



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00467

(22) Data de depozit: 31/08/2020

(41) Data publicării cererii:
30/08/2022 BOPI nr. 8/2022

(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;

• BĂLĂNESCU NICULINA MIHAELA,
ȘOS. BUCUREȘTI- TÂRGOVIȘTE, NR.44B,
BL.2, AP.336, SAT MOGOȘOAIA,
MOGOȘOAIA, IF, RO;
• PASĂT SANDU - ADRIAN, STR.MOȘOAI, NR.37, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• CEAPARU MARIAN, CALEA FERENTARI NR.12, BL.123, SC.1, ET.5, AP.28, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• POENARU CARMEN VIOLETA, CALEA CRÂNGAȘI, NR.14, BL.40, AP.13, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PLATFORMĂ DE MONITORIZARE A RISCURILOR ASUPRA SĂNĂTĂȚII UMANE ÎN MEDII DE LUCRU PERICULOASE UTILIZÂND SURSE DE DATE ETEROGENE ȘI TEHNOLOGIA INTERNETUL LUCRURILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase, utilizând surse de date eterogene și Internetul Lucrurilor. Platforma conform invenției cuprinde un modul (1) pentru achiziția datelor alcătuit din senzori (1.1, 1.2, 1.3) de mediu, senzori (1.4) de monitorizare a infrastructurii și senzori (1.5, 1.6, 1.7) de monitorizare a parametrilor fiziologici, un modul (2) de transmitere a datelor cu ajutorul căruia datele măsurate de senzorii (1.1, 1.2, 1.3) de mediu și de senzorii (1.4) de monitorizare a infrastructurii sunt transmise către un dispozitiv (2.3) hardware central și de aici către o platformă (3.1) centrală, prin protocoale de comunicație de tip Ethernet/4G/3G/GPRS, iar datele măsurate de senzorii (1.5, 1.6, 1.7) de monitorizare a parametrilor fiziologici sunt transmise către un telefon (2.1) inteligent printr-o interfață Bluetooth, iar sincronizarea datelor se realizează ulterior printr-o aplicație care transmite datele sincronizate către un cloud (3.2) extern și apoi către platforma (3.1) centrală, un modul (3) de stocare și procesare a datelor preluate de la senzorii menționați anterior care cuprinde o bază de date (3.3) specializată și niște aplicații (3.4, 3.5, 3.6, 3.7), dintre care primele două aplicații (3.4, 3.5) realizează prognoza concentrațiilor orare de particule în suspensie, a treia aplicație (3.6)

realizează procesarea datelor fiziologice, iar cea de-a patra aplicație (3.7) realizează procesarea datelor fiziologice și un modul (4) de vizualizare a datelor colectate care permite vizualizarea în timp real și pe perioade de timp selectate a datelor măsurate și a valorilor procesate, cât și generarea de alerte.

Revendicări: 3
Figuri: 4

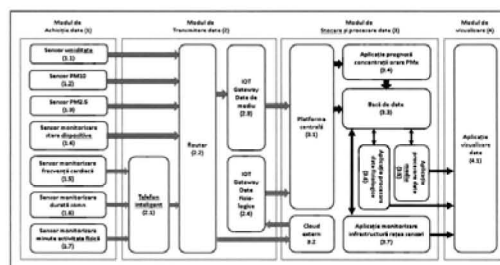
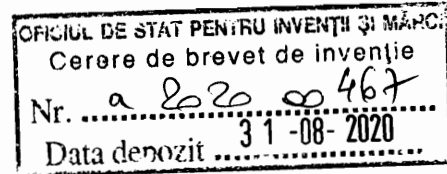


Fig. 1

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 monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor*.

1.2 DOMENIUL DE APLICARE A INVENȚIEI

Invenția se referă la o *Platformă de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor*, dezvoltată în cadrul proiectului “Rețea inteligentă de dispozitive portabile pentru securitatea muncii în medii industriale periculoase” – Wins@Hi (contract nr. 9696/2017, cod înregistrare proiect PN-III-P3-3.5-EUK-2017-02-0038).

