



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00526

(22) Data de depozit: 30/09/2019

(41) Data publicării cererii:
30/03/2021 BOPI nr. 3/2021

(71) Solicitant:
• BEIA CONSULT INTERNATIONAL S.R.L.,
STR. POIANA NARCISELOR NR.12, ET.1,
AP.3, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• SUCIU GEORGE,
STR. POIANA NARCISELOR NR. 12, ET. 1,
AP. 3, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• POENARU CARMEN VIOLETA,
CALEA CRÂNGAȘI, NR.14, BL.40, AP.13,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• RADU OCTAVIAN CONU,
STR.PODUL ÎNALT, NR.8, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;
• BĂLĂNESCU NICULINA MIHAELA,
ȘOS.BUCUREȘTI-TÂRGOVIȘTE, NR.44B,
BL.2, AP.336, SAT MOGOȘOAI, IF, RO

(54) PLATFORMĂ DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A CALITĂȚII VIEȚII
PRIN INTERMEDIUL UNUI SISTEM INFORMATIC CE
UTILIZEAZĂ TEHNOLOGIA INTERNETUL LUCRURILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul Lucrurilor, care permite utilizatorilor săi adaptarea mai rapidă și mai ușoară la mediul înconjurător, în funcție de starea de sănătate și necesitățile fizice ale fiecăruia. Platforma conform invenției cuprinde următoarele componente software și hardware: un modul pentru achiziția datelor din mediul ambiental, echipat cu mai mulți senzori (1.1, 1.2, ..., 1.8) care permit monitorizarea următorilor parametri: umiditatea relativă, temperatura aerului, presiunea atmosferică, concentrațiile de pulberi în suspensie, concentrațiile de SO₂, NO₂, CO, CO₂, COV, un modul (2.1) de tip gateway cu mai multe protocoale care permite achiziția datelor de la senzorii menționați și asigură transmiterea lor în cloud, prin protocoale de comunicație de tip Ethernet/4G/3G/GPRS, o componentă (3.1) intermediară de transmitere a datelor care face posibilă comunicația între modulul (2.1) de tip gateway și un nivel (4.1) de persistență a datelor, o componentă (5.1) de suport decizional care reprezintă un modul de procesare a datelor colectate de la senzorii menționați, date care sunt stocate într-o bază

de date, sunt analizate prin intermediul componentei de suport decizional și sunt transmise mai departe unui modul (6.1) de vizualizare a datelor. Deciziile din componenta de suport decizional se iau în funcție de valorile calculate ale unui indice compozit unic de calitate a aerului care ia în considerare valorile concentrațiilor tuturor poluanților atmosferici.

Revendicări: 3
Figuri: 3

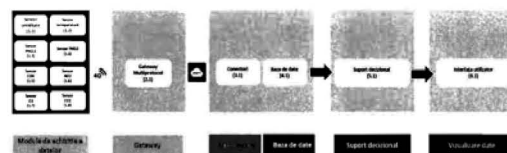
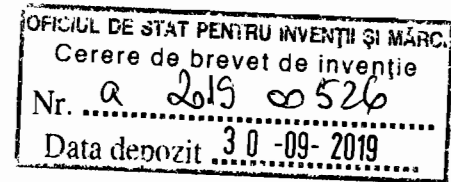


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





1. DESCRIEREA INVENȚIEI

1.1 TITLUL INVENȚIEI

Obiectul invenției constă într-o *Platformă de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor* dezvoltată în cadrul proiectului “Sisteme pentru îmbunătățirea calității vieții: soluții inteligente în domeniul sănătății” - ESTABLISH (contract nr.88/01.09.2016, cod înregistrare proiect PN-III-P3-3.5-EUK-2016-0011).

1.2 DOMENIUL DE APLICARE AL INVENȚIEI

Soluția, *Platforma de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor*, se adresează unui segment de piață din aria serviciilor medicale inteligente, mai exact utilizatorii care pot beneficia de serviciile disponibile în platformă se împart în două categorii principale: terapeuți și pacienți. Platforma de îmbunătățire a calității vieții propune utilizatorilor săi servicii inteligente dezvoltate pe tehnologii de tip Internetul lucrurilor.

