

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Peter Lavrič

**Analiza možnosti shranjevanja zdravstvenih podatkov v okviru
projekta eZdravje**

DIPLOMSKO DELO NA UNIVERZITETNEM ŠTUDIJU

Mentor:izr. prof. dr. Miha Mraz

Ljubljana, 2011



Št. naloge: 01747/2011

Datum: 01.04.2011

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **PETER LAVRIČ**

Naslov: **ANALIZA MOŽNOSTI SHRANJEVANJA ZDRAVSTVENIH PODATKOV
V OKVIRU PROJEKTA EZDRAVJE**

**ANALYSIS OF MEDICAL DATA STORAGE APPROACHES WITHIN
THE SCOPE OF THE EHEALTH PROJECT**

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

Tematika naloge:

Kandidat naj v svojem delu analizira projekt informatizacije slovenskega zdravstva. Pri tem naj se usmeri predvsem na standarde in različne izvedbe hrambe podatkov (centralizirana, distribuirana) in primerja smernice nacionalnega projekta eZdravje z rešitvami v drugih državah.

Mentor:

Dekan:

prof. dr. Miha Mraz

prof. dr. Nikolaj Zimic



Original izdane teme

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani **Peter Lavrič**,

z vpisno številko **63010084**,

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Analiza možnosti shranjevanja zdravstvenih podatkov v okviru projekta eZdravje

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom

izr. prof. dr. Miha Mraza

- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne _____ Podpis avtorja: _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Mihi Mrazu za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Kazalo

Povzetek	1
Abstract.....	2
1 Uvod	3
2 Bolnišnični informacijski sistemi	5
2.1 eZdravje	5
2.1.1 Konceptualni model nacionalnega zdravstveno informacijskega sistema	6
2.1.2 Elektronski zdravstveni zapis	8
2.1.3 Konceptualni model eZIS	10
2.2 Standardi	12
2.2.1 Terminološki slovarji.....	12
2.2.2 Health Leven 7.....	13
2.2.3 DICOM.....	15
2.2.4 PACS	16
2.2.5 WADO.....	17
2.2.6 IHE	17
2.3 Teleradiologija.....	19
3 Arhitektura nacionalnega zdravstvenega informacijskega sistema z vidika EZZ.....	21
3.1 Struktura podatkovnega zapisa.....	22
3.2 DICOM SR in HL7 CDA	23
3.3 Možni načini organizacije podatkov v BIS	24
3.3.1 Centralizirani podatkovni model	24
3.3.2 Federativni podatkovni model	25
3.3.3 Hibridni podatkovni model.....	29
3.4 Prenos podatkov	31

3.5	Postopni prenos slik.....	34
4	Rešitve	36
4.1	Rešitve v drugih državah	36
4.1.1	Anglija	36
4.1.2	Švedska.....	36
4.1.3	Nizozemska	37
4.1.4	Finska	37
4.1.5	Kanada.....	37
4.1.6	Turčija.....	38
4.1.7	Hrvaška.....	38
4.2	Ponudniki rešitev v Sloveniji.....	39
4.2.1	Agfa	39
4.2.2	Siemens.....	39
4.2.3	Cisco	40
4.2.4	Oracle.....	40
4.2.5	IBM.....	41
4.2.6	Hewlett-Packard	42
4.3	Implementacija povzetka elektronskega zdravstvenega zapisa.....	42
4.4	Umestitev nacionalnega EZZ v zdravstveno okolje	44
	Zaključek	48
	Viri in literatura	50
	Seznam slik.....	54
	Seznam tabel.....	55

Seznam uporabljenih kratic in simbolov

BIS – bolnišnični informacijski sistem

CT – računalniška tomografija (angl. *computed tomography*)

DICOM – standard za upravljanje, shranjevanje, tiskanje in prenos medicinskih oslikav in pridruženih informacij (angl. *digital imaging and communications in medicine*)

eZIS – nacionalni zdravstveno informacijski sistem

EZZ – elektronski zdravstveni zapis

HL7 – standard za izmenjavo in shranjevanje kliničnih dokumentov

HTTPS – varni protokol za prenos informacij (angl. *hypertext transfer protocol secure*)

KZZ – kartica zdravstvenega zavarovanja

MPI – glavni indeks pacientov (angl. *master patient index*)

MRI – magnetna resonanca (angl. *magnetic resonance imaging*)

MTOM – *message transmission optimization mechanism*

PACS - sistem za elektronsko shranjevanje in pregledovanje medicinskih oslikav (angl. *picture archiving and communication system*)

PEZZ – povzetek elektronskega zdravstvenega zapisa

UML – poenoteni jezik modeliranja (angl. *unified modeling language*)

VPN – navidezno zasebno omrežje (angl. *virtual private network*)

WADO – spletna storitev za dostop in predstavitev DICOM objektov (angl. *web access to DICOM objects*)

XML – razširljivi označevalni jezik (angl. *extensible markup language*)

zNET – zdravstveno omrežje projekta eZdravje

zVEM – zdravstveni portal projekta eZdravje

Povzetek

Diplomsko delo se loteva tehničnih strani implementacije nacionalnega zdravstvenega informacijskega sistema v okviru projekta eZdravje s poudarkom na elektronskem zdravstvenem zapisu in teleradiologiji.

Opisan je koncept projekta eZdravje, osnovni gradniki in predvidena arhitektura celotnega sistema. V tem sklopu sem se usmeril v predvideno implementacijo elektronskega zdravstvenega zapisa. Sledijo predstavitve standardov, ki so nujno potrebni za interoperabilnost različnih aplikacij.

Pri natančnejšem pregledu elektronskega zdravstvenega zapisa sem predstavil možne načine organizacije podatkov in probleme pri prenosu velike količine podatkov radioloških preiskav.

V zadnjem delu diplomske naloge sem pregledal rešitve v drugih državah po svetu. Ogledal sem si tudi ponudnike celostnih rešitev programske in strojne opreme s področja zdravstva. Na koncu sem se lotil še začetnih korakov za implementacijo elektronskega zdravstvenega zapisa ter umestitev le tega v obstoječe zdravstvene sisteme v ustanovah.

Ključne besede: projekt eZdravje, standardi v zdravstvu, elektronski zdravstveni zapis, teleradiologija

Abstract

This thesis addresses the technical side of implementing national health information system in the project eZdravje with an emphasis on electronic health record and teleradiology.

Content covers the concept of project eZdravje, basic components and the expected overall system architecture. In this context, I focused on the designed implementation of electronic health record, followed by the presentation of standards necessary for interoperability of different applications.

In closer overview of the electronic health record I have introduced the possible ways of organizing data and problems in the transfer of large data amounts from radiology examinations.

In the last part of my work I have examined the solutions in other countries around the world. Also, I have overviewed software and hardware solution service providers in the field of healthcare. Finally, I have introduced the initial steps for implementing the electronic health record and the placement of it into existing health information systems.

Keywords: project eZdravje, healthcare standards, electronic health record, teleradiology

1 Uvod

Slovenija v okviru projekta eZdravje pripravlja enotno nacionalno zdravstveno informacijsko arhitekturo. Namen projekta je povezati posamezne zdravstvene informacijske sisteme na nacionalni ravni, kar bo omogočilo hitro in kvalitetno elektronsko izmenjavo informacij za zagotavljanje zdravstvenega varstva prebivalcev ter ostalih administrativnih in finančnih podatkov.

Obstoječi zdravstveni informacijski sistemi so sestavljeni iz številnih aplikacij raznih proizvajalcev programske opreme. Aplikacije so do neke mere povezane med seboj, vendar predvsem znotraj same ustanove. Posameznik mora zato podatke v sklopu zdravljenja med različnimi ustanovami (osebni zdravnik, specialist, itd.) prenašati v fizični obliki. To pa vodi k podvojenosti podatkov, počasni izmenjavi ter slabemu pregledu posameznika skozi njegovo zdravstveno zgodovino. Z uvedbo povezanega zdravstvenega informacijskega sistema na nacionalni ravni bo imel osebni zdravnik dostop do celotne zdravstvene zgodovine svojega pacienta, sam proces zdravljenja pa bo ob pravi implementaciji sistema tekel hitreje ter z manj čakanja in zgubljanja časa med različnimi preiskavami in posegi.

Proces uvedbe nacionalnega zdravstvenega sistema zaradi različnih obstoječih lokalnih sistemov predstavlja tako tehničen kot tudi organizacijski izziv. Za implementacijo sistema je namenjenega veliko denarja, kar privablja različne interesne skupine ter velike proizvajalce programske opreme s področja zdravstva. Izbira neprimerne rešitve lahko privede do velikih zamud v izvajanju ter slabe implementacije sistema, ki se lahko tudi ob zagotavljanju vseh funkcionalnosti odraža v nestabilnosti, počasnem delovanju in možnih izpadih.

