

MINISTERUL EDUCAȚIEI



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

MEDICAL DEVICES MANAGEMENT SYSTEM

PROIECT RC

Autor: **Andreea-Cristiana POPA**

Conducător științific: **Dr. ing. Ioan Valentin SITA**

2022

Cuprins

1	INTRODUCERE.....	2
1.1	CONTEXT GENERAL	2
1.2	OBIECTIVE.....	3
1.3	SPECIFICAȚII	3
2	STUDIU BIBLIOGRAFIC.....	5
3	ANALIZĂ, PROIECTARE, IMPLEMENTARE.....	7
3.1	ANALIZA SI PROIECTARE	2
3.2	IMPLEMENTARE.....	3
3.3	TESTARE	3
4	CONCLUZII.....	13
4.1	REZULTATE OBȚINUTE.....	13
4.2	DIRECȚII DE DEZVOLTARE.....	13
6	BIBLIOGRAFIE.....	14

1 Introducere

1.1 Context general

Evolutia tehnologiei se remarca la rang universal, inclusiv in spatiul sanatatii. In 2011, 22,000 de companii, la nivel european, asigurau necesarul de dispozitive medicale pe piata. Numarul avanseaza direct proportional cu trecerea timpului. [1]

Principalii consumatori de aparatura medicala sunt considerate spitalele, institutii curative-profilactice, unde oamenii bolnavi, indiferent de ordinul maladiei, sunt tratati in functie de protocoale specifice fiecarei arii.[2] Aparatura care asigura ameliorarea simptomelor provocate de diversi factori, respectiv vindecarea completa in randul persoanelor in cauza, se imparte in ramuri corespunzatoare sectiunii din domeniul sanatatii abordate.

Serviciile medicale prestate de baza dintr-un spital sunt in raport direct cu sectii precum: cardiologie, nefrologie, neonatologie, oftalmologie, dermatovenerologie, anatomie patologica, chirurgie generala, gastroenterologie, neurochirurgie etc. [3] Spectrul echipamentelor necesare se intinde de la analize de laborator, ecografii, radiografii, EKG, EEG, tomografii, RMN, pana la scintigrafii si roboti de precizie, special utilizati la operatii. [4]

In contextul curent, gestionarea necorespunzatoare a resurselor de ordin tehnologic determina lipsa de informatii referitoare la starea echipamentelor in timp real, interval restrans intre revizii. Alaturi de lipsa de siguranta privind numarul de dispozitive functionale, respectiv cu disfunctionalitati de divers ordin si luarea in considerare a duratei de uz, se zugravesc investitii in aparatura inutila la momentul respectiv, in detrimentul celei care ar trebui inlocuite in viitorul apropiat.

Date fiind numeroasele domenii si numarul special conturat in jurul tipurilor de echipamente specifice fiecarei sectii, gestionarea aparatelor functionale, luarea in considerare a duratei de viata in cazul fiecarui echipament utilizat si semnalarea timpurie a unui posibil defect, faciliteaza asigurarea calitatii actului medical prestat.

Suntem indreptatiti sa consideram ca optimizarea algoritmului de gestionare a sistemului incadrat anterior participa activ la facilitarea unui mediu propice salvarii mai multor vietii. Prezenta lucrare se incadreaza in 5 sectiuni. In prima diviziune, lectorul este introdus in tema, i se prezinta conceptul sistemului de implementat si obiectivele acestuia.

In a doua parte este prezentat contextul resurselor bibliografice, sursele initiale si cuprinderea aspectelor pozitive ale acestora in aplicatia descrisa. Al treilea capitol se concentreaza asupra fazelor de analiza si proiectie, alaturi de stadiile implementarii si algoritmilor utilizati. In „Concluzii” sunt precizate rezultatele obtinute in urma punerii in

practica a capitolului 3 si directiile potentiale de dezvoltare, continuitatea aplicatiei. In cele din urma, sunt prezentate resursele din care au fost extrase informatii.

