

# SISTEM DE MASURARE A VIZIBILITATII ATMOSFERICE

Vizibilitatea reprezinta distanta cea mai mare la care un obiect negru poate fi recunoscut de catre un observator pe timpul zilei, iar in timpul noptii distanta la care se poate vedea o anumita sursa de lumina.

Proiectul are ca scop masurarea vizibilitatii atmosferice. Procesul de masurare se realizeaza printr-o aproximare realizata cu ajutorul unor valori primite de la senzori (temperatura, umiditate, iluminarea si densitatea prafului).

## Functionalitati

Sistemul are urmatoarele functionalitati:

- Masurare umiditate
- Masurare temperatura
- Masurare lumina
- Masurarea vizibilitatii atmosferice prin intermediul propriei aproximari
- Masurarea vizibilitatii atmosferice prin intermediul aproximarii stiintifice
- Masurare densitate praf
- Afisarea celor mentionate mai sus pe un LCD



## Partea hardware

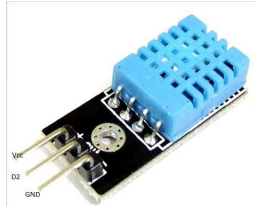
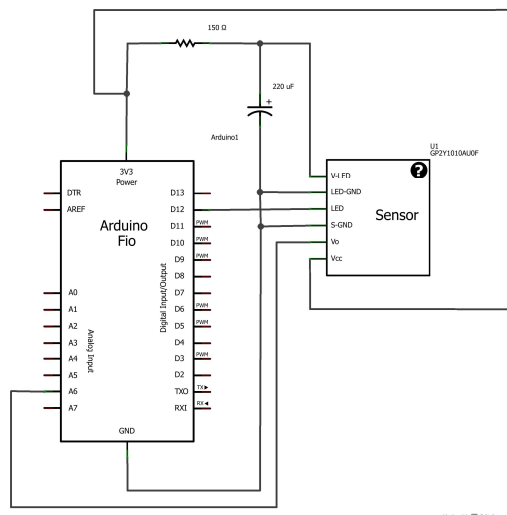
In cadrul proiectului s-au folosit urmatoarele componente hardware:

- Placuta de dezvoltare Arduino Uno (compatibila)
- Sensor de temperatura si umiditate
- Senzor de praf
- Sensor de luminozitatea
- LCD alfanumeric + rezistor variabil 10 kohm + rezistor 220 ohm
- Breadboard + fire de interconectare
- Cablu de conectare USB

Componentele folosite impreuna cu schemele de circuit :



