



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Ekonomická fakulta



# APLIKACE DIGITÁLNÍ KOMUNIKACE V MEDICÍNĚ

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B6209 – Systémové inženýrství a informatika

*Studijní obor:* 6209R021 – Manažerská informatika

*Autor práce:* **Ondřej Pavlas**

*Vedoucí práce:* Ing. Dana Nejedlová, Ph.D.



**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Pavlas**  
Osobní číslo: **E12000478**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Manažerská informatika**  
Název tématu: **Aplikace digitální komunikace v medicíně**  
Zadávací katedra: **Katedra informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Přiblížení problematiky práce s medicínskými daty pořízenými snímacími metodami
2. Charakteristika standardů a protokolů využívaných v medicínské digitální komunikaci
3. Popis řešeného problému: prohlížeč medicínských snímků
4. Realizace prohlížeče zdravotnické dokumentace z programátorského hlediska
5. Zhodnocení řešení

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 30 normostran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

PIANYKH, Oleg S. Digital imaging and communications in medicine (DICOM): a practical introduction and survival guide. 1st ed. Berlin: Springer, 2008.

ISBN 978-354-0745-709.

KAGADIS, George C. and Steve G. LANGER. Informatics in medical imaging (Imaging in medical diagnosis and therapy). 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012. ISBN 14-398-3124-6.

HUANG, H. K. PACS and imaging informatics: Basic principles and applications. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Blackwell, 2010.

ISBN 04-703-7372-5.

Elektronická databáze článků ProQuest (knihovna.tul.cz).

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Dana Nejedlová, Ph.D.

Katedra informatiky

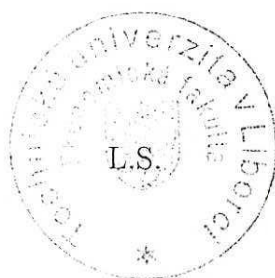
Konzultant bakalářské práce:

RNDr. Milan Pilný

Datum zadání bakalářské práce: 31. října 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 7. května 2015

doc. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.  
děkan



doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2014

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Anotace**

Cílem bakalářské práce „Aplikace digitální komunikace v medicíně“ je přiblížit čtenáři problematiku práce s digitálními daty pořízenými snímacími metodami. Práce je rozdělena na dvě části, a sice na část teoretickou a část praktickou.

Teoretická část se zabývá především obecným pojetím informace a informačních systémů, stručným popisem historie a vývojovými trendy, ke kterým zdravotnictví v současnosti spěje. Dále se věnuje způsobu archivace dat a standardům, jež úzce souvisí s komunikací a přenosem digitálních informací, a vysvětluje pojmy jako je diagnostický či klinický prohlížeč.

Na tuto část navazuje část praktická, ve které byly použity získané teoretické poznatky. Zaobírá se návrhem a způsobem řešení problémů, týkajících se prohlížeče zdravotnické dokumentace, popisuje další možnosti rozvoje a v neposlední řadě hodnocení výsledného řešení.

## **Klíčová slova**

DICOM, digitální komunikace, elektronická zdravotnická dokumentace, nemocniční informační systém, PACS, zdravotnictví

## **Annotation**

### Application of Digital Communication in Medicine

The aim of bachelor thesis “Application of Digital Communication in Medicine” is to introduce the problems of working with digital data acquired by scanning methods. The work is separated into two parts, namely theoretical part and practical part.

The theoretical part deals with general concept of information and information systems, a brief description of history and trends which healthcare is currently leading to. It also describes the methods of data archiving and standards, which are closely related to communication and data transport. Moreover it describes terms such as diagnostic or clinical browser.

Practical part, in which gained theoretical findings are used, follows the theoretical part. It is devoted to the design and realization of clinical browser, describes the possibilities of further development and the evaluation of the final solution.

## **Key Words**

DICOM, digital communication, electronic health record, hospital information system, PACS, healthcare

## Obsah

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	10
Seznam zkratek.....	11
Úvod.....	13
<b>1. Zhodnocení současného stavu .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Práce s medicínskými daty .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Nemocniční informační systém .....</b>	<b>16</b>
2.1.1 Historie NIS ve zdravotnictví.....	17
2.1.2 Struktura NIS.....	17
2.1.3 Druhy NIS .....	18
2.1.4 Elektronická zdravotnická dokumentace.....	19
<b>2.2 PACS .....</b>	<b>20</b>
2.2.1 Struktura systému .....	21
2.2.2 Nevýhody .....	21
2.2.3 Výhody .....	22
<b>2.3 Vývojové trendy.....</b>	<b>22</b>
<b>3. Standardy a protokoly .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 DICOM.....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Historie standardu DICOM .....	26
3.1.2 Informační objekty standardu DICOM.....	27
3.1.3 Servisní třídy .....	28
3.1.4 Dvojice servisních objektů .....	29
3.1.5 Horní vrstva DICOM.....	29
3.1.6 Komunikace.....	30
3.1.7 Zabezpečení dat .....	30
<b>3.2 Health Level 7.....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Základní funkcionalita.....	32
<b>3.3 IHE .....</b>	<b>32</b>
3.3.1 Integrované profily .....	33
3.3.2 XDS .....	34
<b>4. Prohlížeč medicínské dokumentace .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Druhy prohlížečů.....</b>	<b>35</b>

4.2 Ukázky prohlížečů.....	36
<b>5. Komponenty prohlížeče zdravotnické dokumentace .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Aplikační server.....</b>	<b>39</b>
5.1.1 JBoss.....	39
5.1.2 Nástroje JBoss .....	40
5.1.3 Adresářová struktura .....	41
<b>5.2 Marie Server Express.....</b>	<b>42</b>
5.2.1 Služby Marie Server Express .....	42
<b>6. Realizace prohlížeče Marie Server WebExpress .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1 Výchozí situace projektu .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2 Funkce .....</b>	<b>44</b>
<b>6.3 Součásti prohlížeče .....</b>	<b>46</b>
6.3.1 Serverová část.....	46
6.3.2 Klientská část.....	49
<b>7. Hodnocení výsledného řešení.....</b>	<b>51</b>
7.1 Současný stav v nemocničních zařízeních.....	51
7.2 Přínosy.....	52
7.3 Ekonomické přínosy.....	52
<b>Závěr .....</b>	<b>54</b>
<b>Seznam literatury .....</b>	<b>55</b>
Citace .....	55
Bibliografie.....	59



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Použití DICOM standardu v PACS .....	25
Obrázek 2: Příklad použití DIMSE .....	29
Obrázek 3: Příklad zprávy HL7 verze 2.x .....	32
Obrázek 4: Workflow popisující zpracování radiologického snímku .....	33
Obrázek 5: Znárodnění pracovního postupu s využitím XDS .....	34
Obrázek 6: Onis 2.5 Professional .....	36
Obrázek 7: RadiAnt DICOM Viewer .....	37
Obrázek 8: Ginkgo CADx Pro .....	38
Obrázek 9: JBoss JMX Console .....	40
Obrázek 10: JBoss Web Console .....	41
Obrázek 11: Adresářová struktura JBoss .....	42
Obrázek 12: Výběr konkrétní studie v prohlížeči Marie Server WebExpress .....	45
Obrázek 13: Zobrazení vybrané studie v prohlížeči Marie Server WebExpress .....	46
Obrázek 14: Model konfigurace serveru elektronického podpisu .....	47
Obrázek 15: Třída určená pro úpravy konfiguračního souboru elektronického podpisu ....	47
Obrázek 16: Java servlet .....	48
Obrázek 17: Použití JavaScriptu a knihovny jQuery .....	50

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Přibližné údaje o různých druzích nemocí .....	53
---	----

## Seznam zkratek

AAPM	American Association of Physicists in Medicine
ACR	American College of Radiology
AE	Application Entities
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
BYOD	Bring Your Own Device
CSS	Cascading Style Sheets
CT	Computed Tomography
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DIMSE	DICOM Message Service Elements
EBML	Extensible Binary Meta Language
EHR	Electronic Health Record
EPR	Electronic Patient Record
EZU	Elektronický zkušební ústav
HL7	Health Level 7
HTML	HyperText Markup Language
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
IDE	Integrated Development Environment
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise
IOD	Information Object Definitions
IP	Internet Protocol
IS	Informační systém
ITC	Institut pro testování a certifikace
ISO	International Organization for Standardization
JEE	Java Enterprise Edition

JSF	JavaServer Faces
JSON	JavaScript Object Notation
JSP	JavaServer Pages
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MR	Magnetic Resonance
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NIS	Nemocniční Informační Systém
OSI	Open Systems Interconnection
PACS	Picture Archiving and Communication System
SCU	Service Class User
SCP	Service Class Provider
SHA	Secure Hash Algorithm
SOP	Service-Object Pair
SSH	Secure Shell
TCP	Transmission Control Protocol
URL	Uniform Resource Locator
VPN	Virtual Private Network
WADO	Web Access to DICOM Persistent Objects
XDS	Cross-Enterprise Document Sparing

## Úvod

V posledních letech můžeme pozorovat rozsáhlý rozvoj informačních a komunikačních technologií. Informační systémy (IS) se stávají nedílnou součástí každé správně fungující firmy, organizace, či instituce. Chod firem je díky IS velmi efektivní, pomáhá evidovat a monitorovat stav zboží na skladě či ve výrobě, výrazně usnadňuje administrativní, účetní a jiné procesy. Díky tomu lze jednoduchým způsobem řídit chod společnosti. Bylo pouhou otázkou času, kdy se tyto systémy uplatní i v jiných, velmi důležitých sektorech jako je například zdravotnictví.

Nemocniční informační systém je nezbytným pomocníkem, jenž postupně nahrazuje papírové řešení vedení kartoték a umožňuje archivaci digitálních dat pořízených snímacími metodami. Cílem této bakalářské práce je stručně popsat problematiku těchto systémů a implementovatelných modulů.

První částí bakalářské práce „Aplikace digitální komunikace“ je zaměřena na teorii, kde je popsána základní definice a použití nemocničních informačních systémů a systémů pro archivaci a distribuci obrazových dat. Dále rozebírá problematiku standardů a protokolů, jako je DICOM či HL7, jenž se běžně používají v datové komunikaci po síti.

Druhá část je zaměřena na použití digitální komunikace v praxi. Popisuje jeden z možných způsobů, jakým lze s daty pořízenými snímacími metodami pracovat. Je jím prohlížeč zdravotnické dokumentace. Tato část rozebírá komponenty, které jsou potřebné pro správnou funkci prohlížeče Marie Server WebExpress, jenž je vyvíjen v rámci roční řízené praxe ve společnosti OR-CZ a postupně by měl nahradit prohlížeče od subdodavatelů, které bylo nutné upravovat pro potřeby OR-CZ. Dále shrnuje základní funkce vhodné pro úpravy snímků a závěrem zhodnotí, jaké ekonomické a technické výhody výsledné řešení přináší.

## 1. Zhodnocení současného stavu

Problematika digitální komunikace se netýká pouze zdravotnictví, ale také jiných oborů a je velmi úzce spojená s použitím informačních systémů, jimiž se zabývá mnoho specialistů.

Informační systémy jako takové prošly řadou inovací. Nejprve se jednalo o systémy v papírové podobě, jako je například kartotéka. S příchodem moderních technologií se však tyto procesy zautomatizovaly a informace se ukládají v digitální podobě. Jejich vývoj však neustále pokračuje. Z tohoto důvodu existuje celá řada definic. Se zajímavou myšlenkou přišli autoři J. Nunamaker a R. Briggs v článku [1], kde tvrdí: „*Information Systems is the study of the understandings people require so they can create new value, and of the analysis, design, development, deployment, operation, and management of systems to inform these understandings.*“. Tvrzení lze volně přeložit jako: „Informační systém je studie potřeb člověka, což vede k vytvoření nových hodnot a analýzy vývoje, provozu, chování, díky čemuž je možné pochopit tyto potřeby.“ Článek [1] především navrhuje rozšířit chápání IS ze systémů řídicích pouze výrobní organizaci na systémy obecně pracující s informacemi, jako je například bioinformatika, státní správa, národní obrana, humanitární pomoc, medicínská informatika a další.

Zdravotnictví, stejně jako ostatní odvětví, prošlo řadou důležitých změn. Jednou z nich bylo zavedení informačních systémů, které měly usnadnit práci se zdravotnickou dokumentací, díky čemuž se již nadále nemusela zajišťovat v papírové podobě. Stručnou historii a vývoj informačních systémů v tomto oboru zpracoval M. Kýček ve své diplomové práci [2].

Jak tvrdí autoři příspěvku [3], zdravotnictví zažívá výrazné změny v každodenním používání informačních technologií. Digitalizované záznamy, které dříve existovaly pouze na papíře, dnes zabírají desítky až stovky terabytů úložných prostorů. Záznamy je třeba doplnit o informace o jejich obsahu zjištěné specialisty tak, aby byly dostupné i pro odborníky z jiných oborů.

Je nutné optimalizovat procesy získávání informací z diagnostických zařízení, čímž se například zabývají tvůrci studie [4] S. Mahamood a E. Reiter, kteří spolupracují se zdravotníky a aplikují získané poznatky na informační systémy.

Problematikou zvyšování efektivity při získávání dat z nemocničních informačních systémů se taktéž věnují autoři článku 55[5], ve kterém porovnávají tři způsoby získávání informací z databázového systému a navrhují řešení, které by mohlo výrazně uspořit čas potřebný pro zpracování textových záznamů.