Začetni pogoj za učinkovito vsebinsko izmenjavo podatkov med sistemi na nacionalnem nivoju so dogovorjeni in usklajeni standardi, ki zagotavljajo združljivost informacij ter omogočajo logičen pregled zdravstvenih podatkov posameznika, ne glede na to kje se je oseba zdravila.

Poleg postavitve centralnega oz. distribuiranega podatkovnega centra za shranjevanje kazalcev, povzetkov ali celotnih elektronskih zdravstvenih zapisov ter ostalih podpornih baz (seznam izvajalcev zdravstvenih storitev, e-listine, itd.), bo potrebno zagotoviti povezljivost mnogih obstoječih aplikacij v zdravstvenih ustanovah. Za zagotavljanje dosegljivosti informacijskih sistemov iz drugih ustanov se bodo pojavili dodatni problemi, kot npr. kapacitete omrežnih povezav za zadovoljiv prenos podatkov, dosegljivost podatkov, elektronsko arhiviranje velike količine podatkov, itd. Te težave so opazne pri preiskavah, ki zasedejo veliko količino podatkov, npr. medicinskih oslikavah, kjer ena preiskava vsebuje od nekaj deset megabajtov pa do več gigabajtov podatkov. Izpostavi se tudi vprašanje, kje naj bodo podatki dejansko shranjeni. Obstaja več načinov oraganizacije podatkov, ki se med seboj razlikujejo v lokaciji nastanka in shranjevanja podatkov, občutljivosti na izpade sistema in navsezadnje tudi v kompleksnosti implementacije. Izpad sistema lahko povzroči

nevšečnosti, ko osebni zdravnik trenutno ne more dostopati do podatkov o zadnjih preiskavah ali pa resno ogrozi življenje, če npr. zaradi nedelovanja sistema ni mogoče hitro pridobiti drugega mnenja ali pa je onemogočeno izvajanje telemedicine. Vse te dejavnike je potrebno upoštevati pri načrtovanju arhitekture informacijskega sistema.

V fazi načrtovanja tako velikega in pomembnega sistema pa je dobro pogledati tudi okoli sebe in preučiti rešitve, za katere so se odločili v raznih državah po svetu, kjer so se nedavno, ali pa se ravnokar ukvarjajo s to tematiko.

2 Bolnišnični informacijski sistemi

Bolnišnični informacijski sistem (BIS) je celovit in integriran informacijski sistem, zasnovan za upravljanje administrativnih, finančnih in kliničnih storitev bolnišnice. Glavna naloga BIS je zamenjava papirnatih dokumentacije z digitalnimi zapisi, ki so veliko lažje obvladljivi in izboljšajo učinkovitost delovnih postopkov.

Posamezne veje zdravstva v BIS pokrivajo specializirani integrirani podsistemi, kot npr. laboratorijski informacijski sistem, radiološki informacijski sistem, informacijski sistem v bolnišnični lekarni, itd.

Prednosti BIS-a so sledeče:

- enostaven in hiter dostop do podatkov o bolnikih in izboljšanje stalnosti oskrbe,
- pomoč pri odločanju,
- učinkovito in natančno upravljanje finančnih in tehničnih sredstev,
- izboljšana integriteta informacij (zmanjšanje napak pri prepisovanju, manj podvajanja informacij),
- statistični dostop do informacij za izvajanje zdravstveno - raziskovalnih dejavnosti.

Zmogljiv in uporaben informacijski sistem v bolnišnici mora medicinskemu osebju zagotoviti hitrejše administrativno delo in s tem posledično omogočiti več časa za ukvarjanje s pacienti, zdravnikom izboljšati dostop do vseh potrebnih informacij za odločanje v zdravstvenih primerih ter obenem podpreti vsa administrativna opravila za nemoteno delovanje bolnišnice.

2.1 eZdravje

Projekt eZdravje izvaja koncepta Evropske unije e-Europe in e-Health, ki predvidevata izboljšanje kakovosti življenja posameznikov EU na področju zdravstva z uporabo komunikacijskih in informacijskih sredstev.

Na podlagi akcijskega načrta za področje eZdravja je morala vsaka država članice Evropske Unije do konca leta 2005 razviti nacionalni načrt za e-zdravje. Ta naj bi se osredotočil na uvajanje elektronskih zdravstvenih sistemov, določil cilje za interoperabilnost in uporabo elektronskih zdravstvenih zapisov [1]. Cilj načrta je urejena zdravstvena informatika vsake države članice ter povezanost evropskih zdravstvenih informacijskih sistemov, ki naj bi omogočili uveljavljanje zdravstvenega varstva po celotni EU.

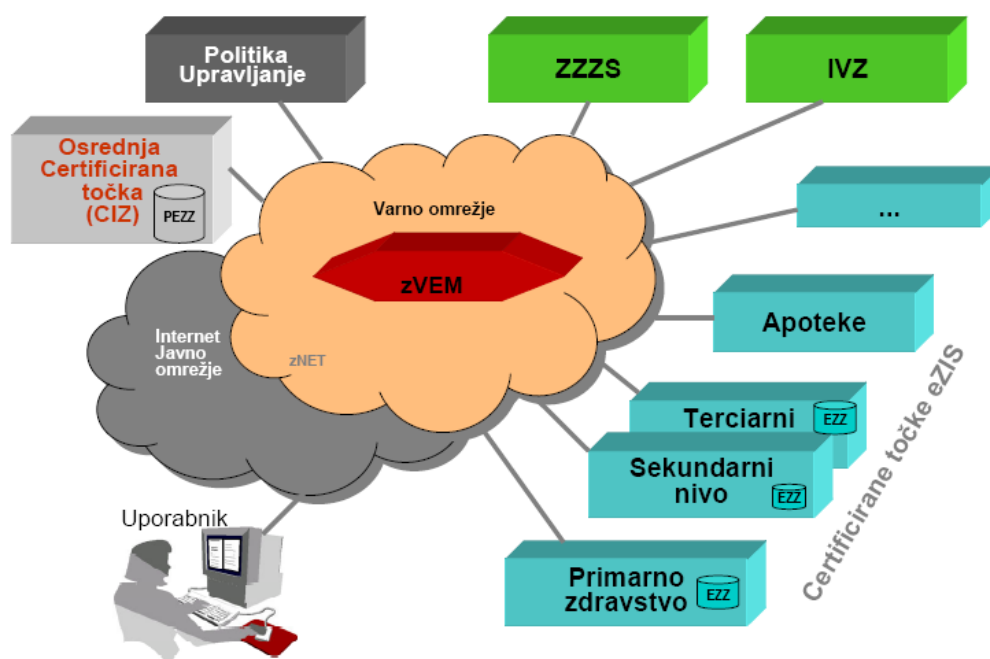
Slovenski odziv na izvajanje konceptov e-Health programa ter del vladne Resolucije o nacionalnih razvojnih projektih za obdobje 2007-2023 je dokument e-Zdravje²⁰¹⁰ [2]. Gre za nacionalni strateški načrt informatizacije slovenskega zdravstvenega sistema med leti 2005-2010.

Strateški cilji načrta e-Zdravje²⁰¹⁰ obsegajo vzpostavitev osnov za elektronski zapis zdravstvenih podatkov pacientov, uvedbo elektronskega poslovanja ter integracijo nepovezanih rešitev v celovit nacionalni informacijski sistem [2].

2.1.1 Konceptualni model nacionalnega zdravstveno informacijskega sistema

Konceptualni model nacionalnega zdravstveno informacijskega sistema (eZIS) izhaja iz strateškega dokumenta e-Zdravje²⁰¹⁰ in opisuje arhitekturo za povezovanje posameznih zdravstveno informacijskih sistemov v zdravstvenem varstvu, ne pa tudi arhitekturo v samih organizacijah.

Namen nacionalnega zdravstveno informacijskega sistema (eZIS) je vzpostavitev informacijske infrastrukture za izmenjavo informacij za zagotavljanje zdravstvenega varstva posameznikov ter podpora administrativnim in finančnim operacijam v zdravstvenem sektorju.



Slika 1: Shema strukture eZIS [3].

Na sliki 1 je predstavljena arhitektura eZIS, ki je zasnovana na shemi komuniciranja v obliki zvezde. Komunikacija med različni subjekti se izvaja preko osrednje točke.

Trije t.i. »osrednji strateški stebri« tvorijo jedro logične infrastrukture eZIS:

- zVEM: osrednji portal preko katerega poteka komuniciranje zalednih sistemov subjektov zdravstvene dejavnosti,
- omrežje zNET: varno, zanesljivo in primerno zmogljivo omrežje za izmenjavo podatkov in
- EZZ: zbirka elektronskih zdravstvenih zapisov (EZZ) posameznika.