Senzor de praf GP2Y1010AU0F (213) compatibil Arduino

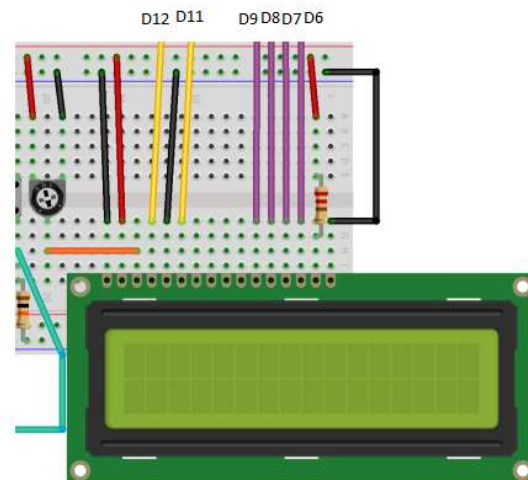


Senzor temperatură și umiditate DHT11b

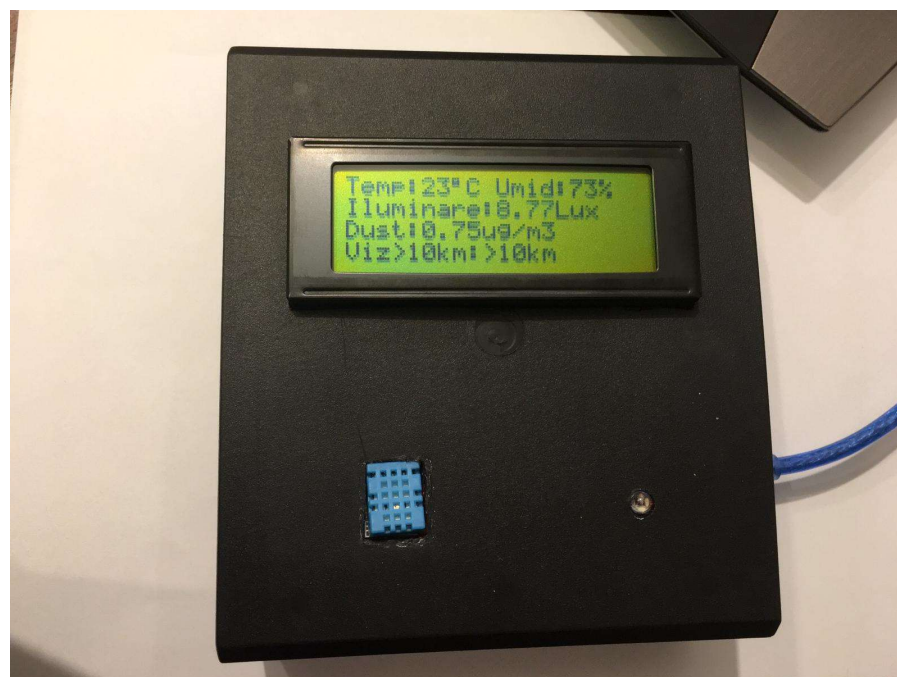


Modul Senzor cu fotodiodă (228) de detectare a nivelului de lumină

OUT : A4 ; GND :GND ; Vcc : Vcc



Rezultatul final :



## Partea software

Ca mediu de dezvoltare s-a folosit Arduino IDE.

Biblioteci utilizate:

- *LiquidCrystal* : bibliotecă inclusă în mediul Arduino IDE ce implementează diferite funcții pentru folosirea LCD-ului
- SimpleDHT : biblioteca folosită pentru a prelua datele furnizate de senzorul de umiditate și temperatură

Pentru senzorul de lumină se citește valoarea analogică, se calculează valoarea tensiunii și apoi aceasta este convertită în lux ( $\text{lux} = 500 / ((10.72 / (5 - \text{volts0})) * \text{volts0})$ , volts0 – tensiunea citită).

Lux-ul este unitatea de măsură care reprezintă gradul de iluminare a unei suprafețe în sistemul internațional de unități. Un grad de iluminare de un lux este atunci când un flux luminos de un lumen (lm) se distribuie uniform pe o suprafață de un metru pătrat.

Cu ajutorul bibliotecii SimpleDHT se citesc valorile temperaturii (grade Celsius) și umidității(%) fără convertiri anterioare.

Pentru senzorul de praf se citește valoarea analogică, se calculează valoarea tensiunii (valoare analogică \* (5.0/1024)) și apoi aceasta este convertită în dust density ( $0.17 * \text{calcVoltage} - 0.1$ , calcVoltage – tensiunea citită). Dacă densitatea prafului este mai mică decât valoarea 0 atunci aceasta primește valoarea 0. Densitatea de praf se măsoară în ug/m<sup>3</sup>.

