UNIVERSITATEA BABEŞ-BOLYAI

Facultatea de Ştiinţe Economice şi Gestiunea Afacerilor

Informatică economică

Lucrare de licenţă

Aplicație web pentru gestiunea pacienților și programărilor din cadrul unui cabinet medical

Absolvent,

Vlad-Ioan **DOBOCAN**

Coordonator ştiinţific,

Lect. univ. dr. Florina **COVACI**

2021

Cuprins

Partea I – Raport de Analiză

Introducere

Tema selectată este strâns legată de activitatea unui cabinet medical. La începutul semestrului I din anul III, am fost nevoit să cer o adeverință medicală de la medicul meu de familie. Pentru această adeverință, am pierdut mai bine de o jumătate de zi în sala de așteptare din cabinetul acestuia. Timpul pierdut în acea zi m-a determinat să creez o aplicație în care pacientul nu mai este nevoie să irosească atât de mult timp în sala de așteptare, iar medicul să își poate gestiona mult mai rapid și mai eficient timpul și pacienții săi. Aplicația mea va rezolva această problema, având în vedere faptul că suntem într-o perioadă dificilă, din cauza pandemiei.

Prin urmare, domeniul pe care reușesc să îl ating în cadrul acestei lucrări este domeniul medical. Probabil toți am simțit cum este să pierdem timp la medic și cât de multe am fi putut face în acel timp. Voi face această aplicație împreună cu medicul meu de familie, folosindu-mă de sfaturile și de cunoștiințele sale din domeniu medical, ca mai apoi acesta să o poată folosi.

Grupul țintă a acestei aplicații vor fi atât pacienții, care nu au cunoștințe legate de domeniul IT și nici de cel medical, cât și medicii de familie, persoane care au cunoștințe în domeniul medical. Principalul beneficiar al aplicației va fi medicul de familie, dat fiind faptul că el va deține această aplicație, iar apoi, să fac această aplicație generală, putând fi folosită de mai mulți medici. Sper ca, folosind această aplicație, nici o persoană să nu mai irosească timp la medicul de familie.

Aplicația ce urmează să o dezvolt va fi o aplicație web și se va numi MedClinic. Scopul principal al aplicației este de a eficientiza timpul de așteptare și de a oferi o mai bună organizare a pacienților unui medic. De asemenea, MedClinic ar fi o alternativă metodei clasice de a face programare la medicul de familie, printr-un apel telefonic, metodă ce pe mine, personal, mă deranjează. Astfel, s-ar elimina timpii morți și conversația inutilă când suni la medicul de familie, programarea făcându-se doar prin câteva click-uri.

Fiind totul mult mai organizat, pacienții care vin fără programare vor intra numai în cazul în care este un loc liber în orar, iar, în caz de urgențe, medicul să poată decala programările cu un anumit interval de timp, restul pacienților știind exact de acest decalaj de timp și când trebuie mai exact să intre.

1.Identificarea și Descrierea Problemei

În momentul de față, foarte puține cabinete medicale au un sistem de gestiune a pacienților care să fie capabil să organizeze programările și fluxul de informație care provine de la pacienți. MedClinic vine în ajutorul cabinetelor care nu au un astfel de sistem. Prin urmare, asistenții din cadrul cabinetelor medicale nu vor mai fi nevoiți să răspundă la apeluri telefonice pentru ca pacienții să fie programați, ci se vor ocupa de pacienții care au nevoie de ajutor.

Probabil principala problema în cadrul cabinetelor medicale este organizarea, mai ales în cadrul pandemiei, unde este foarte important să reducem pe cât posibil interacțiunea dintre pacienți și pierderea de timp. Astfel, un cabinet medical care nu are un sistem de gestiune stabil nu poate să respecte aceste reguli.

1.1 Motivație

Motivul principal care stă la baza acestei soluției este dorința de a exista un sistem de organizare a programărilor mai eficient în cadrul tuturor cabinetelor medicale, astfel încât timpul de așteptare să fie pe cât posibil diminuat. Iar MedClinic va încerca să rezolve acest inconvenient. Însă nu va oferi doar atât. Această aplicație va oferi și un sistem în care medicul își va putea organiza pacienți după cum acesta dorește.

Probabil toți am experimentat cum este să pierdem timp la medicul de familie pentru o simplă adeverință sau o consultație, alături de alți pacienți. Acest timp petrecut alături de ceilalți pacienți este vital datorită faptului că suntem în mijlocul unei pandemii. Un sistem organizat de gestionare a programărilor este necesar în aceste vremuri grele. MedClinic va duce la reducerea duratei de timp de așteptare în cabinet și la o mai bună organizare a pacienților și a rezultatelor acestora. De asemenea, va încerca să ofere și o comunicare mai bună între pacient și medic pentru ca, în caz de urgențe, pacientul să știe și să nu fie nevoit să aștepte în cabinet.

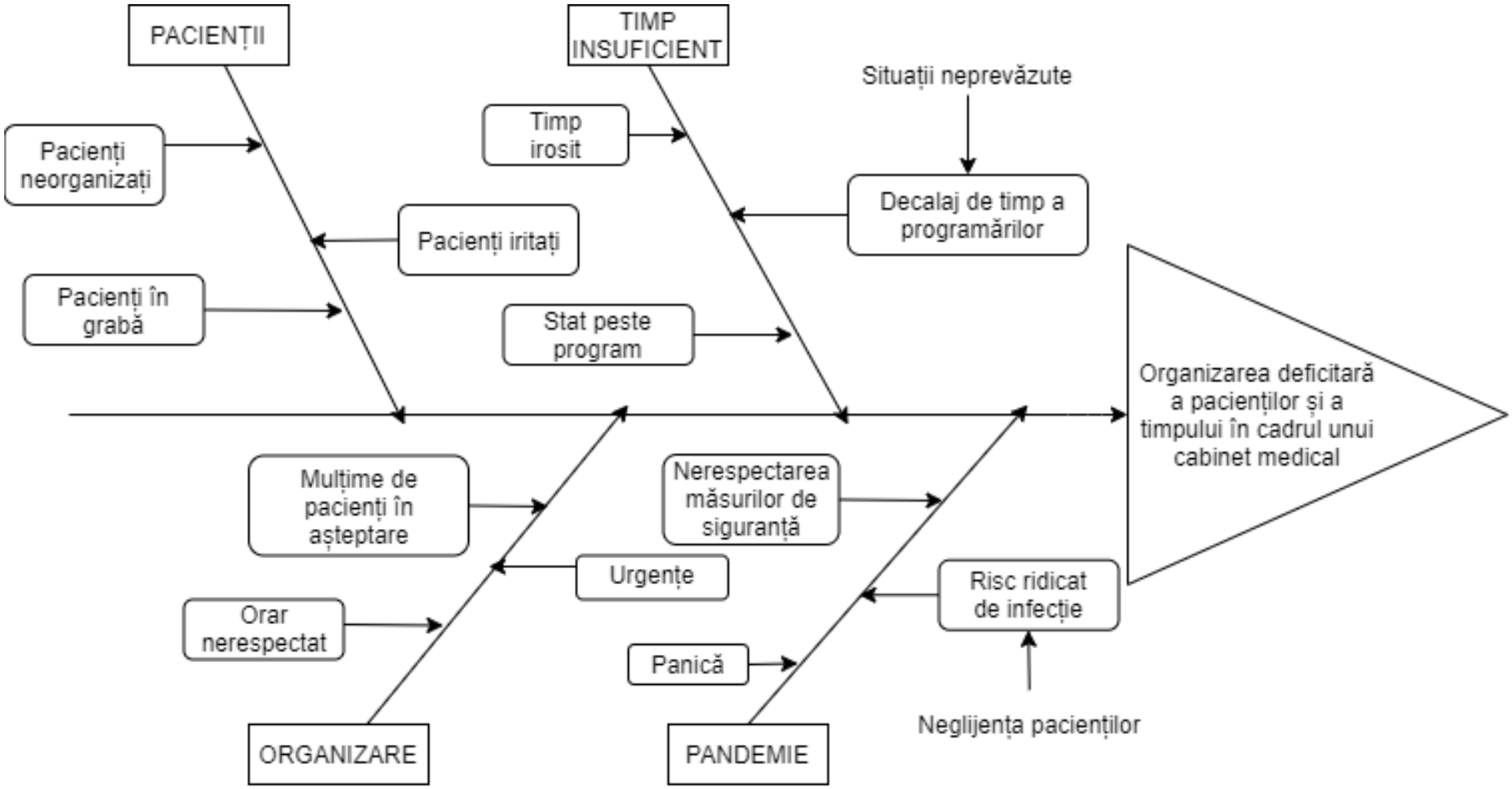


Figura 1 – Diagrama Fish-bone

Un prim obiectiv ar fi “transpunerea” mediului de lucru în format virtual. Fiecare pacient ar trebui să aibe propriul său cont pe aplicație, pentru ca medicul să poată gestiona mult mai ușor pacienții. Pentru aceasta, fiecare pacient va trebui să îndeplinească următoarele:

- Să aibe propriul cont în aplicație
- Să fie aprobat pe medicul său, pentru ca acesta să poată folosi aplicația

Un alt obiectiv ar fi eficientizarea timpului de așteptare, acesta presupunând urmatoarele:

- Realizarea unei programări folosind aplicația web
- Anularea unei programări în timp util, pentru ca medicul să poate folosi acel timp

Urmărind cele de mai sus, putem realiza faptul că este nevoie de o comunicare rapidă între medic și pacient, acest fapt devenind al doilea obiectiv pe lista, fiind realizat prin următorii pași:

- Notificarea medicului în cazul unei urgențe în timp real, folosind chat-ul
- Notificarea folosind metoda clasică, prin email

Nu în ultimul rând, medicul să poată genera anumite documente din aplicație și să le trimită pe e-mail-ul pacientului, pentru ca acesta să poată accesa documentele fără a mai fi necesară deplasarea la cabinetul medical. Acest obietiv poate fi realizat prin următorii pași:

- Generare document
- Trimitere document prin intermediul email-ului

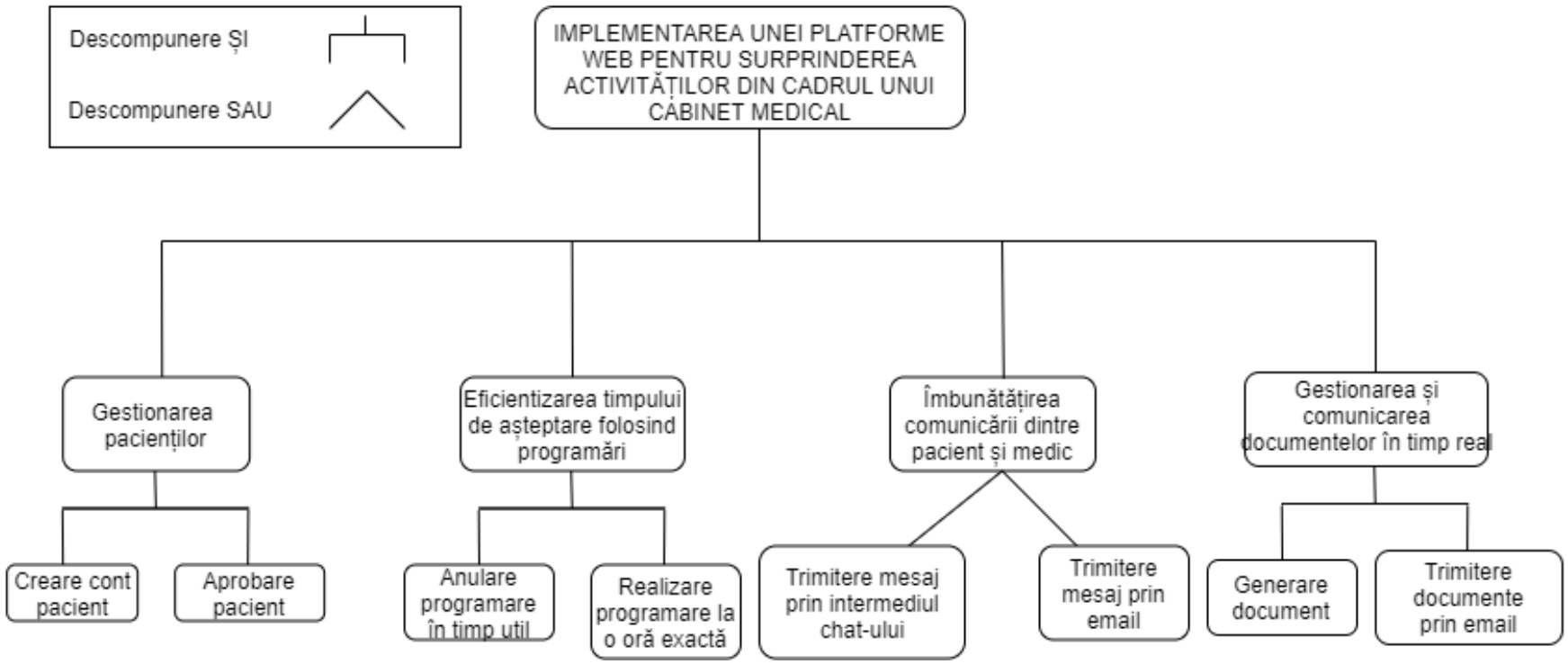


Figura 2 – Diagrama de descompunere a obiectivelor

1.2 Context

Fațeta subiect

Aplicația web MedClinic are ca obiectiv furnizarea unei metode online ușor accesibile tuturor, punând la dispoziție căi eficiente, pentru a surprinde activitatea din cadrul unui cabinet medical. Scopul principal al aplicației este de a oferi o gestiune mai eficientă a activităților ce au loc în cadrul unui cabinet medical și, totodată, de a reduce, pe cât posibil, timpul pierdut de pacient în sala de așteptare.

Chiar dacă aplicația va avea în prim plan eficientizarea gestiunii activităților din cadrul unui cabinet medical, principalii beneficiari ai aplicației nu vor fi doar medici, ci toate persoanele care vor accesa această aplicație, adică atât medicii cât și pacienții acestora.

Fațeta utilizare

Utilizatorii aplicației se împart în 2 categorii: medici și pacienții acestora. Consider că interfața trebuie să fie sugestivă și să permită un acces propice a celor 2 categorii de utilizatori la principalele funcționalități a aplicației.

- **Personal medical:** vor reprezenta principala categorie de utilizatori din cadrul acestei aplicați. Aceștia vor putea naviga prin aplicație prin diferitele funcționalități puse la dispoziție pentru a eficientiza modul de gestionare a pacienților. Principala activitate a acestora va fi cea de gestionare a programărilor și a pacienților folosind o interfață grafică prietenoasă și sugestivă, fiind ușor de folosit.
- **Pacienții:** categoria de utilizatori ce depinde în mare parte de medici. Principala lor activitate este de a realiza programări în cadrul programului de muncă a medicului. Totuși, nu este singura funcționalitate. Aceștia vor mai avea la dispoziție o metodă eficientă de comunicare cu medicul și un mod de a vizualiza ultimele sale vizite la medic.

Fațeta IT

Aplicația conține 2 zone mari, bine delimitate între ele: frontend și backend și o metodă eficientă de a comunica între ele.

Frontend-ul aplicației este realizat folosind un framework de TypeScript numit Angular versiunea 10, dezvoltat și întreținut de o echipă din cadrul companiei Google. Totuși, acest framework doar mi-a pus la dispoziție o varietate de biblioteci pentru a face mai ușoara dezvoltarea aplicației, însă, stilizarea și elementele ce țin de arhitectură au fost realizate folosind HTML5, CSS și JavaScript.

Backend-ul aplicației este realizat folosind ASP.NET Core, versiunea 3.1. Acesta preia datele de pe frontend și, în principiu, le stochează într-o bază de date MySQL, unde datele sunt stocate în formă tabelară.

Metoda de comunicare folosită este un serviciu web, de tip RESTful API. Am ales această metodă deoarece consider că aplicația poate fi extinsă și pe mobile folosind acest serviciu web.

Fațeta dezvoltare

Aplicația s-a realizat folosind o metodă agile de dezvoltare, și anume Scrum.

Metoda Scrum constă într-o echipa formată din persoane specializate pe diferite domenii cu scopul de a realiza diferitele funcționalități a aplicației. Membrii echipei trebuie să lucreze împreuna pentru a realiza produsul final, fiecare membru îndeplinindu-și task-urile primite. Inițial, se stabilește un set de sarcini care descriu ceea ce trebuie facut pentru dezvoltarea aplicației. Apoi, aceste sarcini sunt împărțite echipei și sunt rezolvare pe rând, folosind sprint-uri, acestea reprezentând intervaluri scurte de timp destinate îndeplinirii sarcinilor primite. În cadrul acestei aplicații, am ales ca aceste sprint-uri să aibe o durată de două saptamâni.

La finalul sprint-ului, făceam o analiză a ceea ce s-a implementat și, pe baza acestei analize, se planificam următorul sprint. În acest fel, puteam îmbunătăți sau schimba orice pe parcursul procesului de creare a aplicației.

2. Cerințe de sistem

2.1 Surse de cerințe

Principalele surse de cerințe sunt beneficiari acestei aplicații. Beneficiarii sunt reprezentați de medici și pacienții acestora deoarece aceștia vor fi principali actori în cadrul aplicației web. Având în vedere faptul că beneficiarii sunt două mari categori, cu interese proprii, aplicația trebuie să îndeplinească toate aceste interese.

O altă sursă de cerințe a fost reprezentată de alte aplicații folosite pentru programări și rezervări online. Datorită faptului că folosesc preponderent aplicația mobilă Booking, aplicație folosită pentru rezervari la diverse hoteluri, am putut prelua multe din caracteristicile și ideile prezente în aceasta, chiar dacă domeniul de activitate este unul complet diferit (în cazul Booking-ului, domeniul este turism). Nu în ultimul rând, propria mea imaginație a reprezentat o sursă de cerințe din care am putut extrage unele funcționalități ale aplicației.

2.2 Elicitația cerințelor

Principalele părți implicate în această aplicație sunt beneficiarii aplicației, și anume medici și pacienți.

Medici sunt principali utilizatori ai acestei aplicații. Această aplicație va veni în sprijinul acestora pentru a eficientiza modul de organizare și gestionare a pacienților. Rolul lor principal este de a aproba pacienți și să ofere informație în timp real pacienților.

Deși aplicația are rolul de a eficientiza organizarea din cadrul unui cabinet medical și este destinată, în principal, medicilor, și pacienți joaca un rol important. Obiectivul principal a acestora este de a reduce pe cât posibil timpi morți din cadrul unui cabinet medical. Aceștia vor trebui să folosească interfața grafică sugestivă din aplicația web pentru a se programa la medicul de familie.