Prin utilizarea serviciilor integrate în platformă se pot accesa programe de recuperare kinetoterapeutice individualizate (elaborate pe baza asimilării datelor integrate în platformă de la senzorii de mediu și cei purtabili).

1.3 STADIUL ACTUAL AL TEHNICII MONDIALE

Tehnologiile informatice și de comunicații au un impact deosebit asupra desfășurării activității medicale prin posibilitatea de a crea dispozitive și sisteme noi care să permită o abordare mult diversificată a actului medical. Telemedicina reprezintă un domeniu tipic de teleasistență. Sistemele de comunicații oferă rețeaua suport pentru telemedicină, reprezentând ansamblul resurselor de ordin tehnologic care permit implementarea serviciilor de telemedicină.

Principalele abordări ale noilor tehnologii IT, utilizate în domeniul sănătății. Aceste tehnologii se referă la Big Data, Big Data Analytics (BDA) și Internet of Things (IoT). În ultimii ani, noile tehnologii cu costuri mai reduse au permis îmbunătățirea proceselor de colectare a datelor, stocarea și analiza lor. Analiza datelor se poate face în timp real sau aproape în timp real, acționând mai degrabă pe seturile de date complete, decât pe elemente sintetizate. În plus, numărul de opțiuni de interpretare și analiză a datelor a crescut, de asemenea, prin folosirea diverselor tehnologii de vizualizare. Toate aceste evoluții reprezintă contextul în care se plasează Big Data [1].

IoT este cheia pentru construirea orașelor inteligente, iar volumele mari de date generate de rețelele de senzori ce pot fi amplasate în diverse locații permit generarea unei viziuni de ansamblu asupra unor probleme tipice aglomerațiilor urbane precum fenomenul de poluare [2].

Principalul poluant din punct de vedere al efectului asupra sănătății este pulberea în suspensie (particulate matter - PM). Mai precis, PM₁₀ (PM-uri cu diametrul mai mic de 10 μm) și PM_{2.5} (PM-uri cu diametrul mai mic de 2.5 μm), aceste particule fine pot cauza o serie de efecte adverse asupra sănătății oamenilor, chiar și la concentrații mici [3]. Impactul poluării aerului asupra sănătății nu depinde doar de concentrațiile de poluanți, ci și de durata și frecvența expunerii [4].

Autorii lucrării [5] propun o platformă de tip smart health ce oferă servicii inteligente de vizualizare a datelor de mediu (prin monitorizarea principalilor factori poluanți PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO, O₃). Platforma dispune totodată și de o componentă de notificare în cazul sesizării unor fenomene grave de poluare.

Însă, principalul scop al platformelor smart health este acela de a facilita relația medic-pacient, de a asigura asistență medicală remote, dar și de a îmbunătăți posibilitățile personalului medical de a monitoriza și evalua starea de sănătate a pacientului.

Axându-ne pe domeniul recuperării locomotorii a pacienților, cercetările desfășurate în ultimele decenii au stabilit faptul că o componentă esențială a unui stil de viață sănătos, precum și a tratării numeroaselor boli și afecțiuni cronice o reprezintă activitatea fizică. Cu toate acestea, nivelul de activitate fizică în rândul

vârșnicilor este, în general, scăzut, iar reabilitarea trebuie făcută, în mod obișnuit, sub supravegherea unui cadru medical. Unul dintre proiectele universitatii NTNU [6] se axează pe conceptul de *exergames* (exerciții fizice realizate sub formă de jocuri), ca o modalitate distractivă de exercițiu pentru a crește activitatea fizică generală și pentru a administra și monitoriza exercițiile specifice pacientului în programele de reabilitare. Bazându-se pe expertiza din domeniul kinetoterapiei și a interacțiunii om-mașina, se dorește dezvoltarea unei noi generații de tehnologii, care pot transpune exercițiile pe ecran, prin utilizarea telefoanelor, ceasurilor și echipamentelor inteligente.