## APROXIMAREA MEA

```
(hum >=90 && hum <=100) && (temp <1) && (lux >=0 && lux <100) && (dustDensity >=0.3) -> Viz<1m  
(hum >=70 && hum <=90) && (lux >=100) && (dustDensity >=0.3) -> Viz:1-2km  
(hum >=50 && hum <=70) && (dustDensity >=0 && dustDensity <=0.1) -> Viz:2-10km  
(hum >=50 && hum <=70) && (temp >=5) && (lux >=200) && (dustDensity >=0.25 && dustDensity <=0.4)  
-> Viz:1-10km  
(hum >=70 && hum <=90) && (temp >=0 && temp <10) && (lux <=100) && (dustDensity >=0.5) -> Viz:0-  
50m  
(hum >=50 && hum <70) && (lux <= 150) && (dustDensity >=0.4) -> Viz:50-200m  
(hum >=80 && hum <=90) && (lux <= 200) && (dustDensity <=0.2) ->  
Viz:200-500m  
(hum >=50 && hum <60) && (lux >=200 && lux <285) && (dustDensity <=0.2) -> Viz:500-1000m  
(hum >=40 && hum <=50) && (lux >=200) && (dustDensity >=0.2 && dustDensity <=0.3) -> Viz:4-10km  
Else Viz>10km
```

## APROXIMAREA STIINTIFICA:

- Article: The Impact of Selected Parameters on Visibility: First Results from a Long-Term Campaign in Warsaw, Poland

Grzegorz Majewski , \*, Wioletta Rogula-Kozłowska , Piotr O. Czechowski , Artur Badyda and Andrzej Brandyk

1. Division of Meteorology and Climatology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Warsaw University of Life Sciences
2. Institute of Environmental Engineering, Polish Academy of Sciences
3. Gdynia Maritime University, Information Systems Department
4. Warsaw University of Technology, Faculty of Environmental Engineering
5. Water Centre Laboratory, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Warsaw University of Life Sciences

<https://pdfs.semanticscholar.org/d2f7/f4981de65b4b87025f10f0ec44267b3e28f8.pdf>

“ The aim of this study was to investigate how atmospheric air pollutants and meteorological conditions affected atmospheric visibility in the largest Polish agglomeration. The correlation analysis, principal component analysis (PCA) and generalized regression models (GRMs) were used to accomplish this objective. The meteorological parameters (temperature, relative humidity, precipitation, wind speed and insolation) and concentrations of the air pollutants (PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub>) were recorded in 2004–2013. The data came from the Ursynów-SGGW, MzWarszUrsynów and Okęcie monitoring stations, located in the south of Warsaw (Poland). **It was shown that the PM<sub>10</sub> concentration was the most important parameter affecting the visibility in Warsaw.** The concentration, and indirectly the visibility, was mainly affected by the pollutant emission from the flat/building heating (combustion of various fuels).”

- Densitatea prafului este unul dintre factorii cei mai importanti in masurarea vizibilitatii atmosferice, in orase. Vizibilitatea este influentata de conditiile meteorologice, iar poluarea aerului afecteaza negativ vizibilitatea :
  - ***densitate praf mare -> vizibilitate mai slaba***
  - ***densitate praf mica -> vizibilitate mai buna***
- Vizibilitatea este pozitiv corelata cu temperature aerului, intensitatea luminoasa si viteza vantului. Cand este cer senin, cel mai probabil, ***temperatura creste, umiditatea scade -> vizibilitatea creste.***

“The visibility deterioration caused by atmospheric pollution is a global problem.[...] **it is influenced by the meteorological conditions** [1].[...] **air pollutants negatively affect visibility.**”

“**Visibility was positively correlated with the three remaining meteorological parameters, air temperature, insolation intensity, and wind speed. Most likely under clear sky conditions, the temperatures increase, the relative humidity falls** and so the aerosols shrink, thus **increasing the visibility.**”

relative air humidity (RH)

relative humidity (RH)

wind speed (WS)

wind direction (WD)

“ visibility decreased whereas the relative air Atmosphere 2015, 6 1167 humidity and precipitation increased. While humidity increases, hygroscopic aerosols increase in size and thus the scattering of light by them increases, so visibility drops.”

