Titlul lucrării

PROIECT DE DIPLOMĂ

Autor: **Cristina-Elena Caia-Hoanăș**

Conducător științific: **Titlu. ing. Prenume NUME**

|  |  |
| --- | --- |
| DECAN  **Prof. dr. ing. Liviu MICLEA** | Vizat,  DIRECTOR DEPARTAMENT AUTOMATICĂ  **Prof. dr. ing. Honoriu VĂLEAN** |

Autor: **Prenume NUME**

Titlul lucrării

1. **Enunțul temei:** *Dezvoltarea unei aplicații web care oferă utilizatorului posibilitatea de monitorizare a calității aerului prin evaluarea indexului acestuia în diverse zone geografice. În ansamblu, se va realiza o perspectiva globala asupra stării mediului înconjurător.*
2. **Conținutul proiectului:** *(enumerarea părților componente) Pagina de prezentare, Declarație privind autenticitatea proiectului, Sinteza proiectului, Cuprins, Titlul capitolului 1, Titlul capitolului 2,… Titlul capitolului n, Bibliografie, Anexe.*
3. **Locul documentării:** *Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, departamentul Automatica si Informatica Aplicata*
4. **Data emiterii temei:**
5. **Data predării:**

Semnătura autorului

Semnătura conducătorului științific

**Declaraţie pe proprie răspundere privind**

**autenticitatea proiectului de diplomă**

Subsemnatul(a) **Prenume NUME**  , legitimat(ă) cu CI/BI seria nr. , CNP ,

autorul lucrării:

elaborată în vederea susținerii examenului de finalizare a studiilor de licență la **Facultatea de Automatică și Calculatoare**, specializarea **Automatică și Informatică Aplicată,** din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, sesiunea Iulie 2023 a anului universitar 2022-2023, declar pe proprie răspundere, că această lucrare este rezultatul propriei activități intelectuale, pe baza cercetărilor mele și pe baza informațiilor obținute din surse care au fost citate, în textul lucrării, și în bibliografie.

Declar, că această lucrare nu conține porțiuni plagiate, iar sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislației române și a convențiilor internaționale privind drepturile de autor.

Declar, de asemenea, că această lucrare nu a mai fost prezentată în fața unei alte comisii de examen de licență.

În cazul constatării ulterioare a unor declarații false, voi suporta sancțiunile administrative, respectiv, *anularea examenului de licență*.

Data Prenume NUME

(semnătura)

**SINTEZA**

proiectului de diplomă cu titlul:

Titlul lucrării

Autor: **Prenume NUME**

Conducător științific: **Titlu. ing. Prenume NUME**

1. Cerințele temei:

2. Soluții alese:

3. Rezultate obținute:

4. Testări și verificări:

5. Contribuții personale:

6. Surse de documentare:

Semnătura autorului

Semnătura conducătorului științific

Cuprins

[1 Introducere 2](#_Toc477457095)

[1.1 Context general 2](#_Toc477457096)

[1.2 Obiective 2](#_Toc477457097)

[1.3 Specificații 2](#_Toc477457098)

[2 Studiu bibliografic 3](#_Toc477457099)

[3 Analiză, proiectare, implementare 4](#_Toc477457100)

[4 Concluzii 5](#_Toc477457101)

[4.1 Rezultate obținute 5](#_Toc477457102)

[4.2 Direcții de dezvoltare 5](#_Toc477457103)

[5 Reguli de formatare 6](#_Toc477457104)

[5.1 Formatarea paginii 6](#_Toc477457105)

[5.2 Titluri și stiluri 6](#_Toc477457106)

[5.3 Figuri, tabele și ecuații 7](#_Toc477457107)

[5.3.1 Figuri 7](#_Toc477457108)

[5.4 Tabele 7](#_Toc477457109)

[5.5 Ecuații 7](#_Toc477457110)

[5.6 Referințe bibliografice 8](#_Toc477457111)

[6 Bibliografie 9](#_Toc477457112)

# Introducere

## Context general

In conformitate cu EEA (European Environment Agency) [1] , în anul 2020, 96% din locuitorii urbani au fost expuși la concentrații îngrijorător de ridicate a poluării aerului exterior. [2]

Principalele particule care influențeaza calitatea aerului într-un mod negativ sunt particulele in suspensie, PM2.5 și PM10 (particule cu diametrul aerodimanic mai mic decat 2.5, respectiv 10 µ/m³ - microni pe metru cub), O3 (ozonul), NO2 (dioxidul de azot) si SO2 (dioxidul de sulf). Sursele protagoniste contaminării aerului includ generarea de energie folosind centrale electrice pe bază de carbune, emisiile vehiculelor, fumul de la producția chimica etc. [3]

Poluarea aerului din zonele naturale, rurale si urbane devine o preocupare majoră pentru cercetători, iar Organizația Mondiala a Sanătatii (WHO) trateaza acest subiect cu mare interes deoarece acest fenomen are efecte considerabile asupra modului de viață.