MIRA REHAB [7] este o platformă software care transformă exercițiile fizice cognitive în exerciții clinice sub formă de jocuri. Este concepută ca un instrument folosit de terapeuți pentru a angaja pacienții în diverse activități. Terapeuții pot evalua calitatea mișcărilor pacientului, folosind senzori de urmărire a mișcărilor. Platforma a fost utilizată cu succes în terapia ortopedică și neurologică, atât pentru copii cât și pentru adulți, precum și în procesul de îmbătrânire sănătoasă a persoanelor în vârstă. Avantajele acesteia le reprezintă faptul că exercițiile pot fi adaptate la nevoile fiecărui pacient în parte, sunt create de către medici specialiști, sunt variate și motivante și sunt incluse și tutoriale video. Platforma se folosește de feedback-ul pacienților, utilizând diverse chestionare. Există, de asemenea, un spațiu creat pentru stocarea dosarelor medicale ale pacienților, dosare care conțin informații despre starea de sănătate a acestora și progresul său pe parcursul tratamentului. Aceste fișe medicale pot fi descărcate în diverse formate.

MySignals [8] este un kit de dezvoltare dedicat aplicațiilor de tip eHealth bazate pe tehnologii de tip IoT, ce permite monitorizarea de la distanță a sănătății oamenilor. Soluția MySignals permite măsurarea a mai mult de 20 de parametri biometrici, precum: frecvența cardiacă, frecvența respiratorie, saturația în oxigen, semnale de tip EKG, tensiunea arterială, semnale de tip EMG, nivelul de glucoză, capacitatea pulmonară, etc, precum și parametri corporali precum greutatea corporală, masa osoasă, masa musculară, procentajul de grăsime din corp, indicii de masă corporală. Datele pot fi achiziționate și prezentate fie prin intermediul unei aplicații mobile, fie prin intermediul platformei web [9]. GluPre [10] este o aplicație mobilă bazată pe tehnologia MySignals. Aplicația a fost avansată în cadrul proiectului "Smart m-Health Application for Pregnancy Care Using Body Area Networks" și a fost dezvoltată de un grup de studenți din Arabia Saudită, de la Universitatea Princess Nora. Scopul aplicației este monitorizarea inteligentă a sarcinilor.

Așadar, există proiecte ce își propun ca obiectiv colectarea, procesarea și interpretarea unor parametri privind calitatea aerului, cât și sisteme inteligente de management al pacienților bazate pe rețele de senzori care permit monitorizarea mai multor parametri fiziologici. Obiectivul cererii curente este acela de a prezenta o soluție de cuplaj în ceea ce privește monitorizarea calității aerului, respectiv sistemele inteligente de administrarea a pacienților ce au la bază parametri fiziologici colectați de la dispozitive portabile.

1.4 SCOPUL INVENȚIEI

Platforma de îmbunătățire a calității vieții are un potențial ridicat în a sprijini legătura dintre pacient și terapeut, oferind următoarele beneficii:

- terapeuții pot monitoriza activitatea de recuperare a pacienților prin intermediul instrumentelor de vizualizare a datelor fiziologice, având o nouă perspectivă asupra evoluției pacientului pe parcursul programului de recuperare.
- prin monitorizarea continuă a modului de parcurgere a programelor de recuperare, terapeuții se asigură de buna respectare a protocolului medical și pot observa eventuale abateri din respectarea acestuia.
- pacienții au perspectiva unei recuperări mai rapide, având un schimb permanent de informații, feedback, cu terapeuții, în privința desfășurării programului de recuperare.

În concluzie, platforma de îmbunătățire a calității vieții permite utilizatorilor săi adaptarea mai rapidă și mai ușoară la mediul înconjurător, prin intermediul componentei de suport decizional, ținând cont totodată de starea de sănătate și necesitățile fizice ale fiecăruia dintre ei, prin conștientizarea în timp util a limitărilor pe care condiția fizică și medicală le impune și prin intermediul unui profil personalizat care ține cont de starea psihologică, preferințele și comportamentul fiecăruia (self-awareness and self-adaptations).

1.5 EXPUNEREA INVENȚIEI

Invenția se referă la o **Platformă de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor**, care colectează și analizează date de la rețelele de

senzori de mediu, senzori purtabili, aplicații informatice și factorul uman.