Soluția *Platformă de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor* se adresează:

- companiilor ce activează în medii de lucru periculoase și care dezvoltă și aplică un program de identificare, monitorizare și reducere a riscurilor asupra sănătății umane a angajaților;
- dezvoltatorilor de platforme ce utilizează tehnologia Internetul lucrurilor (Internet of Things – IoT);
- autorităților locale, regionale și naționale de sănătate publică ce au în responsabilitate asigurarea respectării de către agenții economici a unor condiții de muncă care să nu afecteze sănătatea angajaților (Direcții de Sănătate Publică, Serviciile de Medicina Muncii);
- autorităților locale ce utilizează platforme de tipul orașe inteligente (Smart City), în funcție de locația și tipul de activitate economică care utilizează platforma propusă;

1.3 STADIUL ACTUAL AL TEHNICII MONDIALE

Identificarea factorilor de risc pentru sănătatea umană pentru activitățile ce se desfășoară în medii de lucru periculoase necesită analiza tuturor conexiunilor dintre potențialele boli și factorii de mediu specifici.

Expunerea la poluanți atmosferici poate afecta sănătatea umană și conduce la creșterea morbidității și mortalității [1]. Poluarea atmosferică este considerată astăzi ca fiind cel mai important risc de mediu (în anul 2012 au fost înregistrate 12,6 milioane de decese datorate expunerii la concentrații mari de poluanți atmosferici) [2], [3].

Afecțiunile musculo-scheletice de origine profesională cele mai des întâlnite sunt reprezentate de durerile de spate (26%), iar, ca pondere, se regăsesc de asemeni și afecțiuni asociate cu pierderea auzului (22%).

15

Calitatea aerului ambiental (inclusiv cea din mediile de lucru) este responsabilă pentru 25% dintre numărul de infarcte, 23% din numărul de cazuri de persoane diagnosticate cu cardiopatie ischemică și 14% din numărul de cazuri de cancer de plămâni [3].

În termeni generali, riscul pentru sănătatea umană depinde de următorii trei factori: (i) cantitatea de substanță chimică care există într-un mediu; (ii) timpul de expunere – perioada în care o persoană este în contact cu mediul contaminat; (iii) toxicitatea inerentă a substanței chimice. Având în vedere durata necesară pentru ca un pericol de mediu să provoace un efect, riscurile se pot defini ca fiind de două tipuri [4]:

- Risc acut – dacă efectele sunt imediate sau în decurs de câteva ore până la o zi;
- Risc cronic – efectele sunt vizibile după o parte semnificativă a vieții sau a întregii vieți. Dacă efectele se întind pe săptămâni sau luni (< 10% din durata de viață a omului), riscul este definit ca fiind subcronic.

Astfel, din prisma acestei metodologii de analiză a riscurilor au fost definite cerințele ce stau la baza dezvoltării unei platforme care să se adreseze ambelor tipuri de riscuri, să ofere posibilitatea de monitorizare în medii de lucru periculoase (de exemplu medii subterane, medii industriale – industria metalurgică, construcții de nave, etc) precum și un sistem de decizie bazat pe date.

Monitorizarea mediului este critică pentru siguranța lucrătorilor din medii subterane (de exemplu metroul, minele, tunelurile) la care se adaugă componenta reprezentată de sistemul de comunicații. Deoarece monitorizarea convențională pe baza de cabluri nu este fezabilă în aceste medii a fost utilizat un sistem wireless care s-a dovedit a fi eficient și a adus noi caracteristici precum expansibilitatea și universalitatea [5].

Un sistem bazat pe dispozitive de tip IoT pentru monitorizarea calității aerului a fost implementat în tunelurile de metrou din Incheon, Coreea de Sud, pentru a identifica sursele de emisie și a măsura nivelurile de poluanți. Sistemul este format dintr-un dispozitiv care are mai mulți senzori echipați pentru monitorizarea COV, CO, CO₂, particulelor în suspensie (PM), precum și a temperaturii, umidității, vitezei vântului și un modul wireless pentru comunicare. Dispozitivul comunică cu un server web printr-un IoT gateway cu rolul de punte pentru conectarea echipamentelor de monitorizare cu serverul web [6].

