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2014
02/01/2014
03/01/2014
04/01/2014
05/01/2014
06/01/2014
07/01/2014
08/01/2014
09/01/2014
10/01/2014
11/01/2014
12/01/2014
13/01/2014
14/01/2014
15/01/2014
16/01/2014
17/01/2014
18/01/2014
19/01/2014
20/01/2014
21/01/2014
22/01/2014
23/01/2014
24/01/2014
25/01/2014
Date (DD/MM/YYYY)
Data Source: Delhi SAFAR, MoES (India)


Particulate Matter (PM2.5) -Delhi NCR (India)
Delhi NCR @ SAFAR (MoES)
Average based on 24 hr basis
PM2.5 (ug/m3)
300
250
200
150
100
50
0
2010
2011
2012
2013
2010
2011
2012
2013
2011
2012
2013
2014
November
December
January

धन्यवाद