Soluția propusă permite utilizatorilor săi adaptarea mai rapidă și mai ușoară la mediul înconjurător în funcție de starea de sănătate și necesitățile fizice ale fiecăruia. Prin utilizarea serviciilor integrate în platformă se vor accesa programe de recuperare kinetoterapeutice individualizate (elaborate pe baza asimilării datelor integrate în platformă de la senzorii de mediu și cei purtabili). Astfel prin construirea unui profil personalizat care ține cont de starea psihologică, preferințele și comportamentul fiecăruia se dorește micșorarea perioadei de recuperare cât și o integrare mai facilă în societate și în mediul de lucru.

Arhitectura platformei este prezentată în Figura 1, fiind evidențiate următoarele componente software și hardware:

- un modul pentru achiziția datelor din mediul ambiental echipat cu mai mulți senzori (1.1), (1.2), (1.3), (1.4), (1.5), (1.6), (1.7) și (1.8) ce permit monitorizarea următorilor parametri: umiditatea relativă, temperatura aerului, presiunea atmosferică, concentrațiile de pulberi în suspensie, concentrațiile poluanților gazoși (SO₂, NO₂, CO, CO₂, COV);
- un modul de tip Gateway multiprotocol (2.1): acesta permite achiziția datelor colectate de la senzori și asigură transmiterea acestora către Cloud prin protocoale de comunicație de tip Ethernet/4G/3G/GPRS.
- o componentă intermediară de transmitere a datelor (3.1) care face posibilă comunicația între Gateway și nivelul de persistență a datelor (4.1).
- componenta de suport decizional: este un modul de procesare a datelor colectate de la senzori (5.1). Datele preluate de la senzori sunt stocate într-o bază de date, sunt analizate prin intermediul componentei de suport decizional pentru a fi transmise mai departe modului de prezentare/vizualizare a datelor.

Deciziile din componenta de suport decizional se iau în funcție de valorile calculate ale unui indice compozit unic de calitate a aerului ce ia în considerare valorile concentrațiilor tuturor poluanților atmosferici.

Acest indice este alcătuit din două componente:

- o componentă principală, furnizată de poluantul cu cea mai mare concentrație comparativ cu valorile limită (indice de culoare – $I_{culoare}$);
- o componentă secundară determinată de valorile concentrațiilor celorlalți poluanți (indice de intensitate a culorii – $I_{intensitate}$).

Algoritmul pentru realizarea indicelui unic compozit de calitate a aerului (AQI_{comp}) este prezentat în continuare.

Notații utilizate:

- Denumire poluanți atmosferici - $P_1 \dots P_n$
- Tip clasă: $K_1 \dots K_4$

Pas 1: Asocierea unei clase pentru fiecare concentrație orară a poluanților

Pas 2: Determinarea valorii maxime a claselor - K_j

Valorile claselor se sortează descrescător și se va selecta valoarea maximă. Dacă sunt mai multe valori se alege o singură valoare.

$$K_j \rightarrow K_{max}$$

Pas 3: Calculul indicelui compozit AQI_{comp}

$$AQI_{comp} = \underbrace{K_{max}}_{I_{culoare}} + \underbrace{\left(\frac{\sum_{i=1}^n K_i - K_{max}}{n-1} \right)}_{I_{intensitate}} / K_{max}$$

Pas 4: Determinarea culorii de bază și a intensității indicelui AQI_{comp}

Culoarea de bază a indicelui AQI_{comp} este dată de culoarea asociată clasei cu valoare maximă - K_{max} . Intensitatea acesteia este stabilită în funcție de valoarea indicelui pentru intensitate.

$$\text{Intensitate} = \begin{cases} 0 \% & 0 < I_{\text{intensitate}} < 0,25 \\ 25 \% & 0,25 \leq I_{\text{intensitate}} < 0,50 \\ 50 \% & 0,50 \leq I_{\text{intensitate}} < 0,75 \\ 75 \% & 0,75 \leq I_{\text{intensitate}} < 1,00 \end{cases}$$

- un modul de vizualizare a datelor: acest modul este mediul pe care utilizatorii îl pot vizualiza și cu care vor interacționa, fiind reprezentat de interfața grafică a platformei (6.1).