Získaná data je poté nutné zpracovat. Jednou z možností může být například prohlížeč zdravotnické dokumentace. Řada z takovýchto produktů je vyvíjena a posléze vystavena na síti Internet s otevřeným zdrojovým kódem. Takové programy označuje termín „*open source*“. Touto problematikou se také zabývají autoři příspěvku [6], kteří porovnávají řadu takovýchto prohlížečů a popisují jejich jednotlivé komponenty, funkce a vlastnosti.

## 2. Práce s medicínskými daty

Pro bezproblémový provoz moderních nemocničních zařízení a systémů je nutné získat dostatek kvalitních a relevantních informací, které poskytnou detailní náhled na řešený problém. Data získaná pomocí různých zařízení a informace o pacientech mohou být v mnoha různých formátech, od běžných textových záznamů, až po obrázky, fotografie, či dokonce elektronické signály. Každý z nich však musí splňovat požadované vlastnosti.

S těmito daty musí zdravotnický personál pracovat určitým způsobem. Proto existují prostředky, které jsou snadno aplikovatelné takřka v jakékoli oblasti zdravotnictví, usnadňující jednotlivé činnosti. Jedná se o různá datová úložiště, expertní systémy pro podporu rozhodovacího procesu, informační systémy různých velikostí a další.

### 2.1 Nemocniční informační systém

Informační systém ve zdravotnictví, obdobně jako v jiných oblastech, spojuje několik funkčních celků, které mezi sebou vzájemně komunikují a spolupracují. Nemocnice je však velmi specifické prostředí, kterému se informační systém musí přizpůsobit.

Nemocniční informační systém (NIS) pokrývá množství procesů, které reprezentují chod zdravotnického zařízení. Jedná se například o tok zdravotnického materiálu a techniky, zpracování zdravotnické dokumentace, reprezentace ekonomických a administrativních dat, a další. Informace se navíc netýkají pouze „běžných“ oborů jako je chirurgie, nebo otorhinolaryngologie, ale také farmakologie či biochemie. Termín „nemocniční informační systém“ byl například definován na zdravotnickém portálu [7] jako: *„Integrated, computer-assisted systems designed to store, manipulate, and retrieve information concerned with the administrative and clinical aspects of providing medical services within the hospital.“*, volně přeloženo jako: „Integrované a počítačem podporované systémy navržené k ukládání, manipulaci a získávání informací týkajících se administrativních a klinických aspektů poskytování zdravotní péče v nemocnicích.“.

Zavedení nemocničního informačního systému přináší řadu změn do provozu zdravotnických zařízení. Některé z nich jsou vysvětleny v následujících kapitolách.



### **2.1.1 Historie NIS ve zdravotnictví**

Velký rozvoj a první implementace nemocničních informačních systémů byly zaznamenány v 60. a 70. letech 20. století, kdy byly vytvořeny první systémy orientované na dílčí oblasti, jako je například evidence pacientů. Kvůli pomalé přenosové rychlosti se vyznačovaly dlouhou časovou prodlevou mezi sběrem dat a jejich zpracováním. Mezi lety 1970 a 1980 dochází k rozvoji technologií a vznikají nové vývojové prostředky. To umožnilo vývoj podsystémů představujících funkční celky nemocnice, jako je například laboratoř. Následují první pokusy o integraci subsystémů do jednoho komplexního řešení, které dopadly neúspěchem z důvodu nedostatečného výkonu výpočetní techniky, pomalé přenosové rychlosti počítačových sítí, redundance pořízených údajů a dalších závažných problémů. Proto vývojáři prozatím věnovali svoji pozornost izolovaným subsystémům a pracovali na jejich zkvalitnění. Vznikají první administrativní a hospodářské moduly, přesné specifikace obsahu, vztahů a vazeb mezi subsystémy, nebo protokoly nutné pro správnou a robustní komunikaci.

Během 90. let dochází k dalšímu rozvoji informačních technologií a techniky, která již poskytuje dostatečné výpočetní kapacity, úložiště a paměti pro komplexní řešení. Od této doby zdravotnictví směřuje k elektronické dokumentaci a bezfilmovým provozům. Do České republiky se však tento trend dostává až o něco později a oproti ostatním státům poměrně zaostává. [2]

### **2.1.2 Struktura NIS**

Nemocniční informační systém může být složen z mnoha modulů, které mezi sebou spolupracují a jsou vzájemně provázány. Jednotlivé moduly představují aplikace plnicí funkční celky v rámci nemocnice, ať už se jedná o záznamy z ambulantního vyšetření, z hospitalizace či dokonce stav lůžek nebo léků. V případě potřeby jsou pak tyto informace lékaři k dispozici, čímž se urychlí proces léčby a nevznikne tak chaos v důležitých dokumentech.

Podle použití se moduly dělí do následujících částí [8]:

- **Klinická část:** Moduly zpracovávají především základní zdravotnické údaje o každém pacientovi. Struktura dat je odvozena od původní papírové dokumentace a je předem stanovena. Systém eviduje základní identifikační údaje o každém ošetřovaném, dále také průběh léčby, žádanky na nutná specializovaná vyšetření a jejich výsledky, nebo například obrazovou dokumentaci. Do této části spadají moduly jako evidence, ambulance, lůžkový modul, laboratoře, lékárna, patologie, oddělení zobrazovacích metod a jiné.
- **Administrativní část:** Součástí mnoha informačních systémů jsou moduly zabývající se ekonomickými a jinými administrativními informacemi. Do této části spadá například modul pro styk se zdravotními pojišťovnami, systém pro objednávání stravy, evidence majetku, správa mezd, správa nemocničního informačního systému a jiné subsystémy.

### 2.1.3 Druhy NIS

Vývoj nemocničních informačních systémů se v současné době ubírá do dvou základních směrů. [9]

- **Homogenní informační systém:** Toto jsou systémy vytvářeny jedním dodavatelem. Díky tomu jsou jednotlivé subsystémy dokonale provázány a jsou vzájemně kompatibilní. Vzniká tak komplexní řešení, které není nutné doplňovat o aplikace třetích stran. Vše je snadno obsluhovatelné z jednoho uživatelského rozhraní. Samotné moduly mezi sebou komunikují privátně za použití standardních protokolů. Takové řešení bývá z pravidla velmi robustní a stabilní, ale přináší také celou řadu nevýhod, jako je riziko zestárnutí jednotlivých subsystémů, jelikož dodavatel nemusí disponovat kapacitami či zaměstnávat specializované pracovníky, dále uzavřenost řešení a s tím související nenahraditelnost funkčních celků, nebo riziko ukončení činnosti dodavatele.
- **Heterogenní informační systém:** Jedná se o takové systémy, které jsou sestaveny z jednotlivých aplikací od různých autorů. Dílčí aplikace musí dodržovat standardy a protokoly pro komunikaci a formát ukládaných dat. Heterogenní řešení přináší řadu výhod, mezi které patří například nezávislost na verzích modulů, jejich snadná

aktualizace, funkčnost i v případě výpadku některého ze subsystémů, nebo řešení od specializovaných vývojových týmů. Nevýhodami může být nejednotné uživatelské rozhraní, zvýšené nároky na podporu aplikací, riziko nezastupitelnosti člena vývojového týmu dodavatele a s tím související výpadek podpory či celé aplikace a další.

Z popisu jasně vyplývá, že každý z těchto směrů přináší jisté výhody a nevýhody. Záleží pouze na odběrateli, který z těchto dvou typů více vyhovuje jeho potřebám. Současné vývojové trendy však naznačují, že se vývoj vydá ve směru heterogenních informačních systémů a to hlavně z důvodů menší časové zátěže pro dodavatele, větší flexibility a částečné nahraditelnosti jednotlivých nezávislých aplikací (popřípadě modulů).

#### **2.1.4 Elektronická zdravotnická dokumentace**

Zdravotnická dokumentace je nedílnou součástí běžného provozu jakéhokoli nemocničního zařízení. Předpis [10] číslo 98/2012 Sb. tento termín definuje následovně: „*Zdravotnická dokumentace, s ohledem na rozsah poskytovaných zdravotních služeb, obsahuje údaje o zdravotním stavu pacienta a skutečnostech souvisejících s poskytováním zdravotních služeb pacientovi.*“. Obsahuje tedy nejen informace o pacientovi jako je jméno, datum narození nebo pohlaví, ale také záznamy z vyšetření, diagnózy, podané léky a další.

Mnoho nemocnic zatím tyto dokumenty udržuje v papírové podobě, jelikož je tato skutečnost z legislativního hlediska méně náročná. I přesto je současným trendem digitální podoba záznamů, označovaná souhrnně jako elektronická zdravotnická dokumentace (Electronic Health Record, EHR), která, podobně jako její papírová podoba, obsahuje elektronický záznam o pacientovi (Electronic Patient Record, EPR) a jiné informace.

Výhody elektronického řešení shrnuje v jedné ze svých odpovědí MUDr. Mgr. Petr Struk pro technický týdeník [11]: „*Elektronicky vedené dokumenty jsou čitelnější, je menší riziko jejich nesprávného čtení, lépe se v nich vyhledává, třídí, pořizují kopie, informace v elektronické formě se samozřejmě lépe předávají a sdílí.*“. Benefity přináší nejen zvýšenou kvalitu zdravotní péče o pacienta, jako je snížený počet vyšetření a případného množství ozáření, ale také snižují ekonomické náklady léčebného a diagnostického

procesu. Data jsou navíc pravidelně archivována, aby se předešlo jejich možné ztrátě. Mohou také sloužit jako důkaz v případě jakéhokoli soudního sporu ohledně léčebných postupů.

Největší slabinou elektronických dokumentů je již dříve zmiňovaná legislativa České republiky. Ta totiž, na rozdíl od jiných zemí, neodpovídá aktuálním potřebám rozvoje elektronického zdravotnictví. Jednou z nejasností je identifikátor vzniklého záznamu. Jedná se o číselný kód obsahující informace o tom kdo, kdy, komu a jakou péči poskytl, proto bude identifikátor vždy jedinečný. Vyhláška však přesně nestanovuje podmínky na formát. Je však patrné, že bude mít velký význam například v případě integrace izolovaných systémů do komplexních celků. Legislativa dále nepodává informace o tom, jaké jsou podmínky kladené na technické prostředky a na nemocniční informační systémy. Vyhláška se také nezabývá problematikou kopírování elektronické zdravotnické dokumentace, čímž by se mělo umožnit přenášení dokumentace mezi NIS. [12][13]

Dále to jsou poměrně vysoké počáteční náklady a mnohdy i neochota lékařských pracovníků dostatečně se seznámit s novými aplikacemi. Ačkoli se data chrání proti možnému zneužití elektronickým podpisem a jinými způsoby, riziko krádeže zde i nadále existuje. Proto se bezpečnost řadí spíše mezi nevýhody.

## **2.2 PACS**

Informační systémy ve zdravotnictví zahrnují celou škálu aplikací, které musí navzájem spolupracovat. Klíčovou funkci v tomto oboru zastávají IS pracující se zdravotnickou dokumentací. Nabízí možnost elektronicky zpracovávat, ukládat a distribuovat pořízená data. Takové systémy jsou běžně označovány pod souhrnným názvem Picture Archiving and Communication System (PACS) neboli systém pro archivaci obrázků a komunikaci, jenž je jedním z mnoha subsystémů podporovaných v rámci NIS.

Výsledný systém je databázově orientovaný a data se do něj ukládají obdobně jako do relační databáze. Musí však splňovat určité vlastnosti, mezi které patří například co nejvyšší rychlost aktualizací a vyhledávání uložených informací nebo možnost uložení obrovského množství dat. Některé modality neboli zařízení, jako je počítačová tomografie,

totiž produkují až tisíce snímků denně, které v celkovém objemu tvoří několik desítek gigabytů dat a je nutné zachovat všechny potřebné detaily. Z těchto důvodů přistupuje takřka každá organizace k vývoji PACS jiným způsobem. [14]

### 2.2.1 Struktura systému

PACS spojuje čtyři základní prvky, viz Obrázek 1 [15]:

- **Modality:** Jedná se o digitální diagnostické zařízení používané ve zdravotnictví produkující obrazové informace v předem stanoveném formátu. Mezi modalitty patří například počítačová tomografie, magnetická rezonance, ultrazvuk, rentgen, mamografie nebo kolonoskopie.
- **Archivy:** Tento prvek slouží pro archivaci a distribuci pořízené zdravotnické dokumentace. Nabízí množství úložných prostor, které jsou v případě zaplnění kapacit snadno rozšiřitelné. Díky tomu je zajištěn neustálý provoz.
- **Sít':** Zajišťuje zabezpečené a spolehlivé spojení mezi jednotlivými prvky systému. Existuje možnost instalace systému od provozů s jednou modalitou až po rozsáhlé regionální řešení.
- **Pracovní stanice:** Tento termín označuje takové zařízení, které slouží k zobrazování získaných studií a jejich následné diagnostice. K těmto účelům bývá nejčastěji využíván osobní počítač s připojeným specifickým monitorem, který se na rozdíl od běžně používaných monitorů vyznačuje vysokým jasnem, kontrastem, rozlišením, stálostí zobrazení a širokou paletou barev.

