

# **SOLUȚII FLEXIBILE PENTRU CONTINUITATEA SERVICIILOR MEDICALE**

Teză destinată obținerii  
titlului științific de doctor inginer  
la  
Universitatea Politehnica Timișoara  
în domeniul **CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA  
INFORMAȚIEI**  
de către

**Inf. Oana-Sorina Lupșe**

Conducător științific:	prof.univ.dr.ing.	Lăcrămioara Stoicu-Tivadar
Referenți științifici:	prof.univ.dr.inf.	Viorel Negru
	conf.univ.dr.habil.	Elena Silvia Bernad
	prof.univ.dr.ing.	Vladimir Ioan Crețu

Ziua susținerii tezei: 21 noiembrie 2018

Seriile "Teze de doctorat" ale UPT sunt:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Automatică                               | 10. Știința Calculatoarelor                |
| 2. Chimie                                   | 11. Știința și Ingineria Materialelor      |
| 3. Energetică                               | 12. Ingineria sistemelor                   |
| 4. Ingineria Chimică                        | 13. Inginerie energetică                   |
| 5. Inginerie Civilă                         | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 6. Inginerie Electrică                      | 15. Ingineria materialelor                 |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 16. Inginerie și Management                |
| 8. Inginerie Industrială                    | 17. Arhitectură                            |
| 9. Inginerie Mecanică                       | 18. Inginerie civilă și instalații         |

Universitatea Politehnica Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2019

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,  
Tel./fax 0256 403823  
e-mail: editura@edipol.upt.ro

## Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Departamentului de Automatică și Informatică Aplicată al Universității Politehnica Timișoara.

Lucrarea de față reflectă rezultatele cercetărilor mele în domeniul prelucrării limbajului natural – extragere, structurare – pentru a fi utilizate în sisteme informatice medicale de tip Dosar de sănătate al pacientului sau e-Prescriere. Pentru a pregăti modelele propuse, criteriile de evaluare, soluțiile asociate, teza conține un consistent material referitor la interoperabilitatea sistemelor, cloud computing aplicat în medicină, ontologii și soluții existente. Ca dovadă a genericității soluțiilor propuse, cercetările tezei reflectă utilizarea tehnologiei informației atât în domeniul medicinei generale cât și particularizat pe anumite specializări. Modelele și metodele propuse au un grad ridicat de flexibilitate, adaptându-se nevoilor medicilor și pacienților îmbunătățind actul medical. Scopul principal al lucrării de față este de a dezvolta subiectele abordate din domeniul calculatoarelor și tehnologiei Informației și utilizarea acestor rezultate în mod concret în informatica medicală, cu beneficii pentru diagnosticarea și acordarea tratamentelor pentru pacienți.

Consider că lucrarea este un suport științific de luat în seamă pentru cercetările viitoare care vor avea ca subiect de pornire tematica informatizării medicale.

Timișoara, octombrie 2018

Lupșe Oana Sorina

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat **prof.dr.ing. Lăcrămioara Stoicu-Tivadar** care mi-a acordat sprijin în elaborarea și susținerea acestei teme de cercetare.

De asemenea adresez mulțumiri domnilor profesori din cadrul comisiei de îndrumare din cadrul programului doctoral: **prof. dr. ing. Horia Ciocârlie, prof. dr.ing. Ioan Silea și conf. dr. ing. Dan Pescaru** ale căror observații și indicații mi-au fost de un real ajutor pe parcursul programului doctoral.

Mulțumesc, de asemenea membrilor comisiei de doctorat, **prof. dr. inf. Viorel Negru, prof. dr. ing. Vladimir Ioan Crețu și conf. dr. habil. Elena Silvia Bernad** în calitate de referenți ai lucrării și domnului **prof. dr. ing. Gheorghe Daniel Andreescu** în calitate de președinte al comisiei.

Datorez respect și mulțumiri colectivului din care fac parte, care a fost alături de mine și m-a sprijinit în elaborarea anumitor soluții din cadrul actualei teze.

Mulumesc cadrelor medicale care s-au implicat în evaluarea rezultatelor și datorită cărora am putut să creez elemente care să sprijine actul medical.

Aduc mulțumiri familiei mele care a fost alături de mine și m-a sprijinit pe acest drum, ajutându-mă cu tot ce a fost nevoie.

Lupșe, Oana Sorina

#### **Soluții flexibile pentru continuitatea serviciilor medicale**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 14, Nr. 41, Editura Politehnica, 2018, 186 pagini, 95 figuri, 22 tabele.

ISSN:2069-8216

ISSN-L:2069-8216

ISBN:978-606-35-0287-3

Cuvinte cheie: informatică medicală, prescrieri medicale, pediatrie, interoperabilitate, ontologii, rețele neuronale  
Rezumat,

Tema de doctorat intitulată "Soluții flexibile pentru continuitatea serviciilor medicale" are ca obiectiv îmbunătățirea actului medical prin folosirea de noi tehnologii, propunerea unor tehnici și noi algoritmi pentru suportul activității medicilor în tratarea pacienților. Cercetările tezei reflectă utilizarea tehnologiei informației atât în domeniul medicinei generale cât și particularizat pe anumite specializări.

Lucrarea de față abordează tema flexibilității serviciilor medicale în vederea asigurării continuității în serviciile de îngrijire a sănătății. Flexibilitatea a fost asigurată de folosirea unor metode independente de sistemul de operare, a fișierelor recunoscute de orice mediu de programare și de genericitatea modelelor folosite. Modelele și metodele propuse se adaptează nevoilor medicilor și pacienților ușurând munca acestora și îmbunătățind actul medical.

# Cuprins

Notății. Abrevieri. Acronime .....	8
Listă de tabele.....	11
Listă de Figuri .....	12
1. INTRODUCERE.....	14
1.1. Motivație.....	14
1.2. Obiectivele tezei .....	15
1.3. Structura tezei.....	16
2. STAREA ACTUALĂ A LITERATURII ÎN DOMENIU. INFORMATICA MEDICALĂ .....	19
2.1. Sistemul medical din România .....	19
2.2. Informatizarea în pediatrie .....	22
2.2.1. Suportul digital asociat cu starea de sănătate a copilului .....	22
2.2.2. Identificarea cerințelor din activitatea medicilor pediatri .....	23
2.2.3. Date de bază în pediatrie .....	23
2.2.4. Îngrijirea neonatală.....	25
2.2.5. Dosarul Electronic de Sănătate și interoperabilitatea în îngrijire în pediatrie.....	26
2.2.6. Complexitatea sistemelor informatice în îngrijirea sănătății.....	27
2.2.7. Baze de dovezi medicale și pediatrie .....	27
2.2.8. Cercetări și aplicații în pediatrie .....	28
2.2.9. Concluzii .....	33
2.3. Prescripțiile medicale .....	33
2.3.1. Prescripția electronică.....	35
2.3.2. Cercetări și aplicații în ePrescriere .....	36
2.3.3. Concluzii .....	45
2.4. Interoperabilitatea sistemelor medicale. Standarde medicale .....	46
2.4.1. CEN/TC 251: Health Informatics .....	46
2.4.2. Personal Connected Health Alliance .....	46
2.4.3. epSOS: European Patients Smart Open Services .....	47
2.4.4. GS 1 Healthcare.....	48
2.4.5. National Electrical Manufacturers Association – DICOM Standards for Medical Images .....	48
2.4.6. HL7 – Electronic Health Information Systems .....	49
2.4.7. ISO/TC 215 – Electronic Health Records.....	51
2.4.8. SNOMED .....	53
2.4.9. Logical Observation Identifiers Names and Code .....	55
2.4.10. Standarde medicale naționale .....	56
2.4.11. Cercetări și aplicații în interoperabilitatea sistemelor medicale .....	56
2.4.12. Concluzii .....	60

3. STRUCTURAREA DATELOR MEDICALE. REPREZENTAREA INFORMAȚIILOR .....	61
3.1. Datele medicale .....	61
3.1.1. Formulare medicale .....	61
3.1.2. Înregistrările medicale electronice .....	62
3.1.3. Dosarul electronic de sănătate în România .....	62
3.2. Structurarea informațiilor medicale .....	63
3.2.1. Extragerea informațiilor relevante din diferite documente .....	63
3.2.2. Simplificarea textelor prin înlocuirea termenilor similari .....	67
3.2.3. Baze de date cu informații medicale .....	68
3.3. Concluzii .....	71
4. UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR ÎN INFORMATICA MEDICALĂ. ONTOLOGII, CLOUD COMPUTING ȘI REȚELE NEURONALE .....	73
4.1 Web-ul semantic .....	73
4.1.1. Nivelele Semantic web .....	73
4.1.2. Ontologiile .....	74
4.1.3. Stadiul actual al utilizării ontologiilor în informatica medicală .....	77
4.1.4. Concluzii .....	81
4.2. Cloud computing în informatica medicală .....	82
4.2.1. Generalități și beneficii .....	82
4.2.2. Beneficiile Cloud computing .....	87
4.2.3. Produse comerciale .....	88
4.2.4. Cloud Computing în îngrijirea sănătății .....	91
4.2.5. Provocări în adoptarea cloud computing în medicină .....	92
4.2.6. Cum poate transforma cloud computing-ul medicina .....	92
4.2.7. Cercetări în adoptarea Cloud Computing în sănătate .....	93
4.2.8. Concluzii .....	96
4.3. Rețele neuronale .....	97
4.3.1. Keras .....	97
4.3.2. Scikit-learn .....	98
4.3.3. TensorFlow .....	99
4.3.4. Cercetări în aplicațiile medicale informatice cu rețele neuronale .....	100
4.4. Concluzii .....	102
5. CONTRIBUȚII ÎN APLICAȚIILE MEDICALE DE PEDIATRIE .....	103
5.1. Introducere .....	103
5.2. Specificațiile unei aplicații în pediatrie și îmbunătățiri propuse .....	106
5.2.1. Comunicarea aplicațiilor pediatrie cu secția de obstetrică și ginecologie .....	106
5.2.2. Folosirea Cloud Computing în aplicațiile medicale .....	113
5.3. Concluzii .....	115

6. CONTRIBUȚII LA MODULUL DE E-PRESCRIERE A APLICAȚIILOR MEDICALE .....	117
6.1. Modelarea și implementarea modulului de ePrescriere .....	117
6.2. Utilizarea ontologiilor în crearea profilelor                      în educație și medicină .....	126
6.3. Alte contribuții în informatica medicală .....	131
6.4. Concluzii .....	131
7. CONTRIBUȚII ÎN EXTRAGEREA ȘI STRUCTURAREA INFORMAȚIILOR MEDICALE .....	133
7.1. Introducere .....	133
7.2. Extragerea datelor de pe platforma online prin tag-uri HTML .....	135
7.3. Structurarea prospectelor pe secțiuni.....	141
7.2.1. Structurarea prin tag-uri HTML .....	141
7.2.2. Structurarea prospectelor prin denumiri de secțiuni .....	142
7.2.3. Structurarea automată a secțiunilor prin biblioteci de rețele neuronale.....	147
7.4. Folosirea informațiilor structurate în crearea ontologiilor .....	153
7.5. Concluzii .....	155
8. EVALUARE.....	156
8.1. Evaluarea aplicațiilor realizate în cadrul tezei .....	156
8.2. Compararea algoritmilor și a diferitelor surse de date .....	157
8.3. Precizie, rechemare și scor F1.....	162
9. CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE .....	166
9.1. Concluzii .....	166
9.2 Perspective .....	168
Bibliografie.....	169
ANEXE.....	180

## Notații. Abrevieri. Acronime

2MCMAS	Medical Mobile Cloud Multi Agent Sistem
API	application program interface
ArchMS	Archetype Management System
ASRO	Organismul National de Standardizare
ATCe	Anatomical Therapeutic Chemical
AWS	Amazon Web Services
BMI	Body Mass Index
CatSalut	Catalan Health Service
CCD	Continuity of Care Document
CCOW	Context Management Specification
CDA	Clinical Document Architecture
CDG	Continua Design Guidelines
CDSS	Clinical Decision Support System
CEN	European Committee for Normalization
CEN/TC	European Committee for Normalization Technical Committee
CEN/TS	European Committee for Normalization Technical Specifications
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CJAS	Casa Județeană de Asigurări de Sănătate
CNAS	Casa Națională de Asigurări de Sănătate
DAKAR	Data Capture and Auto Identification Reference
DCI	Denumire Comună Internațională
DES	Dosarul Electronic de Sănătate
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DRG	Diagnosis Related Group
EDS	Electronic Discharge Summary
EHR	Electronic Health Record
ELGA	Elektronische Gesundheitsakte - Dosar Electronic de Sănătate
EMA	European Medicines Agency
EMR	Electronic Medical Record
EPAA	Error Prevention Adjustment Algorithm
EPI	ePrescription Infrastructure
EPR	Electronic Record Patient
epSOS	European Patients Smart Open Services
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resource



GBS	Group B strep
GTIN	Global Trade Item Number
HIPPA	Health insurance Portability and Accountability Act
HITECH	Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act
HL7	Health Level Seven
HL7 CDA	Health Level 7 Clinical Document Architecture
HL7 EHR FM	HL7 Electronic Health Record Functional Model
HL7 EHR TC	HL7 Electronic Health Record Technical Committee
HL7 PeDSSIG	HL7 Pediatric Data Standards Special Interest Group
HTML	HyperText Markup Language
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a service
IBM	International Business Machines
ICD-10	International Classification of Diseases 10th revision
ICTVg	International Virus Taxonomy
ISO	International Standard Organization
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
LIS	Laboratory Information System
MCC	Mobile Cloud computing
NIST	National Institute of Standards and Technology
NLM	National Library of Medicine
NLP	Natural Language Processing
OEHR-EPM	Ontology-based EHR Error Prevention Model
OSI	Open System Interconnection
OWL	Web Ontology Language
PaaS	Platform as a service
PCC	Physician's Computer Company
PCHalliance	Personal Connected Health Alliance
PHP	Hypertext Preprocessor
PHR	Personal Health Record
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
ReP	Registrul central al ePrescripțiilor
REST	REpresentational State Transfer
RIF	Rule Interchange Format

RIM	Reference Information Model
RPR	Reagin Plasma Response
RxCUI	RxNorm concept unique identifiers
SaaS	Software As a Service
SIUI	Sistem Informatic Unic Integrat al Asigurărilor Sociale de Sănătate
SIUI-SIPE	Sistem Informatic Unic Integrat - Sistem Informatic de Prescripție Electronică
SNOMED – CT	Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPARQL	Simple Protocol and RDF Query Language
SQL	Structured Query Language
SWRL	Semantic Web Rule Language
tf-idf	term frequency – inverse document frequency
TIC	Technologii Informatice
TSB	Technology Strategy Board
UE	Uniunea Europeană
UIMA	Unstructured Information Management Architecture
UMLS	Unified Medical Language System
UNIIF	Unique Ingredient Identifier
URI	Uniform Resource Identifier
VDRL	Venereal Disease Research Laboratory
VMS	Vectror space models
WCF	Windows Communication Foundation
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language

## Listă de tabele

Tabelul 2.1	Calculul scor APGAR la naștere .....	26
Tabelul 2.2	Aplicații software în domeniul pediatriei .....	32
Tabelul 2.3	Lansarea ePrescrierii în diferite țări .....	44
Tabelul 2.4	Modelul OSI .....	49
Tabelul 2.5	Cele mai populare standarde HL7 .....	51
Tabelul 2.5	Grupurile de lucru ISO TC 215 .....	52
Tabelul 2.6	Exemplu de concept cu descrieri în SNOMED CT .....	54
Tabelul 3.1	Exemple de extragere medicamente din [DEL10] .....	65
Tabelul 4.1	Top 10 furnizori Cloud computing .....	84
Tabelul 7.1	Numărul datelor folosite în structurarea prin rețele neuronale .....	148
Tabelul 7.2	Rezultate obținute la rularea SVM .....	149
Tabelul 7.3	Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes .....	150
Tabelul 7.4	Rezultate obținute la rularea CNN .....	150
Tabelul 7.5	Rezultate obținute la rularea SVM .....	152
Tabelul 7.6	Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes .....	152
Tabelul 7.7	Rezultate obținute la rularea CNN .....	152
Tabelul 8.1	Rezultate obținute la rularea SVM .....	163
Tabelul 8.2	Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes .....	163
Tabelul 8.3	Rezultate obținute la rularea CNN .....	163
Tabelul 8.4	Rezultate obținute la rularea SVM .....	164
Tabelul 8.5	Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes .....	164
Tabelul 8.6	Rezultate obținute la rularea CNN .....	164

## Listă de Figuri

Figura 1.1 Structura tezei .....	18
Figura 2.1 Cardul Național de Sănătate.....	20
Figura 2.2 Dosarul Electronic de Sănătate .....	20
Figura 2.3 Fluxul general al sistemului medical din România.....	21
Figura 2.4 Fluxul de lucru într-un spital în Pediatrie.....	28
Figura 2.5 Grafic de creștere pentru fete [CDC18] .....	29
Figura 2.6 Flux de date în platforma Artemis [MCG11].....	30
Figura 2.7 Rețetă electronică [SIU18].....	36
Figura 2.8 Structura listei de medicamente din Austria [GAL16].....	39
Figura 2.9 Lista de medicamente în Germania [GAL16].....	40
Figura 2.10 Arhitectura aplicației de ePrescriere din Slovenia [STA18] .....	41
Figura 2.11 Adăugare rețetă în aplicația SIUI-SIPE (stânga) și ICMed (dreapta) [SIU18][ICM18] .....	43
Figura 2.12 Modelul logic al SNOMED CT.....	54
Figura 2.13 Diagramă SNOMED CT [SBR18].....	55
Figura 2.14 Model pentru interoperabilitatea sistemului medical din România [RAC16] .....	57
Figura 2.15 Cadru de interoperabilitate pentru schimbul de date între LIS și EHR [SHI18] ....	58
Figura 2.16 Modelul XDataRDF [SHE17].....	59
Figura 3.1 Fișe medicale din România.....	61
Figura 3.2 Ferestre din aplicația SIUI-MF-DES [SIU18] .....	63
Figura 3.3 Sursele datelor medicale [GHA15] .....	64
Figura 3.4 Arhitectura propusă de [DKM18] .....	67
Figura 3.4 Aplicația Mediatelly .....	69
Figura 3.5 DrugBank .....	70
Figura 3.6 Drug Portal Information.....	71
Figura 4.1 Nivelele Semantic web .....	74
Figura 4.2 Exemplu ontologie .....	77
Figura 4.3 Schemă a metodei de transformare a arhetipurilor de date EHR în RDF/OWL (după [LEG16]) .....	80
Figura 4.4 Fluxul de informații în D3 și interacțiunea a două medicamnete [NOO17] .....	81
Figura 4.5 Un model simplu a celor 3 nivele ale calculatorului.....	83
Figura 4.6 Arhitectura Cloud computing .....	84
Figura 4.7 Tipuri de clouds.....	86
Figura 4.8 Elementele definiției NIST.....	86
Figura 4.9 Amazon Elastic Compute Cloud .....	89
Figura 4.10 Windows Azure.....	89
Figura 4.11 Google App Engine.....	90
Figura 4.12 Fluxul de date generat de DAKAR [SUL14] .....	94
Figura 4.13 Arhitectura sistemului mobil blazat pe cloud computing [ZHI15] .....	95
Figura 4.14 Clasificarea bibliotecilor deep learning [HAL18].....	97
Figura 4.15 Evoluția studiilor bazate pe rețele neuronale în analiza EHR [SHI17] .....	102
Figura 5.1 Modelare sistem informatic pediatrie .....	104
Figura 5.2 Schema generală a sistemului .....	105
Figura 5.3 Legăturile dintre pediatrie și alte secții adiacente.....	106
Figura 5.4 Arhitectura sistemului de pediatrie.....	107
Figura 5.5 Fișa de consultații medicale copii în România .....	108
Figura 5.6 Funcțiile aplicației de Pediatrie.....	108
Figura 5.7 Fișă consultație periodică.....	109
Figura 5.8 Fișă consultație bolnav cronic.....	110
Figura 5.9 Crearea consultațiilor periodice.....	111
Figura 5.10 Cererea și recepționarea datelor medicale de la Obstetrică.....	112
Figura 5.11 Model arhitectură sistem medical spital bazată pe Cloud Computing .....	113
Figura 5.12 Comunicarea între două secții din spital.....	114
Figura 5.13 Schimbul de date medicale dintre secții .....	115

Figura 6.1 Fluxul datelor dintre medici în modulul de prescriere asistată .....	118
Figura 6.2 Ontologie e-prescriere .....	119
Figura 6.3 Monitorizarea tratamentelor .....	120
Figura 6.4 Arhitectură sistem prescriere asistată .....	121
Figura 6.5 Fișa de consultații din aplicația de prescriere asistată .....	121
Figura 6.6 Mesaje din aplicația de prescriere asistată .....	122
Figura 6.7 Diagramă de secvență pentru prescrierea asistată din Obstetrică și Ginecologie ..	123
Figura 6.8 HL7 CDA cu boala curentă și caracteristicile pacientului .....	124
Figura 6.9 Bază de date Tratamente în Windows Azure.....	124
Figura 6.10 XML cu sugerarea unor tratamente .....	125
Figura 6.11 Arhitectură generală modul prescriere cu ontologii .....	126
Figura 6.12 Arhitectura modulelor de creare profile ale femeilor gravide .....	127
Figura 6.13 Fluxul aplicației de cursuri online .....	129
Figura 6.14 Fluxul acțiunilor din aplicație pentru fiecare tip de utilizator.....	130
Figura 7.1 Extragerea și folosirea informațiilor din prospectele medicale .....	135
Figura 7.2 Extragere date prospecte prin tag-uri HTML .....	136
Figura 7.3 Medicamente în site-ul HelpNet .....	136
Figura 7.4 Link-urile medicamentelor de pe pagina HelpNet .....	137
Figura 7.5 Prezentare comparativă prospect.....	137
Figura 7.6 Fișierul XML cu prospecte nestructurate HelpNet.....	138
Figura 7.7 Medicamente în site-ul Pagina Farmaciștilor .....	139
Figura 7.8 Link-uri medicamente site-ul Pagina Farmaciștilor.....	139
Figura 7.9 Prospecte de pe Pagina Farmaciștilor .....	140
Figura 7.10 Medicamente CSID.....	141
Figura 7.11 Parte din fișierul xml cu prospecte structurate după tag-uri.....	142
Figura 7.12 Flux de lucru pentru structurarea prospectelor prin denumiri de secțiuni .....	143
Figura 7.13 Fișier txt cu denumiri de secțiuni din prospecte.....	143
Figura 7.14 Prospecte structurate Help Net .....	145
Figura 7.15 Prospecte structurate Pagina Farmaciștilor .....	146
Figura 7.16 Prospecte structurate CSID .....	146
Figura 7.17 Flux de lucru pentru structurarea prospectelor prin rețele neuronale .....	147
Figura 7.18 Fișier csv cu secțiuni din prospecte.....	149
Figura 7.19 Denumiri de secțiuni în surse diferite de prospecte.....	151
Figura 7.20 Ontologie prospecte medicale .....	153
Figura 7.21 Termeni medicali .....	154
Figura 7.22 Căutare medicament după anumite caracteristici .....	155
Figura 8.1 Acuratețe SVM .....	158
Figura 8.2 Timpi de rulare SVM.....	158
Figura 8.3 Acuratețe Naive Bayes .....	159
Figura 8.4 Timpi de rulare Naive Bayes.....	159
Figura 8.5 Acuratețe CNN .....	160
Figura 8.6 Timpi de rulare CNN.....	160
Figura 8.7 Acuratețe algoritmi pentru secțiuni neuniforme .....	161
Figura 8.8 Acuratețe algoritmi pentru secțiuni uniforme .....	161

# 1. INTRODUCERE

## 1.1. Motivație

Obiectivul tezei de doctorat este asociat cu îmbunătățirea actului medical prin folosirea de noi tehnologii, propunerea unor tehnici și noi algoritmi pentru suportul activității medicilor în tratarea pacienților. Cercetările tezei reflectă utilizarea tehnologiei informației atât în domeniul medicinei generale cât și particularizat pe anumite specializări.

O direcție particulară pe care am abordat-o este **pediatria**, ramura care se ocupă cu monitorizarea copiilor de la naștere și până la vârsta de 18 ani. Domeniul pediatriei este foarte important în medicină deoarece este una dintre cele mai complexe și mai sensibile specialități. Copii mici au nevoie de o îngrijire specială precum și de medicație în funcție de vârstă și greutate.

Un domeniu asociat cu tratamentele și în care am adus contribuții prin teza de față este legat de sistemele de **asistare și prelucrare a prescripțiilor electronice**. Pentru a ajunge la un tratament cât mai eficient (îmbunătățirea stării de sănătate în timp cât mai scurt) medicul prescrie o medicație cât mai corectă. Fiecare medicament poate avea anumite reacții adverse, poate interacționa cu anumite alergii, tratamente, boli (comorbiditate) sau alte substanțe luate concomitent. Prescrierea este metoda prin care medicii comunică deciziile legate de tratament și prin care farmaciile eliberează medicația pacienților în cauză, în același timp oferind pacienților informații despre administrarea medicației pentru a maximiza beneficiile acesteia. În momentul de față prescrierea medicală la nivel național este la stadiul de tranziție între hârtie și suport electronic (web) [BRE07]. Pentru a putea estima posibilele reacții adverse sau alergice pentru anumite medicamente, medicul trebuie să ia în considerare istoricul medical al fiecărui pacient în parte, iar tratamentele trebuie monitorizate pentru a evalua eficiența acestora și pentru a putea fi recomandate și altor pacienți cu boli și antecedente asemănătoare.

De asemenea, în cadrul prescrierilor electronice am adus îmbunătățiri la **structurarea și accesul la prospectele medicamentelor**. În era digitală există informații despre aproape toate medicamentele existente. Fiecare medicament are un prospect cu toate informațiile necesare despre acesta: indicații terapeutice, mod de administrare, contraindicații, etc. Aceste informații se găsesc sub diferite denumiri de secțiuni și sub diferite formătări. Medicii sunt nevoiți să caute fiecare prospect în parte și să citească informațiile de care au nevoie pentru a putea prescrie acel medicament. De asemenea, noile medicamente impun o documentare suplimentară pentru medici, întrucât informațiile despre acestea se obțin cu un consum sporit de timp și printr-o căutare sistematică, pentru că se găsesc în surse diferite din mediul online.

În final, o temă importantă abordată este folosirea **ontologiilor** în dezvoltarea aplicațiilor medicale, pentru structurarea diferitelor informații și pentru crearea de relații între elemente necesare actului medical. Medicii trebuie să ia în considerare pentru tratarea unui pacient starea de sănătate specifică acestuia și toate caracteristicile tratamentului ales. Astfel, prin crearea de legături între informațiile necesare, medicul va face mai puține erori medicale. În sprijinul acestei cercetări am propus folosirea **cloud computing** în stocarea informațiilor pentru un mai bun acces la informații medicale la nivel național.

După cum se poate vedea, sunt abordate mai multe teme prin care propun soluții tehnologice moderne pentru îmbunătățirea actului medical care implică structurarea informațiilor medicale.

Flexibilitatea soluțiilor este asigurată prin genericitatea acestora, prin simplitatea adaptării lor la orice aplicație medicală, prin folosirea tehnologiilor care asigură interoperabilitatea aplicațiilor și prin folosirea unor metode și fișiere de date independente de sistemele de operare folosite (fișiere .xml, .csv).

## 1.2. Obiectivele tezei

Obiectivul tezei, prezentat anterior, este asociat cu mai multe activități și contribuții la nivelul aplicațiilor medicale realizate și a algoritmilor propuși. Principalele activități și contribuții sunt prezentate în cele ce urmează, prin punctarea beneficiilor și contribuțiilor aduse în cadrul fiecărei părți din teză.

- Beneficiile cloud computing în sistemele informatice medicale
  - Dezvoltarea aplicațiilor în cloud
  - Interoperabilitatea sistemelor medicale în cloud
  - Dezvoltarea unei aplicații de Pediatrie pentru o platforma de tip Cloud
- Beneficiile și studiul critic al sistemelor de prescriere
  - Sisteme de prescriere automată
  - Asistarea prescrierii medicației
  - Verificarea unui set de informații complexe pentru o prescriere corectă
  - Comparații și prezentări ale sistemelor existente în prescriere
- Îmbunătățirea prescrierii medicației
  - Sugerarea medicației în funcție de statisticile stabilite
  - Crearea unui modul de sugerare medicație în funcție de reușita acestora în funcție de fiecare pacient
  - Colectarea și structurarea prospectelor medicale
  - Folosirea informațiilor din prospecte pentru administrarea unui anumit medicament
  - Crearea ontologiilor cu informații din prospectele medicale
- Beneficii pentru medic
  - Verificarea automată a incompatibilităților dintre medicația prescrisă și antecedentele pacientului
  - Prezentarea alternativelor de tratamente în funcție de rezultate anterioare observate la alți pacienți
  - Crearea unui suport de monitorizarea tratamentelor pentru bolile cronice
  - Furnizarea de soluții pentru accesul la informații despre tratamente la nivel național/mondial
  - Modelarea activităților de verificare și prezentare a tratamentelor alternative cu rată mare de vindecare

- Proiectarea și dezvoltarea modulului pentru monitorizarea și includerea într-o statistică a tratamentelor oferite în funcție de rezultate
- Furnizarea informațiilor despre reușitele în tratament cu suport tehnologic de tip cloud computing
- Prezentarea de soluții care permit accesul la prospecte medicale structurate
- Beneficii pentru pacient
  - Monitorizarea bolilor cronice
  - Obținerea de tratamente mai eficiente
  - Creșterea calității actului medical

### 1.3. Structura tezei

Teza a fost structurată în 9 capitole, legăturile dintre acestea fiind prezentate în Figura 1.1 și evidențiind logica cercetării.

**Capitolul 2** prezintă domeniul tezei, generalități privind informatica medicală și interoperabilitatea sistemelor medicale. În cadrul acestui capitol am prezentat sistemul medical din România și am realizat o diagramă a fluxului de informații din cadrul acestui sistem; am descris sistemul medical din departamentul de pediatrie și am prezentat datele necesare medicilor pentru o monitorizare corectă și completă a copiilor; am realizat o diagramă a fluxului de lucru într-un spital de pediatrie; am prezentat și comparat aplicații de pediatrie recente în domeniul pediatriei; am prezentat prescrierile medicale și prescripția electronică în România; am prezentat și comparat cercetări și aplicații în domeniul ePrescriere din diferite țări; am prezentat standardele cele mai folosite în interoperabilitatea sistemelor medicale; am prezentat și comparat aplicații și cercetări în interoperabilitatea sistemelor medicale.

**Capitolul 3** prezintă o analiză în domeniul structurării datelor medicale și a reprezentării informațiilor precum și stadiul actual în literatură în acest domeniu. În acest capitol prezint felul și tipul datelor din cadrul departamentelor medicale (formulare medicale, baze de date cu informații medicale, etc), formularele medicale din sistemul medical românesc, dosarul electronic de sănătate din România, cercetări în structurarea și folosirea datelor medicale din surse cu text brut și prezint cele mai folosite și complexe baze de date cu informații medicale structurate, semistructurate sau nestructurate.

**Capitolul 4** prezintă tehnologii folosite în informatica medicală precum cloud computing, ontologii, deep learning și prezintă stadiul actual al folosirii acestora în literatură. În cadrul acestui capitol am prezentat tehnologii ce pot fi folosite în informatica medicală pentru îmbunătățirea serviciilor (ontologiile, cloud computing și rețelele neuronale). În primul rând sunt prezentate succint tehnologiile după care sunt prezentate diferite cercetări făcute în informatica medicală folosind tehnologiile descrise.

**Capitolul 5** prezintă contribuțiile aduse aplicațiilor medicale din pediatrie. În urma consultării cu medici specialiști am realizat o aplicație complexă pentru medicii pediatri. În cadrul unui consult medicii au nevoie de datele medicale ale pacientului de pe parcursul întregii vieți, iar medicii pediatri au de completat fișe diferite în cadrul consultului de rutină adaptate fiecărei vârste, în timp real. Pentru a rezolva



aceste cerințeam modelat și implementat sistemul aducând noi facilități pentru medici. Am creat un modul care prin intermediul standardului HL7 preia datele mamei și ale copilului de la departamentul de obstetrică și ginecologie și le introduce automat în baza de date a medicului pediatru. Am creat o fișă de consultații generată automat în funcție de vârsta copilului și problemele pentru care s-a prezentat la medic copilul. Am folosit tehnologia cloud computing pentru stocarea aplicațiilor și datelor medicale.

**Capitolul 6** prezintă contribuțiile aduse aplicațiilor medicale pentru modulul de prescrieri medicale. La fiecare diagnosticare a pacienților medicul trebuie să găsească o schemă de tratament care să trateze o anumită boală. Pentru bolile noi sau în cazul medicilor mai tineri, fără experiență, aceștia trebuie să caute medicamente care să trateze boala pacientului, iar uneori tratamentul poate să nu fie folositor sau poate agrava boala. Astfel, am realizat un modul de sugerare a medicației pentru tratarea bolilor, medicații testate și cu rata mare de vindecare la alți pacienți cu aceleași caracteristici ca și pacientul curent, prescrise de alți medici. Modulul a fost implementat în cadrul unei aplicații de medic de familie. De asemenea am propus un model de implementare a modulului cu ajutorul ontologiilor și a tehnologiei cloud computing pentru o bază de date complexă care să reunească tratamente de la mai mulți medici.

**Capitolul 7** prezintă contribuții aduse în extragerea și structurarea informațiilor medicale. În unele cazuri tratamentele date de medici nu iau în considerare anumite interacțiuni cu alte boli, alergii sau tratamente concomitente, din lipsa informațiilor, astfel rezultând alte probleme pentru pacient. Pentru a veni în ajutorul acestora, am propus un sistem de structurare a datelor din prospectele medicale care să poată fi folosite ulterior în cadrul aplicațiilor medicale. Am realizat algoritmi pentru extragerea prospectelor din diferite surse online, am realizat algoritmi pentru parcurgerea și structurarea informațiilor în funcție de secțiunile din prospecte și am adaptat algoritmi deep learning pentru precizarea numelor de secțiuni pentru noi prospecte nestructurate.

**Capitolul 8** evaluează rezultatele obținute în capitolele 6 și 7.

**Capitolul 9** prezintă concluziile tezei și descrie dezvoltările ulterioare.

În figura 1.1 este prezentată structura schematică a tezei.

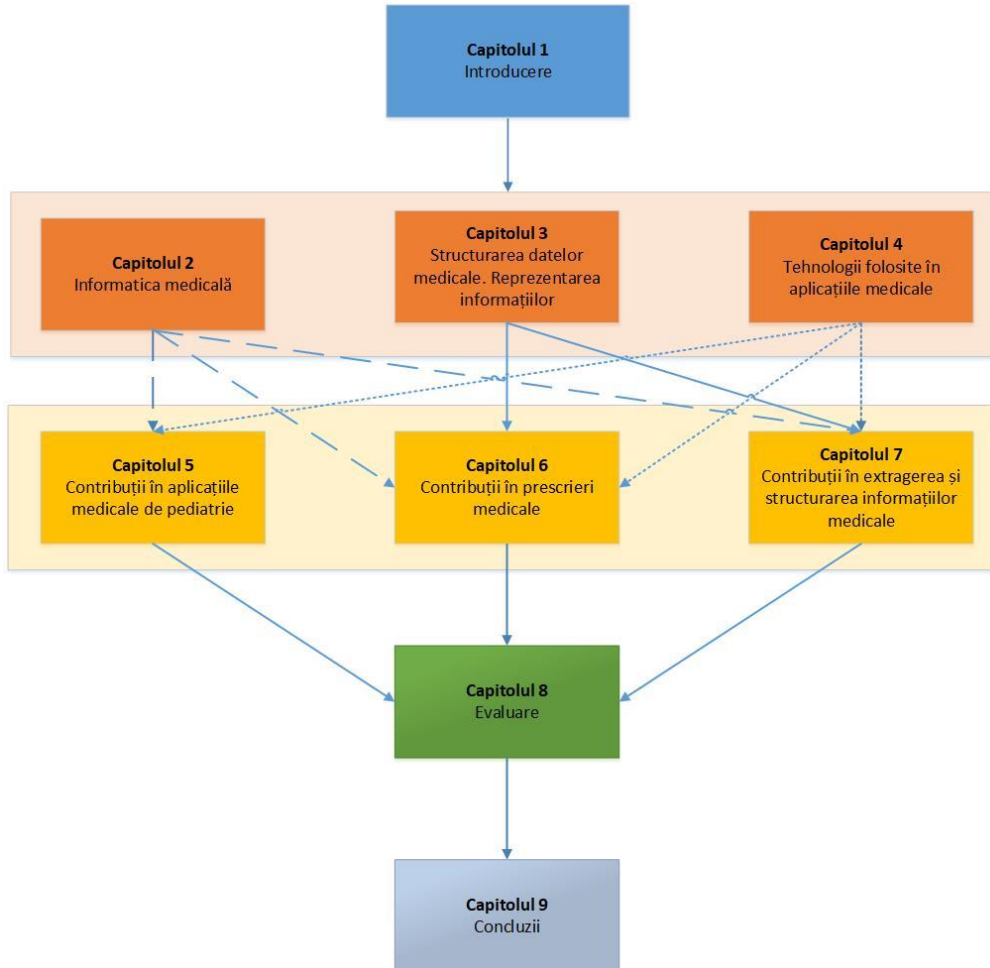


Figura 1.1 Structura tezei

## **2. STAREA ACTUALĂ A LITERATURII ÎN DOMENIU. INFORMATICA MEDICALĂ**

### **2.1. Sistemul medical din România**

România este a 8-a țară ca mărime din Uniunea Europeană cu o populație destul de numeroasă, dar care din cauza scăderii fertilității, a ratei natalității, a decesului ridicat și a migrației este în continuă scădere din anul 1990. Speranța de viață a crescut în ultimele decenii la 75,1 ani, dar este considerabil mai mică față de cea a Uniunii Europene care este de 80,9 ani [VLA16].

Sistemul de sănătate din România este organizat în principal pe două niveluri: la nivel național și la nivel județean. Ministerul Sănătății este autoritatea administrativă centrală din sectorul sănătății și răspunde de administrarea și cadrul sistemului de sănătate. Un rol important îl are sistemul de asigurări de sănătate gestionat de Casa Națională de Asigurări de Sănătate (CNAS) și casele județene (CJAS) care coordonează activitatea specifică. Această structură a sistemului sanitar funcționează din anul 1999.

În anul 2014, în România existau 527 de spitale din care două treimi erau spitale de stat. În ultimii ani numărul de spitale de stat a scăzut datorită închiderii a 67 din ele cu performanțe scăzute în anul 2011, iar numărul de spitale private a crescut. Spitalele sunt distribuite uniform la nivel teritorial dar accesibilitatea este limitată în anumite zone geografice cum ar fi Delta Dunării, regiunile montane îndepărtate și zonele rurale. Strategia de Sănătate pentru perioada 2014-2020 prevede o restructurare a rețelei naționale de spitale prin reducerea de facilități în spitale și furnizarea de servicii inegrate pentru îmbunătățirea tratării pacienților.

Numărul total de paturi pe 1000 de locuitori a scăzut de la 7,9 în 1990 până la 6,3 în 2013. Durata medie de ședere în spitala scăzut de la 11,4 zile în 1990 la 6,3 zile în 2013, iar gradul de ocupare a paturilor a crescut de la 68% în 1990 la 84% în 2005 și a scăzut la 73% în 2013 [VLA16].

În anul 1999 a fost introdus sistemul electronic de raportare pentru medicii de familie și medicii specialiști. Spitalele au început să utilizeze rapoartele electronice prin introducerea sistemului DRG (Diagnosis Related Groups), un sistem de clasificare internațională a bolilor în anul 2006. În anul 2012 a fost introdusă prescrierea electronică pentru toți medicii de familie și farmaciile iar în momentul de față este folosită în toată țara. Din mai 2015 s-a introdus Cardul Național de Asigurări de Sănătate care conține date de identificare a pacientului și la cererea pacientului poate să conțină și date medicale [VLA16]. În figura 2.1 este prezentat Cardul de Sănătate din România.



Figura 2.1 Cardul Național de Sănătate

În curs de implementare este Dosarul Electronic de Sănătate (DES) care a fost introdus din 21 aprilie 2014 într-o primă variantă. În fiecare an acest mijloc modern de stocare a datelor medicale este utilizat de tot mai mulți medici și asigurați. Datele de utilizare la sfârșitul anului 2016 sunt următoarele: peste 8,5 milioane de dosare electronice, aproape 11000 de unități sanitare au fost conectate la sistemul DES, din care 332 spitale și peste 10000 clinici medicale și, de asemenea, au fost autentificați peste 20000 de medici în acest sistem, pentru a adăuga sau consulta date medicale. În figura 2.2 este prezentată pagina de autentificare a aplicației de DES. [CAS16]

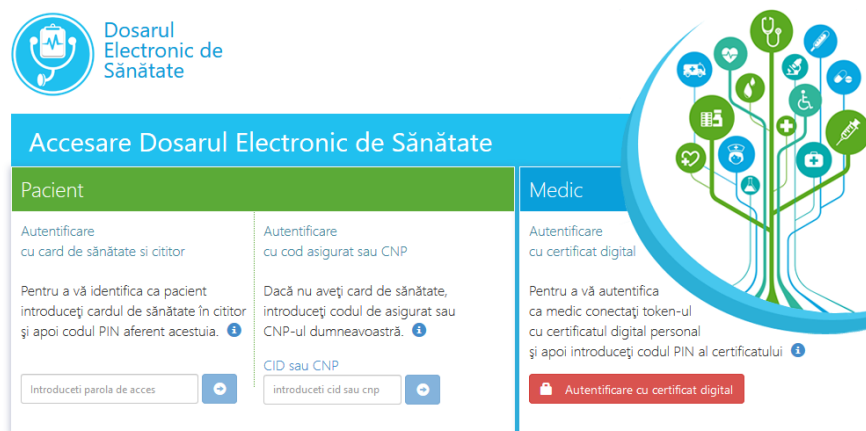


Figura 2.2 Dosarul Electronic de Sănătate

Numărul de medici de familie în România este în continuă scădere, astfel, în anul 2012 au fost un număr total de 11914 medici de familie din care 7340 în mediul urban și 4574 în mediul rural iar în anul 2016 numărul total de medici de familie a fost 11256 din care 6902 în mediul urban și 4354 în mediul rural. Și numărul de asigurați sunt în continuă scădere, în anul 2012 era asigurată 85,35% din populația totală din care 94,10% în zona urbană și 74,64% în zona rurală, iar în anul 2016 era asigurată 77,02% din populația totală, din care 85,80% în zona

urbană și 65,64% în zona rurală. În schimb numărul de medici de specialitate din ambulatoriu a crescut de la 12783 în anul 2012 la 15811 în anul 2016 [CAS16].

În figura 2.3 am realizat o diagramă care cuprinde fluxul general de informații al sistemului medical din România. Un pacient poate să meargă pentru diagnosticare și tratament la medicul de familie, la spital și la medicul specialist. Fluxul informațional se declanșează odată cu apariția pacientului în sistem. La apariția unei probleme de sănătate care nu necesită urgență, pacientul va merge la medicul de familie pentru diagnosticare și tratament. Medicul de familie cu ajutorul cardului de sănătate se poate conecta la fișa medicală a pacientului, după care acesta poate iniția procesul de diagnosticare și plan de tratament al pacientului. Dacă medicul de familie are nevoie de alte date pentru a diagnostica pacientul, acesta are posibilitatea de a-l trimite la un medic specialist pe un anumit domeniu sau la un laborator de analize pentru alte investigații. De asemenea, un pacient poate să meargă direct la un medic specialist în mediul privat fără trimitere sau pentru o anumită urgență la un spital. Toți medicii din spitale sau clinici pot să aibă contract cu casa națională de asigurări de sănătate și astfel să poată să deconteze anumite servicii. Nodul principal este format din medicul de familie, care are competența de a îndruma pacientul în direcția corectă pentru o diagnosticare și un tratament adecvat.

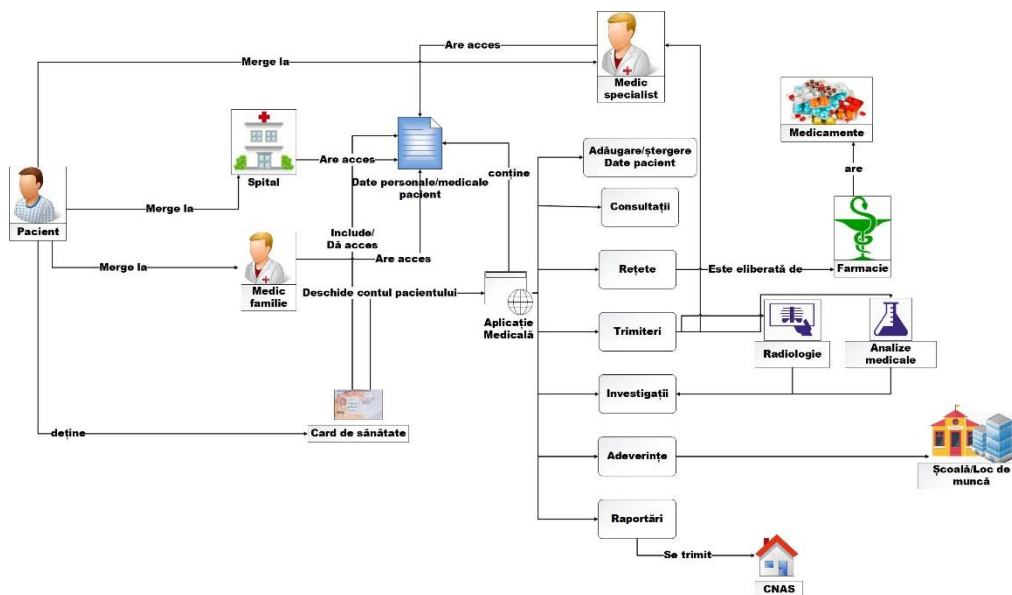


Figura 2.3 Fluxul general al sistemului medical din România

Aplicația folosită de cei mai mulți medici și în special în spitale, Sistemul Informatic Unic Integrat al Asigurărilor Sociale de Sănătate (SIUI), este furnizată de firma SIVICO. SIUI include o serie de raportări care sunt făcute în vederea decontării serviciilor medicale, ajută la dezvoltarea și perfecționarea serviciilor medicale, gestionează fondul de asigurări de sănătate și prelucrează datele medicale la nivel național.

În momentul de față în România beneficiarii SIUI sunt:

- Casele Județene de Asigurări de Sănătate
- 15 de furnizori de servicii de recuperare în sanatorii
- 38 de furnizori de servicii de ambulanță
- 328 de furnizori servicii de îngrijire la domiciliu
- 458 de furnizori de servicii de recuperare în ambulatorii
- 509 de spitale
- 2.639 de furnizori de dispozitive medicale
- 4.140 de furnizori de servicii farmaceutice
- 53.910 de medici
- 10.304 de furnizori de asistență medicală primară
- 95.286 de asistenți medicali [SIV18]

## **2.2. Informatizarea în pediatrie**

### **2.2.1. Suportul digital asociat cu starea de sănătate a copilului**

În momentul de față serviciile medicale sunt într-o continuă schimbare. Una dintre caracteristicile acestei perioade este gradul de creștere în conștientizarea faptului că siguranța industriei de îngrijire a sănătății, costurile efective ale acesteia și rezultatele îngrijirilor și tratamentelor efectuate, pot și trebuie să se îmbunătățească.

Una dintre provocările actuale constă în convingerea factorilor de decizie politică, a experților în sănătate și a pacienților că tehnologia are potențialul de a ajuta prin creșterea calității serviciilor de sănătate, un control mai bun al contabilității în procesul de sănătate și al managementului informațiilor existente în acest proces și va conduce la o stare de sănătate mai bună a pacienților.

Pentru medicii pediatrii și familiile copiilor pe care îi îngrijesc se aduc continuu noi schimbări. Copiii, în special cei care au nevoie de îngrijiri speciale, întâlnesc greutăți în cazul îngrijirilor în timp util și fiind predispuși la erorile medicale, acest lucru fiind o preocupare tot mai intensă a pediatrilor, provenite din faptul că tehnologia informației existentă în sănătate, concepută pentru adulți, nu îndeplinește nevoile pediatriei și poate aduce vulnerabilități și riscuri la sănătatea și siguranța copilului.

Pentru medicii pediatri aceste provocări prezintă oportunități pentru:

- Aducerea de expertize în sănătatea copilului dezvoltatorilor de tehnologii pentru crearea unor unelte de informație și standarde care să facă îngrijirea pediatrică mai sigură, mai eficientă și care să optimizeze și să consolideze valoarea acestui segment.
- Împărtășirea evidenței și experienței în stagii de succes pentru adoptarea IT-ului în sănătatea pediatrică pentru minimizarea riscurilor la pacienți și maximizarea beneficiilor pentru toți [LEH11].

Tehnologia poate ajuta medicii în găsirea informațiilor importante despre un anumit pacient, poate asista medicii în diagnosticare și tratament, în special pe cei mai tineri și poate să colecteze cunoștințe care mai apoi să fie folosite de alți medici sau cercetători în îmbunătățirea serviciilor medicale. În ultima parte a acestui capitol voi prezenta și compara aplicații informatice existente în acest domeniu, iar în capitolele 5 și 6 voi prezenta contribuțiile mele aduse în acest domeniu.

## 2.2.2. Identificarea cerințelor din activitatea medicilor pediatri

Pediatria se ocupă cu îngrijirea sănătății sugarilor, a copiilor și a adolescenților, urmărind creșterea și dezvoltarea acestora pentru a putea atinge un potențial maxim ca adulți.

Medicii pediatri nu trebuie să se ocupe doar de anumite organe și procese biologice ale copilului, ci de asemenea și de influențele sociale și de mediu, care au un impact major în sănătatea psihică, emoțională și mentală și în bunăstarea copiilor și a familiilor acestora. Medicii dețin ustensile de diagnosticare, medicație și vaccinuri pentru obținerea acestei bunăstări, dar cel mai important, dețin cunoștințe despre copii și bolile lor, precum și date pentru îngrijirea acestora. Informatica și tehnologia informației au un bun potențial în strângerea datelor necesare pentru o îngrijire cât mai calitativă și cu rezultate mult mai bune.

Medicii pediatri ar trebui să fie interesați în adoptarea tehnologiei informației în sănătate din următoarele motive:

- Pentru creșterea calității și siguranței îngrijirii copiilor medicii au nevoie de cunoștințe medicale detaliate ale necesităților acestora și ale problemelor ce pot să apară în procesul de sănătate. Prin intermediul tehnologiei, medicii pot accesa și ajunge mai ușor la informația dorită decât prin studii clinice pe foi sau cărți din biblioteci, iar informațiile sunt mai actuale.
- Îmbunătățirea calității și siguranței îngrijirilor prin folosirea instrumentelor informatice cu care medicii pediatrii pot controla mai ușor și mai rapid starea de sănătate a copiilor. Aplicațiile medicale în care medicul are acces la toate datele medicale necesare pentru o diagnosticare corectă, aparatele de monitorizare care pot ajuta medicul în urmărirea stării de sănătate a pacientului și bazele de informații medicale existente în mediul online pot fi de un real ajutor pentru medici.
- Reglarea și aplicarea normelor potrivite în instrumentele informatice din sănătate și folosirea acestora în cerințele clinicilor pediatrie, separat de cele pentru adulți, datele copiilor fiind diferite de cele ale adulților. Fișele de consultații în funcție de vârstă, schema de vaccinare din primii ani de viață și dozarea medicamentelor în funcție de vârstă și greutate sunt doar câteva din particularitățile care trebuie să existe în aplicațiile medicale pentru pediatrie.

Pentru înțelegerea cât mai bună a noilor tehnologii folosite este nevoie și de o pregătire suplimentară a medicilor pediatri în acest domeniu [LEH11].

## 2.2.3. Date de bază în pediatrie

### a) Date principale, cunoștințe și funcționalități în pediatrie

**Datele clinice principale** sunt un set de bază de informații medicale, istorice și demografice despre pacienți, necesare pentru anumite sarcini medicale. Aceste date sunt în mod obișnuit în format text, numeric sau alte forme cum ar fi multimedia (imagini, audio) sau complexe (genomice, fiziologice – ECG, EEG).

**Cunoștințele clinice de bază** sunt o sinteză a datelor clinice ale pacienților care au o anumită semnificație în contextul clinic pentru anumite sarcini.

**Funcționalitățile clinice de bază** reprezintă aplicații ale cunoștințelor clinice și ale datelor pacienților în contextul activității clinice [LEH11].

### **b) Informații pediatrice pe întreg spectrul de vârstă**

Informațiile necesare pentru deciziile clinice și menținerea sănătății copiilor includ:

- Coordonarea informațiilor sănătății materne și ale nou-născuților
  - Colectarea, înregistrarea, interpretarea și partajarea istoriei genetice pentru consultări prenatale și planificare familială;
  - Colectarea datelor îngrijirii prenatale cu informații despre nașterea copilului;
  - Partajarea rezultatelor analizelor maternale și neonatale pentru cercetare și creșterea calității.
- Urmărirea și raportarea vaccinărilor
  - Colectarea și înregistrarea datelor administrării vaccinurilor;
  - Furnizarea unui suport de decizii și memento-uri pentru seriile de vaccinuri;
  - Generarea rapoartelor vaccinărilor.
- Monitorizarea și documentarea creșterii și dezvoltării
  - Înregistrarea și prezentarea schimbărilor în greutate, înălțime, circumferința capului;
  - Calcularea indexului corporal;
  - Urmărirea creșterii în timp în contextul terapiei cu medicamente.
- Furnizarea medicației corespunzătoare fiecărei vârste și interpretarea testelor de laborator
  - Recomandarea dozelor de medicamente în funcție de greutate;
  - Alertarea medicilor de reacțiile adverse;
  - Căutarea dozei-limită;
  - Încorporarea valorilor normale vârstei bazate pe valorile publicate.
- Protejarea informațiilor pacienților
  - Restricționarea accesului la informații;
  - Includerea accesului pacientului;
  - Furnizarea informațiilor în caz de urgență.
- Identificarea datelor pacientului exact și precis
  - Urmărirea schimbării numelui pacientului (nou-născuți);
  - Centralizarea datelor referitoare la pacienții cu sex ambiguu;
  - Prezentarea datelor numerice cu o precizie cât mai mare (greutate în grame, vârsta în ore pentru nou-născuți) [LEH11].

### **c) Date pediatrice de bază pentru asigurarea(îmbunătățirea) calității și a cercetării**

Se dezvoltă proiecte pentru colectarea datelor clinice pentru cercetare, măsurarea calității și pentru evaluarea impactului intervențiilor în rezultatele din sănătate care definesc elemente de bază pentru stocare, raportare și diagnosticare.

### **d) Date pediatrice de bază pentru îngrijirea clinică**

Aceste date pot fi specificate pe baza grupelor de vârstă – prematuri și nou-născuți la termen, sugari, bebeluși, copii de vârstă școlară, preadolescenți, adolescenți și tineri adulți; și populație cu nevoi și condiții speciale – copii sănătoși, copii cu îngrijiri speciale, copii prematuri, copii favorizați, copii cu boli cronice și acute.



**e) Date pediatrice de bază pentru administrare**

Una din funcțiile principale de administrare este facturarea. Datele de bază includ informații demografice și de asigurare, data venirii la medic, diagnosticul și serviciile de care a beneficiat pacientul (inclusiv prescrierea medicației) [LEH11].

**2.2.4. Îngrijirea neonatală**

În îngrijirea neonatală istoria medicală acoperă doi pacienți: mama și sugarul. Cunoașterea istoriei maternale detaliate (medicală, obstetrică, medicație, socială) este crucială pentru evaluarea nou-născutului.

Istoria medicală și obstetrică a mamei:

- a) **Vârsta maternă** – sarcina la femeile foarte tinere (adolescente) sau mai în vârstă de 35 de ani este cu risc de complicații.
- b) **Istoria trecutului medical al mamei** – dezvoltarea fătului este parte integrală a mamei, iar diferite boli, cum ar fi diabet, hipertensiune, hipotiroidism, pot avea efecte profunde asupra creșterii fătului.
- c) **Boli înainte de sarcină și neonatale**
- d) **Istoria familială**

Istoria sarcinii curente:

- a) **Durata gestației** – copil la termen: 37-42 săptămâni, înainte de termen: <37 săptămâni, după termen: >42 săptămâni, unde săptămânile sunt numărate de la ultima dată a menstruației. Data estimativă a nașterii poate fi calculată la primul examen fizic medical, prin ultrasunete, dacă data ultimei menstruații nu este cunoscută. Durata gestației la feții concepuți prin fertilizare este determinată prin adăugarea valorii 14 la numărul de zile de la implantare.
- b) **Numărul de feți așteptați** – gemeni, tripleți, un număr mai mare ducând la o sarcină complicată.
- c) **Studii prenatale:**
  - Tipul sângelui matern și Rh-ul (Rh+; Rh-)
  - Anticorpi maternali împotriva antigenilor știuți din sânge
  - Group B strep (GBS) – bacterie care poate provoca meningită sau infecții ale sângelui la nou-născuți
  - Anticorpi maternali pentru sifilis – VDRL sau RPR
  - Prezența hepatitei B ca antigen sau anticorp
  - Imunitatea maternală la diferite boli
  - Teste materne pentru HIV, gonoree etc.
  - Monitorizarea toxicologiei materne

Fiecare din aceste teste au implicare la evaluarea și tratamentul nou-născuților.

- d) **Complicații ale sarcinii**
- e) **Ultrasunete/Electrocardiograme fetale** care pot determina unele malformații ale inimii sau alte probleme ale fătului
- f) **Infecții materne în timpul sarcinii**
- g) **Intervenții în timpul sarcinii**
- h) **Consultul medicului**

Travaliul și nașterea:

Înregistrarea sarcinii trebuie documentată încă de la debutul travaliului, timpul ruperii membranei, prezența febrei materne, tipul și timpul medicației/anesteziei și metoda nașterii. Obstetricianul notează de asemenea frecvența cardiacă fetală înainte de naștere și alte probleme ce pot să apară în timpul nașterii [LEH11].

Scorul nașterii (APGAR):

Parametru	0	1	2
<b>Culoare</b>	Palid	Gălbui	Roz
<b>Puls</b>	0	<100/min	>100/min
<b>Răspuns la stimuli externi</b>	Nu	Grimasă	Plâns
<b>Tonus</b>	Hipotonie	Îndoire/întindere mușchi	Mișcări active
<b>Respirație</b>	Slabă	Neregulată	Viguroasă

Tabelul 2.1 Calcul scor APGAR la naștere

În urma acordării acestor valori este calculat scorul dat bebelușului la naștere [CID18].

### 2.2.5. Dosarul Electronic de Sănătate și interoperabilitatea în îngrijire în pediatrie

Dosarul Electronic de Sănătate (DES) este unul din principalele elemente ale sistemului informatic integrat în sănătate având ca scop creșterea calității și eficienței serviciilor medicale. În limba engleză în acest scop este folosit termenul EHR (Electronic Health Record). Dosarul Electronic de Sănătate este o formă sub care se găsesc stocate informații cu privire la starea de sănătate a unui pacient, în calculator. Are posibilitatea de a partaja datele, de a schimba informații cu alte sisteme (funcție de interoperabilitate). Informațiile sunt trimise securizat și pot fi accesate de mai mulți utilizatori autorizați.

Funcționalitățile DES necesare pentru pediatrie sunt:

1. Managementul vaccinărilor (înregistrarea datei, conectarea la sistemele de informații de imunizare, suport de decizii)
2. Urmărirea creșterii (reprezentare grafică, calcule procentuale, calcularea indexului corporal)
3. Dozarea medicamentelor (dozare bazată pe suprafața corporală sau înălțime, verificarea dozelor, rotunjirea dozelor, suport de decizii pentru dozare în funcție de vârstă, dozare școlară)
4. Identificarea pacientului (nou-născuți, identificări prenatale, schimbări de nume, sex ambiguu)
5. Norme de date (date numerice și nenumerică, date normative complexe, data vârstei gestaționale)
6. Intimitatea (date private): îngrijirea custodială, adopție, îngrijirea de urgență

Munca colaborativă între HL7 Pediatric Data Standards Special Interest Group (HL7 PeDSSIG) și HL7 Electronic Health Record Technical Committee (HL7 EHR

TC) urmărește asigurarea ca aceste funcții pediatrice să fie incluse în HL7 EHR FM(Functional Model) prin crearea profilului funcțional al sănătății copilului [LEH11].

### **2.2.6. Complexitatea sistemelor informatice în îngrijirea sănătății**

Folosirea sistemelor informatice în sănătatea pediatrică este foarte importantă. Într-un departament de îngrijire intensivă există o mulțime de aparate dotate cu un set de alarme pentru monitorizarea copiilor, care în momentul apariției unei anomalii atenționează asupra situațiilor critice. Majoritatea adulților nu pot percepe mai mult de șase alarme concomitent, iar existența sunetelor manifestată în mod continuu în acest departament, inclusiv plânsul copiilor duce la o mai grea supraveghere și îngrijire a acestora. Sistemele informatice pot regla anumite anomalii ce apar în furnizarea unui anumit tratament sau la apariția unor alarme, acționând mai repede decât personalul medical și astfel ajutând la salvarea vieților. Riscul la care este supus un sistem informatic este întreruperea funcționării acestora din diferite motive, lucru care trebuie prevăzut cu alternative.

Supportul oferit de tehnologia informației și impactul său asupra complexității din mediile de îngrijire în pediatrie se reflectă în:

- Comunicarea dintre sisteme/departamente/spitale
- Probleme ale fluxului de lucru: mutarea și transferurile multiple ale pacientului
- Comenzi cuplate sau legate: trimiterea de mesaje simultane la mai multe departamente (farmacie, salon, etc.)
- Identificarea pacientului (schimbările de nume)
- Înregistrarea, lipsa înregistrării în sisteme (copiii anunțați pentru anumite locații, cei nenăscuți, care au nevoie urgentă în momentul sosirii de anumite medicamente/îngrijiri)

### **2.2.7. Baze de dovezi medicale și pediatrice**

Luarea deciziilor se face pe baza celor mai bune evidențe (dovezi) anterioare. Acesastă ramură este în plină evoluție, din ce în ce mai mulți medici fiind conectați la internet în cabinete și folosind instrumente de ultimă generație.

Ca și bariere în existența acestei ramuri sunt:

- Timpul (căutarea de informații în cărți/internet necesită timp)
- Accesul la internet
- Înțelegerea nevoii de informații clinice (în special farmacologice)
- Găsirea și folosirea evidențelor în mod eficient

Pentru medicii pediatri există site-uri ca și PediaLink [PED18] sau PediatricsOnHeand [POH18] pentru învățare continuă și documentare.

Instrumentele necesare documentării trebuie plasate în locuri la îndemâna medicilor și ar trebui să li se ofere un mod cât mai simplu și plăcut de a le accesa. Problema principală în neachiziționarea acestor facilități este costul ridicat al tehnologiei și al menținerii acesteia.

Informațiile de pe internet sunt în cantități enorme, dar multe dintre ele nu au calitate sau furnizează informații eronate. Pentru clasificarea calității articolelor din evidențe există site-uri în acest sens, precum și site-uri consacrate în care informațiile sunt puse de profesioniști și menținute în actualitate: General Pediatrics [GPD18] și Health On the Net [HON18].

În viitor va fi din ce în ce mai importantă încorporarea evidenței în practica pediatrică, copiii având nevoie de îngrijiri speciale și mai delicate față de adulți, și deoarece primesc îngrijiri în diferite locații.

În figura 2.4, în urma discuției cu medicii și a analizei activităților și a procesului medical, am realizat o diagramă în care prezint fluxul de informații într-un spital de pediatrie în România.

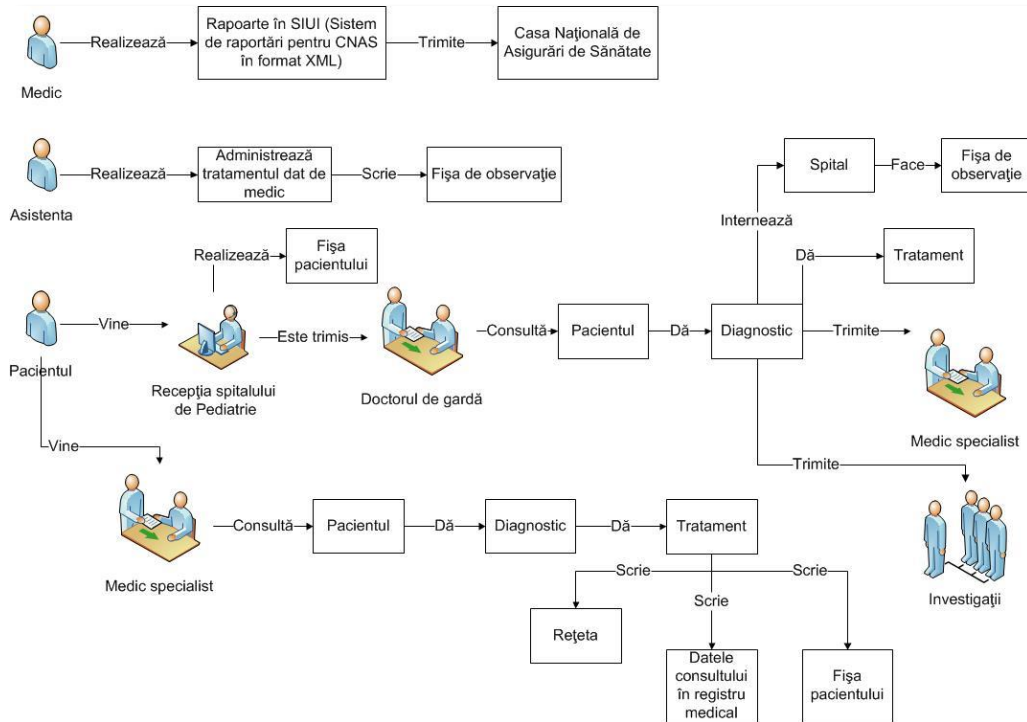


Figura 2.4 Fluxul de lucru într-un spital în Pediatrie

### 2.2.8. Cercetări și aplicații în pediatrie

După cum se poate vedea în subcapitolele anterioare, domeniul pediatriei are un set de reguli și provocări unic. Acest fapt susține ideea de dezvoltare de unelte specifice acestui domeniu pentru a beneficia de cât mai multe particularități ale acestui domeniu. Caracteristicile principale ale unei aplicații EHR pentru pediatrie enunțate de [STE15] sunt:

- **Crearea unor șabloane** pentru fiecare consult la medic. Cu ajutorul acestor șabloane un medic poate selecta repede tipul de vizită a copilului (de rutină sau a unui copil bolnav). Aceste șabloane personalizate permit medicului să se concentreze asupra lucrurilor importante privind sănătatea copilului și fără a omite anumite aspecte ce trebuie verificate.
- **Istoricul familial.** Istoricul familial al pacientului este foarte important în luarea anumitor decizii privind tratamentul. Aplicația medicală ar

trebui să fie capabilă să găsească și să păstreze toate informațiile medicale anterioare legate de probleme medicale în familie, medicații anterioare, alergii, etc. În cazul unui copil cel mai important este istoricul medical al mamei.

- **Monitorizarea vaccinărilor.** Vacinarea reprezintă o altă parte importantă a copilăriei, astfel aplicația medicală pediatrică trebuie să conțină o componentă pentru monitorizarea vaccinărilor.
- **Urmărirea creșterii.** Pentru urmărirea parametrilor copiilor sunt realizate grafice de creștere în funcție de vârstă și sex. Aceste grafice ajută medicul să monitorizeze creșterea copilului în parametri normali și să semnaleze eventuale nereguli. În figura 2.5 este prezentat unul din graficele de creștere folosit de medicii pediatri.
- **Rezultatele detaliate ale analizelor.** Cu ajutorul analizelor medicale medicul poate să furnizeze un tratament cât mai corect, astfel existența modulului în care să existe rezultatele tuturor analizelor este necesar într-o aplicație pediatrică.
- **Managementul medicației.** Prescrierea medicației pentru copii este mai dificilă deoarece se iau în calcul greutatea și vârsta pentru calcularea concentrației medicamentului. O caracteristică EHR ar fi calcularea automată a medicației în funcție de vârstă și greutate.

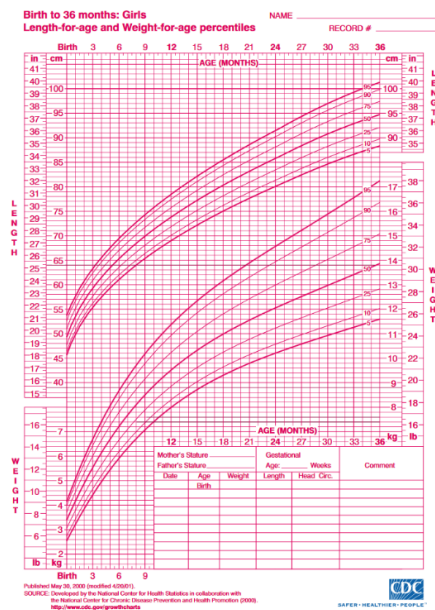


Figura 2.5 Grafic de creștere pentru fete [CDC18]

Pe parcursul timpului s-au dezvoltat o serie de aplicații medicale și s-au făcut cercetări privind cele mai bune modalități de tratare a copiilor. În [MCG11] este prezentată o platformă care permite procesarea datelor de la dispozitivele medicale în terapia intensivă neonatală. Artemis este o platformă în timp real care analizează datele multidimensionale și le folosește pentru cercetarea clinică. De asemenea platforma monitorizează și detectează din punct de vedere clinic anumite valori ale semnalelor citite care pot afecta sănătatea copilului. Componenta de

achiziție permite dispozitive de furnizare de date atât sincrone cât și asincrone. Datele sunt transmise în timp real componentei de Analiză Online. În figura 2.6 este prezentat fluxul de date al platformei Artemis.