Actori	Rol	Obiective
Personal medical	• Să aprobe pacienți • Să comunice în timp real cu pacienți	• Să eficientizeze modul de organizare și gestionare a pacienților
Pacient	• Să realizeze programări online • Să dețină propriul cont valid în aplicație • Să respecte orarul de programări	• Să reducă pe cât posibil timpul de așteptare în cabinet

2.2.1 Chestionar

Prima metoda folosită în cadrul acestui proiect pentru a extrage datele de la viitori utilizatori este chestionarul. Chestionarul a fost completat de diferite categori de utilizatori, fapt ce a dus la identificarea principalelor probleme în sistemul actual de organizare din cadrul unui cabinet medical. Din aceste probleme, am reușit să identific cauzele pentru realizarea acestei aplicații web.

Întrebările din cadrul chestionarului au fost concepute astfel încât să încerce să acopere arii cât mai diverse privind probleme organizaționale din cadrul unui cabinet medical, iar faptul că a fost completat de mai mulți utilizatori din diverse categorii a dus la identificarea problemelor majore.

În realizarea acestui chestionar, am luat în calcul mai mulți factori. Primul factor este vârsta pacienților. Privind acest factor, ne putem da seama că principali pacienți din cadrul unui cabinet medical sunt persoane mai în vârstă, care nu optează pentru programări prin intermediul unei aplicații web, deoarece nu se descurcă foarte bine la folosirea tehnologiei și ar trebui ajutați să realizeze o programare sau să creeze un cont în aplicație. De aici am concluzionat faptul că soluția mea pentru gestionarea pacienților și activităților din cadrul unui cabinet medical nu trebuie să înlocuiască complet metoda clasică de programare.

Un alt factor luat în considerare este organizarea. Marea majoritate a cabinetelor medicale nu funcționează dupa un program strict, astfel că programările sunt realizate pe baza principiului primul venit, primul servit. De aici a rezultat principala problemă a sistemelor clasice de gestionar: timpul de așteptare mare în cadrul cabinetelor medicale.

Nu în ultimul rând, un alt factor important luat în considerare este comportamentul personalului medical, respectiv al pacientului. Problemele rezultate până acum pot crea un mediu de lucru stresant și iritant, fapt ce duce la reacții nepotrivite din partea personalului medical sau al pacienților.

Chestionarul a fost distribuit mai mult persoanelor în vârstă, motivul fiind faptul că aceste persoane frecventează mult mai des cabinetele medicale, însă nu numai acestor persoane. Toți am avut nevoie de o adeverință sau o trimitere de la medicul de familie, deci toți putem fi considerați viitori utilizatori ai acestei aplicații web.

2.2.2 Workshop

Workshop-ul constă în reunirea tuturor părților interesate în realizarea acestei aplicații. Astfel, am organizat o întâlnire în care au fost invitați persoane din toate categoriile sociale. Întâlnirea avea ca scop extragerea cerințelor din toate părțile implicate, astfel încât aplicația să poată acoperi cât mai multe cerințe în cel mai eficient mod posibil.

În cadrul acestei întâlniri au participat persoane de toate vârstele, deoarece toți am avut nevoie de serviciile din cadrul unui cabinet medical de cel puțin câteva ori până acum, însă am încercat să aduc în prim plan persoanele în vârstă, deoarece aceștia frecventează mai des cabinetele medicale.

Contrar așteptărilor mele, principala lor problemă a fost faptul că pierd prea mult timp într-un cabinet medical, mai ales în situație pandemică din prezent, și nu faptul că tehnologia este prea dificilă de folosit sau faptul că nu au acces la internet.

În urma acestei întruniri, au fost identificate următoarele probleme:

- Organizarea deficitară a programărilor;
- Timpul irosit în sala de așteptare;
- Comunicare ineficientă între medic și pacient;
- Dificultatea folosirii tehnologiei, în special pentru persoanele în vârstă;

În urma celor discuțiilor și sugestiilor extrase în urma workshop-ului, dar și în urma răspunsurilor primite din cadrul chestionarelor completate, s-a realizat diagrama Paretto (figura 3), unde se pot observa principalele probleme ce au dus la realizarea unei aplicații web de gestionare a pacienților și a programărilor acestora. Pe axa verticală apare numărul de apariții a problemelor, iar pe axa orizontală apar probleme propriu-zise. Linia de culoare portocalie reprezintă procentajul cumulativ al problemelor, în funcție de numărul de apariții și raportat la numărul total al acestora.

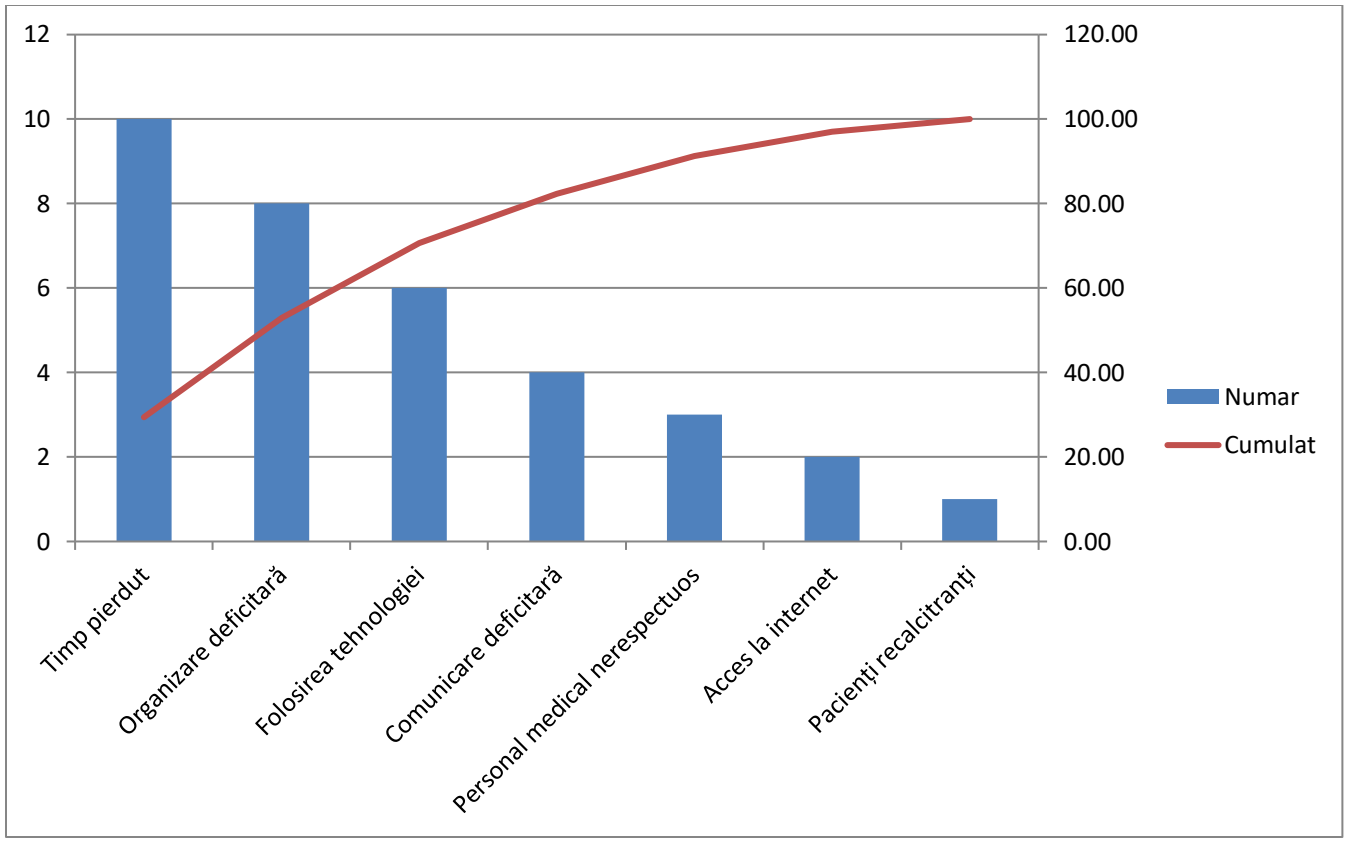


Figura 3 – Diagrama Paretto

Așa cum se poate observa în diagrama Paretto (figura 3), principala problemă a beneficiariilor este timpul pierdut. Această problemă a fost sesizată atât în cadrul work-shop-ului, cât și în cadrul chestionarelor completate de beneficiarii aplicației. Datorită faptului că aproape tot eșantionul a considerat această problemă ca fiind prioritară, am plasat această problemă ca fiind prima în cadrul diagramei de ierarhizare a cerințelor.

Totuși, aceasta nu a fost singura problemă sesizată. Dupa cum se poate observa, o bună parte a eșantionului au considerat o problemă majoră și organizarea deficitară din cadrul unui cabinet medical, cât și folosirea tehnologiei (datorată pacienților cu o vârstă înaintată) și comunicarea deficitară dintre pacient și medic.

2.2.3 Modelul use-case

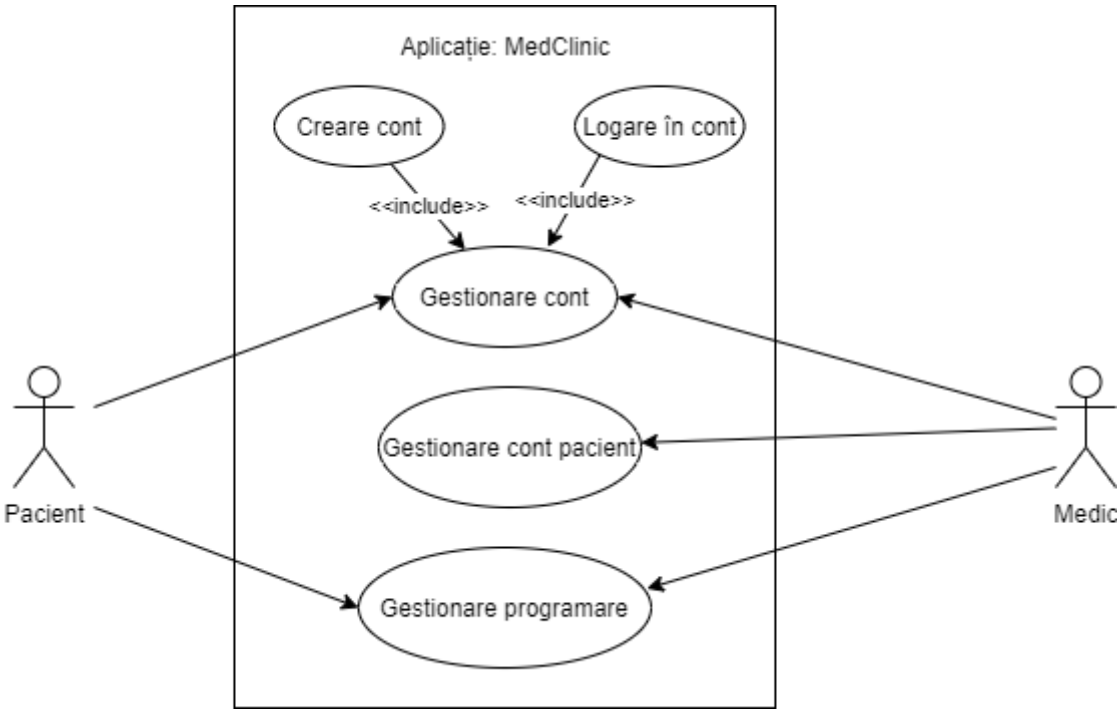


Figura 4 – Use-case

În cadrul acestui use-case, am încercat să surprind principalele funcționalități din cadrul aplicației. După cum precizasem, vor exista două tipuri de utilizatori în cadrul aplicației: personalul medical, și respectiv pacientul. În figura 4, se poate observa rolurile fiecăruia.

Medicul, respectiv personalul medical, va putea să își gestioneze propriul său cont, introducându-și datele sale proprii și asigurându-se că sunt corect, va putea, de asemenea, să gestioneze datele pacientului și va avea posibilitatea să gestioneze orarul său cu programările (să vizualizeze orarul, să modifice datele din orar și chiar să introducă noi programări).

Pacientul, în schimb, va avea posibilitatea să își creeze programare la cabinet, respectiv să modifice sau să șteargă o anumită programare și va avea posibilitatea de a își gestiona propriul său cont, unde va trebui să își creeze contul, să se autentifice și să fie aprobat de medicul său pentru a reuși să realizeze celelalte funcții din cadrul aplicației.

Pentru o înțelegere mai bună a diagramei și a funcționalităților prezentate, voi realiza în continuare un tabel pentru descrierea primului caz de utilizare a acestei aplicații.

Număr	Caz de utilizare	Descriere
1.	Gestionare cont	Funcționalitatea în care, utilizatori, vor avea posibilitatea să își gestioneze propriul lor cont. După cum se poate observa în diagramă, ambele tipuri de utilizatori vor acces la această funcționalitate. Gestionarea contului presupune înregistrarea în cont și apoi autentificarea în cont.
2.	Gestionare cont pacient	Funcționalitate care îi oferă medicului posibilitatea de a edita datele unui pacient. Această funcționalitate este posibilă doar medicului, în caz că este necesar schimbarea din sistem a datelor unui pacient.
3.	Gestionare programare	Probabil principala funcționalitate a aplicației, această funcționalitate va oferi posibilitatea tuturor utilizatorilor de a gestiona eficient programările lor. Această funcționalitate va fi disponibilă ambelor categorii de utilizatori.

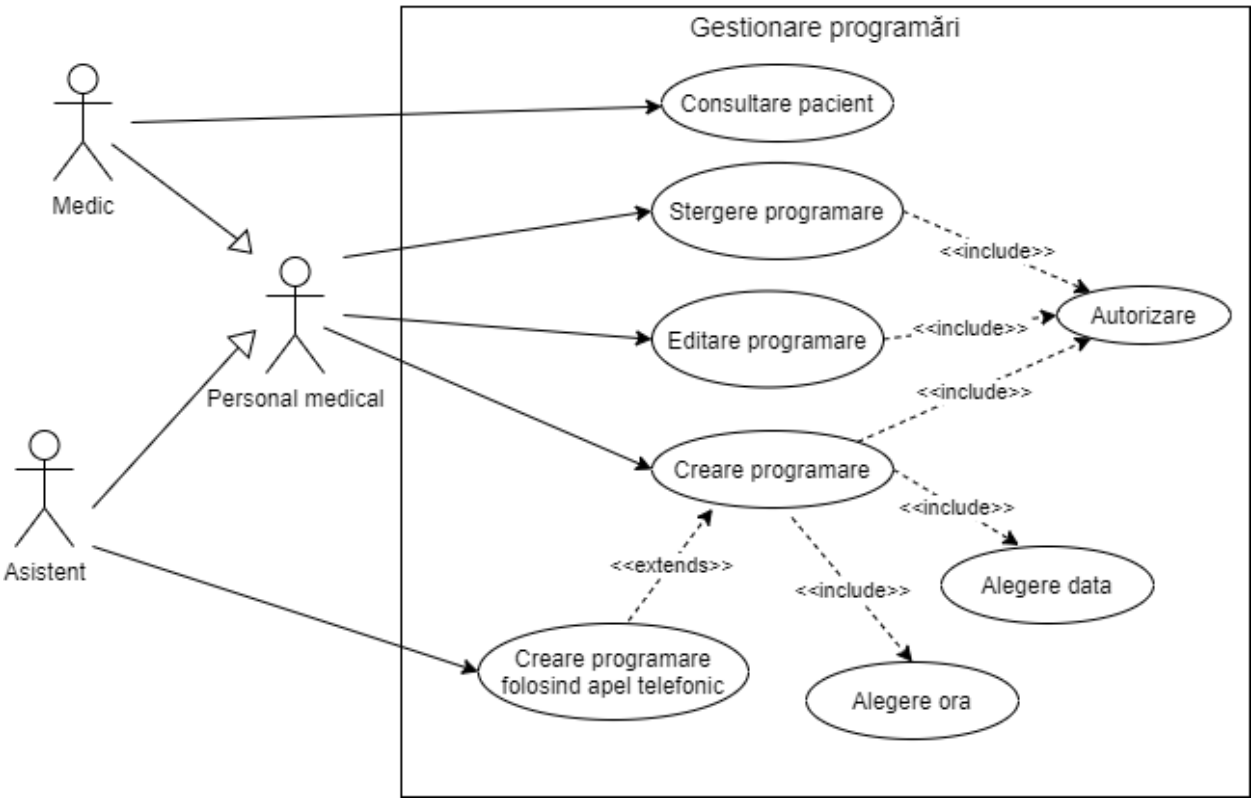


Figura 5 – use-case – funcționalitate

În figura 5, am încercat să surprind use-case-ul pentru o singură funcționalitate din cadrul aplicației, și anume funcționalitatea de gestionare a unei programări. Aceasta este, probabil, cea mai importantă funcționalitate din cadrul aplicației deoarece îi privește pe ambele categorii de utilizatori (medic și pacient).

Rolul personalului medical, în cadrul acestei funcționalități este asemănator cu cel al pacientului, de gestionare a programărilor sale: editare programare, în caz că orarul de programarări se decalează din cauza urgențelor medicale sau a altor probleme, ștergere programare, sau chiar de creare programare, în caz că programările se realizează pe stilul clasic, adică prin apel telefonic, iar asistentul poate adăuga o programare în orar, în timp ce medicul se poate ocupa de pacientul ce a venit pentru o consultație.

Ca și în cazul use-case-ului general, voi realiza un tabel pentru a înțelege mai bine funcționalitatea de gestionare a programărilor din perspectiva personalului medical.

Număr	Caz de utilizare	Descriere
1.	Consultare pacient	Medicul se ocupă de pacientul ce a venit pentru consultație. Deoarece medicul este ocupat de pacient, asistentul medical se poate ocupa de gestionarea programărilor.
2.	Ștergere programare	Opțiunea de ștergere a programării, în cazul în care pacientul nu poate veni și va anunța medicul prin apel telefonic de acest fapt. Această funcționalitate presupune faptul că utilizatorul este autentificat în aplicație.
3.	Editare programare	Opțiunea de a edita o programare, mai exact de a putea să îi schimbe data și ora unei programări, în cazul în care apare o urgență și medicul trebuie să decaleze restul programărilor pentru ca pacienții să nu aștepte. Această funcționalitate presupune faptul că utilizatorul va alege o altă dată și oră validă și că este autentificat în aplicație.
4.	Creare programare	Opțiunea de a crea o programare, am implementat și această opțiune deoarece încă există pacienți care folosesc metoda clasică de programare, și anume un apel telefonic. Astfel, personalul medical poate salva programarea în aplicație pentru ca restul pacienților să fie înștiințați de existența acestei programări. Această funcționalitate presupune faptul că utilizatorul este autentificat în aplicație.