### 2.2.2 Nevýhody

Při zřizování systému od úplného počátku je nutné počítat s rozsáhlými finančními investicemi. Týkají se nejen pořízení samotného PACS řešení, nýbrž také modernizace stávajícího vybavení nemocniční instituce, jelikož ne vždy podporuje potřebné standardy pro komunikaci, a další výdaje spojené s pořízením nových technologií.

Příkladem je nutnost vyškolení personálu v této problematice a ve způsobu používání softwarového vybavení pro práci se zdravotnickou dokumentací dodávaného specializovanou společností.

Mezi další nevýhody patří nárůst vytížení některých pracovníků, a to zejména těch, kteří pracují v IT oddělení. Přibude totiž správa rozsáhlé a poměrně složité počítačové sítě a administrace pořízených dat.

### **2.2.3 Výhody**

Nedostatky jsou ovšem plně kompenzovány množstvím výhod, jenž PACS nemocničním zařízením přináší. Jednou z nich je jistá návratnost zřizovacích investic v horizontu několika let. Není totiž nutné udržovat dokumentaci v papírové podobě, čímž se výdaje značně omezí. S tím také souvisí větší a důkladnější přehled v těchto datech.

Zdravotnický materiál se zpracovává elektronicky v doporučeném softwaru. Díky tomu dochází ke značnému zvýšení produktivity práce. Korektní data jsou vždy k dispozici ve správný čas a na správném místě, čímž dojde k urychlení procesu diagnostiky pacientů a k následnému provedení samotné léčby. Ze systému tak benefituje nejen nemocnice, ale hlavně pacient, kterému je poskytnuta dokonalá péče.

Další, avšak ne poslední výhodou je webový přístup. Existuje možnost připojení se k systému téměř odkudkoli prostřednictvím virtuální privátní sítě (VPN) nebo jiného zabezpečeného přístupu. V případě potřeby tak může specialista provádět konzultace přímo z domu, či z ordinace nacházející se mimo areál nemocnice. Díky zabezpečenému připojení získá uživatel oprávnění k načítání, případně ke změně dat. Pro práci se systémem lze pak snadno použít specializované řešení, ať už se jedná o desktopovou či webovou aplikaci, s možností konfigurace zdrojových archívů.

## **2.3 Vývojové trendy**

V dnešní době se stále setkáváme s implementací NIS pouze v rámci jedné nemocnice, či v několika nemocnicích ve velmi blízké vzdálenosti. Současné vývojové trendy však

naznačují, že se již brzy podniknou potřebné kroky a opatření vedoucí k rozsáhlým regionálním řešením, které spojí desítky nemocnic na velkém území v jeden celek. Tím se usnadní komunikace mezi zařízeními a výrazně se zlepší poskytovaná léčebná péče o pacienty.

Taková řešení však vyžadují mnoho času na realizaci a dokonalou koordinaci všech procesů. Může se také naskytnout otázka, kam se pořízená data ukládají. Nebude se totiž jednat o pouhé jednotky terabytů, ale desítky až možná stovky. Velikost datových úložišť není předem známa. Z těchto důvodů musí vzniknout enormní distribuované archivy s neomezenou kapacitou. Zmíněnou problematikou se zabývá například platforma Ceph. Jedná se o snadno dostupný softwarovou platformu, jejíž kapacita může být bez přerušení provozu rozšířena až na úroveň exabytů, neboli miliony terabytů.

Velkým trendem je také používání osobních mobilních zařízení, které vlastní již téměř každý. Souhrnně lze tento vzrůstající trend označit zkratkou BYOD (Bring Your Own Device). Přístroje nabízí řadu přístupů k řešené problematice a může se jevit jako zajímavé východisko pro zobrazení a práci s medicínskými daty. Avšak, jak tvrdí Ing. Rous ve své práci [16], zabezpečení chytrých zařízení je zatím na velmi nízké úrovni, a proto se jejich používání spíše vyhýbají. Postupným vývojem se však i tato zařízení stanou běžnou součástí provozu každého nemocničního zařízení.

### 3. Standardy a protokoly

Práce s digitálními daty může být mnohdy velmi náročná. Nejen v oblasti zdravotnictví je důležité, aby pořízené informace byly interpretovány jednotně a spolehlivě. Tudíž je nutné dodržet některé zásady, které napomohou k dosažení těchto cílů, aniž by bylo potřeba provést radikální zásah ve struktuře dat.

Velká váha se přikládá hlavně jednotné struktuře dat. Tím je zajištěna nejen zpětná kompatibilita, ale také použitelnost na strojích a příslušenství od jiného výrobce. Jak nemocniční, tak i jiné instituce nemusí investovat velké finanční obnosy do převodníků, či se spoléhat na zařízení pouze od jednoho dodavatele.

To vše a další rozvoj technologií a rostoucí potřeba komunikace vedlo ke vzniku institucí, které se zabírají touto problematikou. Jejich produktem jsou takzvané standardy, jinak známé také jako normy.

Standardy jsou dokumentované dohody nebo normy, které obsahují technické specifikace, doporučení a pravidla týkající se určitého jevu [17]. Určují jeho chování, vlastnosti a způsob používání. Tím je zajištěna kompatibilita a určitá kvalita daného produktu. Jejich používání však mnohdy není pravidlem, i když je pro všechny strany nesmírně výhodné. I přes jejich existenci tedy může docházet k problémům a rozporům. Nejvíce však trpí samotní spotřebitelé, kteří s finálním produktem (službou, výrobkem, materiálem, ...) pracují.

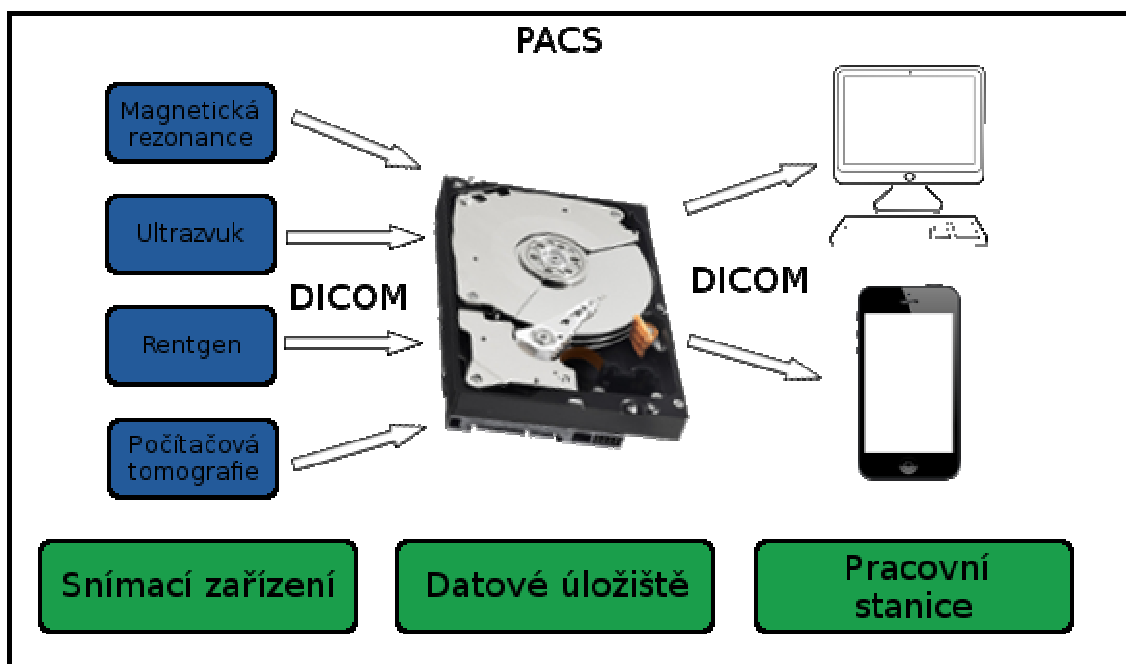
Vývoj technologií a postupů vede k tomu, že standardy postupem času zestárnou a jsou již dále nepoužitelné (ať už se jedná pouze o některé části dokumentovaných dohod, či o celek). Modernizace norem je takřka na denním pořádku. Mnohdy proto organizace mají zaměstnance, kteří se zabývají pouze jejich studiem a snaží se udržet vlastní produkty na co nejmodernější a nejvyšší úrovni. To zaručuje jejich možnost úspěšně konkurovat a vyhrávat na stále rostoucím trhu.



### 3.1 DICOM

DICOM je zkratka anglického spojení Digital Imaging and Communications in Medicine, přeložené jako „Digitální zobrazování a komunikace v medicíně“. Jedná se o mezinárodně uznávaný informačně-technologický standard používaný takřka ve všech nemocničních zařízeních na světě. Je navržen tak, aby co nejvíce sjednotil formát a zpracování obrazových digitálních dat v medicíně. Jednoznačně určuje jejich strukturu, způsob přenosu a také jejich zpracování během zobrazení, úprav nebo dokonce tisku digitálních snímků pořízených mnoha metodami. DICOM proto nelze považovat pouze za pouhou definici formátu souboru nebo obrázku. [18]

PACS (Picture Archiving and Communication System), viz kapitola 2.2, velmi úzce souvisí s DICOM standardem. Funkcionalita archivačních systémů je založena především na DICOM standardu, což umožňuje různým systémům a modalitám od různých výrobců vzájemně spolupracovat. Každý z těchto uzlů (nodů) představujících modalitu, archiv nebo pracovní stanici, má svůj speciální dokument s názvem DICOM Conformance Statement, přeloženo jako DICOM prohlášení o shodě, který obsahuje informace o tom, v jaké míře je DICOM standard podporován a v jaké míře je v zařízení implementován.



Obrázek 1: Použití DICOM standardu v PACS  
Zdroj: vlastní

Díky komplexnosti standardu je možné předávat velké objemy dat. V jednotlivých odesílaných souborech se pak nenachází pouze obrázky o stejné kvalitě jako má originál, ale také informace o pacientech, použitém snímacím zařízení a jeho nastavení, jako je tloušťka provedeného řezu nebo poloha stolu při snímání na CT nebo MR.

### **3.1.1 Historie standardu DICOM**

V průběhu sedmdesátých let dvacátého století bylo zahájeno uplatnění informačních technologií ve zdravotnictví. Aplikace nových poznatků a zařízení, jako počítačová tomografie (CT), vedlo k potřebě standardních postupů a metod pro vznik, ukládání a přenos obrazové a textové dokumentace, které by usnadnily nejenom datovou komunikaci a kompatibilitu mezi zařízeními od různých výrobců, ale také případnou vizualizaci dat na pracovních stanicích. Tuto potřebu zaznamenaly dvě instituce - Americká škola radiologie (ACR) a Národní asociace výrobců elektrotechniky (NEMA). Roku 1983 došlo k vytvoření společné komise, která se pokusila vytvořit standard podporující digitalizaci obrazové zdravotnické dokumentace. Do té doby měl každý výrobce svůj vlastní formát dat pro obraz i komunikaci (například Siemens – Sienet) a pokud chtěl lékař srovnávat snímky z různých modalit, musel mít dvě pracovní stanice od příslušných výrobců.

Během následujícího vývoje se vytvořená komise inspirovala některými společnostmi zabývajícími se podobnou tematikou. Mezi ně patří například Americká asociace fyziků v medicíně (AAPM), kteří se pokoušeli navrhnout standard pro ukládání obrazové dokumentace na magnetickou pásku. V dalších pěti letech zveřejnili několik verzí a jejich revize, které se navzájem doplňovaly. Obsahují specifikace formátu dat, hardwarového rozhraní a minimální požadavky na softwarové vybavení. Ačkoliv jejich řešení nebylo dokonalé a obsahovalo mnoho chyb, vytvářelo pevný základ pro další vývoj.

Poslední verze, DICOM 3.1, byla publikována roku 1993. Později však nebyla nahrazena verzí 4.0, pouze vznikají nové aktualizace a dodatky, které odpovídají současně používaným technologiím. [18]

### 3.1.2 Informační objekty standardu DICOM

Základní strukturu aplikační vrstvy DICOM tvoří aplikační entity (AE), které představují jakékoliv zařízení v komunikačním systému a servisní třídy, viz kapitola 3.1.3.

DICOM standard reprezentuje objekty reálného světa pomocí velkého množství abstraktních tříd, které se nazývají informační objekty, zkráceně IOD. Jejich účelem je co nejpřesněji realizovat definici entit, které bude možné použít při přenosu zdravotnické dokumentace a dalších potřebných informací. Jinými slovy jasně specifikují a zachycují vlastnosti a atributy daného objektu.

Příkladem může být určité vyšetření pacienta. Všechny podstatné informace jako identifikační číslo, datum a čas vyšetření, jméno zdravotníka nebo dokonce modalita, neboli zařízení, na kterém byl zákrok prováděn, jsou zachyceny ve vzniklé instanci předem definované třídy.

Existuje však požadavek na znouvupoužitelnost dat. Z toho důvodu vznikl takzvaný DICOM datový slovník, který obsahuje více než 2000 definic, čímž je zaručena konzistentnost jednotlivých atributů a jejich pojmenování.