- Article : Study on atmospheric visibility variations and the impacts of meteorological parameters using high temporal resolution data: an application of Environmental Internet of Things in China, Ke Du , Chao Mu , Junjun Deng

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504509.2013.783886>

“ ‘Bad’ visibility (i.e., visibility < 10 km) is prone to occur in late winter to early spring.[...] Visibility is higher in summer (11,410 m) and autumn (10,589 m) than in winter (7070 m) and spring (6807 m). During hazy, foggy, and rainy periods, the average visibilities were 5020 m, 1044 m, and 3967 m, respectively, much lower than those during normal period (15,970 m). Precipitation decreased the frequency of ‘good’ visibility (i.e., visibility  $\geq$  10 km) by 1.4% and increased the frequency of ‘extremely bad’ visibility (i.e., visibility < 2 km) by 1.5% during the year.[...] For RH  $\geq$  80%, over 90% of the visibilities are below 10 km. The average visibility is below 8 km for RH  $\geq$  70%. [...] Visibility is negatively correlated with RH [...].”

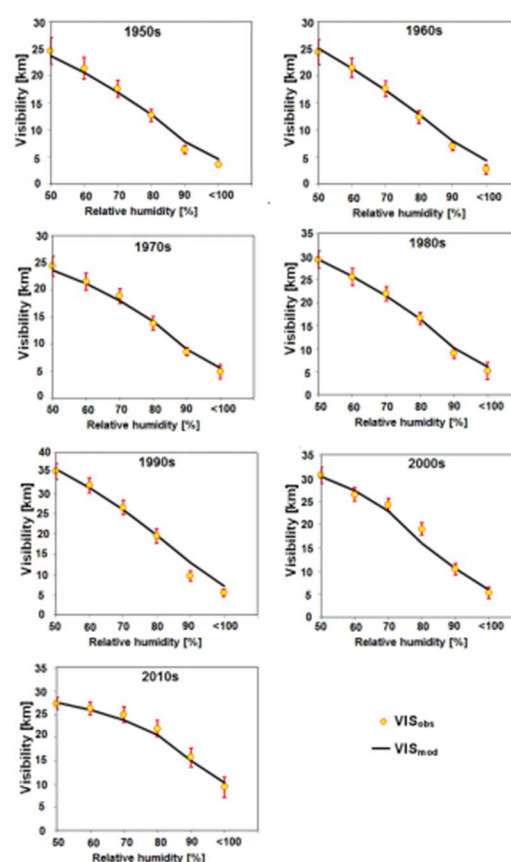
- Vara si toamna vizibilitatea este mai buna decat iarna si primavara
- Precipitatile(ceata, perioade cu ploaie) scad vizibilitatea(< 10 km)
- Pentru **umiditate  $\geq$  80%** -> **vizibilitate < 10 km**
- Pentru **umiditate  $\geq$  70%** -> **vizibilitate < 8 km**
- Vizibilitatea este **negativ influentata de umiditate**

- 60 years of UK visibility measurements: impact of meteorology and atmospheric pollutants on visibility

<https://www.atmos-chem-phys.net/17/2085/2017/acp-17-2085-2017.pdf>

“Visibility is strongly related to relative humidity and hence to the air temperature of a given location, highlighting a possible indirect effect of climate change and urban heat island effects on regional visibility. The correlation statistics between visibility, relative humidity, air temperature and wind speed.”

A. Singh et al.: 60 years of UK visibility measurements



**Figure 5.** Comparisons of modelled and observed visibility in a specific range of RH using Eq. (4) at Heathrow station. The observed visibility is presented with standard error bars at the 95 % confidence interval.

- UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ BUCUREȘTI Facultatea de Horticultură Specializarea Horticultură – Învățăământ la distanță ENACHE LIVIU AGROMETEOROLOGIE

<http://www.horticultura-bucuresti.ro/images/pdf/Agrometeorologie.pdf>

“Ceața este un hidrometeor care influențează vizibilitatea meteorologică. Se consideră că în atmosferă este ceață atunci când vizibilitatea scade sub 1 km (se reprezintă pe hărțile sinoptice prin 3 linii orizontale: ≡). Ceața poate prezenta diferite grade de intensitate: ceață slabă (vizibilitate între 500 m și 1 km), ceață moderată (vizibilitate între 200 m și 500 m), ceață densă (50 – 200 m) și ceață foarte densă (sub 50 m).