1.2 Obiective

Investitia de timp si resurse in sistemul de gestionare a echipamentelor medicale din spital urmareste:

- generarea de coduri QR;
- alocarea unui cod QR fiecarui dispozitiv din unitatea de sanatate;
- implementarea portalului de organizare a dispozitivelor pe categorii;
- capacitatea utilizatorului de a adauga echipamente;
- posibilitatea utilizatorului de a modifica datele pieselor anterior adaugate;
- asigurarea capacitatii de a sterge dispozitive din lista;
- popularea portalului cu tipurile de dispozitive si numele specifice fiecarei categorii aflate in spital;
- implementarea rubricii de semnalare a eventualelor disfunctionalitati de ordin tehnic la nivel de dispozitiv.

Scopul este de a facilita organizarea dispozitivelor medicale in spital. Pe termen scurt, personalul autorizat are capacitatea de a avea in vedere piesele in uz, tipul de piese ce necesita inlocuire, ariile deficitare din punct de vedere al dotarii cu echipamente.

Totodata, cadrele medicale sunt activ antrenate in proces, prin posibilitatea de a urmari istoricul aparatului medical si de a alerta cand respectivul scade in performanta. Identificarea timpurie a posibilelor riscuri la nivel tehnic implica performante crescute in calitatea actului medical.

Pe termen lung, riscul de stricare a echipamentelor in timpul uzului scade, se remarca economia de timp si spatiu, intrucat aparatele nu vor mai fi verificate toate odata, fapt ce impiedica medicii in intervale semnificative de timp.

1.3 Specificații

Aplicatia este destinata administratorului de retea, in prima instanta. Acesta are capacitatea, inca din meniul principal, de a vizualiza toate categoriile de dispozitive medicale. Poate urmari numarul fiecarui fel de echipament si descrierile corespunzatoare. In descriere sunt marcate reviziile si eventualele disfunctionalitati.

In partea de jos a meniului este asigurata posibilitatea personalului autorizat de a genera coduri QR pentru fiecare dispozitiv. La nivel de interfata, caracterul prezentat implica un camp in care utilizatorul introduce numele echipamentului si apasa butonul pentru generarea codului unic.

In partea de sus a meniului este adaugat numele sistemului, urmat de un buton ce infatiseaza lista cu toate tipurile de dispozitive medicale din unitate, in urma actionarii

acestui. In imediata apropiere este afisat un tabel cu detaliile specifice fiecarui tip de dispozitiv medical. In aceeași rubrică sunt prezentate icon-uri ce permit administratorului de rețea să modifice sau să ștergă echipamente din listă.

2 Studiu bibliografic

Pentru optimizarea procesului de organizare a aparaturii medicale, este necesara stimularea unui sistem care sa permita cadrelor medicale sa semnaleze orice neconcordanța cu indicii specifici la nivelul aparaturii folosite. Pentru indeplinirea acestei conditii, se recomanda transmiterea informatiei de la distanta, respectiv posibilitatea de a vedea istoricul echipamentului in cauza.

Procesul descris este facilitat prin utilizarea tehnologiei ce surprinde scanarea unui cod QR atasat aparaturii respective. Scanarea cu o camera, de telefon sau de laptop, ajuta la identificarea dispozitivului, citirea informatiei si adaugarea acestuia in rețeaua IoT. [5] Ulterior, se realizeaza redirectionarea automata la pagina echipamentului propus, spre verificarea detaliilor specifice si semnalarea posibilei disfunctionalitati.

Sfera IoT-ului poate fi considerata o rețea omniprezentă, care permite comunicarea între oameni (H2H), om-la-mașină (H2M) și mașină-la-mașină (M2M), în care fiecare element are o identitate unică. Prin urmare, elementele de etichetă pentru identificare (persoane sau obiecte) sunt de o importanță capitală. [6]

Noile etichete inteligente, capabile să detecteze în timp real și să stabilească comunicații H2H, H2M și M2M sunt o piață în creștere distrusă de aplicații precum *Industria Smart Cities* și *Smart and Connected Communities*, care se estimează că va valora 16,12 miliarde de dolari până în 2025. [6]