Standard specifikuje 2 základní typy informačních objektů:

- Normalizované
- Kompozitní

Normalizované IOD představují jedinou entitu reálného světa a veškeré vlastnosti jsou inherentní, jako je například pacient. Oproti tomu kompozitní IOD vznikají spojením několika objektů, nebo některých jeho částí (např. snímek). Lépe tedy zobrazují vztahy a asociace mezi jednotlivými prvky. Mnohdy v jejich reprezentaci dochází k záměně, což naštěstí nemá vliv na správnou funkci. [19]

### 3.1.3 Servisní třídy

Aplikační entity (AE) mezi sebou potřebují neustále komunikovat a žádat o určitou službu, kterou nabízí. Navzájem si posílají servisní zprávy o požadavku, nebo o možnosti poskytnutí požadované služby. Využívají služeb, které jsou zajišťovány modulem zvaným DIMSE, který stanovuje pravidla pro vzájemnou komunikaci.

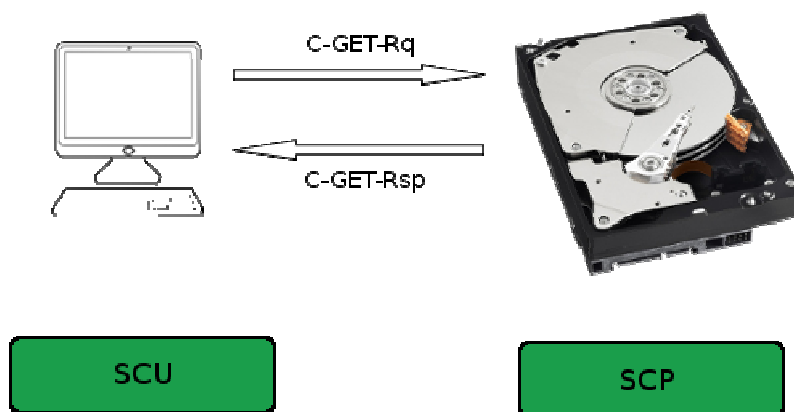
Uživatelé modulu mohou v zásadě vystupovat ve dvou rolích:

- Klient (SCU)
- Poskytovatel služeb (SCP)

Veškeré přístupné služby mají dvě části, jimiž jsou požadavek a odpověď. Dotazující se klient (například ultrazvuk) vznesе požadavek na uložení obrázku do archívu (poskytovatel), který obratem posílá odpověď, zda je možné tuto operaci provést.

Jelikož je DIMSE, viz Obrázek 2, velmi úzce spojen s informačními objekty a způsob jeho aplikování se liší na základě použitého typu IOD, jsou dále rozděleny na dva druhy. Jedním z nich jsou služby, které zpracovávají kompozitní data a jsou označovány jako DIMSE-C. Služby zabývající se normalizovanými daty jsou nazývány DIMSE-N.

Mezi základní poskytované služby pak patří například C-ECHO, které ověřuje konektivitu aplikačních entit, nebo C-STORE, což je požadavek na uložení posílané instance a mnohé další jako C-FIND, N-GET, N-SET, atd. [20]



Obrázek 2: Příklad použití DIMSE  
Zdroj: vlastní

### 3.1.4 Dvojice servisních objektů

Služby, viz kapitola 3.1.3, musí být použity na určitá data. Z toho důvodu vznikají dvojice servisních objektů (SOP), které spojují jeden nebo více informačních objektů s jedním nebo více příkazy, které nad nimi mají být vykonány. To znamená, že pokud je potřeba definovat co a jak zpracovat, využije se právě servisních tříd. Vše co se v komunikaci děje je založeno právě na použití SOP tříd. Při vytváření její instance jsou naplněny atributy IOD a servisní třídy reálnými hodnotami.

Obvyklé kombinace jsou sepsány v jedné z částí DICOM standardu, kde nalezneme jejich popis a unikátní identifikační číslo. Mezi nejčastěji používané patří například vyhledávání konkrétní studie. Pojem „studie“ má od této části bakalářské práce význam vyšetření. Jiným příkladem je ověření, které probíhá nad dvěma aplikačními entitami a ověřuje jejich spojení. Další třídou a zároveň stavebním kamenem pro přenos dat je uložení, jehož typů existuje celá řada, jelikož každá vyšetřovací metoda požaduje jinou strukturu informací. [20]

### 3.1.5 Horní vrstva DICOM

Navázání a ukončení spojení uživatelů není vykonávána pomocí DIMSE. Tuto funkci zprostředkovávají nižší vrstvy referenčního modelu ISO/OSI, které jsou v rámci DICOM reprezentovány horní vrstvou. Díky tomu bylo možné docílit nezávislosti na fyzickém

připojení zařízení do sítě a zároveň podporovat různé komunikační protokoly, jako je například TCP/IP.

DICOM asociace, na rozdíl od jiných, nabízí rozšířený a komplexnější mechanismus upravený tak, aby odpovídal požadavkům přenášených zpráv. Tvoří tedy nadstavbu pro komunikační protokoly, což umožňuje lepší zpracování dat. Aplikační entity, účastníci se transportu informací, se pak vzájemně znají, vědí, jaké služby nabízejí a jaké podporují formáty dat. Poté už nic nebrání využití DICOM standardu v plném rozsahu. [21]

### **3.1.6 Komunikace**

Před započítím samotného přenosu je nutné navázat spojení, což zprostředkovávají funkce horní vrstvy protokolu DICOM a probíhají v několika krocích. Nejprve si mezi sebou uživatelé vymění všechny potřebné informace, a to pomocí specifikace parametrů příkazu A-ASSOCIATE, který zajistí předání prezentačního a aplikačního kontextu a uživatelské informace. Po úspěšném sjednání podmínek a přijetí požadavku druhou stranou může započít vlastní přenos dat. Po dokončení přenosu je možné ukončení spojení pomocí příkazu vrchní vrstvy A-ABORT nebo A-RELEASE.

To vše probíhá v rámci jedné sítě. S postupujícím vývojem však také vznikly požadavky na komunikaci po síti Internet. Z toho důvodu byl vytvořen webovský přístup k DICOM objektům pomocí protokolu WADO, jenž specifikuje prostředky umožňující realizovat požadavky ve formátu URL. Mezi parametry adresy patří například identifikační číslo studie, počet snímků a řezů nebo dokonce formát požadovaných snímků. [21]

### **3.1.7 Zabezpečení dat**

I přesto, že je obrazová část DICOM souborů sama o sobě zakódována, neplatí to o záhlaví, které je za pomoci jednoduchých programů, jako je například textový editor, snadno čitelné. Dříve však byla míra závažnosti tohoto problému takřka nulová, jelikož nedocházelo ke krádeži důvěrných informací. To však nevyhovuje požadavkům dnešní doby a je nutné data procházející datovou sítí dostatečně zabezpečit.

Jedním z přístupů je zabezpečení již na úrovni pracovního postupu, neboli workflow, kdy je nutné dodržet několik pravidel, jako je například dedikovaný server pro veškerou zdravotnickou dokumentaci, provádění pravidelných záloh důležitých dat a také přístup k nim jen za předpokladu úspěšně dokončené autentizace.

DICOM standard sice podporuje bezproblémový přenos dat, avšak sám o sobě neřeší zabezpečení přenášených dat. K tomu je nutné v případě potřeby přistoupit pomocí běžných prostředků informatiky jako je Active Directory, LDAP, HTTPS, SSH, VPN a další. Díky tomu se důvěrné informace ze zdravotnické dokumentace putující sítí nedostanou do nesprávných rukou. Tím se minimalizuje možnost jejich zneužití.

Další možností je zabezpečit samotná data pomocí anonymizace. Jejím cílem, jak již název napovídá, je znemožnit přečtení citlivých informací z DICOM souboru odstraněním nebo zakódováním za použití již existujících kryptovacích algoritmů. Šifrovací proces se také aplikuje na jednotky přenášené po síti. Integrita pořízených dat je kontrolována hešovacími funkcemi (SHA) a jejich původ může být ověřen digitálním podpisem. [22]

### **3.2 Health Level 7**

Health Level 7, zkráceně HL7, je sada mezinárodně uznávaných standardů popisujících strukturu a způsob výměny klinických a administrativních dat mezi zdravotnickými informačními systémy (včetně účetních, skladových a jiných IS), které vytvořila nezisková organizace Health Level Seven International. Název samotný vychází z referenčního modelu ISO/OSI, konkrétně pak z jeho sedmé, čili aplikační vrstvy. HL7 se totiž soustředí převážně na tuto úroveň. Přínosem standardu pro instituce však není pouze úspora času, ale také finančních prostředků, které by v případě jeho nepoužití musely být vynaloženy na řešení propojení systémů využívajících odlišné formáty dat.

Dá se říci, že HL7 je alternativou ke standardu DICOM. V praxi se však spíše setkáváme se situací, kdy se pro komunikaci využívá obou zmíněných standardů, které se vzájemně doplňují tak, aby se přenos výrazně vylepšil. [23] [24]

### 3.2.1 Základní funkcionalita

Získané nebo potřebné informace jsou pomocí standardu HL7 zabaleny do jedné nebo více zpráv, viz Obrázek 3: Příklad zprávy HL7 verze 2.x, které jsou přeneseny po síti příslušnému informačnímu systému, jenž provede uložení dat do své databáze. HL7 vystupuje jako jazyk, kterým jsou systémy mezi sebou schopny komunikovat a údaje dále šířit na nezbytná místa.

```
MSH|^~\&|EPIC|EPICADT|SMS|SMSADT|199912271408|CHARRIS|ADT^A04|181745
7|D|2.3|EVN|A04|199912271408|||CHARRIS
PID||0493575^^^2^ID1|454721||DOE^JOHN^^^^|DOE^JOHN^^^^|19480203|M||B
|254 E238ST^^EUCLID^OH^44123^USA|||(216)731-
4359|||M|NON|400003403~1129086|999-|
NK1||CONROY^MARI^^^^|SPO|||(216)731-
4359||EC|||||||||||||||||||||||||||||
PV1||O|168 ~219~C~PMA^^^^^^^^^^|277^ALLEN
FADZL^BONNIE^^^^|||||||
||2688684|||||||||||||||||||||||199912271408|||||002376853
```

Obrázek 3: Příklad zprávy HL7 verze 2.x  
Zdroj: <http://www.google.com/patents/EP1729235A1?cl=en>

Ačkoliv je standard celosvětově používaný, mnohdy dochází k tomu, že systém přijatou zprávu není schopný interpretovat. Z tohoto důvodu se vytváří integrační jádra, která, ať už v případě přijímání nebo odesílání dat, zprávu zpracují tak, aby vznikla pro obě strany srozumitelná informace.

### 3.3 IHE

IHE, neboli Integrating the Healthcare Enterprise, volně přeloženo jako iniciativa pro integraci zdravotní péče, je sdružení profesionálů vytvářejících rozhraní pro přenos dat ve zdravotnictví. Je zaměřeno na použití již existujících standardů jako je DICOM nebo HL7.

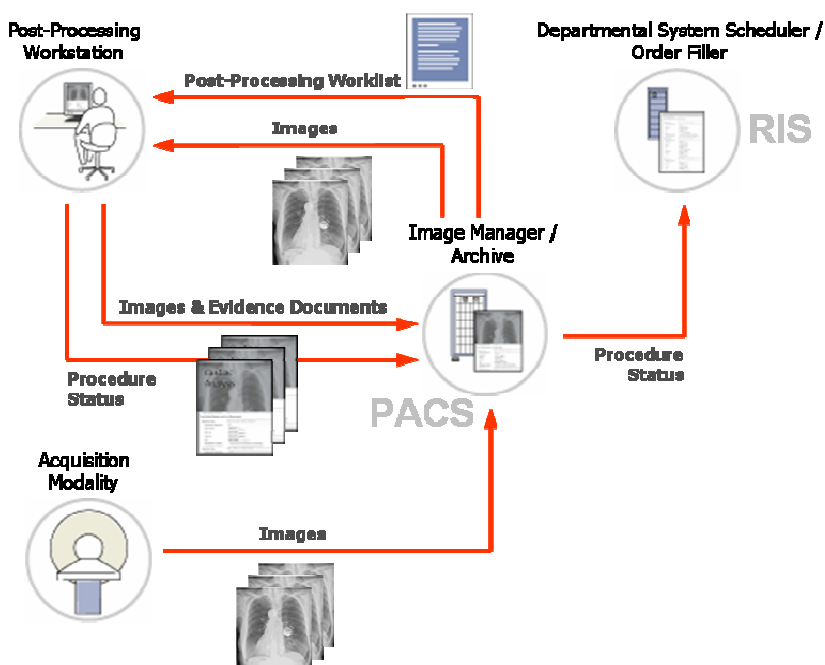
Standards samotné neposkytují dostatečné zefektivnění pracovních postupů. Z tohoto důvodu IHE upřesňuje a koordinuje jejich použití pro optimálnější a snadnější integraci



informačních systémů, jinými slovy, IHE není standardizační ústav, nýbrž vydává seznam doporučení, jak stávající standardy efektivně používat. Hlavním produktem jsou takzvané integrační profily, které řeší zmíněné problémy, což celkově vede ke zdokonalení zdravotní péče o pacienty. [25] [26]

### 3.3.1 Integrační profily

Integrační profily představují detailní technickou specifikaci diagramu užití, neboli „use case“. Podkladem pro jejich vznik jsou uživatelem definované reálné procesy, které popisují jeho každodenní práci.