Pentru monitorizarea parametrilor privind sănătatea umană în ultimii ani au fost utilizate brățările inteligente, piața acestora fiind în plină dezvoltare. În fiecare an fiind lansate noi dispozitive și aplicații mobile ce încorporează algoritmi complecși de procesare a datelor pentru a îmbunătăți metodele de diagnostic și tratament al pacienților. Principiul de funcționare al acestor dispozitive portabile inteligente se bazează pe traductoare fotopletismografice. Acestea din urmă prezintă o sursă de lumină monocromatică și o celulă fotoelectrică. Fascicolul luminos străbate pielea și este absorbită parțial de hemoglobina din masa de sânge circulant sub-cutanat. Frațiunea neabsorbită va ajunge prin transmisie sau reflexie la celula fotoelectrică, și în funcție de cantitatea de lumină primită celula produce un curent care va fi amplificat și înscris grafic (fotopletismograma). Astfel, majoritatea dispozitivelor de tipul brățărilor inteligente folosesc metoda fotopletismogramei pentru monitorizarea frecvenței cardiace, iar, mai departe prin intermediul a diverși algoritmi de calcul se obțin alți parametri de interes precum - monitorizarea somnului, minutelor de activitate fizică intensă, calorii arse, etc [7].

Platforma propusă se adresează ambelor tipuri de riscuri, oferă un sistem de decizie bazat pe date pentru atenuarea riscului asupra sănătății umane și aduce îmbunătățiri condițiilor de lucru în mediile industriale periculoase.

1.4 SCOPUL INVENȚIEI

Scopul invenției este îmbunătățirea mediului de lucru și protecția sănătății lucrătorilor prin dezvoltarea unei platforme bazată pe dispozitive IoT, capabilă să capteze informații din aceste medii, să le stocheze și prelucreze astfel încât să permită luarea unor decizii bazate pe date.

Stadiul actual al platformelor existente ce utilizează tehnologia IoT în medii de lucru periculoase este reprezentat de platforme de achiziție, transmitere și vizualizare date privind mediul de lucru. Platforma propusă prezintă avantajul de a permite achiziția de date din surse eterogene (ce includ și date fiziologice), transmiterea lor utilizând o soluție de comunicații ad-hoc, agilă și fiabilă, stocarea și procesarea acestora prin aplicații specifice (de prognoză a valorilor concentrațiilor orare de PM, de monitorizare a infrastructurii platformei și procesare a datelor fiziologice) și vizualizarea rezultatelor. Un alt avantaj al sistemului este reprezentat de modularitatea acestuia și de faptul că nu necesită condiții speciale de amplasare și funcționare.

Platforma propusă oferă posibilitatea implementării în medii de lucru diverse în care condițiile de muncă și infrastructura sunt dificile.

1.5 EXPUNEREA INVENȚIEI

Funcționalitatea platformei este reprezentată de monitorizarea parametrilor fiziologici (minute active, frecvență cardiacă, durată somn, calitate somn), a parametrilor de mediu (umiditate relativă, concentrații de PM₁₀ și PM_{2.5}) și de funcționare a rețelei de senzori (nivelul de încărcare a bateriei), stocarea și procesarea acestora (inclusiv prin trei aplicații specifice) și afișarea prin intermediul unei interfețe grafice.

Arhitectura sistemului este modulară și permite adăugarea de noi senzori/echipamente de măsură funcție de necesitățile și cerințele utilizatorilor.

Utilizatorul sistemului are acces în timp real la valorile parametrilor monitorizați și a valorilor procesate de cele trei aplicații și poate vizualiza datele stocate pentru diferite perioade de timp.

Arhitectura platformei *de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor* este prezentată în Figura 1. Sistemul este compus din următoarele module:

(i) Modulul de achiziție date (1): senzorii (1.1), (1.2), (1.3) (1.4), (1.5), (1.6) și (1.7) măsoară valorile parametrilor specificați. Aceștia sunt parte integrantă a unor dispozitive hardware care conectează unul sau mai mulți senzori.

(ii) Modulul de transmitere date (2): datele măsurate de senzorii (1.1), (1.2), (1.3) (1.4) sunt transmise de dispozitivele hardware, în care sunt încorporați senzorii, către un dispozitiv central - IoT Gateway Date de mediu (2.3) care realizează transmiterea acestora către Platforma Centrală (3.1) prin protocoale de comunicație de tip Ethernet/4G/3G/GPRS; datele măsurate de senzorii (1.5), (1.6), (1.7) sunt transmise către Dispozitivul mobil inteligent (2.1) prin interfața Bluetooth, iar achiziția (sincronizarea) datelor de la senzorii (1.5), (1.6), (1.7) se realizează printr-o aplicație mobilă, proprietară, care transmite ulterior datele sincronizate către Cloud extern (3.2). Conexiunea la internet ce asigură comunicația dintre dispozitivele hardware și IoT Gateway (2.3), respectiv, Telefon inteligent (2.1) și IoT Gateway (2.4) se realizează prin intermediul componentei (2.2) Router.