Tabel: Descrierea cazurilor de utilizare

O funcționalitate importantă în cadrul aplicației este reprezentată de înregistrarea/crearea unui cont de pacient în baza de date. Pentru această funcționalitate, voi realiza un scenariu pentru a face cât se poate de clar modul de desfășurare a funcționalității.

SECȚIUNE	CONȚINUT
Identificator	ID1
Nume	Creare cont pacient
Autor	Vlad Dobocan
Versiune	V 1.0
Prioritate	Ridicată
Severitate	Ridicată
Responsabil	Vlad Dobocan
Scurtă descriere	Pentru a putea folosi aplicația, un utilizator trebuie să își creeze cont.
Tip de scenariu	Scenariu de interacțiune (tipul B)
Obiectiv	Eficientizarea activităților ce se desfășoară în cadrul unui cabinet medical.
Actori	Pacientul cabinetului
Precondiție	Conexiune la internet
Post condiție	Pacientul va avea acces la principalele funcționalități ale aplicației
Pașii scenariului	1. Pacientul accesează aplicația web. 2. Pacientul va introduce datele necesare pentru a crea un cont. 3. Aplicația va trimite un email cu un cod pacientului. 4. Pacientul își va introduce codul de pe email într-un formular. 5. Aplicația va valida contul pacientului. 6. Pacientul va aștepta ca medicul să îi aprobe contul. 7. Medicul va aproba pacientul. 8. Pacientul poate folosi restul funcționalităților din aplicație.
Calitate	Înregistrarea/crearea unui cont să se realizeze într-un timp scurt.

Tabel 1: Documentarea textuală a cazului de creare cont utilizator

O altă funcționalitate importantă în cadrul aplicației este realizarea unei programări. Pentru a înțelege și modul de desfășurare a acestei funcționalități, am ales să realizez un scenariu tot sub formă tabelară.

SECȚIUNE	CONȚINUT
Identificator	ID2
Nume	Realizare programare
Autor	Vlad Dobocan
Versiune	V 1.0
Prioritate	Ridicată
Severitate	Medie
Responsabil	Vlad Dobocan
Scurtă descriere	Pacientul va putea folosi aplicația web pentru a realiza o programare la medicul său de familie.
Tip de scenariu	Scenariu de interacțiune (tipul B)
Obiectiv	Eficientizarea activităților ce se desfășoară în cadrul unui cabinet medical.
Actori	Pacientul cabinetului
Precondiție	Conexiune la internet, cont înregistrat, cont autentificat
Post condiție	Pacientul va avea stabilită o dată și oră pentru consultația sa.
Pașii scenariului	1. Pacientul va trebui să se înregistreze. 2. Pacientul va trebui să se autentifice în aplicație. 3. Aplicația va deschide pagina principală a aplicației. 4. Pacientul va accesa link-ul pentru programări. 5. Pacientul va alege o dată. 6. Aplicația va oferi orele disponibile din aceea dată. 7. Pacientul va alege o oră 8. Aplicația va trimite un email cu data și ora aleasă de pacient.
Calitate	Realizare programare intr-un timp scurt
Relația cu alte scenarii	ID1: Creare cont pacient

Tabel 2: Documentarea textuală a cazului de creare programare

2.3 Documentarea cerințelor

Înainte de documentarea cerințelor, vreau să reamintesc care este interesul principal al persoanlului medical, respectiv al pacientului, în cadrul acestei aplicații și care sunt cele 2 cerințe principale. Interesul principal al medicului este de a avea un sistem de gestiune a programărilor și pacienților, în cadrul căruia, să poată gestiona pacienții în mod eficient. În schimb, interesul pacienților este să își atingă scopurile personale irosind cât mai puțin timp în cadrul unui cabinet medical. De aici se poate extrage principalele cerințe ale aplicației:

- aplicație web care surprinde activitatea unui cabinet medical
- aplicație web pentru realizarea unei programări în cadrul unui cabinet medical, fără cozi de așteptare și fără timpi morți

Prin intermediul metodelor de elicitație, am reușit să găsesc restul cerințelor din cadrul aplicației. Am categorizat aceste cerințe pentru a putea fi cât de clar posibil la ce se referă acestea și unde se aplică. Cerințele sunt împărțite în:

- cerinţele de sistem - funcționalitățile necesare ale sistemul informatic
- cerinţe funcţionale - funcționalitățile pe care sistemul trebuie să le îndeplinească;
- cerințele non-funcționale - constrângeri ale serviciilor și funcțiilor oferite de către sistem;
- cerinţe calitative – cerințele speciale amintite de beneficiar;

Cerințele de sistem sunt cerințele pe care trebuie să le îndeplinească dispozitivul pe care va rula aplicația web. În urma datelor obținute, nu a rezultat faptul că sistemul ar trebuie să dețină cerințe speciale pe care trebuie să le îndeplinească, astfel că sistemul va fi construit să funcționeze pe majoritatea motoarelor de căutare care sunt folosite în prezent, precum:

- Google Chrome – versiunea v70+;
- Mozilla Firefox – versiunea v45+;
- Microsoft Edge – versiunea v12+;
- Internet Explorer – versiunea v11+;
- Safari – versiunea v12+;
- Opera - versiunea v48+;

Aceste cerințe de sistem se aplică datorită faptului că în cadrul aplicației este folost cod TypeScript (superclasa a lui JavaScript), care va fi convertit în cod JavaScript ES6 (EcmaScript 2015), iar versiunile de motoare de căutare amintite anterior suportă complet această versiune a codului JavaScript.

În legătură cu sistemul de operare necesar pentru sistemul ce va folosi aplicația, datorită faptului că aplicația ce urmează să fie realizată este o aplicație web, sistemul de operare nu constituie o cerință specială.

Cerințele funcționale constituie principalele funcționalități ale aplicației web. În urma datelor obținute din cadrul metodelor de elicitație, au fost concluzionate, în principiu, cerințele funcționale, deoarece acestea au fost extrase de la viitori utilizatori ai aplicației.

Cerințele funcționale din cadrul aplicației sunt:

- Crearea contului de utilizator;
- Validare email – foarte important pentru trimiteri;
- Conectarea în cont;
- Deconectarea;
- Aprobare pacient din partea medicului;
- Adăugare programări – atât din perspectiva pacientului, cât și a medicului;
- Editare programare;
- Ștergere programare;
- Trimiterea de mesaje în timp real între medic și pacient;
- Notificarea pacientului cu privire la programarea sa;
- Generarea de trimiteri pentru pacienți;
- Recepționarea trimiterilor prin intermediul email-ului;
- Gestionarea pacienților într-un mod clar și sugestiv;
- Posibilitatea de vizualizare a istoricului de programări;

Aplicația va fi realizată folosind 2 categorii de utilizatori: personal medical și, respectiv, pacient, prin urmare cerințele funcționale ce au fost prezentate provin de la ambele categorii de utilizatori.

Cerințele non-funcționale sunt cerințele strâns legate de constrângeri ale aplicației. Probabil orice beneficiar dorește o aplicație funcțională doar în câteva zile, cu o investiție foarte mică. Însă acest lucru nu este posibil. Pentru această aplicație, am hotărât ca în cadrul cerințelor non-funcționale să intre doar anumite criterii, precum:

- **timpul de dezvoltare a aplicației** – aplicația să fie realizată până la un anumit deadline. Pentru această aplicație, perioada de timp pentru realizarea ei este de 3 luni.
- **limbajele de programare și tehnologii folosite** – aplicația să fie construită folosind unele limbaje de programare, precum C#, TypeScript, JavaScript, etc, și doar anumite programe pentru ajutarea dezvoltării, precum: Figma, Postman.
- **eficiența sistemului** – timpul de răspuns a sistemului să fie scăzut, pentru ca utilizatori să aibe o experiență cât mai plăcută.
- **anumite standarde de programare**

Cerințele calitative sunt preferințe speciale impuse de beneficiarii aplicației web. Aceste cerințe au fost culese direct de la beneficiari, prin intermediul workshop-ului, în special.
Principalele cerințe calitative ale aplicației web sunt:

- interfață prietenoasă – pentru o interacțiune cât mai bună cu aplicația
- interfață sugestivă
- timp rapid de procesare a cerințelor
- securitate
- confidențialitatea datelor
- o mai bună interacțiune între personalul medical și pacient

Cu ajutorul acestor cerințe pe care le-am extras de la beneficiari prin intermediul chestionarelor și workshop-ului, am realizat această aplicație web care va încerca să rezolve principalele probleme pe care le are sistemul actual de organizare din cadrul unui cabinet medical.

2.3.1 Procese și Activități

Metoda actuală de realizare a programărilor în majoritatea cabinetelor medicale este prin apel telefonic. Cu toate că această metodă pare a fi una potrivită, de multe ori se dovedește a fi ineficientă, datorită faptului că ține personalul medical ocupat cu conversații care nu au rost. Rezolvarea cu care vine aplicația web este una simplă și ușor de folosit. Astfel, persoanlul medical nu este ocupat cu recepționarea apelurilor telefonice și se poate ocupa mai mult de pacienți. Descriu metoda folosită de aplicația web în următoarea schema:

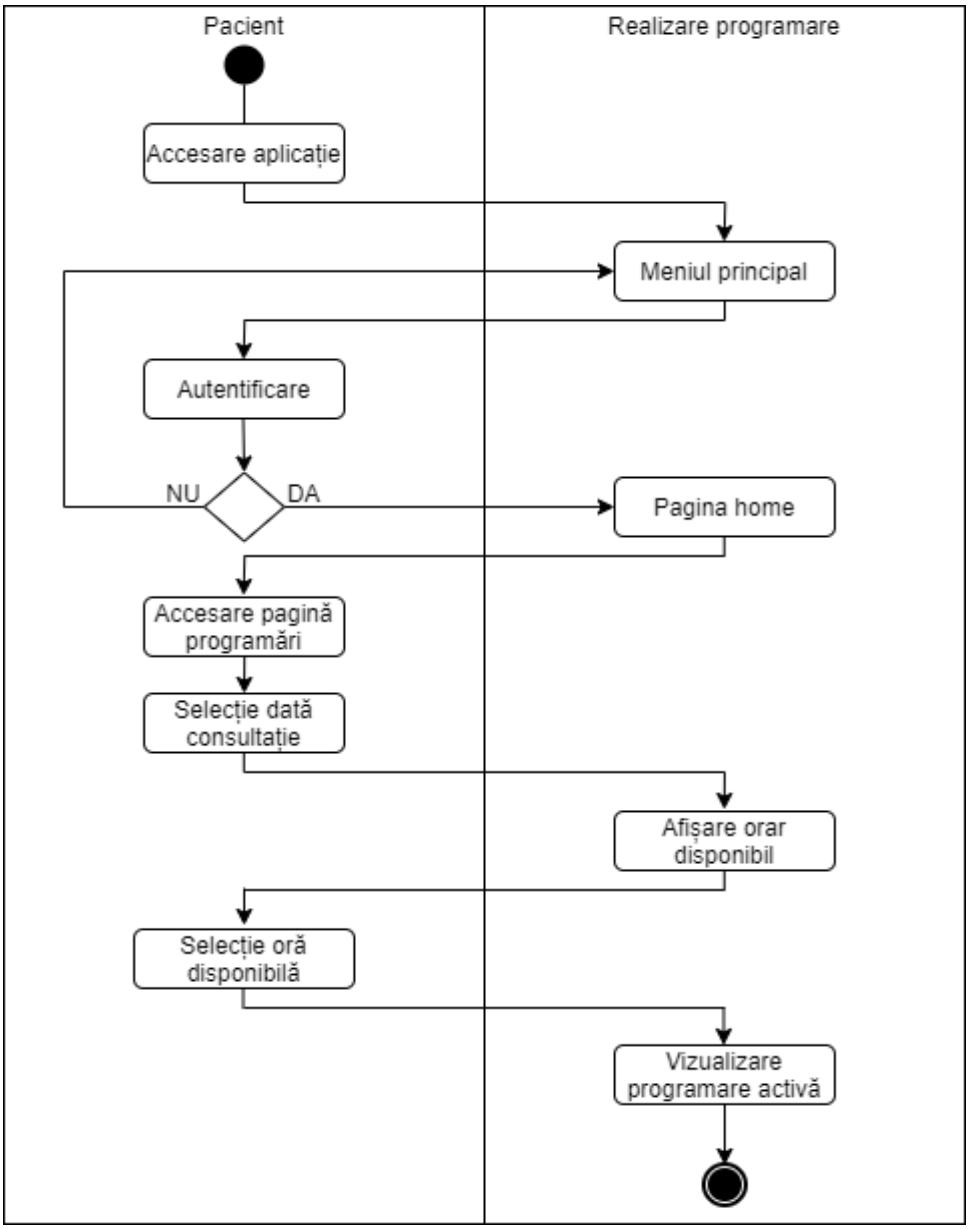


Figura 6 – diagrama de activități

Diagrama de stare ne arată cum și prin ce stări va trece un utilizator când va accesa aplicația web. Inițial, presupunem că utilizatorul nu este încă pe site, așa că acesta trebuie să acceseze link-ul aplicației. Apoi, acesta va trebui să își creeze propriul său cont pentru a putea interacționa cu toate celelalte funcții ale sistemului. După ce acesta va trimite o cerere medicului și va fi aprobat, acesta va putea să selecteze dintr-un mediu sugestiv data și ora când va dori să vină la medic pentru o consultație. În final, acesta se va alege cu o programare activă.
Diagrama de stare a aplicației se poate vedea mai jos:

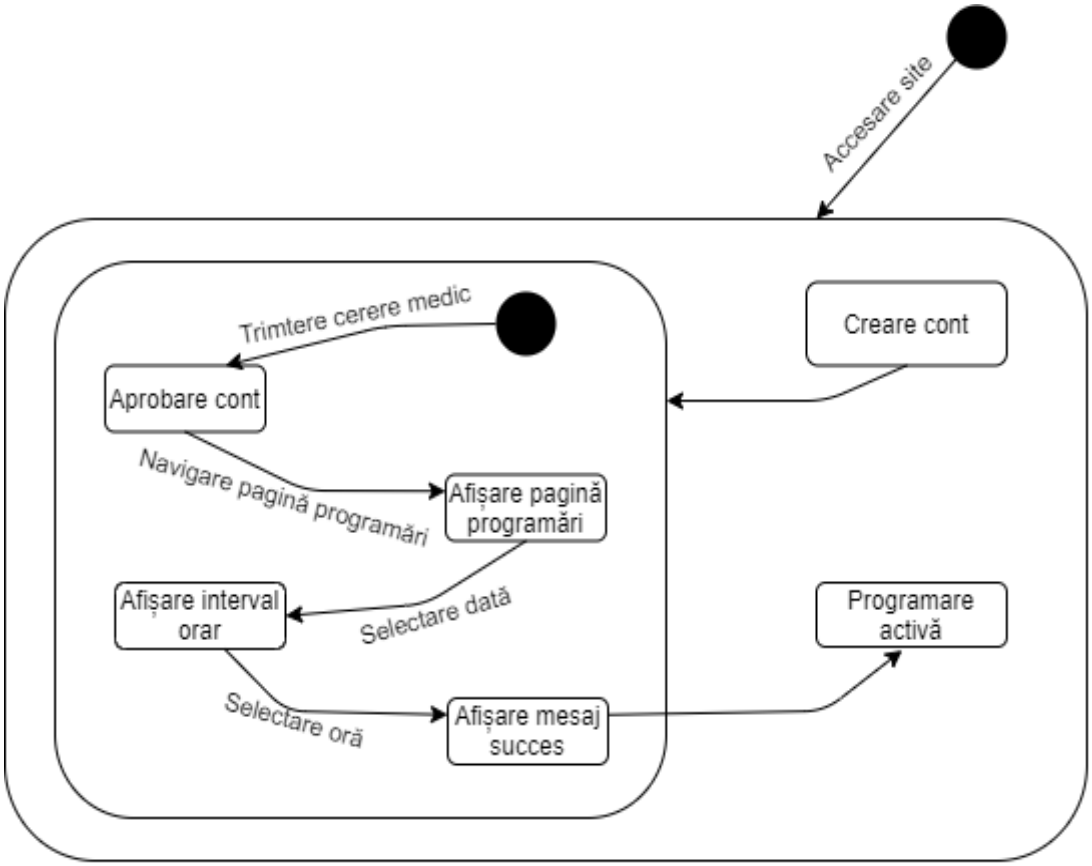


Figura 7 – diagrama de stare

3. Model de Dezvoltare

Metoda de dezvoltare aplicată în cadrul acestei lucrări de licență este metoda Scrum. Folosind această metodă de dezvoltare, am reușit să gestionez dezvoltarea aplicației astfel:

- Am stabilit scopul exact al aplicației și structura sa generală.
- Mi-am propus un set de sarcini pe care am încercat să le îndeplinesc într-o anumită ordine. Pentru fiecare sarcină, am acordat o perioadă de timp, mai exact de 2 săptămâni, astfel încât am reușit să eficientizez modul de dezvoltare a aplicației și să organizez mai ușor proiectul.
- După ce se încheiau cele 2 săptămâni, îmi analizam progresul. Dacă mai rămâneau sarcini de îndeplinit, le adăugam la urmatorul sprint. Astfel, în funcție de progresul fiecărui sprint, cream o listă de sarcini noi ce trebuiau îndeplinite, pentru a dezvolta aplicația până în punctul final.
- Totodată, după fiecare sprint testam și funcționalitățile create în sprint-ul respectiv și că acestea sunt bine integrate în aplicație.
- În cazul în care întâmpinam dificultăți, încercam pe cât posibil să le rezolv în sprint-ul în care acestea apăreau, însă, dacă rezolvarea problemelor dura foarte mult, renunțam la problema respectivă pentru o scurtă perioadă de timp, în cazul în care task-ul care avea problema respectivă nu era o precondiție pentru un alt task.

Partea II – Proiectarea Sistemului Informatic

4. Proiectarea Logică

Modelarea logică este un pas important pentru crearea oricărei aplicații. Astfel că, la fel ca majoritatea sistemelor, și această aplicație web se folosește de modelarea logică a datelor, ceea ce presupune următoarele etape:

- Input de date;
- Prelucrarea input-ului de date;
- Output de date;

În cele ce urmează, voi folosi diagrama de flux pentru a arăta modul în care datele suferă modificări în cadrul aplicației.