Obrázek 4: Workflow popisující zpracování radiologického snímku  
Zdroj: [http://wiki.ihe.net/index.php?title=Post-Processing\\_Workflow](http://wiki.ihe.net/index.php?title=Post-Processing_Workflow)

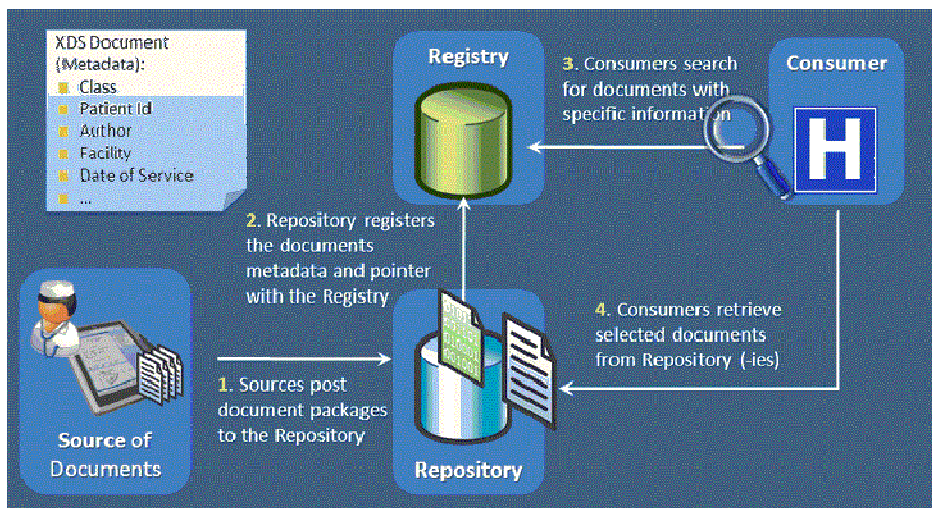
V současné době je specifikováno 11 odvětví, mezi které patří například radiologie, kardiologie či dokonce farmacie a anatomická patologie.

Vývojáři a dodavatelé informačních systémů a zdravotnických zařízení využívají získaných poznatků k tomu, aby mohli institucím nabídnout co nejlepší dostupné řešení, které bude podporovat základní komunikační standardy, čímž se jednoznačně specifikují jednotlivé pracovní postupy, viz Obrázek 4, a zajistí kompatibilitu vybavení od různých výrobců. [27]

### 3.3.2 XDS

Cross-Enterprise Document Sharing, zkráceně XDS, je jedním z nejdůležitějších integračních profilů vydávaných IHE, jenž poskytuje specifikaci pro správu a sdílení zdravotnické dokumentace mezi institucemi, ať už se jedná o běžné ordinace či operační sály. Stanovuje způsob záznamu, šíření a také přístupu k potřebným datům, viz Obrázek 5, což přináší řadu výhod, mezi které patří snížení zátěže používané sítě, redukce počtu a objemu úložných míst nebo dokonce zrychlení procesů jako je 3D renderování snímků.

Existují různé modifikace a rozšíření původních doporučení, které se soustředí na konkrétní typ, jako je například XDS-I, zaměřující na obrazovou dokumentaci, XDS-SD pro neskenovanou dokumentaci, či XDS-b zaměřující se na ukládání dat do repositáře (na server). [28]



Obrázek 5: Znáornění pracovního postupu s využitím XDS

Zdroj: <http://healthcaresecprivacy.blogspot.cz/2012/01/hie-using-ihe.html>

## 4. Prohlížeč medicínské dokumentace

V dobách, kdy modality nepřeváděly zdravotnickou dokumentaci do digitální podoby a záznamy o pacientech byly dostupné pouze v papírové podobě, stačily lékařům a jinému personálu k popsání nálezu pouze vytištěné snímky. S příchodem digitalizace se však vyskytla otázka, jakým způsobem zobrazit získaná data. Z tohoto důvodu se začaly objevovat první prohlížeče zdravotnické dokumentace, které již od počátku patří mezi nedílnou součást nemocničního informačního systému.

Prohlížeče z počátku sloužily k pouhému náhledu snímku. Postupným vývojem však dochází k dalším pozorováním a zjištěním, že se dají využít i jiným způsobem, kterým je usnadnění práce se snímkem. Vznikají tedy funkcionality, které podporují lékaře ve velmi důležitých rozhodnutích. Mezi běžné funkce se řadí například měření, posuny, přiblížení, či úpravy barev a zobrazení. Některé moderní prohlížeče zdravotnické dokumentace navíc přichází s automatickou detekcí možné abnormality. To však nelze považovat za oficiální nález, ale je nutné, aby příslušný lékař objev důkladně zhodnotil a případně upravil, či zcela vyvrátil.

### 4.1 Druhy prohlížečů

Prohlížeče zdravotnické dokumentace se z legislativního hlediska dělí na dva základní druhy, kterými jsou:

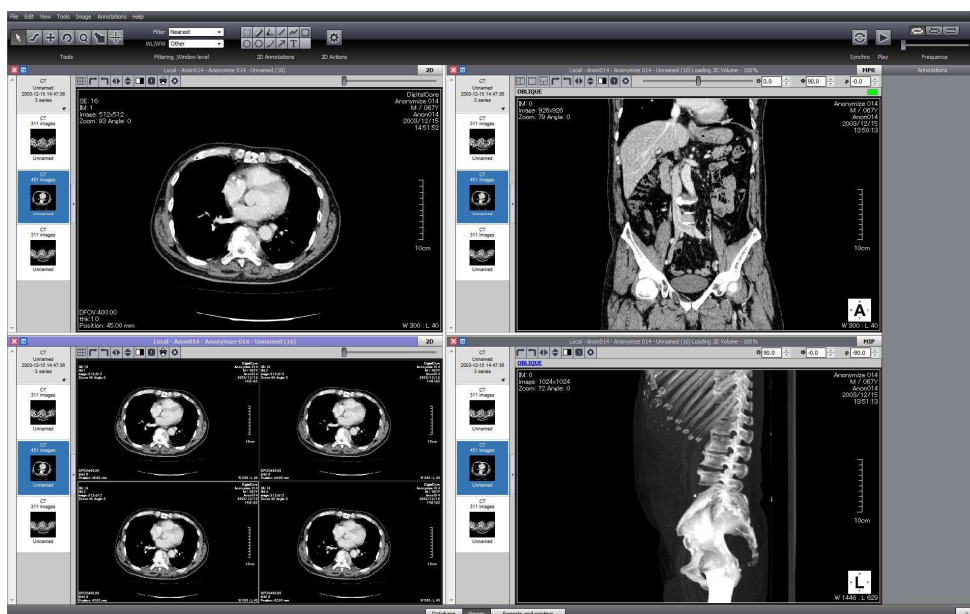
- **Diagnostický prohlížeč:** Prohlížeč poskytuje rozsáhlé množství zpřístupněných funkcí sloužících k analýzám a úpravám digitálních snímků a navíc k popisování zjištěných nálezů. Tento typ je určen pro diagnostické stanice a kromě čtení umožňuje i ukládání snímků. Navíc je označen známkou CE, neboli obdržel požadovanou certifikaci. Jinými slovy lze říci, že se produkt shoduje s technickými a jinými požadavky obsaženými v nařízení vlády. V tomto případě se jedná o nařízení o zdravotnických prostředcích. Posuzování shody provádí notifikovaná osoba, mezi které v oblasti zdravotnictví patří například Elektronický zkušební ústav (EZU), či institut pro testování a certifikaci a.s. (ITC).

- **Klinický prohlížeč:** Oproti diagnostickému prohlížeči zpřístupňuje pouze jednoduché operace s dokumenty a digitálními snímky a je určen pro klinické stanice. Tyto stanice disponují pouze běžným počítačovým vybavením, které díky svým technickým specifikacím není určeno pro diagnostické účely. Tento problém se týká hlavně monitorů, které nemají dostatečně vysoké rozlišení, proto jsou určeny pouze pro čtení, nikoli zápis. Díky tomu nevyžaduje vysoce výkonnou pracovní stanici. Avšak největším rozdílem je neobdržená certifikace, čímž se značně omezuje jeho použitelnost. Na rozdíl od diagnostických prohlížečů, jejichž pořizovací cena se pohybuje v rozmezí od 20 000 Kč do 100 000 Kč za licenci v závislosti na nabízených funkcích a servisu, klinické prohlížeče se většinou dodávají v rámci řešení informačního systému formou multilicence za mnohem nižší cenu.

## 4.2 Ukázky prohlížečů

- **Onis 2.5 Professional**

Prohlížeč, viz Obrázek 6, byl vyvinut firmou Onis, nacházející se v Japonsku. Mezi zajímavé funkcionality patří například podpora multiframů, možnost práce jako DICOM Server, či práce se vzdálenými archivy. V České republice však nemá žádné zastoupení.



Obrázek 6: Onis 2.5 Professional

Zdroj: [http://www.onis-viewer.com/upload\\_images/gallery/1257327734\\_1257310696\\_Viewers.jpg](http://www.onis-viewer.com/upload_images/gallery/1257327734_1257310696_Viewers.jpg)

- **RadiAnt DICOM Viewer**

RadiAnt, viz Obrázek 7, je jeden z klíčových produktů polské firmy Medixant. Mezi základní funkcionality patří například kompatibilita s mnoha modalitami, práce s více monitory, multiplanární rekonstrukce, či vypalování studií na kompaktní disk. Prohlížeč však nelze spustit ve webovém prohlížeči. Navíc není certifikován, proto ho tedy není možné považovat za diagnostický.

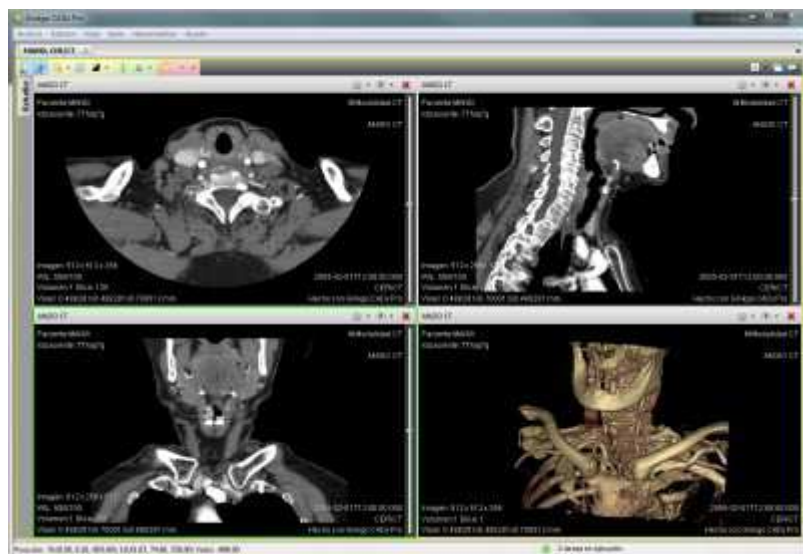


Obrázek 7: RadiAnt DICOM Viewer

Zdroj: <http://www.radiantviewer.com/img/alltools.jpg>

- **Ginkgo CADx Pro**

Jedná se o produkt, viz Obrázek 8, společnosti MetaEmotion sídlící ve Španělsku. Nabízené funkce jsou obdobné jako u dříve zmíněných produktů. Nesmírnou výhodou je obdržená certifikace po celé Evropské unii, vývoj podle potřeb zákazníků a jejich případné školení a nepřetržitý servis.



Obrázek 8: Ginkgo CADx Pro

Zdroj: [http://ginkgo-cadx.com/en/data/thumbs/i18npic.450x275.ginkgo\\_cadx\\_pro\\_3.jpg](http://ginkgo-cadx.com/en/data/thumbs/i18npic.450x275.ginkgo_cadx_pro_3.jpg)

## 5. Komponenty prohlížeče zdravotnické dokumentace

Vývoj prohlížeče zdravotnické dokumentace je velice komplexní a obsáhlý problém. Při vývoji je nutné zohlednit nejen přístup lékařů k léčebnému procesu, ale také legislativu, která může ovlivnit funkcionalitu. Některé jednoduché funkce zvládnou vytvořit i nespecializované vývojové týmy, avšak pro integraci a náročné výpočetní metody se musí ke skupině připojit odborníci v práci s grafikou a lékaři, jakožto konzultanti, kteří jsou všem dostupní během vývoje. Prohlížeč navíc spojuje celou řadu komponent, se kterými je nejprve nutné se alespoň okrajově seznámit.

### 5.1 Aplikační server

Aplikační server vytváří vrstvu mezi operačním systémem a provozovanými sdílenými aplikacemi. Jedná se o software, který zastřešuje používané knihovny a zpřístupňuje data a související aplikační logiku webovému prostředí. Slouží převážně pro vývoj a provoz webových aplikací nové generace a informačních systémů, jako je podpora transakčního zpracování, či výměna zpráv mezi aplikacemi. [29]

Na aplikační servery se umísťují webové komponenty, které tvoří výslednou aplikaci. Mezi ně patří Java servlet, JSP (JavaServer Pages) soubory, JSF (JavaServer Faces) soubory či javovské třídy. Díky aplikačnímu serveru je pak možné velmi jednoduše integrovat jednotlivé aplikace do funkčních celků.