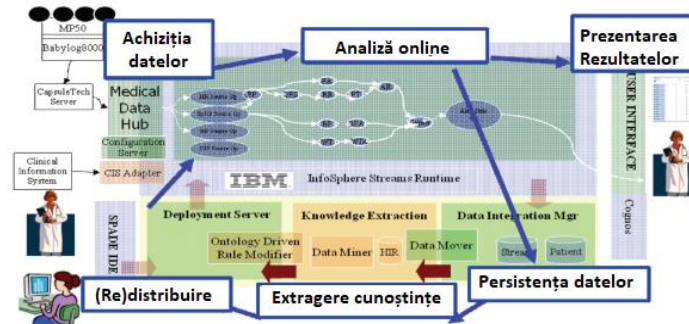


Figura 2.6 Flux de date în platforma Artemis [MCG11]

O altă aplicație dezvoltată de [PSE13] este Pediatric Specific EMR / EHR Software care a fost dezvoltată exclusiv pentru medicii pediatri având un specific exclusiv pediatric. Aplicația are următoarele caracteristici:

- Formulare de adăugare în evidență
- Informații demografice care permite adăugarea diverselor structuri de familie
- Date privind nașterea care conține câmpuri pentru greutatea la naștere, complicațiile la naștere, ora și data nașterii
- Pediatrie preventivă pentru copilul sănătos
- Managementul vaccinărilor
- Grafice de creștere
- Informații genetice, management și raportare
- Informații privind activități de sport sau școlare
- Managementul bolilor transmisibile
- Managementul medicamentelor care cuprinde și un modul de dozare în funcție de greutate și vârstă
- Analize de laborator
- Sănătatea comportamentală, ADHD, managementul autismului

Aplicația este dezvoltată exclusiv pe nevoile medicilor pediatri și oferă sprijin în diferite activități și instrumente folosite de medicii pediatri în îngrijirea copiilor.

O altă aplicație este Pediatric Emergency Medicine Suite [PEM18] care este o platformă pentru medicina de urgență pentru copii. Pachetul de medicină de urgență pediatrică PEPID a fost conceput pentru a ajuta medicii de urgență și personalul clinic auxiliar să trateze copiii cu condiții medicale, chirurgicale și alte situații emergente mai eficient și, mai presus de toate, cu precizie.

Caracteristicile produsului sunt următoarele:

- Imagini de radiologie
- Conținut clinic specializat
- Baza de date privind medicamentele
- Instrumentul de căutare ICD-10
- Instrument de identificare a medicației pacientului

- Generator de diagnoză diferențială
- Instrument de verificare a interacțiunii dintre medicamente
- Instrument de verificare a alergiilor la medicamente
- Manual de laborator
- Ilustrații, videoclipuri
- Calculator de dozare a medicației
- Alte calculatoare medicale

O altă soluție EHR concepută exclusiv pentru medicii pediatri este realizată de firma Physician's Computer Company (PCC) [PCC18]. PCC este activă în industria pediatrică, prezentând în mod regulat la seminarii naționale și sponsorizând o varietate de publicații pediatrice, inclusiv revista The Independent Pediatrician. PCC Complete încorporează o suită de instrumente clinice care permit o serie de operații asupra fișei electronice de sănătate. Aplicația conține instrumente care să vină atât în ajutorul medicilor cât și a pacienților:

- Sistem automat de programări regulate ale pacienților pentru îngrijire preventivă și cronică
- Asigurarea accesului la informațiile medicale ale familiilor prin intermediul unui portal, urmărirea diagnosticelor, a medicațiilor, vaccinărilor și programărilor în timp real
- Suport pentru confidențialitatea datelor
- Aplicație mobilă
- Acces la informații medicale în pediatrie
- Suport pentru prescriere electronică
- Baze de date cu grafice de creștere
- Șabloane pentru programări personalizate (preventiv sau curativ)

O altă soluție destinată special medicilor pediatri este CureMD All-in-One Pediatrics EHR [CMD18] care conține o suită de module pentru diagrame de creștere, ePrescriere, Rapoarte și Vaccinări. De asemenea are integrat și un sistem de management care cuprinde toate aspectele administrative și financiare dintr-un cabinet/spital de pediatrie. Aplicația permite crearea și menținerea profilului de familie și are funcții de importare a anumitor date personale pentru a elimina introducerea de date redundante. De asemenea sunt realizate diagrame de creștere care mențin în evidență toate datele pentru o urmărire cât mai corectă a copilului realizând grafice care pot fi ușor urmărite de medici. Aplicația are șabloane pentru consultul unui copil bolnav sau pentru urmărirea periodică a copilului sănătos. Modulul de ePrescriere asistă medicii la acordarea tratamentelor prin obținerea istoricului medicațiilor și a prescripțiilor privind eficacitatea medicamentelor. Modulul de imunizare permite schimbul de informații între aplicații prin intermediul HL7 și stochează toate datele necesare vaccinărilor. CureMD este o aplicație complexă care încearcă să ajute cât mai mult medicii pediatri în îngrijirea copiilor.

În tabelul următor am analizat pentru fiecare aplicație prezentată anterior domeniul aplicației și principalele funcții.

Nume Aplicație	Domeniu aplicație	Funcții aplicație
Artemis	terapia intensivă neonatală	- colectare date de la dispozitivele medicale - analiza datelor colectate
Pediatric Specific EMR / EHR Software	pediatrie	- dosarul electronic al pacientului - funcții specifice pentru medicii pediatri (management vaccinări, date sumare privind nașterea, grafice de

Pediatric Emergency Medicine Suite	medicina de urgență în pediatrie	creștere, dozarea medicamentelor) - instrumente specializate pe necesitățile medicilor în urgențe pediatrice - calculatoare medicale
PCC Complete	pediatrie	- portal pentru urmărirea în timp real a informațiilor medicale atât de cadrul medical cât și de familia pacientului - șabloane pentru programări personalizate - baze de date specifice medicilor pediatri
CureMD All-in-One Pediatrics EHR	pediatrie	- importare date personale - ePrescriere, diagrame de creștere, raportări, vaccinări - funcții administrative și financiare al cabinetului

Tabelul 2.2 Aplicații software în domeniul pediatriei

Cele 5 aplicații prezentate sunt realizare exclusiv pentru secția de pediatrie sau neonatologie. Artemis este o platformă pentru secția de neonatologie-terapie intensivă, în care există o mulțime de dispozitive medicale care monitorizează sau dozează medicația nou-născuților cu probleme de sănătate sau prematuri. Aplicația colectează date de la toate dispozitivele și le analizează. Aplicația este creată special pentru nevoile micilor pacienți. Aplicația Pediatric Specific EMR / EHR Software este o aplicație destinată medicilor pediatri care conține dosarul electronic al pacientului și funcții specifice necesităților medicilor pediatri cum ar fi modulul de vaccinări, grafice de creștere sau dozarea medicamentelor. Aplicația Pediatric Emergency Medicine Suite este o aplicație pentru medicina de urgență în pediatrie care conține instrumente necesare în urgența pediatrică și diferite calculatoare medicale care să vină în ajutorul medicilor în momentele critice. PCC Complete este o aplicație care conține și un portal în care se pot urmări toate datele medicale ale pacientului în timp real de membrii familiei și medici, are un modul specializat pe programări personalizate – consult preventiv sau curativ și conține baze de date ce vin în ajutorul medicilor pediatri. Ultima aplicație prezentată, CureMD All-in-One Pediatrics EHR este tot o aplicație pentru medici pediatri și are un modul de import al datelor personale care reduce timpul de introducere a datelor redundante, are module pentru ePrescriere, diagrame de creștere, raportări, vaccinări și de asemenea conține un modul administrativ și financiar pentru cabinetele medicale. Toate aplicațiile prezentate au fost create pentru medicii care au în grijă copiii, iar funcțiile acestora sunt în funcție de ramura pentru care sunt create.

Dezvoltatorii de aplicații medicale au început să se focalizeze pe domenii înguste din domeniul medical, pentru a aduce cât mai multe beneficii în secțiile de îngrijire prin funcțiile necesare în fiecare domeniu în parte. În urma cercetărilor și a urmării fluxului de informații în pediatrie minusurile care le-am descoperit în aplicațiile prezentate sunt: lipsa fișelor de consultație generate automat în funcție de vârsta copilului (între 15 zile și 24 luni copii au nevoie de monitorizare și consult preventiv la un anumit interval de timp) și lipsa comunicării cu alte secții medicale de specialitate care să ofere informații suplimentare despre starea de sănătate a copilului. În acest sens în capitolul 5 am adus contribuții în această zonă.



### 2.2.9. Concluzii

Îngrijirea în pediatrie are loc în diferite locații (cabinete private, centre de urgență, clinici speciale, departamente de urgență) și de o varietate de medici. Astfel a crescut interesul folosirii IT-ului în acest domeniu pentru oferirea unui suport în sistemul ambulatoriu al pediatriei.

Calitatea în îngrijire este definită ca: siguranță, eficiență, centrare pe pacient, timp folosit cât mai eficient.

Tehnologia informației poate fi folosită pentru standardizarea comunicațiilor și coordonarea fluxului de informații. Costurile ar fi reduse în următoarele moduri: reduceri prin reproiectare administrativă (sisteme de management computerizate), reduceri de flux de lucru clinic (EHR) și creșterea veniturilor și eficiența furnizorului (acces rapid la informație cu efort minim).

Aplicațiile prezentate încearcă să vină în ajutorul medicilor pediatri în cât mai multe probleme. Există puține aplicații specializate doar pe ramura pediatriei, majoritatea fiind dezvoltate pentru orice tip de pacient. În România momentan există doar aplicații generale care sunt folosite pentru orice tip de pacient (adult sau copil) atât în sectorul privat cât și în cel de stat.

În acest subcapitol am făcut o analiză a sistemului medical din România, punctând instrumentele folosite și problemele din sistemul actual și am realizat o schemă de flux general al sistemului medical din țara noastră.

Am prezentat și am analizat sistemul de sănătate în pediatrie urmărind necesitățile lui din punct de vedere informațional și informatic, creând și de această dată o diagramă cu fluxul de lucru într-un spital de Pediatrie.

Am prezentat și comparat aplicații existente în informatica pediatrică cum ar fi Artemis, Pediatric Specific EMR/EHR Software, PCC Complete, etc. pe baza cărora am stabilit funcțiile de bază din pediatrie și lipsurile existente în acest domeniu.

## 2.3. Prescripțiile medicale

Prescrierile medicale au un rol central în îngrijirea sănătății. Prescrierea medicației include un număr mare de riscuri în ceea ce privește sănătatea pacientului.

Erorile pot interveni în fiecare pas al procesului de prescriere, furnizare și administrare a medicației: preluarea istoricului medical, comanda medicației, managementul farmaciei, managementul administrării medicației sau a monitorizării tratamentului. Erorile prescrierii medicale sunt deseori asociate cu informațiile puține despre antecedentele pacientului, medicația curentă și alte probleme care ar putea interacționa cu medicația curentă sau agrava o boală existentă.

O altă problemă este imposibilitatea memorării de către medici a tuturor tratamentelor existente și care apar pe piață foarte rapid, problemele și antecedentele fiecărui pacient.

O soluție pentru aceste probleme au fost sistemele de Decizie asistată care au crescut foarte mult calitatea actului medical în prescrierile medicale, controlul costurilor și calitatea îngrijirii.

Cea mai nouă tehnologie care se dezvoltă pentru bazele de cunoștințe și care ar ajuta și mai mult medicina sunt tehnologiile semantice. Tehnologiile semantice bazate pe ontologii permit integrarea, partajarea și re folosirea datelor și modulelor din multiple surse.

În România problemele și necesitățile în domeniul prescrierilor medicale sunt următoarele:

- Tot mai multe boli descoperite care necesită tratamente eficiente;
- Descoperirea noilor tratamente/medicamente la care să aibă acces medicii;
- Malpraxis-ul medicilor (prescrierea tratamentelor/medicației greșite, interzise, sau neadecvată în anumite situații);
- Schimbarea continuă a legislației (în funcție de țară, reforme, etc.);
- Accesarea informațiilor la nivel național (mondial) pentru asigurarea corectitudinii informațiilor și a medicației indicate (cloud-computing pentru centralizarea tuturor datelor);
- Comunicare în timp real între medic – pacient – furnizor medicamente – tratamente reușite rezultând astfel o rată mai mare de succes în tratare;
- Furnizarea rețetelor pentru boli cronice în concordantă cu legislația și în limite normale (legale);
- Întocmirea situațiilor (grafice de reacție la tratament) pentru stabilirea tratamentului adecvat în funcție de persoană;
- Stabilirea ratei de tratare a bolii cu un anumit medicament;
- Găsirea de substanțe ajutătoare pentru luarea concomitentă cu un anumit tratament;
- Găsire locații medicație (farmacii).

De asemenea pe partea de legislație în țara noastră sunt cerute:

- Prescrierea medicamentelor sub forma denumirilor comune internaționale (DCI);
- Furnizarea tratamentului adecvat bolii;
- Prescrieri (rețete) diferite în funcție de grupele în care se găsesc medicamentele;

Informațiile necesare pentru ajutarea medicului în luarea deciziei pentru tratamentul adecvat sunt luate din fișa electronică a pacientului și din informațiile furnizate de fiecare producător de medicamente:

- Denumire comercială;
- DCI (denumire comună internațională);
- Formă farmaceutică;
- Gramaj;
- Substanță activă;
- Alte ingrediente (substanțe conținute);
- Producător;
- Ce tratează;
- Contraindicații:
  - o Alergii
  - o Alte boli
  - o Alte medicamente
- Indicații în funcție de vârstă;
- Indicații în sarcină;
- Indicații în alăptare;
- Indicații în conducere autovehicule;
- Supradozaj;
- Efecte adverse.

### 2.3.1. Prescripția electronică

Prescripția electronică sau e-prescrierea este procesul electronic de generare, transmitere și eliberare a prescripției medicale care înlocuiește prescrierea pe hârtie. E-prescrierea este menită să reducă riscul erorilor medicale asociate cu prescrierea manuală a medicației, deoarece medicul are acces la informații din istoricul medical al pacientului, astfel putând fi verificat în momentul prescrierii medicației. Prescripția electronică este utilizată doar pentru sistemul de asigurări sociale de sănătate pentru prescrierea medicamentelor compensate în tratamentul ambulatoriu. Prescripția electronică este de două feluri: online și offline. Cea online folosește o aplicație informatică care este conectată la Sistemul Informatic de Prescriere Electronică din CNAS, aceasta fiind validată și înregistrată în sistem înainte de a fi tipărită, iar cea offline folosește aplicația medicală informatică fără a fi conectată la sistemul informatic al CNAS, fără a o valida și înregistra în sistem sau este completată manual pe hârtie fără a mai utiliza sistemul informatic.

Modul de introducere și validare a datelor în sistem de către medic este următorul:

- Medicul se autentifică în aplicația medicală cu conexiune la sistemul central SIUI, prezentat în capitolul 1.
- Medicul identifică pacientul pe baza cardului de sănătate și înregistrează datele necesare completării rețetei electronice
- Aplicația preia datele existente în sistem sau pe cardul de sănătate a pacientului autentificat
- Medicul completează diagnosticele pacientului, medicamentele prescrise și modul acestora de administrare, iar aplicația va furniza codul de diagnostic corespunzător codării bolilor în România (1-999)
- Aplicația transmite rețeta spre validare dacă sistemul de prescriere este online și afișează medicului mesajele de validare primite de la sistem
- Dacă apar erori medicul poate corecta rețeta și o retrimite spre validare
- După finalizare medicul tipărește rețeta, o semnează și parafează și o dă pacientului pentru a ridica medicamentele de la farmacie.

Modul de eliberare a medicamentelor de pe rețetă este următorul:

- Farmacistul se autentifică în aplicația farmaciei care stabilește conexiunea cu sistemul central SIUI
- Farmacistul identifică pacientul prin cardul de sănătate și scanează codul de bare existent pe rețetă pentru a prelua în sistem datele rețetei
- Farmacistul introduce medicamentele eliberate cu cantitățile și prețul corespunzător fiecăruia
- După finalizarea procesului sistemul trimite datele spre validare la sistemul central [SIU18]

Scopul prescrierii electronice este următorul:

- Să genereze o listă de medicamente pentru o boală sau mai multe boli ale pacientului, să verifice interacțiunile dintre medicamente sau să verifice alergiile la medicamente ale pacientului curent
- Tipărirea și transmiterea prescrierilor la sistemul central a CNAS
- Furnizarea informațiilor pentru eligibilitatea pacientului și furnizarea unei autorizații pentru planul de tratament

- Vizualizarea medicamentelor prescrise, posibilitatea de a șterge medicamente sau de a schimba date referitoare prescripției
- Adăugarea de noi medicamente și posibilitatea selectării farmaciei unde prescripția poate fi eliberată
- Conexiunea cu o diversitate de baze de date și cu farmacii aduce beneficii multiple prescrierii rețetelor [DRA13]

În România sistemul electronic de prescriere a fost implementat ca proiect în anul 2012 iar începând cu 1 ianuarie 2013 este obligatoriu pentru tot sistemul de sănătate (cabinete medicale, spitale, farmacii). Sistemul de prescriere face parte din sistemul informatic unic integrat al CNAS România. În figura 2.7 este prezentată o rețetă electronică furnizată de un cabinet medical.

The image shows two identical screenshots of an electronic medical prescription form (Rețetă electronică) from the Romanian National Health Insurance Fund (CNAS). The form is titled '1. Unitate medicală CABINET STOMATOLOGIC DENTAL' and includes fields for patient name (ELENA POPESCU), date of birth (30.11.1981), and sex (Female). It also lists the doctor's name (ALEXANDRU MIHAIL) and the clinic's address. The main part of the form is a table of prescribed medications:

Cod diag.	Tip	Denumire comunită internațională / Denumire comercială	D.S.	Conținut (LUI)	Unități	Lot
1 223	C	ACICLOVIR 50mg/CREMA 5%	4	2 (zile)	90 A	A
2 223	C	AMOXICILINUM/CAPS. 850mg	1	CP20 (20 tablete)	90 A	A
3 223	C	CEFRALOXIM/CAPS. 500mg	1	CP20 (20 tablete)	90 A	A
4 223	C	FLUROSEMIDUM/COMPR. 40mg	1	CP20 (20 tablete)	90 A	A
5 223	G18	DONEPEZILUM/COMPR. FILM. 5mg	23	12 (12 tablete)	100	G1

At the bottom of the form, there is a section for the doctor's signature and stamp, and a footer with legal information.

Figura 2.7 Rețetă electronică [SIU18]

Pentru completarea rețetei electronice medicul are la dispoziție softul furnizat de CNAS sau alt furnizor de softuri medicale în care va completa toate datele necesare prescrierii. Unele câmpuri sunt luate din baza de date (CNP pacient, nume, prenume etc.) iar altele pot fi selectate dintr-o listă prestabilită (categorie asigurat, tip rețetă, cod diagnostic). Medicamentele se vor selecta dintr-o listă furnizată de CNAS care cuprinde toate medicamentele ce pot fi date compensat sau gratuit pacienților. Medicul alege un medicament, alege codul ICD-10 al diagnosticului pentru care este prescris medicamentul, după care adaugă medicamentul pe rețetă. După completarea rețetei medicul tipărește rețeta [SIU18].

### 2.3.2. Cercetări și aplicații în ePrescriere

În continuare, prezint o comparație între sistemele electronice de prescriere din mai multe țări precum și câteva dintre cercetările ce au loc în acest domeniu. Principalii actori din sistemul de prescriere electronică sunt pacientul, medicul și

farmacistul. De-a lungul timpului tratamentele erau scrise de mână pe rețete tipizate, ceea ce se întâmplă și în ziua de astăzi în anumite cazuri sau regiuni. Majoritatea țărilor europene au luat măsuri de implementare a soluțiilor de e-prescriere iar obiectivul Uniunii Europene este de a transfrontaliza sistemul de prescriere electronic astfel încât acesta să permită pacienților să cumpere medicamentele prescrise de oriunde din Europa. În sistemul medical de sănătate există diferite variații între țări cum ar fi: ce medicamente poate să conțină o prescripție medicală, cine poate să elibereze rețeta, care este conținutul minim al unei rețete, existența legilor privind rețeta electronică, acceptarea semnăturilor digitale, consimțământul pacientului la eliberarea rețetei, etc. În Europa a existat un proiect, EpSOS, pentru schimbul de date medicale între țările europene pentru cetățenii străini. EpSOS a dezvoltat o infrastructură bazată pe servicii de eSănătate care a fost testată în timpul unui program pilot în 22 de țări europene care au participat la crearea unei infrastructuri transfrontaliere. Serviciile dezvoltate în EpSOS au fost: sumarul medical al pacienților care permitea accesul la date medicale din țara de origine a pacientului atunci când pacientul primea tratament în străinătate precum și servicii de ePrescripție și eDispensare. Proiectul s-a încheiat în iunie 2014 [IHE18]. În Europa fiecare țară are propriile particularități privind prescrierile electronice cum ar fi de exemplu în Norvegia asistentele medicale pot prescrie anumite medicamente, în Grecia și în Italia există un control foarte riguros privind pachetele de medicamente, acestea având numere unice de identificare. De asemenea și modul de rambursare a sumelor compensate pe rețete este diferit de la o țară la alta, în Norvegia este o singură instituție de asigurări de sănătate care rambursează sumele iar în Germania și Grecia există mai multe instituții de asigurări de sănătate și de sănătate care acoperă sumele compensate [AAN17].

În [VAS17] este prezentată introducerea e-prescrierii în Norvegia și în Grecia ca și proces de integrare în cadrul sistemului informatic medical al țărilor respective. Introducerea e-prescripției în Norvegia a fost un proces lung și provocator care a implicat acțiuni de la mai mulți actori care au dezvoltat extensii pentru multitudinea de sisteme medicale existente. Deși a fost inițiată în 2003, a durat aproape un deceniu pentru a ajunge la implementarea completă. Soluția norvegiană de e-prescripție acceptă înregistrarea, transferul și stocarea informațiilor despre pacienți, medicii prescriptori, medicamentele prescrise și farmaciile distribuitoare. Înregistrarea informațiilor este efectuată prin intermediul sistemelor Electronic Record Patient (EPR) și a sistemele de gestionare a farmaciilor în cabinetele medicilor și în farmacii. Pacienții pot merge la orice farmacie pentru ridicarea medicației prescrisă și au de asemenea posibilitatea de a utiliza e-farmacii. ePrescrierea este folosită atât în îngrijirea primară cât și în spitale. În Norvegia pașii pentru implementarea rețetei electronice au fost următorii: în 2003-2004 s-a inițiat procesul pentru ePrescriere, în 2005-2006 a început programul de ePrescriere, în 2007-2008 a fost dat în folosință primul program pilot pentru ePrescriere care s-a oprit în urma unor probleme, în 2009-2012 s-a refăcut programul și s-a dat în folosință al doilea program pilot care a fost un succes, în urma căruia s-a dezvoltat modulul de prescriere, în 2013-2016 s-au inclus noi extensii cum ar fi distribuirea multidozelor, farmacii online și alte proiecte pentru dezvoltare ulterioară. În Grecia, obiectivul principal pentru adoptarea e-prescripției a fost de a spori controlul asupra cheltuielilor farmaceutice, de a îmbunătăți colaborarea medic-farmacie, de a spori siguranța pacientului și pentru a capta datele necesare pentru a sprijini politica de dezvoltare a țării. Implementarea e-prescripției în Grecia a fost rapidă, dezvoltarea a început în 2010 și până în 2013 a ajuns aproape la o acoperire completă a serviciilor de prescriere. Soluția greacă de e-prescripție acceptă înregistrarea

informațiilor despre pacient și despre medicul prescriptor, diagnosticul, specificațiile medicamentelor (tipul, cantitatea) și indicațiile de urmat de către pacient. Medicii prescriptori înregistrează numele pacientului și numărul de securitate, diagnosticul codat conform ICD-10 și medicamentele prescrise după care rețeta este transmisă pacientului. Pacienții pot ridica medicamentele de la orice farmacie. În Grecia pașii pentru implementarea rețetei electronice au fost următorii: în 2010 s-a inițiat programul de ePrescriere, în 2011 s-a dat primul program pilot și s-a dezvoltat modulul de ePrescriere, în 2013 rețeta electronică avea o acoperire de 98% pe teritoriul Greciei, în 2013-2015 s-au inclus extensii cum ar fi: protocoale terapeutice, comandarea de teste de diagnostic, etc.

În Danemarca rețetele electronice care fac legătura între medici și farmacii au intrat în vigoare la sfârșitul anilor 1990. Responsabilă pentru sistemul de prescrieri electronice emise de medici este Agenția de Medicamente Daneză. Toate prescripțiile sunt stocate într-un sistem securizat care poate fi accesat atât de către pacienți, cât și de medicii prescriptori și farmacii. Rețeta electronică îi oferă medicului, pacientului și farmaciei o prezentare generală a tuturor medicamentelor care au fost prescrise pacientului, astfel încât și farmacia poate consilia pacientul în legătură cu medicația, deoarece personalul farmaciei poate vedea exact ce medicament a primit pacientul anterior. Medicul poate indica pe baza de prescripție electronice numele farmaciei din care medicamentul/medicamentele pot fi colectate iar farmacia are posibilitatea să pregătească comanda până când pacientul ajunge. Dacă pacientul nu știe de la ce farmacie vrea să ridice medicamentul, prescripția este stocată electronic și pacientul poate alege orice farmacie din Danemarca. În primul an (1994) au fost realizate un număr de 4000 de prescrieri electronice, iar până în anul 2011, 85% din totalul de prescripții au fost trimise electronic [KIE13]. Asociația Farmaciilor Daneze a dezvoltat un portal de sănătate de unde pacienții pot cumpăra medicamentele online, putând cere livrarea acestora sau preluarea din farmacie [APO18].

În Suedia prescrierea electronică a apărut prima dată în 1981 în Jönköping. În urma colaborării între Corporațiile naționale de Farmacie Suedeză și organismele regionale de asistență medicală prescrierile electronice s-au dezvoltat foarte repede în anul 2000. Un sistem de stocare național pentru e-prescrieri permite pacientului să aibă acces la prescrierile valide și să ridice medicamentele de la orice farmacie în urma prezentării unui act de identificare valid. De asemenea pacienții pot păstra prescrierile într-un depozit național online nemaiaivând nevoie de prescrieri de hârtie. Registrul național al farmaciei a fost implementat în 2005 și conține toate medicamentele distribuite care sunt stocate pe o perioadă de 15 luni. La prescrieri au acces doar medicii și personalul farmaciilor. Pacienții pot ridica medicamentele prescrise de la orice farmacie de pe teritoriul Suediei. Peste 2 milioane de e-prescripții sunt transmise în fiecare lună în Suedia [KIE13].

În Estonia începând cu ianuarie 2010 s-a implementat un sistem electronic de prescriere medicală. După doar 15 luni de la lansare aproximativ 80% din rețetele de pe hartie au devenit e-prescrieri. Medicii pot prescrie medicamente pentru pacienții lor folosind acest software și să trimită rețeta respectivă în baza de date națională. Din acest moment prescripția este disponibilă în orice farmacie la cererea unui pacient. Când un medic prescrie medicamentele folosind acest sistem acesta completează datele corespunzătoare într-un formular on-line. La farmacie, tot ceea ce pacientul trebuie să facă este să prezinte un act de identitate. Toate spitalele și farmaciile sunt conectate la acest sistem în Estonia. În cazul în care un pacient are nevoie de medicamente lunar acesta nu mai este nevoit să meargă la medic pentru completarea prescripției. Pacientul poate contacta medicul prin e-

mail, Skype sau telefon, iar medicul poate trimite rețeta în sistem pentru a putea fi disponibilă farmaciilor în vederea ridicării medicamentelor necesare pacientului [KIE13].

În Austria serviciul de eprescriere, denumit în această țară „eMedikation” este integrat în Dosarul Electronic de Sănătate (ELGA). Proiectul de e-prescriere a început în 1 aprilie 2011 cu un pilot în trei regiuni de Austria [KIE13]. eMedikation este un serviciu care furnizează informații despre medicamentele pacientului în timpul prescrierii, distribuiri și administrării acestora. Pentru acest modul este o bază de date a medicamentelor care au fost prescrise și distribuite. Această bază de date este conectată cu infrastructura informatică existentă (sistemele informatice pentru medici, farmaciile, precum și sistemele informatice din spitale). Obiectivele principale ale eMedicației au fost: creșterea siguranței în prescrierea medicamentelor, prevenirea prescrierilor multiple, implicarea pacienților în acest proces și consolidarea rețelei de servicii de sănătate. Aici nu se poate vorbi despre o prescriere electronică pură deoarece pacientul va primi în continuare o prescriere pe hârtie. La lista medicamentelor poate avea acces atât medicul, farmacistul cât și pacientul. Modul în care este structurată lista de medicamente în aplicația din Austria poate fi văzut în figura 2.8. Acest modul conține date despre lista de medicamente prescrise cum ar fi numele medicamentului, concentrația, forma, recomandări pentru dozare, medicul prescriptor, data eliberării și farmacia care eliberează medicamentul. Succesul eMedicației va fi determinat de gradul de participare a pacienților și a furnizorilor serviciilor medicale, precum și de completitudinea înregistrărilor de prescripție și de distribuire. O problemă ce intervine în sistemul de prescriere austriac este că medicii care nu sunt afiliați la niciuna dintre asigurări de sănătate de stat nu sunt obligați să participe la eMedicație [GAL16].

Abgabe(n)									
Arzneimittel *	Einnahme	Dosierung			Hinweis	Zusatzinformation	Abgabe am *		
		einmalig	abends	täglich					
[+][3] Zithromax 500 mg Filmtabletten	täglich				1 Tablette		06.05.2013		
[+][2] Diazepam Actavis 10 mg Tabletten	täglich	0	0	1	Darf nicht mit Milch eingenommen werden	Einnahmestart: 07.05.2013 Einnahmeende: 29.05.2013	05.05.2013		
<b>Packungen), Mengelart</b>									
[+]	3 x 10 Stück	täglich	0	0	1	Darf nicht mit Milch eingenommen werden	Einnahmestart: 07.05.2013 Einnahmeende: 29.05.2013 Art der Anwendung: zum Einnehmen	05.05.2013	
[+]	2 x 30 Stück		1	0	1	Darf nicht mit Milch eingenommen werden	Art der Anwendung: zum Einnehmen	03.03.2013	
Verordnet am 02.03.2013 von									
Titel		Vorname		Nachname		Fachgebiet		Adresse	
Dr.		Max		Arzt		Allgemein		Musterstraße 27/1, 1010 Wien	
Abgegeben am 03.03.2013 von									
Name				Adresse					
Wald Apotheke				Apothekenstraße 10, 1010 Wien					
[+][3]	Concor plus- Filmtabletten							06.05.2013	
[+][1]	Erythromycin, Hydrocortison, Ultrascic ad 50 g	Mo, Mi, Sa						03.03.2013	

Figura 2.8 Structura listei de medicamente din Austria [GAL16]

În Germania aproape 90% din populație este acoperită de sistemul de asigurări de sănătate. Germania cheltuiește aproximativ 10,6% din PIB-ul său pentru îngrijirea sănătății. Facilitățile sistemului de sănătate în Germania includ 1951 de spitale cu aproximativ 180.000 personal medical, aproximativ 21.000 farmacii [DES18]. Scandalul medicamentului Lipobay din 2001 a arătat nevoia urgentă de introducerea a noi elemente de securitate în sistemul medical. Astfel în anul 2006 s-a introdus cardul de sănătate, pe care se prevede și introducerea

documentației despre medicamente. Grupul de Coordonare pentru Planul de Acțiune privind Siguranța Medicamentelor a definit cerințele esențiale privind o listă uniformă de medicamente în anul 2010. Baza introducerii listei de medicamente este legea pentru eSănătate din Germania care a fost adoptată în anul 2015. Această lege afirmă că un pacient care are prescrise mai mult de trei medicamente are dreptul de a obține o listă de medicamente de la medic. Lista de medicamente germană conține toate medicamentele ce sunt administrate în mod regulat precum și cele care sunt administrate la nevoie. În figura 2.9 este prezentată lista de medicamente germană. Pentru transferul direct de informații între unitățile de îngrijire a sănătății este utilizat un cod de bare 2D (Datamatrix conform ISO / IEC16022). Codul de bare al listei de medicamente include întregul conținut al listei de medicamente a pacientului. Astfel, nu este nevoie ca un server de medicație să furnizeze date cu privire la medicamente. Fiecare listă conține substanțele indicate, numele medicamentelor, concentrațiile, forme farmaceutice, recomandări și motivul pentru care au fost prescrise. Modul în care funcționează această listă este următorul: medicul prescrie medicamentele pentru pacient și imprimă lista cu ele. Pacientul poate să meargă la farmacie cu lista respectivă pentru a ridica medicamentele prescrise și de asemenea poate actualiza lista atât în farmacie cât și la medic în momentul în care are nevoie de alte medicamente. Doctorul și farmacistul pot citi lista de medicamente în sistemul lor IT prin codul de bare 2D, astfel încât să aibă o listă actualizată de medicamente pe care pacientul ar trebui să le ia [GAL16].



Medikationsplan		für: Armin Müller		geb. am: 19.10.1959						
Seite 1 von 1		ausgedruckt von:		ausgedruckt am: 27.03.2014						
		Apothekendamm Thüringer Str. 22, 10555 Berlin Tel.: 030-1234567 apo-sachsendamm@kbv-net.de								
Wirkstoff	Handelsname	Stärke	Form	Mo	Mi	Ab	zN	Einheit	Hinweise	Grund
Meloprololsuccinat	Meloprololsuccinat 1A Pharma® 95 mg retard	95 mg	TAB	1	0	0	0	Stck	Mit 1 Glas Wasser	Herz/Blutdruck
Ramipril	Ramipril-ratiopharm®	5 mg	TAB	1	0	0	0	Stck	Mit ausreichend Flüssigkeit	Blutdruck
Clopidogrel	Clopidogrel Zentiva®	75 mg	FTA	0	0	1	0	Stck		Herz
Pantoprazol	Pantoprazol dura®	20 mg	TMR	1	0	0	0	Stck	1 Stunde vor der Mahlzeit	Magen
Insulin aspart	NovoRapid® Penfil®	100 E/ml	PAT	20	0	20	0	I.E.	Wechseln der Injektionsstellen, unmittelbar vor einer Mahlzeit spritzen	Diabetes
Simvastatin	Simva-Aristo®	40 mg	FTA	0	0	1	0	Stck	Mit ausreichend Flüssigkeit	Blutfette
Torasemid	Torasemid Hexal®	5 mg	TAB	1	0	0	0	Stck	Mit etwas Flüssigkeit	Blutdruck
Zeitlich befristete Medikation										
Clarithromycin	Clarithromycin-TEVA®	250 mg	FTA	alle 12 Std.	1			Stck	von 1.4. bis 6.4.	Bronchitis
Selbstmedikation										
Myrtol	GeloMyrtol®	120 mg	KPS	2	2	2	0	Stck	Mind. Halbe Stunde vor dem Essen mit einem großen Glas kaltem Wasser	Bronchitis
Johanniskraut	Laiif® Balance	900 mg	FTA	1	0	0	0	Stck	Nach dem Frühstück	Stimmung
Selbstmedikation bei Bedarf										
Magnesium	Magnesium® Verla	121,5 mg	BTA	bei Bedarf	1-2			Stck		Wadenkrämpfe
Diphenhydramin-HCl	Ynusa® Sleep Schlaftableten stark	50 mg	TAB	0	0	0	1	Stck	o. Bed. 30 min vor dem Schlafengehen mit ausreichend Flüssigkeit	Schlafstörungen

Figura 2.9 Lista de medicamente în Germania [GAL16]

În Slovenia ePrescrierea a fost una dintre cele mai de succes soluții pentru îngrijirea sănătății. Dezvoltarea ePrescripției a început la începutul anului 2013, în timp ce implementarea la nivel național a fost efectuată la începutul anului 2016. Încă de la lansare calitatea operațiilor legate de prescrierea medicamentelor s-a îmbunătățit în mod constant, iar numărul de utilizatori a crescut din ce în ce mai mult, în 2018 ajungând la o acoperire de 90% din toți furnizorii de asistență medicală. ePrescripția facilitează transparența și o prescriere mai sigură a medicamentelor, de asemenea conține o prezentare generală a posibilelor interacțiuni medicamentoase și asigură reducerea costurilor administrative. Soluția



tehnologică pentru ePrescripția din Slovenia este destul de complexă cuprinzând o abordare modernă pe mai multe niveluri de arhitectură (Figura 2.10). ePrescripția facilitează un proces structurat de prescripție medicală care constă în patru etape principale: revizuirea medicamentelor pacientului înainte de prescripție, selecția medicamentelor, verificarea selecției (interacțiuni și contraindicații), semnarea și trimiterea prescripției. ePrescripțiile sunt generate în aplicațiile existente la medici și stocate în registrul central al ePrescripțiilor (ReP), care este o sursă de informații pentru farmaciile în care se eliberează medicamentele [STA18].

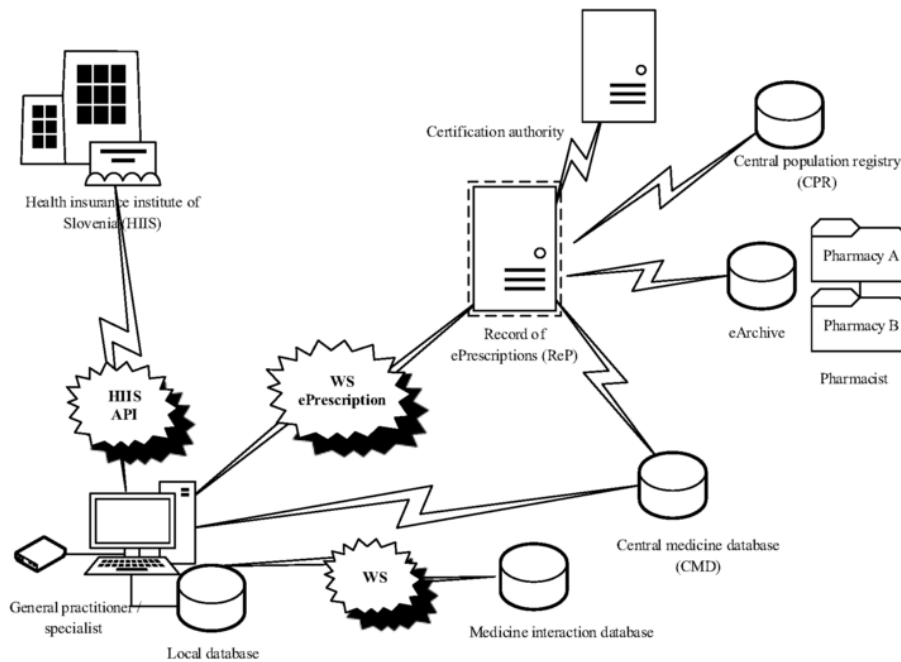


Figura 2.10 Arhitectura aplicației de ePrescriere din Slovenia [STA18]

În anul 2000 Ministerul spaniol al Științei și Tehnologiei, în colaborare cu guvernele regiunilor autonome și reprezentanții Colegiilor medicilor și consiliile de farmacisti au început să lucreze la temelia unui model comun de referință spaniol pentru e-prescripție. În 2001 Consiliul Catalan de Farmaciști și Colegiul Medicilor au condus un prim pilot de e-prescripție medicală în Barcelona pentru unitățile private, care au implicat o sută de medici particulari și 25 de farmacii. Din 1 octombrie 2001, cetățenii asigurați de CatSalut (Catalan Health Service) au trebuit să-și aducă cardul individual de sănătate la farmacia pentru a lua medicamentele prescrise în sistemul de sănătate publică. În timpul procesului de distribuție, farmaciile trebuiau să verifice dacă cardul de sănătate individual corespundea datelor pacientului care apăreau în baza de prescripție medicală pe bază de hârtie și să stocheze datele pacientului, codul prescripției și medicamentul distribuit. Din 2003 aceste date trebuiau transmise electronic la CatSalut. Primul proiect al modelului pentru e-prescripția spaniolă a fost lansat în 2002. Modelul cuprindea o singură bază de date centrală care a fost folosită atât de farmacisti, cât și de medici pentru prescriere și distribuție. În 2004 diferite regiuni autonome au început propriile proiecte de e-

prescripție. La mijlocul anului 2004, CatSalut a pus bazele pentru construirea infrastructurii de e-prescripție medicală (EPI) în Catalonia, care implica toți agenții din sănătate (furnizorii de servicii medicale, Colegiul Medicilor, Consiliul Catalan al Farmacistilor). CatSalut a definit două cerințe esențiale pentru EPI. În primul rând, toate datele (prescripții, dispense, facturi, pacienți, medicamente, furnizori de servicii medicale, medici, farmacii, farmaciști) să fie integrate și accesibile online și în al doilea rând, procesele de prescriere și distribuire să se desfășoare în timp real. Pentru a îndeplini aceste cerințe și în conformitate cu modelul de referință definit de Ministerul spaniol al Științei și Tehnologiei în 2002, CatSalut a propus un model constând într-un sistem central deținut și administrat de CatSalut (numit SIRE) care conține o bază de date integrată cu toate datele. În 2005, CatSalut a lucrat la o listă detaliată a cerințelor funcționale și a făcut o licitație publică pentru dezvoltarea și implementarea SIRE. În aprilie 2006 a fost inaugurat un prim pilot. Din cauza unor probleme tehnice și erori repetate, CatSalut a oprit pilotul și a lansat o nouă versiune a lui SIRE care a abordat aceste probleme. În mai 2008, pilotul a fost finalizat în mod satisfăcător. Pilotul a implicat 63 de medici, 39 de farmacii și 15 000 de pacienți fiind eliberate mai mult de 300 000 de prescripții. A urmat lansarea EPI în îngrijirea primară. Procesul de lansare a fost finalizat în al treilea trimestru al anului 2010. În această dată toate cele peste 3.000 de farmacii catalane foloseau EPI. În august 2010, rețetele distribuite electronic au reprezentat 50% din toate prescripțiile. În cursul anului 2011 EPI a fost lansat și în îngrijirea specializată și a fost finalizat la mijlocul anului 2014 [ROD17].

În România prin Legea 95/2006 privind reforma în domeniul sănătății s-a stabilit cum se fac prescripțiile. Prin asigurările sociale de sănătate, Casa de asigurări de sănătate (CNAS) rambursează către farmacii costul medicamentelor gratuite sau compensate prescrise de către medici [KIE13]. În anul 2012 a fost implementat un proiect pilot pentru prescrierea electronică. În 1 ianuarie 2013 sistemul de prescriere a devenit obligatoriu pentru toate sistemele de sănătate (spitale, medici, farmacii). Sistemul de prescriere din România este validat de Casa de asigurări de sănătate și este parte a proiectului național SIUI, fiind denumit SIUI-SIPE (Sistem Informatic Unic Integrat – Sistem Informatic de Prescripție Electronică) acesta având posibilitatea de a gestiona rețete în regim online și offline. Aplicația este realizată de firma SIVCO România. Aplicația SIUI-SIPE este folosită în acest moment de mare parte din furnizorii de servicii medicale care au contract cu casa de asigurări. Prescripția în regim online este realizată în aplicația informatică care trebuie să fie conectată la Sistemul Informatic pentru Prescrierea Electronică al Casei Naționale de Asigurări de Sănătate, aceasta fiind validată și înregistrată în sistem înainte de a fi tipărită. Prescripția medicală electronică în regim offline este completată folosind aceeași aplicație dar care nu este conectată la Sistemul Informatic pentru Prescrierea Electronică al Casei Naționale de Asigurări de Sănătate fiind tipărită fără a fi validată și înregistrată în sistem. De asemenea medicii pot încă să utilizeze rețete completate manual pe hârtie care nu sunt înregistrate în sistem, dar care nu pot fi compensate. Pentru validarea rețetelor medicii și farmaciștii trebuie să introducă în sistem datele necesare. Datele completate se transmit sistemului central, iar sistemul va emite atenționări în cazul în care există erori în rețetă din punct de vedere al respectării normelor cu privire la rețetele compensate sau gratuite precum și anumite atenționări privind interacțiunile dintre medicamente sau dintre medicamente și diverse diagnostice cronice sau cu risc vital al pacientului, în măsura în care informațiile se găsesc în sistemul central. Pe o rețetă electronică se pot scrie maxim 7 medicamente. Rețetele electronice sunt însoțite și de un formular tipărit care conține un cod de bare 2D în care sunt codificate toate

informațiile scrise în rețetă. De asemenea medicul poate imprima rețete goale care să le folosească la consultațiile la domiciliu, moment în care rețeta va fi scrisă de mână, pe ea fiind tipărit doar datele de identificare ale medicului și un număr de exemplar al rețetei. În momentul eliberării acestui tip de rețetă farmacistul va trebui să introducă manual în sistem medicamentele prescrise de medic nemaexistând în codul de bare 2D acest tip de informații [SIU18]. Pe parcursul timpului au început să dezvolte sisteme medicale și alte firme private. În acest moment o altă aplicație des întâlnită în cabinetele medicilor fiind ICMed de la firma Syonic [ICM18]. În figura 2.11 sunt prezentate capturi de ecran din cele două aplicații pe partea de prescriere electronică.

The top screenshot, titled "Adăuga rețetă tipică", shows a form for adding a prescription. It includes fields for "Data medic" (Doctor's name and contract), "Data pacient" (Patient's CNP, ID, insurance case, name, and address), "Decizie" (Decision approval), "Data rețetă" (Prescription date, number, and type), and "Data medicație" (Medication details). The bottom screenshot, titled "ic med", shows a patient profile for "AL SABORI KILLANI" and a table of medications. The table has columns for "Denumire comercială", "Substanța activă", "Forma farmaceutică", "Concentrația", "Volum", "Preț unitar", "Preț total", and "Lista".

Denumire comercială	Substanța activă	Forma farmaceutică	Concentrația	Volum	Preț unitar	Preț total	Lista
ASPARAGINASE 10000 MEDAC	ASPARAGINAZUM	LIOF. PT. SOL. INLI. PERF.	10000iu	399.04	399.04	C2-EI	
ASPARAGINASE 5000 MEDAC	ASPARAGINAZUM	LIOF. PT. SOL. INLI. PERF.	5000iu	363.25	363.25	C2-EI	
CANDIDAS 50 mg	CASOPORUNGINUM	PULB. PT. SOL. PERF.	50mg	1396.75	1396.75	C2-VIII 9.1, C1-6K, C2-VI 9.4, C2-X 9.3, C1-6I 9, C2-1A	
CANDIDAS 70 mg	CASOPORUNGINUM	PULB. PT. CONC. PE SOL. PERF.	70mg	1801.34	1801.34	C2-VI 9.4, C1-6K, C1-6I 9, C2-1A, C2-VIII 9.1, C2-X 9.3	
INDIPIC 600 mg	IBUPROFENUM	PULB. PT. SUFR. ORALA	600mg	0.89	0.48	C3	

Figura 2.11 Adăugare rețetă în aplicația SIUI-SIPE (sus) și ICMed (jos) [SIU18], [ICM18]

Există un interes deosebit în acest domeniu de prescrieri medicale și în literatura de specialitate. Se conturează noi idei pentru o eficiență cât mai sporită în prescrierea medicației pacienților. În [OMO17] este prezentată dezvoltarea unui sistem de rețetă electronică pentru medicii pediatri. În sistem este implementată o

bază de cunoștințe care conține medicamente și formulare. Aplicația permite acces la dosarul electronic de sănătate al pacienților înainte de scrierea rețetei. Prescripția generată conține un număr de identificare unic pentru identificarea și securizarea acesteia. Aplicația este dezvoltată în PHP cu baze de date SQL. Sistemul creat poate de asemenea să sugereze medicamente pe baza diagnosticului și să calculeze dozele pentru copii după prescrierea medicamentului folosind regula lui Clark care ia în considerare greutatea corporală (doză copil = doză adult \* (greutate copil / 150)). După completarea formularului medicul poate trimite rețeta la o farmacie sau poate imprima rețeta pentru a o da pacientului. Aplicația reduce numărul erorilor în calcularea dozării medicamentelor la copii și oferă informații pentru medic care să îl ajute în luarea deciziilor privind un tratament corect.

Țara	Procesul de adoptare	Durată (ani)
<b>Norvegia</b>	2003-2004 inițiere proces ePrescriere 2005-2006 a început programul de ePrescriere 2007-2008 primul program pilot de ePrescriere 2009-2012 remediere erori și lansarea al 2-lea program pilot 2013-2016 introducerea unor noi extensii	13
<b>Grecia</b>	2010 inițiere program de ePrescriere 2011 primul program pilot 2013 ePrescrierea are o acoperire de 98% 2013-2015 introducerea unor noi extensii	5
<b>Danemarca</b>	1990 inițiere program ePrescriere 1994 au fost 4000 de rețete electronice 2011 85% dintre prescrieri au fost electronice	21
<b>Suedia</b>	1981 s-a inițiat proiectul 2000 s-a dezvoltat proiectul de ePrescriere 2005 s-a creat registrul național al farmaciilor	24
<b>Estonia</b>	2010 s-a inițiat proiectul După 15 luni 80% din prescrieri erau electronice	1,3
<b>Austria</b>	2011 pilot în 3 regiuni din Austria 2012 este inițiat procesul EMedication și sunt integrate în Dosarul de Sănătate mai multe medicamente 2015 au fost incluse toate medicamentele în Dosarul de Sănătate	4
<b>Germania</b>	2006 s-a introdus cardul de sănătate care cuprinde informații și despre medicamente 2010 este cerută o listă uniformă de medicamente 2015 este adoptată legea pentru introducerea listei de medicamente	9
<b>Slovenia</b>	2013 a început dezvoltarea ePrescrierii 2016 s-a implementat la nivel național 2018 ePrescrierea are o acoperire de 90%	5
<b>Spania</b>	2001 s-a inițiat un program pilot pentru ePrescriere în unități private din Barcelona 2002 s-a dezvoltat primul proiect de ePrescriere 2006 a fost inaugurat primul program pilot 2008 s-a lansat al doilea program pilot 2010 a fost lansată ePrescrierea având o acoperire de 50% 2014 a fost lansată și în îngrijirea specializată	13
<b>România</b>	2012 primul proiect pilot 2013 a devenit obligatorie	1

Tabelul 2.3 Lansarea ePrescrierii în diferite țări

În tabelul anterior am realizat un studiu comparativ privind pașii în care a fost adoptată ePrescrierea în 10 țări din Europa. În unele țări procesul a fost mai lent, iar în altele adoptarea a fost mai târzie, dar s-a realizat într-un timp mult mai scurt. Unele țări au creat sisteme complexe de ePrescriere cu diferite module care ajută medicii și pacienții după cum am prezentat la descrierea fiecărei țări iar altele au adoptat doar liste de medicamente ce pot fi prescrise pacienților.

În [ZEN14] este descrisă implementarea și personalizarea unui sistem de decizie asistată (CDSS) pentru prescrierea de medicamente într-un spital, precum și provocările și oportunitățile care pot să apară. În timp ce erorile ce provin de la scrisul de mână nelizibil sau numele medicamentelor greșite pe prescrierile medicale este împiedicat de sistemele electronice de prescriere, acestea nu alertează medicul de alte erori potențiale în prescriere cum ar fi interacțiunile medicamente-medicamente, erori de dozare sau dublarea tratamentelor. Sistemele inteligente de decizie asistată sunt din ce în ce mai folosite pentru a veni în sprijinul acestor deficiențe. Sistemele CDSS provoacă întreruperea fluxului de lucru prin anumite alerte provocând utilizatorului neplăceri. Astfel în practica medicală aceste alerte sunt deseori ignorate și astfel reducând eficiența sistemului. Prin urmare, reducerea numărului de alerte și particularizarea nevoilor specifice ale secției fiecărui spital sunt considerate esențiale pentru îmbunătățirea sistemelor CDSS și pentru eficacitatea acestora în practica medicală. Astfel autorii au propus reducerea alertelor redundante pentru medicamente care sunt familiare medicilor privind interacțiunea dintre ele, dar în schimb au extins alertele privind dozarea la anumiți pacienți care pot provoca daune majore sănătății pacientului respectiv. Astfel autorii propun particularizarea sistemului de decizie în prescriere în funcție de experiența medicului și a secției din care face parte.

S-au făcut numeroase studii privind eficiența prescrierii electronice. Astfel în [HIT17] s-a efectuat un studiu care a comparat ratele de eroare într-un eșantion selectat aleatoriu de prescripții scrise de mână versus cele electronice, cinci luni înainte de introducerea E-prescripției și patru luni după introducerea acesteia. Au fost incluse în studiu un număr de 2883 de rețete din care 1475 scrise de mână și 1408 electronice. S-au calculat ratele de erori la 14 tipuri diferite de erori din prescrierea medicației. Per ansablu e-prescrierile au avut mai puține erori în comparație cu cele scrise de mână. E-prescrierile au fost totuși asociate cu o creștere semnificativă a erorilor de duplicare, în special la medicamentele prescrise la domiciliul pacientului.

### 2.3.3. Concluzii

După cum se poate observa în majoritatea țărilor europene s-a trecut la prescrierea electronică. Unele țări au început implementarea sistemului de prescriere mai repede, altele mai târziu. În urma a numeroase studii s-a demonstrat eficacitatea rețetelor electronice. În țările în care e-prescrierea este implementată se încearcă îmbunătățirea modulului cu noi funcționalități care să ajute medicul în acordarea unui tratament cât mai adecvat pentru diagnosticul dat și cu cât mai puține riscuri pentru diverse interacțiuni ale tratamentului cu boli sau alte tratamente curente ale pacientului.

În acest subcapitol am descris procesul de prescriere electronică și a informațiilor necesare acestui proces.

Am prezentat stadiul actual al prescrierii din România și am constatat lipsurile din acest sistem.

Am analizat stadiul prescrierii electronice la nivelul european în diferite țări, parcurgând la fiecare țară modul de implementare a acestui modul comparând implementările și timpii de adoptare a prescrierilor electronice.

## **2.4. Interoperabilitatea sistemelor medicale. Standarde medicale**

Pentru a avea acces la cât mai multe date medicale din diferite sisteme informatice medicale este necesară interoperabilitatea acestor sisteme prin crearea unor comunicări între ele, de același tip. Interoperabilitatea este definită în [IEE90] ca fiind abilitatea a două sau mai multe sisteme sau componente de a schimba date și informații și de a folosi datele care au fost primite.

Una din oportunitățile și în același timp provocările standardizării în domeniul e-sănătate este existența numeroaselor instituții care stabilesc standarde. Standardizarea în e-sănătate este făcută la toate nivelele de standardizare: stratul fizic, stratul de legătură de date, stratul de rețea, stratul de transport, stratul de sesiune, stratul de prezentare și stratul de aplicație [ITU12].

În continuare voi prezenta cele mai importante organizații care dezvoltă standarde în e-sănătate.

### **2.4.1. CEN/TC 251: Health Informatics**

CEN (Comitetul European de Normalizare), Comitetul European pentru Standardizare, este o asociație care reunește Organismele Naționale de Standardizare din 34 de țări europene. CEN este una din cele trei organizații europene de standardizare (împreună cu CENELEC și ETSI) care au fost recunoscute oficial de Uniunea Europeană ca responsabile pentru dezvoltarea și definirea standardelor la nivel european. CEN oferă o platformă de dezvoltare pentru elaborarea Standardelor Europene și alte documente tehnice referitoare la diferite tipuri de produse, materiale, servicii și procese. CEN sprijină activitățile de standardizare dintr-o gamă largă de domenii și sectoare, cum ar fi: aer și spațiu, produse chimice, construcții, produse de consum, apărare și securitate, energie, mediu, alimente și furaje, sănătate și securitate, materiale, echipamente sub presiune, servicii, viață inteligentă, transport și ambalare [CEN18].

CEN/TC 251 este comitetul tehnic în domeniul e-sănătate al CEN. Acesta publică standarde în e-sănătate care se adresează aplicațiilor și straturilor de conținut din e-sănătate cum ar fi: CEN/TS 15699:2009 și CEN/TS 15212:2006 referitoare la matadatele din aplicațiile informatice medicale și la termeni și concepte din bazele de date medicale. Majoritatea standardelor comitetului abordează aspecte legate de reprezentarea informației, standarde pentru mesaje, dosare electronice medicale și comunicarea între diferite dispozitive medicale [ITU12].

### **2.4.2. Personal Connected Health Alliance**

Personal Connected Health Alliance (PCHAlliance) este o organizație non-profit cu peste 240 de companii membre care promovează interoperabilitatea între dispozitive personale și sisteme de e-sănătate [ITU12]. PCHAlliance publică și promovează Continua Design Guidelines (CDG), singurul cadru de implementare

deschis pentru interoperabilitatea autentică, interoperabilitatea de la un capăt la altul dintre dispozitivele personale de e-sănătate și sistemele de sănătate.

CDG se bazează pe standarde internaționale comune definite de organizațiile de standardizare recunoscute și construite după următoarele principii:

- Interoperabilitate autentică – conectivitatea necesită un efort minim din partea utilizatorului
- Modelul de dezvoltare open source – CDG sunt universal accesibile, non-proprietate și non-profit
- Flexibilitate – dezvoltat pentru a oferi rată maximă de alegere pentru dezvoltatori și utilizatorii finali (clinici individuale, asistență medicală și consumatori)
- Înțelepciunea pieței – CDG este dezvoltat printr-un proces de consens [PCA18]

Membrii PCHalliance sunt un ecosistem vibrant al tehnologiei, al industriei și al companiilor inovative, instituții academice și asociații din întreaga lume. Pentru a-și susține viziunea și vizibilitatea PCHalliance convoacă personalul conectat din întreaga lume la conferința anuală Connected Health, un eveniment internațional de prim rang pentru schimbul de cercetări, dovezi, idei, inovații și oportunități în sănătatea conectată personală. CDG este recunoscută de International Telecommunication Union (ITU) ca standard internațional pentru siguranță, securitate și fiabilitate în schimbul de date de la și către dispozitivele medicale personale [CON17].

### **2.4.3. epSOS: European Patients Smart Open Services**

European Patients Smart Open Services este un proiect dezvoltat în perioada 1 iulie 2008 – 31 iunie 2014 care a vizat proiectarea, dezvoltarea și evaluarea unei infrastructuri de servicii care demonstrează interoperabilitatea transfrontalieră între sistemele electronice de înregistrări medicale din Europa.

Din punct de vedere al reglementării, epSOS reprezintă un plan juridic, tehnic și organizațional pentru procesele de îngrijire medicală care traversează frontierele europene. Din punct de vedere al medicului, epSOS este un cadru medical pentru codificarea, transcodarea și prelucrarea datelor medicale ale pacienților străini pentru a servi la informarea lor despre cazurile specifice pacienților tratați. Din punct de vedere al dezvoltatorului IT, epSOS este o platformă de partajare a documentelor care oferă mijloace de transmitere și prelucrare a datelor medicale transfrontaliere.

EpSOS încearcă să ofere cetățenilor europeni asistență medicală. Obiectivele principale sunt îmbunătățirea calității și siguranței asistenței medicale pentru cetățeni atunci când călătoresc într-o altă țară europeană. În plus, se concentrează pe dezvoltarea unui cadru practic pentru e-sănătate și a unei infrastructuri TIC care să permită accesul sigur la informațiile de sănătate ale pacienților în cadrul diferitelor sisteme europene de asistență medicală. epSOS poate aduce o contribuție semnificativă la siguranța pacienților prin reducerea frecvenței erorilor medicale și prin asigurarea accesului rapid la informațiile medicale ale pacientului, precum și prin creșterea accesibilității la medicamentele prescrise și în străinătate. În situațiile de urgență, această documentație oferă personalului medical informații cu privire la salvarea vieții și reduce repetarea (uneori inutilă) a procedurilor de diagnosticare [SOS18].

#### **2.4.4. GS 1 Healthcare**

GS1 este o asociație globală de standarde, non-profit. Este compusă din instituții membre din mai multe țări. Obiectivul principal al standardizării GS1 este de a ajuta companiile de e-sănătate să îmbunătățească acuratețea, viteza și eficiența componentelor pentru îngrijirea sănătății.

Dezvoltarea și implementarea standardelor GS1 de sănătate este condusă de experți din industrie care le folosesc. Misiunea GS1 este de a spori siguranța pacienților, securitatea și eficiența lanțului de aprovizionare și sincronizarea exactă a datelor în domeniul asistenței medicale.

Standardele GS1 sunt deschise, globale, demonstrate, simple, independente de tehnologie, permit o interoperabilitate și o compatibilitate deplină. Domeniul medical este un sector global cu lanțuri de aprovizionare care trec frontierele de cele mai multe ori. Un sistem global standardizat pentru trasabilitate, de la fabricarea produsului și până la tratamentul pacientului este necesar să respecte o serie de reguli privind trasabilitatea lui în jurul lumii. În cazul tranzacțiilor transfrontaliere se poate utiliza un număr de comerț global (Global trade item number – GTIN) pentru a identifica produsul fără restricții în orice țară fără erori. Sistemul de standarde GS1 este un sistem robust care și-a dovedit calitățile în diferite sectoare din întreaga lume de mai bine de 30 de ani. Numărul GTIN este o soluție unică de identificare pentru produsele din sănătate și este legat de numărul lotului și data de expirare a produsului, acesta contribuind la trasabilitatea de la producție la pacient a produsului medical [GS118].

#### **2.4.5. National Electrical Manufacturers Association – DICOM Standards for Medical Images**

Comitetul pentru standardele DICOM este o organizație independentă de dezvoltare a standardelor pentru utilizarea imaginilor medicale. Comitetul colaborează și cu alte organizații care au interes în dezvoltarea de standarde pentru imagistica medicală. Principalul produs dezvoltat de acest comitet este acest standard DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) – Imagistică Digitală și Comunicații în Medicină. Standardul a fost elaborat în conformitate cu procedurile comitetului pentru standardele DICOM.

Imagistica digitală și comunicațiile în medicină (DICOM) este standardul pentru comunicarea și gestionarea informațiilor din imagistica medicală și datele aferente acestora. Standardul facilitează interoperabilitatea echipamentelor medicale pentru imagistică prin următoarele specificații:

- Pentru comunicațiile în rețea trebuie urmate un set de protocoale pentru dispozitivele care sunt în conformitate cu standardul
- Sintaxa și semantica comenzilor și a informațiilor asociate care pot fi schimbate prin folosirea acestor protocoale
- Pentru comunicarea mediei trebuie urmat un set de servicii de stocare pe dispozitivele care sunt în conformitate cu standardul, o anumită structură de fișiere și o anumită structură de directoare a informațiilor medicale pentru un acces facil la imagini și la informațiile legate de acestea
- Informațiile furnizate trebuie implementate în conformitate cu standardul



Acest standard a fost dezvoltat cu accent pe diagnostic în imagistica medicală care este practică în domeniile medicale de radiologie, cardiologie, stomatologie, oftalmologie, radioterapia, chirurgia și alte domenii conexe. De asemenea este aplicabil și pentru o serie de informații legate de imagini sau non-imagini care sunt interschimbate între clinici medicale, mediu de cercetare, clinici veterinare, etc.

Acest standard facilitează interoperabilitatea sistemelor dintre mai mulți furnizori care sunt în conformitate cu standardul dar nu garantează prin ea însăși interoperabilitatea [DIC18].

### 2.4.6. HL7 – Electronic Health Information Systems

Health Level Seven International (HL7) este o organizație non-profit fondată în anul 1987. Organizația este acreditată ANSI pentru dezvoltarea de standarde pentru schimbul, integrarea și partajarea datelor medicale în format electronic. HL7 este susținut de peste 1600 de membrii din peste 50 de țări precum și de peste 500 de companii din domeniul sănătății.

Nivelul "Șapte" se referă la cel de-al șaptelea nivel al modelului de comunicare pe niveluri al Organizației Internaționale de Standardizare (ISO) pentru interconectarea sistemelor deschise (OSI – Open System Interconnection) – nivelul de aplicație. Nivelul de aplicație interfațează direct și realizează servicii de aplicații comune pentru procesele de aplicație. În tabelul 2.4 sunt descrise mai detaliat nivelele modelului OSI [OSI18].

Modelul OSI			
	Strat (nivel)	Unitatea de date	Funcția
<b>Straturi Gazdă</b>	7. Aplicație	Date	Servește ca fereastră pentru utilizatori și pentru procesele de aplicație pentru a accesa serviciile de rețea. Acest strat conține o varietate de funcții: distribuirea resurselor și redirecționarea dispozitivelor, acces la fișiere la distanță, acces la distanță de la imprimantă, administrare rețea, terminale virtuale de rețea, etc.
	6. Prezentare		Formatează datele care trebuie prezentate la nivelul aplicației
	5. Sesiune		Permite stabilirea sesiunii între procesele care rulează pe diferite stații
	4. Transport	Segmente	Asigură că mesajele sunt furnizate fără erori, în ordine și fără pierderi sau duplicări
<b>Straturi Media</b>	3. Rețea	Pachete	Controlează funcționarea subrețelei, determinând care cale fizică ar trebui să ia datele pe baza condițiilor rețelei, a prioritizării serviciilor și a altor factori
	2. Legătura de date	Cadre	Asigură transferul fără erori a cadrelor de date de la un nod la altul peste stratul fizic
	1. Fizic	Biți	Transmiterea și recepția fluxului de biți nestructurat pe un mediu fizic

Tabelul 2.4 Modelul OSI

HL7 specifică o serie de standarde flexibile, instrucțiuni și metodologii prin care diverse sisteme de sănătate pot comunica între ele. Aceste standarde reprezintă un set de reguli care permit schimbul și prelucrarea informațiilor într-o manieră uniformă și consecventă. Aceste standarde sunt realizate pentru a permite organizațiilor de sănătate să interschimbe mai ușor informații medicale. Prin acest standard se poate trece peste bariera geografică în îngrijirea medicală, medicii având acces la informații medicale din întreaga lume [ROD10].

HL7 și membrii săi oferă un cadru și standardele aferente pentru schimbul, integrarea, partajarea și recuperarea informațiilor medicale din dosarele electronice de sănătate. Aceste standarde definesc modul în care informațiile sunt împachetate și transmise dintr-o parte în alta prin stabilirea limbii, structurii și a tipului de date necesare pentru o integrare perfectă între sisteme. Standardele HL7 sprijină activitatea clinică, gestionarea, livrarea și evaluarea serviciilor de sănătate și sunt cele mai folosite în lume.

Există trei aspecte ale interoperabilității, care au fost definite de HL7:

- **Interoperabilitatea tehnică:** este capacitatea de a transmite datele de la sistemul A la sistemul B. Acesta definește gradul în care informațiile pot fi „transportate” cu succes între sisteme.
- **Interoperabilitatea semantică:** se asigură că ambele sisteme înțeleg datele în același mod. Informațiile trimise vor fi nemodificate în acest sens.
- **Interoperabilitatea proceselor:** permite proceselor și organizațiilor care adăpostesc sistemul A și sistemul B să colaboreze. Acesta definește gradul în care integritatea proceselor de flux de lucru poate fi menținută între sisteme. Aceasta include menținerea / transmiterea informațiilor.

Toate cele trei aspecte ale interoperabilității interferează. Interoperabilitatea semantică necesită interoperabilitate tehnică, iar interoperabilitatea proceselor necesită interoperabilitate semantică [HEA18].

Cele mai populare standarde HL7 pentru integrarea sistemelor și interoperabilitate sunt prezentate în următorul tabel [HL718]:

Nume	Descriere
CDA Release 2	<p>HL7 CDA(Clinical Document Architecture – arhitectura documentelor clinice) este un standard care specifică structura și semantica documentelor medicale electronice în scopul interschimbării datelor între domeniile de sănătate și pacienți. Acest standard definește un document medical ca având următoarele caracteristici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Persistență</li> <li>▪ Administrare</li> <li>▪ Potențial de autentificare</li> <li>▪ Context</li> <li>▪ Integritate</li> <li>▪ Lizibilitate umană</li> </ul> <p>Un document CDA poate conține orice tip de conținut clinic. CDA introduce conceptul de interoperabilitate semantică incrementală. Este permisă o gamă de complexitate în specificații, iar utilizatorii trebuie să își stabilească propriul nivel de conformitate.</p>
HL7 Context Management Specification (CCOW) ver. 1.6	<p>În scopul facilitării integrării aplicațiilor din punct de vedere al utilizării s-a creat standardul CCOW Context Management Specification, care este un standard atât pentru programarea aplicațiilor interne cât și pentru infrastructura mediului de execuție. Prin sincronizarea și coordonarea automată a</p>

	informațiilor despre pacient CCOW asigură un acces sigur și consistent la informațiile medicale ale pacientului din surse eterogene. Prin intermediul acestui standard dezvoltatorii de aplicații software medicale pot crea experiența interacțiunii cu un singur sistem, când de fapt utilizatorul folosește mai multe aplicații independente din mai multe sisteme diferite, fiecare prin interfața proprie.
HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources Specification, Release 3	FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resource) reprezintă următoarea generație de standarde create de HL7. FHIR combină cele mai bune caracteristici ale produselor HL7 Ver. 2, Ver. 3 și CDA utilizând cele mai recente standarde web și punând accentul pe implementabilitate. Soluțiile FHIR sunt construite din componente modulare denumite „Resurse”. Aceste resurse pot fi asamblate în sisteme de lucru care rezolvă problemele clinice și administrative din lumea reală la o fracțiune din prețul alternativelor existente. FHIR sprijină interoperabilitatea utilizând o serie de abordări arhitecturale cum ar fi REST, mesaje, documente și servicii. FHIR este potrivit pentru utilizarea într-o gamă largă de contexte – aplicații pentru telefoane mobile, comunicații în cloud, partajarea de baze de date EHR, comunicarea între furnizorii de servicii medicale, etc.
HL7 Ver. 2 Product Suite	Standardul de mesaje HL7 ver. 2 este cel mai răspândit standard pentru schimbul electronic de mesaje în domeniul sănătății și cel mai folosit din lume. Acest standard de mesaje permite schimbul de date medicale între sisteme. Acest standard este conceput pentru sistemele centralizate de îngrijirea sănătății precum și pentru sistemele distribuite în diferite departamente.
HL7 Ver. 3 Product Suite	HL7 Ver. 3 – ediția normativă are o serie de specificații bazate pe Modelul Informațional de Referință (RIM – Reference Information Model) – un set generic de clase în format UML [RIM18], și oferă o singură sursă care permite implementarea specificațiilor versiunii 3 pentru lucrul cu tot setul de mesaje, tipuri de date și terminologiei pentru o implementare completă a aplicațiilor medicale. Această versiune include standarde pentru comunicare care gestionează îngrijirea și tratarea pacienților în diferite domenii de asistență medicală. Este o parte fundamentală a tehnologiilor necesare provocării globale de integrare a informațiilor din asistența medicală, în domenii precum îngrijirea pacienților și sănătatea publică. Versiunea numărul 3 reprezintă o nouă abordare a schimbului de informații medicale bazată pe mesaje și documente în sintaxă XML.