Posl. subjekti - ustanove	Št. ustanov	Ocenjeno št. porabnikov računalnikov	Ocenjeno št. delovnih postaj	Dostop do interneta po posl. subjektu
Bolnišnica	25	21.000	8.500	1 Mbps – 1 Gbps
Zdravstveni dom	79	8.600	3.600	1 Mbps – 10 Mbps
Lekarna	105	4.100	2.600	1 Mbps
Zdravilišče	19	1.200	500	1 Mbps
Socialni in posebni zavodi	105	5.400	2.400	256 Kbps – 1 Mbps
Specialistična dejavnost	262	1.500	850	128 Kbps – 1 Mbps
Zobozdravstvena dejavnost	549	1.900	800	56 Kbps – 1 Mbps
Fizioterapija	83	170	100	56 Kbps – 1 Mbps
Nega in patronaža	68	130	100	56 Kbps – 1 Mbps
Reševalni prevozi	16	80	50	56 Kbps – 1 Mbps
Drugo	275	4.500	6.000	56 Kbps – 10 Mbps
IVZ	1	240	240	2 Mbps
ZZZS	1	1000	1000	100 Mbps
PZZ	3	300	300	10 Mbps
SKUPAJ	1.591	49.720	26.640	

Tabela 1: Ocena velikostnega razreda sistema eZIS [3].

V tabeli 1 se nahajajo približne ocene števila uporabnikov eZIS ter hitrosti dostopa do interneta s čimer si lahko ustvarimo okvirno sliko stanja zdravstvenih ustanov.

Okvirne ocene obsega uporabnikov prikazujejo, da se hitrosti dostopa izvajalcev do interneta gibljejo od 56 Kbps (15%) do 100 Mbps in več (5%), pri večini pa 1 Mbps (46%). Delovna postaja dostopa do interneta v povprečju s hitrostjo 98 Kbps [3].

Pri tem je potrebno poudariti, da so najnižje hitrosti (56 Kbps) v večini primerov neprimerne za izvajanje zdravstvenih dejavnosti na podlagi modernih informacijskih rešitev. Ker telenega (oskrba na daljavo) uporablja informacijsko in telekomunikacijsko tehnologijo za prenos medicinskih informacij za potrebe diagnostike in terapije pacientov na njihovem domu in npr. izvajalci zobozdravstvenih dejavnosti uporabljajo oddaljen dostop do rentgenskih slik zob, po načrtih pa bodo vsi dostopali do EZZ, se kar naenkrat izkaže, da bo za nemoteno izvajanje zdravstvene dejavnosti vse ustanove potrebovale ustrezen dostop do interneta. Če upoštevamo še dejstvo, da v poslovnem subjektu do interneta dostopa več uporabnikov, se že tako premajhna hitrost dostopa do interneta razdeli, kar dodatno vpliva na odzivnost informacijskega sistema znotraj ustanove.

2.1.2 Elektronski zdravstveni zapis

Elektronski zdravstveni zapis osebe (EZZ) predstavlja repozitorij vseh informacij o posameznikovem zdravljenju v elektronski obliki. Dolgoročni cilj novega sistema je vzpostaviti varen in vedno dostopen EZZ posameznika.

EZZ vsebinsko sestavljajo:

- splošni osebni in ključni zdravstveni podatki ter
- podatki o posameznih zdravstvenih primerih.

Pri načrtovanju EZZ se pojavita dve poglavitni vprašanji:

1) Kje bo EZZ posameznika shranjen?

Možnosti so sledeče:

- na zdravstveni kartici posameznika,
- v osrednji centralni zbirki EZZ,
- na mestu nastanka zdravstvenega stika,
- na drugih mestih (npr. v regionalnih centrih).

2) Kje bo mesto hranjenja seznama kazalcev stikov?

Možnosti so sledeče:

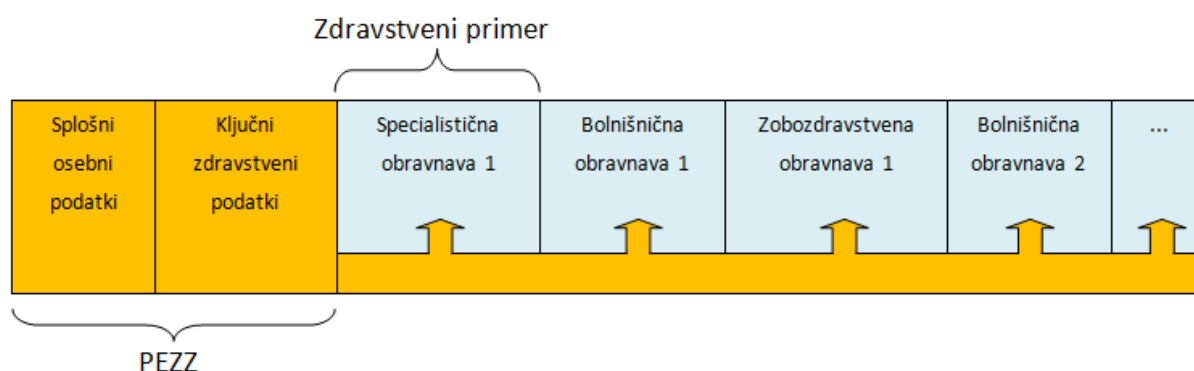
- na zdravstveni kartici posameznika,
- v osrednji centralni točki,
- na drugih mestih (npr. v regionalnih centrih).

V Sloveniji je trenutno zdravstveni zapis posameznika distribuiran – podatki se delno nahajajo v elektronski obliki, večinoma pa so zapisani na papirju pri različnih izvajalcih (zdravstveni karton, laboratorijski izvid, itd.). Tako se zdravstveni podatki hranijo na mestu njihovega nastanka, praviloma v papirnati obliki. To zagotavlja lokalno hiter dostop podatkov (kjer podatki nastanejo se običajno tudi potrebujejo), obenem pa je skladno s trenutno zakonodajo.

Ker ima posameznik stike z različnimi izvajalci zdravstvenih storitev (npr. osebni zdravnik, zobozdravnik, specialist itd.) je potrebno zagotoviti možnost dostopa do vseh podatkov posameznika iz različnih lokacij. Če se vsi EZZ zbirajo v centralni zbirki, je temu pogoju že zadoščeno, če pa so EZZ razpršeni po različnih lokacijah, je potrebno zgraditi seznam kazalcev, kjer se nahajajo podatki o vseh lokacijah posameznih delov EZZ zapisa posameznika, kar nato omogoča sestavo celovitega EZZ posameznika.

Končni cilj prenove sistema kartic zdravstvenega zavarovanja (KZZ) predvideva, da zdravstvene kartice posameznika ne bi bile več nosilec zdravstveno zavarovalniških in zdravstvenih podatkov, pač pa le identifikacija in ključ za varen dostop do podatkov o zavarovani osebi [4]. Poleg tega je nemogoče zagotoviti obstojnost, stalno razpoložljivost ter dostopnost podatkov iz kartice, zato shranjevanje EZZ ali kazalca stikov na kartico zdravstvenega zavarovanja ni primerno.

Konceptualni model nacionalnega zdravstveno informacijske sistema (eZIS) predvideva, da se posamezni deli EZZ zbirajo pri izvajalcih zdravstvene dejavnosti, ki obravnava posameznika (torej na mestu nastanka) oz. na certificirani točki. Kritični podatki in evidenca (indeks), kje se nahajajo posamezni deli EZZ posameznika, pa se hranijo v osrednjem registru (PEZZ).



Slika 2: EZZ posameznika, sestavljen iz PEZZ ter več zdravstvenih primerov.

Slika 2 prikazuje vsebinsko sestavo zdravstvenega zapisa posameznika, ki je sestavljen iz PEZZ ter več zdravstvenih primerov.

Povzetek EZZ naj bi vseboval splošne in ključne zdravstvene osebe ter seznam kazalcev zdravstvenih primerov [3].

Splošni podatki vključujejo identifikacijske (ime, priimek, EMŠO, rojstni datum), administrativne (npr. zavarovanje) in demografske podatke osebe. Za podatke skrbi infrastruktura eZIS, ki vsebino usklajuje tudi s centralnim registrom prebivalstva (CRP). Ključni zdravstveni podatki so nujni za zdravljenje in imajo dodano vrednost v izrednih in urgentnih situacijah – krvna skupina, alergije, odvisnosti, nalezljive bolezni, aktivnih zdravilih, itd. Za ažurnost ključnih podatkov skrbi osebni zdravnik. V seznamu kazalcev zdravstvenih primerov se nahajajo pretekli stiki in obravnave posameznika, ki lahko pripomorejo pri zdravljenju. Povzetek ne vsebuje podrobnih ter občutljivih zdravstvenih podatkov.

Elektronski zapis osebe vsebuje vse podatke o zdravstvenih primerih osebe, stikih med osebo in zdravstvenim sistemom pri reševanju primera ter podatke o posameznih zdravstvenih obravnava.