#### 5.1.1 JBoss

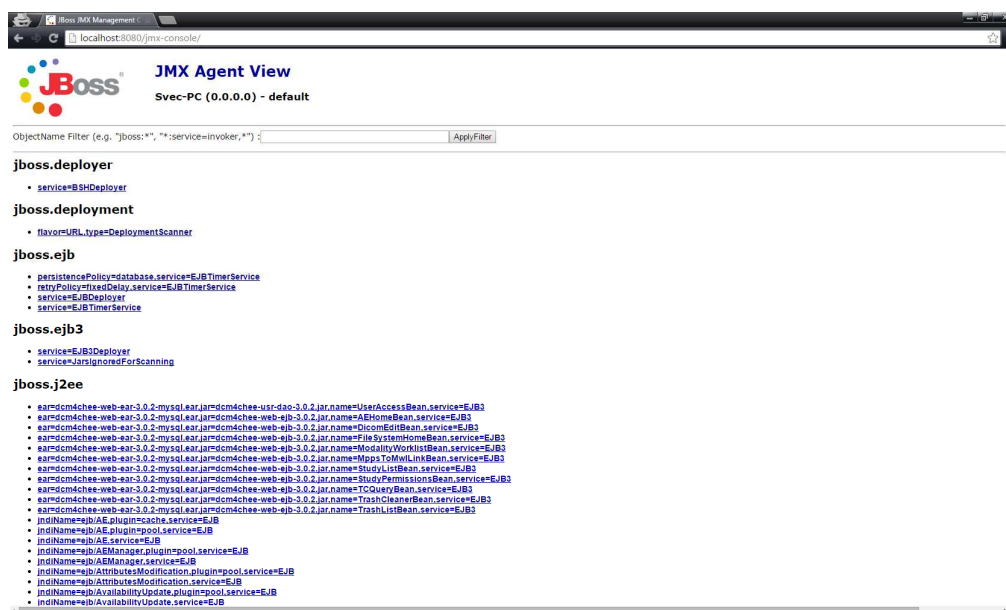
JBoss je první, plně certifikovaný, opensourcový aplikační server založený na standardu JEE, neboli Java Enterprise Edition. Certifikát zaručuje, že JBoss plně integruje specifikaci JEE, což umožňuje vývojářům snadné a hlavně bezpečné používání jednotlivých komponent této specifikace. Díky tomu splňuje velmi důležitou podmínku vývoje webové aplikace, tedy nezávislost na používané platformě (operačním systému). [30]

Obdobné řešení nabízí například Enhydra, JRun nebo server GlassFish. Pro realizaci prohlížeče zdravotnické dokumentace a jeho integraci s ostatními službami a portály je však nejvíce vhodný právě JBoss.

## 5.1.2 Nástroje JBoss

JBoss nabízí rozsáhlé portfolio nástrojů. Mezi nejvýznamnější se řadí:

- **JBoss JMX:** JMX Console, viz Obrázek 9, je komponenta určená pro management a monitoring aplikací. Umožňuje podrobně sledovat, jakým způsobem jsou jednotlivé služby nastaveny, zdali jsou aktivní a případně měnit jejich konfiguraci a vztahy v jednotném prostředí. Práce administrátora se tak výrazně ulehčí.

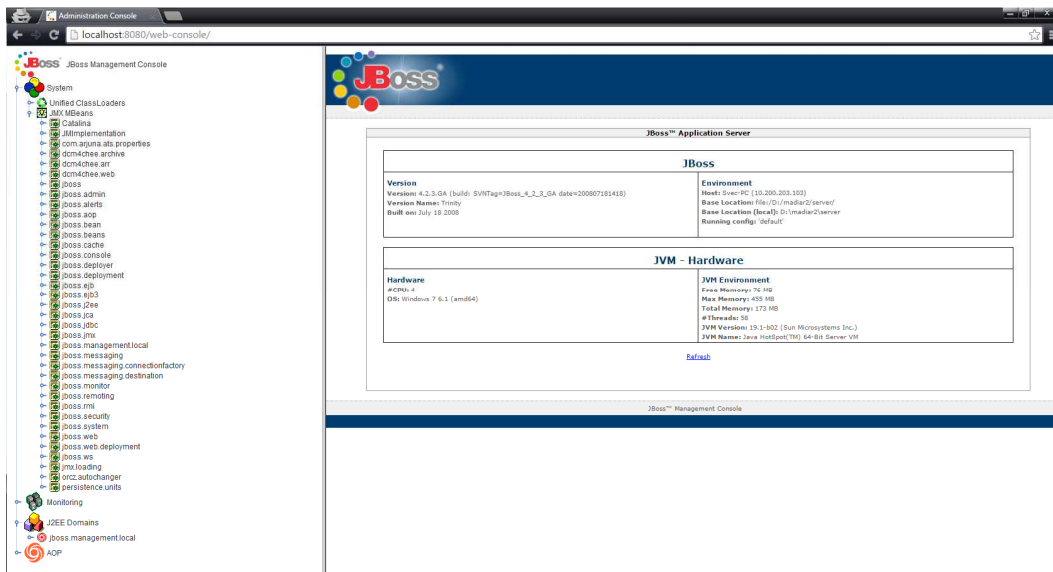


Obrázek 9: JBoss JMX Console

Zdroj: vlastní

- **JBoss Messaging:** Jedná se o systém pro asynchronní přenos zpráv, jenž poskytuje dostatečnou spolehlivost a bezpečnost.
- **JBoss Web:** Podobně jako JBoss JMX, Web zpřístupňuje konfigurační soubory jednotlivých aplikací, viz Obrázek 10, jejichž nastavení lze posléze upravovat. Nástroj je však přehlednější díky zobrazené stromové struktuře a navíc nabízí funkce jako deaktivaci, či restart dílčích aplikací.





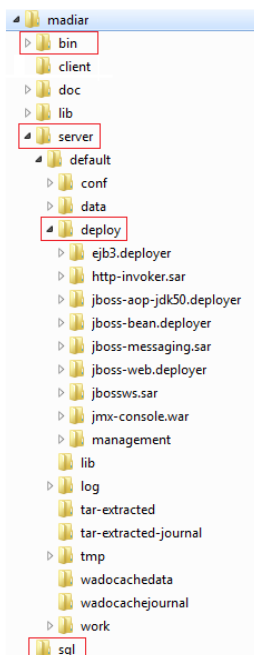
Obrázek 10: JBoss Web Console  
Zdroj: vlastní

- **JBoss Hibernate:** Hibernate je softwarová struktura, neboli framework, umožňující objektově relační mapování za běhu pomocí reflexe. Jinými slovy lze říci, že zajišťuje konverzi dat mezi objektovým modelem a relační databází a naopak. Spojuje mnoho knihoven, které poskytují funkce jako mazání, editace a jiné úpravy. [31]

### 5.1.3 Adresářová struktura

Po instalaci, respektive extrakci JBoss archivu, vznikne adresářová struktura, viz Obrázek 11: Adresářová struktura JBoss, ze které je nutné zmínit některé položky.

- **Bin:** Tato složka obsahuje skripty, které spouští či vypínají samotný server. Dále obsahuje některé nástroje, které předávají informace o serveru a je možné tyto skripty volat pomocí aktivních webových služeb.
- **Server:** Složka server je jedna z nejdůležitějších položek seznamu. Zahrnuje totiž nejenom nesmírně důležité konfigurační soubory dostupných webových služeb, ale navíc poskytuje prostor pro instalaci právě zmíněných služeb. Umisťují se do adresáře s názvem deploy. Po zařazení je možné službu spustit pouhým zadáním názvu do adresního řádku libovolného prohlížeče.
- **Sql:** Adresář sql obaluje skripty sloužící k vytvoření, odstranění a modifikaci používané relační databáze.



Obrázek 11: Adresářová struktura JBoss  
Zdroj: vlastní

## 5.2 Marie Server Express

Nezbytně nutnou aplikací pro realizaci a provoz webového prohlížeče je DICOM archiv. Tuto potřebu řeší produkt společnosti OR-CZ s názvem Marie Server Express. Aplikace spojuje množství služeb a nástrojů nezbytně nutných pro spolehlivý provoz NIS.

Jednotlivé komponenty nabízí vysoký výkon, flexibilitu a nezávislost na nabízené platformě, jelikož jsou vyvíjeny v programovacím jazyce Java. Navíc mají plně implementované standardy DICOM a HL7, které jsou nutné pro správné získávání, manipulaci a ukládání potřebných dat. Výsledný balík lze nasadit na již dříve zmíněný aplikační server JBoss.

### 5.2.1 Služby Marie Server Express

Mezi podporované nástroje a služby aplikace Marie Server Express patří:

- **OR Auto-Changer:** Hlavní funkcí tohoto nástroje je automatická úprava osobních údajů pacienta naklonováním odpovídající studie. Ve vytvořené kopii se provede

požadovaná změna a zaznamenají se informace o originálu, díky čemuž je zaručena konzistentnost údajů mezi archivem a NIS. Navíc může sloužit také k anonymizaci dat, či k automatickému odmazávání původních studií.

- **Communicator:** Tato komponenta leží mezi lokálním PACS a centrálním datovým úložištěm. Její hlavní funkcí je přijímání vyšetření, jejich kontrola a následné posílání na předem stanovená místa.
- **Marie Server Signature:** Jedná se o službu poskytující možnost digitálně podepsat data. Elektronický podpis je navíc opatřen časovým razítkem, jenž prokazuje čas vytvoření. Díky tomu lze v případě potřeby ověřit autenticitu podpisovatele a integritu pořízených dat.
- **Marie Server WebExpress:** Jedná se o klinický webový prohlížeč zdravotnické dokumentace, jehož realizace je popsána v následující kapitole.

## **6. Realizace prohlížeče Marie Server WebExpress**

Marie Server WebExpress je jedním z produktů firmy OR-CZ spol. s r.o. Jedná se o klinický webový prohlížeč zdravotnické dokumentace, jenž je založen na nejmenovaném opensourcovém řešení, na jehož vývoji se autor této bakalářské práce podílel v průběhu roční řízené praxe.

### **6.1 Výchozí situace projektu**

Společnost OR-CZ se potýkala s mnoha negativními ohlasy ohledně dodávaného softwarového vybavení pro prohlížení zdravotnické dokumentace, jelikož pořizovací cena licencí byla velká a některé produkty nespolehlivé. Proto se vedení firmy rozhodlo pro rychlé řešení, které by mohlo konkurovat existujícím prohlížečům.

Nejprve bylo nutné provést analýzu dostupných řešení, jejíž výstupem bylo vybrat to, které by odpovídalo zvoleným požadavkům (například snadná dostupnost, volná šířitelnost, vícejazyčnost a další).

### **6.2 Funkce**

Marie Server WebExpress využívá DICOM standard, viz kapitola 3.1, k získání potřebných dat. Díky tomu lze prohlížeč implementovat jako webovou aplikaci na jakýkoli systém podporující webový přístup k DICOM objektům pomocí protokolu WADO. Nesmírnou výhodou je aplikace nových technologií, které přineslo vydání nejnovější specifikace značkovacího jazyka HTML – HTML5. Pro vývoj je možné použít jakékoliv IDE, neboli vývojové prostředí, záleží pouze na osobních preferencích, avšak v tomto případě byl využíván Eclipse.

Prohlížeč nabízí řadu funkcí nutných pro základní práci se zdravotnickou dokumentací. Panel nástrojů se nachází v horní části obrazovky, viz Obrázek 13. Mezi podporované funkce patří například přiblížení a oddálení snímku, převrácení, otočení, inverze barev,

úprava jasu a kontrastu, zobrazení a skrytí popisků, měření vzdáleností, manuální a automatická synchronizace snímků, zobrazení informací o elektronickém podpisu a jiné.

Dále nabízí přijímání dat z několika serverů, vyhledávání studie na základě několika parametrů, viz Obrázek 12, ergonomické ovládání prohlížeče za pomoci klávesových zkratk, vysokou úroveň zabezpečení, atd.

Jedním z hlavních požadavků je úplná funkční nezávislost na používané platformě. Díky velmi komplexnímu řešení, viz následující kapitoly, podporuje nejen operační systémy Windows, nebo Linux, ba dokonce iOS, Android a Windows Phone.

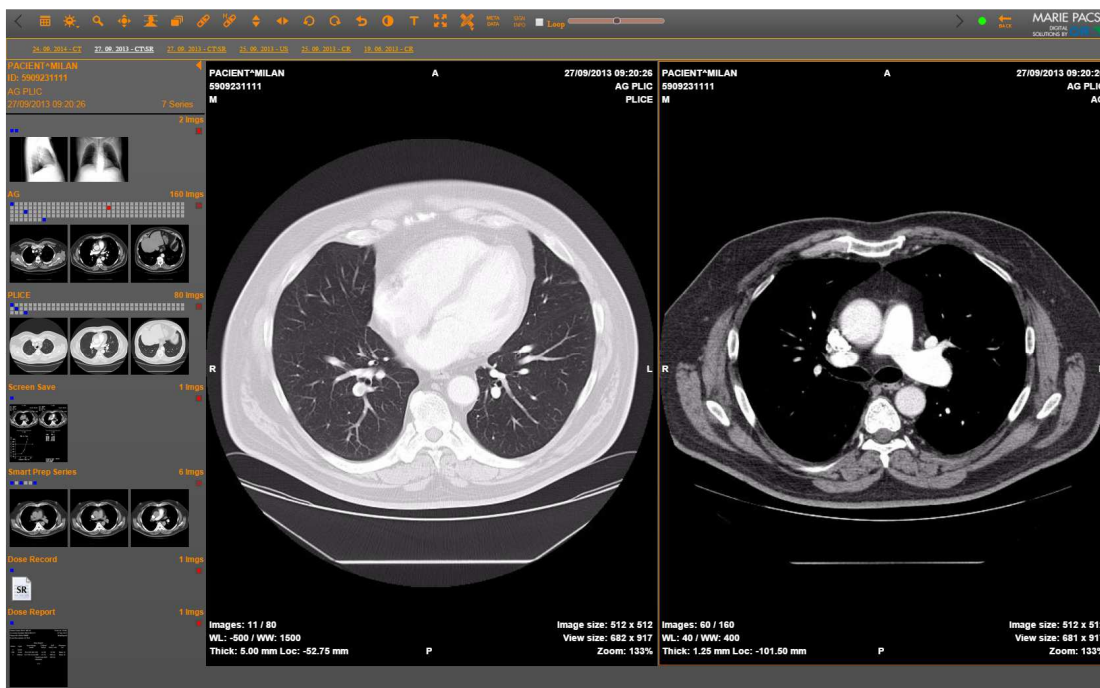
The screenshot shows the MSWebExpress PACS interface. At the top, there are navigation tabs for 'Today CT', 'Today CR', and 'Last Week MR'. Below that is a search bar with fields for 'ID Pacienta', 'Jméno pacienta', 'Číslo žádanky', 'Datum narození', and 'Popis studie'. There are also fields for 'Datum studie (Od)', 'Datum studie (Do)', 'Vyhledávací křeslo', and 'Modality' set to 'ALL'. A 'Hledat' button is present.