1.6 AVANTAJE

Soluția *Platformă de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor* este unică din punct de vedere funcțional, fiind singurul produs dezvoltat ce asigură extragerea datelor de mediu, stocarea și agregarea acestora într-un indice compozit unic pe baza căruia se pot lua decizii. Acestea stau la baza unui sistem decizional ce oferă sprijin atât persoanelor care au nevoie de tratament cât și celor care elaborează programe de recuperare personalizate, ducând astfel la îmbunătățirea calității vieții.

Astfel, platforma rezultată beneficiază de următoarele avantaje:

- disponibilitatea unei interfețe vizuale care oferă o interpretare facilă a datelor colectate de la senzorii de mediu;
- posibilitatea de a oferi pacienților programe de recuperare individualizate și strict adaptate la nevoile fiecărui pacient;
- accesarea informațiilor valoroase despre starea de sănătate și activitățile fizice monitorizate, având posibilitatea de a dezvolta mai departe soluția avansată fie în cadrul altor proiecte de cercetare, fie comercial prin dezvoltarea de aplicații inovative pe piețele Wellness corporativ, Smart Health și Monitorizarea pacienților.

REFERINȚE

[1] A. Alexandru, D. Coardos, "Using the Big Data and IoT Technologies in the Field of Healthcare", *Romanian Journal of Information Technology and Automatic Control RRIA*, vol. 28, no. 1, pp. 61-84, 2018.

[2] Larkin, A., & Hystad, P. (2017). Towards Personal Exposures: How Technology Is Changing Air Pollution and Health Research. *Current environmental health reports*, 4(4), 463–471. doi:10.1007/s40572-017-0163-y

[3] Kim, Ki-Hyun, Ehsanul Kabir, and Shamin Kabir. "A review on the human health impact of airborne particulate matter." *Environment international* 74 (2015): 136-143.

[4] Watson, Ann Y., Richard R. Bates, and Donald Kennedy, eds. *Air pollution, the automobile, and public health*. National Academies, 1988.

[5] Avdic, Aldina & Kajan, Ejub & Janković, Dragan & Avdić, Dženan. (2019). Towards Context-Aware Smart Healthcare Platform. *IJEED - INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTING*. 3. 10.7251/IJEED1901026A.

[6] <https://www.ntnu.edu/health/exergaming>

[7] <http://www.mirarehab.com/product/>

[8] http://www.libelium.com/downloads/documentation/mysignals_technical_guide.pdf

[9] <http://www.libelium.com/libelium-promotes-health-monitoring-in-the-workplace-with-mysignals/>

[10] <http://www.libelium.com/e-health-application-developed-with-mysignals-first-winner-in-health-competition-ishic-2017/>

2. REVENDICĂRI

R1: Platforma de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor este caracterizată de alcătuirea din următoarele module: modulul de colectare a datelor de mediu – umiditate, temperatură, concentrații de PM₁₀, PM_{2,5}, COV, NO₂, O₃, CO₂ (1), modulul de transmitere date de tip gateway multiprotocol (2), componentă intermediară de transmitere a datelor (3), componenta de suport decizional (4) și modulul de vizualizare a datelor (5) (vezi Figura 1);

R2: Platforma de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor, conform revendicării anterioare **R1**, este caracterizată prin aceea că permite colectarea datelor de mediu, procesarea acestora și calcularea unui indice compozit unic de calitate a aerului pentru sistemul de suport decizional (5.1);

R3: Platforma de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor, conform revendicărilor **R1** și **R2**, este caracterizată prin aceea că permite colectarea datelor de mediu (modulul 1), transmiterea, procesarea și agregarea acestora pe baza unui indice compozit unic de calitate a aerului cu scopul oferirii de informații unui sistem de suport decizional care permite creșterea calității vieții (vezi Figurile 2 și 3).