(iii) **Modulul de stocare și procesare a datelor (3)** permite stocarea și procesarea datelor măsurate de senzorii prezentați în Modulul (1). Datele preluate de la senzori cu ajutorul dispozitivului - IoT Gateway (2.3) și datele fiziologice preluate de IoT Gateway (2.4) sunt transmise către Platforma centrală (3.1) - o aplicație server Message Queuing Telemetry Transport - MQTT.

Pentru stocare permanentă și analize suplimentare, datele disponibile prin MQTT sunt interfațate de către un set de conectori care asigură trimiterea lor către baze de date specializate (pentru stocarea datelor de tip serii de timp) precum InfluxDB (3.3) și alcătuiesc componenta de stocare. Din datele stocate în baza de date (3.3) pot fi extrase și vizualizate diferite sub-seturi de date prin intermediul unor aplicații specifice – (3.5), (3.6) și (3.7). Aceste aplicații permit generarea anumitor interogări peste datele stocate în baza de date InfluxDB, printr-un limbaj de interogare „asemănător SQL” (numit InfluxQL).

Aplicațiile (3.4) și (3.5) realizează prognoza concentrațiilor orare de PM utilizând un model statistic specific fiecărei locații. Modelul utilizează ca dată de intrare concentrația orară pentru o anumită oră și furnizează ca răspuns o valoare a concentrației pentru ora următoare. Aplicația (3.7) permite calculul unor statistici privind pachetele de date transmise pentru senzorii (1.1) – (1.7).

(iv) **Modulul de vizualizare a datelor colectate (4)** permite afișarea valorilor procesate în aplicațiile (3.4), (3.5), (3.6) și (3.7). Vizualizarea datelor se realizează prin aplicația web (4.1). În Figura 2 se prezintă comparativ rezultatele valorilor concentrațiilor orare de PM₁₀ prognozate cu ajutorul aplicației (3.4) și (3.5) și valorile măsurate. Figura 3 prezintă componentele ecranului de vizualizare cu date rezultate din aplicația de procesare date fiziologice (3.6). Componentele ecranului de vizualizare cu date rezultate din aplicația de monitorizare a infrastructurii (3.7) sunt prezentate în Figura 4. De asemenea, acest modul permite vizualizarea în timp real și pe perioade de timp selectate de către utilizator a datelor furnizate de senzorii (1.1), (1.2), (1.3) și (1.4).

Condițiile de mediu în care **platforma propusă** poate funcționa includ: (a) scurgeri intermitente sau continue de apă (ploaie), (b) temperaturi scăzute, inclusiv sub limita de îngheț, (c) umiditate relativă ridicată și (d) curenți de aer puternici.

1.6 AVANTAJE

Platforma propusă este unică din punct de vedere conceptual și funcțional deoarece permite achiziționarea de date din surse de date eterogene (date de mediu și date fiziologice), transmiterea acestora utilizând o soluție de comunicații ad-hoc, agilă și fiabilă, stocarea și procesarea acestora prin aplicații specifice (de prognoză a valorilor concentrațiilor orare de PM, de monitorizare a infrastructurii platformei și procesare a datelor fiziologice) și vizualizarea rezultatelor.

Avantajele platformei :

- Permite monitorizarea sănătății fizice a lucrătorilor și a caracteristicilor mediului de lucru. Platforma oferă informații vitale despre sănătatea lucrătorilor (frecvența cardiacă, nivelul de stres etc.), dar și informații despre mediul de lucru (temperatură, concentrație de poluanți etc.);