Tabelul 2.5 Cele mai populare standarde HL7

Standardul HL7 folosește sisteme standarde de codificare a termenilor medicali cum ar fi Systemized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CD) și Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC).

#### 2.4.7. ISO/TC 215 – Electronic Health Records

Standardul ISO/TC 215 (International Organization for Standardization's/Technical Committee) în informatică medicală lucrează la standardizarea tehnologiei informației și comunicațiilor în domeniul îngrijirii sănătății pentru permiterea interoperabilității dintre sistemele independente. Standardul

facilitează captarea, schimbul și captarea datelor și a informațiilor legate de domeniul sănătății pentru a sprijini toate aspectele legate de acest domeniu [ISO18].

Standardul ISO TC 215 este focusat pe comunicațiile EHR. Categoriile pe care lucrează standardul ISO TC 215 în informatica medicală sunt următoarele:

1. Mesaje și comunicații
  - a. Arhitecturi
  - b. Interfete ale dispozitivelor
    - i. Mesaje clinice
    - ii. Comunicarea dispozitivelor
  - c. Metodologie
  - d. Obiecte DICOM (imagini medicale)
2. Înregistrări medicale și modelare
  - a. Transmiterea și primirea înregistrărilor medicale
  - b. Identificatorul de țară
  - c. Modelarea transmiterii și recepționării înregistrărilor medicale și ale identificatorului de țară
3. Reprezentarea conceptelor în domeniul sănătății
  - a. Terminologii medicale
  - b. Maparea conceptelor sub diferite sisteme EHR
4. Securitatea
  - a. Comunicare sigură
    - i. Confidențialitate
    - ii. Managementul securității
  - b. Infrastructură chei publice
  - c. Arhivare și backup [LUB16]

Grupurile de lucru ale ISO TC 215 EHR sunt prezentate în tabelul 2.5 [ISO18]:

Referință	Nume grup
<b>CAG1</b>	Consiliul executiv, armonizare și operațiuni
<b>CAG02</b>	Grupul consultativ
<b>JWG1</b>	Medicină tradițională chinezească (informatică)
<b>JWG7</b>	Aplicații medicale și sisteme IT sigure și eficiente inclusiv dispozitive medicale
<b>TF1</b>	Grup operativ privind cantitățile și unitățile care vor fi folosite în e-sănătate
<b>TF2</b>	Medicamente tradiționale
<b>WG1</b>	Arhitectură, cadre și modele
<b>WG2</b>	Interoperabilitatea sistemelor și a dispozitivelor
<b>WG3</b>	Conținut semantic
<b>WG4</b>	Securitate, siguranță și confidențialitate
<b>WG6</b>	Farmacie și domeniul medicamentelor

Tabelul 2.5 Grupurile de lucru ISO TC 215

### 2.4.8. SNOMED

SNOMED (Systemized Nomenclature of Medicine) International este o organizație non-profit care deține, administrează și dezvoltă SNOMED CT (Systemized Nomenclature of Medicine Clinical Terms). SNOMED CT este o terminologie clinică creată de o serie de specialiști în domeniul îngrijirii sănătății pentru a sprijini procesul decizional și analiza clinică în aplicațiile medicale. SNOMED International este denumirea comercială a Organizației internaționale de dezvoltare a standardelor în domeniul terminologiei în domeniul sănătății (IHTSDO – International Health Terminology Standards Development Organisation), înființată în 2007.

Dezvoltarea unui limbaj global pentru îngrijirea sănătății și unificarea sistemelor medicale din întreaga lume și comunicarea între acestea este o problemă internațională la care se lucrează intens.

SNOMED CT este o colecție sistematică de termeni medicali care conține termeni, coduri, sinonime, definiții și relații între termenii medicali. SNOMED CT este cea mai cuprinzătoare terminologie medicală multilinguală din lume. Scopul principal al SNOMED este codificarea informațiilor medicale pentru o mai eficientă înregistrare a datelor în aplicațiile medicale, acesta furnizând terminologiile principale pentru fișa electronică a pacientului. SNOMED CT cuprinde constatări clinice, simptome, diagnostice, proceduri, structuri corporale, organisme, substanțe, produse farmaceutice și dispozitive.

SNOMED CT este o terminologie multinațională și multilinguală disponibilă în prezent în engleză, spaniolă, daneză și suedeză, iar în curs de traducere este în limba franceză și olandeză. În prezent este folosit la un proiect cu Organizația Mondială a Sănătății ca bază ontologică pentru ICD-11 [SNO18].

SNOMED CT este o terminologie medicală care conține concepte cu semnificații unice și definiții bazate pe logică formală, organizate în ierarhii.

Conținutul SNOMED CT este reprezentat prin folosirea a trei tipuri de componente:

- **Concepte** – reprezintă semnificațiile clinice care sunt organizate în ierarhii, de la "abcess" până la "zygote", în limba engleză. Fiecare concept are un identificator numeric unic. În cadrul fiecărei ierarhii conceptele sunt organizate de la general la cele mai detaliate.
- **Descrieri** – descrierea conceptelor medicale. Un concept poate avea mai multe descrieri asociate, fiecare reprezentând un sinonim care descrie același concept medical. Fiecare traducere a SNOMED CT include un set suplimentar de descrieri care leagă termenii în altă limbă cu aceleași concepte SNOMED CT. Fiecare descriere are un identificator numeric unic.
- **Relații** – leagă fiecare concept de alte concepte conexe. Aceste relații oferă definiții formale și alte proprietăți ale conceptului. Un tip de relație este "is a" care relaționează un concept cu mai multe concepte generale, astfel creându-se ierarhia conceptelor SNOMED CT [SNO14].

Un exemplu de de concepte și relațiile dintre ele ar fi: conceptele "pneumonie bacteriană" și "pneumonie virală" au relația "is a – este" cu "pneumonia infecțioasă" care la rândul ei are o relație de "is a – este" cu un concept și mai general care este "pneumonia". Un alt exemplu de relații întâlnite în cadrul SNOMED CT reprezintă aspecte legate de sensul conceptului: conceptul "pneumonie virală" are o relație de "causative agent – agent cauzator" cu conceptul "virus" și o altă

relație de "finding site - partea corpului care este afectată" care este "plămânul" [SNO14].

Modelul logic al componentelor SNOMED CT este reprezentat în figura 2.12.

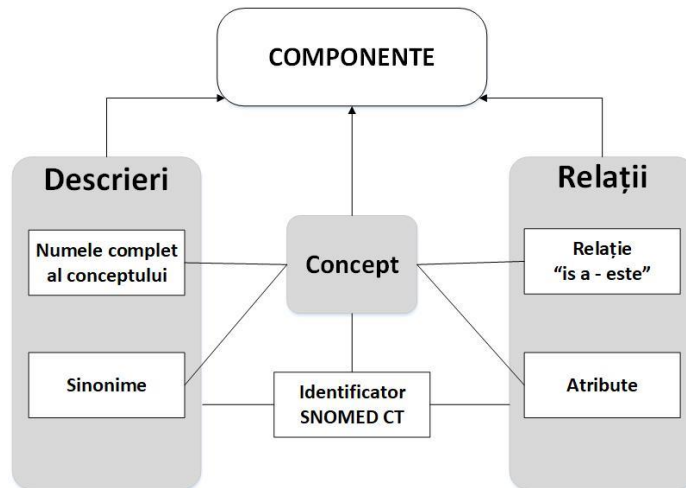


Figura 2.12 Modelul logic al SNOMED CT

Numele complet al conceptului reprezintă o descriere unică și neambiguă a fiecărui concept. Fiecare concept are o singură denumire completă a conceptului în fiecare limbă. Un sinonim reprezintă un termen ce poate fi folosit pentru a afișa sau selecta un concept. Un concept poate avea mai multe sinonime. Fiecare concept are un singur sinonim care este marcat ca și "termen preferat" în fiecare limbă, iar acesta este un cuvânt sau o frază folosită cel mai des de medici pentru definirea conceptului respectiv. Mai pot fi definite un număr nelimitat de alte sinonime marcate ca și sinonime „acceptate” care sunt valide pentru limba respectivă și pentru conceptul respectiv. În tabelul 2.6 este prezentat un exemplu de concept cu descrierile aferente în limba engleză (US-English) [SNO14].

ID Concept	Descriere	Tip descriere	Acceptabilitate (US-English)
22298006	Myocardial infarction (disorder)	Denumire completă a conceptului	Preferată
	myocardial infarction	Sinonim	Acceptată
	infarction of heart		
	cardiac infarction		
	heart attack		
	myocardial infarct		
	MI - Myocardial infarction		

Tabelul 2.6 Exemplu de concept cu descrieri în SNOMED CT

Pentru a vizualiza structura și componentele SNOMED CT în limbile și dialectele disponibile se poate accesa [SBR18], după care se alege limba în care se dorește vizualizarea. În cadrul acestei pagini se pot vedea relațiile între concepte în

diferite forme (sumar, detaliat, diagramă, referințe, etc.), se pot căuta boli, substanțe, părți ale corpului sau organe și se pot vedea relații între ele. În figura 2.13 este prezentată o diagramă pentru o boală a glandei tiroide în limba engleză.

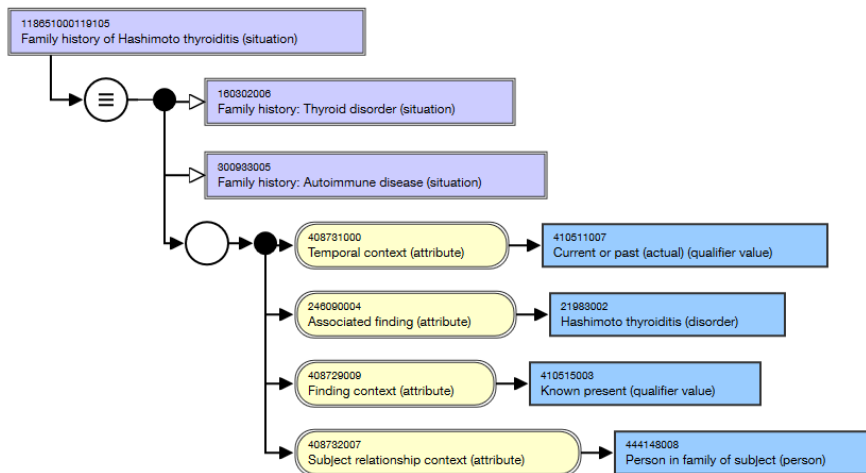


Figura 2.13 Diagramă SNOMED CT [SBR18]

### 2.4.9. Logical Observation Identifiers Names and Code

Logical Observation Identifiers Names and Code (LOINC) este o bază de date și un standard universal pentru identificarea observațiilor medicale de laborator. LOINC este dezvoltat de Institutul Regenstrief, o organizație americană non-profit de cercetare medicală, și a fost creat în anul 1994. LOINC este un limbaj comun (set de identificatori, nume și coduri) pentru identificarea investigațiilor medicale. Dacă ne gândim la o observație medicală ca la o "întrebare" și la rezultatul observației medicale ca la un răspuns, codurile LOINC reprezintă "întrebarea" pentru un test sau o analiză [LOI18].

Scopul inițial al bazei de date LOINC a fost de a furniza identificatori unici pentru observațiile din mesaje HL7. LOINC furnizează un sistem de cod pentru câmpul de identificare a observației din mesaj. Există coduri LOINC pentru observațiile de laborator presiunea parțială arterială a oxigenului în sânge, electrocardiograma, semne vitale, greutate corporală și multe alte domenii clinice. Utilizarea codurilor LOINC pentru identificarea observațiilor de laborator oferă beneficii majore organizațiilor medicale în analiza rezultatelor din mai multe surse HL7.

Codul LOINC este format din 6 câmpuri pentru identificarea unui test sau observație. Cele 6 câmpuri din care este format codul sunt următoarele:

1. Componenta care precizează ce este măsurat sau evaluat
2. Tipul proprietății care precizează caracteristicile a ceea ce este măsurat cum ar fi lungimea, masa, volumul, etc.
3. Aspectul în timp care precizează intervalul de timp în care s-a efectuat observarea/măsurarea
4. Contextul sistemului care precizează tipul eșantionului folosit

5. Tipul scării de măsură, scara poate să fie cantitativă, ordinală, nominală sau narativă
6. Tipul metodei care precizează procedura folosită în efectuarea măsurătorii sau a observației [CLE03]

#### **2.4.10. Standarde medicale naționale**

În România, Organismul National de Standardizare (ASRO) are ca rol principal coordonarea activității de standardizare la nivel național și participarea la activitate de standardizare europeană și internațională. Acesta își desfășoară activitatea în cadrul comitetelor tehnice de profil formate din specialiști, reprezentanți ai diverselor tipuri de organizații.

În cadrul ASRO există un comitet tehnic ASRO/CT 319 - Informatică medicală, având ca domeniu de activitate: Standardizarea în domeniul aplicațiilor tehnologiei informaticii medicale. Având în vedere că acest domeniu a devenit un domeniu de mare interes și că la nivel european și internațional se lucrează destul de intens în acest sens, recent acest comitet a fost reactivat, iar Universitatea Politehnica Timișoara este membru activ. Ca și comitete tehnice europene sau internaționale corespondente sunt CEN: CEN/TC 251 și ISO/TC 215 [ASR18].

#### **2.4.11. Cercetări și aplicații în interoperabilitatea sistemelor medicale**

Având în vedere necesitatea informațiilor complete despre un pacient pentru o tratare a acestuia cât mai corectă și eficientă s-a ajuns la necesitatea interoperabilității dintre sistemele medicale. S-au creat standarde pentru interoperabilitate și s-au folosit în cadrul aplicațiilor medicale pentru schimbul de informații între ele. Astfel mulți cercetători și-au focusat direcțiile de cercetare pe interoperabilitatea sistemelor medicale.

În [NOG15] este propus un proiect care urmărește pregătirea sistemelor electronice de sănătate deja operaționale pentru provocări privind transmiterea datelor clinice. Proiectul propune un model pentru transmiterea informațiilor clinice conținute în documente din secția de Obstetrică a unui spital, în special cele care se referă la nașteri cu scopul de a face schimb de informații între sistemele electronice de sănătate. Informația din secția de Obstetrică a fost modelată folosind metodologia de dezvoltare arhetipurile propuse în standardul 13606 al Organizației Internaționale de Standardizare. Documentul electronic a fost implementat într-un spital universitar, iar informațiile au fost împărțite în două secțiuni, una conținând date despre mamă și cealaltă informații neonatale. Un extras din Registrul Electronic de Sănătate în format eXtensible Markup Language (XML), care conține date clinice structurate, constituie vectorul cu informațiile necesare pentru sistemul de transmitere din spital către unitățile de asistență primară. Propunerea autorilor de transmitere standardizată a mesajelor între unitățile medicale este sub validare și poate necesita anumite ajustări pentru punerea în aplicare. O provocare care trebuie depășită de sistemul propus este protecția datelor în timpul transmisiei și stocării.

[RAC16] prezintă un model pentru utilizarea unui document medical la nivel național și internațional și cum se poate facilita interoperabilitatea datelor medicale. Autorii propun un chestionar în urma căruia să se genereze standardizarea documentelor medicale care să conțină istoricul medical și descrierea bolii pacientului. Pe baza chestionarului, se poate dezvolta o schemă XML care să



standardizeze informațiile medicale, permițând comunicarea la nivel mondial. Acest model ar trebui să fie adaptat pentru fiecare domeniu medical, ceea ce va ușura realizarea interoperabilității datelor medicale. De asemenea, este prezentat stadiul actual al informatizării domeniului medical în România. Actuala implementare a SIUI este structurată în trei module: Cardul de sănătate, ePrescripția și EHR (Registrul electronic de sănătate). Folosind componenta Card de sănătate, fiecare pacient care este asigurat în CNAS deține un card de acces care acționează ca o cheie pentru accesarea datelor pacientului respectiv. Dacă sistemul de ePrescriere și cardul de sănătate sunt deja folosite în România, sistemul EHR care ar urma să asigure interoperabilitatea este încă în teste. În România, implementarea unui sistem interoperabil în mediul medical la nivel național implică integrarea directă cu CNAS, care este elementul obligatoriu al tuturor serviciilor medicale. În urma studiului literaturii de specialitate autorii propun un model de interoperabilitate pentru sistemul medical din România prezentat în figura 2.14. Această lucrare reprezintă un punct de plecare pentru realizarea interoperabilității în domeniul medical public și privat din România. Studiul de caz este realizat pe domeniul cardiologiei și poate fi extins în oricare alt domeniu medical.

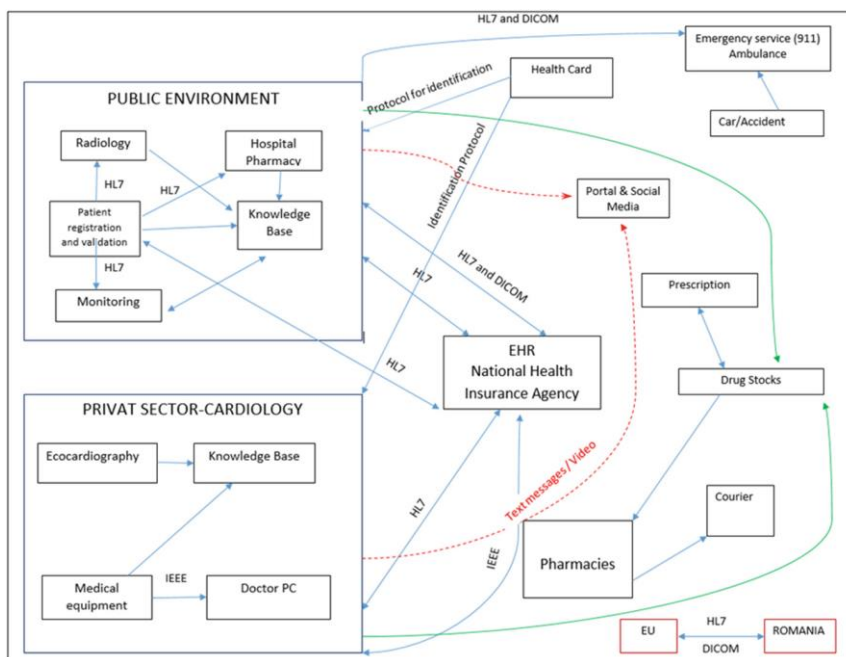


Figura 2.14 Model pentru interoperabilitatea sistemului medical din România [RAC16]

În [SHI18] se evaluează sistemele existente de Informații de Laborator (LIS) și cel de Înregistrări Electronice Medicale (EHR) pentru interoperabilitatea schimburilor de date în Etiopia în vederea propunerii și dezvoltării unui cadru de interoperabilitate în schimbul de date. A fost aplicată o abordare de cercetare exploratorie și o metodă constructivă pentru a aborda problemele de interoperabilitate a schimbului de date și pentru a propune un cadru de schimb de date între Informațiile de Laborator și Înregistrările Electronice Medicale. Acest studiu a încercat investigarea a două spitale pentru cele două aplicații (Informații de

Laborator și Înregistrări Electronice Medicale) din Addis Abebe. Acest studiu se focusează atât pe studiul funcționalităților celor două aplicații cât și a provocărilor și recomandărilor privind interoperabilitatea schimburilor de date între diferite entități. Autorii au propus de asemenea un cadru de interoperabilitate pentru schimbul de date între cele două entități, cadru prezentat în figura 2.15. În urma implementării interoperabilității se va reduce timpul de așteptare al pacientului, timpul de căutare al înregistrărilor, transferul rezultatelor și comunicarea între secții prin aplicații externe. Ambele aplicații joacă roluri importante în spitale, fiind foarte importantă crearea unei interoperabilități între LIS și EMR. De asemenea, studiul arată că interoperabilitatea are o potențială putere de a rezolva provocările legate de schimbul de date între LIS și EMR prin îmbunătățirea schimbului de date și gestionarea datelor din spitale cu soluții de prelucrare a datelor precise și ușor accesibile din punct de vedere al costurilor.

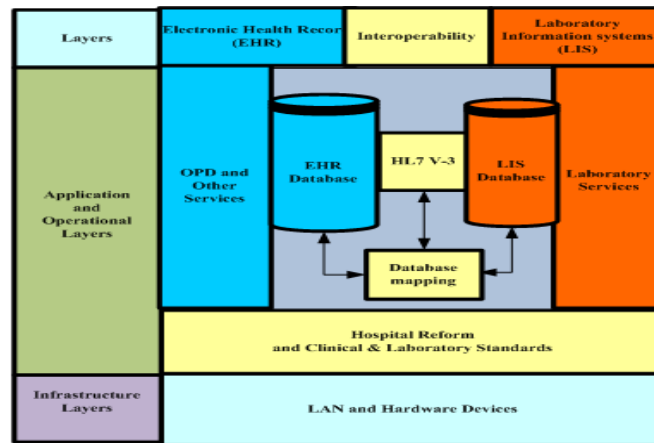


Figura 2.15 Cadru de interoperabilitate pentru schimbul de date între LIS și EHR [SHI18]

Datele wellness generate de pacienții care utilizează telefoane inteligente și dispozitive portabile pot fi o parte esențială a datelor din Registrul de Sănătate Personală (PHR) și oferă personalului medical informații de sănătate ale pacienților zilnic. Pentru a aborda aspectele legate de interoperabilitate, [PAI17] urmărește să evalueze integrarea FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) între aplicațiile mobile care generează date wellness și fișele pacienților. Resursele de interoperabilitate rapidă în domeniul sănătății (FHIR) se așteaptă să fie următorul standard mondial de schimb de informații în domeniul asistenței medicale. FHIR reprezintă un proiect de standard dezvoltat de Health Level Seven International (HL7). FHIR are integrate resurse cum ar fi medicamente, diagnostice, interacțiuni ale dispozitivelor și alte aspecte clinice. Niciuna dintre aceste resurse nu este special concepută pentru datele de wellness sau PHR. Prin urmare, această cercetare a încercat să evalueze caracterul adecvat al FHIR pentru datele de sănătate. Autorii au elaborat un model conceptual de date privind datele de wellness pentru evaluare utilizând standardul FHIR. Modelul de date conceptual conține date despre glicemie, tensiune arterială și date privind indicele de masă corporală (BMI) putând fi extins pentru a accepta și alte tipuri de date de sănătate. Studiul de cercetare a demonstrat flexibilitatea adăugării de noi elemente de date referitoare la starea de sănătate în observație. Modelul dezvoltat a demonstrat posibilitatea schimbului de date wellness între serverul FHIR și pacient.

Scopul cercetării propuse de [SHE17] este de a proiecta și dezvolta un model de translație a datelor bazat pe RDF – XDataRDF. Modelul de translație oferă un cadru pentru a interschimba datele pacientului care au un înțeles comun, fără ambiguități între sistemele medicale. Modelul de translație bazat pe RDF oferă un cadru care abordează două aspecte principale care împiedică interoperabilitatea semantică – necesitatea unui depozit central de standarde și capacitatea de a traduce în mod eficient datele între diferite modele de date și vocabulare pentru a oferi o interpretare singulară între entități. Ca limbă universală de schimb de date medicale, RDF este ideal pentru translația datelor și a fost identificat ca un candidat acceptabil pentru schimbul de date de către liderii în domeniul sănătății. Principalele puncte forte ale RDF sunt faptul că permite coexistența diverselor date, permite modelelor de date și vocabularelor să evolueze și facilitează transformarea datelor într-un mediu multi-schematic. Soluția propusă (figura 2.16) încorporează RDF ca fundație pentru realizarea interoperabilității semantice. Modelul propus spre deosebire de alte soluții anterioare oferă un pachet complet pentru sistemele medicale pentru a atinge o interoperabilitate reală.

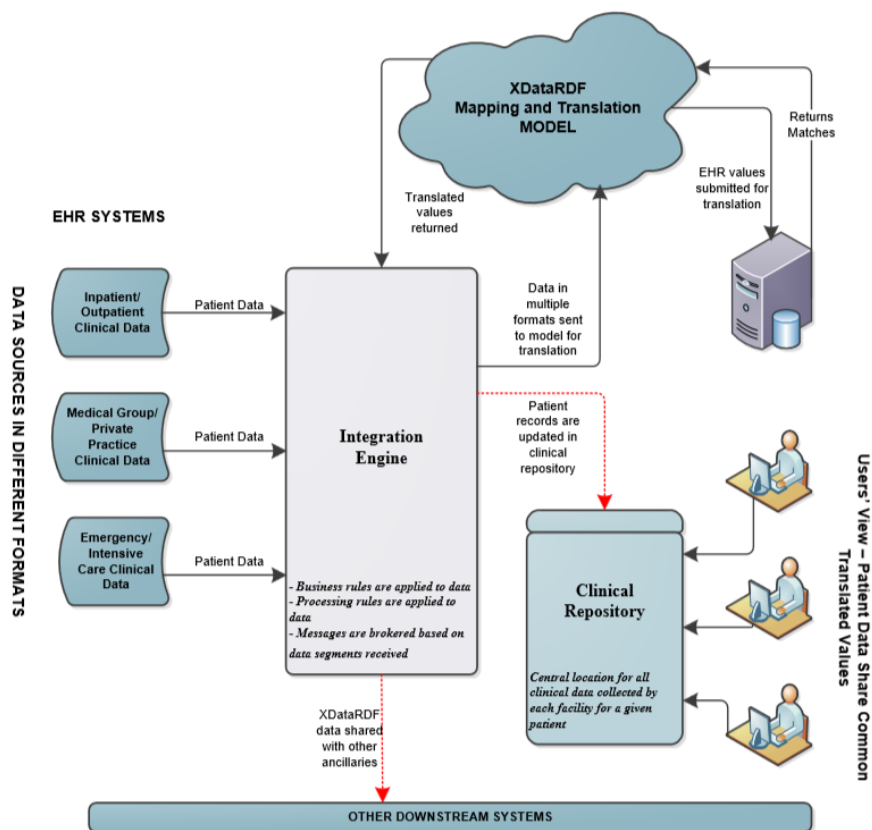


Figura 2.16 Modelul XDataRDF [SHE17]

### **2.4.12. Concluzii**

Domeniul interoperabilității sistemelor medicale este foarte important și de un real interes pentru cercetători. Pentru un tratament cât mai eficient și mai corect sunt necesare date despre pacient de la naștere și până în prezent. De asemenea având în vedere că un pacient poate să viziteze în decursul vieții mai mulți medici sau mai multe secții dintr-un spital este nevoie de colectarea datelor din toate aceste locații pentru crearea fișei longitudinale a pacientului. S-au dezvoltat o serie de standarde care să acopere aceste necesități, iar mulți cercetători au încercat integrarea acestora în aplicațiile medicale sau chiar vin cu noi modele sau propuneri pentru îmbunătățirea interoperabilității dintre sistemele medicale.

În acest subcapitol am prezentat standardele cele mai importante din domeniul aplicațiilor medicale pentru schimbul de informații între ele. Am urmărit parcursul lor și modul de aplicare a acestora de către dezvoltatorii de aplicații medicale.

Am analizat cercetările din domeniul interoperabilității mai actuale punând accent pe necesitatea standardelor în aplicațiile medicale și pe modul lor de folosire pentru a fi integrate de către dezvoltatori în aplicațiile noi dezvoltate.

## 3. STRUCTURAREA DATELOR MEDICALE. REPREZENTAREA INFORMAȚIILOR

### 3.1. Datele medicale

Unitățile medicale de orice tip (cabinete, spitale, laboratoare) colectează, stochează, prelucreează și diseminează multe date. Datele pot fi numerice (ritm cardiac, puls, tensiune arterială) sau text (diagnostice, simptome, recomandări). Astfel, datele medicale se referă la aceste informații legate de îngrijirea sănătății. În România, datele medicale cele mai multe se găsesc pe fișele de hârtie medicale ale pacienților din cabinetul medicului de familie. În unele cabinete și spitale în ultima vreme s-a trecut la digitizarea acestor date prin formarea dosarului electronic de sănătate. Aceste fișe (scrise de mână sau digital) conțin date personale despre pacient și istoricul medical al pacientului.

#### 3.1.1. Formulare medicale

În cadrul unităților medicale există o mulțime de formulare care trebuie completate în diferite circumstanțe. Fiecare formular conține atât date de identificare a pacientului cât și date medicale care sunt cerute de fiecare unitate în parte. O parte din lista de formulare medicale folosite în România pentru pacienți sunt: adeverințe medicale, aviz epidemiologic cu dovezile de vaccinare, bilete de trimitere la diverse unități/laboratoare, buletine analize medicale, certificate medicale de diverse tipuri, fișe medicale pentru gravide, fișe medicale pentru adulți sau pentru copii, rețete medicale de diverse tipuri, registre medicale, etc. În figura 3.1 sunt prezentate fișele medicale pe hârtie pentru adulți și copii din cadrul unui cabinet de medicină de familie.

The image shows two medical forms. The left form is for children ('FIȘĂ DE CONSULTAȚII MEDICALE - COPIL') and the right form is for adults ('FIȘĂ DE CONSULTAȚII MEDICALE - ADULT'). Both forms include fields for patient identification (name, date of birth, sex, address) and a table for recording medical data. The child form has a table for biological tests (hematology, clinical chemistry, immunology, etc.) and a section for periodic examinations (vision, hearing, etc.). The adult form has a table for investigations (symptoms, diagnosis, treatment, etc.) and a section for periodic examinations (vision, hearing, etc.).

Figura 3.1 Fișe medicale din România

### **3.1.2. Înregistrările medicale electronice**

Înregistrările medicale electronice (EHR – Electronic Health Record) sunt versiunea digitală a fișelor medicale scrise de mână. Înregistrările medicale electronice sunt înregistrări în timp real, centrate pe pacienți prin intermediul cărora informațiile medicale sunt accesibile instantaneu și se pot accesa doar de utilizatori autorizați. Un sistem EHR poate colecta date de pe tot parcursul vieții unui pacient, astfel făcând mai ușoară tratarea acestuia. Un sistem EHR:

- Conține istoricul medical al unui pacient, diagnosticele, tratamentele, date privind vaccinurile, alergii, imagini radiologice și rezultatele analizelor de laborator
- Permite accesul la instrumente bazate pe dovezi pe care medicii le pot utiliza în vederea alegerii unui tratament cât mai eficient
- Automatizează și simplifică fluxul de lucru în mediile medicale

Unul din elementele cheie al sistemelor EHR constă în facilitatea gestionării informațiilor medicale precum și partajarea acestor date cu alte departamente medicale.

### **3.1.3. Dosarul electronic de sănătate în România**

În România diverse firme au început dezvoltarea de aplicații pentru dosarul electronic al pacientului. Siveco, firma care deține în acest moment aplicațiile principale din sectorul medical românesc a dezvoltat în cadrul aplicației Sistem Unic Integrat pentru Medicul de Familie și modulul de Dosar Electronic de Sănătate (DES). DES conține datele pacientului, date sumare pentru urgențe, antecedente, istoric medical, istoric documente, consultații, rețete, bilete de trimitere și concedii medicale. Cu ajutorul acestei aplicații medicul are acces la date complexe privind sănătatea pacientului. În momentul deschiderii ferestrei de consultație medicul are acces la toate datele și documentele medicale care trebuie completate în timpul consultației. Aplicația este legată de modulul de ePrescriere pentru scrierea rețetelor în vederea tratării afecțiunii/afecțiunilor pentru care pacientul a venit la medic. Datele medicale corespunzătoare secțiunii de consultație sunt: Consultația care cuprinde datele personale ale pacientului, datele privind consultația și istoricul bolii; Antecedente care cuprinde antecedente heredo-colaterale, antecedente fiziologice, antecedente patologice și modul de viață al pacientului; Tratament care cuprinde medicamentele administrate în timpul consultației și Boli care cuprinde bolile cronice de care suferă pacientul, alergiile pacientului și vaccinurile făcute de pacient. În figura 3.2 sunt prezentate ferestrele de Consultație și de Antecedente la care medicul are acces sau trebuie să le completeze la un nou consult [SIU18].

The image displays two overlapping windows from the SIUI-MF-DES application. The top window, titled 'Adaugare consultatie', shows a patient's personal information (DNP, CID, Sex, Date nașterii, Prenume, Grupa sanguină, Cega de asigurări) and consultation details (Tip document, Număr registru, Dată consultație, Locul efectuării, Diagnostic). The bottom window, also titled 'Adaugare consultatie', shows a detailed medical history form with sections for 'Antecedente heredo-colaterale', 'Antecedente fiziologice - adult', and 'Antecedente Personale Patologice'. It includes fields for family history (e.g., Patologie mamă, Motiv deces mamă), lifestyle (e.g., Mod de viață, Mediu de muncă, Dietă), and various medical conditions (e.g., Boli ereditare, Boli cronice, Boli transmisibile, Boli hematologice). The interface is in Romanian and includes buttons for 'Adaugă...', 'Sterge', 'Acceptă', and 'Renunță'.

Figura 3.2 Ferestre din aplicația SIUI-MF-DES [SIU18]

## 3.2. Structurarea informațiilor medicale

Informațiile și datele medicale se găsesc atât sub formă structurată cât și nestructurată. Majoritatea informațiilor structurate sunt disponibile în limba engleză. S-au creat diverse baze de date cu informații structurate care pot fi mai ușor incluse în aplicațiile medicale sau folosite de medici în vederea acordării unui tratament eficient pentru pacienți. Mulți cercetători au început să creeze algoritmi sau să folosească noi tehnologii pentru a crea o bază cât mai mare cu informații structurate. O informație structurată este mai ușor de citit și necesită mai puțin timp alocat pentru a fi găsită. De asemenea se încearcă extragerea informațiilor relevante din diverse documente în vederea folosirii informațiilor concludente pentru anumite domenii sau pentru a construi baze de date structurate cu informații necesare medicilor.

### 3.2.1. Extragerea informațiilor relevante din diferite documente

În această eră a tehnologiei ne confruntăm cu o cantitate foarte mare de informații medicale care vin din diferite surse. Pentru ca medicii să poată avea acces la acest ocean de informație este necesară o structurare și o compactare a acesteia. Date importante pot să vină din activitățile noastre zilnice, de pe internet sau chiar de la personalul clinic. În figura 3.3 se pot vedea sursele din care pot veni informații clinice importante ce pot fi folosite ulterior în vederea îmbunătățirii actului medical. Scopul este de a integra și de a structura informația din aceste surse pentru a fi mai ușor disponibilă unităților medicale [GHA15].

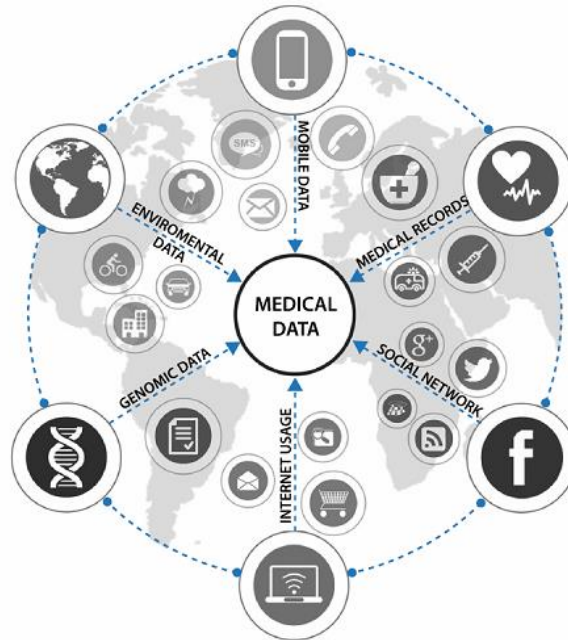


Figura 3.3 Sursele datelor medicale [GHA15]

Pe parcursul timpului s-a lucrat foarte mult la prelucrarea limbajului natural în limba engleză. Acest lucru este valabil și la prelucrarea textelor medicale, unde structurarea și prelucrarea datelor cea mai puternică este pentru texte în limba engleză. În [DEL10] este descrisă implementarea unui sistem de extragere a medicamentelor și informațiilor despre acestea din texte în limba franceză, pe baza unui algoritm folosit inițial pentru limba engleză. Sistemul se bazează pe dicționare speciale de termeni medicali și pe reguli de extracție. Textele utilizate sunt 17412 EHR-uri franceze de la unitatea de cardiologie a Spitalului Universitar Francez, scrise între 2004 și 2006. Acest set de date a fost împărțit în două corpuri de date: un corpus de dezvoltare de 17.362 documente care au fost folosite pentru implementarea sistemului și un corpus de testare de 50 de documente. Corpul de testare conține 253 de medicamente, plus elementele de informație asociate. Regulile de extracție au fost concepute folosind o parte din cele din limba engleză și o parte din exemplele din corpusul de dezvoltare. Din documente au fost extrase informații privind dozarea, forma, frecvența, durata și motivul pentru care a fost administrat medicamentul. Evaluarea algoritmului pe cele 50 de documente a obținut un scor F-measure de 86,7%. În tabelul următor este prezentat un exemplu de extragere a informațiilor dintr-un document.

Textul original	Medicamentul extras cu informațiile aferente
„nous conseillons donc la mise en place d'un traitement par Durogésic et débutons ce jour les patch de 25 µg/72 h”	Medicament -> „Durogésic” Doza -> „25 µg” Forma -> „patch” Frecvența -> „/72 h” Durata -> nemenționată Motivul -> nemenționat



„Paracétamol1 g = x 4/j si douleur”	Medicament -> „Paracétamol” Doza -> „1 g” Forma -> nementionată Frecvența -> „ x 4/j” Durata -> nementionată Motivul -> „douleur”
-------------------------------------	--

Tabelul 3.1 Exemple de extragere medicamente din [DEL10]

În [RXU13] s-a dezvoltat o abordare simplă și precisă de învățare a tiparelor pentru a extrage perechi de medicamente-boli de la 20 de milioane de rezumate biomedicale disponibile pe MEDLINE. Procesul parcurs de autori pentru extragerea acestor date este format din următorii pași:

1. Obținerea și analiza corpusului MEDLINE
2. Crearea de lexiciuri pentru boli și medicamente
3. Corelarea propozițiilor MEDLINE cu entități de boli și medicamente
4. Găsirea de tipare de tratamente
5. Extragerea perechilor suplimentare din MEDLINE cu ajutorul tiparelor selectate
6. Efectuarea unei analize semantice a perechilor medicament-boală extrase.

Autorii au folosit în jur de 100 de milioane de propoziții extrase din abstractele MEDLINE publicate între anii 1965 și 2010. Fișierele XML cu articole din MEDLINE au fost descărcate, parsate și au fost extrase titlurile și abstractele care au fost mai apoi împărțite în propoziții. Au fost extrase un total de 34.305 perechi de tratamente-boli unice, majoritatea dintre ele nefiind incluse în bazele de date structurate existente. Algoritmul autorilor a atins o precizie de 0.904 în extragerea tuturor perechilor.

Extragerea informațiilor despre medicamente din texte clinice este foarte importantă pentru cercetarea EHR. În [JIA14] este prezentată implementarea Java MedEX, a unui sistem existent de extragere de date bazat de Arhitectura de Management a Informației Nestructurate (Unstructured Information Management Architecture – UIMA). În plus față de dezvoltarea anterioară autorii au inclus noi module de codificare în sistemul MedEx-UIMA care mapează datele medicamentelor extrase cu conceptele RxNorm. Sistemul MedEx-UIMA este compus din două componente principale: modulul de extragere de informații din textul clinic și un modul de standardizare care codifică informațiile despre medicamente RxCUI (RxNorm concept unique identifiers) și normalizează informațiile de frecvență în formatul TIMEX3 [PUS03]. Modulul de extragere a informațiilor este o implementare Java a unei versiuni mai vechi MedEx implementată atunci în Python. Autorii au procesat 826 de documente cu ambele sisteme (MedEx-UIMA și MedEx-Python) ajungând la rezultate similare cu ambele sisteme. Prin folosirea a 300 de intrări de medicamente adnotate manual, sistemul MedEx-UIMA a obținut scorul pentru măsurătoarea F-measure de acuratețe de 98.5%.

În [CSI16] este prezentat un model de extragere a reacțiilor alergice la medicamente din înregistrările electronice medicale. Scopul lucrării este de a extrage aceste date din texte medicale în limba spaniolă. Autorii au dezvoltat două metode: o metodă bazată pe reguli și una bazată pe învățarea mașinilor. Ambele metode includ cunoștințe semantice derivate din FreeLing-Med, un software dezvoltat în mod explicit pentru analiza textelor din domeniul medical. Corpusul de text folosit în această cercetare este compus din documente EHR scrise de medici de la spitalul Galdakao-Usansolo. Pentru început s-a încercat o abordare simplă care a

constat în potrivirea termenilor din EHR cu termeni SNOMED CT pentru detectarea alergiilor. Această abordare este eficientă dar nu s-a dovedit corespunzătoare pentru textele medicale scrise de medici în care forma de scriere a alergiilor este diferită de standard. A urma o încercare bazată pe reguli care a dat rezultate mai bune (precizie de 70%) față de prima abordare simplă (precizie de 30%). Cea mai bună abordare cu rezultate foarte bune a fost metoda machine learning-Inferred Classifier care a dat un scor de precizie de 88%.

Odată cu adoptarea EHR în majoritatea regiunilor, se dorește structurarea și comasarea a cât mai multe informații din fișele EHR pentru a sprijini automatizarea proceselor de îngrijire a sănătății și pentru folosirea datelor în cercetarea clinică. Extragerea informațiilor clinice este un domeniu în continuă dezvoltare. În [WAN18] este prezentat un stadiu actual a cercetărilor publicate privind extragerea informațiilor clinice dintre anii 2009 și 2016 din mai multe baze de date. Au fost identificate un număr de 1917 publicații pe baza titlurilor și a abstractelor în acest domeniu, iar 263 dintre ele au fost selectate pentru a fi discutate de autorii acestui studiu. Majoritatea celor 263 de studii sunt efectuate în Statele Unite (236), altele au fost efectuate în Canada (9), Regatul Unit (5), Australia (3) și în alte țări restul. 163 de studii au folosit doar documente clinice și 56 au folosit atât documente clinice cât și date structurate EHR cum ar fi Clasificarea Internațională a Bolilor (ICD-9) care a fost folosită de 25 dintre studii. Datele clinice folosite în aceste studii au fost dintre anii 1987 și 2015. Instrumentele cele mai folosite pentru extragerea informațiilor medicale din diferite surse au fost cTAKES (folosit de 26 dintre studii), MetaMap (folosit de 12 dintre studii) și MedLEE (folosit de 10 dintre studii). cTAKES a fost dezvoltat de Clinica Mayo și tranziționat mai târziu către un proiect Apache (Apache Unstructured Information Management Architecture – UIMA) care este cel mai utilizat instrument. MetaMap a fost dezvoltat de National Library of Medicine (NLM) cu scopul de a mapa text biomedical în sistemul UMLS (Unified Medical Language System), ulterior fiind îmbunătățit pentru a procesa text clinic. MedLEE este unul dintre cele mai vechi sisteme de NLP clinice dezvoltate și este utilizat în cea mai mare parte pentru farmacovigilență și farmacoeepidemiologie. Metodele de extragere găsite în aceste studii au fost bazate pe reguli sau pe machine learning.

Siguranța consumului de medicamente este un aspect foarte important în îngrijirea sănătății. Integrearea unor module suport de decizie asistată în cadrul sistemelor de ePrescriere poate veni în ajutorul medicilor și pot preîntâmpina anumite erori. Pentru a putea face acest lucru este necesară exprimarea regulilor de prescriere într-un mod în care să poată fi inerpretate de sistemele informatice. În [DKM18] se folosesc tehnici de procesare a limbajului natural (NLP) pentru a interpreta recomandările de medicamente oferite de UK NICE BNF care sunt oferite ca și text liber. Componenta NLP, MetaMap, identifică și interpretează semnificația semantică a conceptelor din textele medicale. NICE BNF furnizează definiții structurate pentru aspectele legate de medicamente dar folosește text brut pentru instrucțiunile privind indicațiile pentru medicamente ca de exemplu „500 mg de 3 ori pe zi” sau „300-900 mg la fiecare 4-6 ore; maxim 4g pe zi”. Autorii analizează instrucțiunile privind dozarea și folosind tehnici de procesare a limbajului natural identifică tipuri de expresii semantice și investighează cum pot fi acestea generalizate și folosite în reguli specifice pentru a fi aplicate în sistemele informatice medicale pentru a contribui la prescrierea electronică. Arhitectura propusă de autori este prezentată în figura următoare.

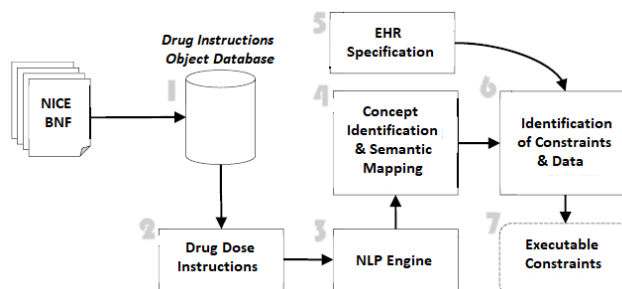


Figura 3.4 Arhitectura propusă de [DKM18]

### 3.2.2. Simplificarea textelor prin înlocuirea termenilor similari

De multe ori în texte apar termeni diferiți din punct de vedere al scrierii dar cu același înțeles. În aplicațiile realizate pentru procesarea textelor acești termeni trebuie aduși la o formă asemănătoare pentru a simplifica procesul de înțelegere al textului. Astfel, în diferite studii autorii încearcă omogenizarea termenilor cu înțelesuri asemănătoare pentru o mai ușoară procesare ulterioară a textelor.

În [JAY15] autorii propun un model pentru suportul diferitelor percepții despre lucruri asemănătoare din diferite comunități. Astfel un domeniu  $x$  poate produce o varietate de percepții, percepția  $a$ , percepția  $b$  și percepția  $c$  despre o anumită realitate. Fiecare percepție este stocată într-o bază de date diferită. Fiecare bază de date are formată o ontologie cu percepțiile stocate. Dacă avem ontologia  $a$  de la comunitatea  $a$ : „Toți membrii familiei au masă de două sau mai multe ori pe zi” și ontologia  $b$  de la comunitatea  $b$ : „De minim două ori pe zi familia are hrană”, masa și hrana au același înțeles la fel ca și costumul și hainele sau spitalul și clinica. Cuvintele sunt similare dar nu egale, depinzând de interpretarea fiecărei persoane, de domeniu și de zonă. Obiectivul autorilor este de a combina diferite terminologii existente despre aceeași realitate folosită de diferite comunități pentru a obține un set comun de termeni care pot fi utilizați în mod transparent de către toate comunitățile, menținând în același timp termenii originali în sursele de date. Pentru a face acest lucru autorii construiesc modele și ontologii pentru fiecare comunitate pentru a putea ajunge la sinonime și creează interogari pentru a testa căutări echivalente.

În extragerea informațiilor din texte este foarte util să se știe dacă două cuvinte su conținut semantic asemănător. În [HEN12] se demonstrează modul în care sinonimele termenilor medicali pot fi extrase automat dintr-un corpus mare de text clinic folosind semantica distributivă. Prin combinarea indexării aleatorii și a permutării aleatorii, se captează diferite aspecte semantice lexicale, sporind în mod eficient capacitatea de a identifica relațiile sinonimice dintre termeni. Ideea din acest studiu este de a combina spațiile multiple de cuvinte, în care relațiile semantice dintre cuvinte au fost modelate ușor diferit, în încercarea de a crește probabilitatea de a putea identifica perechi de sinonime. Spațiile de cuvinte sunt formate dintr-un corpus mare de text clinic nestructurat. Indexarea aleatorie returnează termeni care au o similaritate mare de context, iar permutarea aleatorie, la interogarea unui anumit termen acest model returnează termenii care au vecini similari din punct de vedere statistic la aceleași poziții relative. Aceste două modele sunt evaluate pentru abilitatea de a detecta trei tipuri de relații: perechi de

sinonime, abrevieri -> expresii și expresii -> abrevieri. Cele mai bune rezultate obținute de autori au fost date de însumarea scorurilor de similaritate dintre cele două modele.

Evaluarea similarităților clinice dintre pacienți este o provocare pentru informatica medicală. Rezultatele din aceste evaluări pot fi folosite pentru diverse cercetări care să ajute la dezvoltarea unor tratamente cât mai eficiente pentru anumite boli. Deși evaluarea similarității fișelor EHR e utilă în rezolvarea anumitor probleme clinice aplicarea acesteia la scară largă este limitată din cauza lipsei interperetărilor medicale. Pe baza acestei probleme, în [ZHU16] este propus un model de evaluare a similarităților dintre pacienți bazat pe potrivirea temporală a EHR-urilor dintre pacienți. Evaluarea similitudinii pacienților este tehnica care permite efectuarea de aplicații medicale diverse, cum ar fi și medicina bazată pe dovezi. Autorii propun ca prim pas învățarea contextuală a fiecărui concept medical, apoi, oferă o metodă nesupravegheată pentru a estima scorul de similitudine, care implică introducerea conceptului medical învățat, după care folosesc o arhitectură cu o rețea neuronală convolutivă pentru a măsura similaritatea înregistrărilor pacienților.

În unele situații textele medicale sunt greu de înțeles din cauza apariției anumitor termeni de specialitate mai puțin cunoscuți. Prin înlocuirea acestor termeni cu sinonime mai ușor de înțeles ar ajuta personalul medical și chiar pacienții în înțelegerea textelor medicale. În [ABR14] s-a adaptat o metodă de evaluare a dificultății cuvintelor dintr-un text suedez după care s-a dezvoltat un modul de înlocuire a cuvintelor dificil de înțeles cu sinonime mai comune. Pentru testare s-a folosit un text dintr-o revistă medicală. Conform măsurătorilor făcute de autori după înlocuirea cuvintelor dificil de înțeles sau mai rare lizibilitatea textului a crescut.

### 3.2.3. Baze de date cu informații medicale

Pe parcursul timpului s-a încercat colectarea a cât mai multe informații și punerea la dispoziția cadrelor medicale pentru a le ușura munca de a căuta informații despre anumite boli/medicamente. Majoritatea bazelor de date construite au fost făcute în limba engleză și pentru un număr limitat de țări, dar s-a încercat dezvoltarea de resurse medicale structurate în mai multe țări care să vină atât în ajutorul medicilor cât și a pacienților.

Agenția Europeană pentru Medicamente (EMA) [EMA18] este o agenție descentralizată a Uniunii Europene cu sediul la Londra, înființată în anul 1995 și este responsabilă pentru evaluarea științifică, supravegherea și monitorizarea siguranței medicamentelor în UE. EMA protejează sănătatea populației și a animalelor în 28 de state membre ale UE, precum și în țările din Spațiul Economic European, asigurând faptul că toate medicamentele disponibile pe piața UE sunt sigure, eficiente și de înaltă calitate. EMA se angajează să permită accesul în timp util al pacienților la medicamente noi și joacă un rol vital în sprijinirea dezvoltării medicamentelor în beneficiul pacienților. De asemenea, EMA joacă un rol important în sprijinirea cercetării și inovării în sectorul farmaceutic și promovează inovarea și dezvoltarea de noi medicamente. EMA monitorizează continuu și supraveghează siguranța medicamentelor care au fost autorizate în UE, pentru a se asigura că beneficiile lor depășesc riscurile acestora. Agenția publică informații clare și imparțiale privind medicamentele și utilizările lor aprobate, acestea incluzând versiuni publice ale rapoartelor de evaluare științifică și rezumate. Pe site-ul agenției se găsesc informații despre toate medicamentele autorizate de Uniunea Europeană, în curs de autorizare, refuzate sau suspendate. De asemenea la fiecare medicament sunt

prospecte în mai multe limbi straine în format .pdf. Se pot căuta medicamente după denumire sau se poate vizualiza întreaga bază de date cu medicamente și informații asociate.

Casa națională de Asigurări de Sănătate din România furnizează liste cu medicamente ce pot fi acordate compensat sau gratuit pacienților asigurați. Listele cu medicamente conțin codul ATC al medicamentului, denumirea comercială, forma farmaceutică, concentrația, firma deținătoare, țara deținătoare, tip ambalaj, tipul de prescripție de care este nevoie pentru a fi eliberat, cantitate/ambalaj, prețul de referință și contribuțiile suportate de asigurați respectiv de casa de asigurări [CAS18].

Agenția Națională a Medicamentului și a Dispozitivelor Medicale [ANM18] furnizează informații și prospecte pentru medicamentele de pe teritoriul României, evaluează documentele de autorizației pentru punerea în piață a medicamentelor de uz uman eficiente și sigure, evaluează tehnologiile medicale, supraveghează siguranța medicamentelor, evaluează dispozitivele medicale și asigură securitatea acestora. În cadrul bazei de date pe care o deține online sunt furnizate date despre medicamentele aflate în uz în România. Datele furnizate sunt prospecte ale medicamentelor ce se află pe piață în format nestructurat .pdf.

Mediatly [MEY18] este o aplicație care asigură medicilor și pacienților acces la informații medicale atât în browser web cât și pe telefonul mobil. Aplicația este disponibilă în limbile română, croată, sârbă, cehă, slovenă și rusă. Mediatly Drug Registry este o bază de date cu produse farmaceutice preluate din mai multe surse. În aplicație se poate căuta un anumit medicament după denumire sau după substanța activă, sau în cadrul structurării pe bază de coduri ICD-10 și ATC se pot căuta medicamente pe diverse coduri de boli. În figura 3.4 se poate vedea căutarea unor medicamente după clasificarea ATC.

Clasificare ATC [Înapoi la ATC](#)

- R Aparatul respirator
  - R01 Preparate nazale
    - R01A Decongestionante nazale de uz topic
    - R01B Decongestionante nazale de uz sistemic

R01

ADVIL SINUS SI RACEALA 200 mg/30 mg (vezi M01AE51) CAPS. MOI combinatii (ibuprofenum+pseudoefedrinum)	OTC	RPC
AFRIN 0,5 mg/ml SPRAY NAZ.,SOL. oxymetazolinum	OTC	RPC
AFRIN LEMON 0,5 mg/ml SPRAY NAZ.,SOL. oxymetazolinum	OTC	RPC
AFRIN MENTOL 0,5 mg/ml SPRAY NAZ.,SOL. oxymetazolinum	OTC	RPC
ALERGOROM 20 mg/ml ( vezi S01GX01) PIC. OFT./NAZALE,SOL. acidum cromoglicicum	P-GL	RPC

Figura 3.4 Aplicația Mediatly

Informațiile detaliate din prospecte se găsesc în format text pe pagina aplicației sau în format .pdf care face trimitere la pagina ANMDM.

Drugbank [DRB18] este o bază de date online ce conține informații detaliate despre medicamente. DrugBank combină informații chimice, farmacologice,

farmaceutice și de structură despre medicamente. Datorită referințelor cuprinzătoare și a descrierii foarte detaliate a datelor DrugBank este asemanător unei enciclopedii de medicamente. DrugBank este utilizat pe scară largă de către industria de medicamente, chimiști medicali, farmaciști, medici, studenți și de publicul larg. Datele sale extensive privind medicamentele au permis descoperirea și repopularea unui număr de medicamente existente pentru tratarea bolilor rare și noi identificate. Ultima versiune a DrugBank este versiunea 5.1.1 și a fost lansată în 3 iulie 2018 conținând 11.652 înregistrări de medicamente care include medicamente aprobate, experimentale sau retrase. Pentru fiecare medicament sunt date de identificare a medicamentului, structura chimică, sinonime, ingrediente, produse disponibile în diferite țări și denumirile sub care se găsesc, detalii farmacologice, interacțiuni cu alte medicamente sau alimente, tipuri de dozare și ambalaje, proprietăți, taxonomie, indicații boli, etc. În figura 3.5 este prezentat o parte din detaliile existente pe DrugBank la medicamentul Levothyroxine.

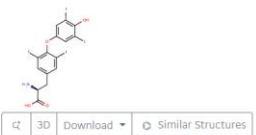
IDENTIFICATION	
Name	Levothyroxine
Accession Number	DB00451 (APRD00235, EXPT02993)
Type	Small Molecule
Groups	Approved
Description	The major hormone derived from the thyroid gland. Thyroxine is synthesized via the iodination of tyrosines (moniodotyrosine) and the coupling of iodotyrosines (diiodotyrosine) in the thyroglobulin. Thyroxine is released from thyroglobulin by proteolysis and secreted into the blood. Thyroxine is peripherally deiodinated to form triiodothyronine which exerts a broad spectrum of stimulatory effects on cell metabolism.
Structure	

Figura 3.5 DrugBank

În [DPI18] este un portal de informații despre medicamente în care sunt disponibile 76.323 medicamente. Portalul oferă informații despre medicamente pentru consumatori, cadre medicale și cercetători. Portalul oferă de asemenea informații din articole publicate în bazele de date medicale referitoare la medicamentul căutat. În figura 3.6 se poate vedea modul de vizualizare a informațiilor despre medicamentul căutat.

Search DRUG INFORMATION PORTAL   By Name  By Category

**1 result for Name/Synonym equals DIAZEPAM**

**Drug Name:** Diazepam [USAN:USP:INN:BAN:IAN]

**Description:** A benzodiazepine with anticonvulsant, anxiolytic, sedative, muscle relaxant, and amnesic properties and a long duration of action. Its actions are mediated by enhancement of GAMMA-AMINOBUTYRIC ACID activity.

**Categories:**

**Summary**

- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶

**Detailed Summary**

- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶
- ▶

Figura 3.6 Drug Portal Information

RxNorm [RXN18] este produs de Biblioteca Națională de Medicină (National Library of Medicine – NLM) și este un sistem normalizat de denumiri pentru medicamente, precum și un instrument pentru susținerea interoperabilității semantice între terminologiile medicamentelor și baza de date a farmaciilor. Spitalele, farmaciile și alte organizații medicale folosesc sisteme informatice pentru înregistrarea și prelucrarea informațiilor despre medicamente. Din cauză că aceste sisteme utilizează numeroase seturi diferite de nume de medicamente, poate fi dificil pentru un sistem să comunice cu altul. Pentru a răspunde acestei provocări, RxNorm oferă denumiri normalizate și identificatori unici pentru medicamente. Scopul RxNorm este de a permite sistemelor informatice să comunice informațiile legate despre medicamente în mod eficient. RxNorm conține medicamente disponibile în Statele Unite.

În acest domeniu mai sunt o multitudine de site-uri web [DRU18][MED18][DAI18] care conțin date despre medicamente în format text, sub formă de prospecte medicale. Medicamentele pot fi căutate după nume sau pot fi afișate toate medicamentele care încep cu o anumită literă, la selectarea unuia fiind afișat prospectul.

### 3.3. Concluzii

Domeniul informațiilor medicale este un domeniu în continuă evoluție și cu o mare necesitate de structurare de date. Multitudinea de boli și medicamente ce apar zilnic nu pot să ajungă la fiecare medic dacă nu este o cale comună de transmitere a informației. În decursul ultimilor ani s-au dezvoltat după cum este prezentat în acest capitol, aplicații care să ajute la structurarea și înglobarea informațiilor în aplicațiile

medicale, s-au creat baze de date cu o multitudine de informații legate de medicamente, dar majoritatea cercetărilor au fost realizate în și pentru țări vorbitoare de limba engleză, în special Statele Unite. În continuare este necesară o uniformizare a datelor din toate țările.

În acest capitol am analizat forma datelor medicale și a formularelor existente în domeniul medical românesc. Am studiat dosarul electronic de sănătate din România, recent implementat, analizând elementele sale în vederea găsirii problemelor existente în sistem.

Am analizat și am făcut un studiu al cercetărilor din domeniul structurării datelor medicale și al bazelor de date cu informații medicale, în special cele de medicamente, prin descrierea elementelor conținute de fiecare bază de date în parte.



## **4. UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR ÎN INFORMATICA MEDICALĂ. ONTOLOGII, CLOUD COMPUTING ȘI REȚELE NEURONALE**

În cadrul acestui capitol voi prezenta tehnologiile pe care le-am folosit la modelarea și implementarea aplicațiilor realizate în cadrul cercetărilor mele. Ontologiile sunt folosite pentru modelarea cunoștințelor din lumea medicală, cloud computing este folosit pentru utilizarea unor resurse la cerere în funcție de necesitățile medicilor și a mediului medical, iar rețelele neuronale sunt folosite la învățarea anumitor reguli pentru a prezice ulterior un anumit comportament.

### **4.1 Web-ul semantic**

Web-ul semantic este o plasă de informații legate între ele pentru a fi mai ușor procesate de calculatoare pe o scară largă, fiind o modalitate eficientă de a reprezenta datele în aria internetului [PAN12].

Web-ul semantic a fost gândit de către Tim Berners-Leem inventatorul WWW, URI, HTTP și HTML. Web-ul semantic este construit pe sintaxe care folosesc URI-uri pentru a reprezenta datele. Aceste sintaxe sunt sintaxe RDF (Resource Description Framework) [PAN12]. Semantic web-ul permite interoperabilitate semantică care presupune înțelegerea sensului datelor precum și legarea termenilor necunoscuți de anumiți termeni cunoscuți sau doar relaționarea datelor dintr-un anumit domeniu. De exemplu, dacă vom introduce într-un motor de căutare fraza: „universități profil tehnic cu specializare în calculatoare și cu predare în limba română” se vor reda toate rezultatele cu site-urile care conțin cuvinte din fraza introdusă. Printr-un motor semantic web se vor găsi doar acele site-uri care corespunde exact frazei de căutare. Web-ul semantic definește și interpretează sensul informațiilor de pe internet.

#### **4.1.1. Nivelele Semantic web**

Semantic web-ul este împărțit în mai multe nivele, fiecare cu un rol bine definit.

Primul nivel este: URI (Uniform Resource Identifier) și Unicode, nivelul cel de mai jos este responsabil cu codarea fiecărui caracter scris și de asemenea este responsabil cu identificarea resurselor. Al doilea nivel este reprezentat de XML care este folosit pentru interoperabilitate în aria internetului. Acest nivel folosește anumite sintaxe pentru a structura un document pe paginile de internet. Al treilea nivel este RDF (Resource Description Framework) care este un standard W3C care va descrie resursele web. RDF este un limbaj simplu care exprimă modele de date care se referă la obiecte și relațiile dintre ele. Schema RDF (RDFS) extinde RDF și este un vocabular care descrie proprietăți și clase ale resurselor bazate pe RDF. Al patrulea nivel sunt ontologiile care conțin descrierea lucrurilor și relațiilor dintre ele. OWL (Web Ontology Language) este un limbaj care procesează informația web. RDF și OWL sunt cam același lucru doar ca OWL este un limbaj mai puternic, cu un vocabular mai mare și o sintaxă mai puternică decât RDF. SPARQL (Simple Protocol

and RDF Query Language) este un protocol și limbaj de interogare pentru datele din web-ul semantic. Acesta este folosit pentru a interoga date bazate pe RDF. RIF (Rule Interchange Format) este o recomandare W3C. SWRL (Semantic Web Rule Language) este o propunere pentru reguli în web-ul semantic. RIF și SWRL aduce suport pentru reguli. Criptografia asigură verificarea datelor în semantic web și se asigură că acestea vin dintr-o zonă de încredere. Al cincilea nivel, nivelul logic este utilizat pentru îmbunătățirea limbajelor de ontologii. Nivelul șase, proof layer (nivelul de dovadă) implică procesele deductive precum și reprezentarea de dovezi în limbaje web. Nivelul șapte asigură veridicitatea datelor. Acest nivel poate fi asigurat de exemplu cu semnătura digitală. Ultimul nivel, nivelul opt, Interfața cu utilizatorul asigură accesul uman la aplicațiile web semantic. Toate aceste nivele sunt prezentate într-o stivă în Figura 4.1 [PAN12].

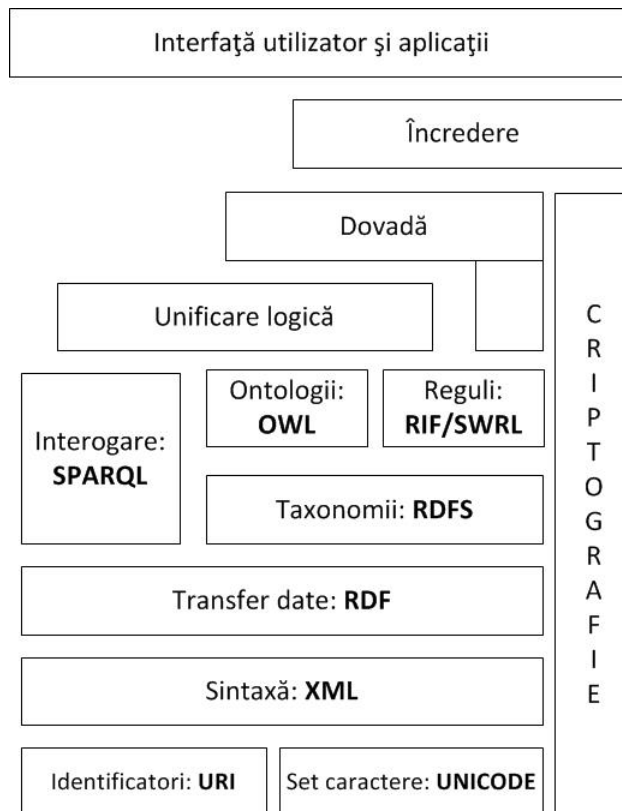


Figura 4.1 Nivelele Semantic web

#### 4.1.2. Ontologiile

Ontologiile sunt folosite pentru a aduna informațiile și cunoștințele din anumite domenii. Ontologia descrie conceptele și relațiile dintre acestea dintr-un anumit domeniu. O ontologie definește un vocabular comun pentru partajarea informațiilor între persoane într-un anumit domeniu. Acestea conțin definiții ale

conceptelor de bază dintr-un anumit domeniu și relațiile dintre aceste concepte. Motivele pentru care se folosesc ontologiile sunt următoarele:

- Pentru a partaja înțelegerea structurii comune a informațiilor între oameni sau agenți software
- Pentru a se putea reutiliza cunoștințele dintr-un anumit domeniu
- Pentru a crea ipoteze explicite într-un anumit domeniu
- Pentru separarea cunoștințelor domeniului de cunoștințele operaționale
- Pentru analiza cunoștințelor domeniului [NOY01]

O ontologie este formată din concepte care sunt modelate ca și clase, proprietăți și atribute ale conceptelor care vor fi modelate ca și proprietăți și relații și restricții între concepte. Ontologia împreună cu instanțele claselor vor constitui cunoștințele domeniului în care este făcută. Practic, pentru a crea o ontologie este nevoie de:

- Definirea claselor din ontologie
- Aranjarea claselor într-o ierarhie taxonomică cu subclase și superclase
- Definirea proprietăților și a atributelor și specificarea valorilor permise pentru ele
- Definirea instanțelor

Cea mai completă și corectă metodologie pentru dezvoltarea rapidă a unei ontologii este descrisă în [NOY01] și cuprinde următorii pași:

1. Se de definească domeniul și obiectivele prin răspunderea la următoarele întrebări:
  - a. Care este domeniul pentru care se construiește ontologia?
  - b. Pentru ce vom folosi ontologia?
  - c. La ce întrebări trebuie să răspundă ontologia?
  - d. Cine va utiliza și menține ontologia?
2. Să se găsească ontologii similare pentru reutilizarea anumitor concepte sau folosirea anumitor ontologii existente
3. Crearea listei cu termenii care vor fi înglobați în ontologie
4. Definirea ierarhiilor de clase și a claselor propriu zise prin crearea de concepte care să plece de la general la particular
5. Definirea proprietăților și atributelor claselor
6. Definirea tipurilor pentru proprietăți (domeniu, valori)
7. Definirea instanțelor claselor

Ontologiile sunt exprimate în diferite limbaje care să fie înțelese atât de calculator cât și de oameni. Principalele limbaje folosite pentru definirea ontologiilor sunt bazate pe XML.

RDF (Resource Description Framework) este un model standard bazat pe sintaxa XML. RDF are o structură bazată pe URI-uri (Identificator Uniform de Resurse) pentru a desemna relația dintre două concepte. Un URI va identifica o resursă în mod unic. RDF-ul oferă informații și modele de reprezentare a informației despre resursele web permițând colaborarea între aplicații. Elementul de bază a unui RDF este „tripetul” care este o propoziție cu subiect, predicat și proprietate. Subiectul și predicatul sunt reprezentate prin URI și proprietatea este valoarea propriu-zisă. Cu ajutorul fișierelor RDF se pot defini clase, instanțe și relații [HAL17].