Expunerea populatiei la aerul ambiental poluat cauzează, la nivel global, aproximativ 4.2 milione de decese anual. Consecințele poluării aerului sunt manifestate în general prin afecțiuni cardiovasculare, cancer pulmonar si afecțiuni respiratorii acute.

Studiile EPA (United States Environmental Protection Agency) confirmă ca poluarea aerului are de asemenea un impact dăunător asupra climei și ecosistemului la scară mondiala. Ozonul (O3) din atmosfera încalzeste clima, în timp ce PM conține carbon negru fiind cunoscut unul dintre cei mai mari contribuitori la încalzirea globală.

Monitorizarea si informarea populației asupra calității aerului exterior este soluția propusa în aceasta lucrare, reprezentand un prim pas esențial in a ajuta omenirea să perceapa efectele adverse are poluării aerului și să fie conștienți de importanța și valoarea aerului curat pe care l-ar putea consuma. Scopul de lungă durata este de a determina oamenii să fie implicați în combaterea poluării pentru a fi eliminată, prin mici schimbări adăugate în obiceiurile zilnice.

Sistemul rezultat furnizează cele mai recente valori ale poluanților și calculează un indice de calitate a aerului, aceste informații fiind afișate pe interfața grafică a aplicației web, disponibilă utilizatorilor.

## Obiective

Scopul primar al acestei lucrări este dezvoltarea unei platforme software sub formă de aplicație web în care se monitorizează indicele de calitate a aerului determinat din datele poluanților PM10, PM2.5, SO2, NO2 și O3 înregistrate la fiecare interval de o ora. Aceste date sunt dispuse ca rezultat a măsurătorilor senzorilor plasați pe o harta interactiva Google Maps. Senzorii pot fi vizualizați sub formă de marcare pe harta, dar și într-un tabel. Adăugarea unui senzor, modificarea datelor sau ștergerea lui este de asemenea una dintre opțiunile disponibile.

Avand la dispoziție indicele de calitate, tabel de referința cu limitele impuse de Organizația Mondiala a Sanătății (WHO) și un mesaj de informare în funcție de valoare, populația iși va crea o imagine de ansamblu a aerului respirat și în conformitate cu rezultatul obținut, ea va fi motivată să ia decizii pentru îmbunatățire și să acționeze în consecință.

Unul dintre scopurile secundare este ca utilizatorii să dispună și de starea condției meteorologice: temperatură, umiditate si presiune atmosferică, aceasta fiind accesibilă in locațiile unde există un senzor activ. Pentru o experientă cat mai placută și eficientă a identificării senzorilor pe hartă, utilizatorul dispune de un camp de căutare în care poate introduce locațiile reale cat mai exacte, astfel încat sa îi fie vizibilă zona dorita într-un timp foarte rapid.

Pentru o vizualizare mai clară a ultimelor 12 ore de înregistrare a datelor poluanților, următorul scop secundar al lucrării este de a reprezenta măsurătorile obținute intr-un mod clar si coerent cu ajutorul unor grafice. O simpla reprezentare vizuală va contribui la identificarea tendințelor și relațiilor între date într-un mod mai intuitiv.

Aplicația mai dispune de înregistrare a persoanelor dornice de a utiliza aplicația prin crearea unui nou cont de utilizator, proces de resetare a parolei în caz de uitare a acesteia și autentificare cu adresa de email. Userul autentificat poate mai apoi să își gestioneze datele contului prin modificarea anumitor campuri.

## Specificații

Pentru ca obiectivele mentionate mai sus să fie îndeplinite, primul pas în obținerea aplicației cu specificațiile dorite este crearea unei baze de date care permite stocarea și organizarea informațiilor astfel încat datele sunt gestionate, accesate și manipulate corespunzator cerintelor. Se va folosi Firebase Database, baza de date NoSQL, care se bazeaza pe un model de stocare nelimitat si flexibil, pentru o manipulare mai eficientă și scalabilitate mai usoară a datelor nestructurate.