- Este un sistem de comunicare wireless eficient și robust care asigură comunicațiile permanente ținând cont de particularitățile mediului de lucru (diverse obstacole în propagarea undelor radio);
- Asigură monitorizarea stării și a performanței platformei astfel încât să permită analiza în timp real a acesteia, să detecteze posibile erori sau probleme de operare și să prevină posibile deteriorări ale acesteia;
- Oferă capacități de generare de alerte specifice funcție de diferite valori de prag pentru fiecare tip de date utilizat (date legate de starea de sănătate a lucrătorilor, date de context, date de rețea, etc.);
- Permite aplicarea unor măsuri preventive de reducere a concentrațiilor de PM pe baza rezultatelor oferite de componenta de prognoză. Măsurile vor fi aplicate de persoanele responsabile de gestionarea mediului de lucru ce vor fi notificate prin sistemul de alertă integrat în platformă.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Air quality guidelines: Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe; 2005.
- [2] Methods for burden of disease attributable to ambient air pollution for the year 2012. Geneva: World Health Organization; 2014.
- [3] Prüss-Üstün A. et al, Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks, World Health Organization, ISBN 978 92 4 156519 6, 2016
- [4] National Research Council (NRC) (1983) Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process, Washington, DC: National Academy Press, March 1983.
- [5] Zhang, Y. et al, An Integrated Environment Monitoring System for Underground Coal Mines—Wireless Sensor Network Subsystem with Multi-Parameter Monitoring. Sensors 2014, 14, 13149-13170 <https://doi.org/10.3390/s140713149>.
- [6] Jun H. et al, Implementation of IoT-Based Air Quality Monitoring System for Investigating Particulate Matter (PM10) in Subway Tunnels, International Journal of Environmental Research and Public Health, July 2020 <https://doi.org/10.3390/ijerph17155429>.
- [7] Allen J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiol Meas* 2007 Mar;28(3): R1-39

2. REVENDICĂRI

R1: Platforma de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor este caracterizată prin aceea că este constituită din următoarele module: modulul de achiziție date de mediu, fiziologice și privind starea infrastructurii sistemului (1), modulul de transmitere date (2), modulul de stocare și procesare a datelor (3), și modulul de vizualizare a datelor (4) (vezi Figura 1);

R2: Platforma de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor, conform revendicării anterioare **R1**, este caracterizat prin aceea că include patru module (3.4), (3.5), (3.6) și (3.7) ce realizează (i) prognoza concentrațiilor orare de PM (modulele (3.4) și (3.5)); (ii) monitorizarea infrastructurii (modulul (3.6)) și (iii) procesarea datelor fiziologice (modulul (3.7)).

R3: Platforma de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetul lucrurilor conform revendicărilor **R1** și **R2**, este caracterizată prin aceea că acesta conține patru module ce realizează (i) prognoza concentrațiilor orare de PM (modulele (3.4) și (3.5), Figura 2); (ii) monitorizarea infrastructurii (modulul (3.6), Figura 3), (iii) procesarea datelor fiziologice (modulul (3.7), Figura 4) și (iv) componente vizuale ce au scopul de a permite luarea unor decizii bazate pe date pentru îmbunătățirii mediului de lucru și a protecției sănătății lucrătorilor (modulul (4.1), Figura 3 și Figura 4).