OWL (W3C Web Ontology Language) este un limbaj care extinde RDF și este folosit pentru definirea ontologiilor. Acest limbaj este conceput pentru a reprezenta cunoștințe complexe despre obiecte, domenii, lucruri și relațiile dintre ele. Limbajul OWL este bazat pe logică computațională care permite explorarea cunoștințelor din OWL de orice program din calculator. Fișierele OWL pot fi publicate pe World Wide Web și se pot referi sau pot fi menționate din alte ontologii OWL. Versiunea actuală

a OWL este OWL 2 și a fost publicată în anul 2009, iar a doua ediție în anul 2012. OWL 2 este o extensie a versiunii OWL din anul 2004. Grupul de lucru W3C's Web Ontology a definit trei sublimbaje diferite pentru crearea ontologiilor: OWL Full care este în totalitate compatibil cu RDF; OWL DL este un sublimbaj al OWL Full care restricționează modul în care pot fi folosiți constructorii din OWL sau RDF; OWL Lite care impune și mai multe restricții față de OWL DL. Avantajul versiunilor mai restrictive o reprezintă folosirea mai simplă de către utilizatori [OWL18].

Documentele OWL sunt numite de obicei ontologii OWL și sunt documente RDF. Rădăcina ontologiei OWL este un element `rdf:RDF` care specifică un număr al spațiului de lucru:

```
<rdf:RDF xmlns=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/untitled-ontology-30#“
  xml:base=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/untitled-ontology-30“
  xmlns:rdf=„http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#“
  xmlns:owl=„http://www.w3.org/2002/07/owl#“
  xmlns:xml=„http://www.w3.org/XML/1998/namespace“
  xmlns:xsd=„http://www.w3.org/2001/XMLSchema#“
  xmlns:rdfs=„http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#“>
```

Clasele sunt definite prin folosirea elementului `owl:Class`. Un exemplu de clasă este prezentat mai jos pentru definirea clasei `Persoana`:

```
<!--http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#Persoana ->
<owl:Class rdf:about=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#Persoana“>
  <rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
  <owl:onProperty
  rdf:resource=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#areCaracteristiciMedicale“/>
  <owl:someValuesFrom
  rdf:resource=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#CaracteristiciMedicale“/>
  </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
  <owl:onProperty
  rdf:resource=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#areDatePersonale“/>
  <owl:allValuesFrom
  rdf:resource=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#DatePersonale“/>
  </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Proprietățile claselor sunt definite prin `owl:ObjectProperty`. Un exemplu de proprietate pentru legătura dintre clasa `Persoana` și `Date personale` este `areDatePersonale` și forma în care apare în fișierul ontologiei este prezentat mai jos:

```
<!--http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#areDatePersonale ->
<owl:ObjectProperty
  rdf:about=„http://www.semanticweb.org/oana/ontologies/2018/4/ExempluOntologie#areDatePersonale“/>
```

Un exemplu de ontologie pentru un pacient este prezentată în figura 4.2.

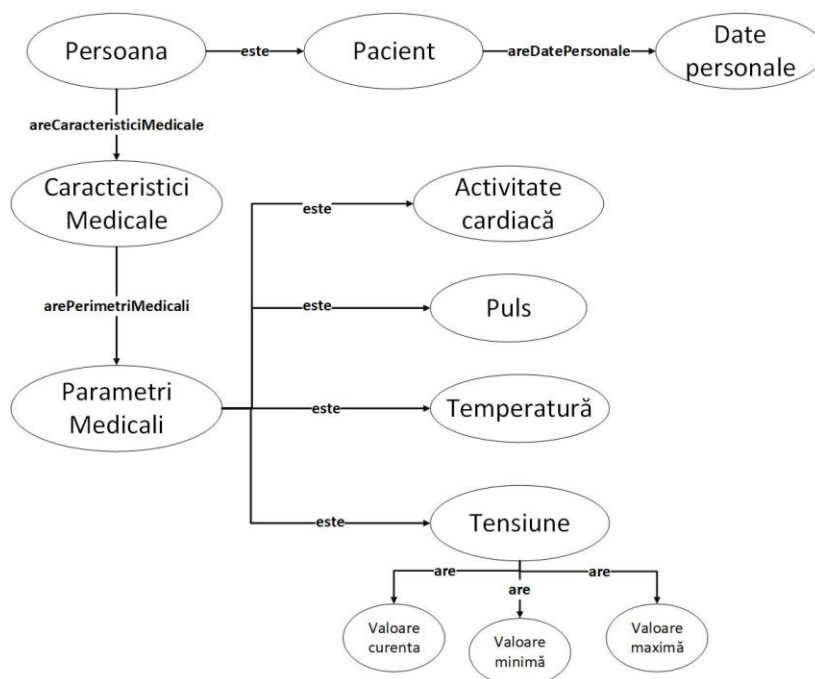


Figura 4.2 Exemplu ontologie

Cel mai important editor pentru dezvoltarea ontologiilor este Protégé. Este un editor dezvoltat în Java și este open-source. Protégé este folosit de o comunitate puternică de utilizatori academici, guvernamentali și corporativi, pentru a dezvolta soluții bazate pe cunoaștere în domenii precum biomedicina, e-commerce și modelarea organizațională. Există două forme în care se găsește acest mediu de dezvoltare a ontologiilor: WebProtege și DesktopProtege. WebProtege oferă de asemenea instrumente de colaborare și partajare a informațiilor.

#### 4.1.3. Stadiul actual al utilizării ontologiilor în informatica medicală

Procesele din domeniul sănătății au devenit foarte complexe în ultima vreme ca urmare a progreselor tehnice și a cunoștințelor care s-au acumulat în decursul anilor. Această cunoaștere necesită un sistem complex de stocare și gestionare a informațiilor existente și a informațiilor noi pentru o mai bună cunoaștere în domeniu și pentru un transfer mai ușor a informațiilor. Ontologiile pot ajuta în acest fel domeniu prin crearea unui limbaj comun în vederea împărțirii resurselor medicale în diferite subdomenii din sănătate.

Cercetătorii au început încorporarea ontologiilor în aplicațiile medicale în diferite situații. Astfel, în [GAI15] este propusă o schema de folosire a ontologiilor pe date de dimensiuni foarte mari pentru generarea unui mecanism de alertare care să asiste medicii în diagnosticarea corectă a pacienților. Modelul propus este „Prevenirea erorilor din EHR bazat pe ontologie” (Ontology-based EHR Error Prevention Model – OEHR-EPM) care este implementat folosind un algoritm propus

de autori (Algoritm de ajustare și prevenire a erorilor – EPAA – Error Prevention Adjustment Algorithm). Pentru reprezentarea ontologiei este folosit mediul de dezvoltare Protégé. Algoritmul și schema propusă de autori a fost analizată și experimentată, iar rezultatele experimentelor au dus la o rată de precizie foarte mare.

În [MEH10] este prezentat un prototip de sistem suport pentru decizii privind medicația. Cunoașterea limitată a pacienților privind informațiile despre medicamente este un factor cheie privind efectele adverse create de anumite medicamente. Sistemul prezentat leagă procesarea limbajului natural și ontologiile pentru dezvoltarea unei aplicații care să asiste Electronic Discharge Summary (EDS) în furnizarea de sfaturi privind medicația pentru pacienți. Autorii au selectat și modelat medicamente cu risc ridicat de efecte adverse împreună cu sfaturi legate de acestea. Cunoștințele despre medicamente au fost modelate în ontologii și sunt folosite pentru gestionarea de către pacienți în vederea informării despre posibilele riscuri ce pot să apară. Abordarea prezentată în acest articol are o serie de limitări. În primul rând acesta folosește un set limitat de medicamente clasificate ca fiind cu risc crescut din medicamentele de referință, iar o altă limitare este folosirea gramaticii JAPE pentru asocierea termenilor și a entităților care apar simultan, ceea ce poate duce la rezultate fals-pozitive. Prin folosirea tehnicilor de rețele neuronale sau deep learning această problemă ar putea fi rezolvată.

În lucrarea [DOU14] este prezentat un prototip semantic numit Panacea care să descopere interacțiuni între medicamente sau între medicamente și boli. Scopul programului Panacea este de a oferi recomandări pentru prescripția medicală bazate pe înregistrarea medicală a unui pacient, să ajute medicii în prescrierea medicamentelor în funcție de indicațiile și contraindicațiile privind substanțele active medicamentoase. Pentru realizarea acestui lucru a fost necesară introducerea în ontologii a informațiilor și terminologiilor medicale și formate relații cu anumite cunoștințe din domeniul medical. Prin intermediul clasificărilor și terminologiilor internaționale sunt reprezentate datele medicale în timp ce cunoștințele medicale despre interacțiunile medicamentoase sunt reprezentate de o bază de reguli care utilizează standardele internaționale de reprezentare a informației medicală. Aplicația folosește o ontologie ușoară formată din clasa Pacient, clasa Definiții Medicale în care se găsesc informații legate de substanțele care le poate sau nu le poate lua pacientul și două proprietăți ale pacientului legate de grupa de vârstă și sex. Pentru descoperirea cunoștințelor de bază este folosită ontologia și este folosită ca un prim strat al aplicației în timp ce în al doilea strat al aplicației se aplică o strategie de selectare a regulilor în doi pași, rezultând o abordare de raționament eficientă din punct de vedere computațional. Primul pas pe care îl face aplicația este de a transforma în entități semantice terminologiile medicale, și anume ATCe (Anatomical Therapeutic Chemical), UNIIf (Unique Ingredient Identifier), ICD-10, ICTVg (International Virus Taxonomy) și codificările personalizate fiind construită ontologia inițială. Pentru a primi recomandări în Panacea, se creează și se alimentează o bază de cunoștințe cu datele medicale ale unui pacient. Procesul de raționament îmbogățește instanța pacientului cu cunoștințe deduse. După această etapă și prin utilizarea unui alt proces de raționament, se aplică setul de reguli medicale. Rezultatul acestei etape finale a raționamentului bazat pe reguli este lista de recomandări care poate fi extrasă prin interogarea SPARQL.

În lucrarea [GAL15] este propus un sistem bazat pe modelarea ontologică a conținutului ghidurilor medicale. Ontologia propusă oferă flexibilitate în adaptarea datelor pacienților și permite furnizarea de recomandări adecvate exprimate în diferite nivele de abstractizare. Pentru soluționarea conflictelor decizionale care pot

să apară prin combinarea mai multor surse de recomandări este propusă o metodă bazată pe graficul de subsumare a profilelor pacienților corespunzătoare regulilor. A fost dezvoltat un prototip de sistem clinic de decizie asistată folosind modelul propus de autori. Ontologia a fost construită pentru ghiduri medicale pentru hipertensiune și diabet de tipul 2 fiind realizată din 500 de concepte și incluzând 96 de disjunții. Aceasta este împărțită în două părți principale: concepte legate de pacient sau variabile de decizie (caracteristici, patologii, semne vitale) și cele legate de managementul clinic și acțiuni (tratament, acțiuni medicale, obiective). Au fost create 180 de reguli pentru hipertensiune și 94 pentru diabetul de tip 2.

Având în vedere necesitatea mare de procesare semantică și de integrare a datelor clinice din diferite surse pentru o clinică de cercetare [SUN15] prezintă o abordare pentru integrarea înregistrărilor medicale (EHR) ale pacienților din surse eterogene și generarea de date integrate în diferite formate de date cu suport semantic pentru a sprijini diferitele cercetări clinice. Abordarea propusă construiește straturi de virtualizare a datelor semantice deasupra surselor de date, care generează date în semantica dorită. Datele din diferite sisteme EHR sunt mai întâi mapate în date RDF cu semantică la sursă, după care sunt convertite în reprezentări armonizate cu semantica domeniului unde ontologiile și terminologiile din domeniu sunt utilizate pentru a îmbunătăți reutilizarea. De asemenea este posibilă convertirea datelor în aplicații semantice și stocarea acestora în baze de date pentru cercetare clinică. Conversiile semantice între diferitele reprezentări sunt exprimate folosind reguli N3 și sunt executate folosind interpretorul de reguli N3 (EYE) care poate genera și dovezi ale proceselor de conversie.

Adoptarea aplicațiilor de asistență clinică la scară largă este împiedicată în special de dificultatea de a exprima cunoștințele și datele pacienților dintr-un anumit domeniu medical. [ZHA16] prezintă o abordare semantică în reprezentarea unificată a cunoștințelor din domeniul medical și a datelor pacienților pentru folosirea acestora în aplicații de luare a deciziilor medicale. A fost implementat un ciclu de patru faze pentru dezvoltarea bazelor de cunoștințe semantice a domeniului medical bazate pe modelul de referință HL7, incluzând o ontologie pentru modelarea cunoștințelor din domeniu și datele pacientului, și un grup de expresii pentru codificarea regulilor și interogărilor de luare de decizii. Astfel este construit un sistem semantic de luare de decizii medicale pentru a oferi recomandări în îngrijirea sănătății pacienților pe baza bazei de cunoștințe și a datelor pacientului. Evaluarea la nivel de aplicație a preciziei în diagnosticare atinge o sensibilitate de 97,5%, o specificitate de 100% și o precizie de 98%, iar experții în domeniu dau o rată de acceptanță de 97,3%.

Existența sistemelor electronice de înregistrări medicale (EHR) a declanșat necesitatea interoperabilității lor semantice și posibilitatea reutilizării datelor. Cheia pentru acest lucru este considerată utilizarea în comun a standardelor EHR și a resurselor semantice. În acest sens în [LEG16] este descris un prototip bazat pe OWL care utilizează tehnologiile EHR și web semantic pentru interoperabilitatea și explorarea arhetipurilor (modele originale), a datelor EHR și a ontologiilor. De asemenea este posibilă reutilizarea datelor medicale. Prototipul a fost implementat în Archetype Management System (ArchMS). ArchMS este un instrument care oferă funcționalități pentru îmbogățirea semantică, standardizarea și interoperabilitatea datelor clinice și arhetipurilor. Studiul de caz făcut de autori arată câteva avantaje ale utilizării tehnologiilor semantice în cercetarea biomedicală: (i) reprezentarea datelor pacienților, adnotărilor despre arhetipuri și regulile de clasificare în același formalism, ceea ce a permis exploatarea în comun a mijloacelor de raționament automatizat; (ii) reutilizarea și explorarea conținutului din arhetipurile și ontologiile

existente; (iii) conținutul semantic generat și gestionat în ArchMS poate fi reutilizat de către terți, deoarece ArchMS folosește principiile Web-ului Semantic. Infrastructura ArchMS permite, de asemenea, mutarea datelor EHR din spațiul tehnologic arhetip la Web-ul Semantic. Metoda de transformare a datelor este condusă de ontologiile din domeniu, care joacă rolul unei scheme de cunoaștere într-o astfel de transformare și sunt îmbogățite cu utilizarea modelelor semantice. ArchMS combină serviciile de management și interoperabilitate dezvoltate de autori, printre care se poate evidenția transformarea semantică și exploatarea datelor. Rezultatele arată potențialul tehnologiilor Web semantice pentru gestionarea și exploatarea arhetipurilor și a datelor EHR. În figura 4.3 este prezentat modelul de transformare dezvoltat a arhetipurilor bazate pe EHR în RDF/OWL.

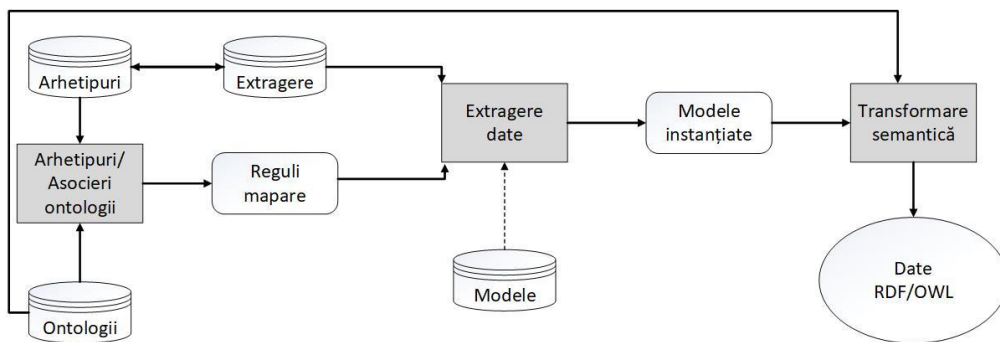


Figura 4.3 Schemă a metodei de transformare a arhetipurilor de date EHR în RDF/OWL (după [LEG16])

În [NOO17] este dezvoltat un prototip nou pentru farmacovigilență semantică care deduce potențialele interacțiuni între medicamente și nivelurile de interacțiune. Aplicația utilizează 9 reguli de inferență pentru deducere explicațiilor privind interacțiunea medicamentelor. A fost construită o bază de cunoștințe cu interacțiuni între medicamente extrase din mai multe surse existente de farmacocinetică, farmacodinamică, farmacogenetică și niveluri de interacțiune. A fost creat un prototip numit D3 bazat pe interogări care utilizează baza de cunoștințe creată pentru a deduce interacțiunile. Aplicația prezentată are o rată de precizie de 61% în ceea ce privește acuratețea rezultatelor. În figura 4.4 este prezentat fluxul de informații și interacțiunea între două medicamente prezentat de autori.



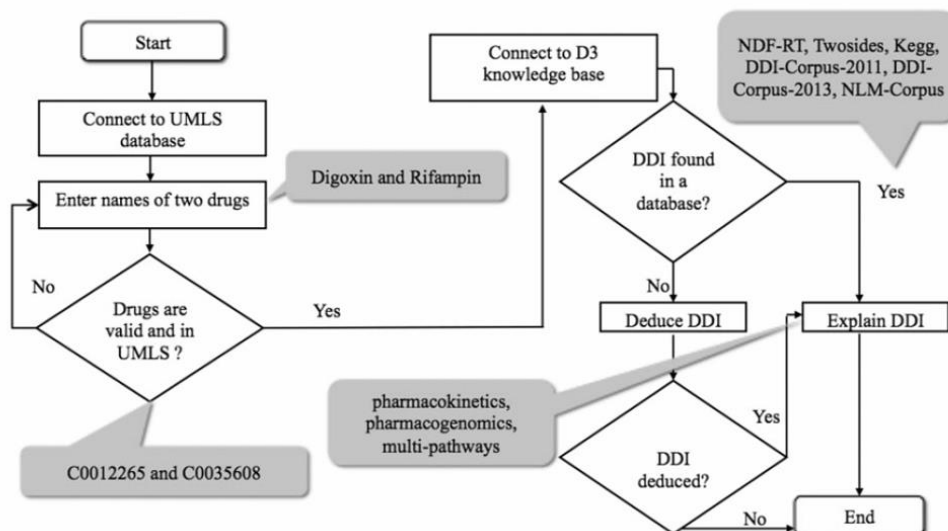


Figura 4.4 Fluxul de informații în D3 și interacțiunea a două medicamente [NOO17]

Ontologiile pentru medicamente pot ajuta cercetătorii în domeniul farmaceutic, medicii și chiar pacienții în depășirea supraîncărcării și a vitezei informației descoperirii de medicamente și a varietății acestora. Există o mulțime de informații legate de medicamente, dar provocarea este structurarea și integrarea acestor informații în instrumente necesare medicilor/cercetătorilor. În [SHA17] s-a creat o bază de date cu indicații ale medicamentelor din 12 surse comerciale disponibile. Din aceste surse s-au extras 29964 denumiri unice de medicamente, 10938 indicații unice brute și 192008 perechi unice de medicamente-indicații. Cele 12 surse de date brute variază pe scară largă în ceea ce privește numărul de concepte unice, indicații și relații. Fiecare componentă extrasă din sursele precizate de autori a fost normalizată într-o terminologie sau cod standard. După normalizare numele de medicamente au fost reduse la 91-85% din datele inițiale, iar indicațiile au fost reduse la 57% din datele inițiale. Baza de date creată de autori este destinată să faciliteze construirea de aplicații practice și să se integreze ușor într-o ontologie.

#### 4.1.4. Concluzii

Există un real interes în adoptarea ontologiilor în informatica medicală. În acest subcapitol am prezentat generalități despre web-ul semantic și cercetări în domeniul medical realizate pe baza ontologiilor. S-au creat sisteme bazate pe ontologii care să alerteze medicii la diagnosticare incorectă [GAI15], s-au modelat ghiduri medicale [GAL15], s-a încercat integrarea cunoștințelor medicale cu datele pacienților și crearea interoperabilității între sisteme [SUN15][ZHA16][ZEG16], și s-au creat aplicații bazate pe ontologii care să vină în ajutorul prescrierii medicamentelor în vederea verificării interacțiunilor dintre medicamente-medicamente, medicamente-boli sau reacții adverse [MEH10][DOU14][NOO17][SHA17]. Există interese în trecerea informațiilor medicale

despre pacient în ontologii pentru o mai ușoară diagnosticare, a datelor despre medicamente pentru crearea unor instrumente de decizie pentru furnizarea unor tratamente corecte care să reducă rata erorilor medicale. Majoritatea cercetărilor din acest domeniu au fost făcute pe surse de date în limba engleză și pe date din anumite surse dezvoltate pentru anumite țări unde se folosește această limbă. De asemenea cea mai mare provocare este internaționalizarea documentelor medicale, și disponibilitatea acestora într-un mod cât mai complex pentru tot personalul medical și pacienți.

În cadrul acestui subcapitol am prezentat elementele generale legate de tipul și modul de folosire al ontologiilor și am analizat și comparat articole de cercetare în domeniul informaticii medicale bazate pe crearea sau folosirea unor ontologii în vederea construirii unor aplicații medicale cu suport pentru luarea anumitor decizii.

## **4.2. Cloud computing în informatica medicală**

### **4.2.1. Generalități și beneficii**

Cloud computing-ul este o nouă paradigmă în care resursele sunt scalabile în mod dinamic și virtualizate și sunt furnizate ca și servicii pe Internet. Cu această tehnologie, utilizatorii folosesc o varietate de dispozitive incluzând PC-uri, laptopuri, smartphones, PDA-uri, pentru a accesa programe, platforme de dezvoltare și date prin intermediul internetului, oferite de Cloud computing.

Cloud computing este următoarea etapă în evoluția de pe Internet. „Norul” în cloud computing oferă o mulțime de avantaje – de la putere de calcul la infrastructura de calcul, aplicații, colaborări în interes personal sau în afaceri – toate acestea fiind livrate ca un serviciu oriunde și ori de câte ori este nevoie.

În general „cloud-ul” este similar cu omonimul său din natură: este fluid și se poate extinde sau contracta cu ușurință. Prin acest lucru rezultă că utilizatorii pot solicita resurse suplimentare la cerere și la fel de ușor pot renunța la ele când nu mai este nevoie de ele. Această „elasticitate” este una din principalele avantaje ale cloud computing-ului.

Cloud-ul este de fapt un set de resurse hardware, rețele, dispozitive de stocare, servicii și interfețe care permit punerea la dispoziție a resurselor și puterii de calcul ca serviciu. Serviciile cloud includ: distribuirea software-ului, infrastructura și suportul de stocare pe Internet (fie ca și componente separate, fie ca o platformă completă) bazat pe cererea utilizatorilor [CCD10].

După definiția dată de NIST (*National Institute of Standards and Technology*) [NST11] - Cloud computing-ul este un model ce permite omniprezența, este convenabil, are acces la rețea la cerere pentru punerea în comun a resurselor de calcul configurabile (ex. Rețele, servere, stocare, aplicații și servicii) care pot fi lansate și dezvoltate rapid cu un efort minim de management sau interacțiune cu furnizorul serviciului.

Acest model de „cloud” promovează accesul la resurse în orice moment și are 5 caracteristici esențiale, 3 modele de servicii și 4 modele de acces la date.

Cele 5 caracteristici esențiale ale cloud computing-ului sunt:

*Servicii la cerere:* consumatorii se pot conecta pe un site web și pot folosi servicii web pentru a accesa resurse suplimentare de calcul ori de câte ori este nevoie.

*Acces larg la rețea:* deoarece sunt bazate pe web serviciile cloud computing pot fi accesate de la orice dispozitiv conectat la Internet cu un browser web.

*Punerea în comun a resurselor:* clienții pot partaja resursele de calcul cu alți clienți, aceasta însemnând că resursele pot fi realocate dinamic și pot fi găzduite oriunde.

*Elasticitate rapidă:* Când un utilizator are nevoie de mai multe resurse, prin intermediul CC acestea sunt oferite instantaneu la nivelul cererii (în același timp cu actualizarea costurilor).

*Plata în funcție de utilizare:* Prin cloud computing-ul se monitorizează și se înregistrează resursele folosite de clienți făcând posibilă plata pentru cât se folosește (pay-per-use).

Modelele de servicii sunt practic cele trei nivele ale calculatorului (Figura 4.5):

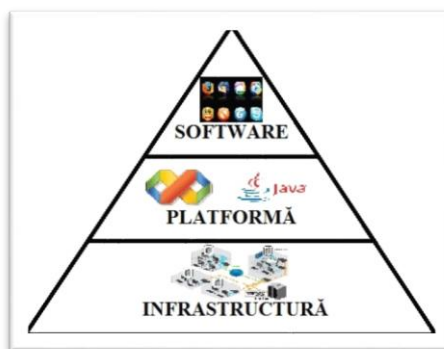


Figura 4.5 Un model simplu a celor 3 nivele ale calculatorului

Modelul celor trei nivele ale calculatorului poate fi aplicat și cloud computing-ului dar cu mici diferențe:

- *Aplicațiile software* – nu sunt aplicații desktop, ele sunt aplicații web care pot fi accesate din orice locație cu un calculator cu sistem de operare și browser web.
- *Platformele de dezvoltare software* – sunt găzduite pe internet mai degrabă decât pe calculator astfel încât tot ceea ce este nevoie pentru a crea, testa și implementa software este browser-ul web.
- *Elementele de infrastructură* – servere, suportul de stocare, elemente conexe pentru rețele, puterea de procesare, etc. Sunt asigurate de către un terț, dar aceste resurse pot fi folosite doar dacă au fost instalate în rețeaua proprie. [CCD10]

În figura 4.6 prezintă succint arhitectura CC formată din: Infrastructură ca Serviciu, Platformă ca Serviciu și Software ca Serviciu.

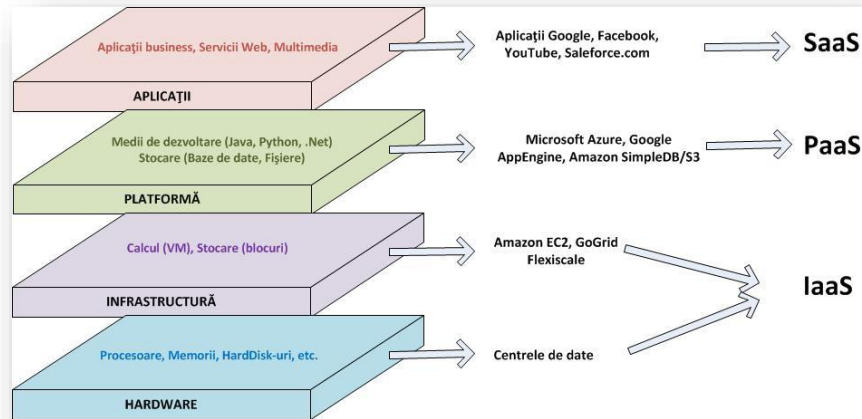


Figura 4.6 Arhitectura Cloud computing

*Infrastructură ca Serviciu (IaaS):* reprezintă distribuirea componentelor hardware (servere, tehnologii de rețea, stocare) ca serviciu. De asemenea, include sistemul de operare și tehnologia de virtualizare pentru managementul resurselor.

În [CLO12] s-a făcut o statistică a celor mai buni furnizori de IaaS. Factorii care au fost luați în considerare pentru stabilirea furnizorului cel mai bun au fost: prețul, monitorizarea de la distanță, implementarea, suportul, securitatea, încrederea și scalabilitatea resurselor. După testarea acestor factori, pentru anul 2011 unul dintre cei mai buni furnizori de IaaS s-a dovedit a fi Amazon Web Services (Table 4.1).

Furnizorul de Cloud computing	
1	Amazon Web Services (AWS)
2	AT&T Synaptic Compute
3	GoGrid
4	International Business Machines (IBM)
5	Profitbricks
6	Layered Tech
7	OpSource
8	Rackspace
9	SoftLayer
10	Terremark

Tabelul 4.1 Top 10 furnizori Cloud computing

Comaniile cu proiecte de cercetare utilizează ca soluție IaaS. Cloud computing-ul bazat pe servicii pune la dispoziția cercetătorilor resursele necesare

pentru testarea aplicațiilor și analiza rezultatelor la nivel ridicat. (ex. Dacă se realizează aplicații complexe pentru companii și nu numai, acestea pot fi testate foarte ușor datorită resurselor puse la dispoziție de furnizorii cloud. Un alt exemplu ar fi analiza amănunțită a rezultatelor unor pacienți la nivel de județ/țară pentru stabilirea anumitor riscuri, epidemii, etc.)

Sistemele IaaS includ:

- Alegerea mașinii virtuale din setul celor preinstalate în sistemul de operare
- Alegerea mașinilor virtuale cu seturi specifice de software pre-instalat
- Posibilitatea de stocare a copiilor datelor în diferite locații din lume pentru a avea acces la date în mod nelimitat și cât mai ușor posibil
- Posibilitatea de a scala (redimensiona) automat resursele asignate

*Platforma ca Serviciu (PaaS)*: furnizorul pune la dispoziție mai mult decât o infrastructură. Aceasta oferă ceea ce s-ar putea numi „soluție-stivă” – un set integrat de software care oferă tot ceea ce are nevoie un dezvoltator software pentru a construi o aplicație – atât pentru dezvoltare cât și pentru rulare.

PaaS oferă un mediu online de dezvoltare rapidă a aplicațiilor web folosind instrumente de dezvoltare bazate pe browser (ex. Visual Studio, Java, Php, etc.).

PaaS include următoarele:

- Un mediu de dezvoltare bazat pe web pentru crearea de baze de date și editarea codului aplicației
- Alocarea resurselor necesare, asigurarea securității și a controlului accesului și a interfețelor serviciilor web
- Integrarea aplicațiilor pe aceeași platformă
- Punerea la dispoziție a instrumentelor pentru conectarea aplicațiilor în afara platformelor „cloud”
- Punerea la dispoziție a instrumente pentru crearea formelor web, definirea regulilor și crearea fluxurilor de lucru

*Software ca Serviciu (SaaS)*: aplicațiile business găzduite de furnizor și puse la dispoziție ca serviciu. [CCD10]

Software As a Service (SaaS) oferă aplicații de business prin intermediul web, nu necesită instalarea de programe pe calculator și cel mai popular exemplu de SaaS este e-mail-ul într-un browser web.

SaaS furnizează instrumente online pentru:

- o Accesarea desktop-urilor virtuale Microsoft Windows
- o Contabilitate, management financiar, inventar sau e-commerce
- o Colaborări între angajați și clienți la un proiect
- o Crearea de diagrame, scheme logice, planuri și alte desene tehnice
- o Editarea, stocarea și partajarea documentelor
- o Web-mail, calendar, conferințe video, rețele de socializare, etc.

Cloud computing este oferit în 4 forme diferite (figura 4.7):

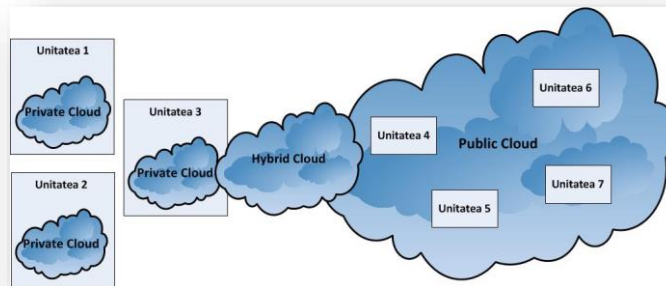


Figura 4.7 Tipuri de clouds

- „Nori publici” (*Public clouds*) – sunt deținuți de o companie de vânzare servicii cloud către publicul larg;
- „Nori privați” (*Private clouds*) – sunt în proprietatea unei singure organizații fiind folosiți doar în acea organizație;
- „Nori pentru o comunitate” (*Community clouds*) – aparțin mai multor organizații și permit accesul doar celor în cauză pentru anumite acțiuni;
- „Nori hibridi” (*Hybrid clouds*) – o compoziție de două sau mai multe tipuri de „clouds” (privat, public sau pentru comunitate) care rămân entități unice, dar sunt legate prin tehnologii standard care permit portabilitatea aplicațiilor.

Ca și o compactare a celor precizate mai sus în figura 4.8 este prezentată definiția dată de NIST, cloud computing-ului.

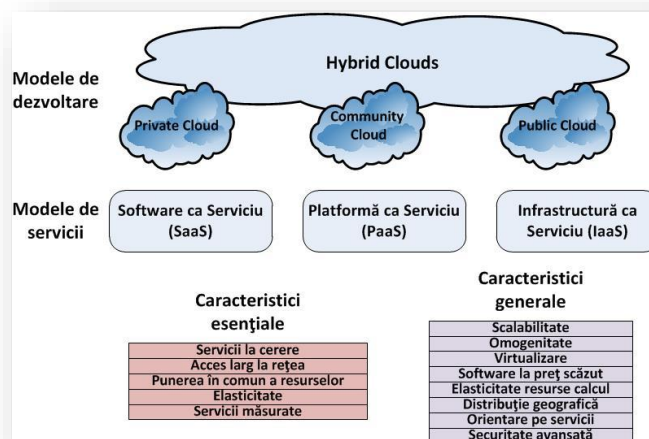


Figura 4.8 Elementele definiției NIST

„Lumea cloud” are o mulțime de participanți:

- Utilizatorul final: nu trebuie să știe nimic despre tehnologie
- Managerii: trebuie să-și asume responsabilitatea pentru întregul management al datelor și serviciilor din „nor”
- Furnizorul de servicii cloud: responsabil pentru întreținere (mentenanță)

Pe lângă caracteristicile de bază „cloud-computing-ul” mai are două cerințe fundamentale:

- Resursele sunt gestionate de centrele de date, nemaifiind nevoie de intervenția utilizatorului
- Un proces bine-definit pentru managementul securității

#### 4.2.2. Beneficiile Cloud computing

Prin intermediul internetului datele și aplicațiile disponibile online pot fi accesate din orice locație în care există un echipament de calcul conectat la internet, indiferent de tipul echipamentului (calculator, laptop, telefon, iPhone). Tehnologia informației a devenit din ce în ce mai complexă și mai indispensabilă publicului larg, dar adăugarea unor noi funcționalități duce și la mărirea costurilor, costuri care nu sunt agreate de directorii financiari ai firmelor. Cloud computing oferă în acest sens o serie de beneficii financiare, tehnologice operaționale și de mediu [QCC10].

*Beneficii financiare:* Beneficiile financiare se observă mai clar la cei care folosesc „public clouds” deoarece resursele folosite sunt cerute și utilizate de la furnizorii de public clouds, plata pentru servicii făcându-se doar pentru cât și ce este folosit, astfel costurile scăzând foarte mult [QCC10]. Pentru a ajunge la aceleași performanțe directorii de firme sau cei care doresc utilizarea serviciilor asemănătoare ar ajunge la costuri foarte mari dacă ar cumpăra resursele fizice necesare implementării infrastructurii pentru cloud și ar administra-o indiferent de procentul de folosire al ei în diferite momente de timp. O parte din beneficiile financiare ar fi:

- ✓ Pay-per-use IT: firmele și unitățile medicale care folosesc servicii cloud computing de la furnizorii publici vor plăti în funcție de cât și ce folosesc. De exemplu costurile serviciilor SaaS depind de numărul de utilizatori, costurile serviciilor PaaS cresc proporțional cu folosirea acestora și mărirea aplicațiilor dezvoltate iar costul serviciilor IaaS depinde de numărul de servere folosite și spațiul de stocare. [QCC10]
- ✓ Cheltuieli operaționale: cheltuielile făcute cu cloud computing se numesc cheltuieli operaționale deoarece resursele folosite sunt închiriate și nu acumulate ca și bunuri, astfel costurile putând fi acoperite ușor din profituri. Pentru construirea unei infrastructuri IT proprii costurile achiziției de hardware și software se ridică foarte mult, neputând fi acoperite de profit când acesta scade, dar la cloud computing resursele pot fi crescute și scăzute în orice moment astfel variind și costurile [QCC10].
- ✓ Reducerea costurilor de management: În momentul achiziției echipamentelor de calcul în cadrul unei firme este nevoie și de o echipă de administrare a acestora. Cloud computing-ul reduce aceste costuri de management care implică instalarea și mentenanța echipamentelor hardware, a sistemelor de operare și a dezvoltării de

aplicații, administrarea acestora făcându-se direct de furnizorul serviciului de cloud. [QCC10].

*Beneficii tehnologice:* Cloud computing oferă posibilitatea accesării rapide a resurselor puse la dispoziție de furnizorii cloud, acces de oriunde și actualizarea continuă a aplicațiilor.

- ✓ Scalabilitate rapidă la cerere: Caracteristicile esențiale ale cloud-computing sunt scalabilitatea resurselor (posibilitatea de a mări sau a micșora numărul de resurse folosite) și posibilitatea de a avea această facilitare în orice moment este nevoie fără costuri suplimentare.
- ✓ Acces de oriunde: Cu ajutorul unui echipament de calcul (PC, laptop, iPhone, Smartphone, iPad, etc.) conectate la internet se pot accesa resursele, aplicațiile sau datele stocate pe cloud din orice parte a lumii.
- ✓ Dovada viitorului: Cu PaaS și SaaS este acces întotdeauna la ultimele apariții software, actualizările fiind automate fără costuri suplimentare.

*Caracteristici operaționale și beneficii:* Managementul resurselor cloud sunt „problema” altor persoane, astfel personalul firmelor putând să se ocupe de alte probleme ale firmei, iar accesarea informațiilor poate fi făcute de oriunde.

- ✓ „Problema altcuiva”: prin intermediul cloud-computing managementul resurselor intră în atribuțiunile furnizorilor. La o infrastructură proprie fiecare administrator de rețea trebuie să: instaleze și să mențină la zi softurile din firmă, să facă back-up la datele firmei, să facă rețele virtuale, să securizeze serverele, etc. Toate aceste lucruri, în momentul alegerii cloud computingului vor trece în grija furnizorilor acestor servicii.
- ✓ Accesarea informațiilor din diferite locuri: Având în vedere ca prin intermediul cloud computing toate aplicațiile și datele pot fi accesate prin intermediul internetului, neavând importanță ce dispozitiv ce folosește pentru accesarea acestuia, angajații unei firme pot lucra atât de acasă cât și de la birou pe aceleași aplicații. Datele nefiind salvate local pe calculatoarele pe care se lucrează, toți utilizatorii aplicației pot vedea și pot avea acces la modificările făcute în timp real, dacă au acces la acea aplicație sau la datele respective.

*Beneficii de mediu:*

- ✓ Partajarea resurselor
- ✓ Reducerea muncii la birou [QCC10]

### **4.2.3. Produse comerciale**

#### **a) Amazon EC2**

Amazon Web Services (AWS) este un set de servicii cloud care furnizează puterea de calcul bazată pe cloud, stocare și alte funcționalități care permit organizațiilor și persoanelor fizice de a dezvolta aplicații și servicii. Serviciile Web Amazon sunt accesibile prin HTTP folosind protocoale REST și SOAP.

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) (Figura4.9) permite utilizatorilor cloud să lanseze și să gestioneze instanțe server în centrele de date, folosind funcții API sau instrumente disponibile. Instanțele EC2 sunt mașini virtuale care rulează deasupra motorului de virtualizare Xen al Amazon EC2. După crearea și



începerea unei instanțe utilizatorii pot încărca aplicații sau pot modifica aplicațiile existente. EC2 oferă posibilitatea de a putea plasa instanțe în mai multe locații [AMZ11].

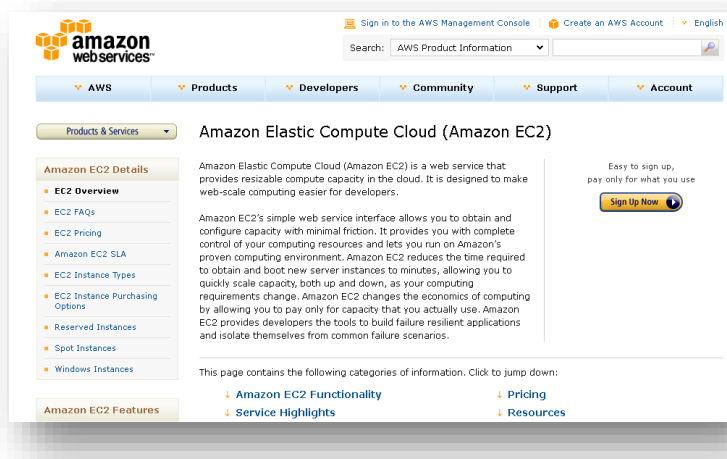


Figura 4.9 Amazon Elastic Compute Cloud

## b) Platforma Microsoft Windows Azure

Windows Azure (Figura 4.10) este un mediu de găzduire pe Internet aflat în centre de date din locații geografice diferite. Un serviciu WA este format din unu sau mai multe roluri, un rol definind o componentă care rulează în mediul de execuție, în același rol putând rula una sau mai multe instanțe.

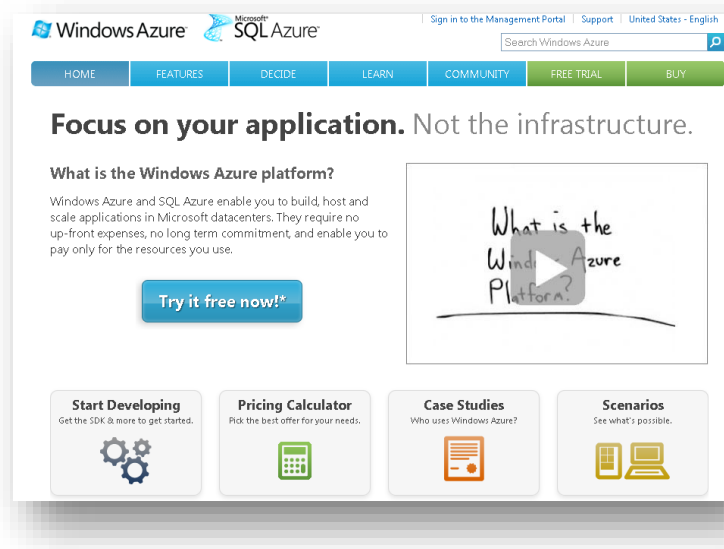


Figura 4.10 Windows Azure

Există trei tipuri de roluri:

- Rol web – pentru dezvoltarea aplicațiilor web, compatibile IIS 7;
- Rol Worker – pentru dezvoltarea generală și procesare în fundal pentru rolul Web;
- Rol WM (mașină virtuală) – care execută un harddisk virtual a unei mașini virtuale Windows Server 2008 R2 [MSC11].

Platforma Windows Azure suportă aplicații construite pe .NET și alte limbaje de programare suportate de sistemul de operare Windows, cum ar fi: C#, Visual Basic, C++ și altele. Dezvoltatorii pot crea aplicații web folosind tehnologii ASP.NET și Windows Communication Foundation (WCF). Bazele de date pot fi gestionate cu ajutorul SQL Azure.

### c) Aplicații Google

Google App Engine (Figura 4.11) este o platformă pentru aplicații web tradiționale în centre de date gestionate de Google. În momentul de față limbajele de programare suportate sunt Python și Java. [GOO11]

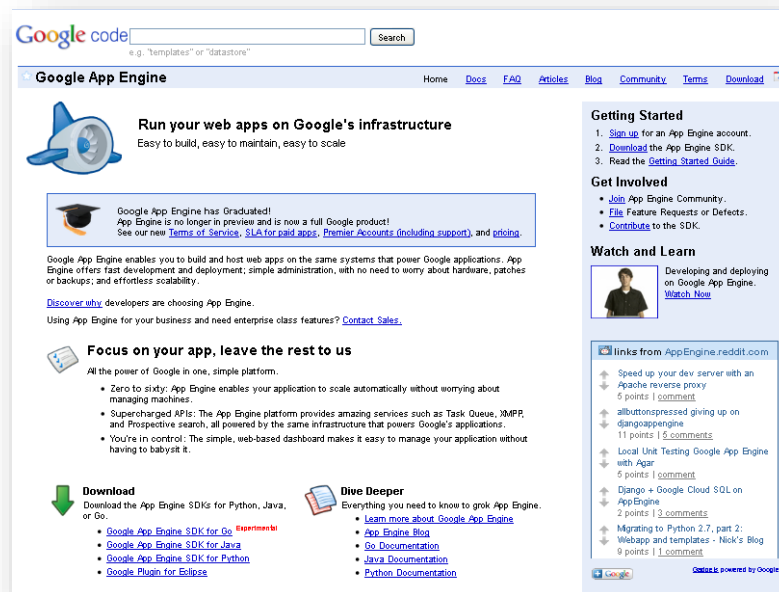


Figura 4.11 Google App Engine

Cei trei furnizori cloud oferă o mare putere de calcul și spațiu de stocare. Resursele sunt cerute în funcție de necesități, iar plata se face în funcție de ceea ce se folosește. La furnizorul cloud Amazon conectarea se face prin HTTP, folosind protocoale REST și SOAP, furnizorul Azure suportă doar aplicații dezvoltate Microsoft .NET și baze de date SQL Server, iar Google suportă aplicații Python și Java. În

funcție de necesitățile fiecăruia și mediul în care sunt dezvoltate aplicațiile se poate apela la unul din furnizorii prezentați anterior.

#### 4.2.4. Cloud Computing în îngrijirea sănătății

Oamenii au început să se obișnuiască și să folosească din ce în ce mai mult aplicațiile și stocarea datelor online. Nivelul așteptărilor crește pe timp ce trece tot mai mult în ceea ce privește accesarea rapidă a informațiilor. În domeniul medical, cloud computing-ul oferă un potențial ridicat pentru accesarea rapidă a înregistrărilor medicale. Un acces rapid la istoricul medical al fiecărei persoane poate accelera timpul de tratament, ajută la evitarea complicațiilor și de multe ori poate salva vieți. În plus, cloud computing-ul poate facilita posibilitatea pacienților de a avea acces la propriul istoric medical din orice loc al lumii prin intermediul Internetului. Cu toate acestea, pe de altă parte, societatea are nevoie de siguranță, intimitate și securitate a datelor, lucru care face tehnologia cloud computing să fie greu adoptată în acest domeniu până la o siguranță mai mare.

În prezent, detaliile tehnice, juridice, economice și de securitate în cloud nu sunt încă stabilite. Datele din „cloud” sunt stocate și procesate pe servere care se găsesc în întreaga lume. Dezvoltarea și acceptarea de cloud computing pentru organizațiile de îngrijire a sănătății depinde de confidențialitatea și de problemele de proprietate ale datelor/resurselor disponibile. Înainte ca tehnologia cloud computing să poată fi pe deplin adoptată ca o structură pentru sănătate, furnizorii IT trebuie să câștige încrederea societății și să demonstreze că acestea îndeplinesc reglementările HIPAA (Health insurance Portability and Accountability Act) și reduce la minim riscurile. [BOL11]

De exemplu, cloud computing-ul poate ajuta la asistența medicală partajând informații stocate între sisteme dispersate, în timp real și putând de asemenea să fie ajutată de personalul IT pentru sarcinile critice într-un mod eficient și rentabil.

Capacitatea de a extinde funcționalitatea aplicațiilor și a datelor existente este ceea ce duce la inovații și noi optimizări. Asistența medicală este dispersată în diferite locuri după cum este nevoie de ea. Spre deosebire de alte date cele medicale au un caracter strict confidențial și astfel se ridică o mulțime de reguli pentru protecția și securitatea vieții medicale private. Aceste preocupări încetinesc adoptarea cloud computing-ului în asistența și îngrijirea sănătății.

Pentru adoptarea cloud computing-ului organizațiile ar trebui să integreze sistemele deja existente care dețin securitatea și siguranța cerută cu web-ul modern și serviciile bazate pe cloud.

Pentru integrarea cloud organizațiile medicale ar trebui să țină cont de:

1. Folosirea instrumentelor noi
2. Menținerea vizibilității în centrele de date scalabile
3. Flexibilitate (integrarea standardelor HL7, XML) [ZDN11]

Industria de sănătate este în continuă căutare de modalități inovatoare de a reduce costurile de asistență medicală și de a îmbunătăți serviciile oferite clienților, dar în același timp dorește să prezinte conformitate cu orientările stabilite de organele sale de administrație HIPAA și HITECH.

#### **4.2.5. Provocări în adoptarea cloud computing în medicină**

##### *Infrastructura complexă*

Infrastructura IT din sănătate, din ziua de azi este foarte complexă. Datorită acestui fapt organizațiile au luat măsuri suplimentare pentru a proteja datele vitale ale pacienților conform HIPAA.

Menținerea confidențialității și integrității informațiilor stocate în toate formele, precum și asigurarea backup-ului de date și proceselor de recuperare în cazuri extreme sunt de o importanță capitală în acest domeniu.

##### *Control și securitate*

Datele stocate în centrele de date necesită o securitate și o monitorizare permanentă. Având în vedere că aceste centre se află în întreaga lume și că pot avea acces la ele o mulțime de persoane securitatea datelor medicale trebuie să fie foarte atent făcută și monitorizată. Echipele medicale și organizațiile de standarde de securitate în medicină în primul rând trebuie convinse de siguranța acestor date.

##### *„Moștenirea” aplicațiilor*

Aplicațiile medicale sunt legate de una de alta la diferitele departamente în care există. De asemenea în momentul modernizării acestora sunt necesare date și module din versiunile anterioare sau din vechile programe utilizate [SHA11].

#### **4.2.6. Cum poate transforma cloud computing-ul medicina**

*Beneficiile lanțului de aprovizionare* – prin operarea managementului inventarului în cloud (ex. Farmaciile care trebuie să fie aprovizionate în permanență cu medicamente) care va deveni mult mai simplu și eficient în momentul existenței inventarelor pe cloud acestea putând fi accesate în permanență de furnizori.

*Infrastructura scalabilă* – prin scalabilitate în orice moment este nevoie se aloce mai multe resurse pentru operația de care este nevoie.

*Colaborarea* – folosind oportunitatea oferită de cloud computing, necesitatea pentru informații de asistență medicală, cum ar fi disponibilitatea unui cadru medical, al unui specialist, produs sau serviciu, detalii suplimentare în diferite momente și cazuri, va oferi beneficii mai multe pentru:

- Pacienți care vor să se programeze la consultații sau alte servicii medicale
- Plătitorii care doresc accesarea bazei de prescriere medicală cu informațiile pacienților în funcție de planul de asigurare astfel încât organizația să poată manipula cu ușurință rambursarea plăților
- Furnizorii din cadrul organizațiilor de îngrijire a sănătății pentru o mai bună și mai rapidă îngrijire

*Accesarea detaliilor legate de asigurări în cloud* – oferirea informațiilor despre un pacient și asigurările sale (în cloud) poate ușura procesul de lucru. Utilizând „community cloud” (cloud pentru comunitate) ca model de implementare, informațiile medicale ale pacienților vor fi conforme cu confidențialitatea datelor medicale și a securității lor conform legii HIPAA. Acest lucru va ajuta foarte mult în furnizarea unui serviciu mai bun către client. Prin folosirea cloud computingului se va reduce timpul de lucru atât al contribuabililor cât și al furnizorilor de servicii ușurând accesul fiecăruia la datele dorite, și de asemenea va fi mai rentabil atingând astfel satisfacția clientului, care este semnificativă în orice proiect pentru ca acesta să ruleze cu succes.

*Acces ușor și rapid* – medicii primari, farmaciștii și personalul clinic și administrativ au nevoie de informații suplimentare și de un acces rapid la acestea pentru îmbunătățirea calității asistenței medicale și a costurilor.

*Integrarea standardelor de bază* – la fel ca și la aplicațiile dezvoltate în afara cloud-ului, și la aplicațiile din cloud va fi nevoie integrarea standardului HL7 pentru transmiterea mesajelor între departamente, pentru crearea interoperabilității aplicațiilor din cloud.

*Generarea de rapoarte* – în medicină și de asemenea în cercetarea pentru medicină este nevoie de existența generării de rapoarte cât mai detaliate și mai complexe pentru a putea avea o evidență cât mai corectă a bolilor existente, a pacienților, a rețetelor, etc. Pentru cercetare sau în alte scopuri rapoartele de sănătate pot fi divulgate numai în conformitate cu normele și reglementările HIPAA pentru menținerea protecției informațiilor din sănătate.

*Măsuri de control și securitate* – prin folosirea modelului „public clouds” în aplicațiile dezvoltate precum și în stocare aceste resurse și informații vor fi disponibile publicului larg nemaifiind vorba de o securitate a acestora. Din acest motiv s-a hotărât folosirea modelului „community cloud” care prin numele său sugerează partajarea infrastructurii între diferite departamente ale organizațiilor de sănătate și case de asigurări care au acces la anumite date private ale pacienților. „Community cloud” nu oferă aceleași avantaje ca și „public cloud” dar ușurează accesul organizațiilor medicale la informații și oferă securitatea și confidențialitatea dorită.

*Creșterea calității serviciilor oferite* – din momentul în care furnizorii serviciilor de sănătate vor putea accesa informațiile dorite din orice parte a lumii folosind un dispozitiv legat la internet cum ar fi: laptop, telefon mobil, tabletă etc. Pacienții vor putea fi serviți mult mai repede și mai ușor. [SHA11]

#### 4.2.7. Cercetări în adoptarea Cloud Computing în sănătate

De-a lungul timpului s-au prezentat o serie de modele și propuneri în vederea adoptării cloud computing în îngrijirea sănătății. În [PAP11] este prezentat un scenariu pentru implementarea unui serviciu bazat pe cloud computing pentru ePrescriere. Medicul care utilizează aplicația este conectat la sistemul PHR (Personal Health Record). Acesta poate să citească istoricul medical al înregistrărilor medicale și să selecteze un medicament pentru pacient. Aplicația validează selecția medicamentelor pe baza interacțiunii lor cu alte medicamente, alergiile pacienților și istoricul tratamentelor pacientului. Dacă nu există alerte de incompatibilitate, prescripția este stocată în centrele de date ale Organizației de Asigurări și așteaptă procesarea în farmacie. Aceste sisteme sunt stocate pe cloud privat iar informațiile pot fi accesate doar de persoane autorizate. Tot aici este propusă o aplicație semantică wiki pentru instruirea utilizatorilor, bazată pe tehnologia cloud și implementată pe infrastructura de cloud Amazon. Utilizatorii acestui wiki utilizează aceeași bază de date pentru a stoca și a citi informațiile medicale. Această soluție oferă suport doar pentru sistemul ePrescription și pentru un wiki bazat pe cloud.

În [PAR11] este prezentat un model de sistem integrat EMR (Electronic Medical Record) care permite schimbul de date medicale între unitățile medicale. Aplicația este dezvoltată pe o platformă cloud care menține sistemul EMR sub forma Software-ului ca serviciu și poate fi utilizat de către guvern, spitale, medici, pacienți, farmacii și organizații de asigurări de sănătate prin intermediul internetului. Acest sistem permite accesul la schimbul de date național, centrul de date fiind comun tuturor unităților. Comunicarea între centrul de date și organizațiile de asistență

medicală se face prin intermediul mesajelor HL7. Toate datele pacientului sunt stocate și accesate în aceeași locație prin Internet de la orice organizații de asistență medicală.

În [SUL14] este prezentat un proiect pilot de e-sănătate la Chelsea și Westminster Hospital din Londra. Proiectul a durat doi ani și a început în 2009 fiind finanțat de Comitetul de strategie pentru tehnologie al Regatului Unit (TSB – Technology Strategy Board). Universitatea Napier împreună cu alți parteneri au format consorțiul care a oferit cu succes proiectul e-Health (cunoscut și ca Data Capture and AutoIdentification Reference – DAKAR). DAKAR este primul prototip e-Healthcloud din Europa. Este o stivă de componente și servicii software care abordează cele mai frecvente cerințe de aplicare a e-Sănătății, cum ar fi autentificarea, autorizarea, captarea și persistența datelor, integritatea datelor, confidențialitatea datelor și traseul auditului. DAKAR este o infrastructură cloud PaaS care oferă instrumente pentru a facilita dezvoltarea, integrarea și implementarea soluției SaaS pentru e-Sănătate. Pentru ca acest sistem e-Sănătate să funcționeze, trebuie să fie găzduit pe o platformă cloud IaaS. Din păcate, sistemul de e-Sănătate DAKAR, deși s-a dovedit a fi unul de succes, nu a fost lansat, deși, firma care l-a dezvoltat a oferit gratuit spitalului licența de utilizare a platformei sale cloud. În urma succesului realizat de DAKAR, Universitatea Napier a reușit să obțină mai multă finanțare din partea TSB pentru un alt proiect de dezvoltare a unor tehnologii care să faciliteze integrarea îngrijirii primare, îngrijirii secundare și asistenței. În figura 4.12 este prezentat fluxul de date generat de sistemul pilot de e-Sănătate din spitalul din Londra.

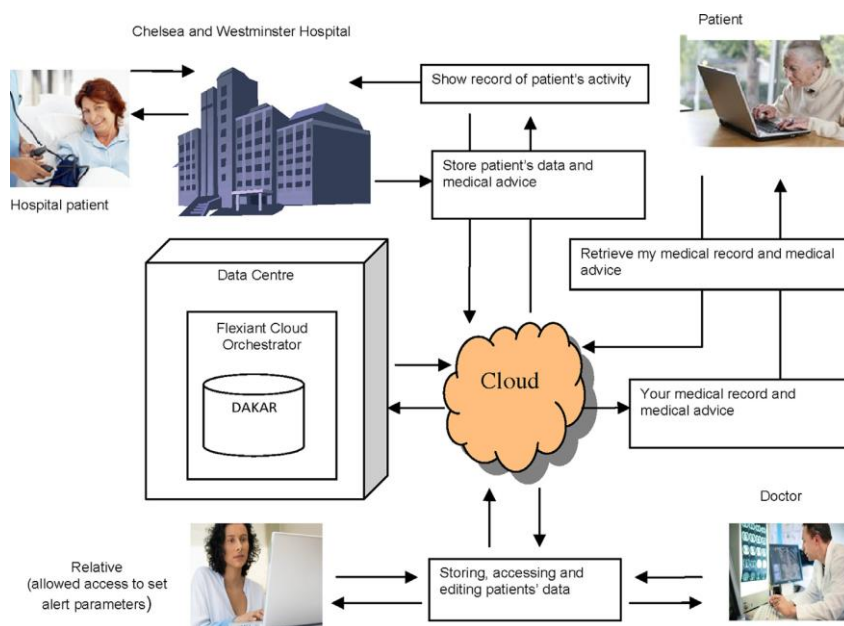


Figura 4.12 Fluxul de date generat de DAKAR [SUL14]

În [JEM15] este propus un sistem web mobil de servicii medicale. Sistemul propus este numit Medical Mobile Cloud Multi Agent System (2MCMAS) și este un

sistem hibrid care integrează MCC (Mobile Cloud computing) și Multi Agent System în asistența medicală pentru a asigura îngrijirea sănătății. Funcționalitatea principală a prototipului este de a oferi utilizatorilor o interfață mobilă pentru a gestiona sistemul informatic de sănătate. Serviciile pe care le oferă aplicația sunt: Consultație la distanță, Înregistrare pacient, Programare pacient, Alocare resurse, Conectare la stocare cloud și vizualizare teste de laborator.

Experții și cercetătorii consideră că tehnologia cloud computing poate îmbunătăți considerabil nivelul serviciilor medicale. Astfel, în [ZHI15] este prezentat un sistem de servicii medicale la distanță bazat pe cloud computing. Acest sistem este format din trei componente: dispozitivele medicale portabile, terminale inteligente (telefoane, tablete) și platforma cu serviciile cloud. Dispozitivele medicale transmit semnale fiziologice terminalului inteligent prin Bluetooth sau WiFi. Softul de monitorizare existent pe terminalele mobile poate afișa datele, le poate stoca sau le poate trimite platformei cloud. Utilizatorii pot vizualiza și menține înregistrările de date despre sănătate oricând și oriunde este nevoie având nevoie doar de un echipament conectat la Internet. Medicii pot să vadă starea de sănătate a pacienților lor în același mod. Dacă este necesar, medicul poate să trimită diagnostice la pacienți și la familiile pacienților. Arhitectura sistemului propus de autori este prezentat în figura 4.13. Sistemul poate achiziționa date cum ar fi ECG, tensiune arterială, temperatura și oxigenul din sânge.



Figura 4.13 Arhitectura sistemului mobil bazat pe cloud computing [ZHI15]

În cadrul unei cercetări, în [KUD17] este propus un sistem bazat pe tehnologia cloud computing pentru un sistem de asistență medicală din Regatul Arabiei Saudite. Ideea a fost de a centraliza toate bazele de date ale spitalelor din Arabia Saudită pe cloud. Această bază de date conține informații despre pacienți și împiedică deschiderea altor înregistrări în alte spitale vizitate de pacienții respectivi. Stocarea bazată pe Cloud ar îmbunătăți securitatea serverului și ar reduce costul de întreținere. Mai mult, dat fiind faptul că datele sunt centralizate, în cazul oricărei actualizări, cele mai recente informații vor fi disponibile tuturor spitalelor. Sistemul propus de autori poate fi implementat în două moduri. În primul mod fiecare spital are propriul sistem care este creat și protejat cu diferite metode. Platforma cloud va conecta bazele de date ale tuturor spitalelor cu baza de date centrală. Conectarea tuturor spitalelor este pentru a facilita schimbul de informații între spitale. Platforma cloud este protejată și dacă un spital dorește să interschimbe date cu alt spital, datele vor fi protejate și filtrate pentru asigurarea că datele sunt corecte și ceea ce se trimite este legal. Cel de-al doilea mod propus de autori pentru dezvoltarea sistemului cloud constă într-o aplicație pe platforma cloud care va putea fi accesată

de administratorii spitalelor, prin care se vor putea accesa bazele de date și se va putea face comunicarea cu alte spitale. Angajații spitalului vor accesa sistemul printr-un ID și o parolă create în prealabil de administratorul de sistem. Administratorul de sistem va atribui fiecărui angajat din spital fișierele care le poate accesa și ce sisteme poate utiliza.

În [NIK18] se prezintă o metodologie în patru pași de adoptare a cloud computing în spitalele din Grecia. Această abordare inovatoare și simplă vizează organizațiile de îngrijire a sănătății cu resurse limitate. Metodologia cloud dezvoltată de autori este adaptată la realitatea cu care se confruntă spitalele grecești pentru a trece la următoarea fază de modernizare a infrastructurii IT. Acest update tehnologic are loc în sectorul public din Grecia, inclusive în spitale odată la 7-10 ani datorită finanțării mici și a resurselor limitate. Modelul de abordare a tehnologiei în spitalele din Grecia propus de autori în patru pași este următorul:

1. Crearea unui registru hardware și software care va include detaliile necesare despre infrastructurahardware și software a spitalului. Detaliile vor include numele produsului, versiunea, data achiziționării, data actualizării și numărul de utilizatori.
2. Dezvoltarea planului IT și a documentației privind legalitatea și alte obligații, care include elaborarea unui plan general care să cuprindă o estimare a cheltuielilor, o analiză a necesităților, cronologia investițiilor și constrângeri sau limitări ce le impun legile existente.
3. Evaluarea modelelor de cloud și furnizorii acestora.
4. Dezvoltarea unei modalități detaliate de implementare împreună cu furnizorul tehnologiei cloud. Proiectul ar trebui să țină seama de aspecte precum securitatea, integrarea cu infrastructura cloud și existentă și gestionarea acestuia de la departamentul IT al spitalului.

#### **4.2.8. Concluzii**

Există un interes foarte mare în adoptarea tehnologiei de cloud computing în domeniul medical. Costurile scăzute, scalabilitatea resurselor sau o mai bună protecție a datelor fac din această tehnologie un candidat important în cadrul aplicațiilor medicale. Din momentul lansării tehnologiei s-au propus arhitecturi pentru trecerea bazelor de date medicale în cloud. Utilizând tehnologia cloud computing actul medical se poate îmbunătăți considerabil prin accesul la informațiile necesare cât mai complete și într-un timp foarte scurt de pe orice instrument conectat la internet. Scalabilitatea, care este cheia cloud computing, poate oferi mai multe resurse necesare pentru anumite operații în orice moment.

Colaborarea dintre unitățile medicale este o oportunitate oferită de cloud computing pentru personalul medical. Cu această tehnologie se poate verifica disponibilitatea unui medic, a unui specialist medical, a unui produs sau a unui serviciu la momente diferite și în cazuri diferite. Pacienții pot fi îndrumați către persoanele sau unitățile potrivite, unde pot găsi ceea ce au nevoie. Costurile infrastructurii IT vor fi mai ieftine, deoarece unitățile medicale vor închiria infrastructura pentru stocarea datelor medicale de care au nevoie și nu vor mai avea nevoie de cele mai recente echipamente pentru aplicațiile utilizate, administrate sau întreținute. Ei au nevoie doar de computere sau dispozitive cu acces la internet.

În cadrul acestui subcapitol am realizat un studiu care a scos în evidență cele mai importante caracteristici ale tehnologiei cloud computing și am subliniat rolul important care îl poate avea în aplicațiile medicale.



De asemenea am analizat aplicațiile existente în domeniul cloud computing pentru aplicații medicale și am stabilit detaliile și beneficiile folosirii acestei tehnologii în aplicațiile create în cadrul tezei de față.

### 4.3. Rețele neuronale

Metodele de învățare profundă sau rețelele neuronale au influențat recent multe domenii, printre care și prelucrarea limbajului natural. Aceste metode sunt îmbunătățite constant cu algoritmi și performanțe crescute în comparație cu ceea ce există în fiecare domeniu. S-au dezvoltat o serie de instrumente care să permită implementarea învățării profunde cum ar fi: Caffe, DeepLearning4J, Eblearn, Keras, Neon, Scikit-learn, TensorFlow, Theano, etc. Aceste instrumente încearcă să optimizeze diferite aspecte în învățarea sau dezvoltarea algoritmilor de deep learning. Aceste instrumente software de învățare profundă au început să primească o foarte mare atenție din partea comunității de cercetare fiind din ce în ce mai bine dezvoltate pentru a permite formarea rețelilor profunde cu mii de parametri. Dezvoltatorii încearcă îmbunătățirea continuă a acestor instrumente pentru a atrage cât mai mulți utilizatori și pentru a promova cercetarea [BAH16]. În figura 4.14 Jeff Hale [HAL18] a făcut o clasificare a bibliotecilor cele mai folosite în deep learning. În continuare voi prezenta câteva biblioteci ce vor fi folosite la structurarea prospectelor medicale.

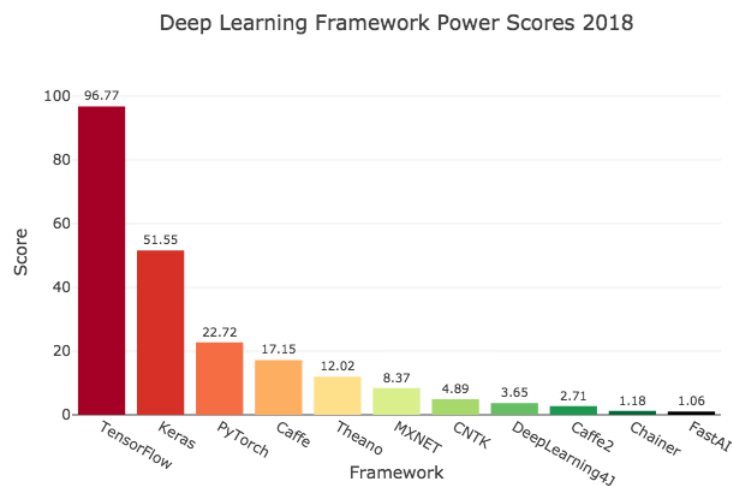


Figura 4.14 Clasificarea bibliotecilor deep learning [HAL18]

#### 4.3.1. Keras

Keras [KER18] este un API pentru rețelele neuronale de nivel înalt scris în Python și este capabil să ruleze în TensorFlow, CNTK sau Theano.

Se poate folosi biblioteca Keras pentru o rețea neuronală în următoarele cazuri:

- Prototipizare ușoară și rapidă
- Pentru rețele de convoluție cât și rețele recurente sau chiar combinații între cele două

Structura de bază a datelor Keras este un model, o modalitate de organizare a straturilor. Cel mai simplu tip de model este modelul secvențial, care este o stivă liniară de straturi. Pentru arhitecturi mai complexe, este necesar să se utilizeze API-ul funcțional Keras, care permite crearea grafurilor arbitrare ale straturilor.

Keras este un API destinat ființelor umane, nu mașinilor. Keras urmărește cele mai bune practici pentru reducerea încărcării cognitive: oferă API-uri coerente și simple, minimizează numărul de acțiuni ale utilizatorilor necesare pentru cazuri de utilizare obișnuită și furnizează feedback clar și reactiv la erorile utilizatorului. Keras se integrează cu rețele de învățare profundă inferioare (în special TensorFlow), care permite implementarea a tot ce se poate construi în limbajul de bază, astfel că `tf.keras` se integrează perfect în fluxul de lucru TensorFlow.

Keras conține numeroase implementări de blocuri de rețea neuronale utilizate în mod obișnuit, cum ar fi straturi, obiective, funcții de activare, optimizatori și o serie de instrumente care facilitează lucrul cu datele de imagine și text, codul fiind găzduit în GitHub. Keras permite utilizatorilor să producă modele profunde pe smartphone-uri (iOS și Android), pe web sau pe mașina virtuală Java.

### 4.3.2. Scikit-learn

Scikit-learn[SCI18] este o bibliotecă gratuită pentru învățarea rețelelor neuronale pentru limbajul de programare Python. Aceasta dispune de algoritmi de clasificare, regresie și grupare, incluzând algoritmi pentru support vector machines, random forests, gradient boosting, k-means și DBSCAN fiind proiectat să interacționeze cu librăriile numerice și științifice NumPy și SciPy Python.

În general, o problemă de învățare ia în considerare un set de  $n$  eșantioane de date și apoi încearcă să prezică proprietățile datelor necunoscute. Dacă fiecare eșantion este mai mult decât un singur număr și, de exemplu, o intrare multidimensională (cunoscută și ca date multivariate), se spune că are mai multe atribute sau caracteristici.

Tipurile de învățare folosite de biblioteca scikit-learn sunt următoarele:

1. **Învățarea supravegheată**, în care datele sunt furnizate cu atribute suplimentare pe care vrem să le prezicem. Acest lucru poate fi făcut prin:
  - **clasificare**: eșantioanele aparțin două sau mai multor clase și se dorește învățarea din datele deja etichetate și să se prezică clasa datelor neetichetate. Un exemplu de problemă de clasificare ar fi exemplul de recunoaștere a cifrelor scrise de mână, în care scopul este de a atribui fiecărui vector de intrare unuia din numerele finite din categoriile discrete. O altă modalitate de a ne gândi la clasificare este ca o formă discretă a învățământului supravegheat în cazul în care există un număr limitat de categorii și pentru fiecare dintre eșantioanele  $n$  furnizate se va încerca etichetarea cu categoria sau clasa corectă.
  - **regresie**: dacă ieșirea dorită constă într-una sau mai multe variabile continue, atunci vom folosi regresia. Un exemplu de

problemă de regresie ar fi predicția lungimii unui somon în funcție de vârstă și greutate.

2. **Învățarea nesupravegheată**, în care datele de formare constau într-un set de vectori de intrare  $x$  fără valori țintă corespunzătoare. Scopul unor astfel de probleme ar putea fi descoperirea unor grupuri de exemple similare în cadrul datelor, care se numește clustering sau pentru a determina distribuția datelor în spațiul de intrare, cunoscută sub denumirea de estimare a densității, sau pentru a proiecta datele într-un spațiu până la două sau trei dimensiuni în scopul vizualizării.

### 4.3.3. TensorFlow

Este o bibliotecă software open-source pentru programarea rețelelor neuronale [TEN18]. Este un instrument folosit atât în cercetare cât și în producția Google. TensorFlow oferă funcții API pentru începători și pentru experți pentru dezvoltarea de aplicații desktop, mobile, web și cloud.

API-urile de nivel înalt folosite de TensorFlow sunt următoarele:

1. **Keras** este un API de nivel înalt TensorFlow pentru construirea și formarea modelelor de învățare profundă.
2. **Eager Execution** este un API pentru scrierea codului TensorFlow imperativ, ca și cum s-ar folosi Numpy.
3. **Estimators** este un API la nivel înalt care oferă modele complet ambalate, pregătite pentru formare și producție pe scară largă.
4. **Importarea datelor** se referă la introducerea ușoară a conductelor pentru aducerea datelor în programul TensorFlow.

O funcție foarte importantă pentru această bibliotecă este clasificarea de text. Etapele unui program TensorFlow pentru clasificarea textelor sunt următoarele:

- Importarea și analiza setului de date
- Crearea coloanelor de caracteristici pentru descrierea datelor
- Selectarea tipului de model
- Instruirea modelului
- Evaluarea eficacității modelului
- Permitearea modelului instruit să facă previziuni

Pentru instruirea unei rețele de clasificare modelul are nevoie de o relație între anumite caracteristici și o etichetă. Instruirea este etapa de învățare a rețelelor neuronale în care modelul este optimizat treptat, este învățat. Modelul este instruit de exemple care conțin etichete, aceasta fiind considerată o învățare supravegheată. În învățarea automată nesupravegheată, exemplele nu conțin etichete, în schimb modelul găsește în mod tipic modele între ele.

Pentru a instrui o rețea de clasificare avem nevoie de o coloană cu caracteristici care este o structură de date care spune modelului cum să interpreteze datele pentru fiecare caracteristică. Coloanele cu caracteristici sunt intermediari între datele brute și estimatori. Fiecare neuron dintr-o rețea neuronală lucrează cu numere, efectuează operații de multiplicare și adăugare. Datele de intrare din viața reală sunt adesea și date non-numerice.

Sistemele de procesare a imaginilor și audio vin cu seturi de date foarte mari. Procesarea limbajului natural vine de asemenea cu informații foarte multe, iar reprezentarea cuvintelor ca și id-uri unice duce la separarea textului și la o mai grea pregătire a modelelor statistice în rețelele neuronale, ducând la nevoia de a avea cât mai multe date pentru antrenarea și pregătirea cu succes a acestor modele. În acest

scop se folosesc reprezentări vectoriale ale cuvintelor numite cuvinte încorporate (word embeddings) [MIK13].

Pentru reprezentarea documentelor text sau a altor obiecte ca și vector de identificatori, se folosesc modelele de spațiu vectorial (Vector space models – VMS). Aceste modele se folosesc în filtrarea informației, recuperarea informațiilor, indexarea și clasarea informațiilor. Cuvintele semantic similare sunt mapate în puncte apropiate (încorporate unul lângă altul).

În VMS documentele și interogările sunt reprezentate ca și vectori:

$d_j = (w_{1,j}, w_{2,j}, \dots, w_{t,j})$ , unde  $d_j$  – documentul  $j$ ;  $w_{t,j}$  – cuvântul  $t$  din documentul  $j$

$q = (w_{1,q}, w_{2,q}, \dots, w_{n,q})$ , unde  $q$  – interogarea;  $w_{n,q}$  – cuvântul  $n$  din interogarea  $q$

Fiecare dimensiune corespunde unui termen separat din vector. Dacă în document apare un termen, valoarea lui în vector este diferită de 0. Sunt dezvoltate mai multe modalități de a calcula aceste valori, cunoscute ca și ponderi pe termen. Una din cele mai cunoscute scheme de pondere este tf-idf (term frequency – inverse document frequency) care este o statistică numerică destinată să reflecte cât de important este un cuvânt pentru un document dintr-o colecție (corpus). Acesta este folosit ca și factor de pondere în căutările de regăsire a informațiilor. Valoarea tf-idf crește proporțional cu numărul de apariții a unui cuvânt în document și este compensat de frecvența cuvântului din corpus, ceea ce ajută la reglarea faptului că unele cuvinte apar mai des în general. În prezent tf-idf este unul din cele mai populare și folosite scheme de ponderare a termenilor, 83% din sistemele bazate pe text din bibliotecile digitale folosesc tf-idf.

Modelele de spații vectoriale au o lungă istorie în procesarea limbajului natural, și acestea depinzând de ipoteza distribuției semantice, care afirmă că toate cuvintele care apar în aceleași contexte împărtășesc semnificația semantică. Există două categorii de metode: metode bazate pe numărare și metode predictive. Diferența dintre metodele predictive și cele bazate pe numărare sunt prezentate în [BAR14], astfel metodele bazate pe numărare calculează cât de des apar cuvintele cu cuvinte vecine într-un corpus mare de text și mapează aceste statistici în vectori mici și denși pentru fiecare cuvânt, iar metodele predictive încearcă direct să prezică un cuvânt de la vecinii săi după învățarea vectorilor încorporați care sunt parametrii modelului.

#### **4.3.4. Cercetări în aplicațiile medicale informatice cu rețele neuronale**

În ultimii ani s-au creat tot mai multe aplicații bazate pe rețele neuronale datorită creșterii informațiilor medicale care are nevoie de o structurare pentru o găsimă mai ușoară a informației relevante. În [MIN14] autorii au aplicat setul de instrucțiuni de învățare profundă word2vec textelor medicale pentru a testa potențialul de îmbunătățire a accesibilității cunoștințelor medicale. Aceștia au evaluat eficiența algoritmului word2vec în identificarea proprietăților produselor farmaceutice bazate pe corpuri de text medii, nestructurate, fără alte cunoștințe de fond. Proprietățile includ relațiile cu bolile („pot trata”) sau procesele fiziologice („are efect fiziologic”). S-au evaluat relațiile identificate de word2vec prin

comparație cu ontologia NF-RT. Rezultatele primei evaluări au fost mixte, dar au ajutat la identificarea a noi căi de abordare a tehnologiilor de învățare profundă în recuperarea informațiilor medicale, precum și folosirea acestora pentru a completa cunoștințele acumulate în ontologii și taxonomii.

În [WAN15] este prezentată o abordare nouă pentru extragerea sinonimelor medicale. Scopul lucrării este de a integra termenii medicali a cunoștințelor privind domeniul medical pentru aplicațiile de asistență medicală. Un avantaj al metodei propuse de autori este că este foarte scalabilă. Experimentele pe un set de date cu perechi de termeni mai mari de 1M arată că abordarea propusă depășește abordările de bază cu o marjă mare. Corpusul medical folosit a încorporat un set de articole Wikipedia și rezumate MEDLINE (versiunea 2013). Aceste surse s-au completat cu aproximativ 20 de reviste și cărți medicale precum Manualul Merck pentru Diagnostic și Terapie. În total, corpusul conține aproximativ 130 de propoziții (aproximativ 20 Gb de text pur) și aproximativ 15 milioane de termeni distincți în setul de vocabular. Algoritmul folosit pentru extragerea sinonimelor este Word2vec.

Învățarea unor reprezentări eficiente pentru concepte s-a dovedit a fi o bază importantă pentru multe aplicații, cum ar fi traducerea automată sau clasificarea documentelor. Reprezentarea corectă a conceptelor medicale, cum ar fi diagnosticul, medicamentele, codurile de procedură și vizitele, vor avea aplicații largi în analizele medicale. Cu toate acestea, în înregistrările electronice de sănătate (EHR), secvențele de vizită (consult) ale pacienților la medic includ mai multe concepte (diagnostic, procedură și coduri de medicamente) pe fiecare vizită. Pentru a veni în ajutorul acestor probleme în [CHO16] autorii propun Med2Vec, care nu numai că învață reprezentări distribuite atât pentru codurile medicale, cât și pentru vizitele dintr-un set mare de date EHR cu peste 3 milioane de vizite, dar și permite interpretarea reprezentărilor învățate confirmate pozitiv de către experții clinici. În experimente, Med2Vec prezintă îmbunătățiri semnificative în aplicațiile medicale comparativ cu Skipgram sau GloVe, oferind în același timp o interpretare semnificativă clinic. Med2Vec este un algoritm simplu și robust care învață în mod eficace coduri și vizite prin utilizarea seturilor de date electronice din rețeaua de sănătate electronică (EHR) din lumea reală, fără a fi nevoie de cunoștințele medicale de specialitate.

În [HUG17] se introduce o abordare nouă pentru clasificarea la nivel de propoziție a documentelor medicale. Se arată că este posibil să se folosească Convolutional neural networks (CNN) pentru a reprezenta semantica textului clinic care permite clasificarea semantică la nivel de propoziție. În comparație cu metodele de învățare superficiale, rețelele adânci convoluționale multistrat pot genera caracteristici optime în timpul fazei de formare pentru a reprezenta semantica propoziției analizate. Similar metodelor de vizualizare, odată ce aceste reprezentări semantice sunt învățate, ele pot fi folosite și pentru multe sarcini alternative, cum ar fi compararea textului. Cu un efort minim, abordarea ar putea fi de asemenea dimensionată pentru a genera reprezentări la un nivel de paragraf sau chiar document.

Ultimii ani au avut o expansiune a cantității de informații digitale stocate în înregistrările medicale electronice (EHR). Comunitatea de învățare a mașinilor a înregistrat progrese pe scară largă în domeniul învățării profunde. În [SHI17] se analizează studiile recente privind aplicarea învățării profunde asupra documentelor clinice bazate pe datele EHR, unde se găsesc o varietate de tehnici de învățare profunde și algoritmi aplicați pentru mai multe tipuri de aplicații clinice, inclusiv extracția informației, învățarea reprezentării, predicția rezultatului, fenotipării și a identificării. Autorii au identificat mai multe limitări ale cercetării actuale care implică

subiecte precum interpretabilitatea modelului, eterogenitatea datelor și lipsa unor repere universale. Lucrarea oferă o scurtă trecere în revistă a cercetărilor actuale de învățare profundă în analiza EHR. Aceasta este o zonă emergentă, deoarece majoritatea articolelor studiate de autori au fost publicate în ultimii doi ani. Majoritatea studiilor din acest articol se referă la ideea de învățare prin reprezentare, modul cel mai adecvat de a reprezenta cantitățile mari de date brute ale pacienților. Procesarea limbajului natural se concentrează pe reprezentări la nivel de cuvânt, propoziție și document ale limbajului compuse din cuvinte sau personaje individuale. În mod similar, se explorează diverse scheme de reprezentare a datelor privind sănătatea pacientului din codurile medicale individuale, demografice și semne vitale. Paralelele sunt puternice, iar aceste studii recente reprezintă un punct critic de lansare pentru o cercetare clinică profundă viitoare. În figura 4.15 autorii au prezentat evoluția studiilor bazate pe rețele neuronale în analiza EHR.

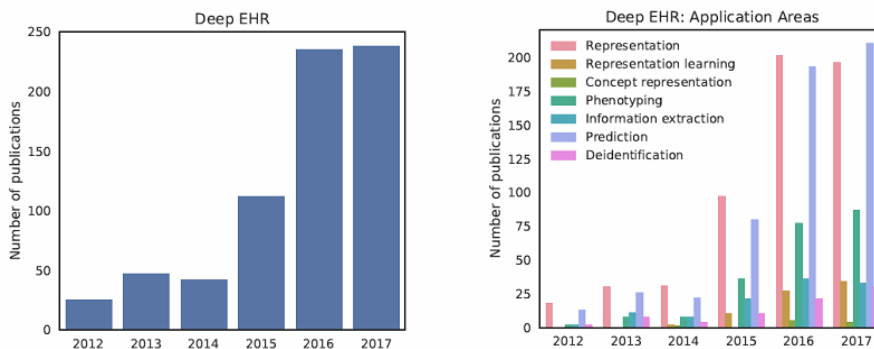


Figura 4.15 Evoluția studiilor bazate pe rețele neuronale în analiza EHR [SHI17]

#### 4.4. Concluzii

Lumea medicală este într-o mare de informație nestructurată. După cele prezentate mai sus se poate vedea că rețelele neuronale pot veni în ajutor în acest sens. S-au creat o mulțime de biblioteci disponibile în mod gratuit ce se pot folosi la procesarea limbajului natural medical din toate mediile de stocare pentru a le structura și pentru a ajunge mai ușor la informațiile relevante din dosarele medicale sau din textele medicale.

În acest subcapitol am prezentat pe scurt câteva biblioteci de rețele neuronale ce se pot folosi pentru clasificarea textului și nu numai.

De asemenea, am prezentat și analizat cercetări din domeniul medical realizate cu ajutorul bibliotecilor pentru rețele neuronale. Studiile realizate în ultima perioadă arată interesul pentru acest domeniu și pentru cercetarea medicală. Din articolele prezentate anterior se poate vedea gama largă a domeniilor din domeniul medical pe care îl acoperă rețelele neuronale. Cu ajutorul acestor algoritmi se pot crea noi ipoteze sau se pot descoperi noi tratamente.

## 5. CONTRIBUȚII ÎN APLICAȚIILE MEDICALE DE PEDIATRIE

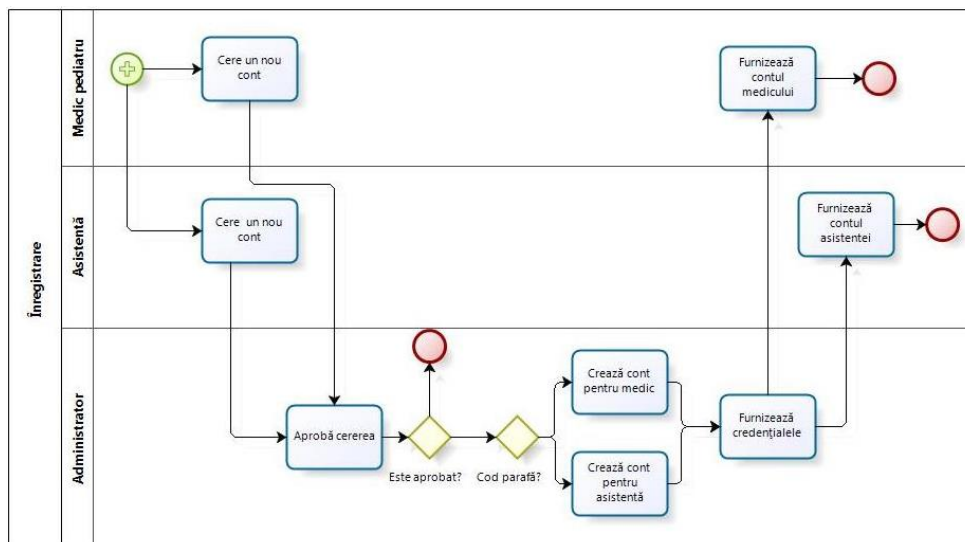
### 5.1. Introducere

După parcurgerea bibliografiei anterioare în acest capitol am adus contribuții pentru aplicațiile în pediatrie. Astfel am modelat și creat o aplicație medicală pe secția de pediatrie la care s-au adus contribuții în generarea fișelor de control în funcție de vârsta copilului și a motivului pentru care s-a prezentat la medic (preventiv sau curativ), am realizat un modul de transfer al informațiilor despre naștere a copilului nou născut de la secția de obstetrică și ginecologie la cea de pediatrie prin standardul HL7, astfel urmărind interoperabilitatea sistemului și ulterior am transferat aplicația și bazele de date în cloud Azure în vederea folosirii datelor și a aplicațiilor de mai mulți medici și pentru testarea utilității cloud în acest domeniu.

S-au realizat cercetări în cadrul secției de pediatrie prin consultări cu medici și cu pacienții și astfel s-a ajuns la crearea unui model de prototip pentru realizarea aplicațiilor medicale pentru secția de pediatrie din cadrul unui spital. Copiii sunt ființe foarte delicate și sensibile, având nevoie de îngrijiri speciale și corecte pentru orice boală ar interveni sau pentru monitorizarea dezvoltării lor.

Se vor avea în vedere necesitățile copiilor precum și ale medicilor pentru a putea efectua o îngrijire corespunzătoare a acestora. De asemenea se dorește începerea fișei medicale pe viață a fiecărei persoane. Pentru a realiza acest lucru este necesară preluarea informațiilor și comunicarea între toate secțiile prin care a trecut copilul înainte de a ajunge la medicul pediatru, precum și date ale familiei acestuia care pot ajuta la identificarea și prevenția unor boli moștenite.

Am realizat o modelare a sistemului informatic de pediatrie care este prezentat în următoarea figură:



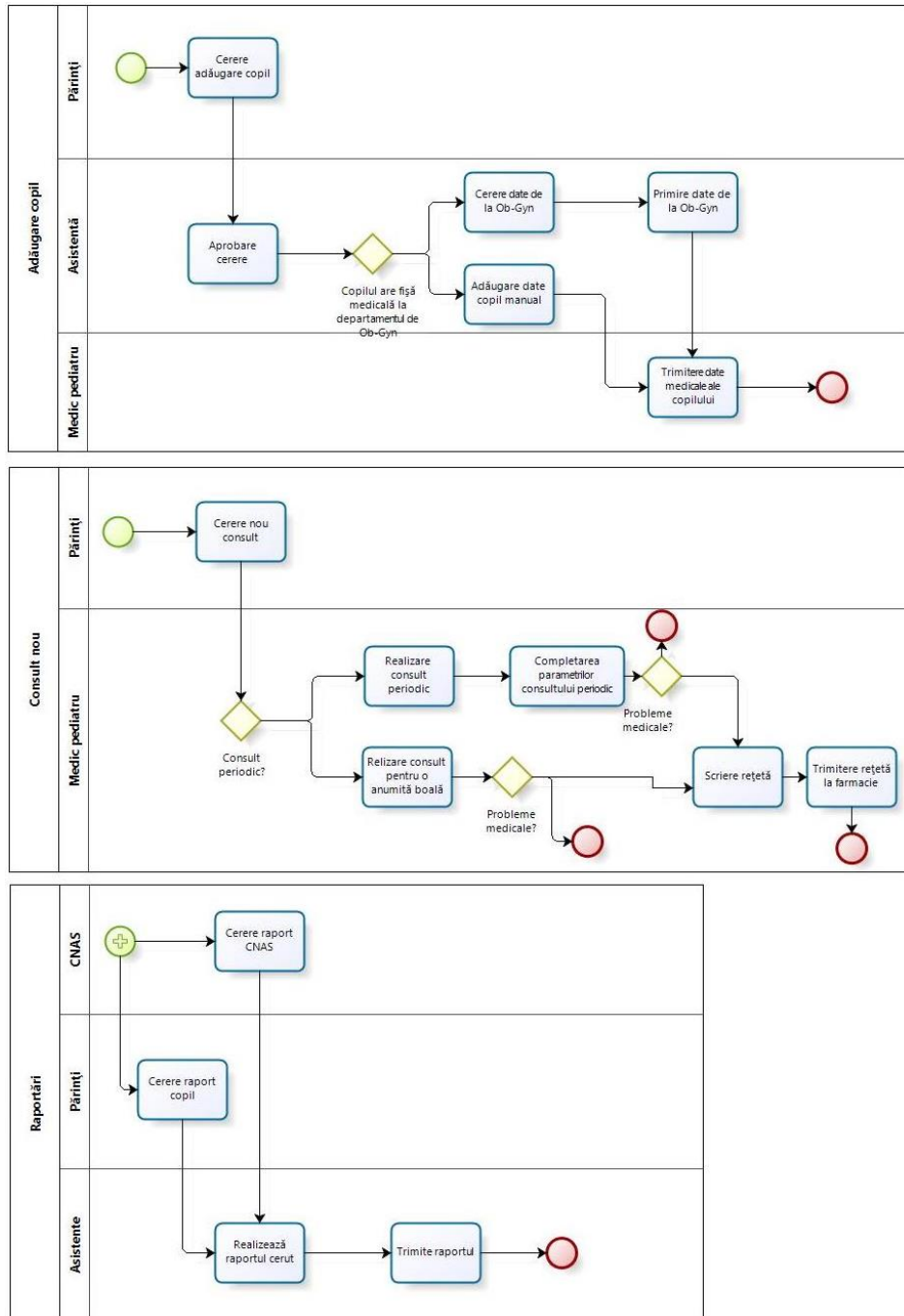


Figura 5.1 Modelare sistem informatic pediatrie



Principalele categorii de concepte care trebuie avute în vedere sunt:

- actorii sistemului (pacientul –copilul de la nou-născut până la vârsta de 18 ani, medic pediatru, secția de obstetrică, alte secții conexe),
- documentele medicale (fișă pacient, fișă de consultație, rețetă, rapoarte, foaie de trimitere, etc.),
- procedurile de tratament (consultație periodică, consultație de urgență, tratament, eliberare rețetă, etc.),
- resurse fizice utilizate (echipamente de calcul și de comunicație),
- componentele program (servere de baze de date, interfețe/aplicații client, componente de comunicație).

Pe baza practicii medicale curente în secția de pediatrie se stabilesc relațiile și conexiunile dintre concepte, precum și scenariile de utilizare a sistemului. De exemplu: un consult poate să implice un pacient (copil), un medic specialist, presupune un anumit flux de documente medicale (fișă pacientului, foaie de trimitere, buletin de analize, rețetă, etc.), anumite relații de responsabilitate privind generarea documentelor și drepturi de acces la informațiile medicale.

În urma consultării cu cadre medicale implicate în sistemul medical de pediatrie românesc actual s-a tras concluzia că în multe situații sistemul actual de evidență și gestiune din sănătate nu are reguli clare și precise de culegere, stocare și acces la informații medicale. Regulile utilizate (acolo unde există) se bazează pe niște practici locale specifice fiecărei unități medicale.

Un obiectiv important al sistemului informatic de față este tocmai acela de a formaliza actul medical, de a introduce reguli clare și unitare în conformitate cu legislația națională, cu prevederile unor acorduri internaționale și în concordanță cu standardele existente (HL7, CDA).

Sistemul final se dorește a fi integrat într-un sistem clinic complex care să poată comunica cu toate sistemele interoperabile de la care are nevoie de anumite informații sau la care trebuie să trimită anumite date (Figura 5.2).

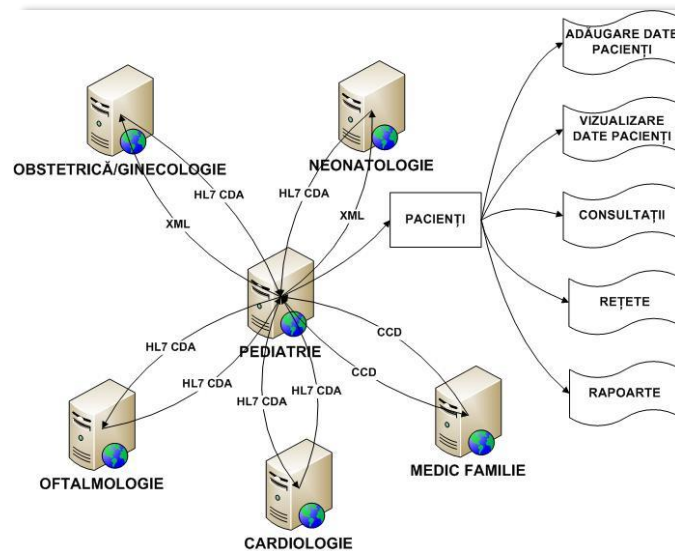


Figura 5.2 Schema generală a sistemului

## 5.2. Specificațiile unei aplicații în pediatrie și îmbunătățiri propuse

Având în vedere importanța pediatriei în sistemul medical am creat diferite module ce pot fi adaptate oricărei aplicații medicale în această secție pentru îmbunătățirea calității vieții. În cadrul departamentului de pediatrie există ramuri adiacente acestora specializate pe anumite organe sau stadii ale copilului. În figura 5.3 se poate observa legătura dintre aceste departamente. În România doar anumite locații sunt specializate și pe partea de pediatrie, la noi marea majoritate fiind doar medici pediatri sau medici specialiști (cardiologie, orl, etc.) care se ocupă și de copii.

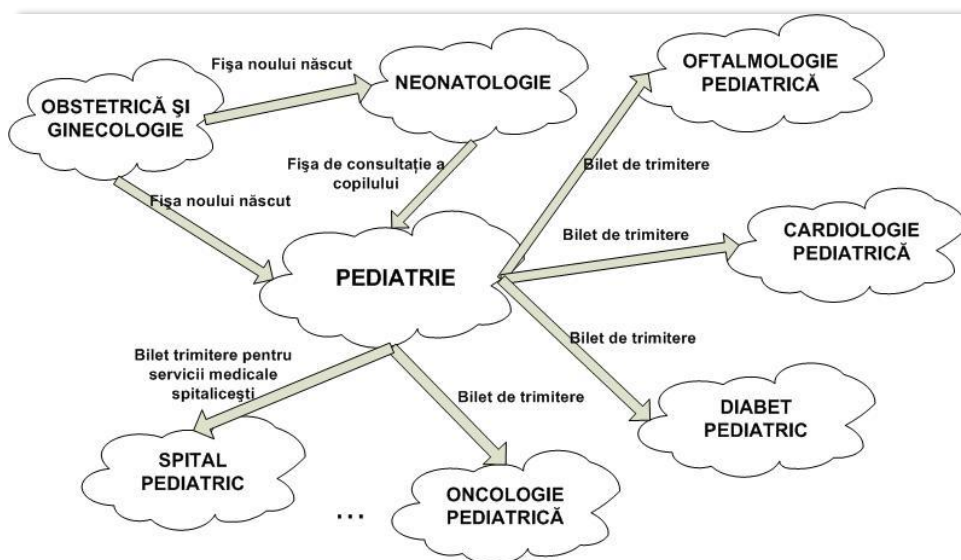


Figura 5.3 Legăturile dintre pediatrie și alte secții adiacente

### 5.2.1. Comunicarea aplicațiilor pediatrie cu secția de obstetrică și ginecologie

Încă din timpul lucrării de masterat am început cercetarea în vederea stabilirii unor specificații concrete pentru realizarea oricărei aplicații de pediatrie. Față de aplicațiile existente în domeniu am adăugat în design-ul aplicației de pediatrie fișă de consultație automată care se modifică în funcție de vârsta copilului în momentul consultului. De asemenea s-a creat comunicarea cu baza de date a aplicațiilor de Obstetrică-Ginecologie în vederea culegerii datelor din momentul sarcinii și a nașterii copilului. În figura 5.4 este prezentată arhitectura sistemului propus.

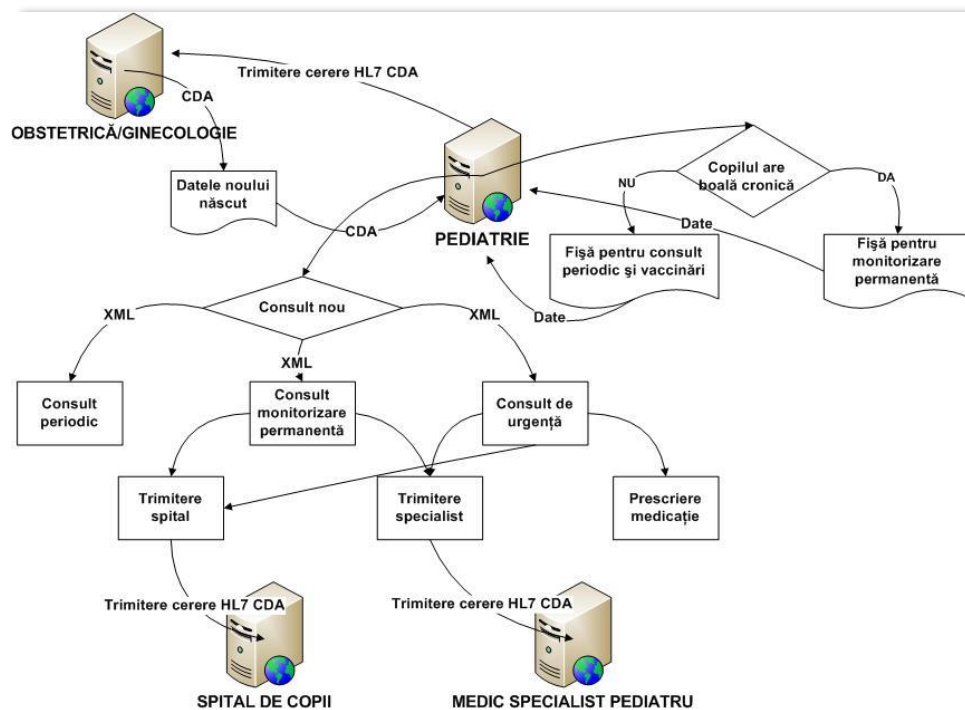


Figura 5.4 Arhitectura sistemului de pediatrie

Având în vedere că medicul pediatru are nevoie atât de informații despre mamă cât și despre copil încă de la începutul vieții, arhitectura propusă cuprinde de asemenea comunicarea între secția de obstetrică și ginecologie care se ocupă cu evoluția sarcinii. Astfel medicul pediatru va avea informații legate de sarcină, evoluția ei și date despre nașterea copilului. În prezent, în România, în momentul în care copilul este externat după naștere, primește o fișă de consultații cu informații sumare despre naștere (Figura 5.5), fișă cu care acesta intră în grija medicului pediatru sau a unui medic de familie cu competente în pediatrie, medic care îl ia în îngrijire până la vârsta de 18 ani, moment în care acesta va fi dat în grija medicului de familie. În arhitectura propusă se iau în considerare atât necesitățile copiilor cât și cele ale medicilor pentru o îngrijire cât mai completă și modernă. Aplicația de pediatrie poate lua informații de la secțiile în care a fost copilul (ex. Obstetrică și Ginecologie, când s-a născut, Neonatologie, în primele zile ale vieții). Pentru implementarea transferului de informații între Obstetrică și Pediatrie se folosește standardul HL7 CDA. Aplicația de Pediatrie trimite o cerere secției de Obstetrică pentru datele de la naștere și din timpul sarcinii a pacientului (copilului) curent, iar aplicația secției de Obstetrică la rândul ei trimite datele copilului de la naștere secției de Pediatrie. Datele colectate se vor putea folosi în întocmirea fișei de îngrijire și consultații a copilului nou venit [VID11].

**FIȘĂ DE CONSULTAȚII MEDICALE - COPII -**

Numele: \_\_\_\_\_ Prenumele: \_\_\_\_\_ Sexul: M / F

Data nașterii: anul \_\_\_\_\_ luna \_\_\_\_\_ ziua \_\_\_\_\_ Domiciliul: \_\_\_\_\_

Localitatea: \_\_\_\_\_ Localitatea: \_\_\_\_\_ Str. \_\_\_\_\_ nr. \_\_\_\_\_

**ANAMNEZA**

Rangul copilului: \_\_\_\_\_ Născut la \_\_\_\_\_ luni Alimentația naturală / gătita la \_\_\_\_\_

Creșterea: înălțimea \_\_\_\_\_ Malformații congenitale \_\_\_\_\_

Asiștat la naștere: DA / NU Antecedente patologice \_\_\_\_\_

Starea la naștere: \_\_\_\_\_ Antecedente familiale: \_\_\_\_\_

Antecedente fiziologice: \_\_\_\_\_ Boala: \_\_\_\_\_

**DATA EFECTUĂRII IMUNIZĂRIILOR**

Data	B.C.D.	Asob-prișe B	A.V.	A.P.	D.Te	D.Te/W	D.T	A.T.P.A.	T.A.S.	Anti-repetic	Anti-stroide	Anti-gripal	DTPa HepB	ROK	Alte
I															
II															
III															
IV															
V															
VI															
VII															
VIII															

Teste biologice: Fehai \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_ Rezultati \_\_\_\_\_

Vitaminizări: \_\_\_\_\_

**CONSEMNAREA EXAMENELOR PERIODICE**

Vârsta: \_\_\_\_\_ Coochizările examenului clinic, aspecte modificative ale soro-eficorului, examenul analizei soroșului acru și vinal

15 zile: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

1 lună: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

2 luni: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

3 luni: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

4 luni: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

5 luni: greutate \_\_\_\_\_ înălțime \_\_\_\_\_ P.C. \_\_\_\_\_ P.T. \_\_\_\_\_

Evenimente descrise survenite de la ultima examinare: \_\_\_\_\_

Coochizările examenului clinic: \_\_\_\_\_

Desvoltarea neuro-psihică: \_\_\_\_\_

Examenul organelor de simț: \_\_\_\_\_

Figura 5.5 Fișa de consultații medicale copii în România

În vederea testării arhitecturii propuse s-a creat un prototip al aplicației care să poată fi testată de medici în vederea îmbunătățirii funcțiilor propuse. În figura 5.6 se pot vedea funcțiile care au fost implementate pentru sistemul propus.

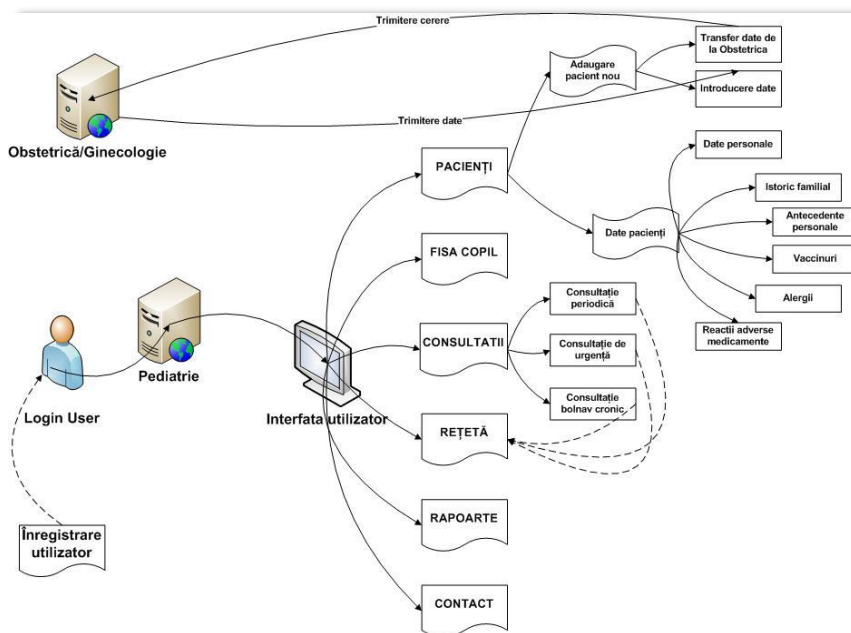


Figura 5.6 Funcțiile aplicației de Pediatrie

În arhitectura propusă cea ce este mai deosebit față de restul aplicațiilor este partea de consultații și schimbul de date cu secția de obstetrică și ginecologie. La parte de consultații după cum se poate observa în figură se pot selecta trei tipuri de consultații: consultația periodică, consultația de urgență și consultația bolnavului cronic. Consultația periodică este în momentul în care medicul va face consultul de rutină a fiecărui copil în funcție de vârstă până la împlinirea vârstei de 2 ani. Structura consultului periodic va fi afișat automat în funcție de vârsta copilului selectat. Alt tip de consultație ce poate fi făcută este consultația de urgență care se va efectua în momentul în care copilul se prezintă la medic cu o anumită problemă neprevăzută, iar cel de-al treilea tip de consult este consultația bolnavului cronic, care trebuie să fie în permanentă monitorizare și care în foaia de consultații are anumite informații concludente pentru această monitorizare și acest tip de îngrijire. După orice tip de consultație medicul va avea posibilitatea de a elibera sau nu o rețetă pentru tratarea bolilor care au intervenit. Consultația periodică se va încărca doar dacă pacientul (copilul) are vârsta potrivită acestui tip de consult – nou-născut (câteva zile), 1 lună, 2 luni, 4 luni, etc. În funcție de vârsta pe care o are micuțul în pagină se va încărca o anumită structură a acestui consult (Figura 5.7). Structura fiecărui consult a fost făcută în funcție de „Carnetul copilului” existent pe site-ul Direcției de sănătate publică Iași [DSP11], în care se găsește structura fiecărui consult periodic al copiilor până la vârsta de 2 ani.

The screenshot shows a web-based medical consultation form titled "Fisa consultatie". On the left, there is a "Meniu" (Menu) with three options: "Consultație periodică", "Consultație de urgență", and "Consultație bolnav cronic". The main form contains the following fields and sections:

- Personal Data:**
  - Nume: Luceacu
  - Prenume: Miria
  - Vârsta: 0 ani 1 luni 4 zile
  - CNP: 2110503112200
  - Adresa: Județ: Alba, Oraș: Abrud, Strada: M. Balcescu, Nr.: 4, Bl.: 5, Ap.: 3
- Physical Data:**
  - Greutate: 15 kg
  - Lungimea: 55 cm
  - Perimetru cranian: 15 cm
  - Data: 07.06.2011
- Diagnosis:**
  - Clasa diagnostic: Bolile sistemului respirator
  - Diagnostic: Laringo-faringita acuta
  - Cod diagnostic: J06.0
  - Diagnostic: Laringo-faringita acuta/J06.0
  - Button: Adauga diagnosticul
- Service:**
  - Serviciu acordat: Vaccinarea impotriva tuberculozei
  - Cod serviciu: 92145-00
  - Serviciu: Vaccinarea impotriva tuberculozei/92145-00
  - Button: Adauga serviciu
- Recommendations:**
  - Recomandare: Paracetamol, Simoa, Zest
  - Medic: Luceacu Diana
- Other Observations (Alte observatii):**
  - Nodul BCG:  DA  NU
  - Zgomote cardiace bine auzite, fără sufluri:  DA  NU
  - Artre femurale palpabile:  DA  NU
  - Ficat de dimensiuni normale:  DA  NU
  - Splină nepalpabilă:  DA  NU
  - Reacție la stimuli sonori:  DA  NU
  - Aspect normal al ochilor:  DA  NU
  - Dezvoltare psihomotorie normală (test DENVER II sau alt test):  DA  NU

Figura 5.7 Fișă consultație periodică

După cum se poate observa în cadrul figurii, fișa de consultație conține datele personale ale copilului, examenle periodice care se fac și de asemenea se pot selecta în caz de necesitate diagnostice, dacă cel mic are probleme neprevăzute, diagnosticele putând fi alese din lista ICD-10, fiindu-le alocat în mod automat codul corespunzător. Tot aici pot fi alese și anumite servicii făcute pacientului, cărora de asemenea li se va aloca în pagină codul corespunzător ICD-10 pentru servicii.

Pentru consultația de urgență structura paginii este aceeași, diferența fiind lipsa examenelor periodice. Acest tip de consultație se efectuează în momentul în care pacientul are o problemă neprevăzută. Consultația bolnavului cronic se face doar pentru cei care în fișa de antecedente personale au specificat prezența unei boli cronice, iar în plus față de consultul de urgență, medicul va avea la dispoziție câmpuri cu data debutului bolii, evoluția și tratamentul anterior (Figura 5.8) [VLS11].

The screenshot shows a web-based form for a chronic patient consultation. The form is titled "Fisa consultatie bolnav cronic" and contains the following fields and sections:

- Personal Information:**
  - Nume: Teodorescu
  - CNP: 2860325015575
  - Prenume: Alina
  - Adresa: Judet: Ialomita, Oras: Horia, Strada: dvedsv, Nr.: 0, Ap.: 0
  - Varsta: 0 ani 3 luni 24 zile
- Medical History:**
  - Tratament anterior: aaa bbb
  - Debut boala: 06/04/2011
  - Evoluție anterioară: -
  - Greutate: kg
  - Perimetru cranian: cm
  - Înălțime: cm
  - Data: 06/07/2011
- Diagnosis:**
  - Clasa diagnostic: Anumite boli infectioase si parazitare
  - Diagnostic: Holera cu Vibrio cholerae 01, biovar cholerae
  - Cod diagnostic: A00.0
  - Diagnostic: (empty field)
  - Buttons: Adaugare diagnostic
- Services:**
  - Serviciu acordat: Repararea secundara a tendonului flexora a mainii, proximal de trohleea a1
  - Cod serviciu: 46429-00
  - Serviciu: (empty field)
  - Buttons: Adaugare serviciu
- Additional Fields:**
  - Tratament: (empty field)
  - Evoluție: (empty field)
  - Medici: Lupse Oana
  - Buttons: Adaugare consultatie

Figura 5.8 Fișă consultație bolnav cronic

Pentru proiectarea generării automate a consultațiilor periodice s-au creat fișiere XML cu structura fiecărui consult în parte în funcție de vârsta la care trebuie efectuat. Un exemplu de structură a fișierului XML și rezultatul care apare în aplicație se poate vedea în figura 5.9.

## 5.2. Specificațiile unei aplicații în pediatrie și îmbunătățiri propuse 111



Figura 5.9 Crearea consultațiilor periodice

Din fișierul XML se încarcă datele corespunzătoare pe lângă datele care se regăsesc în mod obișnuit în cadrul unui consult (date personale, diagnostic, servicii acordate, recomandări).

În vederea comunicării sistemului de Pediatrie cu cel de Obstetrică s-a realizat un modul care lucrează cu fișiere în standardul HL7 CDA pentru preluarea informațiilor necesare medicului pediatru de la secția de Obstetrică. În figura 5.10 se poate vedea cum s-a realizat transferul de date prin cadrul aplicației de Pediatrie [LUP11] [VID14].

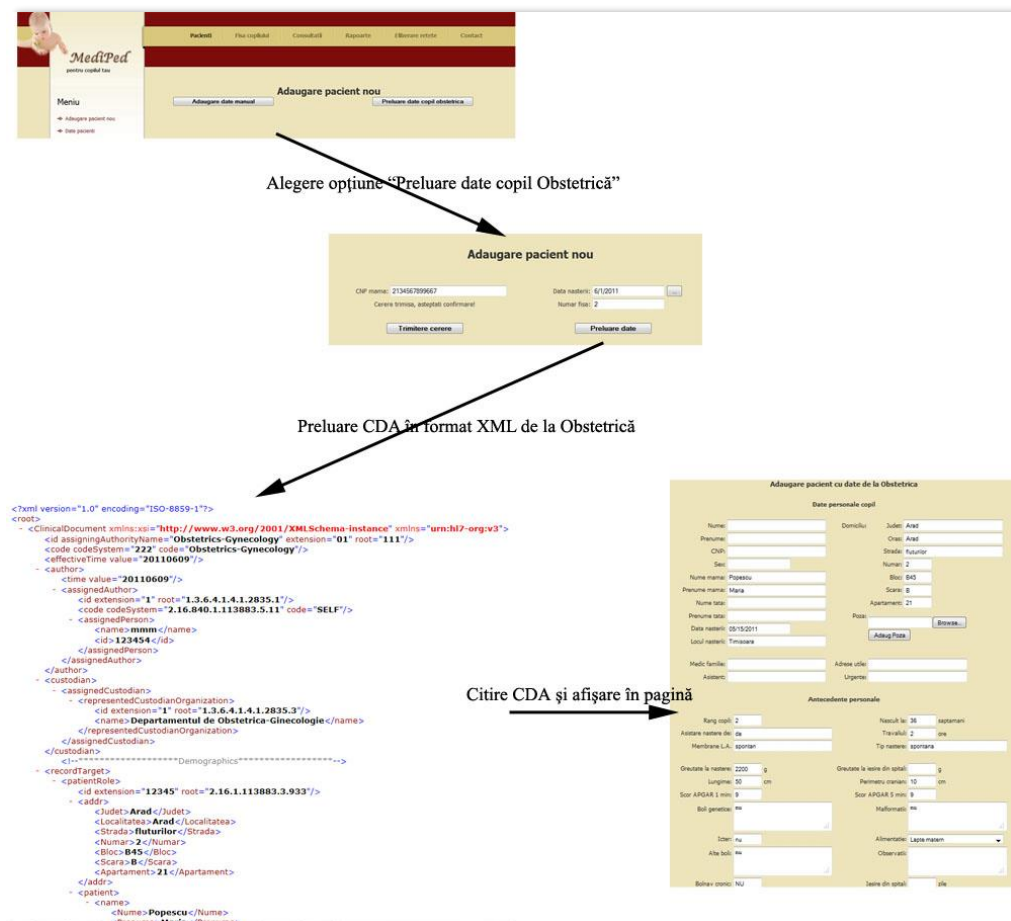


Figura 5.10 Cererea și recepționarea datelor medicale de la Obstetrică

Pentru o cât mai corectă îngrijire a pacienților este necesar accesul la cât mai multe informații despre aceștia. Pentru colectarea acestor informații este necesară comunicarea între toate sistemele medicale. Pentru crearea conexiunii sistemelor medicale se va folosi standardul HL7 CDA. După nașterea unui copil este completată fișa de observație cu privire la caracteristicile nașterii și ale noului născut și fișa este dată medicului neonatolog care preia mai departe îngrijirea noului născut. Fișa de observație conține numele și prenumele, sexul, data nașterii, greutatea, înălțimea, probleme apărute la naștere, starea noului născut, investigații și recomandări [BER10].

Fișa medicală a unui pacient se formează la nașterea acestuia și este activă pe durata vieții pacientului respectiv. Pentru formarea fișei medicale și menținerea fluxului informațiilor din cadrul serviciilor medicale din România arhitectura propusă colectează datele inițiale ale pacientului de la secția de obstetrică și ginecologie, date din timpul sarcinii și a nașterii pacientului. Implementarea a fost făcută prin trimiterea de mesaje HL7 secției de Obstetrică. Cele mai importante date care sunt colectate de la această secție sunt: vârsta mamei, istoricul medical al mamei, boli în sarcină, istoric medical al familiei, vârstă gestațională, paritate sarcină, studii



prenatale, complicații în sarcină, ecografiile în sarcină, infecții din perioada sarcinii, intervenții și consulturi pe perioada sarcinii, scorup APGAR la naștere a copilului [LEH11].

Arhitectura propusă folosește mesaje SOAP pentru trimiterea fișierului XML de la o aplicație la alta. Astfel, prin folosirea acestor tipuri de mesaje se poate crea comunicarea între aplicații diferite.

### 5.2.2. Folosirea Cloud Computing în aplicațiile medicale

Tehnologia Cloud Computing poate ajuta foarte mult sistemul medical din întreaga lume prin împărtășirea informațiilor medicale stocate în locații dispersate în timp real. Prin cloud computing se pot extinde funcționalitățile și datele existente, astfel putându-se ajunge la noi optimizări și inovări în domeniu. Serviciile de asistență medicală sunt dispersate în diverse locații iar datele medicale ale unui anumit pacient sunt fragmentate în diverse aplicații sau locații. Datele medicale sunt strict confidențiale și astfel este nevoie de o serie de reguli pentru protejarea datelor pacienților. Pentru adoptarea cloud computing de către sistemele medicale este necesară integrarea standardelor de securitate și siguranță HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act). Un model pentru adoptarea cloud computing în sistemele medicale este prezentat în figura 5.11. În acest model datele medicale sunt stocate în cloud privat sau public, cu condiția ca cel public să aibă integrată o securitate puternică pentru datele respective. Datele pot fi accesate de orice sistem medical iar comunicarea între sisteme va fi realizată prin mesaje HL7 CDA, astfel realizându-se interoperabilitatea dintre sisteme. Activitatea medicală câștigă viteză și calitate prin folosirea acestei noi tehnologii [LUP12][VID12].

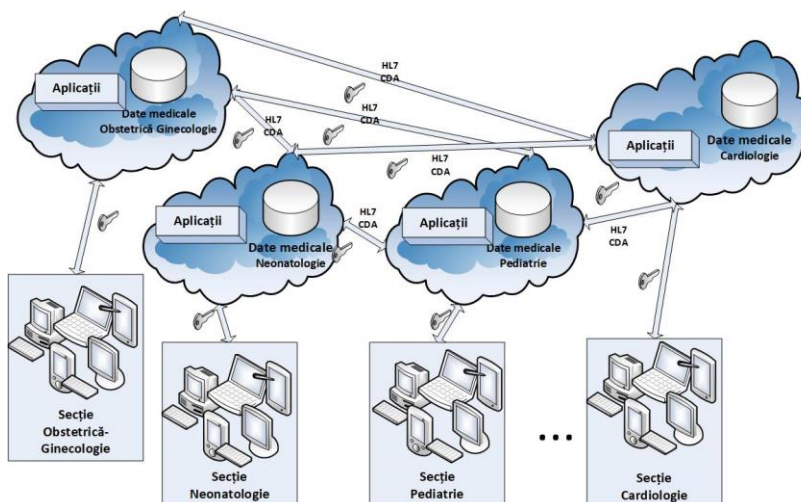


Figura 5.11 Model arhitectură sistem medical spital bazată pe Cloud Computing

Menținerea confidențialității și integrității informațiilor stocate în toate formele și asigurarea proceselor de back-up și recuperare a datelor în cazuri extreme sunt extrem de importante în acest domeniu. Accesul rapid la istoricul medical al fiecărei persoane din orice locație poate accelera diagnosticarea și

calitatea tratării, evitând complicațiile și sporind calitatea. În plus, cloud computing poate ajuta pacienții să aibă acces la istoricul lor medical de oriunde prin intermediul internetului.

Mai mult ca niciodată serviciile de asistență medicală necesită o cooperare și un acces extern datorită mobilității ridicate a persoanelor în alte regiuni sau alte țări. Este foarte important să se asigure disponibilitatea datelor medicale în orice loc în care se află pacientul [LVS12].

Prin adoptarea cloud computing în sistemul sanitar s-ar crea o serie de avantaje cum ar fi: infrastructură scalabilă – în orice moment și pentru orice operație ce se dorește să se efectueze se pot accesa în timp real mai multe resurse de către sistemul medical; colaborare – prin folosirea cloud computing informațiile stocate pot fi accesate și folosite de orice specialist medical în orice moment de timp și în orice circumstanță; detalii privind asigurarea medicală a pacientului în cloud – furnizarea informațiilor despre pacient și asigurarea acestuia de sănătate poate facilita procesul de prescriere de rețete precum și decontarea anumitor servicii medicale; acces rapid și ușor – medicii, farmaciștii și personalul clinic au nevoie de informații cât mai detaliate despre pacienți pentru a îmbunătăți calitatea îngrijirii și pentru a minimiza costurile. Cel mai mare dezavantaj care încetinește adoptarea cloud computing în domeniul sănătății este reprezentat de securitatea datelor [LUP12].

Pentru îmbunătățirea modelelor de aplicații medicale create am refăcut modelul prezentat mai sus pentru secțiile de obstetrică și ginecologie folosind tehnologia cloud computing pentru stocarea aplicației și a datelor aferente acesteia. De asemenea și în această variantă s-a păstrat comunicarea sistemelor prin intermediul mesajelor HL7 CDA. În figura 5.12 este prezentată arhitectura pentru comunicarea celor două module [VLS12].

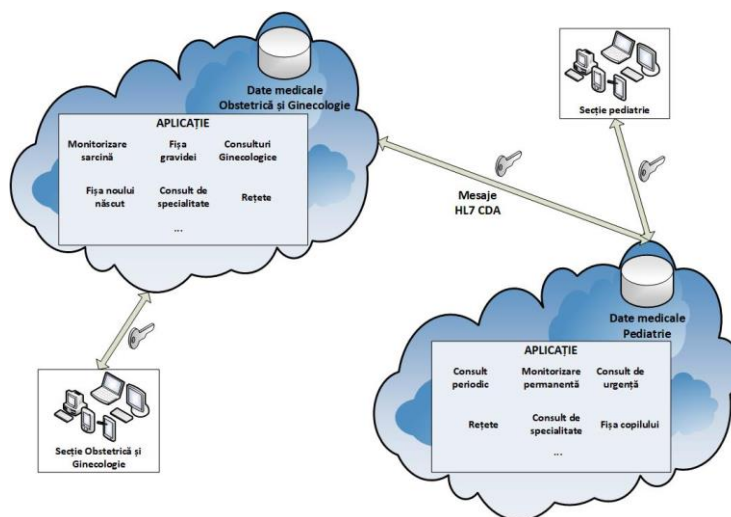


Figura 5.12 Comunicarea între două secții din spital

Schimbul de date între cele două departamente este același cu cel de la o aplicație locală și este detaliat în figura 5.13 [LVS12][VID13].



moment în aplicațiile medicale din întreaga lume. De asemenea s-au dezvoltat modele de adoptare a tehnologiei cloud computing pentru stocarea datelor spitalelor, pentru un mai bun management financiar și pentru o accesibilitate a datelor mai bună. Utilizând tehnologia cloud computing, un act medical se poate îmbunătăți considerabil prin accesul mai facil la informații. Scalabilitatea, care este cheia cloud computing, poate oferi mai multe resurse necesare pentru anumite operații în orice moment. Colaborarea dintre unitățile medicale este o oportunitate oferită de cloud computing pentru personalul medical. Cu această tehnologie se poate verifica disponibilitatea unui medic, a unui specialist medical, a unui produs sau a unui serviciu la momente diferite și în cazuri diferite. Pacienții pot fi îndrumați către persoanele sau unitățile potrivite, unde pot găsi ceea ce au nevoie. Acesta este un beneficiu uriaș pentru pacienții și profesioniștii din domeniul sănătății și va crește din ce în ce mai mult calitatea serviciului medical. Costurile infrastructurii IT vor fi mai ieftine, deoarece unitățile medicale vor închiria infrastructura pentru stocarea datelor medicale de care au nevoie și nu vor mai avea nevoie de cele mai recente echipamente pentru aplicațiile utilizate, administrate sau întreținute.

În acest capitol am prezentat contribuțiile aduse secției de pediatrie dintr-un spital în aria informatică în vederea îmbunătățirii serviciilor medicale:

- am modelat sistemul informatic de pediatrie după fluxul real al informațiilor din sistem;
- am creat specificațiile unei aplicații complexe de pediatrie;
- am modelat modulul de comunicare între secțiile unui spital;
- am modelat și implementat comunicarea dintre aplicațiile secției de pediatrie și cea de obstetrică și ginecologie prin standardul de interoperabilitate HL7;
- am modelat și implementat fișa de consultații pentru pediatrie, generată automat în funcție de situație (consult preventiv sau curativ sau în funcție de vârstă);
- am modelat și implementat aplicația de pediatrie cu tehnologia cloud computing folosind providerul Microsoft Azure;
- am modelat folosirea cloud computing într-un sistem medical complex într-un spital;
- am modelat și implementat comunicarea în cloud între două secții ale unui spital (pediatrie și obstetrică și ginecologie).

## 6. CONTRIBUȚII LA MODULUL DE E-PRESCRIERE A APLICAȚIILOR MEDICALE

După cum am precizat și în capitolul 2, un modul foarte important în tratarea unui pacient este prescrierea medicamentelor. Pentru a îmbunătăți acest serviciu am venit cu noi contribuții în cadrul acestui modul cu modelarea și implementarea anumitor facilități. Și în acest model am propus folosirea cloud computing pentru stocarea tratamnetelor în vederea folosirii acestora de cât mai mulți medici. Prima contribuție este la modelarea modulului de ePrescriere cu ajutorul ontologiilor, o altă contribuție este crearea unui modul de colectare și sugerare de tratamente cu rată mare de tratare pentru anumite boli și pentru pacienți cu aceleași caracteristici, folosirea fișierelor HL7 pentru transmiterea și preluarea schemelor de tratament, folosirea cloud pentru stocarea informațiilor despre tratamente și o ultimă contribuție din acest capitol este crearea modelelor pentru folosirea ontologiilor în crearea profilelor pacienților în vederea prezivunii anumitor probleme.

### 6.1. Modelarea și implementarea modulului de ePrescriere

Pentru a crește calitatea actului medical am propus un model de arhitectură a aplicațiilor medicale de e-prescriere pentru colectarea tratamentelor de succes și împărtășirea acestora cu alți medici. Un caz de utilizare a acestui modul este următorul:

- Pacientul „P1” care are boala „B1” și i s-a prescris tratamentul „T1” vine la medicul „M1” pentru control;
- Medicul „M1”, după efectuarea controlului, ajunge la concluzia că tratamentul „T1” a avut rezultatul așteptat, tratând sau ameliorând boala „B1” pentru pacientul „P1” care are alergiile „A1” și alte tratamente în paralel „TP1”;
- După consultație medicul „M1” trimite caracteristicile pacientului „P1” și tratamentul și boala pentru care s-a dat tratamentul respectiv în modulul de tratamente din „cloud”;
- Pacientul „P2” vine la medicul „M2” și acesta este diagnosticat cu boala „B1”, acesta având de asemenea alergiile „A1” și tratamente paralele „TP1”;
- Când medicul introduce în sistem aceste informații și cere un tratament pentru pacientul „P2” sistemul găsește tratamentul „T1” care a avut succes pentru aceiași boala la pacientul „P1” care are aceleași caracteristici cu pacientul „P2”.

În acest fel medicii sunt ajutați de sistem și prin intermediul altor medici să furnizeze tratamente cu rată mare de succes în tratarea bolilor. În figura 6.1 este prezentat fluxul de informații a aplicațiilor medicale a medicilor cu cloud-ul în care se vor stoca toate tratamentele de succes împreună cu caracteristicile pacienților tratați. Aici se poate preciza că nu este nevoie de o securitate foarte complexă deoarece în acest modul este nevoie doar de caracteristicile pacienților și nu de datele personale ale acestora. Date de care ar fi nevoie mai mult ar fi vârsta

pacientului, sexul și istoricul medical, dar fără a avea nevoie de nume, cnp sau alete date care ar putea să afecteze intimitatea acestuia [LST12][LUP13].

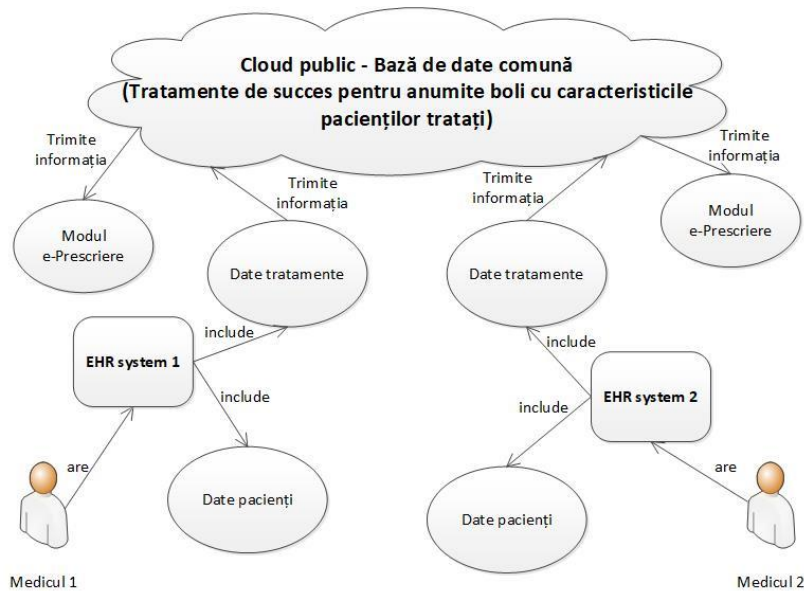


Figura 6.1 Fluxul datelor dintre medici în modulul de prescriere asistată

Pentru implementarea modulelor de sugerare a medicației am propus folosirea ontologiilor pentru relaționarea informațiilor dintre tratamente și caracteristicile pacienților. Am creat o arhitectură cu două module: un modul integrat în aplicația medicală locală a medicului și un modul în cloud care conține datele pentru tratamentele de succes. Primul modul, care este integrat în aplicația locală, conține o ontologie cu cinci variabile: pacientul curent, boala, tratamentul curent, alergii și tratamentul care îl va sugera modulul de tratamente de succes. Toate variabilele sunt conectate între ele prin relații: pacientul curent *are* alergii; pacientul curent *are* o boală; pacientul curent *are* tratamente curente; tratamentul *este prescris* pacientului curent. Acest modul cu ontologie este necesar pentru împărtășirea tratamentelor de succes când acestea își dovedesc eficacitatea. Prin folosirea ontologiilor sistemul poate lua decizii mai ușor în privința potrivirii tratamentului sugerat având în vedere relațiile dintre informații. Al doilea modul va fi integrat în sistemul de tratamente de succes din cloud și va permite medicilor acces din toate locațiile la tratamente de succes pe anumite boli. Această ontologie are opt componente interconectate cu relații. Relațiile în acest modul sunt următoarele: pacientul *are* o boală; pacientul *are* alergii; pacientul *are* rezultatele (rata de succes a tratamentului cu un anumit medicament); medicamentul *este luat de* pacient; medicamentul *tratează* boala; medicamentul *interacționează* cu bolile; medicamentul *interacționează* cu alte medicamente; medicamentul *interacționează* cu alergiile. Cu ajutorul acestui modul cu ontologii medicul va primi un tratament corect luând în considerare toate caracteristicile amintite. Arhitectura modulelor este prezentată în figura de mai jos [LST12][LUP13]:

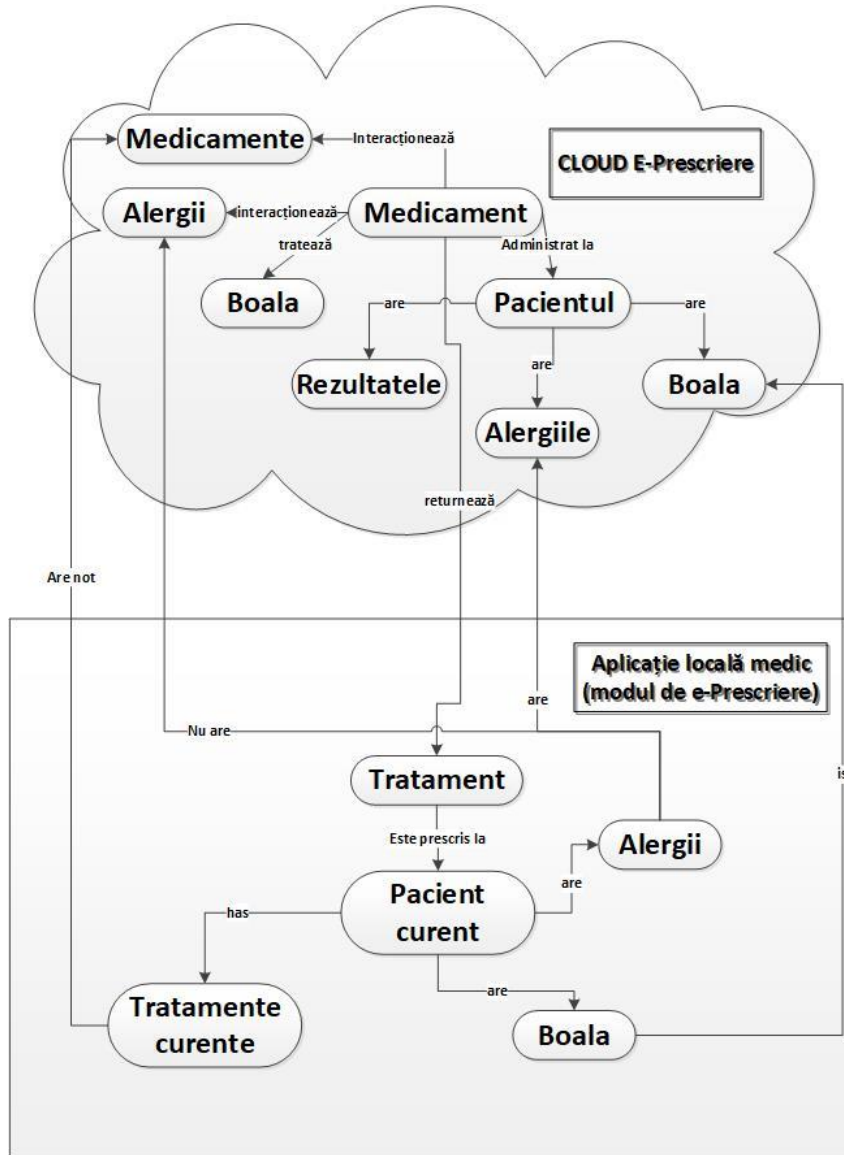


Figura 6.2 Ontologie e-prescriere

Modulele prezentate aduc un plus de încredere a medicilor în aplicațiile de decizie asistată deoarece se bazează pe tratamente acordate tot de medici. Noile tehnologii cum ar fi ontologiile, cloud computing și web-ul semantic pot îmbunătăți foarte mult aplicațiile medicale și actul medical în sine.

Pentru a testa arhitectura propusă mai sus s-a dezvoltat o aplicație în acest sens care strânge într-o bază de date tratamentele de succes și le sugerează în momentul în care medicul introduce o nouă boală la un anumit pacient. Prototipul creat poate salva caracteristicile pacienților și tratamentele de succes pentru

anumite boli precum și poate sugera tratamente pentru alți pacienți la boli deja existente în sistem cu tratamente testate. Figura 6.3 prezintă fluxul propus pentru monitorizarea efectelor tratamentelor și viitoarele sugestii de tratamente pentru pacienți similari cu aceleași boli.

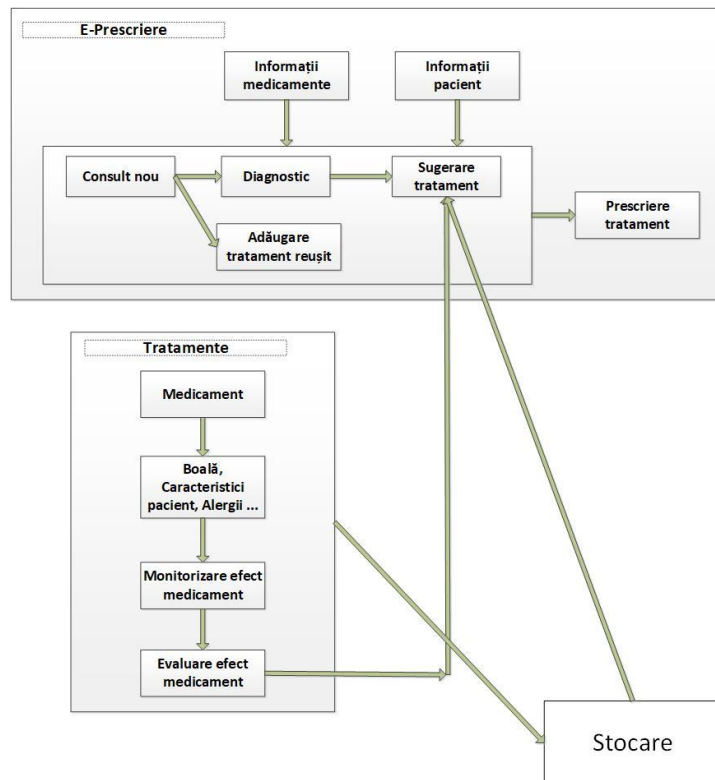


Figura 6.3 Monitorizarea tratamentelor

După cum se prezintă și în figura 6.3 aplicația medicului va conține un modul care va salva evoluția bolii pentru pacientul curent pentru fiecare tratament în parte. Medicul la fiecare consult va selecta în interfața de consult modul în care a evoluat boala după medicație: a fost tratată, ameliorată sau s-a înrăutățit.

Fiecare caz în parte are asociate următoarele informații relevante pentru un tratament: numele bolii și codul ICD-10 asociat bolii respective, datele demografice ale pacientului, istoricul medical relevant (vârsta, sexul, alergii, alte boli, alte tratamente curente), medicamentele prescrise, precum și selecția medicului privind rata de succes a tratamentului (boală tratată – un tratament de succes, ameliorată sau agravată). Dacă tratamentul a avut succes acesta este salvat împreună cu caracteristicile pacientului într-o bază de date și stocat la final în cloud pentru viitoare sugestii în cazuri similare.

Prototipul a fost dezvoltat în Visual Studio 2010, Visual C#. Modulul de prescriere asistată este integrat în aplicație, dar poate fi dezvoltat și separat pentru a fi integrat în aplicații existente. Arhitectura aplicației este prezentată în figura 6.4.



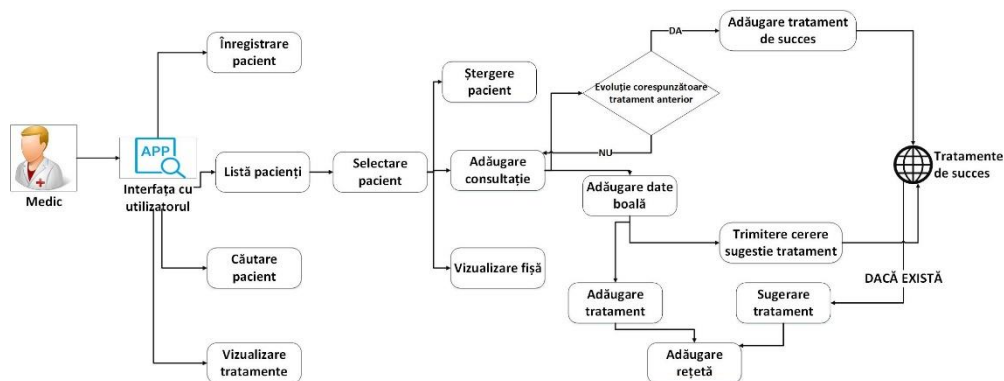


Figura 6.4 Arhitectură sistem prescriere asistată

Aplicația locală are opțiuni generale oricărei aplicații medicale cum ar fi: adăugarea de noi pacienți în baza de date locală, afișarea tuturor pacienților de la un anumit medic, adăugarea unei noi consultații pentru un anumit pacient sau vizualizarea istoricului medical la un anumit pacient. Ca și noutate față de restul aplicațiilor medicale vine cu monitorizarea tratamentelor și sugerarea unor tratamente care au avut succes la pacienți similari cu aceiași boală. În figura 6.5 se poate vedea interfața fișei de consultație pentru un pacient în aplicația propusă [LGS13].

Figura 6.5 Fișa de consultații din aplicația de prescriere asistată

Când un pacient vine la medic pentru un nou control, medicul caută pacientul în baza de date. Informațiile despre pacient sunt trecute de fiecare dată în fișa de consultație, pentru a avea acces la toate informațiile necesare acordării unui tratament corect. În situația în care un pacient vine pentru consultație pentru o boală veche, medicul poate să selecteze evoluția bolii în urma tratamentului

prescris, tratament care apare în fișa nouă de consultație. În plus medicul are acces tot timpul la toate tratamentele date și evoluția bolilor sub acele tratamente.

În cazul în care pacientul vine pentru consult și i se descoperă altă boală, medicul va introduce datele necesare pentru un nou consult și va cere sistemului să îi sugereze un tratament pentru boala curentă. Dacă în sistem există pacienți tratați de respectiva boală și corespund profilului pacientului curent în aplicația medicului va apărea un mesaj cu tratamentul furnizat precum și rata de succes pe care a avut-o în tratarea bolii. În figura 6.6 se pot vedea două dintre tipurile de mesaje care pot să apară medicului legate de tratamentul sugerat [LGS13].

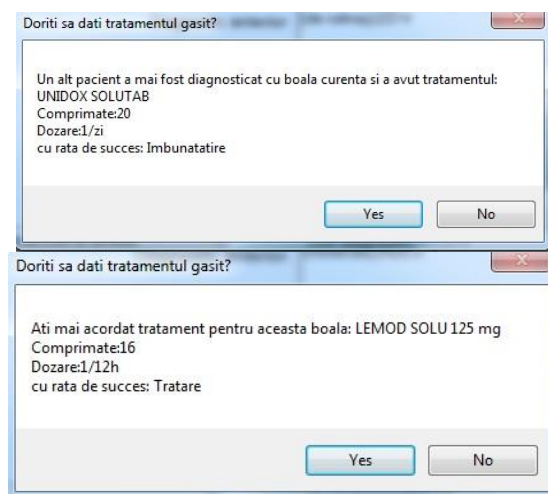


Figura 6.6 Mesaje din aplicația de prescriere asistată

De asemenea medicul poate să accepte tratamentul sugerat sau poate să nu îl accepte, alegând una din opțiunile apărute la mesajul afișat.

Beneficiile acestui prototip pot fi de un real ajutor medicilor, aceștia putând acorda tratamente testate și putând oferi o îngrijire mai eficientă a sănătății pacienților. De asemenea datele furnizate de aplicație pot să fie un suport în cercetare pentru crearea de statistici de tratamente de succes și scheme de tratament pentru viitorii pacienți. Prototipul poate fi considerat o contribuție adusă medicinei bazată pe dovezi.

Pentru generalizarea prototipului propus de prescriere asistată, modulul a fost integrat de asemenea într-o aplicație de Obstetrică și Ginecologie [VLS14]. Modulul de Tratamente Globale este stocat într-un cloud putând fi folosit de o serie de aplicații din secția respectivă. Pentru o mai bună integrare în sistemele deja existente comunicarea sistemului cu modulul de prescriere asistată se face prin intermediul mesajelor HL7 CDA. Și în acest caz medicul introduce în sistem un diagnostic la pacientul curent și cere sugerarea unui tratament din baza de date existentă. În figura 6.7 este prezentată diagrama de secvență pentru diagnosticarea și furnizarea unui tratament pentru aplicația de Obstetrică și Ginecologie.

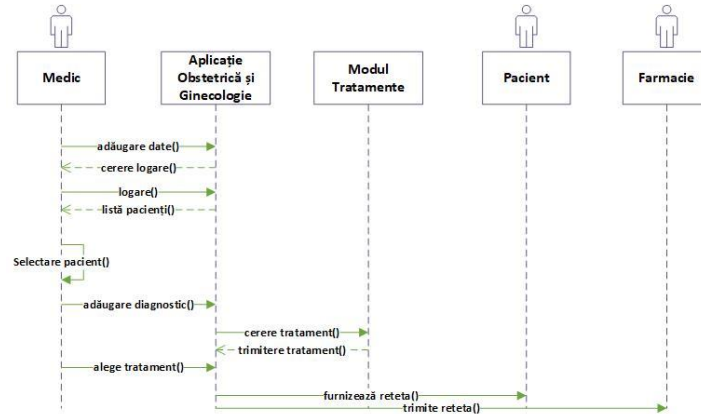


Figura 6.7 Diagramă de secvență pentru prescrierea asistată din Obstetrică și Ginecologie

Ceea ce s-a adus nou la comunicarea aplicației de Obstetrică și Ginecologie cu modulul de Sugerare de Tratamente este folosirea standardului HL7 CDA. Tratamentele de succes se trimit în spațiul de stocare prin intermediul HL7 CDA și de asemenea cererile trimise cu informațiile despre pacient către modulul de Tratamente este trimis în format HL7 CDA. O parte din structura mesajului CDA cu pacientul curent, boala curentă și istoricul medical este prezentată în figura de mai jos:

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <root>
- <ClinicalDocument xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="urn:hl7-org:v3">
  <id assigningAuthorityName="Obstetrics-Gynecology" extension="01" root="111"/>
  <code codeSystem="222" code="Obstetrics-Gynecology"/>
  <effectiveTime value="20110609"/>
  <author>
  <time value="20110609"/>
  <assignedAuthor>
    <id extension="1" root="1.3.6.4.1.4.1.2835.1"/>
    <code codeSystem="2.16.840.1.113883.5.11" code="SELF"/>
    <assignedPerson>
      <name>Dumitrescu</name>
      <id>123454</id>
    </assignedPerson>
  </assignedAuthor>
  </author>
  <custodian>
  <assignedCustodian>
    <representedCustodianOrganization>
      <id extension="1" root="1.3.6.4.1.4.1.2835.3"/>
      <name>Departamentul de Obstetrica-Ginecologie</name>
    </representedCustodianOrganization>
  </assignedCustodian>
  </custodian>
  <!-- ***** Demographics ***** -->
  <recordTarget>
  <patientRole>
    <id extension="12345" root="2.16.1.113883.3.933"/>
    <addr>
      <Judet>Arad</Judet>
      <Localitatea>Arad</Localitatea>
      <Strada>fluturilor</Strada>
      <Numar>2</Numar>
      <Bloc>B45</Bloc>
      <Scara>B</Scara>
      <Apartment>21</Apartment>
    </addr>
    <patient>
      <name>
        <Nume>Popescu</Nume>
        <Prenume>Maria</Prenume>
      </name>
    </patient>
  </patientRole>
  </recordTarget>
  </ClinicalDocument>
  </root>
  </pre>

```

```

- <tr>
  <td>Data nasterii</td>
  <td>15.05.1967</td>
</tr>
- <tr>
  <td>Alergii</td>
  <td>ibuprofen</td>
</tr>
- <tr>
  <td>Boli curente</td>
  <td>Diabet</td>
  <td>Anemie</td>
</tr>
- <tr>
  <td>Tratament curent</td>
  <td>Insulina</td>
  <td>Fier</td>
</tr>
- <tr>
  <td>Simptome</td>
  <td>febra</td>
</tr>
- <tr>
  <td>Antecedente familiale</td>
  <td>nu</td>
</tr>
</tbody>
</table>
</text>
</section>
- <component>
  - <section>
    <code codeSystem="2.16.1.113883.6.1" code="10155-0" displayName="History of Allergies"/>
    <title>Alergies and Adverse Reactions</title>
    <text/>
  </section>
</component>
</structuredBody>
</ClinicalDocument>
</root>

```

Figura 6.8 HL7 CDA cu boala curentă și caracteristicile pacientului

După cum se observă fișierul conține informații importante pentru alegerea corectă a unui tratament. Astfel sistemul poate compara datele cu ale altor pacienți cu aceeași boală și caracteristici similare. Baza de date cu tratamente a fost salvată pe cloud-ul de la Microsoft Azure (Figura 6.9), astfel medicii au acces la bază de la orice sistem ar fi conectat prin intermediul internetului.