În acest cadru, etichetele inteligente pentru autentificare, trasabilitate și detectarea contrafacerii, cu acces controlat (public, restricționat sau criptat) la informații sunt relevante. Din punctul de vedere al utilizatorului, etichetele inteligente IoT ar trebui să fie de încredere, asigurând integritatea, autenticitatea și conservarea informațiilor pentru obiectele aflate în circulație sau în timpul tranzacțiilor. [6]

Codurile QR sunt descrise ca o poartă către IoT, așa cum arată procesul său de evaluare remarcabil. De la codurile scrise de mână, primul pas major evolutiv a fost apariția codurilor de bare în 1952, care, în 1994, au fost dezvoltate în structuri matrice, precum codurile QR. [6]

Potențialul complet și răspândirea codurilor QR devin realitate, în ultimii ani, odată cu utilizarea masivă a smartphone-urilor care încorporează module de achiziție de imagini și capacități îmbunătățite de procesare a datelor. Avantajele binecunoscute ale codurilor QR, cum ar fi lizibilitatea rapidă și ușoară, independentă de orientare, capacitatea de a suporta daune fizice recurente la codurile de corectare a erorilor, le plasează ca buni candidați pentru a face parte din următorul pas de evaluare a elementelor de etichetă. [6]

Mai mult decât atât, în comparație cu etichetele electronice, elementele optice codurile QR oferă avantaje suplimentare, cum ar fi fabricarea ușoară (imprimare cu cerneală pe bază de materiale) și citirea (smartphone-uri) cu costuri de producție și

operare mai mici (CAPEX și OPEX).), strict vizuale și tactile (atrăgătoare pentru aplicații societale), sustenabile din punct de vedere ecologic (reciclare ușoară), printre altele. [6]

În special, codurile QR bazate pe super-module (s-module) multiplexate spațiale și colorate capabile să mărească capacitatea de stocare a unui singur cod QR de până la, cel puțin, de trei ori, folosind spațiul ortogonal de culoare RGB sunt modelate și fabricate. [6]

Modulele s imprimare cu cerneluri luminescente ecologice formează straturi distincte de stocare a informațiilor cu publicul, accese restricționate și/sau criptate, producând o nouă generație de coduri QR active concretizate în dezvoltarea unei aplicații mobile cu acces gratuit pentru smartphone-uri. [6]

3 Analiză, proiectare, implementare

3.1 Analiza si Proiectare

Pentru edulcorarea problematii propuse in capitolele anterioare, sistemul de gestionare a resurselor materiale la nivel de spital este destinata administratorului de retea, in prima instanta. Acesta are capacitatea, inca din meniul principal, de a vizualiza toate categoriile de dispozitive medicale. Poate urmari numarul fiecarui fel de echipament si descrierile corespunzatoare. In descriere sunt marcate reviziile si eventualele disfunctionalitati.

Mediul de lucru al aplicatiei de tip Node.js este reprezentat de Visul Studio Code IDE (integrated development environment). Limbajul principal utilizat este JavaScript, cu extremitatile HTML si secvente de CSS, integrate in formatul EJS (Effective JavaScript).

Dependintele integrate in package sunt cele expuse in imagine:

```
"dependencies": {  
  "axios": "^0.27.2",  
  "bcrypt": "^5.0.1",  
  "body-parser": "^1.20.0",  
  "dotenv": "^16.0.1",  
  "ejs": "^3.1.8",  
  "express": "^4.18.2",  
  "express-validator": "^6.14.2",  
  "joi": "^17.6.0",  
  "jsonwebtoken": "^8.5.1",  
  "mongodb": "^2.0.0",  
  "mongoose": "^6.5.0",  
  "morgan": "^1.10.0",  
  "nodemon": "^2.0.19",  
  "pm2": "^5.2.0",  
  "qrcode": "^1.5.1",  
  "winston": "^3.8.1",  
  "winston-mongodb": "^5.0.7",  
  "winston-transport": "^4.5.0"
```

Figura 3.1.1. Dependinte

In partea de sus a meniului este adaugat numele sistemului, urmat de un buton ce infatiseaza lista cu toate tipurile de dispozitive medicale din unitate, in urma actionarii acestuia. In imediata apropiere este afisat un tabel cu detaliile specifice fiecarui tip de dispozitiv medical. In aceeasi rubrica sunt prezentate icon-uri ce permit administratorului de retea sa modifice sau sa stearga echipamente din lista.