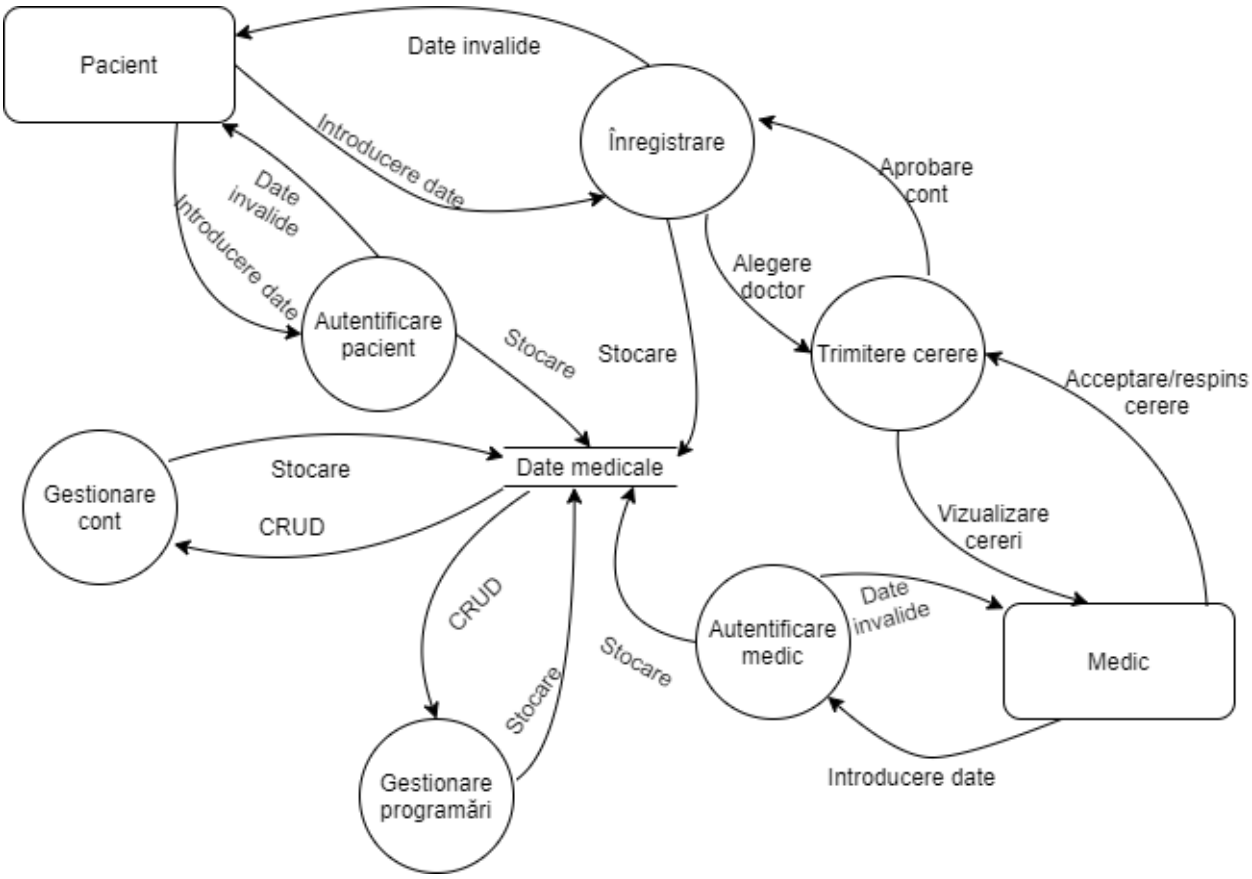


Figura 8 – diagrama de flux de date

Așa cum se poate observa în figura 8 – diagrama de flux de date, funcționalitățile și operațiile care pot avea loc în cadrul acestui sistem informatic sunt strâns legate de tipul de utilizator. Fiecare tip de utilizator poate avea propriile funcționalități, însă pot avea și funcționalități comune, precum gestionarea unui cont sau gestionarea programărilor în cadrul cabinetului medical. Această diagramă este o diagramă de flow specifică nivelului întâi.

Totodată, în diagramă se mai poate observa și cum datele circulă prin sistemul informatic. În principiu, în cadrul fiecărui proces intră un set de date, iar în urma procesării input-ului primit, procesul fie trimite datele la următorul proces, fie datele sunt stocare în cadrul bazei de date, fie sunt trimise înapoi la utilizator, în cazul în care datele de intrare nu sunt corespunzătoare și corecte. Majoritatea proceselor se află sub protecția autentificări, astfel că utilizatori nu pot face prea multe fără să fie autentificați. Deci, un prim proces ce poate fi atins de ambele categorii de utilizatori este autentificarea (și înregistrarea în cazul pacienților). Ambele categorii de utilizatori trebuie să ofere un set de date de intrare procesului de autentificare, iar acest set de date să fie validat de către server, pentru a putea continua folosirea funcționalităților următoare. Ca output în urma acestui proces, utilizatori fie vor avea acces la restul operațiilor și, implicit, la baza de date, fie vor primi un mesaj de eroare în cazul în care datele de intrare nu sunt corecte.

În cele ce urmează, procesele categoriilor de utilizatori sunt asemănătoare deoarece, în principiu, realizează aceleași funcționalități (chiar dacă interfața este diferită). Totuși trebuie menționat faptul că un pacient are și posibilitatea de a crea un cont nou, fapt ce rezultă în salvarea în baza de date a informațiilor introduse de acesta. Odată creat un cont nou, medicul care este ales de către pacient va putea vizualiza lista de cereri pentru pacienți noi și astfel va putea să accepte sau să refuze noul pacient. După ce medicul va accepta cererea pacientului, acesta va avea un cont aprobat și va putea folosi aplicația ori de câte ori este nevoie.

Baza de date relațională este folosită pentru a stoca toate datele medicale ale pacienților și a medicilor. Structura și modul de stocare a datelor vor fi prezentate mai târziu, însă este de reținut faptul că pacienții și personalul medical vor putea accesa datele din baza de date doar după ce sunt autentificați. Fiecare pacient va avea dreptul de a modifica datele create de aceștia și apoi să le salveze, pentru a fi păstrate în baza de date.

4.1 Arhitectura Sistemului

Identificarea arhitecturii sistemului este un pas foarte important în realizarea proiectării oricărui sistem informatic. Arihitectura unui sistem ne arată cum componentele unui sistem lucrează împreună pentru a realiza funcționalitățile prevăzute în cerințe.

Aplicația web prezentată în această lucrare este realizată pe baza arhitecturii client-server. Așa cum sugerează și numele, acest tip de arhitectură are la bază 2 părți importante:

- Clientul – care se ocupă de realizarea cererilor și afișarea răspunsurilor primite de la server – realizat în Angular;
- Serverul – se ocupă de crearea răspunsurilor pe baza cererilor primite de la client și trimiterea acestor răspunsuri înapoi la client – realizat în ASP.NET Core;

Este important de reținut faptul că nu există răspuns fără cerere, însă poate exista cerere care să nu primească niciun răspuns. De asemenea, se pot trimite mai multe cereri de către un client spre server, iar serverul poate să răspundă la mai mulți clienți. Ambele părți din arhitectură lucrează împreună pentru a îndeplini cu succes sarcinile.

În cazul aplicației web MedClinic, serverul este format din endpoint-uri ce pot realiza operații CRUD (create, read, update, delete) asupra bazei de date, iar clientul este reprezentat de browser-ul prin care pacienții și medicii interacționează cu sistemul.

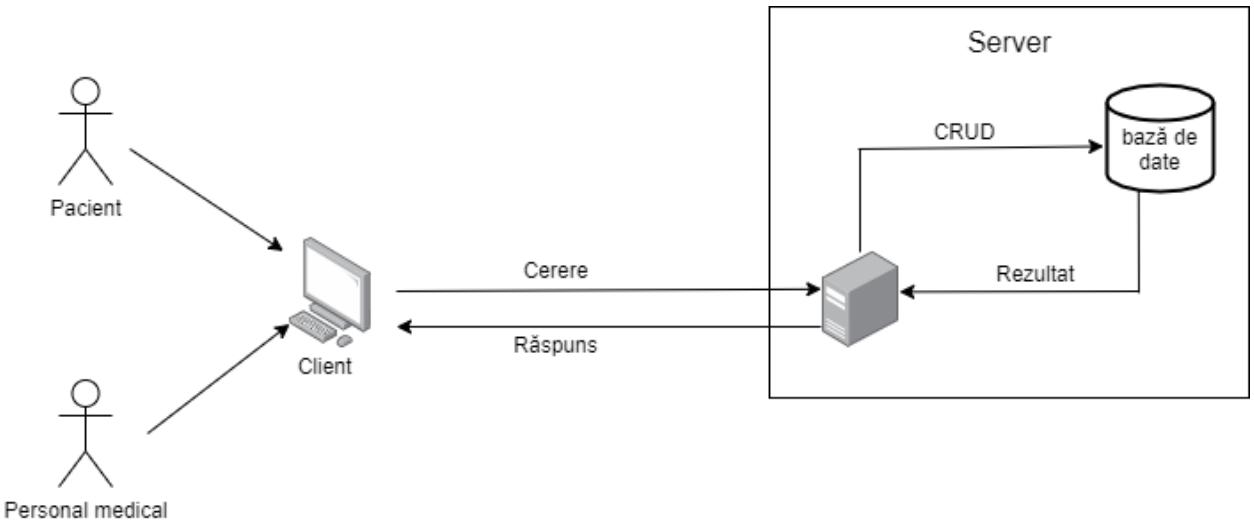


Figura 9 – arhitectura sistemului

În figura 9 – arhitectură sistem - se poate observa mai bine cum componentele sistemul comunică și cooperează una cu cealaltă pentru a îndeplini principalele funcții ale aplicației. Utilizatori interacționează cu clientul (o interfață prietenoasă, ușor de înțeles și simplă) pentru a crea o cerere către server. Această cerere poate conține date noi, pe care utilizatorul dorește să le salveze în baza de date sau poate să fie o cerere prin care utilizatorul dorește să modifice sau să șteargă datele existente în baza de date.

După ce este construită cererea, aceasta este trimisă apoi server-ului unde cererea este procesată. Serverul verifică ce se dorește și va îndeplini ceea ce se află în cerere, iar acesta va construi un răspuns pentru a-l înapoia clientului (de obicei, răspunsul va fi un mesaj că operația a fost îndeplinită cu succes sau un mesaj de eroare în cazul în care ceva nu a mers cum trebuie).

În ceea ce privește structura codului, pe partea de server am folosit un model care se aseamănă foarte mult cu pattern-ul MVC (model, view, controller), numai că view-ul a fost creat folosind Angular. Acest pattern ne ajută să împărțim responsabilitățile între diferitele componente ale sistemului și să menținem codul curat, ordonat și ușor de refolosit. Pentru a înțelege mai bine modul în care pattern-ul MVC funcționează, am realizat următoarea diagramă.

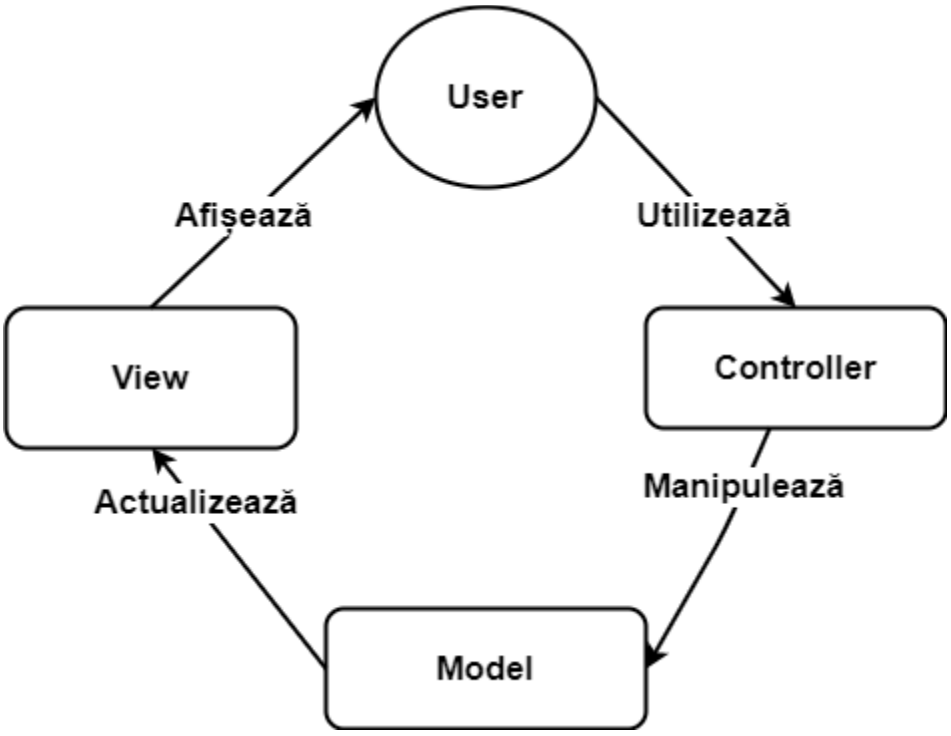


Figura 10 – pattern-ul MVC

Așa cum se poate observa în diagramă, MVC este alcătuit din 3 componente importante: model, view și controller. În cele ce urmează voi explica fiecare componentă și asemănările și deosebirile între acest pattern și arhitectura ce o folosesc în cadrul aplicației (client-server) și de ce aceste arhitecturi sunt foarte asemănătoare.

Componenta model reprezintă datele cu care aplicația interacționează. Acestea reprezintă fie datele care sunt transferate între celelalte componente sau între celelalte funcții ale sistemului, fie date legate de logica sistemului. O caracteristică importantă a acestei componente este faptul că aceasta nu realizează metode sau modalități de transformare/modificare a informației, ci doar o reține. În cadrul aplicației de față, modelele sunt strâns corelate cu baza de date, iar baza de date este realizată folosind tehnica CodeFirst (vezi Structura fizică a datelor). Fiecare Model reprezintă o clasă, iar fiecare proprietate din această clasă va reprezenta un atribut în cadrul tabelului din baza de date.

Componenta Controller reprezintă modul în care server-ul interacționează cu diferite cereri, în funcție de ruta pe care o anumită cerere vine. În controller are loc transformarea sau modificarea datelor, criptarea lor și respectiv salvarea acestora în baza de date. Fiecare Controller deține o serie de rute ce permite clientului să trimită/acceseze date. Este important de subliniat faptul că datele ce sunt transmise de la client au forma unei clase-model, fapt ce ne oferă posibilitatea de reutilizare a codului. Totuși, aceste date nu sunt exact clase-model, ci mai degrabă un DTO (data transfer object), care reprezintă o transformare a claselor model, însă cu mici diferențe de structură. Aceste obiecte ne ajută să nu fie necesar utilizarea întregilor date reținute de clase model, ci doar porțiuni din aceste date, mai exact putem folosi doar ce este necesar. Spre exemplu, modelul User poate conține parole, coduri PIN sau alte date ce nu vrem să le trimitem clientului.

Componenta View în pattern-ul MVC are un rol foarte important deoarece prin intermediul acestei componente, utilizatorii interacționează cu sistemul și cu informațiile ce sunt stocate în baza de date. Totuși, în cadrul acestei aplicații, view-ul este reprezentat de client, ce poate fi o aplicație web, ca în cazul aplicației de față, sau o aplicație mobile/desktop. Clientul este realizat folosind framework-ul Angular 10, un framework de TypeScript ce facilitează crearea aplicațiilor de tip Single Page Applications (SPA).

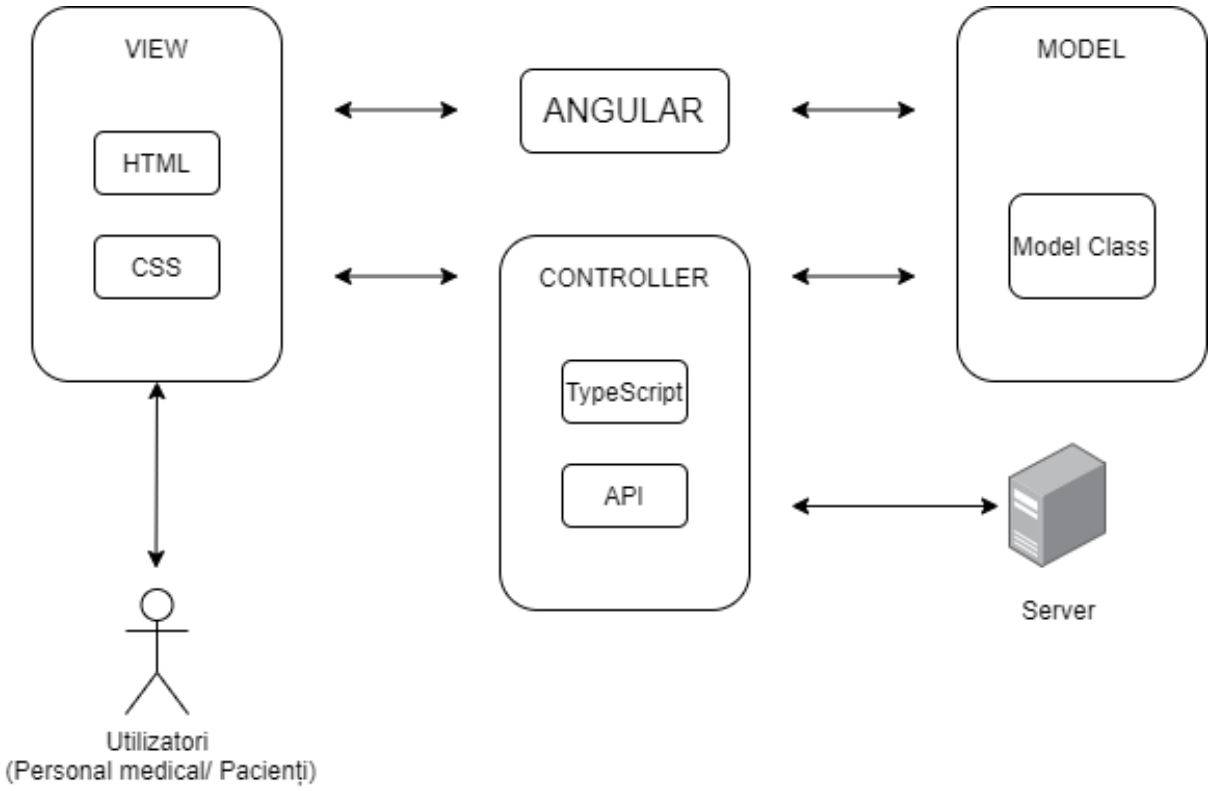


Figura 11 – componenta View - Angular

În figura 11, este prezentat modul de funcționare a unui view atunci când acesta este creat de Angular. După cum se poate observa în imagine, utilizatori interacționează cu View din Angular (care reprezintă componentele din Angular), acestea comunică cu controller-ele care conțin call-uri HTTP către API-urile create de server (denumite servicii), iar acestea aduc date în frontend utilizând modele de date pentru a ușura munca programatorului. (Freeman, 2021)

Câteva diferențe între componenta view clasică și cea abordată în această aplicație web ar fi:

- Gestionare datelor – în cadrul aplicațiilor de tip MVC, gestionarea datelor este realizată de server și pe partea de Client, însă în cadrul aplicațiilor de tip client-server, clientul este nevoie să își gestioneze singur datele deoarece server-ul nu este implicat în partea de front-end al aplicației; acesta doar trimite/recepționează datele.
- Viteza de răspuns – în cadrul aplicațiilor MVC, view primește datele mai repede și poate duce la o experiență mai plăcuta pentru utilizator; pentru aplicațiile de tip client-server, datele pot avea un delay destul de mare – acest delay depinde de mai

mulți factori, însă e important de realizat faptul că un client se poate folosi de rutele unui controller de oriunde de pe glob.