Po 46. členu Zakona o zdravstveni dejavnosti (ZZDej) je osebni zdravnik tisti, ki mora voditi bolnikovo zdravstveno dokumentacijo. Popolni elektronski zapis posameznika je torej sestavljen iz

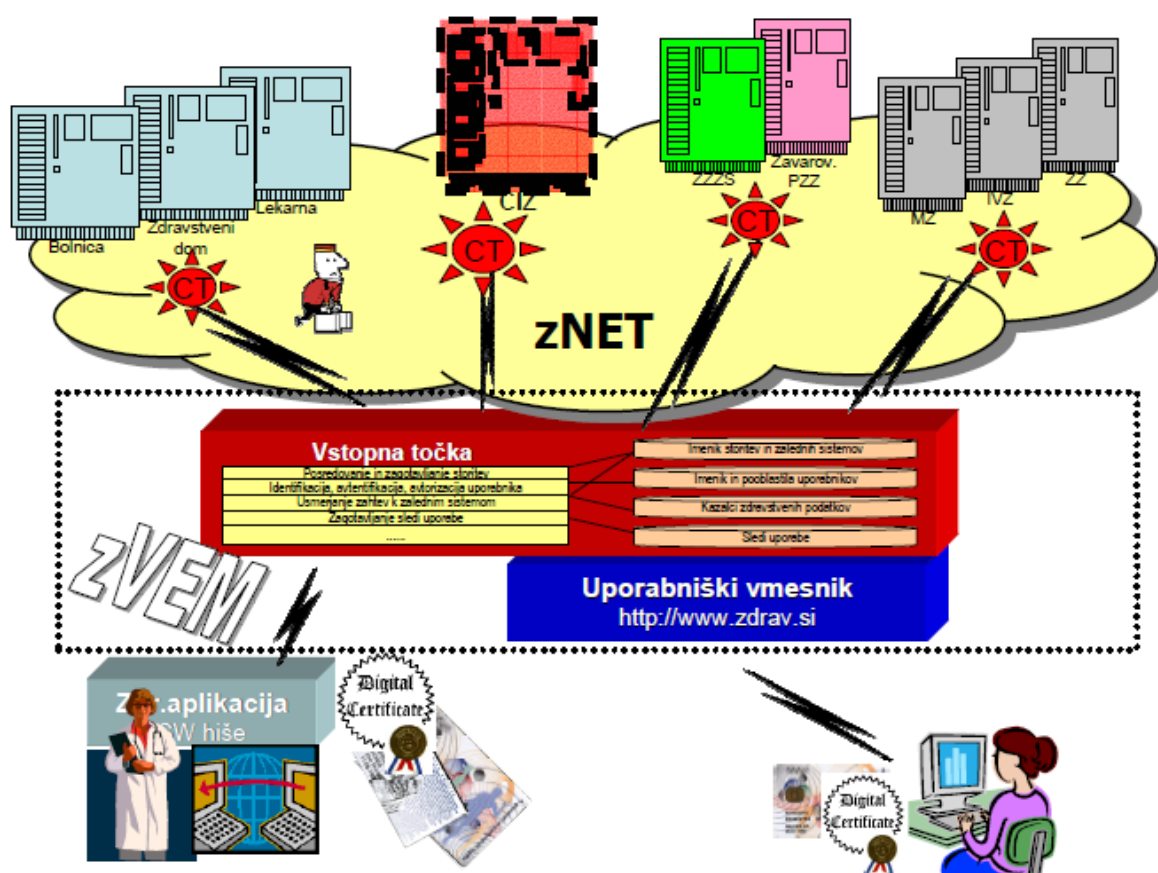
- povzetka EZZ (PEZZ),
- zapisov zdravstvenih primerov pri različnih izvajalcih zdravstvenih storitev,
- EZZ pri njegovem osebnem zdravniku.

Med procesom zdravljenja nastajajo e-listine (napotnice, ...), ki morajo biti zasnovane na nivoju standarda, ki omogoča interoperabilnost med različni akterji v zdravstvenem sistemu. Tako lahko zdravniki v lastne informacijske sisteme vključijo podatke, ki se nahajajo v standardiziranih e-listinah. Za dolgoročno hranjenje elektronskih zapisov se predvideva vzpostavitev eArhiva (oz. eHrambe), ki poleg ohranjanja berljivosti in veljavnosti elektronskih zapisov rešuje tudi problem upravljanja z arhivi.

2.1.3 Konceptualni model eZIS

Konceptualni model eZIS, predstavljen na sliki 3 sestavljajo:

- certificirane točke,
- omrežje zNET,
- osrednji zdravstveni portal zVEM.



Slika 3: Shema konceptualnega modela eZIS [3].

2.1.3.1 Certificirana točka

Certificirana točka je mesto znotraj zdravstvenega sistema, ki izpolnjuje vse zahteve za hranjenje in varno izmenjavo zdravstvenih podatkov. eZIS predpostavlja, da bo vsak del EZZ posameznika shranjen na eni izmed certificiranih točk ter da izmenjava podatkov med izvajalci poteka med certificiranimi točkami v zdravstvenem omrežju (zNET). Osrednja certificirana točka je poseben tip certificirane točke, ki je dostopen 24 ur 7 dni v tednu. Na njej je shranjen povzetek EZZ (PEZZ).

2.1.3.2 zNET

Omrežje zNET je zdravstveno omrežje, ki mora zagotavljati sodobno komunikacijsko infrastrukturo za centralizirane IT storitve nacionalnega pomena, kot tudi za IT storitve posameznih izvajalcev zdravstvene dejavnosti preko certificiranih točk. Zagotovljena mora biti ustrezna varnost, kakovost prenosa ter ustrezna razpoložljivost.

2.1.3.3 zVEM

Komuniciranje uporabnika v eZIS poteka preko osrednjega zdravstvenega portala zVEM, kjer uporabniki na varen način iščejo in izmenjujejo zdravstvene informacije in podatke. Izvajalci zdravstvene dejavnosti, ki se bodo vključevali v sistem zVEM, za podporo izvajanju njihove storitve uporabljajo različne informacijske sisteme na različnih tehnoloških platformah.

Vstopna točka zdravstvenega portala v okviru prenovljenega sistema KZZ zagotavlja zanesljivo identificiranje uporabnika, preverjanje njegovih pooblastil ter sledljivost podatkov za preprečevanje zlorab. S tem bodo zagotovljene osnovne infrastrukturne storitve, kot so zagotavljanje varnosti, zanesljivosti in razpoložljivosti.

2.2 Standardi

Programska in strojna oprema v zdravstvu je zelo obširna. Povezljivost komponent ter samih sistemov različnih proizvajalcev nam zagotavljajo razni standardi preko katerih dosežemo, da se vsi deli sistema med seboj sporazumevajo na točno določen način.

2.2.1 Terminološki slovarji

Za zagotovitev interoperabilnosti med različnimi aplikacijami v zdravstvenem sistemu je poleg tehnične kompatibilnosti potrebno poskrbeti tudi za vsebinsko razumevanje. Aplikacije razvijajo različni proizvajalci in zato je zelo pomembno, da so podatki med njimi primerljivi. V ta namen je potrebno uporabiti t.i. slovar kliničnih izrazov, ki zagotavlja, da se diagnoza za isto bolezen v različnih sistemih zapiše na enak način in s tem omogoča programsko procesiranje podatkov. Terminološki slovarji nam nudijo skupno referenčno točko za primerjavo in združevanje podatkov v zdravstvenem zapisu [5].

Za opis kliničnih podatkov obstaja svetovno priznani mednarodni terminološki slovar SNOMED-CT (angl. *Systematized Nomenclature of Medicine -- Clinical Terms*). Je najbolj pogost slovar za opisovanje vsebine na področju elektronskih zdravstvenih zapisov [5].

Januarja 2010 je Slovenija postala članica organizacije IHTSDO (angl. *The International Health Terminology Standards Development Organisation*), ki skrbi za razvoj in vzdrževanje SNOMED-CT slovarja.

LOINC (angl. *Logical Observation Identifiers, Names and Codes*) je kodni sistem za univerzalno označevanje meritev v laboratoriju, vitalnih znakov drugih kliničnih meritev in opazovanj [5].

2.2.2 Health Level 7

Health Level 7 (HL7) je organizacija, ustanovljena leta 1987, ki skrbi za razvoj mednarodnih zdravstvenih standardov. Sestavlja jo mednarodna skupnost zdravstvenih strokovnjakov, ki sodelujejo pri oblikovanju standardov za elektronsko izmenjavo, upravljanje in povezovanje v zdravstveni informatiki.

Ime nakazuje, da se standard nanaša na najvišji, sedmi, nivo ISO/OSI modela – t.i. »aplikacijski nivo«. Aplikacijski nivo ISO/OSI modela je vmesnik med uporabnikom in komunikacijskim omrežjem, ki se ukvarja z vsebino sporočila. Med drugim definira protokole, kot so HTTP, FTP, SMTP, SSH, itd.