Dezvoltarea părtii de backend, cat si a celei de frontend sunt elementele esentiale în crearea unei aplicatii web. Backend-ul reprezinta partea server-side a aplicației, responsabilă de gestionarea logicii și comunicarea cu baza de date. Limbajul de programare ales pentru partea de back-end este Java cu framework-ul Spring Boot, o combinație ce faciliteaza dezvoltarea rapidă si eficientă.

Partea de frontend reprezintă mediul de construire a interfetei utilizatorului cu o interactivitate a componentelor, iar aceasta este dezvoltată cu ajutorul bibliotecii JavaScript, React.js.

Gestionarea si citirea la fiecare 60 de minute a indicelui de calitate, a valorilor poluanților, a condițiilor meteorologice și a ultimei date în care acestea au fost actualizate se realizează pentru fiecare senzor în parte, plasat pe o harta Google Map din libraria React. Această componenta oferă o integrare convenabilă cu API-ul Google si o manipulare usoară pentru utilizator.

Senzorii pot fi găsiți foarte usor pe hartă cu ajutorul componentei Combobox din libraria React, deoarece aceasta facilitează implementarea unui camp de căutare a unei locații specifice. În acest fel, utilizatorul introduce locația dorită, primește optiuni sugerate și este redirectionat în acea parte a hărtii verificand astfel dacă există senzori plasați în acea zonă și analizand calitatea aerului.

Senzorii pot fi gestionati de asemenea într-un tabel din biblioteca material-table, React. Această componenta dispune de sortarea datelor, căutarea dupa cuvinte cheie și paginarea pentru a ușura procesul de navigare în pagină. Senzorii pot fi eliminați sau datele lor pot fi modificate. Dacă senzorul devine inactiv ( prin modificarea campului „active” de tip boolean), atunci datele măsurătorilorr nu vor mai fi disponibile.

Dacă se dorește o analizare mai profundă a datelor măsurătorilor unui anumit sezor, utilizatorul poate naviga catre o pagina unde sunt grafice reprezentand valorile masurate în ultimele ore. Pentru aceasta se foloseste biblioteca Highcharts React, care dispune de o integrare simpla cu animații și interactibilitate pentru a genera o expriență cat mai placută utilizatorului.

Aplicația beneficiază de serviciul de autentificare folosit de Firebase, numit Firebase Authentication care usurează gestionarea și autentificarea utilizatorilor.

Dacă se dorește crearea unui nou cont, pe parte de frontend se va folosi metoda createUserWithEmailAndPassword, care va genera un nou cont de utilizator cu o parola și o adresa de email, vizibila de asemenea în console Firebase Authentication. Atunci cand utilizatorul este inregistrat si doreste sa se autentifice, metoda signInWithEmailAndPassword este utilizata pentru a verifica dacă credentialele introduse corespund.

În caz de uitare a parolei unui cont existent, se va folosi metoda care va trimite un email de resetare a parolei, sendPasswordResetEmail.

Partea de backend folosește structura de date FirebaseToken din biblioteca com.google.firebase. Aceasta conține informații de autorizare si autentificare pentru a valida identitatea utilizatorului și solicitările acestuia prin verificarea token-ului trimis de frontend la autentificarea userului.

# Studiu bibliografic

Cand vorbim despre respiratie, aproape toate vietuitoarele Pamantului dispun de aceasta abilitate, insa nu toate beneficiaza de acelasi aer curat. Calitatea vietii si sanatatea vietuitoarelor poate fi amenintata de unele substante toxice din atmosfera emise de forte naturale si activitati umane. Orice agent chimic, biologic sau fizic poate modifica caracteristicile naturale ale atmosferei. [4]

Ozonul (O3), dioxidul de azot (NO2), dioxidul de sulf (SO2) si particulele suspendate in aer (PM 2.5, PM10) sunt substantele incluse in poluantii care prezinta o preocupare importanta pentru sanatatea publica.

PM2.5 si PM10 reprezinta o combinatie complexa de solide si aerosoli, formata din mici picaturi de lichid, fragmente solide uscate si nuclee solide acoperite cu lichide. Particulele variaza semnificativ in ceea ce priveste dimensiunea, forma si compozitia chimica, cu posibilitatea de a contine ioni anorganici, compusi metalici, substante provenite din scoarta terestra. Sursele PM2.5 si PM10 sunt de multe ori diferite, compozitiile lor fiind distincte. Poluarea cu PM2.5 poate proveni din arderea de benzina, ulei, motorina sau lemn. In aditie, PM10 include si praful provenit din apropierea sanierelor de constructii, incendiile de padure si arderea vegetatiei/deseurilor, surse industriale, polenul si fragmentele de bacterii.