- Securitatea – pattern-ul MVC oferă o securitate a datelor puțin mai bună decât aplicațiile realizate folosind o structură client-server.

Totuși, aplicațiile SPA sunt aplicațiile ce interacționează cu utilizatorul într-un mod dinamic și nu este necesară reîncărcarea întregii pagini în timpul utilizării. De aici rezultă faptul că timpul de așteptare ar trebui să fie cât mai mic posibil, existând o singură pagină pe care o poți vizita și ce apoi încarcă alt conținut.

4.2 Baza Informaţională

Baza informațională este una dintre principalele componente ale unui sistem informatic. Aceasta cuprinde ansamblu colecțiilor de date cu care aplicația va lucra pentru a realiza scopul pentru care aplicația a fost proiectată.

Sistemul de față este construit cu scopul de a surprinde activitatea din cadrul unui cabinet medical. Pentru aceasta, este nevoie să identificăm principalele tipurile de date de care avem nevoie pentru ca sistemul să funcționeze și să își îndeplinească scopul. După cum am preziat în capitolul anterior (capitolul 1.2.1, Fațeta Utilizare), avem 2 tipuri de utilizatori în cadrul aplicației: personal medical/medic și, respectiv, pacienți. Este nevoie să identificăm propriile interese a fiecărui tip de utilizator pentru a reuși să identificăm cu succes tipurile de date de care avem nevoie. Aceste interese au fost identificate folosind metode de elicitație a cerințelor, astfel că interesele stackholderilor au devenit cerințe funcționale pentru aplicație. Cerințele funcționale reprezintă principala sursă de unde putem afla ce tipuri de date avem nevoie.

Fiecare categorie de utilizator prezintă interese diferite, ceea ce înseamnă că este nevoie să stocăm date despre fiecare categorie în parte pentru a putea să oferim utilizatorilor ce au nevoie. De exemplu, pacientul dorește să realizeze o programare la medic fără să mai folosească un apel telefonic, iar data și ora să fie clar stabilite, în timp ce medicul dorește să gestioneze programările sale și pacienții într-un mod eficient. Pentru a fi posibil acest fapt, este nevoie să reușim să diferențiem tipurile de utilizator între ei și să reținem infomații diferite în baza de date în funcție de tipul de utilizator. De asemenea, există funcționalități specifice numai unei categorii de utilizatori. De exemplu, pacientul poate vizualiza un istoric medical, să vadă când acesta a

fost ultima oară la medic, iar medicul să poată vizualiza programările întregilor pacienți și când acestea sunt programate.

Putem conluziona faptul că baza de cunoștințe reprezintă o componentă principală în cadrul oricărui sistem informatic, componentă fără de care un sistem nu ar reuși să îndeplinească principalele sale funcționalități și nu ar putea diferenția între diferitele tipuri de utilizatori. Pentru a îndeplini toate acestea, am creat o bază de date relațională care va stoca toate informațiile de care are nevoie un sistem de acest fel pentru a reuși să își atingă cu succes toate scopurile sale.

5. Proiectarea Tehnică

5.1 Structura fizică a datelor

Un pas foarte important în crearea aplicației a fost proiectarea bazei de date deoarece acolo stocăm datele provenite de la utilizatori. O bază de date este o modalitate de a stoca informații și date provenite de la stackholderi, cu facilități de găsire a datelor într-un mod rapid și eficient. Proiectarea bazei de date din cadrul aplicației a fost realizată astfel încât să acopere principalele cerințe ale stackholderilor. Ne amintim că, în cadrul aplicației web, avem 2 categorii de utilizatori: personalul medical și pacienți.

Scopul bazei de date este de a surprinde întreaga activitate a unui cabinet și de a stoca datele atât a pacienților, cât și a medicilor. Este important ca baza de date să stocheze datele fiecărui tip de utilizator, pentru a nu se produce erori în cadrul aplicației. Logica de business a aplicației va trebui să identifice tipurile de utilizator, pentru a reuși să ofere fiecărei categorii de utilizatori de ce are nevoie.

O dată stabilit scopul bazei de date, am realizat tabelele. SGBD-ul ales pentru baza de date este MySQL, iar tabelele din baza de date au fost generate de către EntityFramework, folosind pattern-ul CodeFirst. Primul pas a fost să creez clasele model în cadrul proiectului. Aceste clase-model conțin toate informațiile considerate necesare pentru a fi îndeplinite toate cerințele stakeholder-ilor. Apoi, am folosind comenzile specifice EntityFramework-ului pentru a genera tabelele în baza de date cu relațiile dintre acestea prin intermediul migrărilor. Relațiile dintre tabele se realizează prin intermediul constrângerilor referențiale. Acestea sunt denumite și chei străine. Pe lângă cheile străine, fiecare tabel include și cheia primară, un câmp ce poate identifica unic fiecare rând.

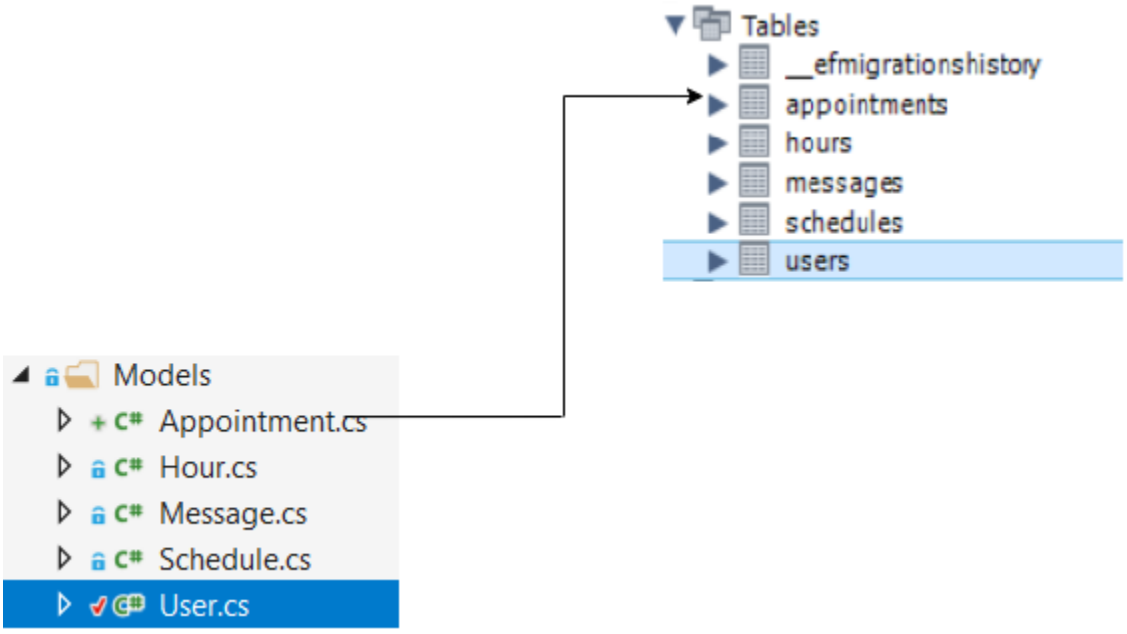


Figura 11 – relație model-entitate

Așa cum se poate vedea în imagine, fiecare clasă model a generat un tabel în baza de date, însă numele tabelului nu a preluat întocmai numele clasei. Se poate observa că tabelul a luat numele clasei, l-a transformat în lower-case și a pus la plural.

Diagrama bazei de date generată de EntityFramework se poate vedea în figura următoare. Se poate observa că baza de date se află în forma normală a III-a și că relațiile dintre tabele sunt de one-to-many. De asemenea, se poate observa și care atribut este opțional în baza de date și care este obligatoriu (cele marcate cu „o” sunt opționale, iar cele marcate cu „*” și „#” sunt obligatorii).

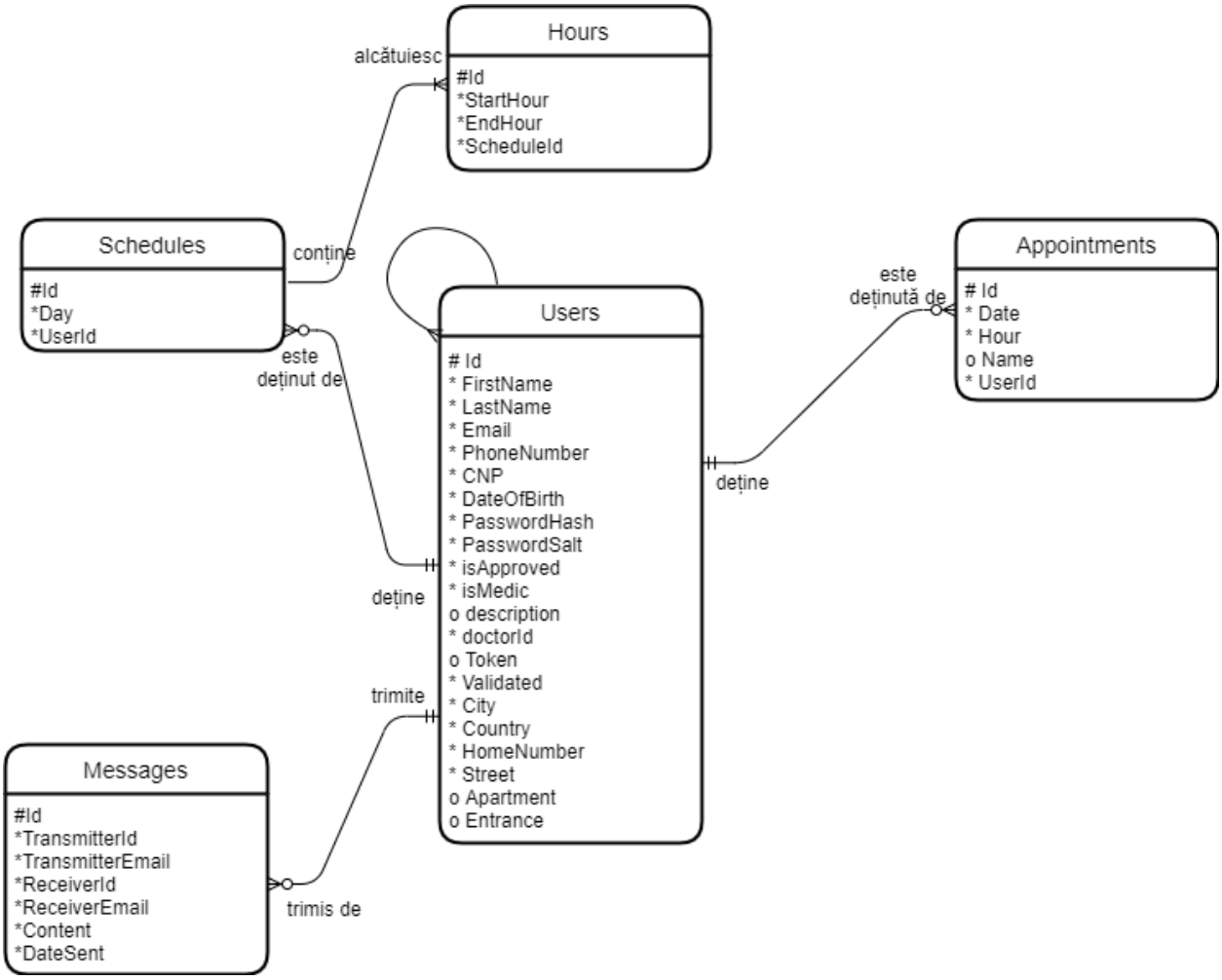


Figura 12 – Schema bazei de date

În continuare voi lua fiecare tabel și voi explica ce rol are fiecare atribut din cadrul fiecărui tabel și relațiile dintre tabele.

1. Tabelul **Users**

Tabelul Users este principalul tabel din cadrul bazei de date. Acest tabel cuprinde toate informațiile necesare despre un anumit utilizator. În continuare voi explica fiecare câmp din acest tabelul, ce rol are acesta și unde este folosit.

CP	*	Id	Identificatorul unic al utilizatorului
	*	FirstName	Prenumele
	*	LastName	Numele de familie
CU	*	Email	E-mailul utilizatorului
CU	*	PhoneNumber	Numărul de telefon al utilizatorului
CU	*	CNP	CNP-ul utilizatorului

	*	DateOfBirth	Data nașterii utilizatorului
	*	PasswordHash	Parola criptată a utilizatorului
	*	PasswordSalt	Cheie de criptare pentru parolă
	*	isApproved	Câmp ce arată starea contului: 1 – cont aprobat de medic 0 – cont încă neaprobat de medic
	*	isMedic	Câmp ce arată rolul unui utilizator 0 – Pacient 1 – Medic
CS	*	doctorId	Cheia străină pentru tabelul virtual pentru medici
	o	Token	Token trimis pe e-mail pentru validare
	*	Validated	Câmp ce arată starea adresei de e-mail: 1 – adresa de e-mail validată 0 – adresă de e-mail nevalidată
	*	City	Orașul de proveniență a utilizatorului
	*	Country	Țara de proveniență a utilizatorului
	*	HomeNumber	Numărul de la locuința utilizatorului
	*	Street	Numele străzi utilizatorului
	o	Apartment	Apartamentul locuinței utilizatorului
	o	Entrance	Scara utilizatorului

2. Tabelul **Appointments**

Tabelul Appointments stochează date cu privire la programările unui utilizator: a cui este programarea, la ce oră este programată și data acesteia. De asemeenea, această tabelă are și un câmp special: Name, câmp ce este folosit pentru posibilitatea de a realiza programări de către medic (în cazul în care un pacient va apela medicul pentru o programare, medicul va putea salva în baza de date această programare cu un nume pentru a știi a cui este programarea).

CP	*	Id	Identificatorul unic pentru programare
	*	Date	Data când va avea loc programarea
	*	Hour	Ora programării
CU	o	Name	Nume pentru programare
CS	*	UserId	Cheie străină ce realizează legatura cu tabelul Users

3. Tabelul **Messages**

Acest tabel stochează mesajele trimise de la un utilizator la altul. Am ales să stochez și mesajele pentru a putea vizualiza mai târziu data când acestea au fost trimise și textul din interiorul mesajelor.

CP	*	Id	Identificatorul unic al mesajului
	*	TransmitterId	ID-ul utilizatorului care a trimis mesajul
	*	TramsmitterEmail	E-mailul utilizatorului ce a trimis mesajul
	*	ReceiverId	ID-ul utilizatorului ce primește mesajul
	*	ReceiverEmail	Email utilizatorului ce primește mesajul
	*	Content	Conținutul mesajului
	*	DataSent	Data când mesajul a fost trimis

4. Tabelul **Schedules**

Acest tabel conține programul de funcționare a unui cabinet medical. Este în strânsă legătură cu tabelul **Hours**. Un medic poate lucra de luni până vineri, iar introducerea unui orar în baza de date este realizată de către administratorul bazei de date (se va implementa și partea de administrator, însă acest lucru este prevăzut în direcții de dezvolvări viitoare).

CP	*	Id	Identificatorul unic al unei zile
	*	Day	Numele zilei respective
CS	*	UserId	Cheie străină ce realizează legatura cu tabelul Users

5. Tabelul **Hours**

Acest tabel stochează orele când un medic este disponibil. În cadrul acestei aplicații vom presupune că orice programare durează 30 de minute, astfel că EndHour va fi StartHour la care adăugăm cele 30 de minute. Însă acest lucru se va schima pe viitor (vezi direcții de dezvoltări viitoare) .

CP	*	Id	Identificatorul unic al unei zile
	*	StartHour	Ora la care este programat un pacient
	*	EndHour	Ora la care este încheiată programare
CS	*	ScheduleId	Cheie străină ce realizează legătura cu tabelul Schedules

5.2 Procese şi Algoritmi

Pentru a reuși să își îndeplinească scopul și funcționalitățile principale, această aplicație se folosește de procese și algoritmi bine definiți. În cele ce urmează, voi descrie principalele procese și algoritmi și modul în care aceștia cooperează pentru a realiza ceea ce este propus.

1. Procesul de înregistrare

Pentru a putea folosi această aplicație web, utilizatori sunt nevoiți să își creeze propiul cont. Procesul de creeare a unui cont este cel utilizat în majoritarea aplicațiilor, și acesta constă în:

Procedura regiter()
User-ul introduce date in formularul de register;
Date sunt trimite la server folosind cerere HTTP POST;
Se verifică dacă email-ul există în baza de date:;
    IF email ∃ în BDE
        Return "Email deja existent";
Se cripteaza parola folosind algoritmul HMACSHA512;
Se salvează PasswordSalt rezultat;
Se salveaza utilizatorul în BDE;
Trimire un email spre adresa de email salvată anterior;
Adaugă user-ul în lista de așteptare medic;
Return "Cont creat";
Redirect user la Home;

2. Procesul de autentificare

Este foarte important să nu permitem oricui să realizeze modificări în baza de date. Pentru asta va fi nevoie să autentificăm utilizator înainte de a putea realiza orice altceva în cadrul aplicației. Procedura Login() de mai jos prezintă implementarea procesului de autentificare pas cu pas.