3. DESENE

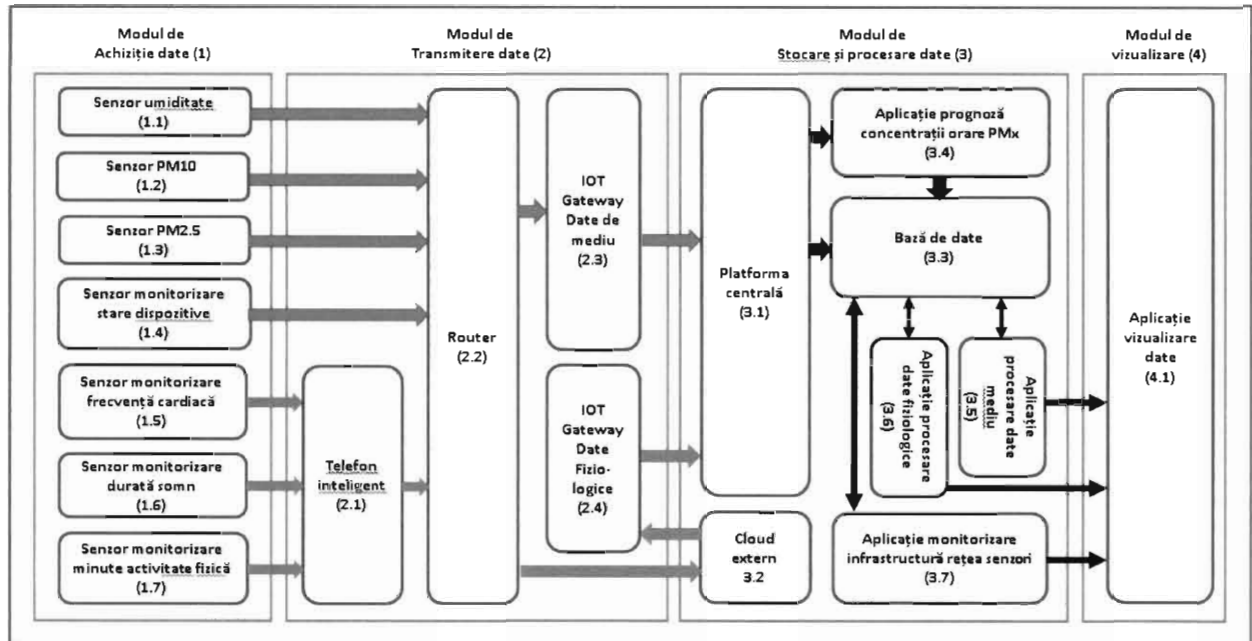


Figura 1: Arhitectura Platformei de monitorizare a riscurilor asupra sănătății umane în medii de lucru periculoase utilizând surse de date eterogene și tehnologia internetului lucrurilor

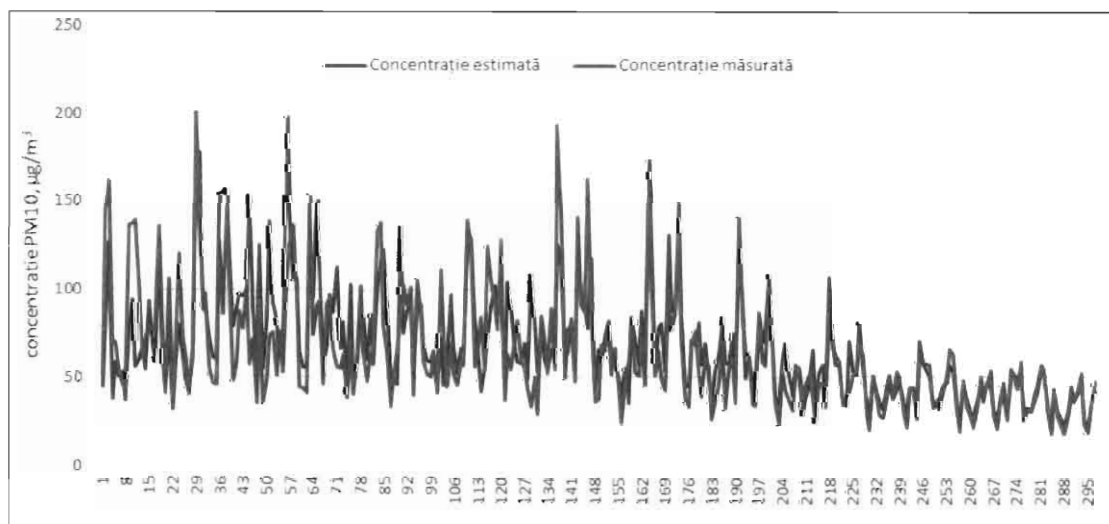


Figura 2. Valorile concentrațiilor orare de PM10 estimate și a celor măsurate pentru 30 de zile