The main area displays a table of search results for 'PACIENT\*MILAN'. The table has the following columns: Patient ID, Patient Name, Date of Birth, Accession #, Study Date, Study Description, Modality, and Instance Count. The first few rows are:

Patient ID	Patient Name	Date of Birth	Accession #	Study Date	Study Description	Modality	Instance Count
14371	Goltsov K V	19561227	14556	31/03/2014 08:24:56		CT	1070
140627005	CP*Sample		741960	30/05/2013 09:48:35	MOZEK	CT	11
6104216459	KOPEC*LADISLAV	19610421	381130	28/04/2011 10:46:13	CORONARO	CT	4874
6104216459	KUPEC*LADISLAV	19610421	381130	28/04/2011 10:46:13	CORONARO	CT	4874

On the left side of the interface, there are several study series thumbnails: '7 Series' (2 imgs), 'AG' (160 imgs), 'PLICE' (80 imgs), 'Screen Save' (1 imgs), 'Smart Prep Series' (6 imgs), 'Dose Record' (1 imgs), and 'Dose Report' (1 imgs).

Obrázek 12: Výběr konkrétní studie v prohlížeči Marie Server WebExpress  
Zdroj: vlastní



Obrázek 13: Zobrazení vybrané studie v prohlížeči Marie Server WebExpress  
Zdroj: vlastní

## 6.3 Součásti prohlížeče

Produkt Marie Server WebExpress se skládá ze dvou částí. Každá z nich plní jinou funkci, a proto se také vyvíjí v různých programovacích jazycích.

### 6.3.1 Serverová část

Serverová část prohlížeče Marie Server WebExpress je programována ve velmi oblíbeném objektově orientovaném jazyce Java. Díky svým vlastnostem, jako je kompatibilita s různými platformami a webovými prohlížeči, bezpečnosti či výkonnosti, představuje ideální prostředek pro realizaci.

Java tvoří nejobsáhlejší část prohlížeče. Jedná se například o třídy, které zajišťují komunikaci s jakýmkoli archivačním systémem PACS, viz Obrázek 15, modely představující struktury XML a jiných konfiguračních souborů, viz Obrázek 14, či takzvané servlety, viz Obrázek 16.

```

10 @Root
11 public class SignitureConfModel {
12
13     @Element
14     private String hostname;
15
16     @Element
17     private String port;
18
19     @Element
20     private String ip;
21
22     public String getHostname() {
23         return hostname;
24     }
25
26     public void setHostname(String hostname) {
27         this.hostname = hostname;
28     }
29
30     public String getPort() {
31         return port;
32     }
33
34     public void setPort(String port) {
35         this.port = port;

```

Obrázek 14: Model konfigurace serveru elektronického podpisu  
Zdroj: vlastní

```

60 public class SignitureConfHandler {
61
62     // Initialize logger
63     private static Logger log = Logger.getLogger(SignitureConfHandler.class);
64
65     private Serializer serializer = null;
66     private SignitureConfiguration config = null;
67     public static File signitureConfig = null;
68
69     public SignitureConfHandler(String tmpDir) {
70         try {
71             serializer = new Persister();
72             signitureConfig = new File(new XMLSignatureConfHandler().getXMLFilePath(tmpDir));
73             config = serializer.read(SignitureConfiguration.class,
74                 signitureConfig);
75         } catch (Exception ex) {
76             log.error("Unable to read XML document", ex);
77             return;
78         }
79     }
80
81     public SignitureConfModel findServerByName (String hostName) {
82         SignitureConfModel obj = null;
83
84         List<SignitureConfModel> serversList = config.getServersList();
85
86         if (hostName != null && hostName.length() > 0) {
87             try {
88                 for (SignitureConfModel serObj : serversList) {
89                     if (serObj.getHostname().equals(hostName)) {
90                         obj = serObj;
91                         break;
92                     }
93                 }
94             } catch (Exception ex) {
95                 log.error("Error while finding server by name");

```

Obrázek 15: Třída určená pro úpravy konfiguračního souboru elektronického podpisu  
Zdroj: vlastní

Java servlet je každá třída, která je potomkem třídy `HttpServlet`. Lze jí také považovat za webovou službu. Její význam spočívá ve zpracování HTTP požadavků pomocí metod `doGet()` nebo `doPost()`, které musí být obsaženy v každém servletu.

Pro použití webových služeb je nejprve nutné je namapovat. Jinými slovy, musí vzniknout URL adresa, kterou bude ze strany klienta možné volat. Toho je docíleno za pomoci jednoduchého XML souboru, sloužícího také pro ukládání globálních proměnných, autentizaci a další.

Výstupem však nemusí být pouze odpověď klientovi a následné vygenerování webové stránky, ale také například zápis do databázové struktury, úprava konfiguračních souborů, upload dokumentů a další akce.

```
44 public class SignitureConfigServlet extends HttpServlet {
45
46     private static Logger log = Logger.getLogger(SeriesServlet.class);
47
48     protected void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse response) throws ServletException, IOException {
49
50         PrintWriter out = response.getWriter();
51         String todo = request.getParameter("todo");
52         String action = request.getParameter("action");
53         String ip = request.getParameter("ip");
54         String hostName = request.getParameter("hostName");
55         String port = request.getParameter("port");
56
57         File tempDir = (File) getServletContext().getAttribute("javax.servlet.context.tempdir");
58
59         SignitureConfModel scm = new SignitureConfModel();
60         SignitureConfHandler sch = new SignitureConfHandler(tempDir.getParent());
61
62         try {
63             //reading XML file
64             if(todo.equalsIgnoreCase("read")) {
65                 if(hostName != null || hostName.length() > 0) {
66                     scm = sch.findServerByName(hostName);
67                     JSONObject obj = new JSONObject();
68                     obj.put("ip", scm.getIp());
69                     obj.put("port", scm.getPort());
70                     out.println(obj);

```

Obrázek 16: Java servlet

Zdroj: vlastní

Po kompilaci projektu vznikne balík webových služeb, dalších Java tříd, a dokonce HTML a CSS souborů, s příponou `.war` představující webovou aplikaci. Ten je při spuštění aplikace na serveru rozbalen a následně může být výsledek zobrazen v jakémkoli webovém prohlížeči.



### 6.3.2 Klientská část

Klientská část webového prohlížeče zdravotnické dokumentace je programována v multiplatformním objektově orientovaném skriptovacím jazyce JavaScript, který umožňuje jednoduchou manipulaci s HTML prvky, tedy se samotným obsahem webových stránek, ale také s kaskádovými styly. V mnoha případech se však nejedná přímo o JavaScript, ale o knihovny, které na jeho základě vznikly. Existuje jich nepřeberné množství, ale nejvyužívanějším je jQuery. Převratným způsobem usnadňuje práci s elementy stránky. Implementuje totiž JavaScript takovým způsobem, který je pro člověka přehlednější, lépe čitelný a srozumitelnější. Metody jsou logicky pojmenovány a tím je na první pohled patrné, k čemu slouží.

Marie Server WebExpress využívá JavaScript a tyto knihovny k zobrazení získané digitální dokumentace a k následným úpravám snímků, či k jiným funkcím potřebným pro správný chod aplikace, čímž pružně reaguje na chování uživatele, viz Obrázek 17.

Důležitým prostředkem získávání dat v prohlížeči je AJAX, neboli asynchronní JavaScript a XML. Jedná se o poměrně novou kombinaci technologií, která vede ke zlepšení vzhledu a funkčnosti webových aplikací. Po zavolání funkce je možné odeslat data na server (Java servlet, viz kapitola 6.3.1), který je zpracuje a zašle data v předem stanoveném formátu (XML, JSON, HTML, EBML a další) zpět ke klientovi, kde je s nimi možné, bez nutnosti znovu nahrávat webovou stránku, pracovat. To přináší nejen větší komfort uživateli a plynulost práce, ale také snižuje množství přenášených dat a zatížení sítě, jelikož není nutné znovu sestavit celý HTML dokument.

I přes mnohé výhody existují i některá omezení, která jsou nutná při vývoji webové aplikace zohlednit. Jedním z hlavních problémů je vypnutý JavaScript na straně klienta, čímž se aplikace stane zcela nefunkční. Další nevýhodou je neměnnost URL adresy v adresním řádku, pokud se v prohlížeči přejde na jinou stránku či se například provede odeslání formuláře, což znemožní uložení stránky do záložek a běžné používání tlačítka zpět. Proto je před započítím vývoje nutné provést potřebnou analýzu a případně se pokusit problém vyřešit jiným způsobem.

```

282 function signiture(studyUID) {
287 //zjisteni informaci o podepisovacim serveru
288 var ip;
289 var port;
291 $.post("SignitureConfig.do", { todo: "READ", action: "", hostname: "signiture", ip: "", port: "" }, function(data) {
292     $('#checkSign').css('display', 'inline');
293     ip = data.ip;
294     port = data.port;
295
296     $.post("SignitureService.do", { todo: "status", ip: ip, port: port, studyUID: studyUID }, function(data) {
297         /studie je podepsána
298         if (data.Stav == 2) {
299             //informace o podpisu
300             $.post("SignitureService.do", { todo: "info", ip: ip, port: port, studyUID: studyUID }, function(data) {
301                 var result = "<table class='tagList'><thead><tr><td>NÁzev</td><td>Hodnota</td></tr></thead><tbody>";
302                 $.each(data, function(i, val) {
303                     result += "<tr><td>" + i + "</td><td>" + val + "</td></tr>";
304                 });
305                 result += "</tbody></table>";
306                 $('#dialog').html(result);
307             }, "json");
308             $('#checkSign img').attr('src', 'images/green_dot.png');
309
310             $('#checkSign').on('click', function(e) {
311                 jQuery("#dialog").dialog({
312                     open: function(event, ui) {
313                         $(".ui-dialog-titlebar-close", $(this).parent()).hide();

```

Obrázek 17: Použití JavaScriptu a knihovny jQuery  
Zdroj: vlastní

## 7. Hodnocení výsledného řešení

Prohlížeč zdravotnické dokumentace Marie Server WebExpress je vyvíjen od 4. kvartálu roku 2014. Zatím však nebylo možné zavést produkt do pilotního provozu, proto testování probíhá pouze v rámci společnosti OR-CZ.

V průběhu vývoje však byly vlastnosti a funkce několikrát konzultovány s lékaři. Mezi jejich nejčastější požadavky patří:

1. Potřeba zjemnit magnifikaci, která je momentálně příliš prudká.
2. Možnost zobrazení historie studií pro stejné ID pacienta a následné otevření požadované studie, aby bylo možné jednotlivá vyšetření porovnávat.
3. Možnost manuální synchronizace sérií v rámci studií.
4. Neexistuje možnost úpravy obrázku s následným uložením těchto změn.
5. Obsah kontextové nabídky by bylo vhodné doplnit o často používané funkce. Naprosto ideální by byly klávesové zkratky.

Některé ze zmíněných funkcí byly náležitě vyřešeny, avšak ne každý požadavek je možné splnit. Nemají totiž dostatečně vysokou prioritu jako jiné, více důležité funkcionality ovlivňující chod celé aplikace.

### 7.1 Současný stav v nemocničních zařízeních

Nemocniční zařízení v současné době disponují převážně diagnostickými prohlížeči, za které je nutné platit drahé licence. Studie je poté možné prohlížet pouze na pracovištích s instalací některého z takovýchto produktů. Integrace takových prohlížečů bývá často složitá a nenabízí přístup k datům odkudkoli. Mnohdy také společnosti neposkytují dostatečnou servisní podporu.

## **7.2 Přínosy**

Ačkoliv je produkt Marie Server WebExpress prozatím pouze klinický prohlížeč, přináší řadu výhod do provozu nemocničních zařízení. Možnost spouštět prohlížeč přes jakékoliv webové rozhraní je nesmírným přínosem. Díky tomu mohou lékaři pracovat odkudkoli na celém světě, kde mají možnost připojení se k Internetu. Mohou tak poskytovat například vzdálené konzultace, které jsou v případě nouze velmi důležité. Pro otevření potřebné studie totiž stačí příjemci poslat například emailem požadovanou URL adresu, kde se po úspěšně provedené autentizaci a autorizaci umožní přístup k datům.