Expunerea la PM produce efecte adverse asupra sanatatii, cauzand boli precum afectiuni cronice ale inimii si a sistemului respirator. Conform unui articol publicat de catre Agentia Internationale pentru Cercetarea Cancerului, particulele suspendate in aerul exterior cauzeaza cancerul pulmonar. [5] Copii, persoanele astmice si adultii cu afectiuni pulmonare cronice sau cardiatice fac parte din grupul cu cel mai mare risc de a experimenta efecte adverse asupra sanatatii ca urmare a expunerii atat la PM2.5, cat si la PM10. [6]

Dioxidul de azot (NO2) este unul dintre gazele extrem de reactive, fiind considerat o principala sursa de aerosoli de nitrat. Sursele de poluare cu acest gaz se formeaza din emisiile la nivelul solului asociate arderii combustibililor fosili in principal proveniti de la vehiculele rutiere, centrale electrice, echipamente pentru gradinarit, intretinerea peluzelor.

Caile respiratorii pot fi iritate de catre o concentratie ridicata de NO2, copii astmatici fiind afectati in mod specific in urma expunerii pe termen lung la acest gaz deoarece simptomele de bronsita se accentueaza. [7]

Cel mai intalnit poluant din atmosfera este dioxidul de sulf (SO2), fiind prezent in concentratii ridicate zonele urmane si industriale. In prezenta umiditatii si altor poluanti, SO2 contribuie la formarea unor straturi de coroziune vizibile. Principala sursa umana a acestui gaz este arderea combustibililor fosili, iar inhalarea acestui rezultat in concetratii ridicate poate cauza stimularea nervilor din caile respiratorii, rezultand modificari patologice, inclusiv edem pulmonar – afectiune datorata acumularii de lichid in plamani. [8]

Ozonul (O3) este un poluant care curpinde un ansamblu de compusi chimici rezultand intr-o serie de reactii complexe in atmosfera, in urma transferului de dioxid de azot (NO2) atunci cand acestea absorb lumina provenita de la radiatia solara.

Organizatia Mondiala a Sanatatii (World Health Orzanization), cunoscuta si sub numele de Agenia Natiunilor Unite are ca scop, dupa cum numele sugereaza, sa promoveze stilul de viata sanatos, sa mentina lumea in siguranta si sa fie de ajutor pentru cei vulnerabili, aftfel incat lumea sa poata trai apogeul nivelului de sanatate, toate metodele adoptate fiind bazate pe pura stiinta.

Unul dintre cele mai importante subiecte abordate de catre cercetatorii implicati in WHO este poluarea aerului. Ei afirma ca poluarea atmosferei rezulta din prezenta unei sau mai multe contaminari in atmosfera (fum, gaz, praf, ceata sau vapori), iar aceasta expusa in cantitati si perioade de timp mari este o amenintare pentru vietuitoarele planetei. Principalele boli care vin in consecinta expunerii oamenilor la poluarea aerului sunt accidente vasculare cerebrale, boli cardiatice, rezultate adverse ale sarcinii, diabet, tulburari cognitive si boli neurologice.

Organizatia Mondiala a Sanatatii recomanda un set de limite pentru poluanti si propune 3 etape de urmat pentru a reduce progresiv poluarea aerului, recomandate mai ales in zonele cu risc ridicat de poluare. In alta ordine de idei, aceste etape reprezinta niveluri de poluanti din atmosfera care sunt mai ridicate in comparatie cu nivelurile recomandate de calitate a aerului, dar pe care autoritatile din zona le pot impune pentru a dezvolta politici de diminuare a poluarii, realizabile intr-un interval de timp realist. Acestea sunt de asemenea considerate pasi catre atingerea nivelurilor recomandate de catre WHO.

Tabelul de mai jos prezinta nivelurile recomandate de calitate a aerului (AQG - air quality guaidance level ) si tintele intermediare (Interim target) in 2 intervale medii pentru 365 zile, respectiv 24 ore. [9]

A picture containing text, screenshot, number, font

Description automatically generated

Figura 2.1, Nivelurile recomandate de catre WHO pentru calitatea aerului

Rezultatele cercetarilor demonstreaza ca majoritatea (99%) populatiei globale respira aer care contine nivele inalte de poluanti, aceasta depasind limitele prezentate anterior, aproximativ 2.4 miliarde de oameni fiind expusi la nivele ridicate de pericol.