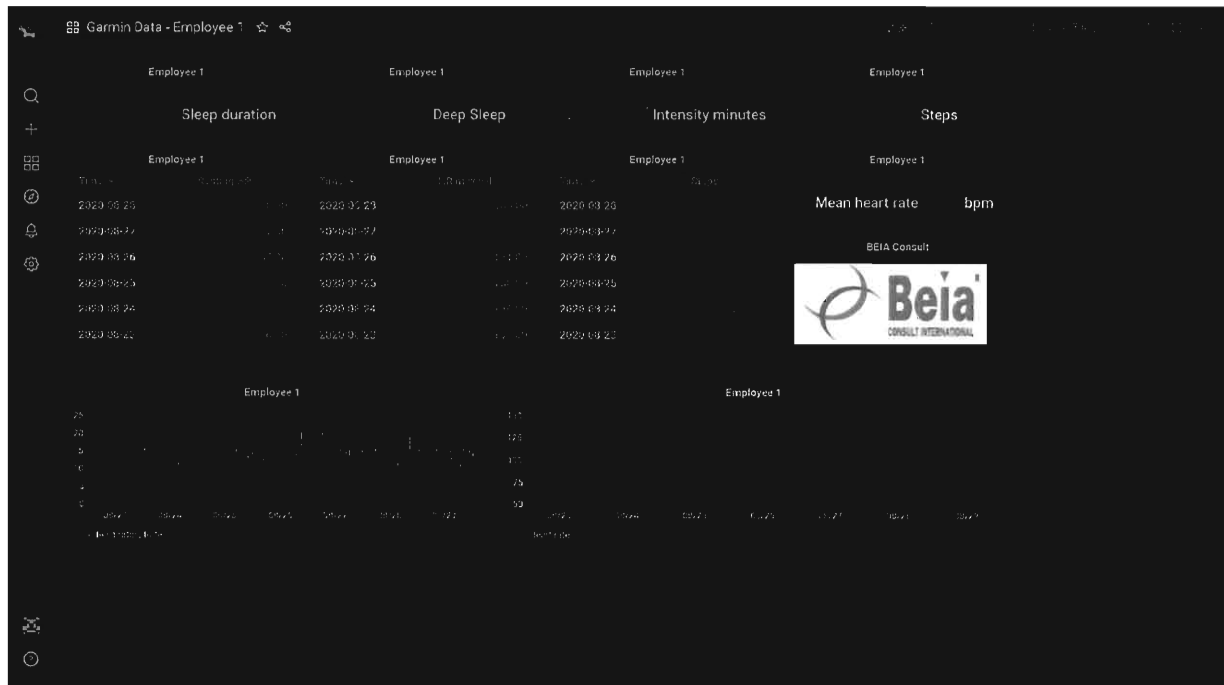


Figura 3 Componentele ecranului de vizualizare cu date rezultate din aplicația de procesare date fiziologice (3.6)

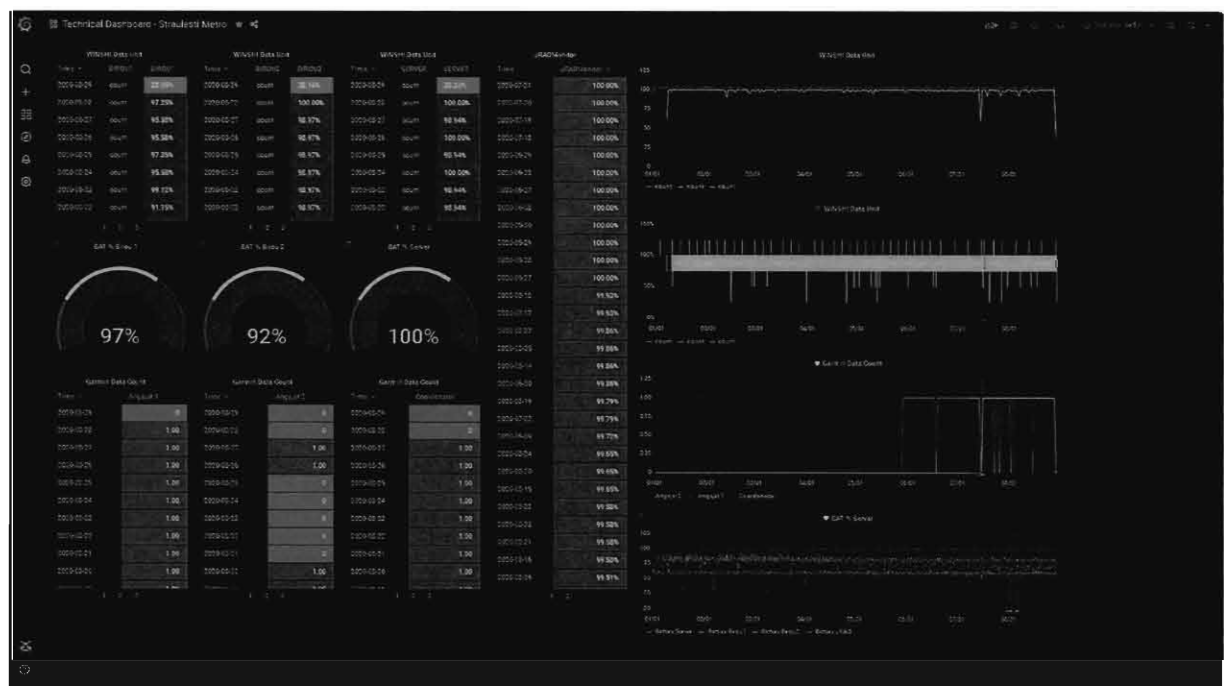


Figura 4 Componentele ecranului de vizualizare cu date rezultate din aplicația de monitorizare a infrastructurii (3.7)