In partea de jos a meniului este asigurata posibilitatea personalului autorizat de a genera coduri QR pentru fiecare dispozitiv. La nivel de interfata, caracterul prezentat

implica un camp in care utilizatorul introduce numele echipamentului si apasa butonul pentru generarea codului unic.

3.2 Implementare

Mediul de lucru al aplicatiei de tip Node.js este reprezentat de Visul Studio Code IDE (integrated development environment). Limbajul principal utilizat este JavaScript, cu extremitatile HTML si secvente de CSS, integrate in formatul EJS (Effective JavaScript).

Pe partea de server a aplicatiei avem:

- Crearea pachetelor routes si services;
- Crearea bazei de date in MongoDB Cloud;

In configurările proiectului, stocate in fisierul config.env, este adaugata adresa bazei de date MongoDB, utilizand urmatorul link: `mongodb+srv://andreea:andreea@cluster0.hb95pmw.mongodb.net/?retryWrites=true&w=majority`.

In partea de sus a meniului este adaugat numele sistemului, urmat de un buton ce infatiseaza lista cu toate tipurile de dispozitive medicale din unitate, in urma actionarii acestuia. In imediata apropiere este afisat un tabel cu detaliile specifice fiecarui tip de dispozitiv medical. In aceeasi rubrica sunt prezentate icon-uri ce permit administratorului de retea sa modifice sau sa stearga echipamente din lista.

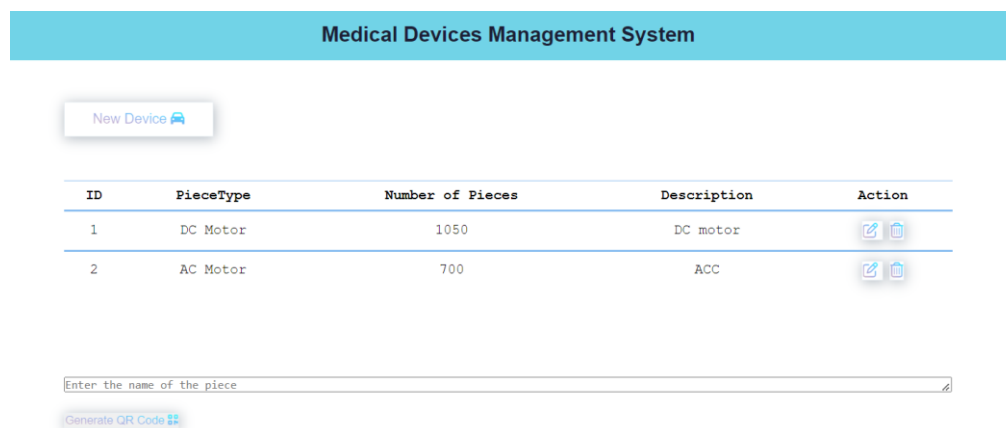


Figura 3.2.1. Meniu principal

In partea de jos a meniului este asigurata posibilitatea personalului autorizat de a genera coduri QR pentru fiecare dispozitiv. La nivel de interfata, caracterul prezentat implica un camp in care utilizatorul introduce numele echipamentului si apasa butonul pentru generarea codului unic.

In urma completarii campului antrenarii butonului „Generate QR Code”, este afisata urmatoarea interfata:

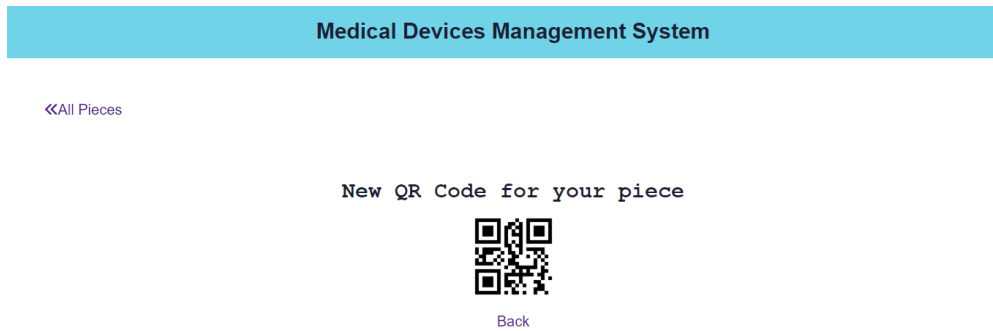


Figura 3.2.2. Generare cod QR

În cazul în care utilizatorul revine în meniul principal și apasă butonul „New Device”, următoarea pagină apare. Administratorul de rețea înserează tipul echipamentului, numărul de piese și descrierea formată din comentarii în urma reviziei și potențiale probleme.