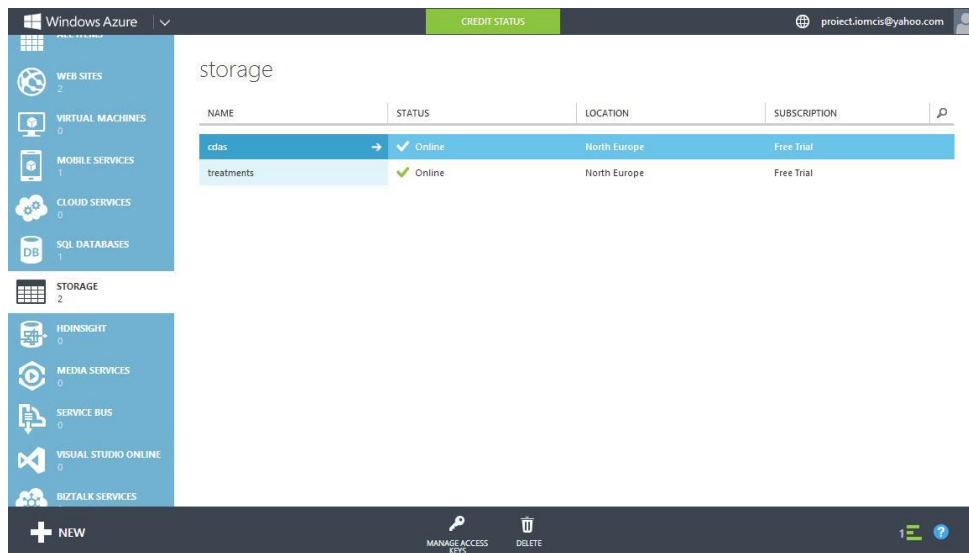


Figura 6.9 Bază de date Tratamente în Windows Azure

Tratamentele stocate în cloud vin de la toți medicii care trimit tratamente cu reușită în anumite boli. Când un medic trimite o cerere de tratament pentru un anumit pacient la o anumita boală, aplicația din cloud caută în baza de date un

tratament pentru boala respectivă și compara caracteristicile pacientului curent cu cele ale pacientului din baza de tratamente, dacă acestea corespund aplicația construiește un fișier XML cu datele despre medicamentele/tratamentul găsit. În fișierul XML este modelat tratamentul cu următoarele câmpuri: <Medicament> și <Doză> care reprezintă numele medicamentului și doza administrată pentru tratarea bolii respective. Fiecare tratament are asociat și un indicativ care reprezintă rata de succes a tratamentului respectiv pentru boala precizată. Fișierul XML este prezentat în figura următoare:

```
<?xml version="1.0"?>
- <SugerareTratamente>
  <Boala> pneumonie </Boala>
  - <Tratamente>
    - <Tratament rataTratare="90% din pacienti tratati">
      - <Medicament id="1">
        <Nume> Amoxicilina 500 mg </Nume>
        <Doza> 1 caps/8 ore</Doza>
      </Medicament>
      - <Medicament id="2">
        <Nume> ParaSinus 250 mg </Nume>
        <Doza> 1 caps/de 3 ori pe zi</Doza>
      </Medicament>
    </Tratament>
    - <Tratament rataTratare="80% din pacienti tratati">
      - <Medicament id="1">
        <Nume> Ampicilina 500 mg </Nume>
        <Doza> 1 caps/8 ore</Doza>
      </Medicament>
      - <Medicament id="2">
        <Nume> Paracetamol 500 mg </Nume>
        <Doza> 1 caps/de 3 ori pe zi</Doza>
      </Medicament>
    </Tratament>
  </Tratamente>
</SugerareTratamente>
```

Figura 6.10 XML cu sugerarea unor tratamente

Fișierul XML este trimis medicului, iar acesta poate să aleagă un tratament din cele propuse pentru pacientul curent. Această metodă poate fi integrată cu ușurință în orice sistem medical nefiind nevoie de instrumente speciale. Fișierele XML sunt interpretate cu ușurință de orice aplicație iar comunicarea este realizată prin standardul de interoperabilitate cel mai folosit în aplicațiile medicale, HL7 CDA.

În [LUP14] s-a propus de asemenea folosirea Google BigQuery pentru baza de date cu Tratamente de succes pentru analiza datelor de mari dimensiuni. De asemenea datele pot fi folosite în cercetări sau în statistică pentru îmbunătățirea actului medical și a furnizării de tratamente. Pentru folosirea Google BigQuery datele sunt stocate în GoogleCloud, un alt furnizor de stocare cloud pentru date de mari dimensiuni.

Același modul de sugerare de tratamente a fost de asemenea integrat în prototipul aplicației de pediatrie pentru diagnosticarea și tratarea copiilor pentru anumite boli [LST14]. Pentru această etapă a fost realizată o ontologie în platforma open-source Protege legată de caracteristicile și relațiile dintre informațiile folosite în stabilirea tratamentului corespunzător. În cadrul acestui modul s-a folosit nomenclatorul RxNorm care conține informații despre medicamentele din Statele Unite. Acest modul se poate integra în aplicațiile medicale internaționale, cu excepția celor care nu folosesc sau nu au nomenclatorul de medicamente. Pentru

ca acest modul să poată fi folosit și în limba română s-a apelat la extragerea informațiilor despre medicamente din surse scrise în limba română și cu medicamente existente în țara noastră. Arhitectura modulului descris este prezentat în figura 6.11. După cum se poate observa toate informațiile colectate din diferite surse sunt mapate sub forma unei ontologii care mai apoi va fi folosită la generarea și completarea prescripției electronice.

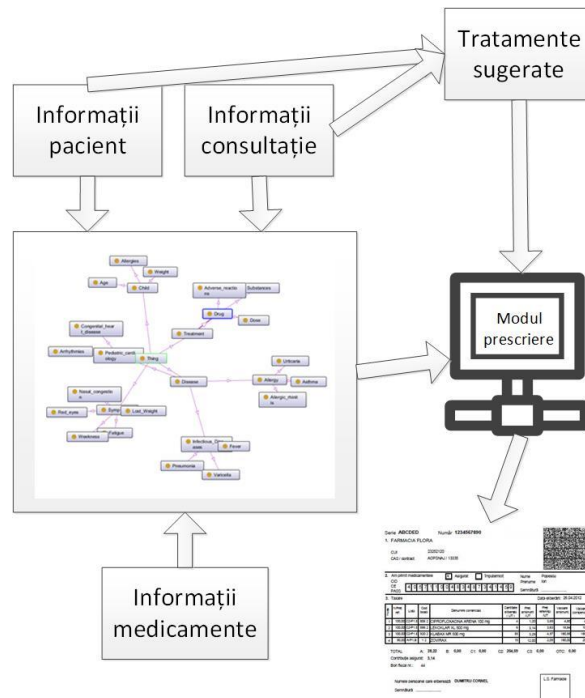


Figura 6.11 Arhitectură generală modul prescriere cu ontologii

Modulul prezentat, de colectare și sugerare tratamente de succes, care a fost integrat în mai multe aplicații, poate fi de un real ajutor medicilor în luarea unor decizii privind tratamentele prescrise. Cu ajutorul acestui modul vor fi reduse erorile de prescriere de medicamente care pot să afecteze sănătatea sau chiar viața pacienților.

## 6.2. Utilizarea ontologiilor în crearea profilelor în educație și medicină

La femeile gravide există o multitudine de riscuri ce pot să apară pe parcursul unei sarcini, riscuri care pot duce la o naștere prematură. Femeile gravide sunt în continuă monitorizare de către medicii ginecologi pe parcursul lunilor de sarcină pentru preîntâmpinarea factorilor de risc și pentru verificarea parametrilor fătului. Pentru prevenirea situațiilor de risc din cadrul sarcinii am dezvoltat o soluție pe bază de ontologii care creează profilele ale femeilor gravide și care prezintă factorii

de risc la care sunt expuse în funcție de situație [LUP17]. În figura 6.12 am realizat arhitectura modulelor pentru crearea acestor profile de risc.

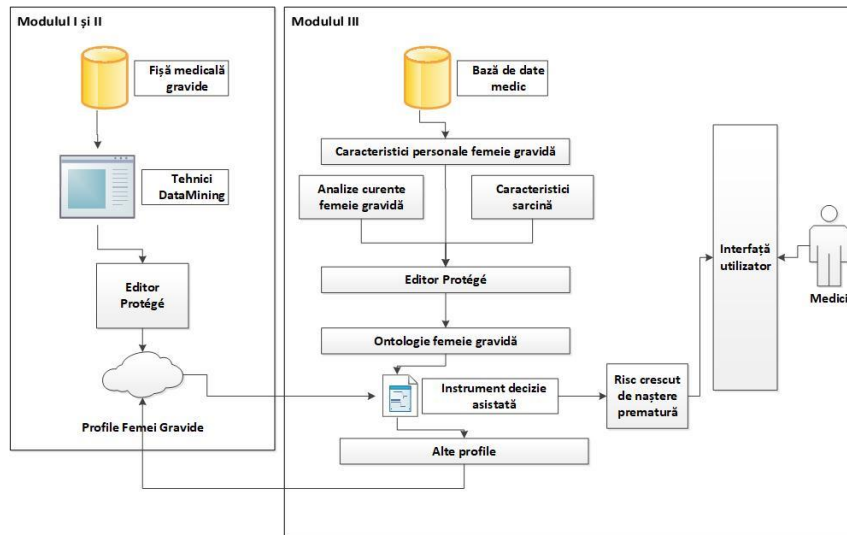


Figura 6.12 Arhitectura modulelor de creare profile ale femeilor gravide

O sarcină este considerată cu risc dacă fătul are șanse sporite de a dezvolta o problemă de sănătate. Când o sarcină este considerată cu risc crescut medicul acordă o atenție specială și o monitorizare mai strictă. Problemele care apar pe parcursul sarcinii pot pune probleme la sănătatea copilului, cum ar fi: creștere încetinită, naștere prematură, probleme cu placenta, etc. În general o sarcină poate dezvolta riscuri mai mari când femeile au probleme de sănătate cum ar fi: diabet, cancer, tensiune arterială crescută, boli de rinichi, epilepsie sau alte probleme de sănătate care pot face sarcina cu risc ridicat. De asemenea pot duce la o sarcină cu risc și anumite caracteristici ale acestora: consumă alcool sau droguri, fumează, sunt mai tinere de 17 ani sau mai în vârstă de 35 de ani, au sarcină multiplă, au avut 3 sau mai multe avorturi spontane, au avut probleme la o sarcină anterioară, au suferit o intervenție sau iau anumite medicamente.

Pentru a preveni riscurile în sarcină, soluția propusă este o aplicație bazată pe ontologii care păstrează legăturile între caracteristicile femeilor gravide, o bază de date cu rezultate din mai multe studii din sarcini și un instrument care construiește profilele femeilor gravide. Ontologia este utilizată pentru a lega caracteristicile femeilor gravide, bolilor și tratamentelor. Această abordare are ca rezultat crearea unor sisteme interoperabile care au posibilitatea de a utiliza ontologii dezvoltate anterior pentru anumite caracteristici, cum ar fi Ontologia Bolilor Umane – Ontobee [ONT18] pentru a identifica bolile din timpul sarcinii. Pe baza acestor ontologii, atunci când o nouă femeie gravidă vizitează medicul, în funcție de caracteristicile, fundalul și analiza ei, medicul îi va descrie profilul și poate lua măsuri pentru a preveni riscurile care pot apărea. Fiecare pacient are asociate informații precum: numele bolii – dacă este cazul, codul ICD10 al bolii sau altă clasificare națională a codului (de exemplu LOINC, SNOMED), datele demografice ale pacientului și istoricul medical relevant (vârstă, sex, alergii, medicamente și alte informații importante legate de sarcină).

În cadrul soluției există 3 module. Primul modul se ocupă de studiile efectuate la spital pe baze de date existente cu informații legate de femei cu nașteri premature care definește asemănările între cazuri. Cel de-al doilea modul creează ontologia bazată pe studiile efectuate anterior, iar rezultatul este stocat într-un Cloud. Cel de-al treilea modul este aplicația medicului de obstetrică și ginecologie care comunică cu ontologia din Cloud pentru extragerea profilelor și de asemenea pentru a adăuga noi profile de sarcini cu risc. Din baza de date pusă la dispoziție de medicii ginecologi am creat ontologia cu profile ale femeilor gravide cu risc crescut de naștere prematură cu toate caracteristicile care trebuie luate în considerare. Un caz de utilizare a soluției propuse este următorul: o femeie gravidă vizitează medicul pentru un nou control. Medicul introduce în sistem datele personale ale pacientei, rezultatul analizelor efectuate și alte caracteristici ce pot influența sarcina. Conform acestor date aplicația din cloud va pune la dispoziția medicului profilele femeilor cu caracteristici similare și oferă detalii despre riscurile pe care le-au avut în decursul sarcinii și dacă au născut înainte de termen. Aceste date pot fi de folos medicului pentru a preveni o naștere prematură sau alte complicații ale sarcinii. De asemenea medicul poate avea acces la procedurile și tratamentele care le-a urmat pacienta din profilul similar în cazul în care sarcina a fost dusă la termen sau alte informații care pot ajuta medicul în luarea unor decizii corecte. După nașterea copilului, dacă medicul consideră profilul pacientei util pentru alte cazuri acesta poate să trimită datele în cloud pentru adăugarea noilor informații.

Pentru acest tip de aplicație nu este necesară folosirea datelor personale (nume, prenume, cnp, adresă), astfel nefiind încălcată legea privind protejerea datelor personale. Pentru crearea profilelor sunt necesare doar date medicale.

În acest stadiu al aplicației ontologia a fost dezvoltată în aplicația Protege, dar în dezvoltările viitoare se dorește dezvoltarea unei aplicații care să dezvolte automat ontologia în funcție de anumiți parametri.

O altă contribuție în utilizarea ontologiilor a fost crearea unei aplicații care să folosească ontologii pentru a ajuta la alegerea unor cursuri corecte în vederea pregătirii suplimentare a anumitor persoane [LVS17].

Atunci când o persoană dorește să urmeze un curs nou pentru îmbunătățirea cunoștințelor este foarte important să știi ce și cum trebuie ales pentru a înțelege cât mai bine ceea ce va fi prezentat în noul curs. De exemplu este dificil să alegi parcurgerea unui curs de economie avansată dacă nu ai o bază în economia primară, sau este greu de înțeles un curs de tehnici de programare dacă nu știi programarea de bază. Pentru a veni în ajutorul acestor persoane am creat o soluție care presupune un test de verificare a cunoștințelor de bază pentru un anumit curs selectat precum și o ontologie în care se vor mapa toate caracteristicile cursantului în vederea stabilirii nivelului de pregătire anterior. O soluție de test a fost creată pentru cursuri de programare în limba română. Ontologia are două clase principale: „cursant” și „cursuri”. În clasa „cursant” vor fi caracteristicile persoanei înrolate la cursuri (nume, nivel educație, nivel cunoștințe programare pentru fiecare limbaj din cele propuse în platformă). Aceste atribute ale cursantului sunt importante în vederea stabilirii nivelului de cunoștințe pe care le are pentru urmarea unui anumit curs. De exemplu, dacă unul dintre cursanți a absolvit facultatea de Filologie și dorește să urmeze un curs de Tehnici Avansate de Programare, neavând altă pregătire suplimentară sau curs în domeniul limbajelor de programare, pe baza ontologiei, aplicația va ști că persoana respectivă nu are cunoștințele necesare în vederea urmării unui curs avansat în programare și îi va sugera un curs de inițiere în programare înainte de cel ales inițial.



În vederea alegerii unui curs persoana înregistrată va trebui să treacă un test de cunoștințe de bază pentru cursul ce dorește să îl urmeze. În figura 6.13 sunt prezentați pașii care trebuie parcurși în cadrul aplicației.

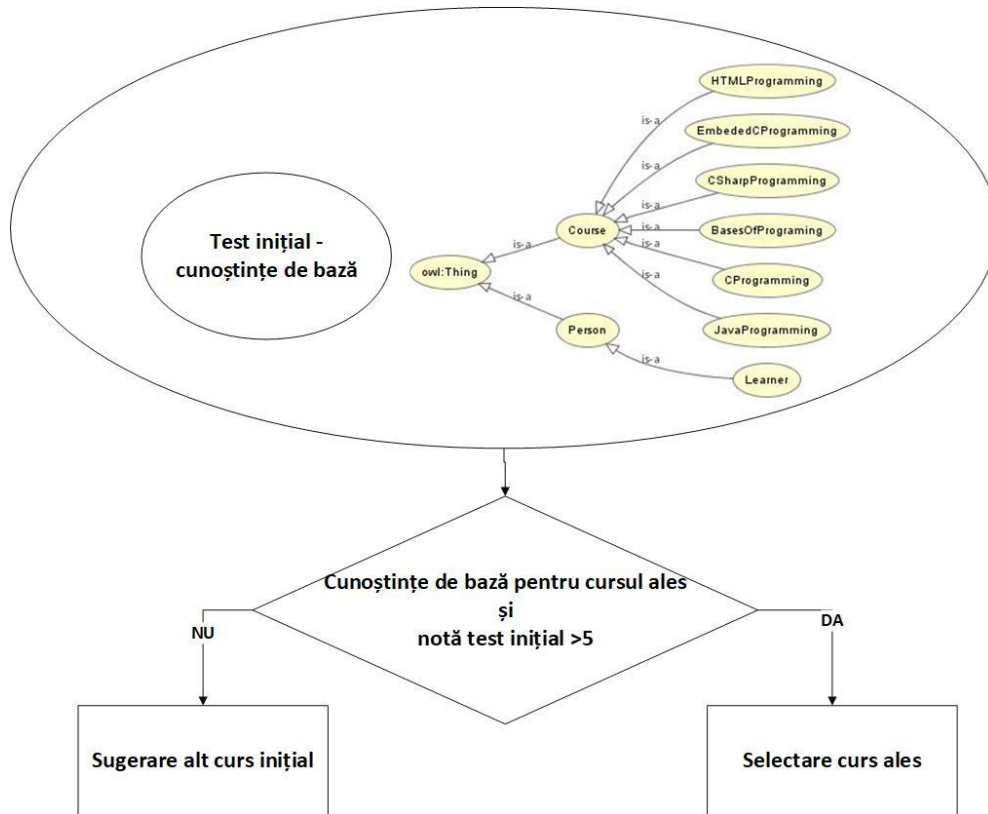


Figura 6.13 Fluxul aplicației de cursuri online

Utilizatorul poate accesa aplicația atât de pe un calculator cât și de pe o unitate mobilă (telefon/tabletă). După ce utilizatorul s-a înregistrat și a introdus toate informațiile necesare, acesta va putea să selecteze un anumit curs. Aplicația va compara datele cursantului cu cele necesare pentru urmarea cursului și va porni un test de cunoștințe în vederea urmării cursului respectiv. Dacă utilizatorul are un punctaj favorabil la test și întrunește condițiile necesare pentru urmarea cursului aplicația îi permite începerea cursului respectiv, în caz contrar aplicația sugerându-i un curs ajutător anterior cursului ales. În figura 6.14 este prezentat fluxul de informații și pașii care sunt realizați în cadul aplicației de fiecare utilizator în parte.

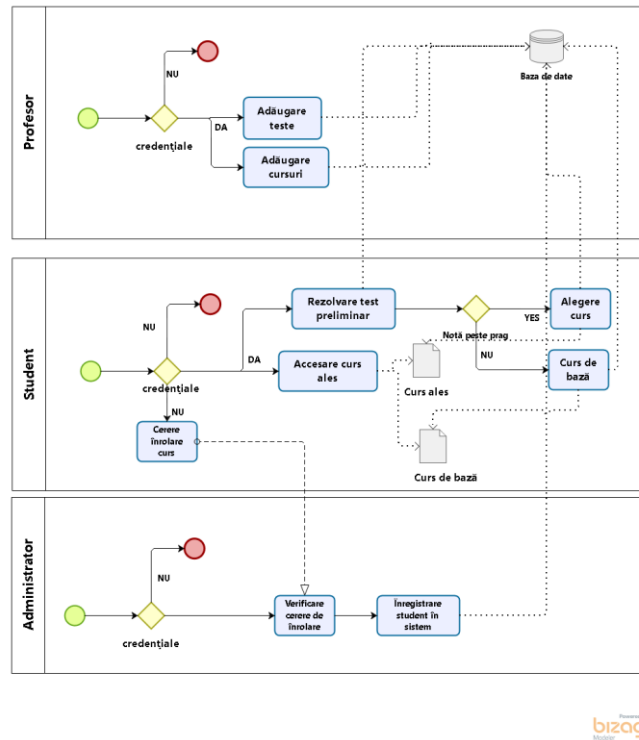


Figura 6.14 Fluxul acțiunilor din aplicație pentru fiecare tip de utilizator

Cu ajutorul ontologiilor se pot crea reguli în vederea selectării anumitor module de curs. În continuare sunt prezentate câteva reguli folosite în cadrul aplicației:

- Regula 1:* **if**(studentul are cunoștințe despre C basic) **and** (punctaj test inițial > 5) **then** (selectează cursul de Limbaj C)
- Regula 2:* **if** (studentul a absolvit informatică) **and** (punctaj test inițial > 5) **then** (selectează orice limbaj de programare)
- Regula 3:* **if** (studentul are cunoștințe de programare) **and** (punctaj test inițial < 5) **then** (sugerează un curs elementar)
- Regula 4:* **if** (studentul nu are cunoștințe de programare) **and** (cere sugerarea unui curs) **then** (sugerează un curs de bazele informaticii)

Pentru o mai ușoară înțelegere a aplicației vom prezenta în continuare un caz de utilizare a sistemului descris anterior:

- "Student1" care are "studii economice" vrea să învețe "Limbajul HTML" pentru a realiza un site web care să îi promoveze munca

- "Student1" înscrie în platformă informațiile necesare înrolării la un curs și cere parcurgerea cursului de "Limbaaj HTML"
- "Student1" primește un "test" tehnic legat de cunoștințele de bază care îi sunt necesare pentru parcurgerea cursului ales
- "Student1" primește 4 puncte din 10 la acest test
- Aplicația sugerează cursantului un curs inițial de "Bazele în limbajele de programare" înainte de a urma cursul de "Limbaajul HTML"
- "Student1" alege urmarea cursului propus
- După ce a urmat cursul propus "Student1" poate să reia testul pentru înrolarea la cursul de „HTML”
- "Student1" are de această dată 9 puncte din 10
- Aplicația permite studentului să urmeze cursul de "Limbaaj HTML".

Beneficiile aplicației constau în sprijinirea persoanelor pentru selectarea celui mai bun curs pentru o anumită situație și pentru o înțelegere a noilor informații cât mai bună în funcție de cunoștințele lor de bază. Este mai ușoară înțelegerea informațiilor noi dacă există o cunoaștere de bază a domeniului. Există o mulțime de persoane care au absolvit o anumită specialitate, pentru că nu găsesc locuri de muncă și astfel încearcă să învețe un alt domeniu. Adesea, aceste persoane tind să învețe direct o zonă specifică, fără a avea o bază solidă și intră fără pregătire într-un anumit domeniu fără posibilitatea de a dobândi cunoștințele necesare.

### 6.3. Alte contribuții în informatica medicală

Alături de alți colegi am adus îmbunătățiri în diverse părți ale informaticii medicale. Am realizat o aplicație pentru telefoanele mobile [LCS14] care lansează provocări pentru exerciții fizice, oferă premii când utilizatorii ating anumite țargeturi. De asemenea aplicația stochează un jurnal de calorii ale alimentelor consumate și un jurnal al kaloriilor consumate în timpul exercițiilor fizice.

În [SER15] am prezentat o aplicație bazată pe tehnologia cloud computing care colectează date de la pacienți prin chestionare on-line. Un chestionar conține întrebări dinamice despre dieta și stilul de viață curent al utilizatorului. După ce utilizatorul va introduce datele, aplicația va pregăti un plan nutrițional prezumtiv și va sugera diferite recomandări medicale privind un stil de viață sănătos, calculând de asemenea un factor de risc pentru anumite boli. Aplicația de asemenea conține elemente de design avansate care să atragă utilizatorii în folosirea ei și este un instrument eficient pentru fitness, nutriție sau pentru medici.

De asemenea am realizat o aplicație de screening național pentru cancerul de col uterin pentru femei între 25 și 64 de ani. Aplicația folosește tehnologia cloud computing pentru stocarea informației și comunică prin standardul HL7 CDA cu alte aplicații medicale [VID17].

### 6.4. Concluzii

Capitolul de față conține contribuții menite să sprijine activitatea cadrelor medicale tinere care nu au experiență în furnizarea unui tratament eficient precum și a altor medici cu experiență prin sugerarea unor tratamente care au fost testate de alți medici cu rată mare de reușită. Am creat o serie de modele de aplicații sau module care să fie integrate în aplicațiile deja existente. Acest tip de aplicație poate crește încrederea medicilor pentru software-ul medical, deoarece toate informațiile

oferite de sistem sunt date de către alți medici. Pacienții vor primi tratamente mai bune sau mai puține tratamente netestate pentru anumite boli. Arhitectura și instrumentele prezentate oferă un cadru flexibil pentru procesarea datelor de anvergură pentru a obține rezultate mai bune în tratamentul pacientului. Medicii au la dispoziție un instrument ușor de folosit pentru a obține informații personalizate de tratamente pentru pacienții lor. Baza de date cu tratamente se îmbunătățește în timp real cu rezultatele evaluate de medicii asociați.

Astfel în cadrul acestui capitol am prezentat următoarele contribuții:

- modelarea și implementarea modulului de ePrescriere;
- am prezentat un model de prescriere bazată pe ontologii;
- modelarea unui sistem de monitorizare a tratamentelor;
- modelarea și implementarea unui sistem de prescriere asistată, în cadrul medicinei bazate pe dovezi în care medicii pot propune tratamente de succes pentru anumite boli împreună cu toate caracteristicile pacientului tratat, precum și pot primi propuneri de tratamente din cele existente pentru o anumită boală și pentru pacienți cu aceleași caracteristici ca și cei tratați;
- modelarea și implementarea sistemului de prescriere asistată dezvoltat pe platforma Microsoft .Net cu tehnologia cloud din Microsoft Azure;
- modelarea profilelor femeilor gravide în vederea prevenirii situațiilor de risc în sarcină cu ajutorul ontologiilor;
- modelarea unui sistem de profile în educație în vederea selectării unor cursuri online în funcție de caracteristicile cursanților;
- modelarea și implementarea unei aplicații pentru promovarea exercițiilor fizice și a dietelor;
- prezentarea altor contribuții conexe la alte cercetări din domeniu realizate de colectivul în care desfășor activitatea.

## 7. CONTRIBUȚII ÎN EXTRAGEREA ȘI STRUCTURAREA INFORMAȚIILOR MEDICALE

### 7.1. Introducere

Prescrierea medicamentelor pentru anumite boli într-un mod corect și cu rată de vindecare cât mai mare este o provocare pentru toți medicii și în general pentru sistemul sanitar din întreaga lume. Numărul bolilor și al medicamentelor sunt în continuă creștere, tot mai des sunt descoperite noi tratamente pentru diferite boli ce necesită noi tratamente. Lipsa de informații suficiente privind tratamentele și lipsa uniformizării datelor existente despre medicație, precum și lipsa instrumentelor de comparare și verificare a interacțiunilor dintre pacient-medicație duce la o zonă vulnerabilă erorilor. Înainte de furnizarea unui anumit tratament este nevoie ca un medic să aibă la dispoziție o serie de date cum ar fi: istoric medical, diagnostic și informații complete despre medicamente potrivite pentru diagnosticul dat.

În furnizarea unui tratament corect un medic are nevoie de informații legate atât de pacient cât și de medicamentele disponibile pentru boala acestuia. În cadrul prospectelor de medicamente se pot găsi informații foarte importante pentru medic. Mai jos este prezentat un prospect medical al medicamentului Nurofen 200 mg, drajeuri. După cum se poate observa în cadrul prospectului avem mai multe secțiuni, cum ar fi: "Ce este Nurofen 200 mg și Pentru ce se utilizează", „Atenționări și precauții", „Ce trebuie să evitați când luați acest medicament?", „Nurofen 200 mg împreună cu alte medicamente", „Sarcina, alăptarea și fertilitatea", „Cum să luați Nurofen 200 mg", „Reacții adverse posibile", „ce conține nurofen 200 mg", etc. Aceste date sunt folosite de medicul pentru a nu prescrie o medicație greșită care să interacționeze cu alt medicament/boală/alergie/stare a pacientului. De exemplu în prospectul prezentat în Anexa 1 se poate vedea că un pacient cu ulcer gastro-duodenal nu poate să ia acest medicament. Aceleași date se regăsesc la orice prospect de medicament, doar că fiecare producător poate să denumească diferit secțiunile sau să le pună în altă ordine. Fiecare medic poate să aibă acces la prospecte online, dar trebuie să știe de existența medicamentelor respective și trebuie să citească prospectul complet pentru o informare cât mai corectă. Acest lucru ar însemna mult timp irosit pentru un medic, astfel propunem o metodă de extragere și structurare a informațiilor din prospectele medicale pentru un acces mai facil la ele.

Pentru a exemplifica un caz de folosire a structurării prospectelor vom descrie un caz posibil în momentul unui consult, prin folosirea notațiilor folosite mai jos:

$w_i$  – pagina web cu informații medicale

$W$  – mulțimea tuturor paginilor web

$w_i \in W$

$p_j^i$  – prospectul medicamentului  $j$  din pagina  $w_i$

$$p_j^i \in w_i$$

$s_k^j$  – secțiunea k a prospectului  $p_j^i$

$$s_k^j \in p_j^i$$

$S_I$  - mulțimea secțiunilor despre indicații ale medicamentelor

$S_C$  - mulțimea secțiunilor despre contraindicații ale medicamentelor

$$s_k \in S_I \cup S_C$$

$p$  – pacientul

$A$  – mulțimea afecțiunilor

$C$  – mulțimea contraindicațiilor (alergie, medicație, boală)

$a_i^p$  – afecțiunea i a pacientului p

$$a_i \in A$$

$c_j^p$  – contraindicația (alergie, medicație, boală) a pacientului p pentru anumite medicamente

$$c_j \in C$$

Pentru a alege un medicament corect este necesar ca:

$a_m^p \in s_{kl}^j$ , afecțiunea m a pacientului p să aparțină secțiunilor indicații din prospectului j

$c_n^p \notin s_{kc}^j$ , contraindicația n a pacientului p să nu aparțină secțiunilor de contraindicații ale prospectului j

$$R = \{k \mid a_m^p \in s_{kl}^j \text{ și } c_n^p \notin s_{kc}^j, m \in A^p, n \in C^p\}$$

$A^p$  – mulțimea afecțiunilor pacientului p

$C^p$  – mulțimea contraindicațiilor pacientului p

În cadrul unui consult la medic se prezintă pacientul p.

Pacientul p are  $A = \{\text{diabet zaharat, pneumonie}\}$

Pacientul p are  $C = \{\text{zahăr, ibuprofen}\}$

Medicul prescrie pacientului medicamente pentru pneumonie dar trebuie să selecteze medicamente ce nu conțin zahăr sau ibuprofen. Medicul va prescrie Ampicilină, Gentamicină și aerosoli cu Respisun și Flixotide. Pentru febră medicul

poate prescrie Algocalmin sau Ibuprofen, dar având în vedere că pacientul are contraindicații la Ibuprofen, medicul va prescrie Algocalmin. Pentru susținerea imunității medicul decide administrarea de Vitamina C, dar trebuie să ia în considerare doar comprimate fără zahăr din cauza diabetului zaharat.

Acesta este un caz de utilizare al prospectelor în cadrul cărora avem tot ce este nevoie să știm despre un anumit medicament.

Astfel vom crea o mulțime  $W = \{\text{Pagina Farmaciștilor, Help Net și CSID (Ce se întâmplă doctore)}\}$

Din aceste site-uri selectate vom crea fișiere care să conțină informații despre  $S_I$  și  $S_C$ , astfel încât la un consult medical medicul să poată primi atenționări la anumite incompatibilități sau sugestii pentru anumite indicații.

În figura 7.1 prezint schema generală a fluxului de lucru privind structurarea prospectelor medicale și folosirea informațiilor extrase prin diferite metode.

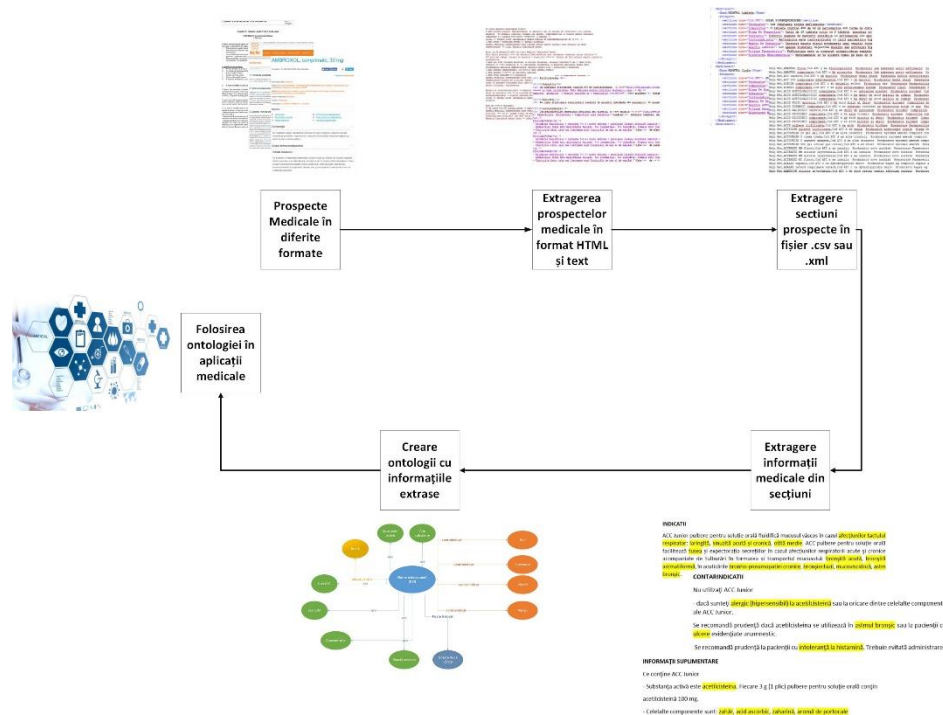


Figura 7.1 Extragerea și folosirea informațiilor din prospectele medicale

## 7.2. Extragerea datelor de pe platforma online prin tag-uri HTML

Pentru extragerea datelor de pe platforme online am ales trei site-uri web cu prospecte de medicamente. Am ales site-urile cu cele mai multe prospecte, precum și site-uri realizate cu tehnologii diferite. Unele sunt realizate doar în limbaj HTML, unele sunt realizate cu Microsoft Asp.Net iar unele au elemente AJAX. În figura 7.2

am prezentat fluxul de lucru pentru extragerea datelor de pe platforme online prin tag-uri HTML.

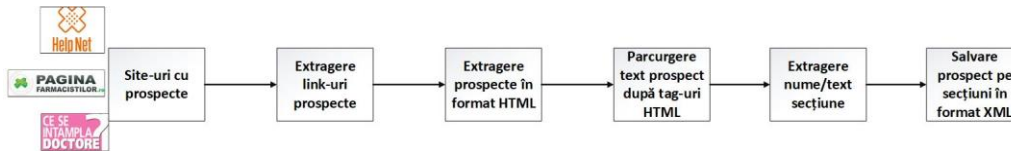


Figura 7.2 Extragere date prospecte prin tag-uri HTML

Astfel primul site care a fost ales a fost cel de la HelpNet [HLP18]. Site-ul este în format HTML cu elemente de JavaScript. Pentru a avea acces la informațiile din prospecte se vor parcurge paginile site-ului și se vor selecta nodurile HTML în care apare informația dorită.

Pentru a putea extrage prospectele de la fiecare medicament în parte trebuie să luăm din pagina de cuprins link-urile pentru fiecare medicament. În figura 7.3 este prezentat o parte din cuprinsul medicamentelor de pe pagina HelpNet.

Cardul de fidelitate | Cariere Help Net | Companie | Fundatia Help Net | Protectia Datelor

Help Net

Sanatate | Frumusete si ingrijire | Medicina naturista | Stil de viata | Ci

Home > Prospecte medicamente

**Prospecte medicamente**

Cauta prospect   **Listeaza alfabetic:** A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K -

<a href="#">AUGMENTIN, Oral</a>	<a href="#">ALDECIN, Aerosol</a>
<a href="#">ACTILYSE</a>	<a href="#">AMINOSTERIL KE 800</a>
<a href="#">ASPATOFORT</a>	<a href="#">ALMAGEL, ALMAGEL A</a>
<a href="#">APIREVEN</a>	<a href="#">AMINOFENAZONA L, Supozitoare</a>
<a href="#">ALTRAMET®</a>	<a href="#">ALERGIM PG</a>
<a href="#">AXID</a>	<a href="#">APILARNIL POTENT</a>
<a href="#">Articare Cold Spray</a>	<a href="#">Aerius Sirop</a>
<a href="#">Artrostop Crema</a>	<a href="#">Artrostop Rapid X 180 Tablete</a>
<a href="#">Ark Phyto Soya</a>	<a href="#">ANTINAL</a>
<a href="#">Alpecin Medicinal Special - Pentru</a>	<a href="#">ACTRAPID MC</a>
<a href="#">ACTRAPID HM</a>	<a href="#">ADRENOSTAZIN</a>
<a href="#">Atoderm Moussant Gel Spumant</a>	<a href="#">ADIPAT DE K + Mg</a>
<a href="#">Aparat Pentru Masurarea Tesutului Adipos Si</a>	<a href="#">ACID NICOTINIC</a>
<a href="#">ASCOLECITIN</a>	<a href="#">Abufene 400 Mg</a>
<a href="#">APILARNIL PROP</a>	<a href="#">Aparat Aerosoli Cu Compresor</a>
<a href="#">ALBUMINA UMANA</a>	<a href="#">ANTEOVIN, Tablete</a>
<a href="#">AMINOPLASMAL L-10</a>	<a href="#">AMINOPLASMAL LX-10</a>

Figura 7.3 Medicamente în site-ul HelpNet



## 7.2. Extragerea datelor de pe platforma online prin tag-uri HTML 137

Pentru a avea acces la aceste link-uri trebuie să parcurgem sursa paginii de cuprins pentru a extrage toate medicamentele. În figura 7.4 sunt prezentate link-urile medicamentelor din sursa paginii de cuprins. După cum se poate vedea medicamentele sunt puse pe fiecare pagină după prima literă a denumirii medicamentului. Ca să avem acces la toate medicamentele trebuie să parcurgem toate paginile cu link-uri de la fiecare literă în parte.

```
<section class="terme">
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/augmentin--oral">AUGMENTIN, Oral</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aldecin-aerosol">ALDECIN, Aerosol</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/astilip">ASTILIP</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aminocetil-ke-800">AMINOCETIL KE 800</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aspatofort">ASPATOFORT</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/almagel--almagel--a">ALMAGEL, ALMAGEL R</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/apireven">APIREVEN</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aminofenazona-l--supozitoare">AMINOFENAZONA L, Supozitoare</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/astiram">ASTIRAM</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/alerjim-pg">ALERJIM PG</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/axid">AXID</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/apilarnil-potent">APILARNIL POTENT</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/asticeare-cold-spray">ASTICEARE Cold Spray</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aerius-sirop">Aerius Sirop</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/astrostop-crema">Astrostop Crema</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/astrostop-rapid-x-180-tablete">Astrostop Rapid X 180 Tablete</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/ark-phyto-soya">Ark Phyto Soya</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/antinal">ANTINAL</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/alpecin-medicinal-special--pentru-scalpa-sensibil--impotriva-caderii-parului">Alpecin Medicinal Special - Pentru :
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/actrapid-mc">ACTRAPID MC</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/actrapid-hm">ACTRAPID HM</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/areostezin">AREOSTEZIN</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/atoderm-moussant-gel-spumant">Atoderm Moussant Gel Spumant</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/adipat-de-k--mg">ADIFAT DE K + Mg</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aparat-pentru-mesurarea-tesutului-adipos-si-canta-electronic">Aparat Pentru Masurarea Tesutului Adipos Si Canta
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/acid-nicotinic">ACID NICOTINIC</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/ascoclectin">ASCOCLECTIN</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/abufene-400-mg">Abufene 400 Mg</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/apilarnil-prog">APILARNIL PROG</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aparat-aerosoli-cu-compresor">Aparat Aerosoli Cu Compresor</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/albumina-umana">ALBUMINA UMANA</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/antepoviv">ANTEPOVIV, Tablete</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aminoplasma-l-10">AMINOPLASMA L-10</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aminoplasma-lx-10c">AMINOPLASMA LX -10</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aminocetil-100">AMINOCETIL L-100</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/alfachimotripsina">ALFACHIMOTRIPSINA</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/aquaphor">AQUAPHOR</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/argosol">ARGOSOL</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/avavenol">AVAVENOL</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/adversuten">ADVERSUTEN</a>
<a href="http://www.helpnet.ro/prospecte/A/arkopharma-ntb-mentolat">Arkopharma NTB Mentolat</a>
```

Figura 7.4 Link-urile medicamentelor de pe pagina HelpNet

După parcurgerea și extragerea link-urilor de la medicamente, vom accesa link-urile respective în ordine și vom prelua datele prospectelor și le vom salva în format HTML într-un anumit folder. În figura 7.5 este prezentat comparativ un prospect cum apare pe site-ul web, și cum va fi după extragerea și salvarea acestuia în format HTML.

**Nurofen Raceala Si Gripa X 12 Drajeuri**

Cauta prospect  Listaza alfabet: A B C D E F G H I J K

1. Mod de Prezentare  
Blister cu 12 drajeuri.

2. Indicatii  
Este folosit pentru tratamentul simptomatic al raceli si gripei, incluzand: durere, cefalee, febra, **obstructie nazala** si sinusita asociata cu **congestie nazala**.

3. Contraindicatii  
Alergie la ibuprofen, acid salicilic si alte AINS, **ulcer** duodenal, insuficienta renala severa, insuf. hepatica severa, ultimele 3 luni de sarcina.

4. Efecte Adverse  
Precautii in sarcina si alaptare: Nurofen este bine tolerat de majoritatea persoanelor; totusi pot sa apara urmatoarele reactii adverse: durere sau disconfort gastric, greata, erupții cutanate, iritarea/taie astmului bronsic, tulburari hepatice sau renale, **glaucom** cu unghi inchis, hipertensiune arteriala severa, **boala** uronariana severa.

5. Interactiuni  
Precautii la pacientii aflati sub **tratament** cu anticoagulante orale sau antiagregant plachetar, **tratament** cu iproniazida ( **inhibitor** de monoaminoxidaza).

**Mod de Prezentare**  
Blister cu 12 drajeuri.

**Indicatii**  
Este folosit pentru tratamentul simptomatic al raceli si gripei, incluzand: durere, cefalee, febra, **obstructie nazala** si sinusita asociata cu **congestie nazala**.

**Contraindicatii**  
Alergie la ibuprofen, acid salicilic si alte AINS, **ulcer** duodenal, insuficienta renala severa, **insuf** hepatica severa, ultimele 3 luni de sarcina.

**Efecte Adverse**  
Precautii in sarcina si alaptare: Nurofen este bine tolerat de majoritatea persoanelor, totusi pot sa apara urmatoarele reactii adverse: durere sau disconfort gastric, greata, erupții cutanate, iritarea/taie astmului bronsic, tulburari hepatice sau renale, **glaucom** cu unghi inchis, hipertensiune arteriala severa, **boala** uronariana severa.

**Interactiuni**  
Precautii la pacientii aflati sub **tratament** cu anticoagulante orale sau antiagregant plachetar, **tratament** cu iproniazida ( **inhibitor** de monoaminoxidaza).

**Mod de Administrare**  
Adultii si copiii peste 15 ani: doza initiala recomandata 2 drajeuri o data si daca este necesar se mai pot administra 1-2 drajeuri la intervale de 4-6 ore. A nu se depasa doza de 6 drajeuri nurofen pe zi (1200 mg).

**Compozitie**  
Ibuprofen 200 mg, clhidrat de pseudoefedrina 30 mg.

Figura 7.5 Prezentare comparativă prospect

Părți din algoritmul cu care s-a făcut preluarea datelor de pe site și pașii urmați sunt prezentate în codul de mai jos:

```
//preluare link-uri
for (int i = 1; i <= 26; i++)
{
    link[i] = doc.DocumentNode.SelectNodes(„//html/body/div/div[2]/section/div[2]/a[„ + i +
„]”)[0].Attributes[„href”.Value;
}
//numar medicamente pe pagina
int nr_med =
doc2.DocumentNode.SelectNodes(„//html/body/div/div[2]/div[1]/section[@class=’terms’]”)[0].ChildNodes.Count;
TextBox1.Text = TextBox1.Text + „” + nr_med;
for (int ii = 1; ii < nr_med; ii++)
{
    try
    {
        //preluare link-uri medicamente
        linkmedicam[j] = doc2.DocumentNode.SelectNodes(„//html/body/div/div[2]/div[1]/section/a[„ + ii +
„]”)[0].Attributes[„href”.Value;
        denumiremedicament[j] = doc2.DocumentNode.SelectNodes(„//html/body/div/div[2]/div[1]/section/a[„ + ii +
„]”)[0].InnerText;
        j++;
    }
}
...

```

După cum se poate observa în codul sursă prezentat anterior, pentru a extrage datele necesare a fost nevoie parcurgerea paginilor după anumite tag-uri html. Salvarea prospectului a fost făcută tot în format html pentru o mai ușoară extragere a secțiunilor, ulterior. De asemenea s-a mai efectuat o parcurgere și o salvare a datelor în format xml, în care s-a salvat doar textul prospectului. În figura 7.6 este prezentată o parte din fișierul xml cu textele prospectelor preluate.

```
<Medicamente>
<NumMedicament>ALDECIN, Aerosol</NumMedicament>
<Prospect>
    Compoziție
    Aldecin este un flacon presurizat dozat care conține o suspensie de microcristale de dipropionat de beclometazonă într-un gaz inert propulsor care conține acid oleic ca gaz
    Indicații
    Administrarea orală: Aldecin este indicat în tratamentul astmă bronșic, în mod special în tratamentul pacienților care devin dependenți în urma administrării de cort
    Dozare și mod de administrare
    A nu se depăși doza recomandată, agitați bine flaconul înainte de fiecare utilizare Administrarea orală: Posologia orală este următoarea: Adulți: 2 inhalatii (100 mcg) de 3
    Utilizarea regulată și manipularea corectă a flaconului presurizat au o importanță deosebită.
    Reacții adverse
    Administrare orală: Au fost menționate cazuri de deces prin insuficiență corticosuprarenaliană la pacienții astmatici în cursul și după trecerea de la tratamentul cu cortic
    Contraindicații
    Contraindicații: Aldecin este contraindicat în tratamentul primar al starilor de rău astmatic sau în cursul altor episoade acute de astm, când se impun alte mijloace de tra
    Precauții
    Cu toate că frecvența de apariție a infecțiilor clinice aparente localizate cu Candida albicans sau Aspergillus niger este rară, aceste infecții necesită totuși un tratamen
    Sarcina și alăptare
    Dipropionatul de beclometazonă va fi utilizat în sarcină, pe parcursul alăptării sau la femei în perioada de fertilitate numai dacă beneficiile potențiale justifică posibi
    Condiții de păstrare
    Flacoanele sunt sub presiune. Evitați expunerea lor directă la soare, căldură sau foc. Expunerea la temperaturi de peste 49 grade Celsius poate determina explozia recipie
    Forma de prezentare
    Aldecin este un flacon presurizat care a fost special conceput cu două piese adaptabile - una bucală și una nazală. Fiecare flacon (recipient) permite eliberarea a 200 doze
    <NumMedicament>ACTILISE</NumMedicament>
    <Prospect>
    <NumMedicament>ACTILISE</NumMedicament>
    <Prospect>
    Forma de prezentare
    Flacon cu substanță liofilizată a 20 mg alteplase. Flacon substanță liofilizată a 50 mg alteplase. Flacone solvent a 20, respectiv 50 ml apă distilată.
    Acțiune terapeutică
    Tratamentul fibrinolitic al infarctului de miocard, la pacienții la care tratamentul poate fi început în termen de 6-12 ore de la manifestarea primelor simptome. Tratament
    Dozare, mod de administrare: Se recomandă ca Actilyse să fie administrat cât mai curând posibil după manifestarea primelor simptome. În condiții aseptice, conținutul flaconu
    Contraindicații
    Actilyse nu se va utiliza la pacienții la care este cunoscut un risc crescut de hemoragie prin: diateză hemoragică, tratamentul cu anticoagulante orale, sange rare pericu
    Precauții
    Riscul de hemoragie cerebrală este mai mare la pacienții vârstnici, dar și eficacitatea tratamentului este mai mare la această categorie de pacienți și de aceea se recoman
    Interacțiuni
    Riscul de hemoragie poate fi marit atunci când se utilizează derivate cumarinice, inhibitori ai agregării plachetare, heparina sau alte substanțe active care afectează pr
    Sarcina și alăptare
    Experiența în ceea ce privește administrarea Actilyse în cursul sarcinii și alăptării este limitată. În cazul unei afecțiuni acute care prezintă un risc pentru pacienta, se
    Reacții adverse
    Cea mai frecventă reacție adversă asociată cu administrarea produsului Actilyse este sange rarea, care are ca rezultat o scădere a valorilor hematocritului și/sau ale hemog

```

Figura 7.6 Fișierul XML cu prospecte nestructurate HelpNet

De pe site-ul HelpNet am reusit extragerea unui numar de 3002 prospecte pentru diferite medicamente.

Următorul site ales pentru extragerea prospectelor a fost Pagina Farmacistilor [PFR18]. Site-ul este în format HTML cu elemente de JavaScript și Ajax. Pentru a avea acces la informațiile din prospecte se vor parcurge paginile site-ului și se vor selecta nodurile HTML în care apare informația dorită.

În cadrul acestui site vom parcurge link-urile prospectelor și vom lua în același fel informațiile necesare pentru prospectele medicamentelor. În Figura 7.7 este prezentat cuprinsul la acest site pentru prospectele disponibile.

The screenshot shows a search interface with a search bar containing 'cauta aici' and a magnifying glass icon. Above the search bar are buttons for letters A through V, and below it are buttons for 'X' and 'toate'. To the right of the search bar is a list of medicines under the heading 'Lista medicamente A01AB. ANTIINFECTIOASE LOCALE:'. The list includes:

- CITROLIN solutie uz extern fara alcool**: Forma de prezentare: solutie uz extern fara alcool; ATC: A01AB. ANTIINFECTIOASE LOCALE; Producator: Pharco Pharmaceuticals
- EUROSEPT comprimate pentru supt**: Forma de prezentare: comprimate pentru supt; ATC: A01AB. ANTIINFECTIOASE LOCALE; Producator: Europharm
- HEXORAL spray**: Forma de prezentare: spray; ATC: A01AB. ANTIINFECTIOASE LOCALE; Producator: Godecke Parke Davis
- OROFAR tablete**: Forma de prezentare: tablete; ATC: A01AB. ANTIINFECTIOASE LOCALE; Producator: Zyma

On the left side, there is a 'Caută medicament' section with a search bar and a 'Categorii' section with buttons for 'Nume comercial', 'Cod ATC', and 'Producator'. Below that is a 'Prospecte apreciate' section listing:

- AUGMENTIN comprimate
- LIV. 52 comprimate
- BANEOCIN unguent
- DIPROPHOS solutie injectabila
- BROMHEXIN comprimate
- SMECTA pulbere suspensie

Figura 7.7 Medicamente în site-ul Pagina Farmacistilor

Și în cadrul acestui site vom parcurge și salva link-urile în care se află prospectele medicamentelor. În cadrul acestui link o parte din lista link-urilor medicamentelor este prezentată în figura 7.8.

```
<div class="search_top">Prospecte apreciate</div>
<div class="search_center">
  <ul>
    <li>
      <a href="/medicamente/prospect-augmentin-2109/" title="Medicament: AUGMENTIN comprimate">
        AUGMENTIN comprimate
      </a>
    </li>
    <li>
      <a href="/medicamente/prospect-liv--52-1092/" title="Medicament: LIV. 52 comprimate">
        LIV. 52 comprimate
      </a>
    </li>
    <li>
      <a href="/medicamente/prospect-baneocin-193/" title="Medicament: BANEOCIN unguent">
        BANEOCIN unguent
      </a>
    </li>
    <li>
      <a href="/medicamente/prospect-diprophos-564/" title="Medicament: DIPROPHOS solutie injectabila">
        DIPROPHOS solutie injectabila
      </a>
    </li>
  </ul>

```

Figura 7.8 Link-uri medicamente site-ul Pagina Farmaciștilor

De această dată prospectele au fost extrase doar în fișier xml, fiecare medicament având nodul de denumire medicament și prospectul aferent lui. În figura 7.9 este prezentat o parte din fișierul xml cu prospecte extrase, precum și modul în care apare pe site un prospect.

Figura 7.9 Prospecte de pe Pagina Farmacistilor

Pentru a avea acces la prospectul și denumirea medicamentului de pe fiecare pagină s-a folosit următoarea secvență de cod:

```
string denumire_medicament = doc.DocumentNode.SelectNodes(„//body//div[1]//div[1]//div[1]//div[1]//h1”) [0].InnerText;
string p1 = doc.DocumentNode.SelectNodes(„//body//div[1]//div[1]//div[2]//div[ul”)[1].InnerText;
string p2 = doc.DocumentNode.SelectNodes(„//body//div[1]//div[1]//div[2]//div[div[4]”)[1].InnerText;
```

După cum se poate observa modul de a accesa nodurile diferă față de site-ul anterior. Fiecare site este creat după un anumit template și cu anumite elemente, astfel ca pentru a ajunge la anumite informații trebuie parcurs fiecare nod separat și diferit de la un site la altul. De pe site-ul Pagina farmaciștilor am extras un număr de 1630 de prospecte.

În același fel, doar ca din nou prin intermediul altor selecții de noduri am preluat prospectele medicamentelor de pe pagina “Ce se întâmplă doctore?”[CID18]. De pe acest site am extras un număr de 3879 de prospecte. În figura 7.10 este prezentat comparativ pagina unui prospect precum și o parte din documentul xml extras de pe acest site.

## Permazole 100 mg/5 ml, suspensie orală

Companie: EIPICO MED SRL

Like 0 Share G+ Tweet

[← înapoi la Medicamente](#)Substanța activă: **mebendazol**Clasa ATC: **Produce antiparazitare, insecticide > Anthelmintice > Antinematode > Derivați de benzimidazol, P02CA**Afețiuni: **utilizat pentru tratarea infecției cu următorii viermi intestinali: Enterobius vermicularis, Trichuris trichiura, Ascaris lumbricoides, Ankylostoma duodenale, Necator americanus**Acțiune terapeutică: **anthelmintic**Format: **suspensie orală**Producător: **FELSIN Farm. SRL**

### Cuprins

01	<a href="#">Ce este PERMAZOLE și pentru ce se</a>	02	<a href="#">Înainte să utilizați PERMAZOLE</a>
03	<a href="#">Cum să utilizați PERMAZOLE</a>	04	<a href="#">Reacții adverse posibile</a>
05	<a href="#">Cum se păstrează PERMAZOLE</a>	06	<a href="#">Informații suplimentare</a>

### Ce este PERMAZOLE și pentru ce se utilizează

Permazole conține mebendazol. Acesta aparține unui grup de medicamente denumite anthelmintice. El este utilizat pentru tratarea infecției cu următorii viermi intestinali:

- *Enterobius vermicularis*;
- *Trichuris trichiura*;
- *Ascaris lumbricoides*;
- *Ankylostoma duodenale*;
- *Necator americanus*.

```
<Site nume="CSID">
<Medicament>
<Name> Permazole 100 mg/5 ml, suspensie orală </Name>
<Prospect>
<sectiune nume="Substanta Activa">mebendazol </sectiune>
<sectiune nume="Clasa ATC">Produce antiparazitare, insecticide sgt: Anthelmi
<sectiune nume="Afectiuni">utilizat pentru tratarea infecției cu următorii vier
<sectiune nume="Actiune Terapeutică">anthelmintic</sectiune>
<sectiune nume="Format">suspensie orală </sectiune>
<sectiune nume="Producator">FELSIN Farm. SRL</sectiune>
<sectiune nume="Sectiuni Prospect">Ce este PERMAZOLE și pentru ce se utilizeza:
```

Înainte să utilizați PERMAZOLE

Cum să utilizați PERMAZOLE

Reacții adverse posibile

Cum se păstrează PERMAZOLE

Informații suplimentare

&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Detalii"&gt;susCe este PERMAZOLE și pentru ce se utilizează Perm

&lt;/Prospect&gt;

&lt;Medicament&gt;

&lt;Medicament&gt;

&lt;Name&gt;ACAMDL 10 mg/ml soluție perfuzabilă&lt;/Name&gt;

&lt;Prospect&gt;

&lt;sectiune nume="Substanta Activa"&gt;paracetamol&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Clasa ATC"&gt;Sistemul nervos sgt: Analgezice sgt: Analgezice-an

&lt;sectiune nume="Afectiuni"&gt;dureri de intensitate moderată, febra&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Actiune Terapeutică"&gt;analgezic, antipiretic &lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Format"&gt;soluție perfuzabilă&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Producator"&gt;Teva Pharmaceuticals Works Private Limited Compu

&lt;sectiune nume="Sectiuni Prospect"&gt;Ce este Acamol și pentru ce se utilizează

Înainte să utilizați Acamol

Cum să utilizați Acamol

Reacții adverse posibile

Cum se păstrează Acamol

Informații suplimentare

&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Detalii"&gt;susCe este Acamol și pentru ce se utilizeazăAcest me

&lt;/Prospect&gt;

&lt;Medicament&gt;

&lt;Medicament&gt;

&lt;Name&gt;Acataleric, 10 mg comprimate&lt;/Name&gt;

&lt;Prospect&gt;

&lt;sectiune nume="Substanta Activa"&gt;loratadină&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Clasa ATC"&gt;Sistemul nervos sgt: Analgezice sgt: Analgezice-an

&lt;sectiune nume="Afectiuni"&gt;rinitele alergice, usturime oculară, mâncărime ocu

&lt;sectiune nume="Actiune Terapeutică"&gt;antihistaminic&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Format"&gt;comprimate&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Producator"&gt;HS Pharmacia Sp.z.o.o.&lt;/sectiune&gt;

&lt;sectiune nume="Sectiuni Prospect"&gt;Ce este Acataleric și pentru ce se utilizeza

Înainte să utilizați Acataleric

Cum să utilizați Acataleric

Reacții adverse posibile

Figura 7.10 Medicamente CSID

După cum se poate observa structura prospectelor și secțiunilor este puțin diferită față de celelalte site-uri. În același fel se prezintă toate site-urile pe care găsim prospecte ale medicamentelor. Structura și modul de reprezentare a acestora este diferit. Pe unele site-uri găsim și text brut în format pdf care este imposibil de citit prin program.

## 7.3. Structurarea prospectelor pe secțiuni

Odată extrase prospectele din surse externe acestea trebuie structurate pe secțiuni, pentru a avea un acces mai ușor prin aplicații la informațiile respective. În fiecare prospect se precizează pentru ce este folosit un anumit medicament, ce substanțe conține, care sunt contraindicațiile sau în ce doze poate fi luat în funcție de afecțiune sau vârstă. Toate aceste informații sunt stocate în mod nestructurat, doar citind tot prospectul se pot ști informațiile necesare despre un anumit medicament.