Nu doar sanatatea publica este in pericol, dar poluantii din atmosfera au un impact negativ asupra ecosistemului si climei pamantului la nivel global. In particulele fine (PM) se gaseste carbon negru care este considerat unul dintre cei mai influenti contribuitori la incalzirea globala. Acesta incalzeste atmosfera pamantului absorbind lumina soarelui , accelerand astfel topirea ghetii si a zapezilor.

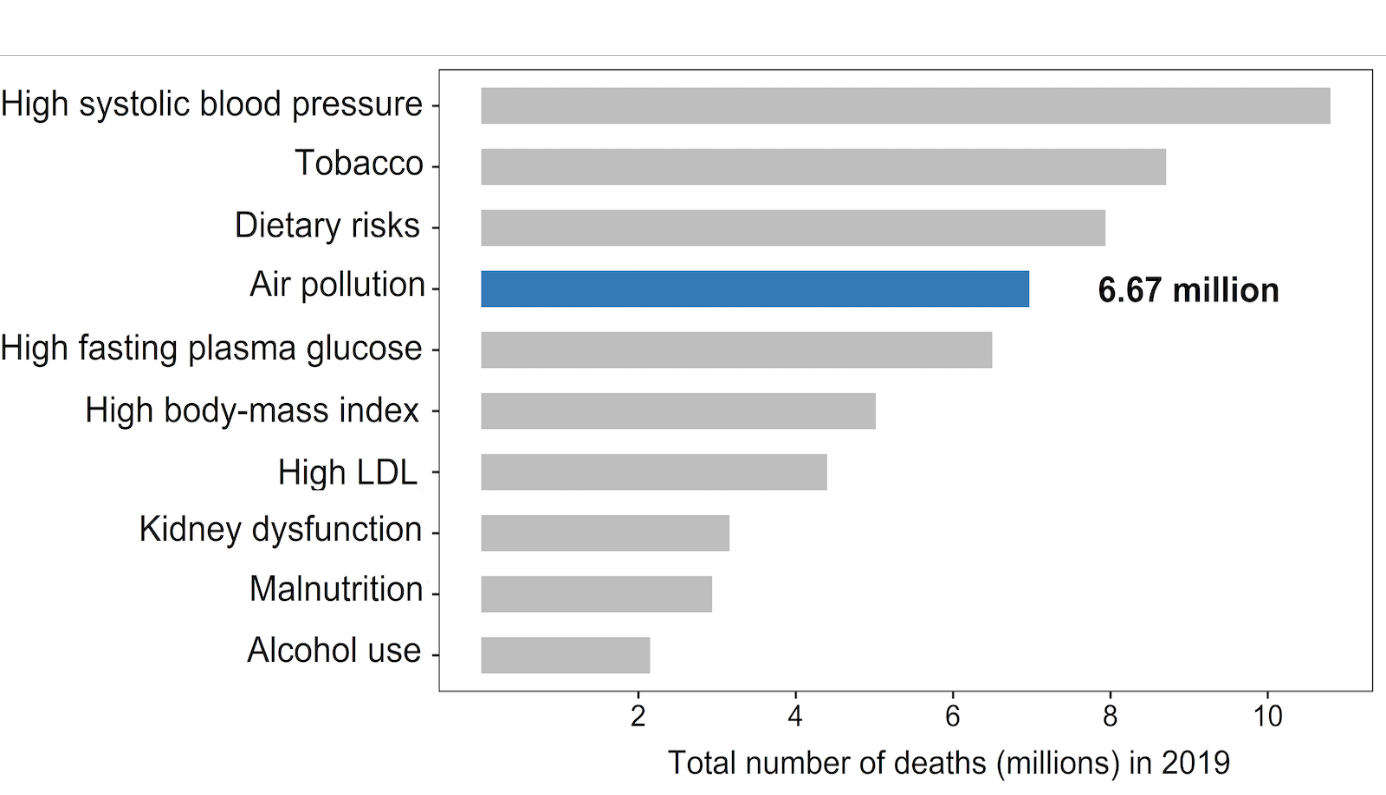
Ca urmare, WHO propune sugestii pentru imbunatatirea calitatii aerului, punand la dispozitia populatiei informatii prognozate a poluarii aerului impreuna cu date de monitorizare a acestuia in timp aproape real. In plus, organizatia a elaborat si implementat o strategie de constientizare a oamenilor cu privire la riscul de contaminare a aerului prin monitorizarea indicelui de calitate. [10]