Organizacija HL7 razvija:

- referenčni informacijski model (HL7 RIM),
- dokumentni standard (HL7 CDA),
- aplikacijski standard (HL7 CCOW),
- standard za sporočanje (HL7 v2.x, HL7 v3.x).

2.2.2.1 HL7 verzija 2

HL7 verzija 2 je usmerjena v informacijsko podporo delovnega toka v bolnišnicah. Sporočila so kodirana tekstovno, vsebina je ločena z znaki (delimiter), standard pa je povratno združljiv, kar omogoča vpeljavo novejših sistemov v staro informacijsko okolje.

2.2.2.2 HL7 verzija 3

HL7 verzije 3 je namenjena podpori vsem delovnim tokom v zdravstvu. Vsebinska sporočila je v XML formatu, standard pa je razvit na podlagi metodologije modeliranja, ki temelji na moderni objektno usmerjeni praksi razvoja programske opreme.

Referenčni informacijski model (HL7 RIM) je eden od temeljev metodologije razvoja HL7 verzija 3 standarda. RIM predstavlja semantično in leksikalno povezavo med podatki v HL7 sporočilu.

HL7 v3 sporočilni standard opredeljuje vrsto elektronskih sporočil (interakcij), s katerimi se želi podpreti celotni delovni tok v zdravstvu. Sporočilni standard HL7 je še posebej pomemben, saj določa način kodiranja in prenosa informacij med različnimi sistemi.

2.2.2.3 HL7 CDA

HL7 CDA je na XML (angl. *Extensive Markup Language*) osnovan standard za elektronsko izmenjavo in shranjevanje kliničnih dokumentov (odpustna pisma, napotnice, kirurška poročila, itd.). Določa kodiranje, strukturo in semantiko kliničnih dokumentov. Dokument je sestavljen iz obveznega tekstovnega dela, ki zagotavlja človeško interpretacijo vsebine ter opcijskega strukturiranega dela, namenjenega strojni obdelavi. Strukturiran del CDA dokumenta se sklicuje na kodirni sistem (SNOMED, LOINC).

CDA dokument je sestavljen iz dveh elementov:

- glava dokumenta z informacijami o pacientu, kreatorju dokumenta in ostalimi osnovnimi informacijami,
- telo s prostim besedilom in strukturiranim delom.

Dokument sestavljajo nivoji 1, 2 in 3, ki opisujejo stopnjo semantične interoperabilnosti dokumenta CDA. Popolna semantična interoperabilnost pomeni, da je možno dokument uvoziti v poljuben proces, tudi če ni bil prvotno namenjen za to vlogo.

XML oznake same po sebi niso dovolj natančne za interoperabilnost med različnimi kliničnimi sistemi. Tako npr. iz samega dokumenta ni razvidno, ali oznaka »<provider>« pomeni organizacijo ali osebo, ki je dokument ustvarila, podpisala ali z njim operirala. Zato so oznake v CDA dokumentu določene v HL7 referenčnem informacijskem modelu (angl. *HL7 Reference Information Model*), ki temelji na varianti UML jezika [6].

Nivo 1 HL7 CDA dokumenta je namenjen za odpravo tehničnih ovir pri vpeljavi celotnega standarda in omogoča prehod na višje nivoje. Dokument sestavlja natančno opredeljena glava dokumenta in vsebina, ki je lahko poljubna (prosto besedilo, PDF datoteka,...). Semantična interoperabilnost je vključena le na nivoju glave.

Nivo 2 HL7 CDA dokumenta je predviden kot nadgradnja nivoja 1, saj omogoča vpeljavo sklopov ter obveznih polj. Semantična interoperabilnost je zagotovljena na nivoju posameznih sklopov podatkov.

Cilj 3. nivoja dokumenta je zagotoviti zahteve za strojno obdelavo podatkov s polno semantično interoperabilnostjo.

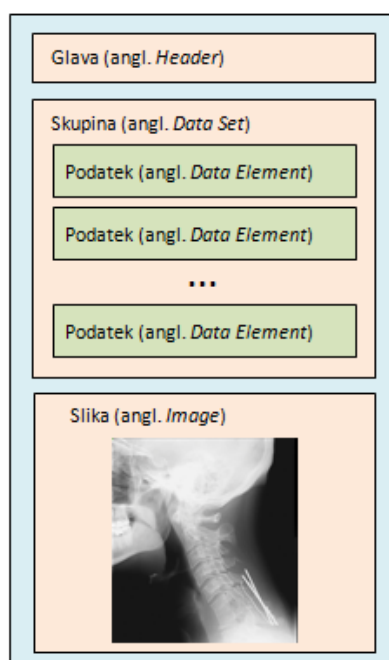
Klinična vsebina (dejanski pomen vsebine v dokumentu) se med različnimi nivoji ne razlikuje. Vsak višji nivo omogoča in povečuje standardizirane izraze za opis vsebine in s tem omogoča večjo strojno obdelavo in izmenjavo podatkov [7].

Prednost HL7 CDA dokumenta je možnost postopne pretvorbe vsebine v strukturirano obliko brez izgube osnovnih informacij. Obstoječim HL7 CDA dokumentom, ki npr. vsebujejo prosto besedilo zdravstvenega primera na nivoju 1, je mogoče kasneje dodati vsebino na višjih nivojih, pri čemer se nižji nivoji ohranjajo in s tem preprečijo morebitno izgubo informacij pri sami pretvorbi.

2.2.3 DICOM

DICOM (angl. *Digital Imaging and Communications in Medicine*) je industrijski standard za upravljanje, shranjevanje, tiskanje in prenos medicinskih oslikav in pridruženih informacij. Standard definira pravila za zapis datoteke in komunikacijski protokol na nivoju mreže in omogoča digitalno komunikacijo med diagnostičnimi, terapevtskimi in ostalimi sistemi različnih proizvajalcev.

DICOM strukturirana datoteka, predstavljena na sliki 4, je sestavljena iz glave, kjer so shranjene informacije o pacientu ter tehnične informacije o sliki in slikovnih podatkov, kjer je lahko zapisanih več slik v različnih formatih (kompresirane, nekompresirane). V eni sami DICOM datoteki je lahko shranjena tudi animacija medicinske oslikave [8].



Slika 4: Struktura DICOM datoteke.

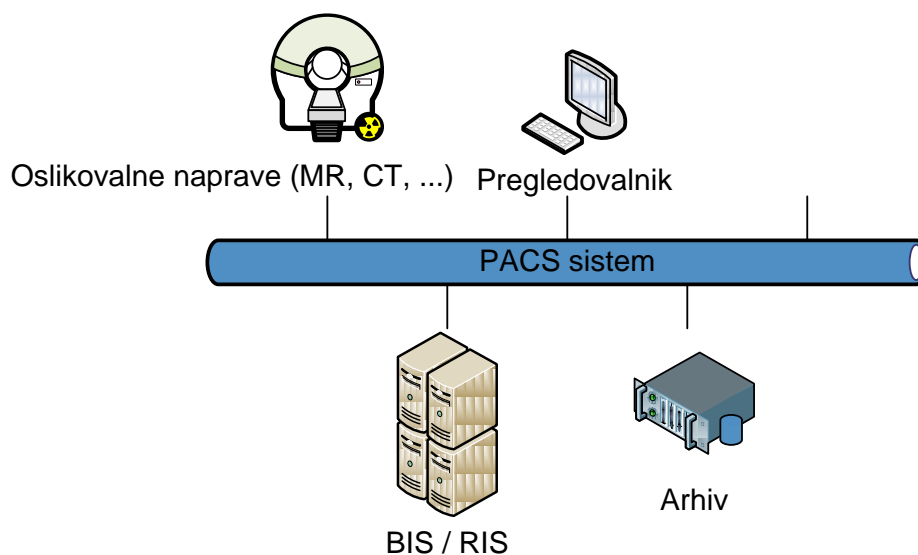
Tabela 2 prikazuje velikosti datotek različnih vrst medicinskih oslikav. Oslikovalna naprava za preiskavo ustvari eno ali več slik. Velikost posamezne slike ali oslikave v preiskavi je odvisna od cilja preiskave, objekta preiskave ter same oslikovalne naprave.

Tip preiskave	Št. slik na preiskavo			Velikost slike (MB)			Povprečna velikost preiskave (MB)
	od	do	povprečno	od	do	povprečno	
MR / CT	16	1024	64	0,06	4.2	0.36	22
Ultrazvok	1	1	1	1	108	28	28
CT srca	128	4096	2051	0,5	5	0,5	1031
Preiskave narejene z vidno svetlobo (angl. <i>Visible light</i>)	1	64	16	0,02	4	1,6	25
Mamografija	4	4	4	13,6	44	26	106
Patologija	4	4	4	644	2084	1319	5276

Tabela 2: Velikosti datotek medicinskih oslikav [9].