Figura 3.2.3. Meniu adăugare echipament

3.3 Testare și validare

Testarea este necesară pentru asigurarea calității produsului, astfel încât este propusă verificarea stocării datelor atât la adresa <http://localhost:3000/>, cât și în MongoDB Atlas și programul Postman.

În baza de date MongoDB Atlas sunt stocate două elemente.

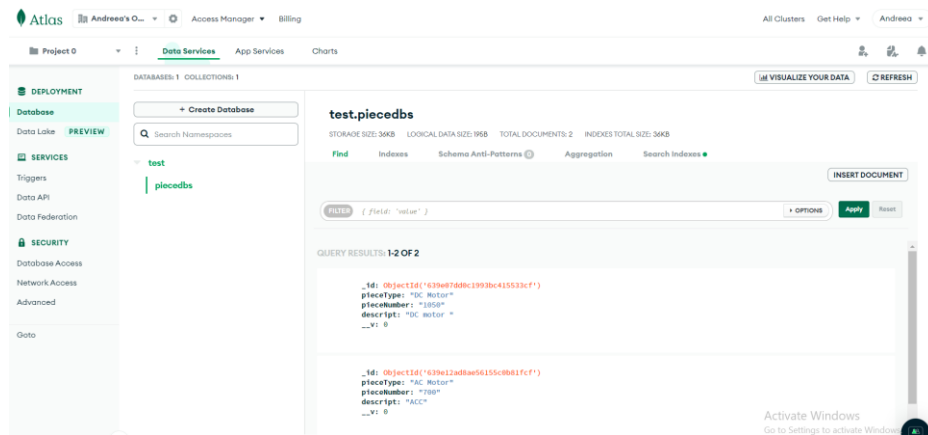


Figura 3.3.1. MongoDB Atlas

La adresa anterior mentionata se observa aceleasi doua elemente:

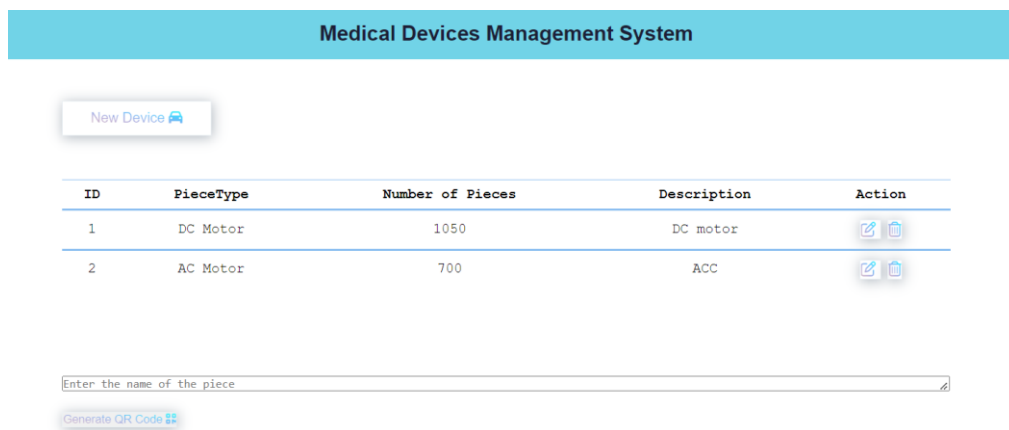


Figura 3.3.2. Meniu principal

In Postman se reflecta rezultate similare:

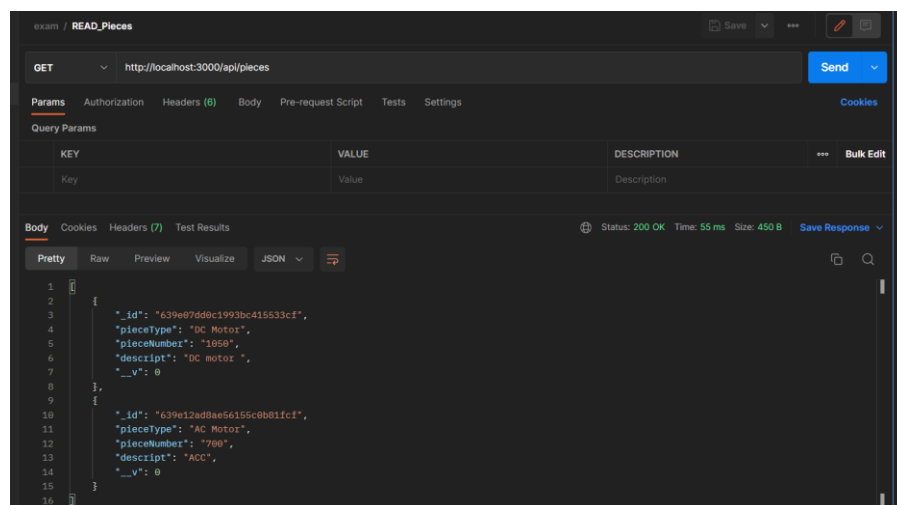


Figura 3.3.3. Figură exemplu, stil: Caption

Pentru asigurarea functiei de UPDATE, se modifica numarul de piese corespunzatoare AC Motor din 700 in 479.

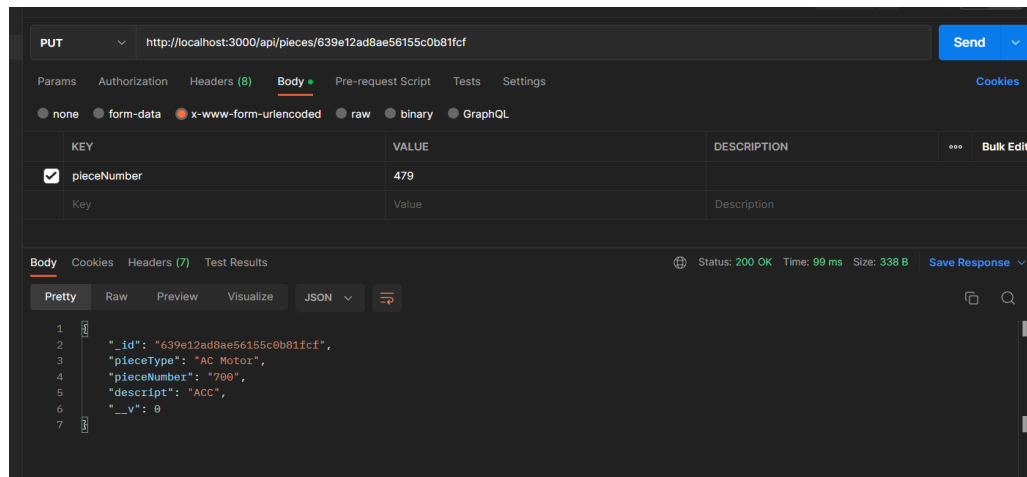


Figura 3.3.4. Actionare UPDATE

Asigurarea calitatii functionalitatii de UPDATE se remarca prin vizualizarea tuturor datelor. Se observa modificarea numarului corespunzator AC Motor.