Majoritatea tarilor folosesc un indice uniform propus de European Environment Agency, care ofera aditional informatii despre subpopulatiile afectate, simptomele probabile care vin in consecinta si recomandari specifice pentru a reduce expunerile si riscurile pentru sanatate. Un exemplu este platforma online bazata pe un sistem de informatii geografice pentru monitorizarea in timp real a calitatii aerului in Europa. Aceasta este accesibila atat sub forma de aplicatie web, cat si aplicatie pentru telefoane mobile. Datele sunt raportate sub forma EAQI (European Air Quality Index), concept dezvoltat de catre European Environment Agency. Informatiile accesibile sunt locatia statiei pe o harta, indicele de calitate monitorizat pe ultimele cateva zile si un mesaj corespunzator bazat pe nivelul indicelui curent.

Health Effect Institute este o organizatie de cercetare cu privire la efectele poluarii aerului asupra sanatatii, infiintata in 1980. Epidemia de cancer pulmonar din anii 1950 din Statele Unite ale Americii si Europa de Vest a fost un impuls pentru cercetatori sa examineze efectele aerului poluat din exterior, fiind considerata drept o cauza. Desi consumul de tutun a avut un rol central in aceasta epidemie, rezultatele studiilor demonstreaza ca agentii cancerigeni sunt eliberati in aerul exterior si inspirarea acestora poate duce la cancerul pulmonar. [11]

Contaminarea aerului este un factor major care provoaca milioane de decese in fiecare an, inregistrandu-se 6.67 milioane la nivel global in 2019. In acest an, poluarea aerului a fost al partulea principal factor de rist pentru deces, impactul sau total fiind depasit doar de hipertensiune arteriala, riscuri alimentare si consumul de tutun.

Este ingrijorator faptul ca mai multi oameni mor ca urmare a expunerii la poluarea aerului decat in urma accidentelor rutiere, un numar estimat la 1.28 milioane in 2019 sau bolilor cronice.



Figură .2, Clasamentul global al factorilor de risc în funcție de numărul total de decese din toate cauzele în anul 2019

State of Global Air [12] este solutia HEI reprezentata de un website care produce o analiza corespunzatoare a nivelurilor si tendintelor privind calitatea si sanatatea aerului pentru fiecare tara din lume. Un exemplu de raport preluat dintr-un studiu de caz [13] este prezentat in figura de mai jos, unde in 2019 mai mult de 90% din populatia lumii a experimentat o concentratie care a depasit limitele anuale (tabelul de mai sus) WHO ( 10 micrograme pe metru cub) pentru PM2.5. Cele mai mari expuneri au fost observate in Asia, Africa si Orientul Mijlociu: India – cu 83.2, Nepal – cu 83.1, Niger 80.1, Quatar – cu 76.0 etc, iar cele mai mici expuneri (concentratii medii anuale ponderate sub 8 µg/m³ in functie de populatie) sunt surprinse in Australia, Brunei (Indonezia), Canada, Estonia, Finlanda, Islanda etc.

A map of the world

Description automatically generated with medium confidence

Figura .3, Concentratii ale poluantului PM2.5 in anul 2019

Proiectul State of Global Air ofera o cuprinzatoare si comparativa analiza a principalelor factori de risc care contribuie la aparitia bolilor si decesului prematur la nivel mondial. In concluzie, aceasta este o baza esentiala pentru stabilirea prioritatilor in imbunatatirea sanatatii oamenilor. Constientizarea in ceea ce priveste pericolul bolilor ce pot aparea in urma poluarii aerului este importanta si vitala pentru planificare actiunilor de reducere a poluarii in moduri cat mai eficiente.

O alta platforma care are ca scop combaterea poluarii aerului este Airly. Sistemul consta in diferite forme de monitorizare ca senzori, o platforma web sau o aplicatie mobila. Senzorii masoara indexul de calitate a aerului folosind valorile particulelor suspendate in aer PM1, PM2.5 si PM10 de la cea mai apropiata statie din zona, iar sursele de poluare principale sunt traficul rutier, ferme si incendiile padurilor. Normele acceptate de catre Airly pentru PM2.5 si PM10 sunt cele recomandate de WHO, iar utilizatorul dispune de o scara cu 7 nivele pentru index, incepand cu verde ( calitate excelenta) pana la maro (nivel ingrijorator de ridicat).