2.2.4 PACS

PACS (angl. *Picture Archiving and Communication System*) je združen sistem programske in strojne opreme za elektronsko shranjevanje in pregledovanje medicinskih oslikav. V celotnem procesu se tako izognemo uporabi filma kot fizičnega medija in s tem prihranimo čas pri prenosu slike na želeno lokacijo ter stroške shranjevanja v skladiščih. PACS sistem komunicira z napravami in shranjuje slike v DICOM standardu. Novejši sistemi omogočajo oddaljen dostop izven ustanove.



Slika 5: Struktura tipičnega PACS sistema.

Tipično postavitve PACS sistema (glej sliko 5) sestavljajo:

- naprave za zajem oslikav (CT, MRI),
- varno omrežje za prenos podatkov,
- delovne postaje za pregled in interpretacijo slik,
- arhivski sistem za shranjevanje in dostop do zajetih oslikav in poročil.

S PACS sistemom je običajno povezan tudi bolnišnični ali radiološki informacijski sistem.

2.2.5 WADO

Standard WADO (angl. *Web Access to DICOM Objects*) določa spletno storitev za dostop in predstavitev DICOM objektov (slike, zdravniška poročila) zdravstvenim delavcem. Zagotavlja preprost mehanizem za dostop do DICOM objektov preko HTTP/HTTPS protokola. Spletna storitev podatke odda v obliki slike (format JPEG, GIF) ali v DICOM formatu.

Pomanjkljivost WADO standarda je, da ne podpira poizvedbe po različnih parametrih objekta, pač pa samo prenos objekta s točno določenim identifikatorjem. Zato se uporablja kot zaledni sistem za prenos slik, ki nad seboj potrebuje informacijski sistem za povezavo poročil in preiskav z radiološkimi oslikavami ter poizvedbo po le-teh.

2.2.6 IHE

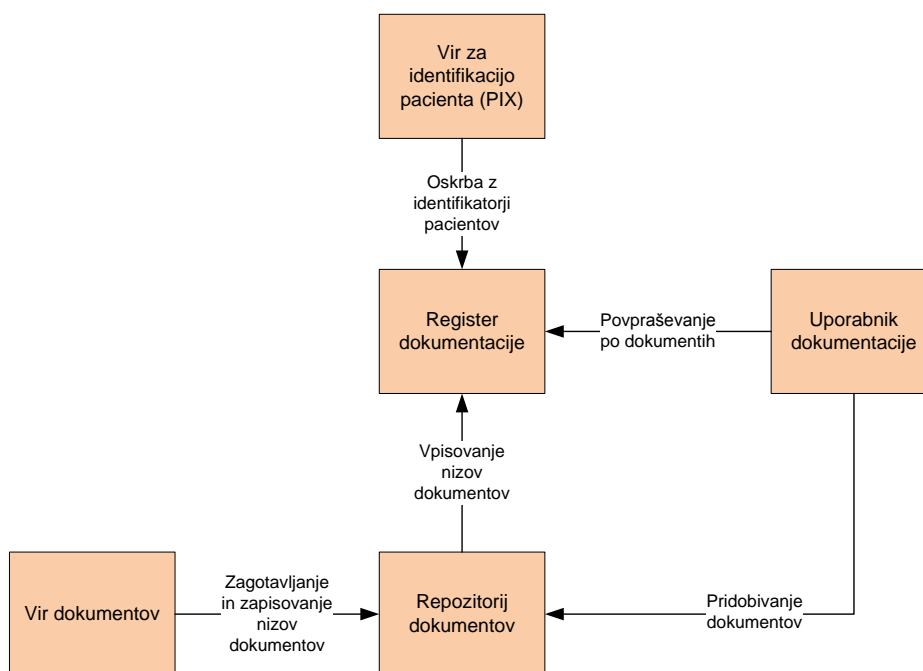
IHE (angl. *Integrating the Healthcare Enterprise*) je iniciativa zdravstvenih strokovnjakov in industrije za izboljšanje načina izmenjave podatkov v zdravstvenih informacijskih sistemih. Konzorcij radiologov in strokovnjakov s področja informacijske tehnologije je nastal leta 1997. IHE ne predstavlja novega standarda na področju zdravstva, pač pa nastopa v vlogi integratorja najboljših praks z uporabo obstoječih standardov, kot sta DICOM in HL7. Vsako leto se proizvajalci programske in strojne opreme zberejo na t.i. »IHE Connectathon dogodku«, kjer se testira interoperabilnost komponent različnih proizvajalcev, ki implementirajo IHE profile. S tem zagotavljajo, da naročniku pri izgradnji zdravstvenega informacijskega sistema ni potrebno izbrati vseh komponent pri istem proizvajalcu.

IHE se uporablja v ZDA, Franciji, Nemčiji, Italiji, Japonski, Veliki Britaniji, Kanadi, Koreji, Tajvanu, Norveški, Nizozemski, Španiji, Kitajski, Avstriji, Avstraliji, Maleziji, Irski, itd.

Profil za izmenjavo dokumentov med organizacijami (XDS) je del IHE, njegov namen pa je omogočiti izmenjavo kliničnih dokumentov med različnimi institucijami v zdravstvenem sistemu.

Profil XDS.b srečamo pri izmenjavi dokumentov med organizacijami, profil XDS-I pa skrbi za izmenjavo slikovnega gradiva med organizacijami.

2.2.6.1 Izmenjava dokumentacije med organizacijami (XDS.b)



Slika 6: Akterji in njihova interakcija v XDS.b profilu [10].

Profil XDS.b zagotavlja rešitev za upravljanje izmenjave dokumentov med različnimi izvajalci zdravstvenih storitev z uporabo porazdeljenega registra in repozitorija dokumentov.

Slika 6 prikazuje sledeče akterje XDS.b profila:

- Register dokumentacije (angl. *document registry*) je storitev za lociranje dokumentov. Hrani meta podatke dokumentov v porazdeljenih zbirkah.
- Repozitorij dokumentacije (angl. *document repository*) je storitev za shranjevanje dokumentov. Dokumenti se lahko nahajajo v različnih oblikah (PDF, slike, XML, tekstovni dokumenti, itd.).
- Uporabnik dokumentacije (angl. *document consumer*) predstavlja aplikacijo odjemalca, ki želi dostopati do podatkov.
- Vir dokumentacije (angl. *document source*) predstavlja izvor dokumentov.

Dokument v XDS je vsebinsko nevtralen, zato se lahko sistem za izmenjavo dokumentov uporabi za vse vrste kliničnih informacij, ne glede na vsebino in predstavitev.

Dokument v repozitoriju je tako lahko enostavno besedilo, oblikovano besedilo (npr. HL7 CDA nivo 1), oslikava (npr. DICOM) ali pa dokument, ki vsebuje strukturirane in besedno kodirane klinične informacije (npr. HL7 CDA nivo 2, CCR, CEN ENV 13606, DICOM SR) [10].

2.2.6.2 *Izmenjava slikovnega gradiva med organizacijami (XDS-I)*

XDS-I.b profil razširja XDS z izmenjavo oslikav, diagnostičnih poročil in z njimi povezanih informacij med različnimi izvajalci zdravstvenih storitev. Profil namenjen radiologiji je bil razvit leta 2005 in opisuje kako izmenjati radiološka poročila in reference na oslikave.

XDS-I.b profil omogoča izmenjavo:

- radioloških poročil v obliki navadnih dokumentov z besedilom, PDF dokumentov ali HL7 v3 CDA dokumentov,
- DICOM KOS (angl. *Key Object Selection*) dokumentov, ki namesto vsebine oslikav vsebujejo referenco, s katero uporabnik (angl. *document consumer*) dostopa do izvirnega PACS vira in od tam prenese slikovne podatke.

XDS-I profil s prenosom referenc na DICOM objekte preprečuje nepotrebno podvajanje velikih slikovnih podatkov v različnih delih sistema.

Uporabnik si prenese sliko v JPEG stisnjeni obliki (za nediagnostične primere) ali originalni nestisnjeni DICOM obliki (za diagnostične namene). XDS-I predpisuje uporabo DICOM spletnega dostopa do obstojnih DICOM objektov (WADO), ali uporabo osnovnega DICOM Query/Retrieve protokola.

2.3 Teleradiologija

Radiologija je veja medicine, ki s pomočjo naprav, ki proizvajajo rentgenske žarke oz. radioaktivno sevanje, postavljajo diagnozo oz. izvajajo zdravljenje [11]. Temelji na oslikovalno-diagnostičnih in terapevtskih metodah.

Problemi slovenskega zdravstvenega sistema na področju radiologije so naslednji [10]:

- premajhno število kvalificiranega osebja za trenutne in bodoče potrebe,
- številne bolnišnice in zdravstveni zavodi se odločajo za postavitev lastnih PACS sistemov, kar bo v prihodnje lahko povzročalo težave pri integraciji,

- različni zdravstveni zavodi imajo mnoge radiološke informacije v digitalni obliki prirejene za njihove informacijske sisteme.