Pentru a structura informațiile colectate am încercat două metode. Una din ele este din nou prin parcurgerea anumitor tag-uri și salvarea informațiilor în fișier xml pe secțiuni, iar a doua metodă a fost prin crearea unui fișier de denumiri de secțiuni și structurarea acestora independent de formatarea textului.

### 7.2.1. Structurarea prin tag-uri HTML

Pentru prospectele extrase de pe site-ul HelpNet am parcurs fișierele html și am extras prin anumite reguli secțiunile și textele aferente secțiunilor respective. În cadrul acestui site toate secțiunile aveau tag "`//b`" (erau scrise cu litere groase), și

astfel am putut face distincție între nume de secțiune și textul secțiunii respective. Regula a putut fi aplicată în general la toate prospectele. După rularea algoritmului s-a ajuns la concluzia ca prospectele au fost în mare parte corect structurate, probleme au intervenit doar în cadrul unor elemente care deși erau scrise cu litere îngroșate acestea nu erau secțiuni, iar în acest fel au apărut secțiuni care nu ar fi trebuit să existe sau unele secțiuni au fost dublate. În figura 7.11 se poate vedea un exemplu din fișierul xml cu secțiunile extrase prin tag-uri html.

```
<NameMedicament>DICLOGESIC.html</NameMedicament>
<sectiuni>
<Farmacologie> al biosintezei de prostaglandine acestea avand un rol major in producerea inflamatiei, durerii, febrei. proprietatile antiinfl
<ActiuneTerapeutica> artrite reumatoide, osteoartrite si anchilopoetica; nonarticular; afectiuni musculo-scheletale, sindroame dureroase
<Dozare> doza zilnica de diclogesic trebuie adaptat la toleranta si raspunsul la al pacientului. uzual se recomanda 100-150 mg pe zi n 2-3 prize. se
<ContraindicatiiSiPrecautii> diclogesic este contraindicat la pacientii cu la diclofenac si la pacientii cu peptic. ca si alte este contr
<ReactiiAdverse> diclogesic este in general bine tolerat. se pot mentiona tulburari gastrointestinale minore, cefalee, somnolenta, nar prurit.
<ContraindicatiiSiPrecautii> diclogesic trebuie administrat cu grija pacientilor cu boli cardiovasculare si gastrointestinale. pacientii cu tu
<FormaDePrezentare />
</sectiuni>
<NameMedicament>DIETET.html</NameMedicament>
<sectiuni>
<FormaDePrezentare> produs dietetic natural obtinut din extracte vegetale si fibre alimentare, conditionat sub forma de granule. flacon cu 180
<Compozitie> extracte din: prunus communis, cichorium intybus, vitis vinifera, taraxacum officinalis, carum carvi, tarate de grau, drojdie de
<ActiuneTerapeutica> produsul contine principii active vegetale cu activitate complexa asupra organismului uman, care stimuleaza toate functii
<ActiuneTerapeutica> obezitate, pofta de mancare exagerata, cronica. pentru combaterea obezitatii, a poftei de mancare exagerate si a tendi
<Dozare />
</sectiuni>
<NameMedicament>DIFEBIOM.html</NameMedicament>
<sectiuni>
<PrezentareFarmaceutica> comprimate continand antocianozide din vaccinum myrtillus 100 mg (cutie cu 20 buc.).</PrezentareFarmaceutica>
<ActiuneTerapeutica> mareste rezistenta capilarelor si exercita actiune asupra acestora, tonifica venele.</ActiuneTerapeutica>
<ActiuneTerapeutica> ca adjuvanta in ateroscleroza, hipertensiune arteriala, angiopatii diabetice, afectiuni vasculare retiniene, purpura, t
<Dozare />
</sectiuni>
<NameMedicament>DIFLUCAN.html</NameMedicament>
<sectiuni>
<CompozitieCalitativaSiCantitativa> diflucan contine ca ingredient activ fluconazol si se prezinta sub forma de capsule de 50 mg, 100 mg, 150
<FormaFarmaceutica> capsule, pulbere pentru orala, i.v..</FormaFarmaceutica>
<ActiuneTerapeutica> tratamentul poate fi instituit inainte de a afla rezultatul culturilor sau altor de laborator: dar odata ce aceste rezu
<Dozare> doza zilnica de fluconazol trebuie sa se bazeze pe natura si severitatea infectiei fungice. majoritatea cazurilor de vaginala raspa
<ClearanseculCreatininei>sgt; 50100 411-5050 spacientii dializati regulato doza dupa fiecare sedinta de dializa fluconazolul poate fi administr
<Dozare>sgt; 50100 411-5050 spacientii dializati regulato doza dupa fiecare sedinta de dializa fluconazolul poate fi administrat fie oral, fie
<ContraindicatiiSiPrecautii> fluconazolul nu se va administra ilor cu sensibilitate cunoscuta la sau la i compusi azolici inruditi. fluor
<ContraindicatiiSiPrecautii> fluconazolul s-a asociat cu rare cazuri de toxicitate hepatica severa, uneori fatale, la i cu afectiuni grave de
<ContraindicatiiSiPrecautii> anticoagulante: intr-un studiu de interactiune, fluconazolul a crescut timpul de protrombina dupa administrarea
<SarcinaSiAlaptare> sarcina: fluconazolul a fost putin folosit la om in timpul sarcinii. reactii adverse fetale s-au observat la animale, doaz
<EfecteSecundare> fluconazolul este in general bine tolerat. cele mai comune efecte secundare asociate cu fluconazolul legate de tractul gas
<Supradozare> s-a raportat un caz de cu fluconazol. un in varsta de 42 de ani infectat cu virusul imunodeficientei umane a prezentat haluc
<ProprietatiFarmacodinamice> fluconazolul face parte dintr-o noua clasa de agenti antifungici triazolici, fiind un puternic si specific al i
<ProprietatiFarmacocinetice> proprietatile farmacocinetice ale fluconazolului similare in administrarea orala si i.v.. dupa administrarea
<DatePreclince> carcinogeneza: fluconazolul s-a dovedit a nu avea potential la soareci si sobolani tratati oral timp de 24 de luni cu doze
<ParticularitatiFarmaceutice> lista excipientilor: capsule, fluconazol capsule contine ca excipientii lactoza, de porumb, dioxid de coloid
<Compatibilitati> fluconazol i.v. este compatibil cu umatoarele solutii perfuzabile: 20% ringer; hartman; clorura de in dextroza;
<ConditiiDePastzare />
</sectiuni>
```

Figura 7.11 Parte din fișierul xml cu prospecte structurate după tag-uri

S-a încercat aceeași tip de structurare și pentru celelalte două site-uri, dar având în vedere că structura acestora diferea mult, nu se face distincție între numele de secțiune și textul secțiunii nu s-a putut extrage decât un număr foarte mic de prospecte [LUP18].

## 7.2.2. Structurarea prospectelor prin denumiri de secțiuni

Pentru a elimina această problemă a structurii și formătărilor prospectelor în format HTML s-a încercat o altă variantă de structurare și împărțire a prospectelor pe secțiuni. Astfel am creat un fișier text în care am adunat toate numele de secțiuni disponibile în prospecte și am creat un algoritm care să parcurgă prospecte în format brut, neținând cont de formatarea acestora și să le împartă după secțiuni. În figura 7.12 am prezentat o diagramă cu fluxul de lucru pentru structurarea prospectelor prin denumirile de secțiuni.

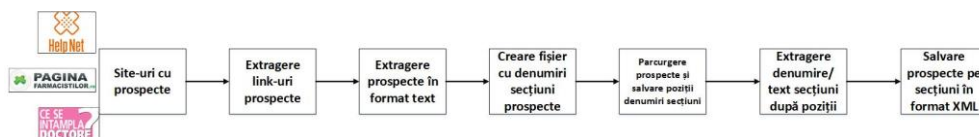


Figura 7.12 Flux de lucru pentru structurarea prospectelor prin denumiri de secțiuni

În primul rând fișierul creat cu secțiuni a fost ordonat și denumirile transformate doar în litere mici. În figura 7.13 se poate vedea prima parte a fișierului cu secțiuni în forma inițială și în forma ordonată.

Sectionizor - Notepad	SectioniOrdonate.txt - Notepad
Compozitie si mod de prezentare	abilitatea de a conduce automobile sau de a c
Indicatii	absorbție și excreție
Contraindicații	abuzul și dependența de medicament
Reacții Adverse	acțiune
Interacțiuni	acțiune farmaceutică
Mod de Administrare	acțiune farmacodinamică
Substanța activă	acțiune farmacologică
Compozitie	acțiune farmacoterapeutică
Acțiune farmaceutică	acțiune terapeutică
Măsuri de precauție	acțiune terapeutică și indicații
Reacții adverse	acțiune terapeutică și indicații
Dozare și mod de administrare	activitate biologică
Eliberarea medicamentului	administrare
Forma de prezentare	administrarea orală
Compozitie și Mod de Prezentare	ambalare
Compozitie și Mod de Ambalare	ambalaj
Interacțiuni cu alte medicamente	ambalare
Mod de utilizare	antagonizarea efectului
Precauții	aplicare
Indicații terapeutice	asocieri cu alți agenți antimicrobieni
Prezentare farmaceutică	asocieri medicament oase
Acțiune terapeutică	atenție
Mod de administrare	atenționare specială
Prudență	atenționari
Contraindicații și reacții adverse	atenționari și precauții
Interacțiuni medicamentoase	atenționari și precauții speciale
Condiții de păstrare	atenționari speciale
Acțiune terapeutică și indicații	atenționari speciale, precauții la utilizare
Acțiune farmacoterapeutică	avertismente

Figura 7.13 Fișier txt cu denumiri de secțiuni din prospecte

Pentru a începe structurarea în primul rând s-au încărcat în program fișierele xml cu prospecte preluate în format brut de pe cele trei site-uri precizate mai sus, precum și fișierul text cu denumirile secțiunilor ordonate. Datele structurate vor fi din nou salvate într-un fișier xml pentru o mai ușoară folosire a acestora ulterior, xml fiind un format recunoscut în toate mediile de programare și pe toate platformele.

După încărcarea datelor s-a trecut la parcurgerea fiecărei secțiuni și căutarea acesteia în textul prospectului, pentru fiecare prospect în parte. Dacă secțiunea se găsește într-o listă de structuri de două elemente întregi se va salva index-ul de start al secțiunii în text și lungimea acesteia:

```
listaPozitii.Add(new pozitiiSectiuni(pozStart, lungime));
```

După ce avem lista de poziții a tuturor secțiunilor vom trece la rafinarea acesteia, deoarece având în vedere că în prospecte sunt denumiri de secțiuni asemănătoare, algoritmul a salvat pozițiile tuturor cuvintelor care se găsesc în fișierul cu denumiri de secțiuni. De exemplu: Dacă în prospect apare denumirea de secțiune: *Indicații și Acțiune Terapeutică*, algoritmul va salva indicii pentru *Indicații*, *Acțiune*, *Acțiune Terapeutică* și *Indicații și Acțiune Terapeutică*, deoarece toate apar ca fiind denumiri de secțiuni, iar în alte prospecte pot să apară și celelalte forme. Astfel, pentru a elimina denumirile de secțiuni care sunt în plus, în primul pas vom

ordona lista de secțiuni după poziția de start în ordine crescătoare și apoi după lungime descrescătoare:

```
var ListaPozitiiSortata = listaPozitii.OrderBy(elem => elem.Start).ThenByDescending(elem => elem.Lungime);
```

După crearea listei ordonate vom parcurge la ștergerea elementelor cu aceeași poziție de start și cu lungimile cele mai mici, rămânând doar secțiunile cele mai lungi. În cazul nostru din exemplu de mai sus după această etapă se va șterge secțiunea *Indicații*, rămânând în continuare: *Acțiune*, *Acțiune Terapeutică* și *Indicații și Acțiune Terapeutică*:

```
int lastpoz = -1;
foreach (pozitie in listaPozitiiSortata)
{
    if (lastpoz != pozitie.Start)
        listaPozitiiUnique.Add(pozitie);
    lastpoz = pozitie.Start;
}
```

La următorul pas va trebui să ștergem secțiunile care conțin alte denumiri de secțiuni în cadrul secțiunii mari. În acest pas se parcurge din nou lista de secțiuni și se caută de această dată denumirea unei secțiuni în cadrul altei secțiuni. Dacă se găsește se va șterge secțiunea care este conținută în cadrul secțiunii în care este căutată:

```
int primaPozitie = listaPozitiiUnique.ElementAt(0).Start;
int lungimePrimaPozitie = listaPozitiiUnique.ElementAt(0).Lungime;
string textSectiune = textProspect.Substring(primaPozitie, lungimePrimaPozitie);
listaPozitiiFinal.Add(new pozitieSectiuni(primaPozitie, lungimePrimaPozitie));
foreach (pozitieSectiuni sectiune in listaPozitiiUnique)
{
    string textcurent = textProspect.Substring(sectiune.Start, sectiune.Lungime);
    if (!textSectiune.Contains(textcurent))
        listaPozitiiFinal.Add(sectiune);
    textSectiune = textcurent;
}
```

După parcurgerea acestui pas în cadrul exemplului nostru va mai rămâne doar secțiunea mare, și anume: *Indicații și Acțiune Terapeutică*, celelalte două denumiri fiind eliminate în cadrul acestui pas.

Un ultim pas de rafinare a secțiunilor se face prin aplicarea unui algoritm de stemming pe denumirile secțiunilor (un algoritm care extrage rădăcinile cuvintelor), pentru a elimina secțiuni multiple de tipul: *Indicații*, *Indicațiile*, *Indicațiilor*, etc. Astfel, fiecare secțiune se va împărți în cuvinte și se va ajunge la rădăcina cuvântului, iar în etapa următoare se vor căuta secțiuni cu alăturate cu aceeași rădăcină a cuvântului. De exemplu rădăcina cuvintelor din exemplu de mai sus este: *Indicat*.

```
int primaPozitie1 = listaPozitiiFinal.ElementAt(0).Start;
int lungimePrimaPozitie1 = listaPozitiiFinal.ElementAt(0).Lungime;
string textSectiune1 = textProspect.Substring(primaPozitie1, lungimePrimaPozitie1);
listaPozitiiFinal2.Add(new pozitieSectiuni(primaPozitie1, lungimePrimaPozitie1));

string[] words = Tokenize(textSectiune1);
string TextStemming = TestStemmer(new RomanianStemmer(), words);
textSectiune1 = TextStemming;
foreach (pozitieSectiuni sectiune in listaPozitiiFinal)
{
    char[] primaLitera = textProspect.Substring(sectiune.Start, 1).ToCharArray();
    string textcurent1 = textProspect.Substring(sectiune.Start, sectiune.Lungime).ToLower();
    if ((textcurent1.IndexOf(textSectiune1.TrimEnd()) < 0) || char.IsUpper(primaLitera[0]))
        listaPozitiiFinal2.Add(sectiune);
}
```



```

string[] words1 = Tokenize(textcurent1);
string TextStemming1 = TestStemmer(new RomanianStemmer(), words1);
textSectiune1 = TextStemming1;
}

```

După rafinarea secțiunilor se trece la parcurgerea listei de poziții și la formarea fiecărei denumiri de secțiuni și a textului afecent acesteia, precum și salvarea acesteia în fișierul xml cu prospecte structurate. Cu ajutorul pozițiilor de start și a lungimilor denumirilor de secțiuni, și având în vedere poziția lor în text se creează un prospect structurat pe secțiuni.

```

String nume_sectiune = textProspect.Substring(listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Start, listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Lungime);
string text_sectiune = textProspect.Substring(listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Start + listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Lungime,
listaPozitiiFinal2.ElementAt(i + 1).Start - (listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Start + listaPozitiiFinal2.ElementAt(i).Lungime + 1));

```

După parcurgerea algoritmului fișierele xml cu date structurate de pe cele trei site-uri este prezentat în figurile următoare:

```

<Site nume="Help Net">
  <Medicament>
    <Nume>ALDECIN, Aerosol</Nume>
    <Prospect>
      <sectiune nume="Compozitie"> Aldecin este un flacon presurizat dozat care contine o suspensie de microcristale de dipropionat de beclometazona intr-u
      <sectiune nume="Indicatii" />
      <sectiune nume="Administrarea Orala"> Aldecin este indicat in tratament ul astm ului bronșic , in mod special in tratament ul pacientilor care devin
      <sectiune nume="Dozare Si Mod De Administrare"> A nu se depasi doza recomandata, agitati bine flaconul inainte de fiecare utilizare Administrarea oral:
      <sectiune nume="Reactii Adverse"> Administrare orală: Au fost mentionate cazuri de deces prin insuficienta corticoidsuprarenaliana la pacientii astmat
      <sectiune nume="Contraindicatii">Contraindicatii: Aldecin este contraindicat in tratamentul primar al starilor de rau astmatic sau in cursul altor ep
      <sectiune nume="Precautii"> Cu toate ca frecventa de aparitie a infectiilor clinice aparente localizate cu Candida albicans sau Aspergillus niger este
      <sectiune nume="Sarcina Si Alaptare"> Dipropionatul de beclometazona va fi utilizat in sarcina, pe parcursul alaptarii sau la femeii in perioada de fer
      <sectiune nume="Conditii De Pastrare"> Flacoanele sunt sub presiune. Evitati expunerea lor directa la soare, caldura sau foc. Expunerea la temperatura:
      <sectiune nume="Forma De Presentare"> Aldecin este un flacon presurizat care a fost special conceput cu doua piese adaptabile - una bucala si una naza.
    </Prospect>
  </Medicament>
  <Medicament>
    <Nume>ACTILYSE</Nume>
    <Prospect>
      <sectiune nume="Forma De Presentare"> Flacon cu substanta liofilizata a 20 mg alteplase. Flacon substanta liofilizata a 50 mg alteplase. Flacoane solv
      <sectiune nume="Actiune Terapeutica"> Tratamentul fibrinolitik al infarctului de miocard, la pacientii la care tratamentul poate fi inceput in termen
      <sectiune nume="Dozare, Mod De Administrare:"> Se recomanda ca Actilyse sa fie administrat cat mai curand posibil dupa manifestarea primelor simptome.
      <sectiune nume="Contraindicatii"> Actilyse nu se va utiliza la pacientii la care este cunoscut un risc crescut de hemoragie prin: diateza hemoragica,
      <sectiune nume="Precautii"> Riscul de hemoragie cerebrala este mai mare la pacientii varstnici, dar si eficacitatea tratamentului este mai mare la ac
      <sectiune nume="Interactiuni"> Riscul de hemoragie poate fi marit atunci cand se utilizeaza derivate cumarinice, inhibitori ai agregarii plachetare, l
      <sectiune nume="Sarcina Si Alaptare"> Experienta in ceea ce priveste administrarea Actilyse in cursul sarcinii si alaptarii este limitata. In cazul un
      <sectiune nume="Reactii Adverse"> Cea mai frecventa reactie adversa asociata cu administrarea produsului Actilyse este sange rarea, care are ca rezult
      <sectiune nume="Supradozare"> Relativa specificitate a fibrinei poate induce in cazul supradozarii, o reducere semnificativa clinic a nivelului fibr
      <sectiune nume="Proprietati"> Substanta activa a Actilyse (alteplase) este o glicoproteina care activeaza transformarea plasminogenului direct in pla
      <sectiune nume="Farmacocinetica"> Actilyse este eliminat rapid din circuitul sanguin si este metabolizat mai ales la nivelul ficatului (clearance-ul p
      <sectiune nume="Conditii De Pastrare"> Substanta liofilizata va fi pastrata la adapost de lumina. Solutia preparata poate fi pastrata la frigider timp
    </Prospect>
  </Medicament>
  <Medicament>
    <Nume>AMINOSTERIL KE 800</Nume>
    <Prospect>
      <sectiune nume="Presentare Farmaceutica"> Flacon cu solutie perfuzabila continand, la 1 000 ml: aminoacizi echilibrati 50 g, sorbita 75 g, Na+ 30 mmol
      <sectiune nume="Actiune Terapeutica"> Aport echilibrat de aminoacizi, sorbita (sursa de energie) si electroliti; contine, la 1 litru 8,2 g azot total :
      <sectiune nume="Indicatii"> Aceleasi ca pentru Aminoplasmal L-10</sectiune>
      <sectiune nume="Mod De Administrare"> In perfuzia intravenoasa lenta, cel mult 20-30 picaturi/minut sau 1,3 ml/kg corp si ora; doza maxima este de 2 8
      <sectiune nume="Contraindicatii"> Aceleasi ca pentru Aminoplasmal L-10, este contraindicat si in caz de intoleranta la sorbita.&nbsp;&nbsp;&nbsp;</sectiune>
    </Prospect>
  </Medicament>
  <Medicament>
    <Nume>ASPATOFORT</Nume>
    <Prospect>
      <sectiune nume="Presentare Farmaceutica"> Fiole a 10 ml solutie apoasa injectabila continand l-aspartat de sodiu 250 mg si piridoxina hcl. 125 mg (
      <sectiune nume="Actiune Terapeutica"> Trofic hepatic, detoxifiant al amoniacului</sectiune>
      <sectiune nume="Indicatii"> Hepatita cronica, hepatita acuta, encefalopatie portală, pre coma si coma hepatica</sectiune>
      <sectiune nume="Mod De Administrare"> In perfuzie intravenoasa, 2 fiole in 300 ml solutie glucozata izotona, introduse intr-o ora (se poate repeta d
    </Prospect>
  </Medicament>

```

Figura 7.14 Prospective structurate Help Net

```

<Site nume="Pagina Farmaciștilor">
<Medicament>
<Num="ABARTAL tablete"/>
<Prospect>
<sectione nume="Cod ATC"> J01MA. FLUOROQUINOLONE</sectione>
<sectione nume="Producator">Leak</sectione>
<sectione nume="Substanta Activa">Peфлоxacina</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O tableta contine 400 de mg de pefloxacina sub forma de dihidrat de mesolat. O fiola (5 ml) contine 400 de mg de pefloxacina, sub forma de mesol
<sectione nume="Forma De Presentare">Cutii de 10 tablete; cutii cu 2 tablete - monodosa; cutii cu 10 fiole</sectione>
<sectione nume="Indicatii">Infectii cauzate de bacterii sensibile la pefloxacina: ale aparatului urinar; ale cailor respiratorii; ale nasului, gatului si urechilor; ale apu
<sectione nume="Contraindicatii">Pefloxacina este contraindicata in cazul pacientilor hipersensibili la chinolone, al copiilor sub 15 ani, al gravidei si al mamelor care
<sectione nume="Masuri De Precautie">Intrucat exista riscul producerii unei reactii fotosensibile, este de dorit ca in timpul terapiei cu Abaktal sa fie total evitata expur
<sectione nume="Reactii Adverse">Pot aparea tulburari digestive, mialgii sau artralgii, hipersensibilitate la lumina, tulburari neurologice (dureri de cap, amealea), trem
<sectione nume="Actiune Farmaceutica">Pefloxacina este un preparat antimicrobian semisintetic apartinand grupei chinolonei. Are o actiune bactericida de inlatare a repur
<sectione nume="Eliberarea Medicamentului">Medicamentul se va elibera numai pe baza de reteta medicala. </sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="ABARTAL fiole"/>
<Prospect>
<sectione nume="Cod ATC"> J01MA. FLUOROQUINOLONE</sectione>
<sectione nume="Producator">Leak</sectione>
<sectione nume="Substanta Activa">Peфлоxacina</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O tableta contine 400 de mg de pefloxacina sub forma de dihidrat de mesolat. O fiola (5 ml) contine 400 de mg de pefloxacina, sub forma de mesol
<sectione nume="Forma De Presentare">Cutii de 10 tablete; cutii cu 2 tablete - monodosa; cutii cu 10 fiole</sectione>
<sectione nume="Indicatii">Infectii cauzate de bacterii sensibile la pefloxacina: ale aparatului urinar; ale cailor respiratorii; ale nasului, gatului si urechilor; ale apu
<sectione nume="Contraindicatii">Pefloxacina este contraindicata in cazul pacientilor hipersensibili la chinolone, al copiilor sub 15 ani, al gravidei si al mamelor care
<sectione nume="Masuri De Precautie">Intrucat exista riscul producerii unei reactii fotosensibile, este de dorit ca in timpul terapiei cu Abaktal sa fie total evitata expur
<sectione nume="Reactii Adverse">Pot aparea tulburari digestive, mialgii sau artralgii, hipersensibilitate la lumina, tulburari neurologice (dureri de cap, amealea), trem
<sectione nume="Actiune Farmaceutica">Pefloxacina este un preparat antimicrobian semisintetic apartinand grupei chinolonei. Are o actiune bactericida de inlatare a repur
<sectione nume="Eliberarea Medicamentului">Medicamentul se va elibera numai pe baza de reteta medicala. </sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="ABARTAL comprimate"/>
<Prospect>
<sectione nume="Cod ATC"> N02BA. PIRAZOLONE</sectione>
<sectione nume="Producator">Leak</sectione>
<sectione nume="Substanta Activa">Peфлоxacina</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O tableta contine 400 de mg de pefloxacina sub forma de dihidrat de mesolat. O fiola (5 ml) contine 400 de mg de pefloxacina, sub forma de mesol
<sectione nume="Forma De Presentare">Cutii de 10 tablete; cutii cu 2 tablete - monodosa; cutii cu 10 fiole</sectione>
<sectione nume="Indicatii">Infectii cauzate de bacterii sensibile la pefloxacina: ale aparatului urinar; ale cailor respiratorii; ale nasului, gatului si urechilor; ale apu
<sectione nume="Contraindicatii">Pefloxacina este contraindicata in cazul pacientilor hipersensibili la chinolone, al copiilor sub 15 ani, al gravidei si al mamelor care
<sectione nume="Masuri De Precautie">Intrucat exista riscul producerii unei reactii fotosensibile, este de dorit ca in timpul terapiei cu Abaktal sa fie total evitata expur
<sectione nume="Reactii Adverse">Pot aparea tulburari digestive, mialgii sau artralgii, hipersensibilitate la lumina, tulburari neurologice (dureri de cap, amealea), trem
<sectione nume="Actiune Farmaceutica">Pefloxacina este un preparat antimicrobian semisintetic apartinand grupei chinolonei. Are o actiune bactericida de inlatare a repur
<sectione nume="Eliberarea Medicamentului">Medicamentul se va elibera numai pe baza de reteta medicala. </sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="ACC capsule"/>
<Prospect>
<sectione nume="Cod ATC"> R05CB. MEXOLITIC</sectione>
<sectione nume="Producator">Hexal Pharma</sectione>
<sectione nume="Substanta Activa">Aceticilistaina</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
<sectione nume="Forma De Presentare">Ambalaje originale cu 20, 50 si 100 capsule</sectione>

```

Figura 7.15 Prospecte structurate Pagina Farmaciștilor

```

<Site nume="CSID">
<Medicament>
<Num="Permazole 100 mg/5 ml, suspensie orală">
<Prospect>
<sectione nume="Substanta Activa">mebendazol</sectione>
<sectione nume="Clasa ATC">Prodrugs antiparazitare, insecticide sgt; Antihelmintice sgt; Antinematode sgt; Derivati de benzimidazol P02CA</sectione>
<sectione nume="Actiune Terapeutica">antihelmintic</sectione>
<sectione nume="Format">suspensie orală</sectione>
<sectione nume="Producator">FELSIN Farm. SRL</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
<sectione nume="Forma De Presentare">Ambalaje originale cu 20, 50 si 100 capsule</sectione>
<sectione nume="Informatii suplimentare">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="ACNOL 10 mg/ml solutie perfuzabila">
<Prospect>
<sectione nume="Substanta Activa">paracetamol</sectione>
<sectione nume="Clasa ATC">Sistemul nervos sgt; Analgezice sgt; Analgezice-antipiretice sgt; Anilide N02BA</sectione>
<sectione nume="Afectiuni">dureri de intensitate moderata, febra</sectione>
<sectione nume="Actiune Terapeutica">analgezic, antipiretic</sectione>
<sectione nume="Format">solutie perfuzabila</sectione>
<sectione nume="Producator">Teva Pharmaceuticals Works Private Limited Company, Pharmachemie B.V.</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
<sectione nume="Forma De Presentare">Ambalaje originale cu 20, 50 si 100 capsule</sectione>
<sectione nume="Informatii suplimentare">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="Acataleric, 10 mg comprimate"/>
<Prospect>
<sectione nume="Substanta Activa">loratadină</sectione>
<sectione nume="Clasa ATC">Sistemul nervos sgt; Analgezice sgt; Analgezice-antipiretice sgt; Anilide N02BA</sectione>
<sectione nume="Afectiuni">rinite alergice, urticarie oculară, sâncrime oculară, urticarie</sectione>
<sectione nume="Actiune Terapeutica">antihistaminic</sectione>
<sectione nume="Format">comprimate</sectione>
<sectione nume="Producator">DB Pharmacia S.p.a.o.o.</sectione>
<sectione nume="Compozitie">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
<sectione nume="Forma De Presentare">Ambalaje originale cu 20, 50 si 100 capsule</sectione>
<sectione nume="Informatii suplimentare">O capsula contine 200 mg acetilistaina, manitol, acid stearic, colorant E 171</sectione>
</Prospect>
</Medicament>
<Medicament>
<Num="ACC 200 Capsule, 200 mg">
<Prospect>
<sectione nume="Substanta Activa">acetilistaina</sectione>

```

Figura 7.16 Prospecte structurate CSID

După cum se poate observa la fiecare prospect s-au menținut denumirile de secțiuni și textul aferent acestora. Prospectele structurate prin intermediul acestui algoritm au fost extrase corect integral, probleme intervenind doar dacă a lipsit ceva denumire de secțiune din fișierul creat sau dacă au fost denumiri de secțiuni care de fapt nu erau secțiuni.

Algoritmul poate fi aplicat pe orice tip de prospect cu mențiune ca fișierul de denumiri secțiuni să fie în concordanță cu denumirile secțiunilor din medicamentele care se dorește să fie structurate [LUP18].

### 7.2.3. Structurarea automată a secțiunilor prin biblioteci de rețele neuronale

În cadrul activităților de structurare cât mai corectă a informațiilor, o a treia metodă pe care am testat-o, a fost cea prin învățarea rețelelor neuronale a numelor anumitor secțiuni deja structurate, prin diverși algoritmi de rețele neuronale și testarea acestora prin furnizarea altor texte la care rețeaua antrenată care să prezică numele corect al secțiunii. Scopul categorisirii textului este de a clasifica anumite texte în anumite categorii mai ușor de accesat. Fiecare text poate fi clasificat în unul sau mai multe categorii. Vom folosi rețelele neuronale pentru a învăța clasificatorii din exemple și pentru a categorisi automat alte documente în aceleași categorii. Rețelele neuronale lucrează doar cu reprezentări numerice ale informației astfel că textele necesită transformări suplimentare pentru a fi folosite în cadrul acestor rețele.

Pentru realizarea acestei structurări am folosit trei modele de rețele neuronale: Support Vector Machine Classifier din cadrul bibliotecii Scikit-learn, Naïve Bayes Classifier din cadrul bibliotecii Scikit-learn și Rețele Convoluționale 1D cu model secvențial din cadrul bibliotecii Keras. În figura 7.17 am realizat o schemă a fluxului de lucru pentru această structurare.

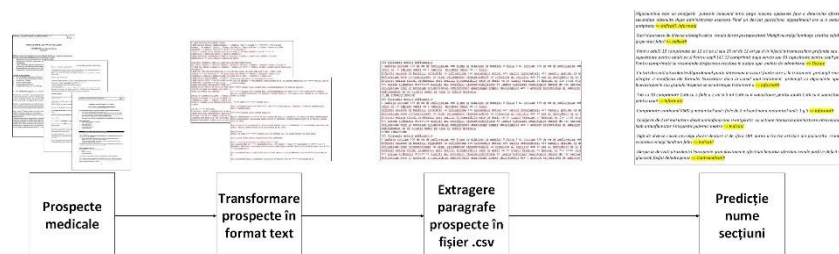


Figura 7.17 Flux de lucru pentru structurarea prospectelor prin rețele neuronale

Support Vector Machine (SVM) este un algoritm de clasificare supravegheat care este utilizat în mod extensiv și cu succes pentru sarcina de clasificare a textului. Un model SVM reprezintă o reprezentare a exemplurilor ca puncte în spațiu, cartografiate astfel încât exemplele categoriilor separate să fie împărțite printr-un decalaj clar care este cât mai larg posibil. Exemple noi sunt apoi cartografiate în același spațiu și se prevede că acestea aparțin unei categorii bazate pe partea a cărei diferență se află. SVC, NuSVC și LinearSVC din cadrul bibliotecii Scikit-learn sunt clase capabile să efectueze clasificarea pe mai multe clase într-un set de date [SCI18].

Naive Bayesian este un clasificator simplu de implementat și eficient deoarece presupune că toate cuvintele documentelor sunt independente una de cealaltă. Clasificatorul Naive Bayes este cel mai simplu clasificator probabilistic folosit pentru a clasifica documentele text. Metoda Naive Bayes este un fel de clasificator de module în baza probabilității de probabilitate și a probabilității condiționalității cunoscute. Ideea de bază este de a folosi probabilitățile comune ale cuvintelor și categoriilor pentru a estima clasa unui anumit document [MAN15].

Rețeaua neuronală convoluțională (CNN) este o clasă de rețele neuronale artificiale care utilizează straturi convoluționale pentru a filtra intrări pentru informații utile. Operația de convoluție implică combinarea datelor de intrare (hartă de caracteristici) cu un kernel de convoluție (filtru) pentru a forma o hartă a caracteristicilor transformate. Filtrele din straturile convoluționale sunt modificate pe baza parametrilor învățați pentru a extrage cele mai utile informații. CNN filtrează informațiile despre forma unui obiect atunci când este antrenată pentru recunoașterea unui obiect, dar extrage culoarea păsării atunci când este antrenată pentru recunoașterea păsărilor. Acest lucru se bazează pe înțelegerea CNN că diferitele clase de obiecte au forme diferite, dar diferite tipuri de păsări sunt mai predispuse să difere în culoare decât în formă. Aplicațiile rețelelor neuronale convoluționale includ diverse imagini (recunoașterea imaginii, clasificarea imaginilor, etichetarea video, analiza textului) și sistemele de procesare a vorbirii (recunoașterea vorbirii, procesarea lingvistică naturală, clasificarea textului), precum și sistemele de inteligență artificială de ultimă oră, cum ar fi roboți, asistenți virtuali și autoturisme [NVD18]. Pentru procesarea textului se folosesc rețelele convoluționale 1D. CNN-urile au aceleași caracteristici și urmează aceeași abordare, indiferent dacă este 1D, 2D sau 3D. Diferența cheie este dimensionalitatea datelor de intrare și modul în care filtrul de elemente traversează datele [ACK18].

Pentru a învăța aceste trei tipuri de modele de rețele neuronale am folosit datele structurate din pașii precedenți din cele trei site-uri web de prospecte medicale: HelpNet, Pagina farmacistilor și CSID. În tabelul 7.1 am prezentat numărul de date existent în fiecare fișier de date.

Nume site	Număr prospecte	Număr secțiuni
<b>CSID</b>	3814	44834
<b>Help Net</b>	2820	18336
<b>Pagina Farmaciștilor</b>	1513	22851

Tabelul 7.1 Numărul datelor folosite în structurarea prin rețele neuronale

Am creat pentru fiecare din sursele precizate câte un fișier în format .csv în care sunt următoarele informații: denumite sursă, nume medicament, denumire secțiune și text secțiune. În figura 7.18 am prezentat unul din fișierele csv folosite în aceste rețele neuronale.

```

CSV_SectiuniCSID.csv - Notepad
File Edit Format View Help
numeSectiune,numeMedicament,NumaSite,textSectiune
Substanta Activa,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,mebendazol
Clasa ATC,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Produce antiparazitare insecticide Antihelmintice Antinematode Derivati
Afectiuni,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,tilizat pentru tratarea infectiei cu urmatoorii viermi intestinali Enterobi
Actiune Terapeutica,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,antihelmitic
Format,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,suspensie orala
Producator,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,FELSIN Farm SRL
Ce este PERMAZOLE si pentru ce se utilizeaza ,Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Permazole contine mebendazol Acesta ap
e de 2 ani sus
Inainte sa utilizati PERMAZOLE , Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Nu utilizati PERMAZOLE daca sunteti alergic hipers
utilizati Metronidazol pentru anumite infectii Cimetidina pentru aciditate a stomacului in exces Discutati cu medicul dumne
de sodiu poate provoca rar reactii de hipersensibilitate grave si bronhospasm sus
Cum sa utilizati PERMAZOLE , Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Utilizati intotdeauna Permazole exact asa cum va spus me
mixte cu Trichuris trichiura Ascaris lumbricoides Ankylostoma duodenale Necator americanus doza recomandata este de 200 mg mebend
Reactii adverse posibile , Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Ca toate medicamentele Permazole poate provoca reactii adv
in 1000 utilizatori eruptie cutanata tranzitorie inflamatie ficatului modificari ale nivelului enzimelor hepatice reducerea n
Cum se pastreaza PERMAZOLE , Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,A nu se lasa la indemana si vederea copiilor A nu se ut
Informatii suplimentare , Permazole 100 mg5 ml suspensie orala ,CSID,Ce contine PERMAZOLE Substanta activa este mebendazolul Un
informatii despre acest medicament va rugam sa contactati reprezentanta locala a detinatorului autorizatiei de punere pe piata
Substanta Activa,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,paracetamol
Clasa ATC,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,Sistemul nervos Analgezice Analgeziceantipiretice Anilide N02BE
Afectiuni,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,dureri de intensitate moderata febra
Actiune Terapeutica,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,analgezic antipiretic
Format,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,solutie perfuzabila
Producator,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID,Teva Pharmaceuticals Works Private Limited Company Pharmachemie BV
Ce este Acamol si pentru ce se utilizeaza,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID, Acest medicament este un analgezic amelioraza
Inainte sa utilizati Acamol,ACAMOL 10 mg/ml solutie perfuzabila,CSID, Nu utilizati Acamol daca sunteti alergic hipersensibil la p
alte medicamente inclusiv medicamente care se elibereaza fara prescriptie medicala Acest medicament contine paracetamol si in ace
ri La pacientii care consuma cantitati foarte mari de alcool trebuie luata in considerare o reducere a dozei Sarcina si alaptare

```

Figura 7.18 Fișier csv cu secțiuni din prospecte

După crearea fișierelor pentru fiecare sursă în parte precum și pentru surse combinate am rulat pe rând cei trei algoritmi precizați anterior pentru a învăța rețeaua numele de secțiuni corespunzătoare fiecărui text și pentru a încerca ulterior prezicerea numelor de secțiuni pentru alte fișiere de text. Pentru învățare și testare am folosit combinații între sursele mai sus amintite. În următoarele tabele sunt trecute rezultatele obținute în urma rulării fiecărui algoritm pe fiecare sursă în parte. În vederea rulării algoritmilor precizați am folosit un calculator cu procesor Intel Core i5-6400 de 2.70 GHz și memorie RAM de 8 GB. La fiecare rulare s-a calculat acuratețea rezultatelor și timpul rulării.

Pentru Support Vector Machine s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Acuratețe	Timp rulare
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	53.86%	0:00:20
2	70% Help Net	30% Help Net	43.70%	0:00:22
3	70% CSID	30% CSID	56.78%	0:19:28
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	47.51%	0:00:42
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	7.36%	0:01:15
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	34.53%	0:00:40
7	Help Net	CSID	1.99%	0:01:13
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	6.23%	0:56:15
9	CSID	Help Net	3.01%	0:41:38
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	7.90%	0:02:55
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	42.58%	0:59:56
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	36.77%	0:49:02

Tabelul 7.2 Rezultate obținute la rularea SVM

În urma rulării algoritmului SVM pe datele din cele trei surse s-au obținut rezultate de acuratețe între 1.99% la surse diferite de învățare și testare și până la 56.78% la aceeași sursă de date atât pentru învățare cât și pentru test. Timpul de execuție depinde de mărimea textului și a numărului de denumiri de secțiuni din sursa de învățare, astfel că în sursele în care sunt folosite date din site-ul CSID timpul de rulare este mai mare, denumirile de secțiuni fiind mai variate și prospectele fiind mai multe.

Pentru Naïve Bayes s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Acuratețe	Timp rulare
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	68.44%	0:00:02
2	70% Help Net	30% Help Net	45.41%	0:00:05
3	70% CSID	30% CSID	57.85%	0:03:32
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	52.23%	0:00:06
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	52.35%	0:00:11
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	49.17%	0:00:05
7	Help Net	CSID	53.07%	0:00:14
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	58.95%	0:00:16
9	CSID	Help Net	55.85%	0:00:19
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	54.01%	0:00:20
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	58.30%	0:00:24
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	57.73%	0:00:24

Tabelul 7.3 Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes

La rularea algoritmului Naive Bayes pe aceleași date timpul de rulare a scăzut foarte mult, și acuratețea este mai mare la toate testările. La această metodă la datele în care sunt mai multe denumiri de secțiuni diferite (CSID) am fost nevoită să antrenez rețeaua doar mai puține secțiuni, astfel alegând secțiunile cele mai des întâlnite.

Pentru Rețeaua neuronală convoluțională s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Acuratețe	Timp rulare
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	67.05%	0:17:17
2	70% Help Net	30% Help Net	50.32%	0:12:48
3	70% CSID	30% CSID	77.47%	0:33:54
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	60.19%	0:37:22
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	68.38%	0:29:34
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	55.92%	0:41:18
7	Help Net	CSID	59.33%	0:53:07
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	69.90%	0:50:46
9	CSID	Help Net	67.14%	0:47:19
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	65.33%	0:35:29
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	68.61%	0:53:36
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	68.76%	0:55:19

Tabelul 7.4 Rezultate obținute la rularea CNN

La rularea rețelei convoluționale acuratețea a crescut și mai mult dar timpul de rulare a crescut semnificativ față de metoda precedentă. Cea mai bună acuratețe s-a înregistrat pentru date de învățare și test pentru sursa CSID (77.47%). Și în cazul acestei metode am fost nevoită să scad numărul secțiunilor de antrenament și mai mult pentru funcționarea optimă a algoritmului. La sursele ce folosesc CSID s-a scăzut până la maxim 350 de secțiuni de antrenament, din cele cu pondere cea mai mare.

În urma rezultatelor se poate vedea că procentul de acuratețe este mai mic la furnizarea unor surse noi de informații diferite față de cele cu care a fost antrenată rețeaua. După cum se poate vedea în figura 7.19 denumirile de secțiuni sunt foarte diferite de la o sursă la alta. Astfel că în prospectele de la CSID sunt un număr de aproximativ 11300 de denumiri unice pentru diferite de secțiuni, în Pagina Farmaciștilor sunt un număr de aproximativ 450 de denumiri unice de secțiuni, iar în Help Net sunt un număr de aproximativ 350 de denumiri unice de secțiuni.

Ce este PERMAZOLE și pentru ce se utilizează	Substanța activă	Compoziție și mod de prezentare
Înainte să utilizați PERMAZOLE	Compoziție	Indicații
Cum să utilizați PERMAZOLE	Forma de prezentare	Contraindicații
Reacții adverse posibile	Indicații	Reacții Adverse
Cum se păstrează PERMAZOLE	Contraindicații	Interacțiuni
Informații suplimentare	Măsuri de precauție	Mod de Administrare
Ce este Acamol și pentru ce se utilizează	Reacții adverse	Substanța activă
Înainte să utilizați Acamol	Acțiune farmaceutică	Compoziție
Cum să utilizați Acamol	Eliberarea medicamentului	Acțiune farmaceutică
Reacții adverse posibile	Indicații terapeutice	Măsuri de precauție
Cum se păstrează Acamol	Sarcina și alăptare	Reacții adverse
Informații suplimentare	Interacțiuni cu alte medicamente	Dozare și mod de administrare
Ce este Acataletric și pentru ce se utilizează	Precauții	Eliberarea medicamentului
Înainte să utilizați Acataletric	Prezentare farmaceutică	Forma de prezentare
Cum să utilizați Acataletric	Acțiune terapeutică	Compoziție și Mod de Prezentare
Reacții adverse posibile	Mod de administrare	Compoziție și Mod de Ambalare
Cum se păstrează Acataletric	Contraindicații și reacții adverse	Interacțiuni cu alte medicamente
Informații suplimentare	Interacțiuni medicamentoase	Mod de utilizare
Compoziție	Condiții de păstrare	Precauții
Indicații și Contraindicații	Acțiune terapeutică și indicații	Indicații terapeutice
Interacțiuni și Atenționări speciale	Dozare, mod de administrare	Prezentare farmaceutică
Doze și mod de administrare	Interacțiuni	Acțiune terapeutică
Reacții adverse / Supradoză	Supradozare	Mod de administrare
Fastare / Informații suplimentare	Farmacocinetica	Prezentare farmaceutică
Ce este ACC și pentru ce se utilizează	Proprietăți	Prudență
Înainte să utilizați ACC	Alte informații	Contraindicații și reacții adverse
Cum să utilizați ACC	Posologie și mod de administrare	Interacțiuni medicamentoase
Reacții adverse posibile	Efecte secundare	Condiții de păstrare
Cum se păstrează ACC	Efecte de dependență	Acțiune terapeutică și indicații
Informații suplimentare	Precauții speciale	Acțiune farmacoterapeutică
Compoziție	Mod de administrare și posologie	Posologie și mod de administrare
Indicații terapeutice și contraindicații	Forma farmaceutică	Dozare, mod de administrare:
Precauții și interacțiuni/ Atenționări speciale	Doză și administrare	Sarcina și alăptare
Doze și mod de administrare	Reacții adverse	Supradozare
Reacții adverse/ Supradoză	Mod de acțiune	Proprietăți
Păstrare/ Informații suplimentare	Doze și administrare	Farmacocinetica
		Caracteristici

Figura 7.19 Denumiri de secțiuni în surse diferite de prospecte

Problema pe care am întâlnit-o este neuniformitatea numelor secțiunilor, pentru același tip de secțiune apar diferite denumiri pentru fiecare medicament. De exemplu, pentru secțiunea de avertizare, pot apărea următoarele nume: precauție, avertismente speciale, avertismente, avertismente și precauții, precauții de utilizare, avertismente și precauții speciale, precauții, precauții, avertizare. Pentru a depăși această problemă, am început uniformizarea acestor secțiuni creând fișiere cu nume de secțiuni similare și nume de referință. Metoda pe care am propus-o [LST18] trece prin următorii pași:

- Colectarea tuturor denumirilor secțiunilor din toate sursele - prospecte de medicamente;
- Ordonarea în ordine alfabetică a numelor secțiunilor;
- Eliminarea mai multor nume, crearea unei liste de elemente unice;
- Precizarea numelor de referință pentru secțiuni drept cele mai comune și mai ușor de înțeles;
- Clasificarea și redenumirea secțiunilor uniforme.

Pentru a uniformiza numele de secțiuni am stabilit ca și nume de referință cele mai importante denumiri de secțiuni: 'Indicații', 'Contraindicații', 'Dozare', 'Sarcina și Alăptare', 'Substanța Activă', 'Compoziție', 'Reacții Adverse' și pentru oricare altă denumire de secțiune 'Informații'. Am refăcut sursele de prospecte folosind doar aceste denumiri de secțiuni și am rulat din nou cei trei algoritmi pentru toate sursele și combinațiile acestora. În următoarele table de această dată sunt prezentate rezultatele de acuratețe și timp de rulare ai algoritmilor pe datele cu secțiuni uniformizate.

Pentru Support Vector Machine s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Acuratețe	Timp rulare
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	80.64%	0:00:02
2	70% Help Net	30% Help Net	74.84%	0:00:03
3	70% CSID	30% CSID	93.08%	0:00:22
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	78.39%	0:00:06
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	66.08%	0:00:25
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	71.56%	0:00:06

<b>7</b>	Help Net	CSID	60.41%	0:00:26
<b>8</b>	CSID	Pagina Farmaciștilor	38.26%	0:00:27
<b>9</b>	CSID	Help Net	39.64%	0:00:27
<b>10</b>	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	67.70%	0:00:32
<b>11</b>	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	75.46%	0:00:39
<b>12</b>	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	76.85%	0:00:38

Tabelul 7.5 Rezultate obținute la rularea SVM

După reducerea secțiunilor și uniformizarea acestora acuratețea a crescut foarte mult față de varianta ulterioară pentru rularea algoritmului SVM. De asemenea au scăzut și timpii de rulare ai algoritmului. De această dată s-a obținut acuratețe între 38.26% pentru două surse diferite și s-a ajuns la o acuratețe de până la 93.08% pentru date de antrenare și testare din aceeași sursă.

Pentru Naïve Bayes s-au obținut următoarele rezultate:

<b>Nr.crt.</b>	<b>Date pentru învățare</b>	<b>Date pentru test</b>	<b>Acuratețe</b>	<b>Timp rulare</b>
<b>1</b>	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	80.27%	0:00:01
<b>2</b>	70% Help Net	30% Help Net	71.86%	0:00:02
<b>3</b>	70% CSID	30% CSID	85.05%	0:00:07
<b>4</b>	Pagina Farmaciștilor	Help Net	76.22%	0:00:03
<b>5</b>	Pagina Farmaciștilor	CSID	77.49%	0:00:08
<b>6</b>	Help Net	Pagina Farmaciștilor	74.04%	0:00:02
<b>7</b>	Help Net	CSID	72.38%	0:00:08
<b>8</b>	CSID	Pagina Farmaciștilor	80.91%	0:00:07
<b>9</b>	CSID	Help Net	80.27%	0:00:01
<b>10</b>	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	76.40%	0:00:09
<b>11</b>	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	79.40%	0:00:09
<b>12</b>	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	78.84%	0:00:09

Tabelul 7.6 Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes

După rularea algoritmului Naive Bayes pentru sursele de date cu secțiuni uniforme și în acest caz acuratețea a crescut semnificativ iar timpul de rulare a algoritmului a scăzut. Acuratețea în acest caz se situează între valori cuprinse între 71.86% și 85.05%, ambele fiind de această dată pentru secțiuni din aceeași sursă de date.

Pentru Rețeaua neuronală convoluțională s-au obținut următoarele rezultate:

<b>Nr.crt.</b>	<b>Date pentru învățare</b>	<b>Date pentru test</b>	<b>Acuratețe</b>	<b>Timp rulare</b>
<b>1</b>	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	91.31%	0:14:05
<b>2</b>	70% Help Net	30% Help Net	77.62%	0:11:17
<b>3</b>	70% CSID	30% CSID	91.78%	0:28:26
<b>4</b>	Pagina Farmaciștilor	Help Net	87.39%	0:20:09
<b>5</b>	Pagina Farmaciștilor	CSID	86.95%	0:21:47
<b>6</b>	Help Net	Pagina Farmaciștilor	86.98%	0:20:01
<b>7</b>	Help Net	CSID	82.86%	0:17:14
<b>8</b>	CSID	Pagina Farmaciștilor	88.02%	0:40:12
<b>9</b>	CSID	Help Net	86.38%	0:39:50
<b>10</b>	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	85.52%	0:37:53
<b>11</b>	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	87.21%	1:01:57
<b>12</b>	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	86.61%	0:56:13

Tabelul 7.7 Rezultate obținute la rularea CNN



În urma rulării algoritmului de rețele convoluționale acuratețea este cea mai mare, dar timpi au rămas în acest caz mai mari. Acuratețea are valori între 77.62% și 91.31%. După cum se poate observa acuratețea la toate combinațiile de surse este cu valori de peste 77%, ceea ce înseamnă că rata de predicție corectă a secțiunilor este cea mai bună.

După cum se poate vedea și în rezultatele prezentate odată cu uniformizarea datelor rezultatul de acuratețe a crescut. Prin antrenarea algoritmilor cu baze de date cât mai complexe și complete acuratețea va crește. Pentru ceea ce avem nevoie în aplicațiile medicale, și anume de acuratețe cât mai mare cel mai bun algoritm testat în această lucrare din punct de vedere al acurateței atât în cadrul secțiunilor neuniforme cât și ale celor uniforme este rețeaua neuronală convoluțională. Datorită faptului că lucrează cu mai multe straturi pentru antrenarea informațiilor acuratețea este cea mai mare.

#### 7.4. Folosirea informațiilor structurate în crearea ontologiilor

Odată structurată informația din prospectele medicale se poate folosi în crearea unor aplicații de decizie asistată care să ajute medicii în prescrierea corectă a medicației. Pentru o mai ușoară integrare a informațiilor, acestea se pot adăuga în ontologii pentru o mai bună relaționare între datele structurate și datele medicale ce vin din fișa medicală a pacientului. Cele mai importante relații dintr-o ontologie medicală în prescrieri sunt: boala - medicament, medicament - indicații terapeutice, medicament - contraindicații și medicament - vârstă, în cazul copiilor.

Pentru o gestionare mai ușoară a informațiilor, este necesar să se introducă datele din aceste prospecte în ontologii, în care este posibil să se creeze relații și contradicții în funcție de fiecare medicament, astfel încât atunci când medicul alege un anumit medicament acesta să nu interfereze cu anumite caracteristici ale pacientului (vârsta, boala curentă, medicamentele actuale, alergiile). Fiecare prospect oferă toate datele necesare pentru a preveni acest tip de problemă. Figura 7.20 prezintă structura ontologiei pentru prospecte [LCS18].

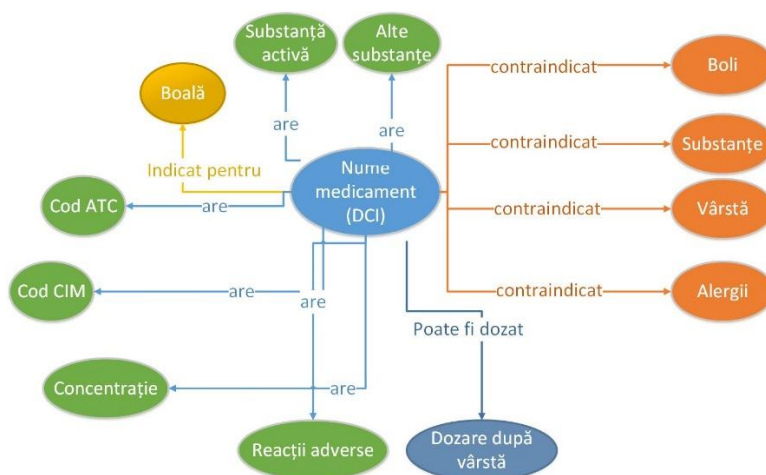


Figura 7.20 Ontologie prospecte medicale

În ontologie putem face relații între termenii secțiunilor pentru o mai bună calitate a cunoștințelor medicale. Astfel, numele medicamentului este legat de anumite proprietăți prin relația „are”, cum ar fi codul ATC, codul CIM, concentrația, reacțiile adverse și substanța activă; prin relația „contraindicat” este legată de alți termeni cum ar fi: boli contraindicate, alergii, substanțe contraindicate, vârste contraindicate; și relația „poate fi dozată” prin termenul de dozare în care vor exista mai multe variante de dozare în funcție de vârsta sau greutatea pacientului.

După structurarea prospectelor fiecare secțiune va fi formată din text brut. Pentru crearea ontologiilor și pentru o mai bună înțelegere a acestora este nevoie ca fiecare nod să fie format din elemente neredundante, cum ar fi cuvinte de legătură, semne de punctuație sau alte elemente care să nu fie de folos pentru aplicațiile medicale. În acest sens am creat un dicționar de termeni medicali și expresii regulate pentru cantitățile din secțiunea de dozare pentru a extrage din secțiunile structurate doar datele importante. Pașii care se vor face pentru a ajunge la elementele dorite sunt precizați în liniile ce urmează:

- se parcurge fiecare secțiune
- se elimină semnele de punctuație
- se aplică un algoritm de stemming pentru a ajunge la rădăcina cuvântului
- se caută în dicționarul creat termeni medicali și se elimină restul de cuvinte
- se folosesc expresiile regulate pentru a extrage dozele în funcție de vârstă sau greutate
- se creează un nou fișier cu datele extrase.

În figura 7.21 este prezentat o parte din dicționarul de termeni medicali creat.

Agranulocitoza	Atrofie	Achile	Boala coronariana	Bautura
Alactazie	Angioleiomiom	Apatie	Bicuspidie	Boala
Antitoxina	Analeptic	ART	Boala hiperkinetica	Blastoderm
Asfixiant	Alveola	Auscultatie	Biguanida	Blastomer
Atac de panica	Antioncogena	Anticorp antitiroglobulina	Bronhiolita (tumora a)	Bronhoree
Apexlocator	Anacotism	Abces perianal	Botriomicom	Blastomyces dermatitis
Androgenot	Argirie	Anevrism arterial intracerebral	Boala a lui Addison-Biermer	Bronhopneumonie
Alodinie	Andrologie	Abcesul periamigdalian	Bejel (boala)	Biologie moleculara
Alexitmie	Anemie hemolitică autoimuna	Antireflux (medicament)	Bronsiolita	Boala ticurilor
Alergologic (test)	Antispastic	Atrofie vaginală	Bouveret (boala a lui)	Bol alimentar
Anafaza	Amaril (virus)	Acid gama-aminobutiric	Bronsta	Boli ale sistemului respirator
Apex	Angiokeratom	Adenomatoza pleuriendocrina	Boala a lui Besnier-Boeck-Schaumann	Batranete
Acid clorhidric	Anevrism disecant	Adenomectomie	Boli transmise de catre moluste	Bazinet
Androblastom	Antrostomie	Adenomegalie	Bol transmise de catre moluste	Bolus
Angiom plan	Arteriotomie	Adenomion	Bronhospasm	Blefarofima
Alexie	Artralgie	Adenomioza	Beta-stimulant	Boala amiloida
Ascariidaza	Abces pericolic	Adenomom mamar	Bloc de ramura	Biotransformare
Alopatie	Alergizant	Adenopatie	Boala cu transmitere sexuala	Babes-Papanicolau (test)
Alport (sindrom al lui)	Ayurveda	Adenovirus	Bloc auriculoventricular	Bloc atrioventricular total (BAV total)
Amalgam	Aortica (valva)	Ablatie	Biermer (anemie a lui)	Boala crescatorilor de pasari
Anaclitic	Axial	Ablepharie	Boala venerica	B.k. virus
Anaclorhidrie	Antisenescent	Abortiv	Bywaters (sindrom al lui)	Boala hiperostozanta
Antibiograma	Anevrism fuziform	Abrahie	Boala veneriana	Bronsiectazie
Amuzie	Alantoida	Abrahiocefalie	Bloc atrioventricular (BAV sau bloc A-V)	Bioetica
Apnee	Andropauza	Anamneza	Bruzmanie	Boala parodontala
Anemie hemolitică enzimopriva	Anduranta	Anestezic local	Biermer (boala a lui)	Boala autoimuna
Amentie	Anelaj	Aderenta	Boala lui Hansen	Bartoneleza
Astringent	Anevrism	Angioedem	Boala lui Althers-Schiinberg	Bila
Acrocalsal (sindrom)	Anemie aplastica	Anemie hipocroma		
	Anemie hemolitică	Alcool dehidrogenaza		

Figura 7.21 Termeni medicali

În urma extragerii termenilor medicali din diferite surse online am ajuns la un numar de 8006 elemente distincte.

După crearea fișierelor cu aceste date se va putea crea o ontologie după modelul prezentat anterior, ontologie ce poate fi folosită în aplicațiile medicale. În momentul în care un medic va introduce în aplicația medicală o boală și anumite caracteristici ale pacientului (boli curente, alergii) aplicația va verifica informațiile și

va arăta medicului medicamentele potrivite pentru pacientul respectiv. În figura 7.22 am efectuat un test ca și exemplu de căutare și afișare de medicamente căutate după anumite criterii. Informațiile afișate sunt în format brut deoarece testarea a fost făcută pe secțiuni cu text brut.

The screenshot shows a web-based application for structuring medical information. At the top, there is a header with a stethoscope icon and the title "STRUCTURARE INFORMAȚII MEDICALE DIN PROSPECTELE MEDICALE". Below the header, there are several input fields and a search button. The "Diagnostic" field contains "febra" and "Contraindicatii" contains "sarcoma". A "Cauta" button is located to the right. Below these fields, there are two dropdown menus for "Medicament recomandat" and "Medicament nerecomandat". The "Medicament recomandat" dropdown shows a list of medication names like "ANALGIN, Comprimete.html", "ASCOVIT, Comprimete.html", etc. The "Medicament nerecomandat" dropdown shows "Adril 200 Mg Drapejuri.html", "Aerius Comprimete Filmate.html", and "Aerius Sirop.html". To the right of the dropdowns, there is a text area displaying the raw HTML content of a medication prospectus, including text like "Se poate combina într-un pahar cu apă..." and "Dozare: interval de 4 ore."

Figura 7.22 Căutare medicament după anumite caracteristici

Prin urmarea pașilor prezentatăți în acest capitol se poate ajunge de la o informație nestructurată la o informație structurată și transformată în elemente necesare în implementarea unor aplicații medicale cu module de decizie asistată.

## 7.5. Concluzii

În cadrul acestui capitol am realizat trei metode de structurare a textelor (prospecte medicale) în vederea folosirii informațiilor relevante în aplicațiile medicale.

În primul rând am extras prospecte din trei surse diferite din mediul online, am realizat o structurare în funcție de anumite tag-uri html și o structurare în funcție de denumiri de secțiuni care sunt salvate ulterior în fișiere.

După această primă structurare am realizat trei algoritmi de rețele neuronale care învață denumirile anumitor texte din secțiuni și prezice la alte texte denumirile de secțiuni.

Am creat combinații între sursele precizate și am calculat acuratețea algoritmilor în fiecare caz și am concluzionat care sunt sursele potrivite pentru anumite situații particulare.

Am propus un model de creare a ontologiilor după această structurare care să poată fi ulterior folosită în aplicațiile medicale de decizie asistată.

## 8. EVALUARE

În cadrul acestui capitol voi evalua rezultatele contribuțiilor mele din cadrul acestei teze. Pentru a evalua rezultatele voi folosi metrici folosite în testarea aplicațiilor medicale și în clasificarea textelor și voi compara algoritmi și datele folosite.

### 8.1. Evaluarea aplicațiilor realizate în cadrul tezei

După [ZHA14] folosirea aplicațiilor medicale de către medici și de publicul general aduce atât beneficii cât și provocări. Cele mai multe provocări în aplicațiile medicale sunt:

1. Selectarea aplicațiilor medicale care oferă valoare dintr-o gamă largă de posibilități
2. Aplicații medicale concepute fără a lua în considerare utilizatorii cu nivel scăzut de cunoștințe
3. Informațiile furnizate de aplicații ar putea să nu fie corecte
4. Preocupări privind securitatea datelor
5. Aplicații medicale fără evaluare
6. Utilizarea aplicațiilor medicale fără îndrumare
7. Constrângeri de utilizare, cum ar fi ecrane mici, dificultate în citire și scriere, viteză de descărcare lentă

O metodă foarte folosită în evaluarea aplicațiilor medicale este uzabilitatea. Uzabilitatea este eficiența, eficacitatea și satisfacția cu care anumiți utilizatori pot realiza un anumit set de sarcini într-un anumit mediu [HIM12]. Aceste componente de utilizare pot fi evaluate și măsurate (formal sau informal) prin măsuri indirecte.

Eficiența este, în general, viteza cu care utilizatorii își pot îndeplini sarcinile. Ce sarcini și procese clinice trebuie să fie cele mai eficiente pentru succes. Se pot stabili obiective pentru perioade acceptabile pentru îndeplinirea acestor sarcini.

Eficacitatea este acuratețea și exhaustivitatea cu care utilizatorii pot îndeplini sarcinile. Aceasta include cât de ușor este pentru utilizatori să facă erori utilizând o aplicație. Erori ale utilizatorilor pot duce la inexactitate sau incomplete înregistrări ale pacienților pot modifica procesul decizional clinic și pot compromite siguranța pacienților.

Ușurința de învățare este, de asemenea, un atribut al uzabilității, deși nu este ușor de măsurat într-o evaluare rapidă, informală.

Satisfacția utilizatorilor este, de obicei, primul concept pe care îl gândesc oamenii în legătură cu „utilitatea”. Satisfacția în contextul uzabilității se referă la satisfacția subiectivă pe care un utilizator o poate avea cu un proces sau rezultat. Satisfacția este extrem de subiectivă, dar chestionarele de rutină pot oferi o perspectivă bună în ceea ce privește problemele sau problemele pe care utilizatorii le au cu sistemul.

Eficiența, eficacitatea și satisfacția nu pot fi luate în mod izolat - toate cele trei componente trebuie evaluate și echilibrate pe baza obiectivelor și priorităților practice.

Pentru a evalua aplicațiile realizate am folosit metricile enunțate prin crearea unor întrebări care să demonstreze eficiența, eficacitatea și satisfacția utilizatorului.

<b>Metrică</b>	<b>Întrebare</b>	<b>Rezultat</b>
<i>Eficiență</i>	În câte minute se adaugă datele unui nou pacient?	Având în vedere transferul datelor prin standardul HL7 timpul de adăugare a datelor ține doar de viteza de transfer a datelor.
	În câți pași se poate ajunge la adăugarea unui nou consult?	După autentificare va fi afișată lista pacienților la care se poate selecta un consult.
	În câți pași se poate ajunge la scrierea unei rețete?	Se poate scrie direct o rețetă sau din consult se creează automat rețeta.
	Cât timp ia unui medic să introducă datele unui nou consult?	Majoritatea datelor sunt în cadrul unor combo-box-uri din care medicul poate selecta informațiile dorite, așadar timpul de introducere este foarte mic.
<i>Eficacitate</i>	Cât sunt de complexe datele introduse în aplicație?	Date medicale și personale
	Există date confuze în aplicație?	Nu
	Un ecran mic afectează vizualizarea datelor medicale?	Nu
	Datele sunt prezentate corect?	Da
	Domeniul datelor este corect?	Da
<i>Satisfacția utilizatorului</i>	Aplicația funcționează corect?	Da
	Datele aplicației sunt folosite în alte aplicații?	Da

După parcurgerea acestor metrici se poate vedea că aplicațiile realizate corespund metricilor de uzabilitate și satisfac nevoia utilizatorului.

## 8.2. Compararea algoritmilor și a diferitelor surse de date

În capitolul anterior am prezentat tabele în care se poate vedea timpul și acuratețea rezultatelor în urma rulării algoritmilor de rețele neuronale. Primul algoritm care a fost rulat a fost Support Vector Machine pe cele trei surse și combinațiile dintre acestea. Prima rulare a fost pe datele cu secțiuni neomogene, iar a doua rulare a fost pe datele cu secțiuni omogene. În figura 8.1 este prezentat o diagramă comparativă între cele două rezultate din punct de vedere al acurateții și

În figura 8.2 este o diagramă comparativă din punct de vedere al timpului de rulare a algoritmului.

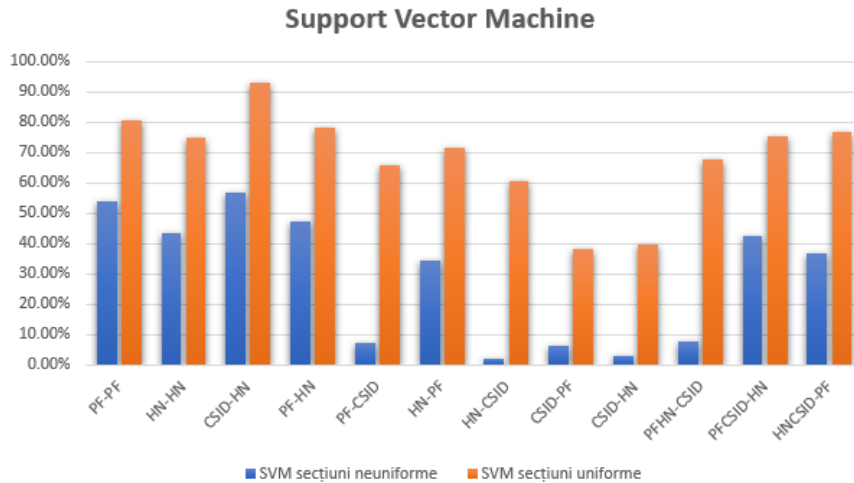


Figura 8.1 Acuratețe SVM

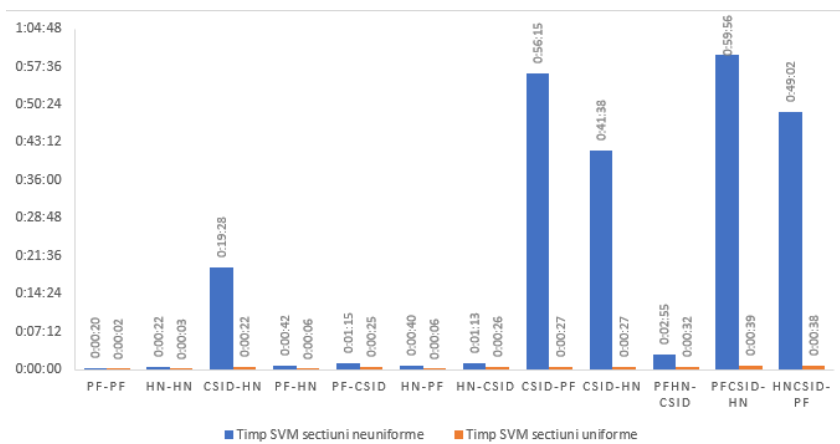


Figura 8.2 Timpi de rulare SVM

Prima comparație făcută este între tipul de surse folosite pentru algoritmul SVM, sursele cu secțiuni neuniforme în varianta cu albastru de pe grafice și sursele cu secțiuni uniformizate în varianta cu portocaliu de pe grafice. S-a luat în considerare acuratețea în fiecare caz și timpul de execuție. După cum se poate vedea acuratețea în cel de-al doilea caz a crescut semnificativ, în special pentru cazul în care s-au folosit surse diferite de date pentru antrenament și testare, iar timpul de rulare a scăzut având în vedere numărul de secțiuni scăzut. Pentru acest algoritm s-a obținut o acuratețe relativ mai ridicată doar în cazul secțiunilor uniforme.