Populatia Romaniei este informata in timp real de parametrii de calitate a aerului, monitorizati in mai mult de 100 de statii care curpind toata suprafata tarii si care impreuna formeaza Reteaua Nationala de Monitorizare a Calitatii Aerului (RNMCA). Datele sunt actualizate in fiecare ora, iar poluantii care sunt luati in considerare pentru a calcula indicele de calitate sunt SO2, NO2, O3, PM2.5 si PM10 (un exemplu poate fi vizualizat in Figura 2.4). Indicele general este exprimat pe o scara de la 1 la 6, 1 reprezentand o calitate foarte buna, iar 6 una extrem de rea. Fiind constiente de poluarea aerului cu ajutorul RNMCA, autoritatile locale pot lua masuri prompte in timp util pentru eliminarea sau minimizarea poluarii sau in cazuri de urgenta, sa avertizeze si protejeze oamenii.

A picture containing text, map, screenshot, software

Description automatically generated

Figura 2.4, Senzor colectare a datelor poluantilor si grafice corespunzatoare in judetul Cluj, Romania

Referitor la articolul publicat de WHO, multe țări europene, pe langă indicele sugerat de EEA și concentrațiile monitorizate ale poluanților, oferă și valori prognozate. Aceste valori sunt suficient de fiabile pentru a raporta concentratiile de poluanți pentru urmatoarea zi, aceste precizii fiind asigurate in mare parte de variatiile zilnice ale calitatii aerului. [14]

În continuare se vor enumera cateva țări, respectiv aplicațiile pe care acestea le folosesc si la care se raporteaza atunci cand vine vorba de monitorizare.

Germania – Portalul de date privind calitatea aerului actuală

Valorile in portal sunt masurate si comunicate folosind o harta care acopera intrega suprafata a tarii, iar graficele reprezinta date istorice. In plus, se ofera recomandari si sfaturi de sanatate pentru diferite grupuri de populatie [15]

Portugalia – aplicatia QualAr

Se redau informatii zilnic despre calitatea aerului, dar si prognoze pentru locatiile selectate. Se furnizeaza advertismente privind sanatatea folosind un sistem care notifica utilizatorul in functie de indicele QualAr estimat.

Polonia – Portalul de calitate a aerului ( Polski Indeks Jakości Powietrza )

Statiile de masurare automate ofera date actuale privind calitatea aerului, asa cum sunt furnizate de la autoritati, insotite de mesaje privind sanatatea bazate pe valoarea indicelui, plus o prognoza pentru urmatoarele cateva zile.

# Analiză, proiectare, implementare

Aceasta parte a lucrării este flexibilă și depinde foarte mult de natura lucrării, poate fi organizată în mai multe capitole și conține contribuțiile personale ale autorului.

Includeți:

* + Detalii referitoare la analiză și proiectare:
    - descrierea metodelor pe care le-ați aplicat pentru rezolvarea problemei,
    - descrierea materialelor, procedurilor
    - calcule, tehnici, descrierea echipamentelor
    - metodologia de proiectare
    - informațiile necesare pentru ca cineva să poată reface lucrarea
  + Implementare :
    - Descrieți detaliile tehnice ale implementării aplicației: mediul de implementare, modul de prezentare, modul de utilizare al aplicației, etc.
  + Testare si validare :
    - Descrieți metodologia de testare a aplicației și rezultatele
    - Includeți experimentele pe care le-ați realizat, analiza rezultatelor pe care le-ați obținut.

# Concluzii

## Rezultate obținute

Evidențiați toate rezultatele pe care le-ați obținut și trageți concluzii din ele. Puteți prezenta o analiză critică a ceea ce ați realizat comparativ cu alte lucrări/studii anterioare.

Includeți o listă a contribuțiilor pe care le-ați avut în domeniul temei abordate.

## Direcții de dezvoltare

Descrieți direcțiile posibile de dezvoltare.

# Reguli de formatare

## Formatarea paginii

* + Dimensiunea paginii: A4
  + Margini: 2.5 cm (sus, jos, stânga, dreapta)
  + Antet și subsol: 1.27 cm de la marginea paginii
  + În antetul paginii (header): titlul capitolului, centrat, stil: Header\_style
  + În subsolul paginii: numărul paginii, centrat