Teleradiologija nudi storitve radiologije na daljavo, pri kateri se rezultati oslikav z ene lokacije elektronsko prenašajo na drugo z namenom obdelave ali posvetovanja. Razvila se je s postopnim prehodom medicinskih oslikav s filma na digitalne tehnologije.

Teleradiologija se uporablja za:

- pridobitev specializiranega drugega mnenja,
- izvajanje storitev na oddaljenih lokacijah ob pomanjkanju radiologov,
- nudenje 24/7 storitev pregleda radioloških slik za urgentne primere,
- poučevanje,
- blaženje rasti stroškov zdravstva.

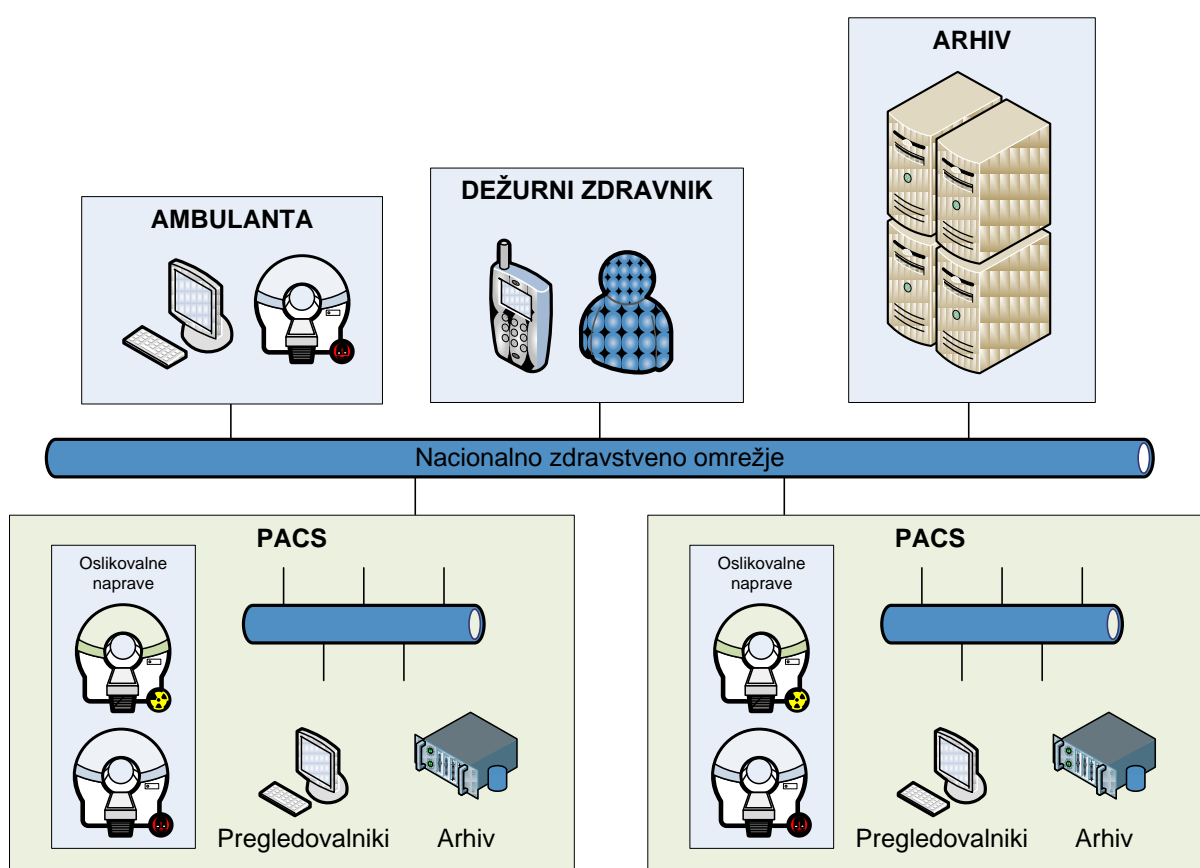
Za učinkovito izvajanje radioloških preiskav, interpretacij in posvetov na daljavo je potrebno zagotoviti sistem, ki bo omogočal:

- hitrejšo interpretacijo radioloških slik,
- širši dostop do drugih mnenj,
- učinkovito izmenjavo podatkov in
- distribucijo oslikav in izvidov naročnikom/izvajalcem.

3 Arhitektura nacionalnega zdravstvenega informacijskega sistema z vidika EZZ

Pri načrtovanju modernega radiološkega zdravstvenega sistema na nacionalni ravni se srečujemo z naslednjimi izzivi:

- zagotavljanje povezljivosti,
- definicijo strukture podatkovnega zapisa,
- možnimi načini organizacije podatkov v BIS in
- prenos podatkov.



Slika 7: Željena struktura nacionalnega omrežja.

Načrtovana struktura zdravstvenega sistema predvideva povezljivost na nacionalnem nivoju in s tem zagotavlja dostop do zdravstvenih informacij iz različnih naprav in lokacij (glej sliko 7).

Pričakovati je, da bodo večji zdravstveni centri želeli obdržati obstoječe PACS sisteme, ki že vsebujejo vse potrebne komponente za zajem, pregled in hranjenje podatkov.

XDS profil opredeljuje vloge in odgovornosti, ne pa same implementacije posameznih komponent sistema. Za izmenjavo podatkov sta tako pomembni komponenti »Register dokumentacije« (ki se zaveda, kje se nahajajo dokumenti) ter »Repozitorij dokumentov«, ki omogoča dostop do datotek dokumentov. Ker uporabnik dostopa do dokumentov preko znanih vmesnikov, je lahko sam repozitorij implementiran na različne načine, ne samo v celotnem nacionalnem sistemu, pač pa tudi znotraj iste organizacije. Tako je lahko repozitorij

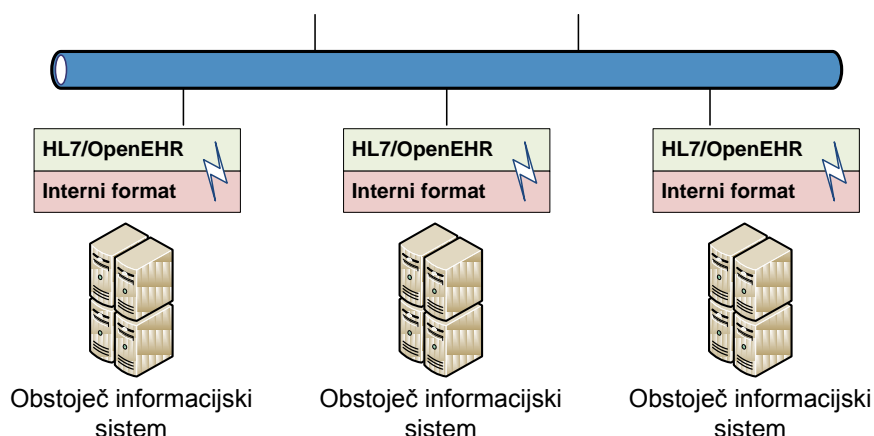
- združen z virom dokumentacije (npr. obstoječ PACS sistem),
- predstavlja vmesnik za dostop do arhivskih dokumentov (npr. obstoječ arhivski sistem za shranjevanje podatkov),
- implementiran v različnih programskih jezikih (java, C#, PHP, itd.).

XDS-I profil kot omenjeno omogoča prenos radiološke slike v obliki JPEG datoteke ali polne DICOM datoteke.

Način shranjevanja radioloških slik predstavlja velik tehnološki problem pri vzpostavitvi nacionalnega radiološkega zdravstvenega sistema.

3.1 Struktura podatkovnega zapisa

Vsak obstoječi informacijski sistem v zdravstvu običajno shranjuje podatke v svojem formatu, to pa predstavlja velik problem pri prenosu dokumenta iz enega informacijskega sistema v drugega.



Slika 8: Interoperabilnost z obstoječimi sistemi.

Nacionalni zdravstveni načrt iz preteklih izkušenj ocenjuje, da je možno starim sistemom dodati vmesnike za pretvorbo dokumentov v standardni format (HL7, OpenEHR, itd.) v roku 60 dni po prejemu specifikacij z zahtevami [3]. S tem posegom omogočimo prenos podatkov med različnimi sistemi (glej sliko 8). Večji izziv predstavlja pravilna interpretacija informacij med sistemi, saj je ista stvar (bolezen, zdravilo, diagnoza) lahko semantično predstavljena popolnoma drugače. Za ta del v standardnem formatu skrbijo slovarji kliničnih izrazov (SNOMED CT, LOINC).

Tudi podedovane PACS sisteme, ki niso kompatibilni z IHE profili, je mogoče integrirati z uporabo posredovalnih strežnikov (angl. *proxy server*). Posredovalni strežnik komunicira s PACS sistemom preko DICOM ukazov in jih pretvarja v IHE ukaze.