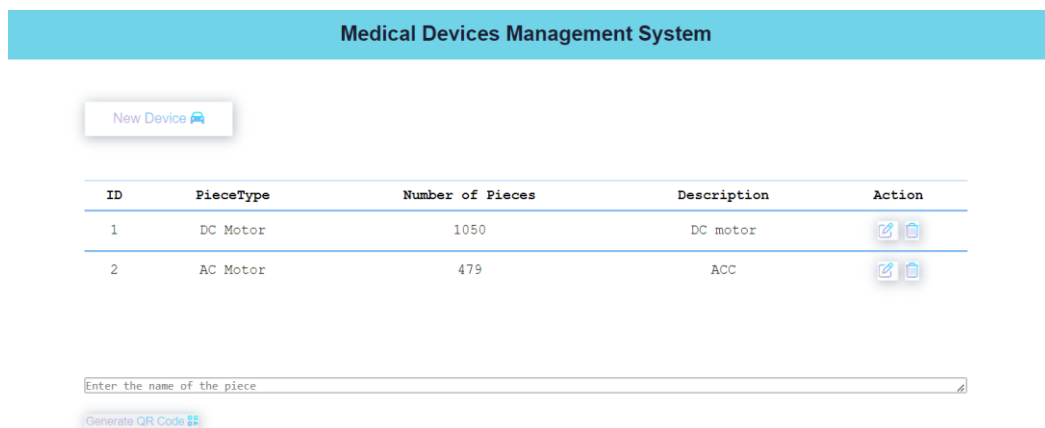


Figura 3.3.5. Figură exemplu, stil: Caption

Functia DELETE asigura stergerea din baza de date, dupa cum urmeaza:

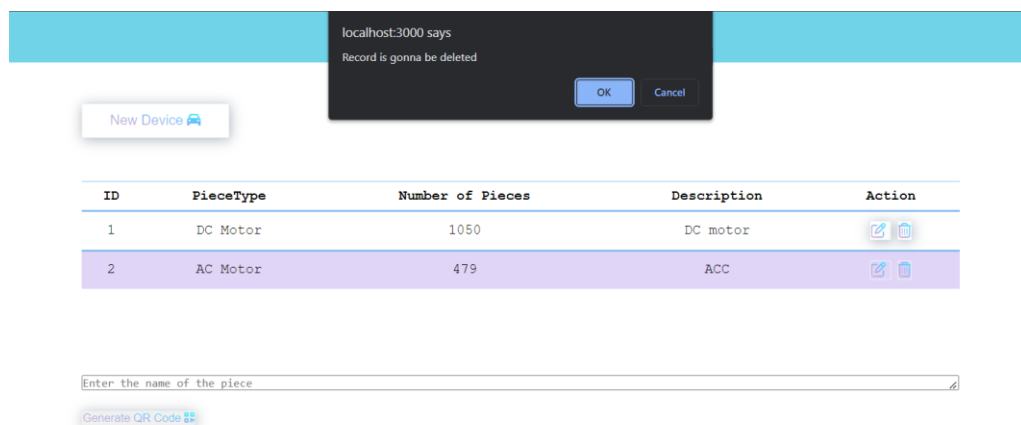


Figura 3.3.6. Stergere piesa

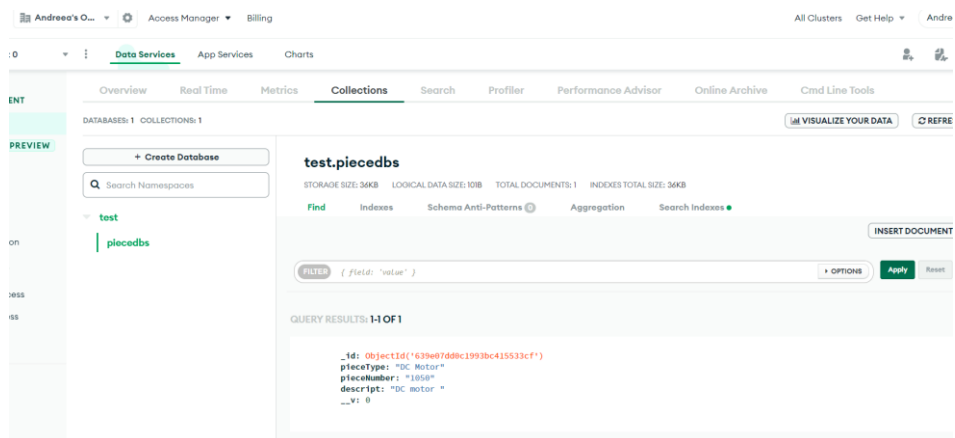


Figura 3.3.7. Verificare stergere in baza de date

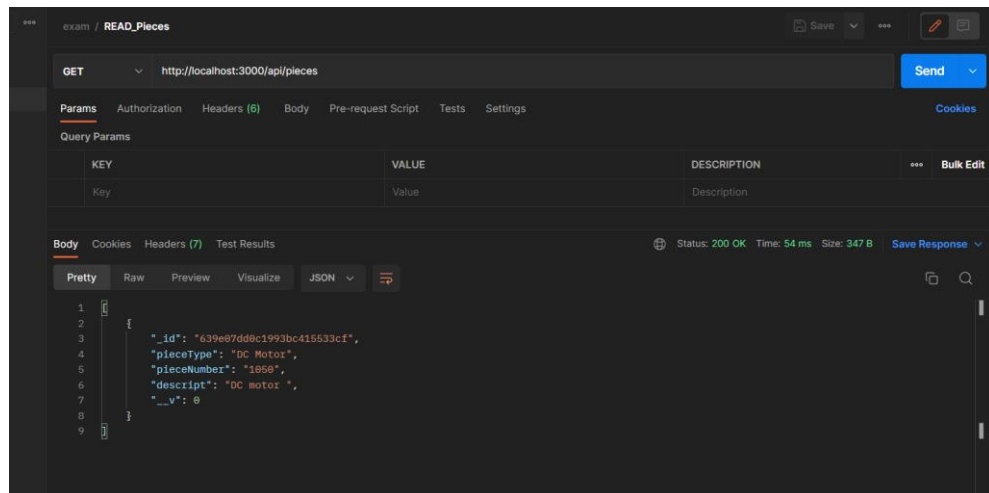


Figura 3.3.8. Verificare stergere in Postman

4 Concluzii

4.1 Rezultate obținute

Date fiind numeroasele domenii si numarul special conturat in jurul tipurilor de echipamente specifice fiecarei sectii, gestionarea aparatelor functionale, luarea in considerare a duratei de viata in cazul fiecarui echipament utilizat si semnalarea timpurie a unui posibil defect, aplicatia faciliteaza asigurarea calitatii actului medical prestat.

Proiectul curent este destinat administratorului de retea, in prima instanta. Acesta are capacitatea, inca din meniul principal, de a vizualiza toate categoriile de dispozitive medicale. Poate urmări numărul fiecarui fel de echipament si descrierile corespunzatoare. In descriere sunt marcate reviziile si eventualele disfunctionalitati.

In partea de jos a meniului este asigurata posibilitatea personalului autorizat de a genera coduri QR pentru fiecare dispozitiv. La nivel de interfata, caracterul prezentat implica un camp in care utilizatorul introduce numele echipamentului si apasa butonul pentru generarea codului unic.

In partea de sus a meniului este adaugat numele sistemului, urmat de un buton ce infatiseaza lista cu toate tipurile de dispozitive medicale din unitate, in urma actionarii acestuia. In imediata apropiere este afisat un tabel cu detaliile specifice fiecarui tip de dispozitiv medical. In aceeasi rubrica sunt prezentate icon-uri ce permit administratorului de retea sa modifice sau sa stearga echipamente din lista.

4.2 Direcții de dezvoltare

Continuitatea aplicatiei de organizare a dispozitivelor din spital este asigurata prin:

- implementarea unui software ce permite cadrelor didactice sa vizualizeze istoricul echipamentelor medicale, prin scanarea codului QR;
- semnalarea de catre sistem cand un echipament ajunge la durata maxima de utilizare;
- achizitionarea unei dispozitiv similar celui de inlocuit la pretul optim, prin tehnica de web-scraping se recomanda.

5 Bibliografie

- 1] <https://www.emergobyul.com/resources/market-europe>
- 2] <https://dexonline.ro/definitie/spital%20>
- 3] <http://www.casan.ro/casdj/page>
- 4] <http://www.casan.ro/casdj/page/care-sunt-serviciile-medicale-de-care-beneficiet.html>
- 5] <https://small-business-inventory-management.com/qr-inventory-business-solutions/iot-commissioning-qr-codes-nfc.htm>
- 6] <https://www.nature.com/articles/s41528-020-0073-1>