Precondiție: contul user-ului să fie deja în baza de date

Procedura Login()

User-ul introduce datele in formularul de login;

Datele sunt trimise la server folosind cerere HTTP POST;

Se caută în baza de date email-ul introdus de user;

Se creeaza un obiect de tipul HMACSHA512 folosind PasswordSalt de la user-ul găsit anterior;

Se criptează parola introdusă de utilizator folosind obiectul creat anterior;

For fiecare bit din parola criptată

If bit din parola criptată != bit din PasswordHash al user-ului din baza de date

Return "Invalid credentials";

Se creează un token folosind **Procedura** createToken();

Return token;

Salvăm token în local storage **;**

3. Procesul de autorizare

Amintim că, în cadrul aplicației, există 2 tipuri de utilizatori. Este nevoie să diferențiem aceste tipuri de utilizatori pentru a furniza funcționalități diferite acestora. Autorizarea este realizată pe baza unui token, ce este necesar să fie atașat la cererile de pe front-end. Modul prin care este creat un token este prezentat în continuare:

Precondiție: contul user-ului să fie deja în baza de date

Procedura CreateToken()

Se creează **claims**, obiect ce conține: emailul user-ului, rolul, approved și validated;

Se salvează **claims** în tokenDescriptor;

Se salvează timpul de expirare a token-ului în tokenDescriptor;

Se creează token-ul folosind acest tokenDescriptor;

Se returneaza token-ul serializat;

4. Procesul de creare a unei programări:

Probabil una dintre cele mai importante funcționalități în cadrul aplicației este funcționalitatea de a crea o programare doar prin câteva click-uri. Procesul pentru această funcționaitate este descris în cele ce urmează:

Precondiție: contul user-ului să fie deja în baza de date
Procedura CreateAppointment()
Procedura Login();
Navigare la meniul de creare programare;
Afișarea datei și orelor disponibile;
Selectare data și ora;
Trimiterea datelor pe server, folosind cerere HTTP POST;
Verificarea disponibilități datelor selectate: Procedura AppointmentDateExist();
Salvarea datelor selectate în baza de date;
Notificare pe email cu data și ora;
Return "Programare creată";

Procedure AppointmentDateExist()
Se extrage din baza de date programarea ce conține data și ora selectată de user;
If data și parola din baza de date == data și ora aleasă de user
    Return "This date is already used!";

5.Procesul de aprobare pacient

După ce un pacient își creează cont în aplicație, acesta trebuie să fie aprobat de medicul ales de acesta pentru ca pacientul respectiv să poate să realizeze programări în cadrul aplicației sau să utilizeze restul funcționalităților. Procedura de aprobare a unui cont de către medic este descrisă în cele ce urmează:

Precondiție: contul medicului să fie înregistrat în baza de date

Procedură approveUser()

Procedura Login();

Navigare la pagina Pacients;

Vizualizare utilizator nou;

Apăsare buton Approve User;

Trimitere cerere HTTP GET cu **ID**-ul user-ului ales;

Căutare user după ID în baza de date;

Modificarea câmpului **isApproved** în 1;

Salvare modificare în baza de date;

Return "User approved";

6. Procedura de modificare a datei și orei unei programări - medic

În unele cazuri, medicul va trebui să modifice ora (în special) și data când are loc o programare. Astfel, această funcționalitate joacă un rol important în această aplicație.

Procedură updateAppointment()

Procedura Login();

Navigare la pagina Appointments;

Selectare data din cadrul unui calendar;

Selectare programare;

Deschidere meniu de update programare;

Selectare oră și data nouă;

Trimitere date la server;

Procedura AppointmentDateExist();

Salvare data și ora în baza de date;

Notificare prin email pe utilzatorul ce deține programarea;

Return "Succes";

5.3 Tehnologii specifice

În fațeta IT am realizat o descriere succintă a tehnologiilor folosite în cadrul acestei aplicații web. În acea secțiune, am specificat faptul că aplicație are un backend și un frontend realizat în două limbaje de programare diferite.

- **Frontend-ul aplicației**

Frontend-ul aplicației este realizat folosind Angular v10, un framework scris în limbajul de programare TypeScript. Acest framework este dezvoltat de o echipa Angular de la Google și programatori individuali din diverse companii. Totuși, trebuie subliniat faptul că Angular v10 (sau Angular 2+) este diferit de predecesorul său, AngularJS. Echipa de dezvoltare a rescris complet framework-ul AngularJS pentru a crea o versiune mai bună și mai eficientă a acestuia, denumind această nouă versiune Angular 2+.

În cele ce urmează, voi prezenta arhitectura acestui framework și cum reușește acesta să coopeze în cadrul sistemului. Pentru aceasta, voi folosi următoarea diagramă (figura 13).

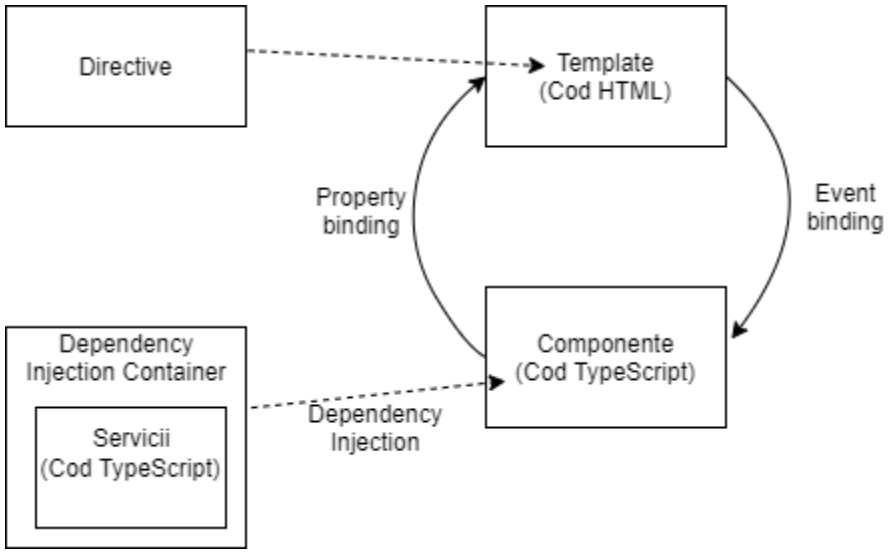


Figura 13 – arhitectura Angular

Așa cum se poate observa în figura 13 – arhitectura Angular – la baza acestui framework stau componentele. **Componentele** sunt directive ce sunt reutilizabile, iar aceste componente pot conține diverse proprietăți și diverse metode ce sunt legate de codul HTML. Fiecare componentă prezintă câte o funcționalitate a sistemului întreg, iar această componentă poate fi utilizată ori de

câte ori vrem și oriunde vrem. Acesta este marele avantaj a acestor componente, reutilizabilitatea lor. Angular este capabil să injecteze aceste componente în paginile de frontend a aplicației.

Directivele Angular sunt clase de TypeScript ce sunt utilizate pentru a extinde puterea codului HTML, oferindu-i o nouă sintaxă. Fiecare directivă are un nume, fie unul definit de Angular, fie unul personalizat de utilizator. Acestea se pot folosi în diferite locuri, în funcție de cum sunt definite: poate fi un tag în cod HTML (componentele), poate fi un atribut pentru un cod HTML, o clasă sau chiar un comentariu. (Angular's Dev Team, 2021)

Directivele sunt de 2 feluri:

- Directive structurale – aceste directive sunt menite să modifice conținutul paginii HTML, nu doar stilul acestuia (ca exemplu: *ngFor, *ngIf, etc);
- Directive funcționale – aceste directive sunt menite să modifice modifice anumite elemente în pagina HTML, însă nu modifică conținutul în sine (nu adaugă conținut nou) (ca exemplu: ngStyle, ngClass, etc);

Serviciile sunt clase care au ca principal obiectiv organizarea și partajarea modelelor, datelor sau funcțiilor între diferite componente ale unei aplicații Angular. Acestea sunt instanțiate o singură dată pe durata de viață a unei aplicații. Și aceste servicii pot fi de mai multe tipuri, în funcție de rolul pe care acesta îl au în cadrul sistemului:

- Servicii de date – în cadrul acestor servicii putem defini conexiunea cu baza de date (sau cu backend-ul aplicației). Putem specifica rutele de unde vor veni datele și putem forma diverse cereri pentru aceste rute;
- Servicii de comunicare – în cadrul acestor servicii putem defini funcții necesare în mai multe componente sau putem stoca date, iar componentele vor putea prelua aceste date și se vor putea folosi de ele.

După cum specificasem anterior, componentele se folosesc de servicii pentru a prelua date sau pentru a trimite date către server. Pentru a se folosi de aceste servicii, Angular apelează la mecanismului de dependency injection**. Dependency Injection** este un design pattern prin care o clasă solicită dependențe dint-o sursă externă, mai degrabă decât să le instanțieze. Angular se folosește de acest mecanism pentru a injecta toate dependențele unei componente la instanțierea acesteia, iar folosind acest pattern, se sporește flexibilitatea și modularitatea aplicației. Serviciile din Angular sunt salvate în container-ul de dependency injection, iar când o componentă sau alt serviciu are nevoie de o instanță din acel container, Angular se va ocupa de această cerere.

Un ultim aspect de discutat în cadrul acestui framework este modalitatea de comunicare dintre pagina HTML și o componentă (sau codul de TypeScript). Așa cum specificasem la început, componentele conțin diverse proprietăți și metode ce pot fi utilizate de către codul HTML. Pentru a realiza comunicarea dintre proprietățile și metodele unei componente și codul HTML, Angular apelezează la **property binding** și **event binding.** (Angular's Dev Team, 2021)

Property binding este modalitatea prin care Angular oferă elementelor/tag-urilor HTML conținut. Cu property binding, putem face lucruri cum ar fi comutarea funcționalității unui butonului, setarea căilor programate și partajarea valorilor între componente.

Event binding ne permite să reacționăm la acțiuniile unui utilizator, precum apăsarea unui buton, apăsarea tastelor, mișcările mouse-ului, etc. Cu event binding, putem lega aceste evenimente de diverse funcții, iar când acestea au loc să putem răspunde utilizatorului cu o acțiune (trimiterea datelor pe server, navigarea pe altă pagină, etc).

Tot pe partea de frontend s-a folosit și un software ce a ajutat la crearea design-ului paginilor web, software denumit **Figma**. Acest software este un editor de grafică și o unealtă de prototipare care se bazează în principal pe design-ul aplicațiilor web. În cadrul acestuia, am realizat diferite imagini ce au fost translatate în limbajul **SVG** și apoi au fost folosite pe frontend. Totodată, tot folosind acest software am realizat și imaginea de pe pagina Home, o imagine caracteristică unui cabinet medical și care să sugereze seriozitate și punctualitate. (Figma's Team, 2021)

- **Backend-ul aplicației**

Backend-ul aplicației a fost realizat folosind framework-ul ASP.NET Core versiunea 3.1 și limbajul de programare C#. Acest framework este dezvoltat și întreținut de o echipă de la Microsoft. Spre deosebire de succesorul său, ASP.NET, acesta este un framework gratuit și open-source și rulează pe toate sistemele de operare, nu doar pe Windows. Acest framework se folosește de NuGet pentru a-și organiza pachetele și dependențele sale. **NuGet** este un manager de pachete conceput pentru a permite utilizatorilor să partajeze cod reutilizabil. (Microsoft, 2021)

Framework-ul se folosește de mai multe **servicii web (Web API)** pentru a reuși să comunice cu componenta de frontend. Am ales acest tip de aplicației deoarece se dorește implementarea și unei aplicații mobile pe viitor, pentru ca utilizatori să poată accesa mult mai ușor informația din cadrul aplicației.

O altă componentă foarte importantă în cadrul ASP.NET Core ce am folosit este Entity Framework. **Entity framework** este un framework de mapare obiect-relațional ce oferă un mecanism automat pentru dezvoltatori să stocheze și acceseze datele din cadrul unei baze de date. Acest framework a introdus pattern-ul **Code-First** pentru crearea și gestionearea ulterioară a bazei de date. În acest pattern, dezvoltatori se concentrează pe aplicație și pe implementarea claselor model ce urmează ca mai apoi acestea să reprezinte entități în cadrul bazei de date. Tot procesul are loc prin intermediul migrărilor, care reprezintă o cale de a face actualizarea bazei de date pentru ca aceasta să țină pasul cu aplicația și logica din spatele acesteia. (Microsoft, 2021)

Pentru testarea serviciilor web, s-a folosit **Postman**. Postman este o platformă de colaborare pentru dezvoltarea și testarea API-urilor. Funcțiile Postman simplifică fiecare pas al construirii unui API și eficientizează colaborarea, astfel încât să putem crea API-uri mai bune și mai rapid. În cadrul acestuia am creat o colecție denumită **MedicProjectCollection** unde se va realiza testarea fiecărui API în parte. (Postman's Team, 2021)

Pentru dezvoltarea aplicației, am folosit ca și IDE **visual studio code** (VS Code). VS Code este un editor de cod realizat de Microsoft, iar funcțiile acetui editor ajută foarte mult dezvoltatorul la scrierea de cod. Chiar dacă pentru ASP.NET Core este recomandat folosirea editorului Visual Studio (Visual Studio), eu am preferat VS Code deoarece acesta facilitează foarte mult scrierea de cod atât în TypeScript, cât și în CSS și HTML, iar adăugând o simplă extensie pentru C#, acesta poate fi folosit și pentru scrierea de cod pe backend, cât și pentru rularea comenzilor de migrare. (VS Code Developer Team, 2021)

6. Implementarea sistemului informatic

Implementarea aplicației a reprezentat cel mai important proces în crearea acestei aplicații. Modelul de dezvoltare ales este metodologia Scrum, care are la baza sprint-uri. Implementarea aplicației a constat în respectarea acestori sprint-uri, unde fiecare sprint a durat două săptămâni.

Aplicația web de față este o aplicație de tip client server, client realizat in Angular, iar server realizat in ASP.NET Core 3.1. În continuare voi explica cum am desfășurat fiecare sprint și ce funcționalități am implementat în acestea.

Sprint 1

Primul sprint a constat în crearea proiectului in ASP.NET Core, utilizând Visual Studio. Primul sprint a fost concentrat pe partea de server, unde am creat proiectul de tip Web API, am descărcat librăriile folosite pentru conectarea la baza de date (entity framework) și am realizat conexiunea cu baza de date.

Am ales să folosesc o bază de date de relațională, si anume MySQL. Am folosit interfața grafică oferită de această pentru a vizualiza mai ușor datele din cadrul bazei de date. Am creat un utilizator cu username-ul **vladdob** și parola **vladdob** folosind comanda de mai jos în MySQL și am creat o bază de date cu numele: **medclinic**. Aceste date sunt necesare pentru a putea realiza string-ul de conexiune in fisierele de configurări ale aplicației.

```
CREATE USER 'vladdob'@'localhost' IDENTIFIED BY 'vlad';
GRANT ALL PRIVILEGES ON * . * TO 'vladdob'@'localhost';
ALTER USER 'vladdob'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'vladdob';
```

Comanda de mai sus creează un utilizator vladdob cu parola vladdob. Acest utilizator are toate drepturile și privilegiile în cadrul bazei de date. Conexiunea la baza de date s-a realizat folosind fișierul **appsettings.json** din cadrul proiectului unde am adăugat stringul de conexiune:

```
"ConnectionStrings": {
  "DefaultConnection": "server=localhost;user=vladdob;password=vladdob;database=medclinic"
},
```

Se poate observa că string-ul de conexiune conține numele utilizatorului creat anterior, parola acestuia, adresa unde rulează serverul (localhost) și numele bazei de date (medclinic)

Apoi, pentru a realiza conexiunea a fost nevoie să creez o clasă ce derivă din DbContext și apelează constructorul clasei de baza cu optiunile de conectare.

Aceasta conexiune o salvăm ca un serviciu în container-ul de servicii din aplicație, pentru ca mai apoi să o putem injecta unde avem nevoie de acesta folosind dependency injection.

```
services.AddDbContext<DatabaseContext>(options =>
{
    options.UseMySQL(Configuration.GetConnectionString("DefaultConnection"));
});
```

După realizarea conexiuni, tot in cadrul acestui sprint am creat modelul de utilizator ce trebuie mapat pe baza de date. Am ales să aplic strategia de CodeFirst pentru a construi baza de date. Am construit clasa User ce deține următoarele proprietăți: Id, firstName, lastName, email, CNP, dateOfBirth, phoneNumber, Password, description, isMedic, doctor, doctorId, City, County, Street, HomeNumber.

Pentru a crea tabelul user în baza de date, am rulat comenzile:

Add-Migration InitialMigration

Update-Database

După rularea migrări, am putut observa că în baza de date a apărut tabelul User ce conține coloanele specificate în modelul User din proiect.

Sfârșitul primului sprint a sosit odată cu crearea tabelului User în baza de date. Acest sprint a pus bazele backend-ului aplicației, iar acum putem începe să realizăm Controllere pentru a oferi diferite rute ce vor putea fi apelate de către aplicația noastră client.

Sprint 2

In al doilea sprint am început să creez aplicația client (Angular), am creat un controller pentru utilizatori unde am implementat login si register (autentificarea utilizatorului) și am testat aceste funcționalități utilizând postman, pentru ca în următorul sprint să pot crea frontend-ul aplicației.

M-am folosit de mappers pentru a ușura conversia datelor dintr-un tip în altul (din obiect DTO spre obiect model sau invers).

Am început sprint-ul prin a crea aplicația Angular în cadrul proiectului existent de ASP.NET Core Web API. Având Node.js instalat, am rulat mai întâi comanda: **npm i -g @angular/cli**. Această comandă a instalat comand line folosit de Angular pentru a rula diverse comenzii pentru a ușura dezvoltarea aplicației. Odată instalat Angular CLI, am rulat următoarea comandă în fișierul cu proiectul: **ng new web-frontend**. Această comandă a creat o aplicație angular cu toate dependențele necesare.

Pe partea de backend, în acest sprint am creat un controler ce oferă rute pentru funcționalitățile legate de utilizatori. Am denumit acest controler UsersController, iar acesta trebuie să moștenească clasa ControllerBase pentru a fi un controler. În acest controler am implementat funcționalitățile de login și register, funcționalități descrise în pseudocod în capitolul de Procese și algoritmi (5.2). Tot pe backend, am implementat și ruta pentru a obține un singur pacient din baza de date sau toți pacienții unui medic, și, de asemenea, și o rută pentru a obține toți medici din baza de date. Toate aceste rute au fost testate folosind Postman, unde am creat o colecție specială pentru a salva aceste teste.

Sprint-ul s-a finalizat cu testarea acestor rute, ca mai apoi să pot implementa funcționalitățile și pe frontend-ul aplicației.