Dacă vizibilitatea este mai mare de 1km, dar sub 10 km, iar umiditatea aerului depășește 70 %, atunci fenomenul se numește aer cețos sau pâclă umedă (spre deosebire de pâclă uscată, care se manifestă atunci când umiditatea aerului este sub 70 %, iar în aer există impurități solide).

Aerul cețos (reprezentat pe hărțile sinoptice cu 2 linii orizontale: =) poate precede sau succede ceața propriu-zisă. Aerul cețos se poate clasifica, la rândul său, în aer cețos moderat (vizibilitatea este de 1 – 2 km) și aer cețos slab (vizibilitatea este cuprinsă între 2 – 10 km). ”



- **ceață atunci când vizibilitatea scade sub 1 km**
  - **ceață slabă (vizibilitate între 500 m și 1 km)**
  - **ceață moderată (vizibilitate între 200 m și 500 m)**
  - **ceață densă (50 – 200 m)**
  - **ceață foarte densă (sub 50 m).**
- **vizibilitatea este mai mare de 1km, dar sub 10 km:**
  - **umiditatea aerului depășește 70 % (se numește aer cețos sau păclă umedă)**
  - **pâcla uscată, care se manifestă atunci când umiditatea aerului este sub 70 %, iar în aer există impurități solide**
- **Aerul cețos se poate clasifica, la rândul său, în:**
  - **aer cețos moderat (vizibilitatea este de 1 – 2 km)**
  - **aer cețos slab (vizibilitatea este cuprinsă între 2 – 10 km).**

- „CLIMA PODISULUI SUCEVEI – FENOMENE DE RISC, IMPLICATII IN DEZVOLTAREA DURABILA”

[http://atlas.usv.ro/www/geografie/pagini/prima\\_pagina/Rez\\_teza\\_Tanasa.pdf](http://atlas.usv.ro/www/geografie/pagini/prima_pagina/Rez_teza_Tanasa.pdf)

“Ceața

Umiditatea aerului determină vizibilitatea atmosferică. Cu cât umiditatea este mai redusă, cu atât vizibilitatea este mai ridicată și invers. Vizibilitatea în plan orizontal mai mică de 10km caracterizează fenomenul de aer cețos, iar cea de sub 1000m, ceața sau pâcla, ultima noțiune incluzând și o semnificație de poluare în zone industriale sau urbane, care capătă caracter de hazard, în situația semnalării pe drumurile publice intens circulate sau deasupra aeroporturilor.”

- **Umiditate mai redusa -> vizibilitate mai ridicata**
- **Umiditate mai ridicata -> vizibilitate mai scazuta**

- Meteorologie generala , Rodica Povara

<https://issuu.com/petru1000/docs/52179659-meteorologie-general-manual>

Ceața și pâcla se formează în atmosfera inferioară, în vecinătatea solului. Sunt compuse din picături foarte mici de apă sau cristale de gheață foarte fine, cu dimensiuni microscopice, care reduc vizibilitatea atmosferică orizontală sub 1 km, în cazul ceții și sub 10 km în cazul pâclei. Când umezeala relativă a aerului depășește 70% fenomenul tinde către *pâclă umedă* sau *aer cețos*. Ceața se formează în condițiile unui aer saturat în vapori de apă ( $R = 100\%$ ), la temperaturi cuprinse între  $-5^{\circ}\text{C}$  și  $+5^{\circ}\text{C}$  și o viteză a vântului de 1-3 m/s.