3. DESENE

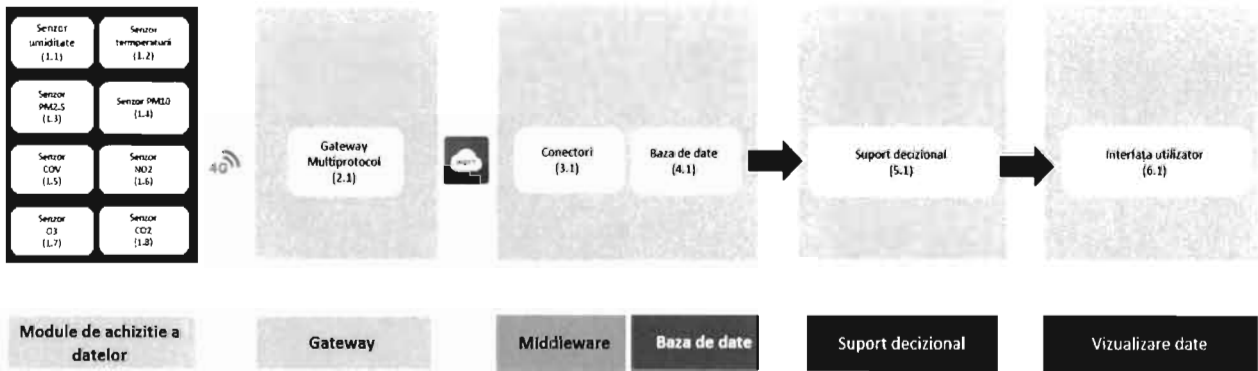


Figura 1: Arhitectura de nivel înalt a platformei de îmbunătățire a calității vieții, prin intermediul unui sistem informatic ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor

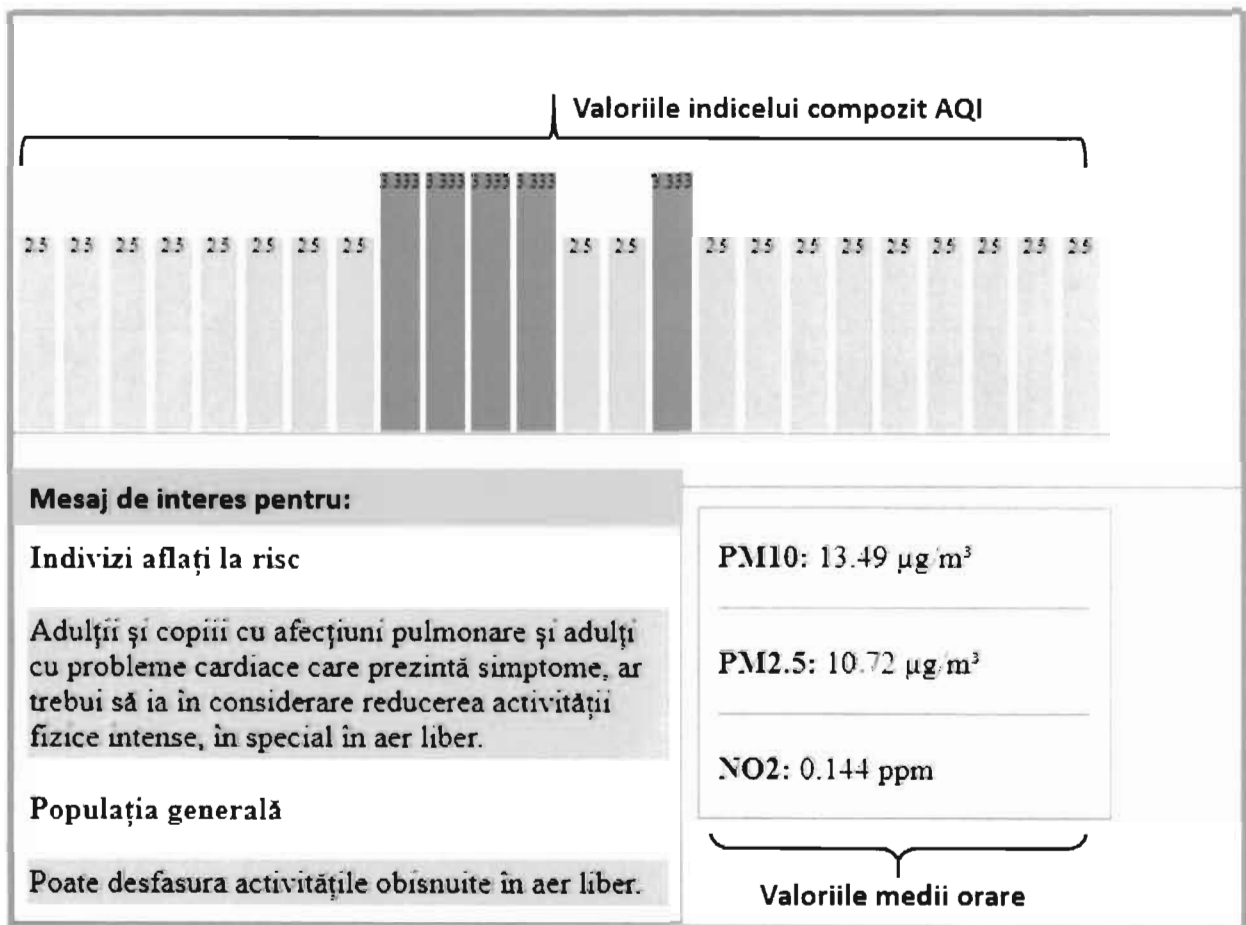


Figura 2: Reprezentarea grafică a componentei de suport decizional

```

/ ==== Graph === /
echo '<div class="wrap">';
$sqlaqi = "SELECT * FROM aqitable ORDER BY timestamp desc LIMIT 24";
$result = $conn->query($sqlaqi);

if ($result->num_rows > 0) {
// output data of each row
while($row = $result->fetch_assoc()) {
$aqi = $row["aqi"];

// Set AQI for graph

if ($aqi < 2) { //green
$aqicol = $aqi * 40;
echo '<div class="barchart column" style="background: green;
height:'. $aqicol. 'px;">'. $aqi. '</div>';
}

if ($aqi >= 2 AND $aqi <3) { //yellow
$aqicol = $aqi * 40;
echo '<div class="barchart column" style="background: yellow;
height:'. $aqicol. 'px;">'. $aqi. '</div>';
}

if ($aqi >= 3 AND $aqi <4) { //orange
$aqicol = $aqi * 40;
echo '<div class="barchart column" style="background: orange;
height:'. $aqicol. 'px;">'. $aqi. '</div>';
}

if ($aqi >= 4 AND $aqi <= 5) { //red
$aqicol = $aqi * 40;
echo '<div class="barchart column" style="background: red;
height:'. $aqicol. 'px;">'. $aqi. '</div>';
}

}
} else {
echo "0 results";
}
echo '</div>';

if ($kmax == 1) {
echo '<p style="padding: 3px 3px 3px 3px; background-color: green; width: 400px;">Pot desfasura
activitățile obisnuite în aer liber.</p>';
}

if ($kmax == 2) {
echo '<p style="padding: 3px 3px 3px 3px; background-color: yellow; width: 400px">Adulții și
copiii cu afecțiuni pulmonare și adulți cu probleme cardiace care prezintă simptome, ar trebui
să ia în considerare reducerea activității fizice intense, în special în aer liber.</p>';
}

if ($kmax == 3) {
echo '<p style="padding: 3px 3px 3px 3px; background-color: orange; width: 400px;">Adulții și
copiii cu afecțiuni pulmonare și adulții cu probleme cardiace, ar trebui să reducă efortul fizic
intens, în special în aer liber, și mai ales în cazul în care prezintă simptome. Persoanele cu
astm pot crește utilizarea medicației de eliberare inhalatorie. Persoanele în vârstă ar trebui
să reducă, de asemenea, efortul fizic.</p>';
}

if ($kmax == 4) {
echo '<p style="padding: 3px 3px 3px 3px; background-color: red; width: 400px;">Adulții și
copiii cu probleme pulmonare, adulții cu probleme cardiace și persoanele în vârstă, ar trebui să
evite activitatea fizică oboseitoare. Persoanele cu astm pot utiliza medicația de eliberare
inhalatorie mai des.</p>';
}

?>

```

Figura 3: Funcția implementată pentru afișarea grafică a valorilor indicelui AQI pentru ultimele 24 de ore și a componentei de suport decizional.