Media acurateții pentru SVM pe secțiuni neuniforme este de 28.52%, iar pentru SVM pe secțiuni uniforme media a crescut la 68.58%, având o creștere cu 40.06%.

Mediana acurateții pentru SVM pe secțiuni neuniforme este de 35.65%, iar pentru SVM pe secțiuni uniforme mediana este de 73.20%.

Media timpului de execuție pentru SVM pe secțiuni neuniforme este de 19 minute și 29 de secunde, aceasta scăzând la 21 de secunde pentru SVM pe secțiuni uniforme.

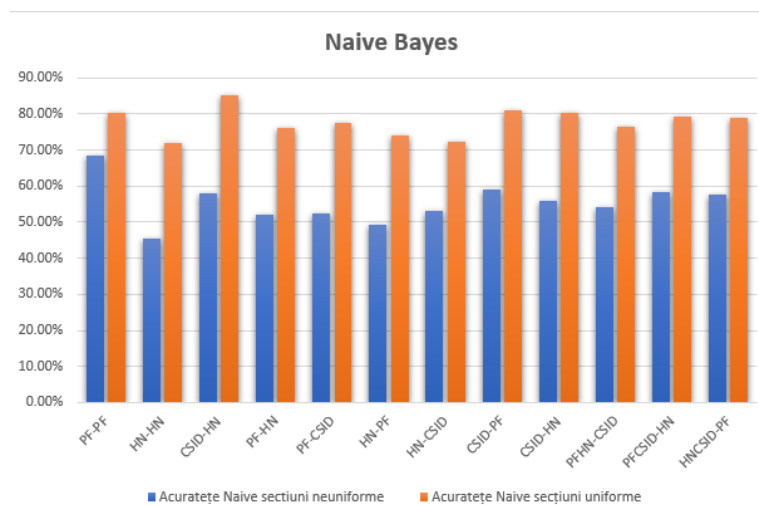


Figura 8.3 Acuratețe Naive Bayes

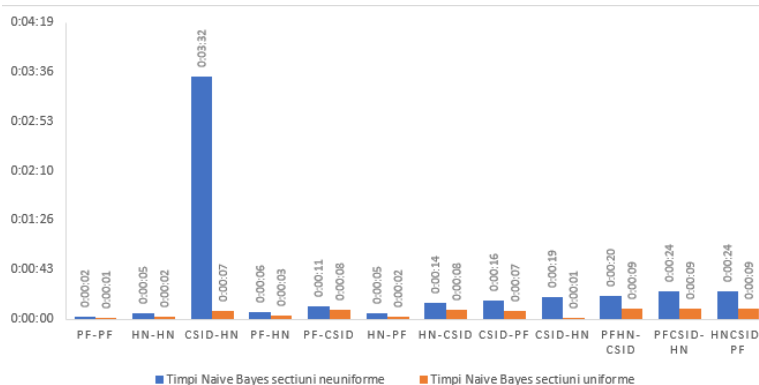


Figura 8.4 Timpi de rulare Naive Bayes

A doua comparație a fost făcută tot între tipurile de date folosite, cu un număr diferit de secțiuni pentru algoritmul Naive Bayes. În acest caz a diferit mai puțin acuratețea între cele două tipuri de surse folosite. Și în acest caz acuratețea a fost mai mare și destul de constantă după cum se poate vedea și grafic pentru

sursele cu secțiuni uniforme. Timpul de rulare pentru acest algoritm este în general scăzut.

Media acurateței pentru Naive Bayes pe secțiuni neuniforme este de 55.28%, iar pentru Naive Bayes pe secțiuni uniforme media a crescut la 77.76%, având o creștere cu 22.48%.

Mediana acurateței pentru Naive Bayes pe secțiuni neuniforme este de 54.93%, iar pentru Naive Bayes pe secțiuni uniforme mediana este de 78.17%.

Media timpului de execuție pentru Naive Bayes pe secțiuni neuniforme este de 30 de secunde, aceasta scăzând la 6 de secunde pentru Naive Bayes pe secțiuni uniforme.

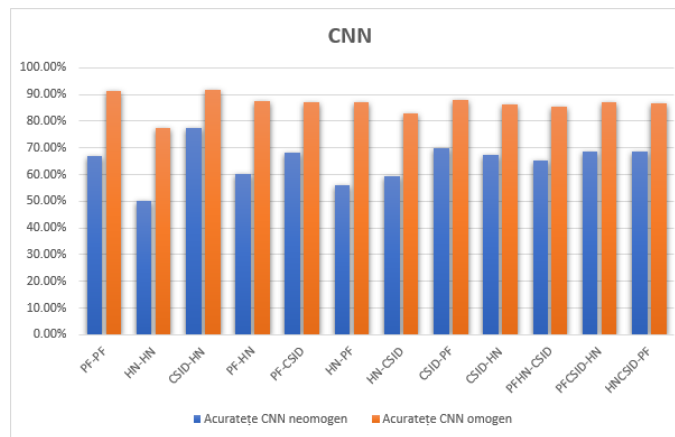


Figura 8.5 Acuratețe CNN

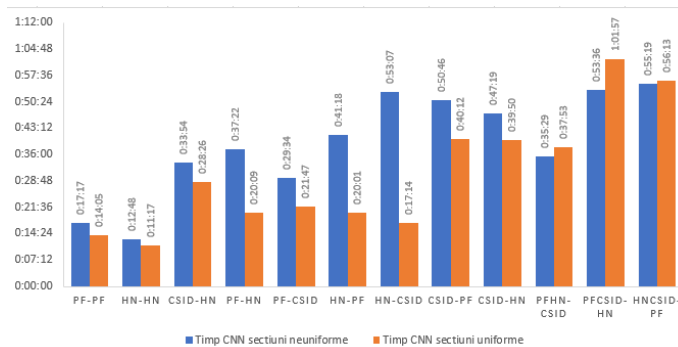


Figura 8.6 Timp de rulare CNN

Ultima comparație între sursele de date s-a făcut pentru algoritmul de rețele convoluționale. Și în acest caz acuratețea a fost relativ bună și pentru secțiunile neuniforme, dar a crescut peste 85% în majoritatea cazurilor la secțiunile uniforme. Timpul de rulare pentru acest algoritm este mult mai mare față de algoritmi precedenți, dar având în vedere că interesul major în acest domeniu este acuratețea datelor acest algoritm este cel mai indicat pentru această sarcină.



Media acurateții pentru CNN pe secțiuni neuniforme este de 64.87%, iar pentru CNN pe secțiuni uniforme media a crescut la 86.55%, având o creștere cu 21.68%.

Mediana acurateții pentru CNN pe secțiuni neuniforme este de 67.10%, iar pentru CNN pe secțiuni uniforme mediana este de 86.97%.

Media timpului de execuție pentru CNN pe secțiuni neuniforme este de 38 minute și 59 de secunde, aceasta scăzând la 30 minute și 45 de secunde pentru CNN pe secțiuni uniforme.

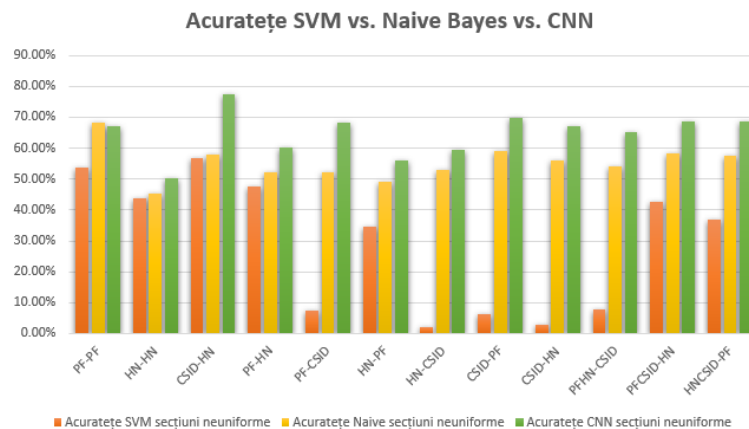


Figura 8.7 Acuratețe algoritmi pentru secțiuni neuniforme

După cum am precizat anterior acuratețea algoritmului de rețele neuronale convoluționale are o rată mare și în cazul secțiunilor neuniforme cu se poate vedea în figura 8.7, iar această rată mare se menține și este și mai crescută în cazul secțiunilor uniforme prezentate în figura 8.8.

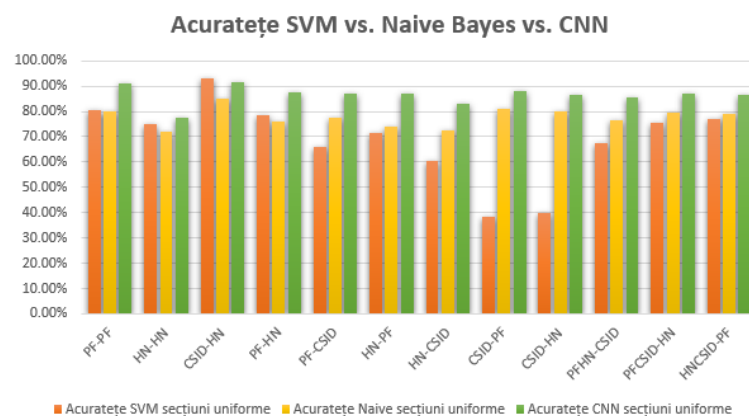


Figura 8.8 Acuratețe algoritmi pentru secțiuni uniforme

După cum se poate vedea în diagrame acuratețea este mult mai mare în cazul secțiunilor uniformizate, iar timpul de rulare al algoritmului este mai mic de asemenea în cazul secțiunilor uniforme. Pentru o mai bună evaluare a algoritmilor am luat în calcul și metricile de precizie, rechemare și scor F1 care sunt des folosite în extragerea informațiilor și la clasificarea textelor în vederea evaluării acestora.

### 8.3. Precizie, rechemare și scor F1

În clasificarea textelor alte metrici de evaluare importante sunt precizia, rechemarea și scorul F1. Am aplicat cele trei metrici și asupra rezultatelor obținute în extragerea numerelor de secțiuni din prospectele medicale.

Precizia (precision) și rechemarea (recall) sunt metrici folosite foarte des evaluarea sistemelor în procesarea limbajului natural[SCI18]. Precizia-Rechemarea este o metrică utilă în calculul succesului de predicție atunci când clasele sunt foarte dezechilibrate. În regăsirea informației, precizia este o măsură a relevanței rezultatelor, în timp ce rechemarea este o măsură a numărului de rezultate cu adevărat relevante. Un sistem cu rechemare ridicată, dar cu o precizie redusă, aduce multe rezultate, însă majoritatea etichetelor sale prevăzute sunt incorecte în comparație cu etichetele de antrenament. Un sistem cu o precizie ridicată, dar cu o rechemare redusă, este exact opusul, returnând foarte puține rezultate, însă majoritatea etichetelor sale prevăzute sunt corecte în comparație cu etichetele de antrenament. Un sistem ideal cu precizie ridicată și o rechemare ridicată va returna multe rezultate, toate rezultatele fiind etichetate corect.

Precizia (P) este definită ca numărul rezultatelor adevărat-pozitive ( $T_p$ ) împărțit la numărul de rezultate adevărat-pozitive plus numărul de rezultate fals-pozitive ( $F_p$ ).

$$P = \frac{T_p}{T_p + F_p}$$

Rechemarea (R) este definită ca numărul de rezultate adevărat-pozitive ( $T_p$ ) împărțit la numărul de rezultate adevărat-pozitive ( $T_p$ ) plus numărul de rezultate fals-negative ( $F_n$ ).

$$R = \frac{T_p}{T_p + F_n}$$

Aceste două metrici sunt, de asemenea, legate de scorul F1 (F1-score), care este definit ca fiind media armonică a preciziei și a rechemării.

$$F1 = \frac{P * R}{P + R}$$

În continuare voi prezenta rezultatele pentru cele trei metrici asupra clasificării secțiunilor din prospectele medicale, atât în varianta cu secțiuni originale cât și în cea cu secțiuni redenumite.

Pe sursele de date cu secțiuni neomogene:

Pentru Support Vector Machine s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	47%	54%	48%
2	70% Help Net	30% Help Net	40%	44%	37%
3	70% CSID	30% CSID	49%	57%	50%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	46%	48%	44%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	12%	7%	6%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	23%	35%	26%
7	Help Net	CSID	3%	2%	2%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	2%	6%	3%
9	CSID	Help Net	2%	3%	2%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	13%	8%	7%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	45%	43%	41%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	27%	37%	30%

Tabelul 8.1 Rezultate obținute la rularea SVM

Pentru Naïve Bayes s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	92%	68%	76%
2	70% Help Net	30% Help Net	90%	45%	57%
3	70% CSID	30% CSID	92%	58%	65%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	90%	52%	62%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	91%	52%	60%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	90%	49%	59%
7	Help Net	CSID	88%	53%	59%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	91%	59%	65%
9	CSID	Help Net	89%	56%	63%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	88%	54%	62%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	89%	58%	66%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	88%	58%	66%

Tabelul 8.2 Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes

Pentru Rețeaua neuronală convoluțională s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	79%	67%	71%
2	70% Help Net	30% Help Net	73%	50%	59%
3	70% CSID	30% CSID	85%	77%	79%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	77%	60%	66%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	80%	68%	71%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	75%	56%	62%
7	Help Net	CSID	75%	59%	64%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	80%	70%	72%
9	CSID	Help Net	79%	67%	71%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	78%	65%	68%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	77%	69%	70%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	77%	69%	71%

Tabelul 8.3 Rezultate obținute la rularea CNN

Pe sursele de date cu secțiuni omogene:

Pentru Support Vector Machine s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	81%	81%	80%
2	70% Help Net	30% Help Net	75%	75%	75%
3	70% CSID	30% CSID	93%	93%	93%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	79%	78%	78%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	75%	66%	64%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	80%	72%	72%
7	Help Net	CSID	62%	60%	60%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	63%	38%	41%
9	CSID	Help Net	48%	40%	36%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	76%	68%	66%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	77%	75%	75%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	82%	77%	78%

Tabelul 8.4 Rezultate obținute la rularea SVM

Pentru Naïve Bayes s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	90%	80%	83%
2	70% Help Net	30% Help Net	82%	72%	74%
3	70% CSID	30% CSID	93%	85%	88%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	87%	76%	79%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	92%	77%	83%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	87%	74%	78%
7	Help Net	CSID	89%	72%	78%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	92%	81%	85%
9	CSID	Help Net	90%	80%	83%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	90%	76%	81%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	90%	79%	84%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	90%	79%	83%

Tabelul 8.5 Rezultate obținute la rularea Naïve Bayes

Pentru Rețeaua neuronală convoluțională s-au obținut următoarele rezultate:

Nr.crt.	Date pentru învățare	Date pentru test	Precizie	Recall	F1-score
1	70% Pagina Farmaciștilor	30% Pagina Farmaciștilor	92%	91%	91%
2	70% Help Net	30% Help Net	78%	78%	78%
3	70% CSID	30% CSID	92%	92%	92%
4	Pagina Farmaciștilor	Help Net	88%	87%	88%
5	Pagina Farmaciștilor	CSID	89%	87%	88%
6	Help Net	Pagina Farmaciștilor	87%	87%	87%
7	Help Net	CSID	85%	83%	83%
8	CSID	Pagina Farmaciștilor	90%	88%	89%
9	CSID	Help Net	87%	86%	86%
10	Pagina Farmaciștilor + Help Net	CSID	88%	86%	86%
11	Pagina Farmaciștilor + CSID	Help Net	89%	87%	88%
12	Help Net + CSID	Pagina Farmaciștilor	88%	87%	87%

Tabelul 8.6 Rezultate obținute la rularea CNN

În cazul clasificării, un scor de precizie de 1.0 pentru o etichetă E înseamnă că fiecare element etichetat ca aparținând etichetei E într-adevăr aparține etichetei E (dar nu spune nimic despre numărul de articole din eticheta E care nu au fost etichetate corect). Un scor de rechemare de 1.0 înseamnă că fiecare articol al etichetei E a fost etichetat ca aparținând etichetei E (dar nu spune nimic despre cât de multe alte articole au fost incorect etichetate ca aparținând etichetei E).

Metricile anterioare au fost combinate pentru o nouă metrică F1 care este media armonică a celor două metrici. În cazul acestei clasificări termenii pozitivi se referă la predicția clasificatorului, iar termenii adevărați și falși se referă la core pondența predicției cu ceea ce trebuia într-adevăr să corespundă.

După cum se poate observa și în cazul acestor măsurători rata cea mai mare a metricilor de precizie, rechemare și scor F1 este tot pentru algoritmul de rețele neuronale convoluționale și în cazul secțiunilor (etichetelor) uniforme.

## 9. CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE

În cadrul acestui capitol voi prezenta concluziile și perspectivele lucrării de față subliniind încă o dată contribuțiile.

### 9.1. Concluzii

În lucrarea de față se abordează tema flexibilității serviciilor medicale în vederea continuității în serviciile de îngrijire a sănătății. Flexibilitatea a fost asigurată de folosirea unor metode independente de sistemul de operare, a fișierelor recunoscute de orice mediu de programare și de genericitatea modelelor folosite. Modelele și metodele propuse se adaptează nevoilor medicilor și pacienților ușurând munca acestora și îmbunătățind actul medical. Soluțiile propuse se adaptează cu ușurință cerințelor actuale ale sistemului medical de sănătate și aduc un plus de performanță în domeniul medical. Scopul principal al lucrării de față este de a descoperi noi metode și aplicații în informatica medicală pentru a veni în ajutorul medicilor în consultul, diagnosticarea și acordarea tratamentelor pentru pacienți. În lucrare sunt propuse metode, algoritmi și modele pentru diferite domenii din aplicațiile medicale de pe teritoriul României.

În următoarele rânduri voi puncta contribuțiile de la fiecare capitol al tezei:

#### Capitolul 1 prezintă:

- ✓ motivația temei alese pentru această teză, prezentând argumentele alegerii pentru toate subdomeniile cercetărilor din domeniului medical prezentate pe parcursul lucrării;
- ✓ obiectivele tezei
- ✓ structura tezei

#### Capitolul 2 prezintă starea actuală a literaturii în domeniul medical:

- ✓ analiza sistemului medical din România, a elementelor cheie din acest domeniu, a problemelor și a instrumentelor folosite în acest moment pe teritoriul țării noastre pentru tratarea pacienților realizând o schemă generală a fluxului sistemului medical românesc pe baza a celor prezentate
- ✓ analiza și studiul pe larg a domeniului medicinei pediatrice, nevoile pacienților mici și datele necesare medicilor pentru tratarea acestor pacienți. Am analizat critic o serie de cercetări actuale realizate în domeniul medicinei pediatrice și am realizat o comparație între ele.
- ✓ prezentarea noțiunii de prescripție și a modului de funcționare al prescrierii electronice, după care am creat un studiu critic al prescripției electronice în mai multe țări din Europa și am realizat o comparație între acestea legat de procesul de adoptare, în timp și dificultăți întâlnite.
- ✓ analiza standardelor de interoperabilitate în domeniul medical, iar pentru cele mai folosite am realizat un studiu critic pentru cercetările realizate cu acestea în domeniul medical.

#### Capitolul 3 prezintă structurarea informațiilor și a datelor medicale.

- ✓ Am analizat și prezentat câteva formulare folosite în domeniul medical din România și dosarul electronic al pacientului dezvoltat în

țara noastră. De asemenea am analizat critic cercetări realizate în structurarea informațiilor medicale și baze de date cu informații medicale, în special cele cu informații despre medicamente.

**Capitolul 4** prezintă trei tehnologii importante care au fost folosite pentru cercetările din cadrul acestei teze:

- ✓ Prima tehnologie descrisă este web-ul semantic și ontologiile după care am analizat diferite cercetări în domeniul medical realizate cu ajutorul ontologiilor punctând aria de folosire a acestora în diferitele rezultate prezentate.
- ✓ A doua tehnologie analizată și folosită în aplicațiile dezvoltate în capitolele următoare este cloud computing. Am realizat un studiu al tehnologiei, am analizat instrumentele folosite făcând comparații între ele, beneficiile aduse și modul în care pot transforma domeniul medical. Am analizat critic și în cadrul acestei tehnologii cercetări actuale în domeniul medical prin folosirea cloud computing-ului
- ✓ În ultima parte a capitolului am realizat un studiu privind rețelele neuronale folosite de asemenea în cadrul cercetărilor din teză. Am analizat câteva biblioteci folosite în cadrul acestor rețele și câteva cercetări în aplicațiile medicale informatice cu rețele neuronale.

**Capitolul 5** prezintă primele contribuții tehnologice ale tezei:

- ✓ Modelarea unui sistem informatic în pediatrie
- ✓ Specificațiile unei aplicații în pediatrie
- ✓ Realizarea unei fișe de consultație generate automat în funcție de necesități și caracteristicile pacientului în cadrul aplicației de pediatrie
- ✓ Cererea și recepționarea datelor medicale de la secția de obstetrică și ginecologie prin standardul HL7
- ✓ Aplicarea cloud computingului în cadrul aplicațiilor medicale cu studiu de caz pe aplicația de pediatrie
- ✓ Schimbul de date între aplicațiile medicale din cloud prin standardul HL7

**Capitolul 6** prezintă contribuțiile aduse modulului de e-prescriere:

- ✓ Modelarea pe bază de ontologii a modulului de e-prescriere
- ✓ Modelarea și crearea unui modul de monitorizare și sugerare de tratamente în funcție de caracteristicile pacienților bazate pe cunoștințele acumulate de la medici
- ✓ Implementarea modulului de sugerare de medicație
- ✓ Implementarea soluției cloud pentru modulul de tratamente
- ✓ Modelarea profilelor femeilor gravide pentru monitorizarea factorilor de risc în sarcină

**Capitolul 7** prezintă contribuțiile aduse în extragerea și structurarea informațiilor medicale:

- ✓ Modelarea informațiilor medicale din prospectele medicale
- ✓ Extragerea datelor de pe platforme online prin tag-uri HTML
- ✓ Structurarea prospectelor pe secțiuni prin tag-uri HTML
- ✓ Structurarea prospectelor pe secțiuni prin denumiri de secțiuni
- ✓ Structurarea prospectelor pe secțiuni prin algoritmi de rețele neuronale
- ✓ Modelare informațiilor extrase în vederea folosirii acestora în aplicații medicale de decizie asistată

**Capitolul 8** prezintă metode de evaluare a algoritmilor de rețele neuronale folosiți:

- ✓ Diagrame de comparare a acurateții și timpului de execuție
- ✓ Metrice de precizie, rechemare și scor F1 pentru evaluarea rezultatelor

## 9.2 Perspective

Problemele pe care le-am abordat în cadrul acestei lucrări permit continuarea cercetării în vederea îmbunătățirii continue a instrumentelor și aplicațiile medicilor care să permită continuitatea serviciilor medicale și îmbunătățirea tratării pacienților.

Pentru continuarea cercetărilor îmi propun următoarele linii principale:

- ✓ Continuarea dezvoltării aplicației de pediatrie cu noi modele de medicație, dozare, grafice de creștere automatizate care să monitorizeze copii de la naștere prin preluarea datelor de la domiciliul acestora și transmiterea la aplicațiile medicilor
- ✓ Perfecționarea modulului de prescriere prin adăugarea informațiilor structurate din prospectele medicale și crearea unui modul de verificare a datelor pacienților în comparație cu informațiile din prospecte în vederea stabilirii incompatibilităților.
- ✓ Folosirea algoritmilor de rețele neuronale și pentru alte subdomenii ale medicinei în vederea structurării și folosirii informațiilor existente.



## Bibliografie

- [BRE07] BENGT ÅSTRAND, "ePrescribing Studies in Pharmacoinformatics", Dissertation Series No 48 School Of Pure And Applied Natural Sciences University Of Kalmar Sweden, 2007
- [LEH11] Lehmann, Christoph, Kim, George R., Johnson, Kevin B. (Eds.), „Pediatric Informatics – Computer Applications in Child Health”, 2011
- [CCD10] Judith Hurwitz, Robin Bloor, Marcia Kaufman, Dr. Fern Halper – Cloud Computing For Dummies, Wiley Publishing, Inc., 2010
- [NST11] Peter Mell, Timothy Grance – The NIST Definition of Cloud Computing, Ianuarie 2011
- [CLO12] <http://cloudspectator.com/iaas/top-10-vendor-rankings-iaas-old/> , Top 10 Providers IaaS in 2011, accesat în 02.02.2012
- [QCC10] Dr. Mark I Williams – A Quick Start Guide to Cloud Computing, KoganPage 2010
- [AMZ11] Amazon, <http://aws.amazon.com/ec2/>, accesat în 29.11.2011
- [MSC11] Microsoft, [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com), accesat în 29.11.2011
- [GOO11] Google, <http://code.google.com/appengine/>, accesat în 29.11.2011
- [BOL11] Pavan Kumar Bollineni, Kumar Neupane – Implications for adopting cloud computing in e-Health, Master's Thesis Computer Science, September 2011, Sweden
- [ZDN11] <http://www.zdnet.com/> , Challenges of cloud computing in healthcare integration, accesat în 10.12.2011
- [SHA11] Shabnam Shaikh, Vivek Raut – Cloud Computing and Health Care, Health care organizations in US are truly concerned about their existing IT infrastructure, 2011 SYS-CON Media
- [PAN12] Gopal Pandey – The Semantic Web: An Introduction and Issues, Gopal Pandey/ International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 [www.ijera.com](http://www.ijera.com), Vol. 2, Issue 1, Jan-Feb 2012, pp.780-786
- [BAR84] G. Octo Barnett – The Application of Computer-Based Medical Record Systems in Ambulatory Practice, The New England Journal of Medicine, vol. 310, no. 25, 1984
- [VLA16] C. Vlădescu, S.G. Scîntee, V. Olsavszky, C. Hernández-Quevedo and A. Sagan (2016) Romania: health system review. Health Systems in Transition, 18 (4), pp. 1-170. ISSN 1817-6119
- [CAS16] Raportul de activitate al Casei Naționale de Asigurări de Sănătate în anul 2016, [www.cnas.ro](http://www.cnas.ro)
- [HLP18] Farmacia HelpNet, <http://www.helpnet.ro/prospecte> accesat în 21.02.2018
- [PFR18] Pagina Farmaciștilor, <http://www.paginafarmacistilor.ro/medicamente/>, accesat în 23.02.2018

## 170 Bibliografie

---

- [CID18] Ce se întâmplă doctore?, <http://www.csid.ro/medicamente/> , accesat în 28.02.2018
- [SIU18] Specificații de interfațare cu SIUI+PE+CEAS pentru aplicațiile de raportare ale furnizorilor de servicii medicale și farmaceutice, <http://siui.casan.ro/>, accesat în 28.03.2018
- [DRA13] Doina Drăgănescu, Dumitru Lupuleasa, Ion-Bogdan Dumitrescu, Cristina Elena Dinu Pârvu, Dragoș Florian Ciolan, Evidence On E-Prescribing Systems Worldwide. First Romanian Results, FARMACIA, 2013, Vol. 61, 2
- [IEE90] IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, Institute of 170lectrica land Electronic Engineers
- [ITU12] ITU-T Technology Watch, E-health Standards and Interoperability ITU-T Technology Watch Report, Aprilie 2012
- [CEN18] European Committee for Standardization, <https://www.cen.eu>, accesat în 10.03.2018
- [PCA18] Personal Connected Health Alliance, <http://www.pchalliance.org>, accesat în 10.03.2018
- [CON17] White Paper – Fundamentals of Data Exchange, Aprilie 2017, Personal Connected Health Alliance
- [SOS18] European Patients Smart Open Services, <http://www.epsos.eu>, accesat în 10.03.2018
- [GS118] The Global Language of Business, GS1, <https://www.gs1.org>, accesat în 10.03.2018
- [DIC18] Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM, <https://www.dicomstandard.org/>, accesat în 10.03.2018
- [OSI18] The OSI Model's Seven Layers Defined and Functions Explained, <https://support.microsoft.com/en-us/help/103884/the-osi-model-s-seven-layers-defined-and-functions-explained>, accesat în 15.03.2018
- [ROD10] J. Rodrigues, B. Vaidya, Health Information Systems: Concepts, Metodologies, Tools and Applications, Volume 1, IGI Global, ISBN 978-1-60566-988-5, 2010
- [RIM18] HL7 Reference Information Model, <http://www.hl7.org/implement/standards/rim.cfm>, accesat în 15.03.2018
- [HL718] Health Level Seven International (HL7), <http://www.hl7.org/>, accesat în 15.03.2018
- [ISO18] International Organization for Standardization, <https://www.iso.org/>, accesat în 15.03.2018
- [LUB16] David J. Lubliner, Biomedical Informatics: An Introduction to Information Systems and Software in Medicine and Health, CRC Press, 4 nov. 2015
- [SNO14] Snomed CT Starter Guide, 31.07.2014
- [SNO18] SNOMED International, <https://www.snomed.org/>, accesat în 20.03.2018

- [SBR18] SNOMED International SNOMED CT Browser, <http://browser.ihtsdotools.org>, accesat în 20.03.2018
- [LOI18] LOINC from Regenstrief, <https://loinc.org/>, accesat în 20.03.2018
- [CLE03] Clement J. McDonald, Stanley M. Huff, Jeffrey G. Suico, Gilbert Hill, Dennis Leavelle, Raymond Aller, Arden Forrey, Kathy Mercer, Georges DeMoor, John Hook, Warren Williams, James Case, Pat Maloney, LOINC, a Universal Standard for Identifying Laboratory Observations: A 5-Year Update, *Clinical Chemistry*, Vol. 49, Issue 4, Aprilie 2003
- [VID11] M. Vida , **O. S. Lupșe**, L. Stoicu-Tivadar, V. Stoicu-Tivadar, "ICT Solutions Supporting Continuity of Care in obstetrics-gynecology and pediatrics department", 9-th International Conference on Information Communication Technologies in Health, ICICTH 2011, SAMOS, Grecia, ISBN: 978-960-466-083-4, pp. 108-120, 14-16.07.2011
- [DSP11] Directia de Sanatate Publica Iasi, <http://dspiasi.ro/>, accesat in 20.09.2011
- [BER10] Bernard E, *Sistematizarea și managementul datelor în obstetric și ginecologie*, ed. Artpress, 2009
- [VLS11] Vida, M.; **Lupșe, O.**; Stoicu-Tivadar, L.; Stoicu-Tivadar, V., „ICT solution supporting continuity of care in children healthcare services,” *Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*, 2011 6th IEEE International Symposium on , vol., no., pp.635,639, 19-21 May 2011, doi: 10.1109/SACI.2011.5873081
- [LUP11] **Lupșe, O.**; Vida, M.; Stoicu-Tivadar, L.; Stoicu-Tivadar, V., „Using HL7 CDA and CCD standards to improve communication between healthcare information systems,” *Intelligent Systems and Informatics (SISY)*, 2011 IEEE 9th International Symposium on , vol., no., pp.453,457, 8-10 Sept. 2011, doi: 10.1109/SISY.2011.6034371
- [LUP12] **Lupșe, OS**; Vida, M; Stoicu-Tivadar, L, *Cloud Computing Technology Applied in Healthcare for Developing Large Scale Flexible Solutions, LARGE SCALE PROJECTS IN EHEALTH: PARTNERSHIP IN MODERNIZATION*, IOS PRESS, Moscow, Romania, ISBN 978-1-61499-052-9, ISSN 0926-9630, APR 18-20, 2012, 6 pag., Special Topic Conference of the European-Federation-for-Medical-Informatics (EFMI), 2012, 10.3233/978-1-61499-052-9-94, WOS:000321182300017
- [LVS12] **O.S. Lupșe**, M. Vida, L. Stoicu-Tivadar, "Cloud Computing and Interoperability in Healthcare Information Systems", *The First International Conference on Intelligent Systems and Applications, INTELLI2012*, Chamonix, Franta, Proceedings, ISSN: 2308-4065, ISBN: 978-1-61208-224-0, pp. 81-85, Aprilie 29, 2012 to May 4, 2012
- [PAP11] D. Papakonstantinou, M. Poulmenopoulou, F. Malamateniou, and G. Vassilacopoulos, "A cloud-based semantic wiki for user training in healthcare process management," *XXIII Conference of the European Federation for Medical Informatics (MIE 2011)*, August 2011, vol. 169, pp. 93-97, doi: 10.3233/978-1-60750-806-9-93
- [PAR11] B. Pardamean, and R. R. Rumanda. „Integrated Model of Cloud-Based E-Medical Record for Health Care Organizations,” 10th WSEAS International Conference

- on E-Activities, December 2011, pp. 157-162
- [VID12] Vida, M.; **Lupșe, O.**; Stoicu-Tivadar, L., „Improving the interoperability of healthcare information systems through HL7 CDA and CCD standards,” Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 2012 7th IEEE International Symposium on , vol., no., pp.157,161, 24-26 May 2012, doi: 10.1109/SACI.2012.6249994
- [VLS12] Vida, MM; **Lupșe, OS**; Stoicu-Tivadar, L; Bernad, E, Flexible Solution for Interoperable Cloud Healthcare Systems, QUALITY OF LIFE THROUGH QUALITY OF INFORMATION, IOS PRESS, Pisa, ISBN 978-1-61499-101-4, ISSN 0926-9630, AUG 26-29, 2012, 5 pag., 24th Medical Informatics in Europe Conference (MIE), 2012, 10.3233/978-1-61499-101-4-280, WOS:000335219500055
- [VID13] M. Crișan-Vida, L. Stoicu-Tivadar, **O. Lupșe**, B. Blobel, E. Bernad, Models Supporting Development of Complex Information Systems in Healthcare. Case study: an Obstetrics-Gynecology Department, EJBI – Volume 9 (2013), Issue 1, ISSN: 1801 – 5603, pp. En18-en23, Decembrie 2013
- [LST12] **O.S. Lupșe**, Stoicu-Tivadar, L., “e-Prescription Ontologies for Cloud Computing Services”, Innovation and Cooperation, Proceedings of the 32-nd Conference of the Romanian Society of Medical Informatics (ROMEDINF 2012), Timisoara, Romania, pp. 38-43, 15-17.11.2012, ISBN: 978-606-8054-95-7
- [LUP13] **O.S. Lupșe**, L. Stoicu-Tivadar, “Ontologies for e-Prescription Systems in the Cloud”, Scientific Bulletin of the Politehnica University Timisoara, Romania, Transactions on Automatic Control and Computer Science, BS-UPT TACCS Volume 58(72) No. 1 / March 2013, pp. 65-69, ISSN:1224-600x
- [LGS13] **Lupșe, O.S.**; Stoicu-Tivadar, L.; Golie, C., “Assisted prescription based on successful treatments,” E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013 , vol., no., pp.1,4, 21-23 Nov. 2013, doi: 10.1109/EHB.2013.6707286
- [VID14] Vida, M; **Lupșe, O**; Gomoii, V; Stoicu-Tivadar, L; Stoicu-Tivadar, V; Bernad, E, Using Web Services to support the interoperability between healthcare information systems and CDS systems, CONTROL ENGINEERING AND APPLIED INFORMATICS, ROMANIAN SOC CONTROL TECH INFORMATICS, ISSN 1454-8658, 113, 8 pag., 2014, WOS:000333724500012
- [VLS14] M. Crișan-Vida, **O.S. Lupșe**, L. Stoicu-Tivadar, “Assisted prescription for improving treatments in Obstetrics-Gynecology Department”, Proceedings IWBBIO 2014 International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, I.S.B.N: GR 738/2014,pp. 473-843, 07-09.2014
- [LUP14] **Lupșe OS**, Crișan-Vida M, Stoicu-Tivadar L, Bernard E, “Supporting diagnosis and treatment in medical care based on Big Data processing”, Studies in Health Technology and Informatics, Volume 197, IOS Press, Proceedings of the EFMI Special Topic Conference, STC2014, Budapesta, Ungaria, pp. 65-69,26-29.04.2014
- [LST14] **Lupșe OS**, Stoicu-Tivadar L., “e-Prescription in pediatrics based on ontologies and treatment suggestion”, Studies in Health Technology and Informatics, IOS Press – Proceedings of MIE 2014, Istanbul, Turcia, pp. 403-408, 31.08-03.09.2014
- [LCS14] **O.S. Lupșe**, A. Căprioru, L. Stoicu-Tivadar, “Mobile applications supporting healthy life style”, 6th International Workshop On Soft Computing Applications,

- SOFA 2014, Timișoara, România, pp. 1-8, ISSN: 2194-5357, 24-26.07.2014
- [LUP17] **Lupșe OS**, Stoicu-Tivadar L., Profiling in obstetrics for premature birth risk patients, E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2017, Sinaia, Romania
- [ONT18] Ontobee, <http://www.ontobee.org/>, accesat în 10.05.2018
- [VID17] Crisan-Vida M., **Lupșe OS**, Stoicu-Tivadar L, Salvari D, Catanet R, Bernad E, Regional Monitoring of Cervical Cancer, Stud Health Technol Inform. 2017;244:28-32
- [LVS17] **Lupșe O.S.**, Stoicu- Tivadar L., Crisan-Vida M., Online Course Customization Using Ontologies, International Scientific Conference eLearning and Software for Education, Vol. 2, pp. 98-105, 2017
- [SER15] Serban A., **Lupșe O. S.**, Stoicu-Tivadar L., User experience integrated life-style cloud-based medical application, Studies in health technology and informatics, Digital Healthcare Empowering Europeans, Volume 210, IOS Press, pp. 642-646, 20.05.2015
- [NOY01] Natalya F. Noy , Deborah L. Mcguinness, Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, 2001
- [HAL17] ALDIN JERJAS, REBECKA N. HALL, Specifying an ontology framework to model processes in hospitals, DEGREE PROJECT TECHNOLOGY AND HEALTH, STOCKHOLM SWEDEN 2017
- [OWL18] W3C Semantic Web, <https://www.w3.org/OWL/>, accesat în 10.05.2018
- [GAI15] K. Gai, M. Qiu, L. Chen, M. Liu, Electronic Health Record Error Prevention Approach Using Ontology in Big Data, IEEE 17th International Conference on High Performance Computing and Communications (HPCC), 2015
- [MEH10] Mehnaz Adnan, Jim Warren, Martin Orr, Ontology Based Semantic Recommendations for Discharge Summary Medication Information for Patients, 2010 IEEE 23rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), Perth, WA, 2010, pp. 456-461. Doi: 10.1109/CBMS.2010.6042688
- [DOU14] C. Doulaverakis, G. Nikolaidis, A. Kleontas and I. Kompatsiaris, Panacea, a semantic-enabled drug recommendations discovery framework, Journal of Biomedical Semantics, 2014, 5:13
- [GAL15] A. Galopina, J. Bouaude, S. Pereira, B. Seroussic, An Ontology-Based Clinical Decision Support System for the Management of Patients with Multiple Chronic Disorders, MEDINFO 2015: eHealth-enabled Health, I.N. Sarkar et al. (Eds.) 2015 IMIA and IOS Press, pp.275-279, 2015
- [SUN15] H. Sun, K. Depraetere, J.D. Roo, G. Mels, B. D. Vloed, M. Twagirimukiza, D. Colaert, Semantic processing of EHR data for clinical research, Journal of Biomedical Informatics 58 (2015) 247–259
- [ZHA16] Y. Zhang, Y. Tian, T. Zhou, K. Araki, J. Li, Integrating HL7 RIM and ontology for unified knowledge and data representation in clinical decision support systems, Computer Methods and programs in biomedicine 123 (2016) 94–108
- [LEG16] M. Legaz-García, C. Martínez-Costa, M. Menárguez-Tortosa, J. T. Fernández-

- Breis, A semantic web based framework for the interoperability and exploitation of clinical models and EHR data, *Knowledge-Based Systems* 105 (2016) 175–189
- [NOO17] A. Noor, A. Assiri, S. Ayvaz, C. Clark, M. Dumontier, Drug-drug interaction discovery and demystification using Semantic Web technologies, *Journal of the American Medical Informatics Association*, 0(0), 2017, 1–9
- [SHA17] M. E. Sharp, Toward a comprehensive drug ontology: extraction of drug-indication relations from diverse information sources, *Sharp Journal of Biomedical Semantics* (2017) 8:2
- [PED18] PediaLink The AAP Online Learning Center, <https://pedialink.aap.org/>, accesat în 01.06.2018
- [GPD18] General Pediatrics – The general pediatrician’s view of the Internet, <http://www.generalpediatrics.com/>, accesat în 01.06.2018
- [POH18] Pediatrics On Hand, <http://pediatricsonhand.com/>, accesat în 01.06.2018
- [HON18] Health On the Net, <https://www.hon.ch/en/>, accesat în 01.06.2018
- [STE15] Stephen O’Connor, 6 Characteristics Your Pediatric EHR Software Should Have, Advanced Data Systems Corporation, 12 octombrie 2015
- [CDC18] Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, <https://www.cdc.gov/growthcharts/>, accesat în iunie 2018
- [MCG11] Carolyn MCGREGOR, Christina CATLEY, Andrew JAMES, James PADBURY, Next Generation Neonatal Health Informatics with Artemis, User Centred Networked Health Care, IOS Press, 2011
- [PSE13] EMR Consultant, Pediatric Specific EMR / EHR Software, <http://www.emrconsultant.com/>, august 2013
- [PEM18] Pediatric Emergency Medicine Suite, PEPID, <https://www.pepid.com/pem/>, accesat în iunie 2018
- [PCC18] PCC Pediatric EHR Solutions, <https://www.pcc.com/>, accesat în iunie 2018
- [AAN17] Margunn Aanestad, Miria Grisot, Ole Hanseth, Polyxeni Vassilakopoulou, Information Infrastructures within European Health Care. Working with the Installed Base, ISSN 1431-1917, Springer, 2017
- [VAS17] Polyxeni Vassilakopoulou, Aleksandra Pesaljevic, Nicolas Marmaras and Margunn Aanestad, Collective action in national e-health initiatives. Findings from a cross-analysis of the Norwegian and Greek e-prescription initiatives, 15th Scandinavian Conference on Health Informatics SHI2017, Kristiansand, Norway, 29 – 30 August, 2017
- [KIE13] Patrick Kierkegaard, E-Prescription across Europe, *Health Technol.* (2013) 3:205–219
- [APO18] Apotek, <https://www.apoteket.dk/>, accesat în iunie 2018
- [GAL16] Walter Gall, Amin-Farid Aly, Reinhold Sojer, Stéphane Spahni, Elske Ammenwerth, The national e-medication approaches in Germany, Switzerland and Austria: A structured comparison, *International Journal of Medical*

- Informatics 93 (2016) 14–25
- [DES18] Federal Statistics, <https://www.destatis.de/>, accesat în iunie 2018
- [STA18] Dalibor STANIMIROVIC and Dusan SAVIC, Two Years of ePrescription in Slovenia – Applications and Potentials, Building Continents of Knowledge in Oceans of Data: The Future of Co-Created eHealth, 2018 European Federation for Medical Informatics (EFMI) and IOS Press
- [ROD17] Joan Rodon Modol, Maintaining the Pharmacy Model: The Catalan Electronic Prescription Infrastructure, Information Infrastructures within European Health Care pp. 55-72, 2017
- [SIV18] Siveco România, <http://www.siveco.ro/>, accesat în iunie 2018
- [ICM18] ICMed comunitate pentru sănătate, <http://icmed.ro/>, accesat în iunie 2018
- [OMO17] Adebayo Omotosho, Ukeme Asanga, Aderogba Fakorede, Electronic Prescription System for Pediatricians, European Scientific Journal July 2017 edition Vol.13, No.18 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e – ISSN 1857- 7431
- [HIT17] Eveline Hitti, Hani Tamim and Afif Mufarrij, Impact of Internally Developed Electronic Prescription on Prescribing Errors at Discharge from the Emergency Department, Western Journal of Emergency Medicine, august 2017, 18(5):943-950
- [NOG15] Zilma Silveira Nogueira Reis, Juliano de Souza Gaspar, Andreia Cristina de Souza, Marcelo Rodrigues dos Santos Junior, Thais Abreu Maia, Marcelo Rodrigues dos Santos, Electronic systems interoperability study: based on the interchange of hospital obstetrical information – A Standard for the Obstetric Inpatient Discharge Summary, 2015 IEEE 28th International Symposium on Computer-Based Medical Systems
- [ZEN14] Yael Zenziper, Daniel Kurnik, Noa Markovits, Amitai Ziv, Ari Shamiss, Hillel Halkin, Ronen Loebstein, Implementation of a Clinical decision support system for Computerized drug Prescription entries in a large tertiary Care hospital, IMAJ, vol. 16, mai 2014
- [RAC16] Elena Madalina Rac-Albu, Vlad Ciobanu, Marius Rac-Albu and Nirvana Popescu, Interoperability of Medical Data Through e-Health Service in Romania, 7th International Conference Exploring Services Science, IESS 2016 Bucharest, Romania, May 25–27, 2016
- [SHI18] Wondwosen Shiferaw, Mengistu Kifle, Senanu Okuboyejo and Victor Mbarika, A Data Exchange Interoperability Framework for eHealth Applications in Ethiopia, Asian Journal of Computer and Information Systems (ISSN: 2321 – 5658) Volume 06– Issue 02, Aprilie 2018
- [HEA18] Health Informatics, Interoperability, <https://healthinformatics.wikispaces.com/>, accesat în iunie 2018
- [PAI17] Sarita Pais, Dave Parry, Yungfeng Huang, Suitability of Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) for Wellness Data, Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 2017
- [SHE17] Shellon M. Blackman, Towards a Conceptual Framework for Persistent Use: A

- Technical Plan to Achieve Semantic Interoperability within Electronic Health Record Systems, Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 2017
- [SUL14] Nabil Sultan, Making use of cloud computing for healthcare provision: Opportunities and challenges, *International Journal of Information Management* 34 (2014) 177–184
- [JEM15] Hanen Jemal, Zied Kechaou, Mounir Ben Ayed, Adel M. Alimi, Cloud Computing and Mobile Devices Based System for Healthcare Application, 2015 IEEE International Symposium on Technology in Society (ISTAS) Proceedings
- [ZHI15] Gao Zhiqiang, He Lingsong, Tian Hang, Ling Cong, A Cloud Computing Based Mobile Healthcare Service System, IEEE 3rd International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications, 24-25 noiembrie 2015, Malaysia
- [KUD17] Rabea Kurdi, Maha Aljehani, A. Subasi, S. M. Qaisar, Cloud Computing Based Healthcare Information Systems: A proposal for the Kingdom of Saudi Arabia, 2017 International Conference on 176linica land176d Computing Technologies and Applications (ICECTA)
- [NIK18] Markos NIKOLOPOULOS, Irene KARAMPELA, Evangelos TZORTZIS and Maria DALAMAGA, Deploying Cloud Computing in the Greek Healthcare System: Modern Development  
Proposal Incorporating 176linica land Laboratory Data, Data, Informatics and Technology: An Inspiration for Improved Healthcare, A. Hasman et al. (Eds.), IOS Press, 2018
- [GHA15] Marzyeh Ghassemi, Leo Anthony Celi and David J Stone, State of the art review: the data revolution in critical care, *Critical Care* (2015) 19:118
- [RXU13] Rong Xu and QuanQiu Wang, Large-scale extraction of accurate drug-disease treatment pairs from biomedical literature for drug repurposing, *BMC Bioinformatics*, 2013:14:181
- [DEL10] Louise Deléger, Cyril Grouin, Pierre Zweigenbaum, Extracting Medication Information from French Clinical Texts, *Studies in Health Technology and Informatics, MEDINFO 2010*, 160:949-953
- [PUS03] Pustejovsky J, Castaño J, Ingria R, et al. TimeML: Robust Specification of Event and Temporal Expressions in Text. Fifth International Workshop on Computational Semantics. 2003
- [JIA14] Min Jiang, Yonghui Wu, Anushi Shah, Priyanka Priyanka, Joshua C. Denny, Hua Xu, Extracting and standardizing medication information in clinical text – the MedEx-UIMA system, *AMIA Jt Summits Transl Sci Proc.* 2014 Apr 7;2014:37-42. eCollection 2014
- [CSI16] Arantza Casillas, Koldo Gojenola, Alicia Perez and Maite Oronoz, Clinical text mining for efficient extraction of drug-allergy reactions, 2016 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)
- [WAN18] Yanshan Wang, Liwei Wang, Majid Rastegar-Mojarad, Sungrim Moon, Feichen Shen, Naveed Afzal, Sijia Liu, Yuqun Zeng, Saeed Mehrabi, Sunghwan Sohn, Hongfang Liu, Clinical information extraction applications: A literature review, *Journal of Biomedical Informatics* 77 (2018) 34–49



- [DKM18] George DESPOTOU, Ioannis KORKONTZELOS, Nicholas MATRAGKAS, Eda Bilicia, and Theodoros N ARVANITIS, Structuring Clinical Decision Support Rules for Drug Safety Using Natural Language Processing, Data, Informatics and Technology: An Inspiration for Improved Healthcare, IOS Press, 2018
- [JAY15] Herlina Jayadianti, Lukito Edi Nugrohoa, Paulus Insap Santosa, Wahyu Widayat, Adding synonyms to concepts in ontology to solve the problem of semantic heterogeneity, International Journal of Advances in Intelligent Informatics ISSN: 2442-6571, Vol 1, No 2, July 2015, pp. 84-89
- [HEN12] A. Henriksson, H. Moen, M. Skeppstedt, A.M. Eklund, V. Daudaravicius, M. Hassel, Synonym extraction of medical terms from clinical text using combinations of word space models, 5th International Symposium on Semantic Mining in Biomedicine (SMBM), 2012
- [ZHU16] Zihao Zhu, Changchang Yin, Buyue Qian, Yu Cheng, Jishang Wei, Fei Wang, Measuring Patient Similarities via A Deep Architecture with Medical Concept Embedding, IEEE 16th International Conference on Data Mining, 2016
- [ABR14] Emil Abrahamsson, Timothy Forni, Maria Skeppstedt, Maria Kvist, Medical text simplification using synonym replacement: Adapting assessment of word difficulty to a compounding language, Proceedings of the 3rd Workshop on Predicting and Improving Text Readability for Target Reader Populations EACL 2014, pages 57–65, Gothenburg, Sweden, 2014
- [EMA18] European Medicines Agency, Science Medicine Health, <http://www.ema.europa.eu>, accesat în iulie 2018
- [CAS18] Casa Națională de Asigurări de Sănătate, <http://www.cnas.ro/page/lista-medicamentelor-2018.html>, accesat în iulie 2018
- [ANM18] Agenția Națională a Medicamentului și a Dispozitivelor Medicale (ANMDM), <https://www.anm.ro/>, accesat în iulie 2018
- [MEY18] Mediatelly, <https://mediatelly.co/ro/drugs>, accesat în iulie 2018
- [DRB18] DrugBank, <https://www.drugbank.ca/>, accesat în iulie 2018
- [DPI18] Drug Information Portal, <https://druginfo.nlm.nih.gov/drugportal/>, accesat în iulie 2018
- [DRU18] Drugs, <https://www.drugs.com/>, accesat în iulie 2018
- [MED18] MedlinePlus, <https://medlineplus.gov>, accesat în iulie 2018
- [DAI18] DailyMed, <https://dailymed.nlm.nih.gov/>, accesat în iulie 2018
- [RXN18] Unified Medical Language System, RxNorm, [www.nlm.nih.gov/research/umls/rxnorm](http://www.nlm.nih.gov/research/umls/rxnorm), accesat în iulie 2018
- [CMD18] CureMD Pediatrics EMR, <https://www.curemd.com/pediatrics-emr.asp>, accesat în iulie 2018
- [IHE18] IHE Europe, Integrating the Healthcare Enterprise, <https://www.ihe-europe.net>, accesat în iulie 2018
- [ASR18] ASRO, <http://www.asro.ro/>, accesat în iulie 2018

## 178 Bibliografie

---

- [BAH16] Soheil Bahrapour, Naveen Ramakrishnan, Lukas Schott, Mohak Shah, Comparative Study of Deep Learning Software Frameworks, Cornell University Library, Computer Science, 30 Mar 2016
- [TEN18] TensorFlow, <https://www.tensorflow.org/>, accesat în iulie 2018
- [MIK13] Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean, Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality, Neural Information Processing Systems Conference, 2013
- [BAR14] Marco Baroni, Georgiana Dinu, Germán Kruszewski, Don't count, predict! A systematic comparison of context-counting vs. Context-predicting semantic vectors, Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers), iulie 2014
- [HAL18] Towards Data Science, Jeff Hale, <https://towardsdatascience.com/deep-learning-framework-power-scores-2018>, accesat în iulie 2018
- [KER18] Keras, <https://keras.io/>, accesat în iulie 2018
- [SCI18] Scikit-learn, <http://scikit-learn.org>, accesat în iulie 2018
- [MIN14] José Antonio MINARRO-GIMÉNEZ, Oscar Marín-Alonso and Matthias SAMWALD, Exploring the Application of Deep Learning Techniques on Medical Text Corpora, e-Health – For Continuity of Care, 2014 European Federation for Medical Informatics and IOS Press
- [WAN15] Chang Wang, Liangliang Cao and Bowen Zhou, Medical Synonym Extraction with Concept Space Models, Proceedings of the Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2015)
- [CHO16] Edward Choi, Mohammad Taha Bahadori, Elizabeth Searlesy, Catherine Coezy, Jimeng Sun, Multi-layer Representation Learning for Medical Concepts, Conference: the 22nd ACM SIGKDD International Conference, August 2016
- [HUG17] Mark HUGHES, Irene LI, Spyros KOTOULAS and Toyotaro SUZUMURA, Medical Text Classification using Convolutional Neural Networks, Aprilie 2017, Studies in health technology and informatics, 235
- [SHI17] Benjamin Shickel, Patrick J. Tighe, Azra Bihorac, and Parisa Rashidi, Deep EHR: A Survey of Recent Advances in Deep Learning Techniques for Electronic Health Record (EHR) Analysis, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics PP(99), iunie 2017
- [MAN15] R.Manicka Chezian, C.Kanakalakshmi, Performance Evaluation of Machine Learning Techniques for Text Classification, Proceedings of the UGC Sponsored National Conference on Advanced Networking and Applications, 27th March 2015
- [NVD18] Nvidia Accelerated Computing, <https://developer.nvidia.com>, accesat în august 2018
- [ACK18] Nils Ackermann, Introduction to 1D Convolutional Neural Networks in Keras for Time Sequences, Good Audience, <https://blog.goodaudience.com>, accesat în august 2018
- [LUP18] **Oana-Sorina LUPȘE** and Lăcrămioara STOICU-TIVADAR, Extracting and Structuring Drug Information to Improve e-Prescription and Streamline Medical

- 
- Treatment, Applied Medical Informatics, Vol. 40, No. 1-2 /2018, pp: 7-14
- [LST18] **Oana-Sorina LUPȘE** and Lăcrămioara STOICU-TIVADAR, Supporting Prescriptions with Synonym Matching of Section Names in Prospectuses, Stud Health Technol Inform. 2018;251:153-156
- [LCS18] **Oana-Sorina LUPȘE**, Ciprian-Bogdan CHIRILA and Lăcrămioara STOICU-TIVADAR, Harnessing ontologies to improve prescription in pediatric medicine, Studies in Health Technology and Informatics, Vol. 255, 2018
- [ZHA14] Chi Zhang, Xihui Zhang, Richard Halstead-Nussloch, ASSESSMENT METRICS, CHALLENGES AND STRATEGIES FOR MOBILE HEALTH APPS, Issues in Information Systems, Volume 15, Issue II, pp. 59-66, 2014
- [HIM12] mHIMSS App Usability Work Group, Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications, July 2012

# ANEXE

AUTORIZAȚIE DE PUNERE PE PIATĂ NR. 4273/2004/01-02-03-04-05-06-07

Anexa 1  
Prospect

## PROSPECT: INFORMAȚII PENTRU UTILIZATOR

### NUROFEN 200 mg, drajeuri Ibuprofen

Citiți cu atenție și în întregime acest prospect înainte de a începe să utilizați acest medicament deoarece conține informații importante pentru dumneavoastră.

Utilizați întotdeauna acest medicament conform indicațiilor din acest prospect sau indicațiilor medicului dumneavoastră sau farmacistului.

- Păstrați acest prospect. S-ar putea să fie necesar să-l recitiți.
- Întrebați farmacistul dacă aveți nevoie de mai multe informații sau recomandări.
- Dacă manifestați orice reacții adverse, adresați-vă medicului dumneavoastră sau farmacistului. Acestea includ orice posibile reacții adverse nementionate în acest prospect. Vezi pct. 4.
- Dacă după 3 zile în cazul adolescenților sau după 10 zile în cazul adulților nu vă simțiți mai bine sau vă simțiți mai rău, trebuie să vă adresați unui medic.

#### Ce găsiți în acest prospect:

1. Ce este **Nurofen 200 mg** și pentru ce se utilizează
2. Ce trebuie să știți înainte să utilizați **Nurofen 200 mg**
3. Cum să utilizați **Nurofen 200 mg**
4. Reacții adverse posibile
5. Cum se păstrează **Nurofen 200 mg**
6. Conținutul ambalajului și alte informații

#### 1. CE ESTE NUROFEN 200 mg ȘI PENTRU CE SE UTILIZEAZĂ

Nurofen 200 mg conține ibuprofen care aparține unui grup de medicamente cunoscut sub numele de antiinflamatoare nesteroidiene (AINS). AINS acționează prin schimbarea răspunsului organismului la durere, inflamație și febră.

Nurofen 200 mg este indicat în tratamentul migrenei, durerilor de cap, de spate, dentare, nevralgiilor, durerilor menstruale, reumatice și musculare, reducerea febrei și simptomelor din răceală și gripă.

#### 2. CE TREBUIE SĂ ȘTIȚI ÎNAINTE ÎNAINTE SĂ UTILIZAȚI NUROFEN 200 mg

##### Nu luați Nurofen 200 mg dacă:

- aveți sau ați avut alergii la ibuprofen, acid acetilsalicilic, alte antiinflamatoare nesteroidiene (AINS) sau la oricare dintre excipienții produsului;
- aveți sau ați avut ulcer gastro – duodenal;
- aveți sau ați avut perforări sau sângerări gastro-intestinale ulterior administrării antiinflamatoarelor nesteroidiene
- ați avut bronhospasm, rinită, urticarie asociate administrării acidului acetilsalicilic sau altor antiinflamatoare nesteroidiene;
- aveți insuficiență renală severă, insuficiență hepatică severă sau insuficiență cardiacă severă;
- sunteți în ultimele 3 luni de sarcină.

**Atenționări și precauții:**

Înainte să luați Nurofen 200 mg, adresați-vă medicului dumneavoastră sau farmacistului.

**Aveți grijă deosebită când utilizați Nurofen 200 mg dacă:**

- aveți insuficiență renală sau hepatică ușoară-moderată;
- aveți astm bronșic;
- aveți sau ați avut boli alergice;
- ați avut boli digestive (hernie hiatală, colită ulcerativă etc.);
- aveți lupus eritematos sistemic sau alte colagenoze (risc crescut de meningită aseptică);
- sunteți în primele 6 luni de sarcină sau alăptați ;

În timpul tratamentului cu ibuprofen pot să apară ulcere sau hemoragii digestive. Riscul este mai mare la pacienții vârstnici, debilitați, cu greutate corporală mică sau la pacienții aflați sub tratament cu corticosteroizi administrați pe cale orală, inhibitori selectivi ai recaptării serotoninei, anticoagulante orale cum ar fi warfarina sau antiagregante plachetare, cum ar fi acidul acetilsalicilic. În cazul apariției ulcerului sau a hemoragiilor digestive întrerupeți imediat tratamentul și anunțați-l pe medicul dumneavoastră.

La pacienții cu antecedente de hipertensiune arterială și/sau insuficiență cardiacă congestivă ușoară până la moderată este necesară precauție (discuții cu medicul sau cu farmacistul) înainte de începerea tratamentului, deoarece raportările au arătat că tratamentul cu AINS se asociază cu retenție lichidiană și edem.

Există un risc de insuficiență renală la adolescenții deshidratați.

Medicamente precum Nurofen 200 mg se pot asocia cu un risc ușor crescut de apariție a atacului de cord (« infarct miocardic »). Riscurile de orice tip sunt mai probabile la doze mari și în cazul tratamentului de lungă durată. Nu depășiți doza și durata maximă de 10 zile recomandate pentru tratament.

Nu utilizați Nurofen o perioadă mai lungă fără recomandarea medicului.

Dacă aveți probleme cardiace, accident vascular cerebral în antecedente sau considerați că ați putea fi în situație de risc din cauza acestor afecțiuni (de exemplu, dacă aveți hipertensiune arterială, diabet zaharat, valori crescute ale colesterolului sau sunteți fumător) trebuie să discutați despre tratament cu medicul dumneavoastră sau cu farmacistul.

Ibuprofenul trebuie întrerupt la prima apariție a unei erupții cutanate, a unor leziuni ale mucoaselor, sau a oricărui alt semn de hipersensibilitate.

**Ce trebuie să evitați când luați acest medicament ?**

Unele medicamente care sunt anticoagulante (acționează împotriva coagulării sângelui) ( de exemplu acid acetilsalicilic/aspirină, warfarină, ticlopidină), unele medicamente care acționează împotriva tensiunii arteriale crescute (inhibitori de enzimă de conversie a angiotensinei de exemplu captopril, medicamentele blocante ale beta receptorilor, antagoniștii receptorilor de angiotensină II) și chiar alte medicamente pot afecta sau pot fi afectate de tratamentul cu ibuprofen. Prin urmare cereți sfatul medicului înainte de a utiliza ibuprofen împreună cu alte medicamente.

**Nurofen 200 mg împreună cu alte medicamente**

Vă rugăm să spuneți medicului dumneavoastră sau farmacistului dacă luați sau ați luat recent orice alte medicamente, inclusiv dintre cele eliberate fără prescripție medicală.

Ibuprofenul nu trebuie utilizat în același timp cu acidul acetilsalicilic sau alte AINS, corticosteroizi administrați pe cale orală, inhibitori selectivi ai recaptării serotoninei (de tip sertralină, fluoxetină), antihipertensive, anticoagulante, glicozide cardiace (tip digoxină), litiu, metotrexat, mifepristonă, ciclosporină, tacrolimus, zidovudină sau antibiotice chinolone.

**Sarcina, alăptarea și fertilitatea**

Adresați-vă medicului dumneavoastră sau farmacistului pentru recomandări înainte de a lua orice medicament. Dacă doriți să rămâneți însărcinată discutați cu medicul dumneavoastră înainte de a începe administrarea Nurofen 200 mg.

În primele 6 luni de sarcină utilizați Nurofen 200 mg numai la recomandarea medicului dumneavoastră și numai sub supravegherea acestuia.

În ultimele 3 luni de sarcină administrarea Nurofen 200 mg este contraindicată.

Pentru că ibuprofen poate ajunge într-o cantitate mică în laptele matern evitați utilizarea Nurofen 200 mg dacă alăptați.

#### **Conducerea vehiculelor și folosirea utilajelor**

În timpul tratamentului cu Nurofen 200 mg puteți prezenta amețeli și tulburări de vedere, care vă pot afecta capacitatea de a conduce vehicule sau de a folosi utilaje.

#### **Informații importante privind unele componente ale Nurofen 200 mg**

Deoarece conține zahăr, dacă medicul dumneavoastră v-a atenționat ca aveți intoleranță la unele categorii de glucide, vă rugăm să-l întrebați înainte de a lua acest medicament. De asemenea, dacă urmați o dietă hiposodată, medicul dvs. vă va sfătui în privința administrării, întrucât Nurofen 200 mg conține sodiu.

### **3. CUM SĂ LUAȚI NUROFEN 200 mg**

Luați întotdeauna Nurofen 200 mg exact așa cum v-a spus medicul sau farmacistul dumneavoastră. Trebuie să discutați cu medicul dumneavoastră sau cu farmacistul dacă nu sunteți sigur.

Medicamentul este rezervat adulților și copiilor peste 12 ani.

Adulți și copii peste 12 ani: doza inițială recomandată este de 2 drajeuri Nurofen 200 mg (400 mg ibuprofen); dacă este necesar, se mai pot administra 1 - 2 drajeuri Nurofen 200 mg (200 - 400 mg ibuprofen) la intervale de 4 - 6 ore. Nu trebuie să depășiți doza de 6 drajeuri Nurofen 200 mg (1200 mg ibuprofen) pe zi.

Reacțiile adverse pot fi reduse la minimum prin utilizarea celei mai mici doze eficiente pentru cea mai scurtă perioadă necesară controlării simptomelor.

Medicamentul se administrează pe cale orală, cu un pahar cu apă.

Dacă simptomele persistă sau se agravează adresați-vă medicului.

Dacă administrarea Nurofen 200 mg este necesară pentru adolescenți mai mult de 3 zile, sau dacă simptomele se agravează trebuie consultat medicul.

#### **Dacă luați mai mult Nurofen 200 mg decât trebuie**

Dacă ați luat mai multe doze Nurofen 200 mg decât trebuie, contactați imediat medicul dumneavoastră sau adresați-vă celui mai apropiat spital.

#### **Dacă uitați să luați Nurofen 200 mg**

Nu luați o doză dublă pentru a compensa doza uitată.

#### **Dacă încetați să luați Nurofen 200 mg**

Dacă aveți orice întrebări suplimentare cu privire la acest produs, adresați-vă medicului dumneavoastră sau farmacistului

### **4. REACȚII ADVERSE POSIBILE**

Ca toate medicamentele, Nurofen 200 mg poate provoca reacții adverse, cu toate că nu apar la toate persoanele.

Totuși, pot să apară următoarele reacții adverse: durere sau disconfort gastric, greață, ulcer gastric sau intestinal, scaun colorat în negru, diaree, constipație, vărsături, erupții cutanate, mâncărime, înrăutățirea astmului bronșic, respirație șuierătoare inexplicabilă sau dificultăți în respirație, tulburări hepatice și renale, dureri de cap, somnolență, amețeli și tulburări ale auzului, și, rareori, scăderea numărului de celule albe, celule roșii și trombocite din sângele circulant, anemie, meningită aseptică, insuficiență cardiacă, hipertensiune arterială, tahicardie, descumarea pielii, umflarea feței.

Medicamente precum Nurofen 200 mg se pot asocia cu un risc ușor crescut de apariție a atacului de cord (« infarct miocardic ») sau a accidentului vascular cerebral.

Reacțiile adverse pot fi reduse la minimum utilizând cea mai mică doză eficace pentru cea mai scurtă perioadă necesară controlării simptomelor.

#### **Raportarea reacțiilor adverse**

Dacă manifestați orice reacții adverse, adresați-vă medicului dumneavoastră sau farmacistului. Acestea includ orice reacții adverse nemenționate în acest prospect. De asemenea, puteți raporta reacțiile adverse direct prin intermediul sistemului național de raportare, ale cărui detalii sunt publicate pe web-site-ul Agenției Naționale a Medicamentului și a Dispozitivelor Medicale <http://www.anm.ro/>. Raportând reacțiile adverse, puteți contribui la furnizarea de informații suplimentare privind siguranța acestui medicament.

### **5. CUM SE PĂSTREAZĂ NUROFEN 200 mg**

Nu utilizați Nurofen 200 mg după data de expirare înscrisă pe cutie, după EXP. Data de expirare se referă la ultima zi a lunii respective.

A se păstra la temperaturi sub 25°C, în ambalajul original.

A nu se lăsa la îndemâna și vederea copiilor.

Medicamentele nu trebuie aruncate pe calea apei sau a reziduurilor menajere. Întrebați farmacistul cum să eliminați medicamentele care nu vă mai sunt necesare. Aceste măsuri vor ajuta la protejarea mediului.

### **6. CONȚINUTUL AMBALAJULUI ȘI ALTE INFORMAȚII**

#### **Ce conține Nurofen 200 mg**

- Substanța activă este ibuprofen 200 mg.

- Celelalte componente sunt:

- nucleu: croscarmeloză sodică, acid stearic, citrat de sodiu, laurilsulfat de sodiu, dioxid de siliciu coloidal anhidru.

- strat de drajefiere: carmeloză sodică, talc, gumă arabică dispersată uscată, zahăr, dioxid de titan (E 171), macrogol 6000, cerneală de inscripționare Opacode S-1-277001 Black [Shellac; oxid de fer negru (E 172); propilenglicol].

#### **Cum arată Nurofen 200 mg și conținutul ambalajului**

Cutie din carton cu un blister cu 6 drajeuri.

Cutie din carton cu un blister cu 12 drajeuri

Cutie din carton cu 2 blistere a câte 12 drajeuri

Cutie din carton cu 4 blistere a câte 12 drajeuri

Cutie din material plastic, închisă cu capac flip-top, cu 1 blister cu 12 drajeuri

Cutie din carton cu un blister cu 8 drajeuri

Cutie din carton cu un blister cu 10 drajeuri

#### **Deținătorul autorizației de punere pe piață și fabricantul**

##### **Deținătorul Autorizației de punere de piață**

Reckitt Benckiser Healthcare International Limited

103-105 Bath Road, Slough, Berkshire SL1 3UH, Marea Britanie

##### **Fabricant**

Reckitt Benckiser Healthcare International Limited

Thane Road, Nottingham, Nottinghamshire, NG 90 2DB, Marea Britanie