Sprint 3

În sprint-ul trei, am implementat autorizarea utilizatorilor, am creat diferite componente în Angular pentru fiecare funcționalitate, am lucrat la design-ul aplicației și am creat primele funcționalități complete (atât pe backend cât și pe fontend).

Autorizarea utilizatorilor este realizată prin intermediul unui token de tip JWT (Json-web-token). Acest token deține date despre utilizator, date precum emailul, dacă acesta este medic sau pacient, daca contul său este valid sau nu și dacă contul său este acceptat de medic sau nu. Algoritmul de generare a unui token și modul în care acesta este atașat răspunsului este descris în pseudocod în capitolul Procese și algoritmi (5.2). După ce utilizatorul introduce datele pentru autentificarea în cont, un token este trimis și este salvat pe browser, în local storage, iar apoi este atașat de fiecare dată unei cereri dacă este nevoie ca utilizatorul să fie autorizat pentru a accesa resurse pe ruta respectivă.

Pe frontend, am creat câte o componentă pentru fiecare funcționalitate, deci am creat componenta de login și register și am creat un design care să reprezinte tema licenței. Apoi, am realizat cererile ce trimit datele către backend folosind librăria HttpClient din Angular. Aceste cereri au fost definite în servicii specifice, precum AccountService, în cazul login și register. Un mod de a defini o cerere este prezentat mai jos. Pentru formulare, am utilizat ReactiveForms din Angular, ce reprezintă formula programate în cod TypeScript și legate de tag-uri de tip input.

```
registerUser(user: User){
  this.http.post(this.baseUrl + "/users/register", user).subscribe(user =>{
    this.user = user;
    if(this.user.validated == 0){
      this.router.navigate(["/activate-account"]);
    }
    this.router.navigate(["/home"]);
  });
}
```

În imaginea de mai sus se poate observa cum se construiește o cerere http folosind HttpClient. Metoda registerUser() primește ca argument un obiect de tip User, ce este trimis în body-ul cereri. Pentru a executa cererea, este nevoie să apelăm metoda subscribe(), care primește ca și argument o funcție ce se va executa când răspunsul cererii ajunge pe frontend.

Sprint-ul s-a finalizat când am implementat pagini (componente) diferite pentru medic și pacient, iar folosind RouteGuard protejez aceste pagini în funcție de rolul pe care îl are utilizatorul autentificat.

Sprint 4

În sprint-ul patru, am început să lucrez la programările utilizatorilor, am creat modelul pentru programări, rute pentru fiecare operație CRUD, am adăugat rute și pentru accept request de la pacient, trimitere de e-mail și validarea adresei de e-mail.

Am început acest sprint prin crearea unui nou model ce va fi adăugat ulterior la baza de date, și anume modelul pentru programare. Acest model va fi mapat într-un tabel în baza de date, cu numele de Appointments. Acesta conține următoarele proprietăți: un Id, date, name, hour, User și UserId. După ce adăugăm modelul la contextul bazei de date, putem rula comenzile pentru a realiza migrarea și a se genera tabelul Appointments și relația cu tabelul Users în baza de date. După ce am avut tabelul în baza de date, am creat rute pentru operațiile CRUD ce se pot realiza pe tabelul Appointments. Am arătat în capitolul anterior care este procesul de creare a unei programări în pseudocod.

```
public class Appointment{
    6 references
    public int Id { get; set; }
    [DataType(DataType.Date)]
    13 references
    public DateTime date { get; set; }
    4 references
    public string name { get; set; }
    10 references
    public string hour { get; set; }
    15 references
    public User User {get; set;}
    2 references
    public int? UserId {get;set;}
```

O altă funcționalitate importantă ce am adaugat în acest sprint este cea de validare a adresei de e-mail. Pentru această funcționalitate a fost nevoie să folosesc o librărie pentru a trimite email către contul utilizatorului. Această funcționalitate ne ajută la validarea adresei de e-mail (utilizatorul nu va putea folosi aplicația până când nu va introduce token-ul primit pe e-mail într-un tag de tip input și va fi validat pe server). Pentru a trimite un e-mail, a fost necesară introducerea unor setări suplimentare în fișierul de configurări appsettings.json.

```
"MailSettings":{
  "Mail":"medclinic121@gmail.com",
  "DisplayName":"MedClinic",
  "Password":"parolamedclinic",
  "Host":"smtp.gmail.com",
  "Port": 587
```

Aceste setări specifică care este adresa de e-mail de unde se va trimite e-mail-ul și ce nume va fi afișat. De asemenea, specificăm și host-ul și port-ul pe care se va trimite e-mail-ul. Contul afișat în pagină este unul valid, am fost necesar să creez acel cont pentru a-l putea folosi în aplicație.

Tot în cadrul acestui sprint, am introdus și funcționalitatea de a accepta o cerere de înregistrarea a unui pacient de către medic. Pacientul când își creează un cont nou, acesta va trebui să aleagă un medic, iar acel medic va trebui să accepte pacientul ulterior. Această funcționalitate este folosită pentru a nu crea multe conturi false de pacienți pentru un anumit medic, medicul putând să își filtreze pacienții.

Sprint-ul s-a finalizat cu testarea acestor funcționalități în postman.

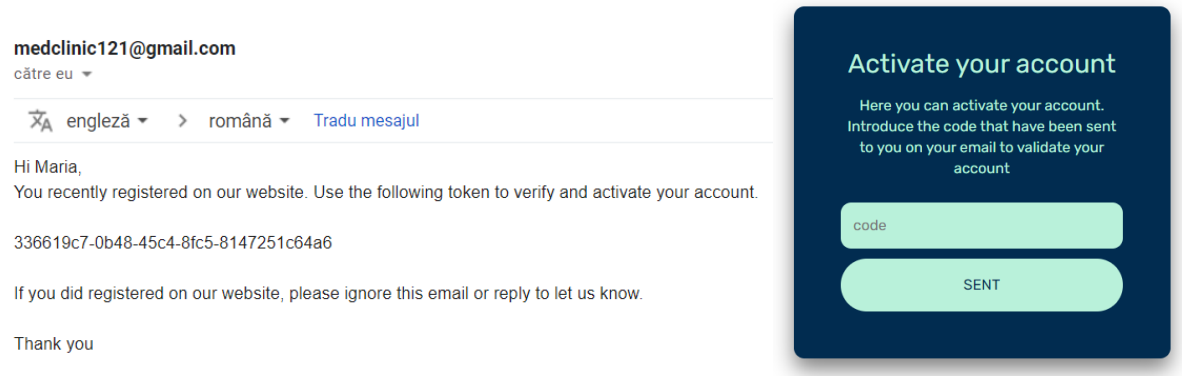
Sprint 5

Sprint-ul cu numărul 5 a constat în implementarea funcționalităților realizate în sprint-ul anterior și pe frontend-ul aplicației, în Angular. Pentru aceasta a fost nevoie să creez model nou și servicii noi pentru programări, și am implementat o rută pentru generarea de trimitere către specialist în format PDF ce este trimis pe e-mail-ul pacientului.

Acest sprint a fost dedicat mai mult frontend-ului, unde am implementat operațiile CRUD pe front-end și acceptarea unei cereri de către medic a unui noi pacient. În tabelul în care sunt afișați toți pacienții, vor apărea și pacienții noi, însă la finalul listei, iar aceștia conțin un tag care specifică faptul că sunt pacienții noi care așteaptă un răspuns (dacă sunt acceptați sau refuzați de medic).

Marian Pop	21	dobovlad123@gmail.com	0787672236	
Inutil Test	21	vlad@gmail.com	0787672236	
Abc Abc	0	vlad12@gmail.com	078	NEW USER

De asemenea, tot pe front-end am adăugat posibilitatea de a valida adresa de e-mail. Am creat un meniu ce conține un tag de tip input unde utilizator va trebui să introducă un text ce a fost trimis pe adresa de e-mail. Acela este un token ce va fi validat pe server și va asigura faptul că adresa de email a utilizatorului este validă.



Tot în acest sprint am adăugat o rută pentru generarea unui PDF și trimiterea acestuia PDF pe e-mail-ul unui utilizator. Pentru acesta, medicul va trebui să introducă într-un formular datele ce vor fi trecute pe trimiterea către specialist, date precum motivul trimiterii, diagnosticul inițial, către ce specialist de adresează trimiterea și dacă are vreun tratament pacientul sau nu.

Pentru a realiza acestă rută, am fost nevoit să instalez o nouă librărie, numită DinkToPdf. Această librărie transformă cod HTML într-un document PDF. După ce fișierul este creat, este trimis pe email-ul pacientului ales de medic.

Acest sprint s-a finalizat cu testarea acestei rute și design-ul formularului de crearea a unei trimiteri în frontend.

Sprint 6

Sprint-ul 6 a constat în crearea unui calendar pe pagina web pentru care medicul să poată gestiona mult mai bine programările pacienților și să poată avea o privire de ansamblu asupra zilelor. Pentru a implementa calendarul, a fost necesar să implementez programul unui medic în baza de date. Pentru asta am creat încă 2 modele în aplicație: Schedule și Hours. Schedule e folosit pentru a surprinde zilele în care un medic lucrează, iar Hours e folosit pentru a surprinde orele din zi când un medic lucrează.

```
public class Schedule
{
    0 references
    public int Id { get; set; }
    0 references
    public string day { get; set; }
    0 references
    public List<Hour> Hour { get; set; }
    0 references
    public int UserId { get; set; }
    0 references
    public User user { get; set; }
}
```

```
public class Hour
{
    0 references
    public int Id { get; set; }
    0 references
    public string startHour { get; set; }
    0 references
    public string endHour {get; set;}
    0 references
    public int ScheduleId { get; set; }
    0 references
    public Schedule schedule { get; set; }
}
```

Odată create modelele și adăugate la contextul bazei de date, am rulat comenzile pentru a genera o migrari și a aplica migrarea respectivă asupra bazei de date, astfel că am creat tabelele în baza de date. A urmat popularea pentru singurul medic pe care îl avem în baza de date. Acum backend-ul este pregătit pentru crearea unui calendar în care se poate surprinde activitatea acestuia.

După crearea modelelor, a urmat crearea unor rute care să returneze programul medicului, însă să returneze programul astfel încât să nu fie afișate și orele deja ocupate de către pacienți. Pentru aceasta am creat un controler nou care are în prim plan programul medicului. Am implementat algoritmul de mai jos pentru a returna doar acele ore din zi care nu sunt ocupate de un pacient.

```
var availableDate = await _context.hours
                            .Where(cond => cond.schedule.day == day)
                            .OrderBy(cond => cond.startHour)
                            .ToListAsync();

var busyHours = await _context.appointments
                    .Where(d => d.date.Date == date.Date)
                    .Select(d => d.hour)
                    .ToListAsync();

var availableHours = new List<Hour>();

foreach (var item in availableDate)
{
    if(!busyHours.Contains(item.startHour))
    {
        availableHours.Add(item);
    }
}
```

Putem observa că mai întâi preluăm din baza de date toate orele dintr-o anumită zi, iar apoi preluăm doar orele care sunt indisponibile. Creăm o listă nouă unde, dacă o oră nu există în busyHours este adăugată la lista nouă.

Pentru a crea un calendar, am folosit librăria angular-calendar. Am rulat comenzile de instalare a librăriei **ng add angular-calendar**, iar apoi am început să configurez calendarul să fie pe placul aplicației mele. Tot pe calendar am adăugat și operațiile CRUD, pentru că este important ca medicul să realizeze și el operații de modificare a unei programări în cazul în care trebuie să modifice programul său. (Lewis, 2020)

Sprint-ul s-a finalizat cu testarea rutelor în Postman, design-ul calendarului, modificarea culorilor și fontului de pe pagina web.

Sprint 7

Sprint-ul 7 a constat în implementarea unui chat pentru a realiza o comunicare reală între medic și pacient. Pentru aceasta am folosit SignalR, iar pentru Angular am instalat librăria @microsoft/signalr, librărie creată de cei de la microsoft. Pentru a realiza chat-ul, am creat încă un model în proiect, și anume Message, ce conține: Id, TransmitterId, TransmitterEmail, Transmitter, ReceiverId, ReceiverEmail, Receiver, Content, DateRead și DateSent. După crearea și actualizarea bazei de date, am obținut tabelul Messages în baza de date. Odată avut acest tabel, am putut începe crearea mesajelor și afișarea lor în frontend utilizând SignalR. (Vemula, 2017)

Pentru început, am creat un hub unde se va forma o conexiune în timp real între client și server. Am denumit acest hub MessageHub, iar acest hub trebuie să moștenească din clasa Hub. Folosind dependency injection, am injectat serviciile pentru a avea acces la baza de date (deoarece salvăm mesajele în baza de date) și la mapper (pentru a mapa modelul spre un obiect de tip DTO sau invers). Am suprascris apoi metoda din clasa Hub, OnConnectedAsync(), metodă ce este apelată de fiecare dată când un client se alătură hub-ului. Acestă metodă va returna pe frontend toate mesajele dintre doi utilizatori, pe metoda ReceiveMessage (metodă definită în frontend).

Pe backend:

```
await Clients.Caller.SendAsync("ReceiveMessage", _mapper.Map<IList<MessageDto>>(messages));
```

Iar pe frontend:

```
this.hubConnection.on("ReceiveMessage", messages => {
  console.log(messages);
  this.messageThreadSource.next(messages);
});
```

Pe frontend folosim un obiect de tipul BehaviorSubject, ce reprezintă un Observable ce emite valori noi folosind metoda next(). Când utilizatorul trimite un mesaj nou, acesta invocă metoda NewMessage pe backend, ce va crea un mesaj nou și îl va salva în baza de date și returnează mesajul nou introdus înapoi pe frontend, numai că se apelează altă metodă, și anume MessageReceived:

```
await Clients.All.SendAsync("MessageReceived", _mapper.Map<MessageDto>(message));
```

Frontend-ul răspunde apelului acestei metode cu următoarea secvență de cod. Se poate observa că BehaviorSubject emite un nou mesaj în array-ul de mesaje deja existent. Deoarece componenta corespunzătoare pentru afișarea mesajelor este "abonată" la observable-ul creat din acest BehaviourSubject, va apărea noul mesaj imediat în caseta de chat.

```
this.hubConnection.on("MessageReceived", message => {
  console.log(message);
  this.messageThread$.pipe(take(1)).subscribe(messages => {
    this.messageThreadSource.next([...messages, message])
  });
});
```

Tot în acest sprint am adăugat diferite mesaje de informare pentru anumite acțiuni realizate de către medic, pentru a oferi o mai bună experință utilizatorilor aplicației și am implementat și notificarea pacientului prin email în cazul în care data și ora programării sale au fost modificate de către medic.

Acest sprint s-a finalizat cu realizarea unui design corespunzător componentei de chat. Este important de realizat faptul că un pacient poate comunica doar cu medicul său și nu cu alți pacienți, iar medicul trebuie să poată comunica cu toți pacienții săi. Acestă cerință a dus la realizarea unui design favorabil chat-ului pentru medic (o listă unde poate selecta cu ce pacient să comunice), iar pacientul va avea un mic pop-up unde va putea comunica doar cu medicul său.

Sprint 8

Odată realizate funcționalitățile aplicației, a mai rămas doar testarea lor. Sprint-ul 8 constă în revizuirea și retestarea funcționalităților aplicației. În acest sprint am retestat toate rutele de pe partea de backend folosind colecția creată în Postman de-a lungul implementării și am realizat o testare black-box pe frontend, însă mai multe detalii despre aceste testări se vor regăsi în capitolul următor.

7. Testarea sistemului informatic

Testarea aplicației este definită ca un tip de testare software cu scopul de a găsi erori în modul de funcționare a aplicației. Pentru testarea aplicației am folosit mai multe tipuri de testări: testare statică black box, testare dinamică black box, testare statică white box, testare dinamică white box și unit testing.

Orice aplicației poate reacționa diferit la anumite modificări în cod, astfel că este bine ca după implementarea unei noi funcționalități (funcționalitate care a fost deja testată) să testăm cum rulează aplicația în ansamblul său. Pentru asta voi prezenta în continuare modul în care am realizat testarea și cum au decurs testele acesteia.

Testare statică black box

Pentru acest tip de testare, nu am rulat aplicația și nu am testat și codul sursă. În această testare, testerul trebuie să se pună în locul unui utilizator și să verfice: diferitele specificații cu privire la aplicația de față, să urmărească ce alte aplicații de acest tip sunt pe piață, ce recenzii au aceste aplicații asemănătoare cu a noastră, ce trebuie schimbat și ce nu, etc.

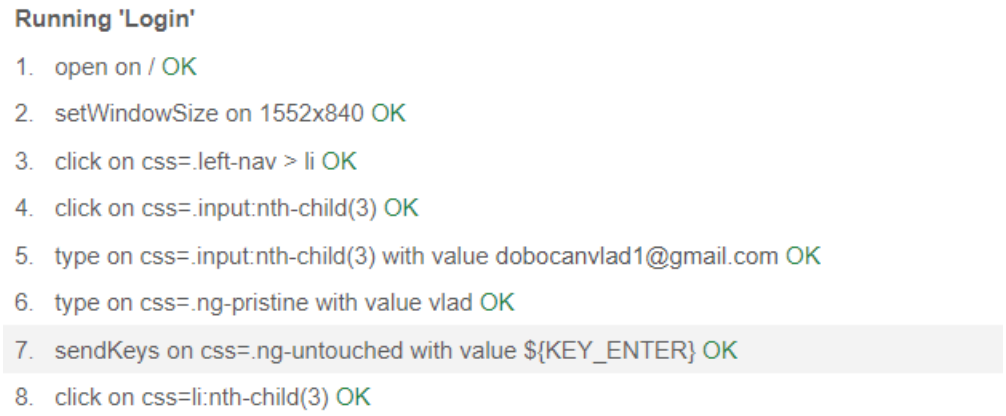
Acest tip de testare este mai mult o activitate de cercetare a ceea ce este deja pe piață. Am studiat modul în care alte aplicații răspund la cererile utilizatorului și ce efecte au acestea asupra utilizatorului.

Testare dinamică black box

Acest tip de testare presupune rularea aplicației fără a avea o viziune asupra codului sursă. Pentru a ușura testarea dinamică black box, pe lângă faptul că am testat manual diferite componente de frontend (precum butoane, formulare, etc), am utilizat și Selenium IDE pentru a crea teste automate ce rulează după fiecare funcționalitate nouă adăugată. (Selenium Dev Team, 2021)

Prin urmare, am realizat câteva teste automate pentru a surpride unele funcționalitățile (cele mai dese utilizate de către un pacient), precum autentificarea în cont și crearea unei programări.