Díky podpoře načítání dat z více archívů podporujících webovou komunikaci WADO, je takovéto řešení vhodné pro regionální a krajské instalace. Prohlížeč samotný pak stačí instalovat pouze jednou na kterýkoli dostupný server, ke kterému lze z pracovních stanic snadno přistoupit pomocí libovolného webového prohlížeče (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox a jiné).

Dále se také snižují požadavky na administrátora IT oddělení. Postup instalace je snadný, konfigurace zdrojů a administrace samotného prohlížeče je díky intuitivnímu uživatelskému rozhraní naprosto bezproblémová. Administrátor se tak nemusí účastnit zdoluhavých a mnohdy nudných, či nepotřebných školení.

## **7.3 Ekonomické přínosy**

Prohlížeč vylepšuje nejen technologický provoz nemocnice, ale navíc zlepšuje ekonomickou situaci. Jelikož se jedná o prohlížeč určený pro klinické stanice, není tak potřebný velmi vysoký výpočetní výkon. I přesto je však získávání potřebných dat a jejich zobrazení takřka okamžité. Pro necertifikované prohlížeče také není nutné pořizovat drahé licence, které jsou však pro diagnostické prohlížeče potřebné pro provoz.

*Tabulka 1: Přibližné údaje o různých druzích nemocnic*

Druh nemocnice	Velká	Středně velká	Malá
Počet modalit	300	150	100
Počet diagnostických stanic	70	25	10
Náklady na licence (Kč)	6 300 000	2 250 000	900 000
Počet klinických (pracovních) stanic	600	400	100

Zdroj: OR-CZ spol. s r.o.

Z informací získaných od společnosti OR-CZ bylo zjištěno, že cena jedné licence diagnostického prohlížeče se pohybuje okolo 90 000 Kč v závislosti na poskytovaném servisu a dalších faktorech. Z tabulky, viz Tabulka 1, je jasně patrné, že množství pracovních stanic hojně převyšuje četnost stanic diagnostických. Licence pro tyto účely se dodávají ve formě multilicence, což znamená, že nezáleží na počtu provedených instalací. Cena je pak přibližně 250 000 Kč. Servisní tým však musí tyto stanice postupně a správným způsobem nakonfigurovat, což náklady značně zvyšuje.

Jedním z technických přínosů prohlížeče Marie Server WebExpress je webový přístup a možnost konfigurace načítání dat z více archívů. Díky tomu se dodavateli usnadní práce s instalací prohlížeče a jeho konfigurací, což bude nutno provést pouze jednou na konkrétním místě. Lze předpokládat, že se díky těmto okolnostem sníží servisní náklady a celková cena multilicence. Výsledná cena produktu se pak oproti jiným klinickým prohlížečům může snížit až o 100 000 Kč.

## Závěr

Cílem bakalářské práce „Aplikace digitální komunikace v medicíně“ bylo přiblížit problematiku práce s digitálními daty pořízenými snímacími metodami a ukázat, jakým způsobem lze s těmito daty naložit.

Teoretická část je rozdělena na dvě části. První z nich se věnuje popsání problematiky nemocničního informačního systému a výhod zavedení takového systému. Dále se zaměřuje na jeden ze způsobů archivace dat v systému PACS. Druhá část pak přibližuje a vysvětluje některé standardy používané ve zdravotnické digitální komunikaci a pojem „prohlížeč zdravotnické dokumentace“.

Praktická část této bakalářské práce podrobněji popisuje jednotlivé komponenty použité při vývoji prohlížeče zdravotnické dokumentace a přibližuje, jakým způsobem probíhá vývoj produktu Marie Server WebExpress.

Prohlížeč Marie Server WebExpress ještě nebyl uvolněn do pilotního provozu, jelikož zatím nebylo možné plně integrovat služby společnosti OR-CZ, jako je například elektronický podpis či webový portál. I přesto však splňuje požadavky produktu, které byly během výkonu praxe nadefinovány.

Cílem projektu bylo vytvořit takový produkt, který by mohl nahradit stávající software určený pro klinické stanice v nemocničních zařízeních, čímž se rozšíří produktové portfolio společnosti OR-CZ. Výsledné dílo úspěšně funguje, je snadno integrovatelné s ostatními produkty, které již byly zavedeny v nemocničních zařízeních či se v budoucnu budou nabízet. Firma OR-CZ se tak částečně osamostatnila od externích subdodavatelů, což přináší značné výhody v konkurenční soutěži, a to především snížení ekonomických nákladů, viz kapitola 7.3, či zlepšení péče o pacienty. Vývoj prohlížeče trval 6 měsíců a po odchodu autora této bakalářské práce je naplánován další rozvoj, jehož výsledkem by měl být plně certifikovaný diagnostický prohlížeč.

## Seznam literatury

### Citace

- [1] NUNAMAKER, JR., Jay F. a Robert O. BRIGGS. Toward a broader vision for Information Systems. *ACM Transactions on Management Information Systems*. 2011-12-01, roč. 2, článek 4, s. 1-12. DOI: 10.1145/2070710.2070711.
- [2] KÝČEK, Michal. *Nemocniční informační systémy. Kvalita v informačních systémech ve zdravotnictví*. Č. Bud., 2008. diplomová práce (Mgr.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zdravotně sociální fakulta
- [3] EBADOLLAHI, Shahram, Anni R. CODEN, Michael A. TANENBLATT, Shih-Fu CHANG, Tanveer SYEDA-MAHMOOD a Arnon AMIR. Concept-based electronic health records: Opportunities and Challenges. *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia - MULTIMEDIA '06*. New York, New York, USA: ACM Press, 2006, s. 997-1006. DOI: 10.1145/1180639.1180859.
- [4] MAHAMOOD, Saad a Ehud REITER. Working with clinicians to improve a patient-information NLG system. *Proceeding INLG '12 Proceedings of the Seventh International Natural Language Generation Conference*. 2012, s. 100-104. Dostupné z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2392732>
- [5] BURSA, Miroslav, Lenka LHOTSKA, Vaclav CHUDACEK, Jiri SPILKA, Petr JANKU a Lukas HRUBAN. Information retrieval from hospital information system: Increasing effectivity using swarm intelligence. *Journal of Applied Logic* [online]. 2015, vol. 13, issue 2, s. 126-137 [citováno 26. 4. 2015]. DOI: 10.1016/j.jal.2014.11.006.
- [6] VALERI, Gianluca, Francesco Antonino MAZZA, Stefania MAGGI, Daniele ARAMINI, Luigi La RICCIA, Giovanni MAZZONI a Andrea GIOVAGNONI. Open source software in a practical approach for post processing of radiologic images. *La radiologia medica* [online]. 2014, vol. 120, issue 3, s. 309-323 [citováno 26. 4. 2015]. DOI: 10.1007/s11547-014-0437-5.

- [7] Hospital Information Systems. Reference.MD [online]. 6. 6. 2012 [citováno 20. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.reference.md/files/D006/mD006751.html>
- [8] Nemocniční informační systém TREE. Prosoft [online]. ©2015 [citováno 3. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.prosoft.cz/Nis.html>
- [9] Homogenita nebo heterogenita informačních systémů?. *Technet.cz* [online]. 31. 1. 2011 [citováno 4. 3. 2015]. Dostupné z: [http://sdeleni.idnes.cz/homogenita-nebo-heterogenita-informacnich-systemu-fxk-/tec\\_sdeleni.aspx?c=A110126\\_142649\\_tec\\_sdeleni\\_ahr](http://sdeleni.idnes.cz/homogenita-nebo-heterogenita-informacnich-systemu-fxk-/tec_sdeleni.aspx?c=A110126_142649_tec_sdeleni_ahr)
- [10] Vyhláška o zdravotnické dokumentaci. In: Předpis č. 98/2012 Sb. 22.3 2012. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-98>
- [11] Elektronická zdravotnická dokumentace?. In: Technický portál [online]. 03.09.2014 21:53 [citováno 2. 3. 2015]. Dostupné z: [http://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/elektronicka-zdravotnicka-dokumentace\\_26730.html](http://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/elektronicka-zdravotnicka-dokumentace_26730.html)
- [12] PĚKNÁ, Jitka. EGovernment: Cesty k elektronickému zdravotnictví. Ministerstvo vnitra České republiky [online]. 2010 [citováno 4. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/egovernment-cesty-k-elektronickemu-zdravotnictvi.aspx>
- [13] SLAVÍK, Jiří. Elektronická zdravotnická dokumentace. Česká stomatologická komora [online]. © 2007 [citováno 28. 4. 2015]. Dostupné z: [http://dent.cz/detail-text.php?id\\_strana=28&id\\_text=636](http://dent.cz/detail-text.php?id_strana=28&id_text=636)
- [14] PILNÝ, Milan. Systémy PACS z hlediska databázových informačních systémů. *System Online* [online]. 2011 [citováno 21. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/systemy-pacs-z-hlediska-databazovych-systemu.htm>
- [15] BHACHU, Dewinda. The Medical Digital Imaging Revolution. *Hospital Management* [online]. 1. 9. 2005 [citováno 20. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.hospitalmanagement.net/features/feature681/>
- [16] ROUS, Vladimír. Kybernetická bezpečnost ve velké nemocnici. In *Sborník příspěvků Mezinárodní konference: Liberecké informatické fórum 2014*. 1. vyd. Liberec:



Technická univerzita v Liberci, 2014. s. 105 – 111.  
ISBN 978-80-7494-148-1.

- [17] Norma. *Iuridictum* [online]. 7. 3. 2008 [citováno 21. 2. 2015].  
Dostupné z: <http://iuridictum.pecina.cz/w/Norma>
- [18] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Part 1: Introduction and Overview*. [online], verze 2014. [vid. 21. 11. 2014]. [citováno 4. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://medical.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part01.pdf>
- [19] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Part 3: Information Object Definition*. [online], verze 2014. [vid. 21. 11. 2014]. [citováno 4. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://medical.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part03.pdf>
- [20] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Part 4: Service Class Specifications*. [online], verze 2014. [vid. 21. 11. 2014]. [citováno 4. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://medical.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part04.pdf>
- [21] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Part 8: Network Communication Support for Message Exchange*. [online], verze 2014. [vid. 21. 11. 2014]. [citováno 4. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://medical.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part08.pdf>
- [22] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Part 15: Security and System Management Profiles*. [online], verze 2014. [vid. 21. 11. 2014]. [citováno 4. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://medical.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part15.pdf>
- [23] *Health Level Seven International* [online]. ©2007-2015 [citováno 10. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://www.hl7.org/>

- [24] MCNICKLE, Michelle. 8 common questions about HL7. *Healthcare IT news* [online].  
[vid. 25. 4. 2012]. [citováno 10. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://www.healthcareitnews.com/news/8-common-questions-about-hl7>
- [25] *Integrating the Healthcare Enterprise* [online]. ©2013 [citováno 12. 12. 2014].  
Dostupné z: [www.ihe.net](http://www.ihe.net)
- [26] IHE Standard. *Codonics* [online]. ©2005-2014 [citováno 12. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://www.codonics.com/ihe/>
- [27] *Integrating the Healthcare Enterprise* [online]. ©2013 [citováno 12. 12. 2014].  
Dostupné z: <http://www.ihe.net/Profiles/>
- [28] Cross-Enterprise Document Sharing. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online].  
[vid. 5. 4. 2013]. [citováno 13. 12. 2014].  
Dostupné z: [http://wiki.ihe.net/index.php?title=Cross-Enterprise\\_Document\\_Sharing](http://wiki.ihe.net/index.php?title=Cross-Enterprise_Document_Sharing)
- [29] Aplikační servery. *Web4Company.cz* [online]. ©2005 - 2015 [citováno 15. 3. 2015].  
Dostupné z: <http://www.web4company.cz/technologie-aplikacni-servery/>
- [30] RED HAT, Inc. *JBoss Web* [online]. © 2015 [citováno 16. 3. 2015].  
Dostupné z: <http://jbossweb.jboss.org/>
- [31] Hibernate Getting Started Guide. RED HAT, Inc. *Hibernate. Everything data.* [online]. 8. 2. 2012 [citováno 12. 3. 2015]. Dostupné z:  
[https://docs.jboss.org/hibernate/orm/3.6/quickstart/en-US/html\\_single/](https://docs.jboss.org/hibernate/orm/3.6/quickstart/en-US/html_single/)

## Bibliografie

ATWOOD, Jeff a Joel SPOLSKY. *Stack Overflow* [online]. © 2015 [citováno 5. 4. 2015].

Dostupné z: <http://stackoverflow.com/>

HealthIT.gov | the official site for Health IT information [online]. © 2015 [citováno 6. 4.

2015]. Dostupné z: <http://www.healthit.gov>

MÜNZ, Jan. *Informační technologie ve zdravotnictví: informační systémy*. 1. vyd. V

Praze: České vysoké učení technické, 2011, 304 s. ISBN 978-80-01-04720-0.

PIANYKH, Oleg S. *Digital imaging and communications in medicine (DICOM): a practical introduction and survival guide*. Berlin: Springer, 2008, xx, 383 p. ISBN

978-354-0745-709.