- Ceața și pâcla sunt compuse din picături foarte mici de apă sau cristale de gheață foarte fine, cu dimensiuni microscopice



- **Ceata -> vizibilitate sub 1 km**
- **Pacla -> vizibilitate sub 10 km**
- **Daca umezeala depaseste 70% fenomenul tinde catre pacla umeda sau aer cetos**
- **Ceata se formeaza cand am umezeala foarte mare, la temperature intre -5 si +5 grade Celsius**

Se formează deasupra marilor aglomerări urbane și industriale și este alcătuită dintr-un amestec de picături fine de apă, noxe, fum și praf. Este cunoscută și sub denumirea de „smog”. În situația în care centrele urbane se află în apropierea litoralelor, acest tip de ceață se contopește cu ceața maritimă, densitatea, persistența și grosimea stratului fiind mai mari. În astfel de ceață, vizibilitatea este redusă, la câțiva metri, uneori chiar sub 1 metru, periclitanți circulația rutieră, feroviară, aeriană, navală și pietonală. Este un fenomen de risc meteorologic major, care produce multe accidente.

- **Smog -> vizibilitate redusa, uneori chiar sub 1 m**

Aerul cetos se deosebește de ceață prin conținut și vizibilitatea orizontală pe care o oferă. El este format numai din particule fine de apă care pot permite o vizibilitate redusă pe o distanță mult mai mare decât în cazul ceții, cuprinsă între 1 km și 10 km.

- **Aer cetos (particule fine de apa): 1 km – 10 km**

#### 8.2.2.1. Păcla

Este alcătuită din particule terestre uscate, foarte fine, invizibile cu ochiul liber, care imprimă aerului un aspect tulbure. Ea reduce vizibilitatea până la 1-10 km.

- **Pacla (particule terestre uscate, foarte fine) -> imprima un aspect tulbure -> 1-10 km**
- STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND VARIATIA CALITĂȚII MEDIULUI INDUSTRIAL ÎN CORELAȚIE CU FACTORII CLIMATICI, Conducător științific, Prof. univ. dr. ing. dr.h.c. Valentin NEDEFF, Drd. fiz. Doina PUȘCALĂU (CAPȘA)

[http://www.ub.ro/files/scoala-doctorala/Rezumat\\_PUSCALAU\\_CAPSA.pdf](http://www.ub.ro/files/scoala-doctorala/Rezumat_PUSCALAU_CAPSA.pdf)

- **fenomenul de ceață (nor cu baza pe Pământ) care implică reducerea vizibilității orizontale sub 100 m și o umiditate relativă cu valori peste 90%.**

- Visibility Observations Study Guide

<https://bmtc.moodle.com.au/mod/book/view.php?id=5581&chapterid=4128>

Weather phenomena and visibility

The following phenomena will affect the atmospheric transparency to a varying extent depending on the intensity:

- **Mist**

- **Fog**
- **Haze**
- **Smoke**
- **Dust**
- **Duststorms and Sandstorms**
- **Volcanic Ash**
- **Precipitation**

Some weather phenomena are defined by their effect on visibility.

For example: **Fog - A suspension of very small, usually microscopic water drops in the air, reducing visibility to less than 1000 metres at the Earth's surface.**

Fenomene care afecteaza vizibilitatea atmosferica, în funcție de intensitate:

- Aburi
- Ceață
- Fum
- Praf
- Furtuni de oraf și furtuni de nisip
- Cenușă vulcanică
- Precipitații

Unele fenomene meteorologice sunt definite prin efectul lor asupra vizibilității.

De exemplu: *ceață - suspensie de picături de apă foarte mici, de obicei microscopice, în aer, reducând vizibilitatea la mai puțin de 1000 de metri la suprafața Pământului.*

- VFR Visibility Factors

<https://www.experimentalaircraft.info/wx/weather-visibility.php>

A number of factors influence visibility, they are: precipitation, fog / mist, haze, smoke and in coastal areas sea spray under the right conditions.

## Precipitation

Rain or snow will reduce visibility. Of course it depends a bit on how heavy the [precipitation](#), drop or snow flake size and the intensity are. A light drizzle will not hinder VFR operations (although commercial operations usually will have higher limits, see part 91 vs 125/135) but heavy precipitation in Cumulonimbus (Cb) or Towering Cumulus (TCu) can reduce visibility to 100 meters or even less accompanied with effects like wind shear and turbulence.