Procesul de autentificare în cont este surprins în următoarea imagine unde am folosit Selenium IDE pentru a ușura munca de tester.



Testul pornește de la adresa http://localhost:4200. Acesta redimensionează browser-ul (pentru că inițial acesta pornește de la o dimensiune mai mică – funcționalitate a Selenium-ului) și accesează elementul ce are ca și clasă CSS left-nav > li. După care accesează elementul de input unde introduce adresa de e-mail, scrie adresa de e-mail (linia 5), selectează input-ul pentru parolă și introduce parola și apasă pe butonul de login. Faptul că după fiecare linie din test apare textul OK deduce că linia respectivă a fost îndeplinită cu succes și nu a întâmpinat erori în cadrul execuției.

Astfel de teste ajută la testarea vechilor funcționalități când apar funcționalități noi. Într-un sistem informatic mare, trebuie verificat după fiecare funcționalitate nouă introdusă că vechile funcționalitați să nu fie afectate de acestea noi, iar aceste teste fac verificarea într-un mod rapid și automat.

Pentru aproape fiecare funcționalitate din cadrul aplicației am creat un test automat pentru a ușura munca. Totuși, Selenium IDE nu suportă foarte bine acțiuni precum mouse over sau mouse leave, iar pentru acele funcționalități pentru care este necesar acțiuni precum mouse over sau mouse leave am realizat testare manuală.

Pot spune că majoritatea bug-urilor întâlnite au fost identificare folosind testarea dinamică black box. Erorile de logică au apărut cel mai mult la selectarea unui interval orar când un pacient dorește o programare, deoarece nu am utilizat algoritmul corect pentru această funcționalitate, însă după identificarea problemei, am dezvoltat algoritmul inițial și am obținut rezultatul dorit.

Testare statică white box

Testarea statică white box este testarea ce are loc asupra codului sursă. Această testare are ca și rol identificare de probleme precum:

- Referirea de variabile neinițializate
- Indici de șiruri sau matrici în afara intervalului care definește dimensiunea
- Folosirea de variabile în loc de constante
- Atribuiri type mismatch
- Cicluri infinite (test eronat la ieşirea din ciclu)
- Utilizarea intrărilor şi ieşirilor eronat faţă de formatul lor (în cazul DTO)
- Programul nu tratează excepţii
- Parametru transferaţi în ordine greşită
- Conflicte de nume
- Variabile declarate şi neutilizate

Pentru majoritatea erorilor enumerate, identificarea se face de către compilator, însă există și excepții, cum sunt parametrii transferații în ordinea greșită (de pe frontend pe backend), sau faptul că programul nu tratează diferite excepții.

Testare dinamică white box

Testarea dinamică white box constă în testarea și realizarea unor algoritmi cât mai preciși. Acest tip de testare constă în verificarea structurilor de programare si localizarea erorii cât mai aproape de locul unde aceasta se propagă.

Pentru a ușura munca testerului, acesta se poate folosi de instrumente precum compilatorul și debuggerul, instrumente ce ajută la urmărirea variabilelor pe parcursul execuției unui program. Urmărirea variabilelor ajută la observarea schimbări valori acestora, să vedem dacă valorile sunt cele pe care noi le dorim.

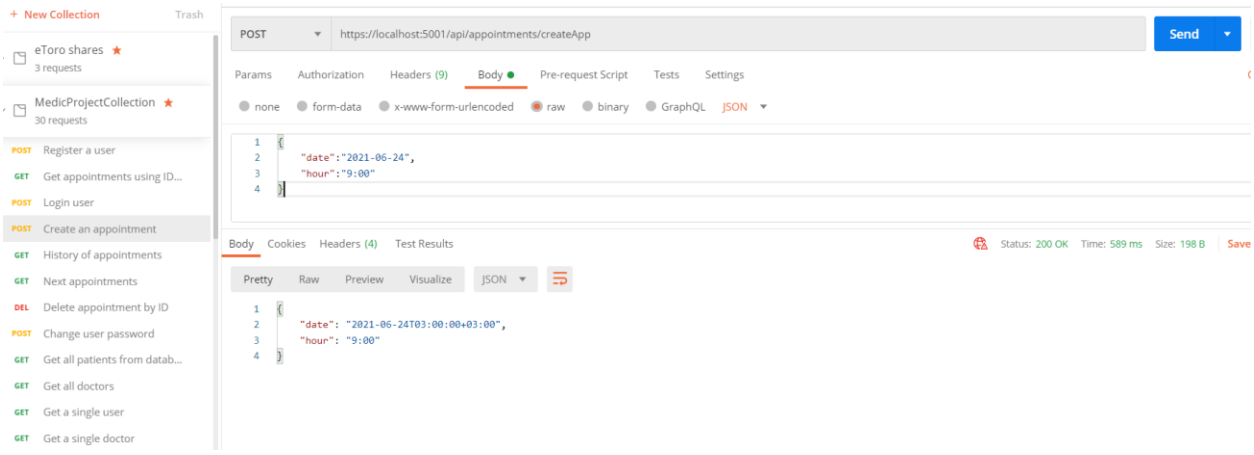
La acest tip de testare se încerca forțarea tuturor posibilităților în cazul unui cod, pentru a observa cum acesta reacționează la diferite acțiuni a utilizatorului. Avem ca exemplu codul de mai jos:

```
if (msg.ReceiverEmail == null)
{
    receiver = await _context.users.Where(p => p.Id == transmitter.doctorId).FirstAsync();
}
else
{
    receiver = await _context.users.Where(p => p.email == msg.ReceiverEmail).FirstAsync();
}
```

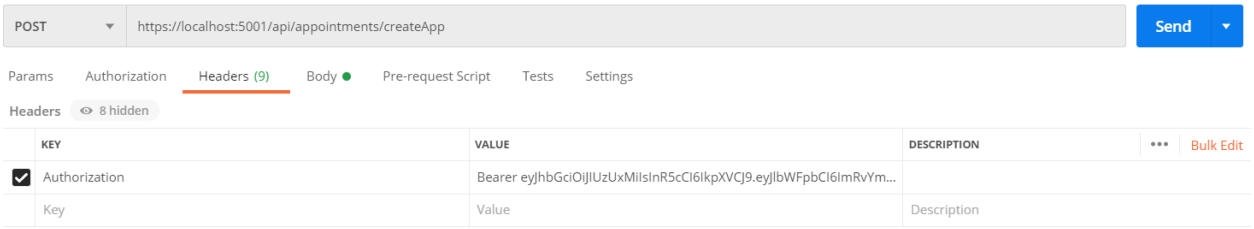
Acest cod este preluat din metoda NewMessage(), metodă responsabilă pentru a recepționa un mesaj nou în SignalR. Pentru acest cod am încercat să accesez toate ramurile structurii if, pentru a vedea dacă rulează pentru toate valorile admise de program. Dacă email-ul celui care trimiți un mesaj este null, atunci cel care recepționează mesajul este medicul unui pacient (așa am gândit logica din spatele programului), iar dacă nu, atunci recepționerul mesajului este un pacient cu adresa de e-mail specificată.

Postman

Postman este un software care ajută la testarea rutelor create. Acest soft creează cereri care sunt trimise pe rutele noastre pentru a observa cum reacționează acestea și care este răspunsul emis de acestea. Pentru testarea rutelor, am creat o colecție nouă în Postman unde am încercat să adaug fiecare rută (vezi imaginea de mai jos).



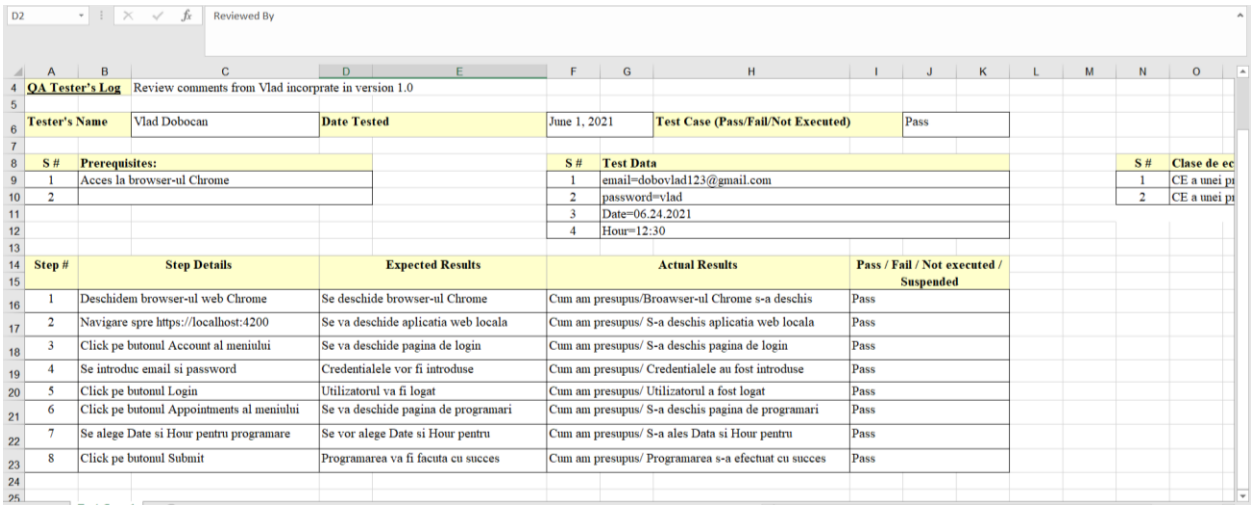
Pentru a trimite o cerere din Postman, trebuie tastat mai întâi URL/ruta unde dorim să trimitem cererea și să alegem apoi ce fel de cerere să trimitem (GET, POST, PUT, DELETE, etc). În exemplul de mai sus am creat o cerere de tip POST către https://localhost:5001/api/appointments/createApp, unde se va realiza inserarea unei noi programări. Pentru a realiza o inserare, pacientul trebuie să fie autentificat și autorizat în aplicație, iar la cerere trebuie să atașeze token-ul său de autorizare în header-ul cererii, folosind Authorization. După care, trebuie atașate datele corespunzătoare unei programări (data și ora programării), date atașate în body-ul cererii, în format JSON.



Putem observa că status-ul răspunsului este 200 (OK), adică inserarea a fost realizată cu succes, iar ca și răspuns primim datele programări tocmai inserată în baza de date.

Testcase

Pentru unele funcționalități, am realizat și testcase-uri unde să surprind cum se desfășoară o funcționalitate de la un capăt la altul și să noteze erorile apărute pe parcurs.



QA Tester's Log	Review comments from Vlad incorprate in version 1.0				
Tester's Name	Vlad Dobocan	**Date Tested**	June 1, 2021	**Test Case (Pass/Fail/Not Executed)**	Pass

S #	Prerequisites:
1	Acces la browser-ul Chrome
2	

S #	Test Data
1	email=dobovlad123@gmail.com
2	password=vlad
3	Date=06.24.2021
4	Hour=12:30

S #	Clase de ec
1	CE a unei pr
2	CE a unei pr

Step #	Step Details	Expected Results	Actual Results	Pass / Fail / Not executed / Suspended
1	Deschidem browser-ul web Chrome	Se deschide browser-ul Chrome	Cum am presupus/Broawser-ul Chrome s-a deschis	Pass
2	Navigare spre https://localhost:4200	Se va deschide aplicatia web locala	Cum am presupus/ S-a deschis aplicatia web locala	Pass
3	Click pe butonul Account al meniului	Se va deschide pagina de login	Cum am presupus/ S-a deschis pagina de login	Pass
4	Se introduc email si password	Credentialele vor fi introduse	Cum am presupus/ Credentialele au fost introduse	Pass
5	Click pe butonul Login	Utilizatorul va fi logat	Cum am presupus/ Utilizatorul a fost logat	Pass
6	Click pe butonul Appointments al meniului	Se va deschide pagina de programari	Cum am presupus/ S-a deschis pagina de programari	Pass
7	Se alege Date si Hour pentru programare	Se vor alege Date si Hour pentru	Cum am presupus/ S-a ales Data si Hour pentru	Pass
8	Click pe butonul Submit	Programarea va fi facuta cu succes	Cum am presupus/ Programarea s-a efectuat cu succes	Pass

8. Concluzii și dezvoltări ulterioare

Concluzii

În ziua de azi, sistemul medical tradițional de creare unei programări la medicul de familie este foarte învechit și ineficient (prin apel telefonic), ținând medicul sau asistentul medical ocupat. Pacienții sunt și aceștia nerăbdători și doresc să petreacă cât mai puțin timp în cadrul unui cabinet medical, pentru a putea reveni la rutina lor zilnică. Timpul petrecut într-un cabinet medical trebuie să fie pe cât posibil redus, mai ales în perioada unei pandemii globale unde există pericolul ca pacienții să se îmbolnăvească unii pe alții din cauza cozii de așteptare care se formează datorită unei organizării deficitare.

Soluția oferită de mine poate rezolva unele probleme din acestea. Analizele prezentate în această lucrare poate dovedi faptul că sistemul de gestionare a programărilor din cadrul unui cabinet medical dezvoltat de mine ar reuși să rezolve problemele cu care încă se confruntă unele cabinete medicale.

Procesul de creare a unei programări se realizează ușor, rapid și eficient, iar pacienții nu mai sunt nevoiți să apeleze medicul pentru a crea o programare. Totuși, luând în considerare și pacienți mai vârstnici care, din diverse motive, nu pot accesa platoforma online creată de mine, vechea soluția este încă valabila (folosind un apel telefonic), iar asistentul medical sau medicul poate crea o programare cu numele pacientului pentru a putea fi vizibilă și de restul pacienților.

Comunicarea în timp real cu pacienții este o altă problemă cu care se confruntă sistemul medical actual de gestiune a pacienților și a programărilor acestora. Aplicația mea oferă un chat unde pacienții pot comunica în voie cu medicii lor, pentru a reduce timpul de așteptare, oferind pacienților informații exacte despre întârzierea care a avut loc sau despre urgența care a apărut între timp, astfel că pacienții nu sunt nevoiți să aștepte în cabinetul medical. Totodată, funcționalitatea de generare a unei trimiterii în urma unei consultații poate fi utilă pentru pacienții, nemai fiind nevoiți să dețină trimiterea la ei, aceasta fiind generată și trimisă ulterior pe email-ul pacientului.

Pot conluziona că proiectul de față are un scop ce satisface o gamă largă de clienți, iar tehnologiile folosite și metodele de dezvoltare utilizate au reușit crearea unei aplicații ce poate fi considerată o îmbunătățire semnicativă a unui sistem învechit și ineficient de organizare.

Dezvoltări ulterioare

Dezvoltăriile ulterioare a aplicației sunt funcționalități ce vor fi adăugate în viitor pentru a îmbunătăți experiența utilizatorilor și pentru a crește eficiența și viteza de răspuns a aplicației la diferite acțiuni a utilizatorilor. În cadrul acestori dezvoltări ulterioare intră următoarele idei:

- Crearea unei aplicații mobile utilizând rutele de pe backend-ul actual: cu toți am prefera utilizarea unei aplicații mobile deoarece este la îndemâna și este mai rapidă decât o aplicație web, iar o aplicație mobilă poate veni cu îmbunătățiri precum notificarea utilizatorului legat de o programare, notificarea cu privire la timpul de administrare a medicamentelor, o comunicare mai ușoară cu medicul, etc. Pentru aceasta plănuiesc să folosesc framework-ul **Ionic** construit în limbajele TypeScript și JavaScript;
- Îmbunătățirea aplicației actuale folosind pe frontend mai multe module și încărcând aceste module lazy, pentru a reduce memoria folosită și pentru a avea o viteză mai mare de execuție aplicația web;
- Crearea unui meniu în care medicul poate customiza programul acestuia, fără a mai fi nevoie de administratorul bazei de date pentru acest scop;
- Crearea unei modalități de a se realiza înregistrarea unui medic fără a mai fi nevoi administratorul bazei de date;
- Generarea și trimiterea pe email a unei rețete în urma unei consultații medicale (nu doar pentru trimitere) cu un cod de bare ce va putea fi scanat la farmacie pentru a asigura originalitatea documentului;
- Vizualizarea în cadrul istoricului programărilor și a trimiterii/rețetei sau a rezultatului primit;

Bibliografie

Angular's Dev Team. (2021). Angular. Preluat de pe Angular: https://angular.io/

Figma's Team. (2021). Preluat de pe Figma: https://www.figma.com/

Freeman, A. (2021). Essential Angular forASP.NET Core MVC.

Google. (2021). Angular Docs. Preluat de pe Angular: https://angular.io/

Lewis, M. (2020). Preluat de pe Angular Calendar Docs: https://angular-calendar.com/docs/

Microsoft. (2021). ASP.NET Core Documentation. Preluat de pe ASP.NET Core Documentation: ASP.NET Core Documentation

Postman's Team. (2021). Postman Docs. Preluat de pe Postman Docs: https://learning.postman.com/docs/publishing-your-api/documenting-your-api/

Selenium Dev Team. (2021). Preluat de pe Selenium IDE: https://www.selenium.dev/selenium-ide/

Vemula, R. (2017). Real-Time Web Application Development With ASP.NET Core, SignalR, Docker, and Azure.

VS Code Developer Team. (2021). Preluat de pe Visual Studio Code docs: https://code.visualstudio.com/docs

Anexe

Chestionar – model de chestionar completat de un utilizator

1. În ce mediu trăiți? *
   - ✓ Urban
   - o Rural

2. Ce vârstă aveți? *
   - o Sub 25 ani
   - ✓ 25-40 ani
   - o 40-60 ani
   - o Peste 60 ani

3. Pe o scară de la 1 la 10, cât de mult folosiți internetul? *

   Răspuns: 6

4. Cât de des mergeți la medicul de familie? *
   - o O dată pe lună
   - ✓ O dată la câteva luni
   - o dată pe an
   - o Numai când am nevoie

5. Cât timp pierdeți, în medie, la medicul de familie? *
   - o 0-30 minute
   - ✓ 30-60 minute
   - o Peste 60 de minute

6. Medicul vă oferă activități pe care să le faceți cât timp sunteți în așteptare? *
   - o Da
   - ✓ Nu
   - o Nu am nevoie.

7. Cum se comportă personalul medical când mergeți la consultație? *
   - o Amabil, respectuos
   - o Nerespectuos
   - ✓ Indiferent
   - o Other:

8. Ce metodă de comunicare folosiți pentru a comunica cu medicul dumneavoastră? *
   - ✓ Telefon
   - o Email
   - o Mesaje
   - o Other:

9. Ați mai folosit alte aplicații pentru a realiza programări online? *
   - o Da
   - ✓ Nu