## Titluri și stiluri

Titlurile capitolelor și subcapitolelor se marchează cu stilurile Heading 1 – 4, conform documentului model anexat în format Word. Descrierea stilurilor utilizate în document este prezentată în Tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Stiluri utilizate în acest document

| Nr. | Stil | Utilizat pentru | Format |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Normal | Text normal | Font: (Default) Cambria, 12 pt, Justified, Line spacing: Multiple 1.1 li, Space After: 6 pt |
| 2 | Titlu | Titlul proiectului, prima pagină | Font: 24 pt, Small caps, Centered Line spacing: single, Space Before: 126pt, After: 0 pt, |
| 3 | Titlu2 | Titlul proiectului, pagina de prezentare | Font:14pt, Bold, Centered |
| 4 | Heading 1 | Titlurile capitolelor (nivel 1) | Font: 24 pt, Indent: Left: 0 cm Hanging: 0.76 cm, Space Before: 24pt, After: 12pt |
| 5 | Heading 2 | Titlurile subcapitolelor (nivel 2) | Font: 14 pt, Bold, Indent: Left: 0 cm  Hanging: 1.02 cm, Space Before: 18pt, After: 12pt |
| 6 | Heading 3 | Titlurile secțiunilor (nivel 3) | Font: Bold, Indent: Left: 0 cm Hanging: 1.27 cm, Space Before: 6 pt, After: 6pt |
| 7 | Heading 4 | Titlurile secțiunilor (nivel 4) | Font: Italic, Indent: Left: 0 cm Hanging: 1.52 cm, Space Before: 2 pt, After: 0 pt |
| 8 | Caption | Legenda figurilor și tabelelor | Font: Italic, Font color: Text 1, Line spacing: single, Space After: 10 pt, |
| 9 | Header\_style | Antetul paginii | Font: 10 pt, Italic, Centered, Border: Bottom: (Single solid line, Background 1, 0.5 pt Line width) |

## Figuri, tabele și ecuații

### Figuri

Figurile se inserează în text centrate, cu etichetă de numerotare și legendă (Caption) în partea de jos a figurii. Numărul figurii include și numărul capitolului, după exemplul prezentat în Figura 5.1.



Figura 5.1. Figură exemplu, stil: Caption

## Tabele

Tabelele se inserează în text centrate, cu etichetă și legendă (Caption) în partea de sus a tabelului, aliniată la stânga. Numărul tabelului include și numărul capitolului, după cum este prezentat, de exemplu, în Tabelul 5.1.

## Ecuații

Ecuațiile se inserează în text centrate, cu numerotare în partea dreaptă. Numărul ecuației include și numărul capitolului, conform exemplului din relația (5.1).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |

## Referințe bibliografice

Se recomandă ca citarea referințelor bibliografice să fie făcută în formatul IEEE.

Referințele bibliografice se pot insera în text utilizând facilitățile Word de a adăuga surse și bibliografie unui document (References -> Citations & Bibliography). Dacă formatul IEEE pentru bibliografie nu este instalat implicit în Word, se poate descărca gratuit de la:

<https://bibword.codeplex.com/wikipage?title=Styles&referringTitle=Home>

Instrucțiunile de instalare pentru diferite versiuni de Word se pot obține de la aceeași adresă.

# Bibliografie

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | "European Environment Agency Website," [Online]. Available: https://www.eea.europa.eu/en. |
| [2] | "WHO global air quality guidelines: particulate matter (‎PM2.5 and PM10)‎, ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide," World Health Organization, 2021. |
| [3] | "National Institute of environmental Health Sciences - Air Pollution and Your Health," [Online]. Available: https://www.niehs.nih.gov/. |
| [4] | "World Health Organization - Health topics - Air Pollution," [Online]. Available: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\_1. |
| [5] | "Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans," in *Outdoor Air Pollution*, IARC Monographs, 2015. |
| [6] | "California AIR RESOURCES BOARD, Inhalable Particulate Matter and Health (PM2.5 and PM10)," [Online]. Available: https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health#:~:text=Particles%20are%20defined%20by%20their,5). |
| [7] | U. Ackermann-Liebrich, "Respiratory and Cardiovascular Effects of NO2 in Epidemiological Studies," in *Encyclopedia of Environmental Health*, 2011, p. 844. |
| [8] | S. Gad, "Sulfur Dioxide," in *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 2014. |
| [9] | "World Health Organization, global air quality guaidelines," 2021. [Online]. Available: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf. |
| [10] | N. L. Kevin Cromar, "Risk communication of ambient air pollution in the WHO European Region Review of air quality indexes and lessons learned," 17 February 2023. |
| [11] | A. Cohen, "Outdoor air pollution and lung cancer," 1 August 2000 . |
| [12] | "State of Global Air," [Online]. Available: https://www.stateofglobalair.org/. |
| [13] | I. HEI, "State of Global Air," 2020. |
| [14] | "Airly," [Online]. Available: https://airly.org/en/. |