## Fog / Mist

People confuse these two sometimes but [fog](#) is visibility less than 1000 meters and mist, by definition, is visibility between 1000 and 5000 meters. Both have their origins in light suspended cloud droplets with a nearly 100% relative humidity and an abundance of condensation nuclei for the condensation process to start.

## Haze

When visibility is reduced to 5000 meters or less **by the presence of dust particles** it is called haze. It is not related with cloud forming factors as is the case with fog or mist. When dust or sand particles are blown off and visibility reduces to less than 1000 meters it is referred to as a dust or sand storm, with altitudes usually not higher than around 150 - 200 ft. In desert areas and with unstable air conditions (steep ELR) fine dust particles can go up to 8000 ft or higher and this condition can last for hours and have their effects on other continents too.

In Europe it is not uncommon to experience sand dust from the Sahara carried by high altitude winds from the south and eventually raining down well into the mid and northern parts of Europe, leaving yellowish dust traces all over.

## Smoke / Smog

Activity from industrial districts and fires in residential areas (think of wood fires for heating, they are still being used in some parts of the world) add soot and carbon to the environment reducing visibility even more. This adds enough condensation nuclei to the air so that condensation will take place before reaching a relative humidity (RH) of 100% and thus smog is formed. This was very common phenomena in certain cities in the 19th century (London, Los Angeles for example).

Thanks to the 'green' movement, people start to think that heating their house with wood (biomass) is good for the environment. But in contrary this is a very inefficient way to do that. It produces lots of soot and ashes and chopping down forests (lungs of the planet) for energy is just plain stupid.



## Sea Spray

Commonly seen in coastal areas, sea spray adds salt particles to the air thus increasing the amount of condensation nuclei and condensation can take place with a RH lower than 100% and thereby reducing visibility greatly. With strong onshore winds, reduced visibility can be experienced many miles inland limiting VFR flights for coastal airports.

- **Fog : vizibilitate sub 1000m**  
**Mist : vizibilitate intre 1000 m si 5000 m**  
**Umiditate aproape 100%**
- **Haze : vizibilitate sub 5000m sau mai putin**  
**Prezenta prafului -> vizibilitate sub 1000m**

(hum >=90 && hum <=100) && (temp >=2.5 && temp <=5) && (lux >= 285) && (dustDensity >=0 && dustDensity <=0.1 -> 500m-1km

(hum >=90 && hum <=100) && (temp >=0.5 && temp <2.5) && (lux >=100 && lux <285) && (dustDensity >=0 && dustDensity <=0.1) -> 200m-500m

(hum >=90 && hum <=100) && (temp >=-2 && temp <0.5) && (lux >=12 && lux <100) && (dustDensity >=0 && dustDensity <=0.2 -> 50m-200m

(hum >=90 && hum <=100) && (temp >=-5 && temp <-2) && (lux >=0 && lux <12) && (dustDensity >=0 && dustDensity <=0.2 -> <50m

(hum >=70 && hum <=100) && (lux >=100) && (dustDensity >=0.35 -> 1-10km

(hum >=0 && hum <70) && (lux >=100) && (dustDensity >=0.35 -> 1-10km

(hum >=70 && hum <=100) && (dustDensity >=0.25 && dustDensity <0.35 -> 1-2km

(hum >=0 && hum <70) && (dustDensity >=0 && dustDensity <0.35 -> 2-10km

(hum >=90 && hum <=100) && (lux >=0 && lux <=100) && (dustDensity >=0.35 -> <1m

Else -> >10km

### **Bibliografie**

<http://roboromania.ro/categorie-produs/senzori/page/5/>

<http://arduinodev.woofex.net/2012/12/01/standalone-sharp-dust-sensor/>

<http://www.vremea.net/Vremea-in-Bucuresti-judetul-Ilfov/proгноza-meteo-pe-7-zile>