3.2 DICOM SR in HL7 CDA

DICOM SR (angl. *DICOM Structured Reporting*) je standard za zapis strukturiranih podatkov in kliničnih opažanj v medicinskih oslikavah. Ugotovitve so v PACS okolju običajno shranjene v tem formatu.

V osnovi sta si DICOM SR in HL7 CDA konkurenčna, vendar se ujemata na ključnih področjih [12]:

- obstojnost dokumenta,
- identifikacija, verzioniranje in tipizacija,
- relacija dokumenta s pacientom in zdravnikom,
- kodiranje vsebine z uporabo zunanjih slovarjev.

	DICOM SR	HL7 CDA R2
Področje	medicinske oslikave	klinični dokumenti
Prosto besedilo	element v tekstovnem format	prosto besedilo v sekcijah
Povezava z DICOM objekti	interna povezava	WADO referenca
Kodiranje	binarno	XML

Tabela 3: Primerjava DICOM SR in HL7 CDA R2 formatov [13].

Zaradi kompatibilnosti radioloških poročil z ostalimi informacijskimi sistemi je mogoče radiološko poročilo v DICOM SR formatu pretvoriti v klinični dokument v HL7 CDA formatu. Klinični dokument vsebuje strukturirane podatke, povezava do DICOM objektov (slike, poročila) pa je v obliki WADO referenc.

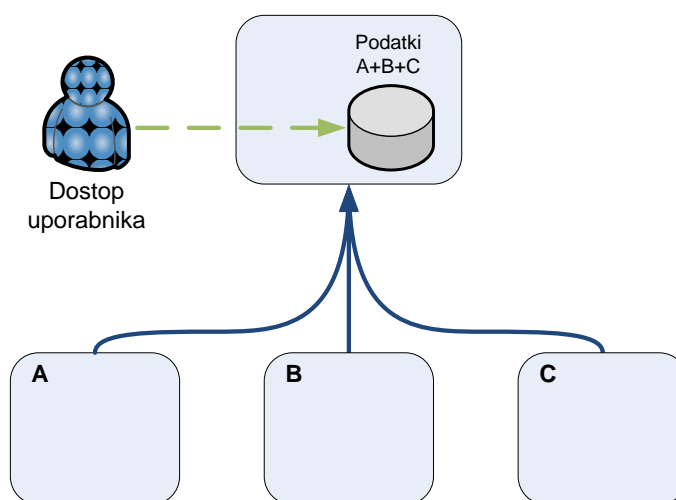
Za interoperabilnost med obema standardoma obstajajo metode za referenciranje CDA dokumentov znotraj DICOM objektov in obratno.

3.3 Možni načini organizacije podatkov v BIS

V velikem povezanem informacijskem sistemu je možnih več različnih načinov organizacije podatkov. Vsak ima svoje prednosti in slabosti. Z izbrano arhitekturo vpliva na različne zahteve posameznih elementov v celotnem sistemu, kot je dosegljivost, zahtevane kapacitete, varnost podatkov, itd. Na naslednjih straneh so predstavljeni nekateri osnovni koncepti shranjevanja podatkov v razpršenem informacijskem sistemu.

3.3.1 Centralizirani podatkovni model

V centraliziranem podatkovnem modelu, predstavljenem na sliki 9, se podatki nahajajo na enem mestu, do katerega dostopajo vsi uporabniki. Podatki se iz različnih virov prenešajo na centralno lokacijo, ostalim uporabnikom pa do takrat niso na voljo – ne obstaja način za prenos podatkov direktno od vira.



Slika 9: Centralizirani podatkovni model [14].

Prednost centraliziranega sistema je vsekakor enostavnost, tako s stališča implementacije kot vzdrževanja, kjer je potrebno skrbeti le za en podatkovni center. Z naraščanjem števila uporabnikov, ki obremenjujejo sistem, pa je pri centraliziranem sistemu težje zagotoviti ustrezno zmogljivost in razširljivost ter potrebne omrežne kapacitete za prenos podatkov. Problem lahko predstavlja tudi zakonodaja nekaterih držav, kjer se lahko občutljive podatke hrani samo na mestu nastanka [3].

3.3.2 Federativni podatkovni model

Podatki se v federativnem (porazdeljenem) podatkovnem modelu nahajajo na različnih vozliščih sistema, ponavadi tam kjer so bili prvotno zbrani oz. ustvarjeni. Glede na obseg modela so lahko vozlišča regionalna (v nacionalnem sistemu), pri izvajalcih zdravstvenih storitev, ali pa pri raznih drugih akterjih, ki so vključeni v sistem.

Za dostop do celotnega sklopa podatkov (na primer bolnikov celotni zdravstveni zapis), je potrebno ustrezne dele zapisa zbrati iz različnih virov in sestaviti v en sam virtualni zapis.

Prednost porazdeljenega sistema je zagotovo razbremenitev osrednje točke, saj se zahtevki po podatkih v sistemu porazdelijo na različna vozlišča in s tem zmanjšajo zahtevano zmogljivost ter prenosne kapacitete ene same točke. Porazdeljen podatkovni model minimizira vprašanja in dileme lastništva podatkov ter pravic za dostop in upravljanje z njimi. S tem, ko se podatki nahajajo na mestu nastanka, dostop do njih pa je strogo reguliran in nadzorovan, je lažje zadostiti zakonom o varovanju zasebnih podatkov.

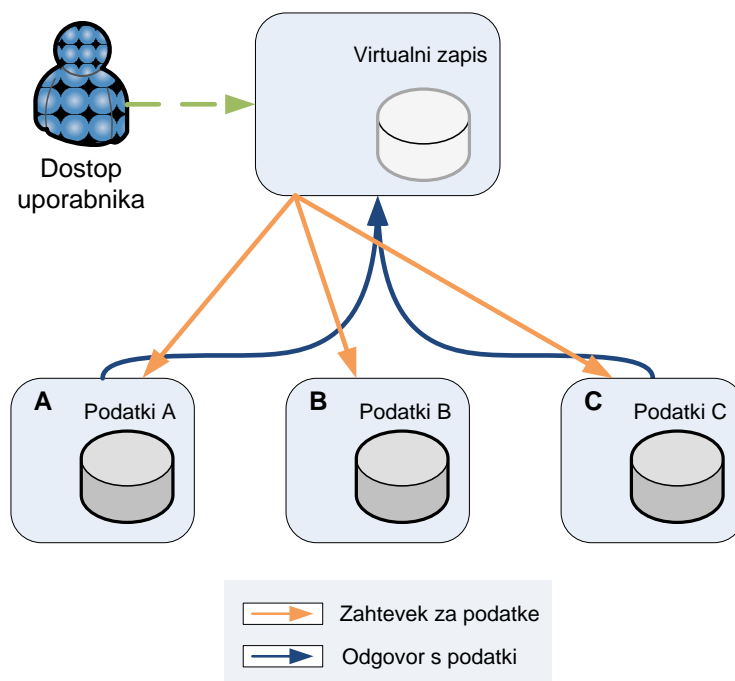
Slabost porazdeljenega podatkovnega modela je težje zagotavljanje delovanja celotnega sistema – tako morajo biti za nemoten dostop vseh podatkov vedno dosegljiva vsa vozlišča. To težavo lahko omili vpeljava vozlišč, za katere lahko z večjo verjetnostjo trdimo, da bodo dosegljiva ob vsakem času – v našem primeru so to certificirane točke. Implementacija porazdeljenega sistema je bolj kompleksna v primerjavi z enostavnim centraliziranim sistemom.

Obstajajo različne praktične izvedbe modela, kot so razpršeno oddajanje, osrednji indeks in podvojen indeks [14]. V nadaljevanju sledi predstavitev omenjenih izvedb.

3.3.2.1 Razpršeno oddajanje

Pri razpršenem oddajanju centralno vozlišče, ki pri sebi ne drži nobenih podatkov, odda zahtevo na vsa vozlišča. Vozlišča, ki držijo zahtevane podatke, le te vrnejo na centralno vozlišče, ki jih zbere in posreduje uporabniku. Običajno se podatki pri prenosu ne interpretirajo in obdelujejo, s čimer se zagotavlja večja varnost.

Centralno vozlišče ne ve, kdaj ima popolno vsebino virtualnega zapisa. Šele po prejetju odgovorov iz vseh vozlišč lahko sklepa, da je pridobil vso potrebno vsebino. Ob večji razpršenosti sistema (veliko število vseh vozlišč) traja dlje časa, da centralno vozlišče zbere potrebne podatke, kar uporabnik opazi v počasnosti serviranja zahtevanih podatkov. Problem nastane tudi, ko vsaj eno vozlišče ni dosegljivo. V tem primeru uporabnik nikoli ne more biti prepričan, ali je prejel vse zahtevane zdravstvene podatke.



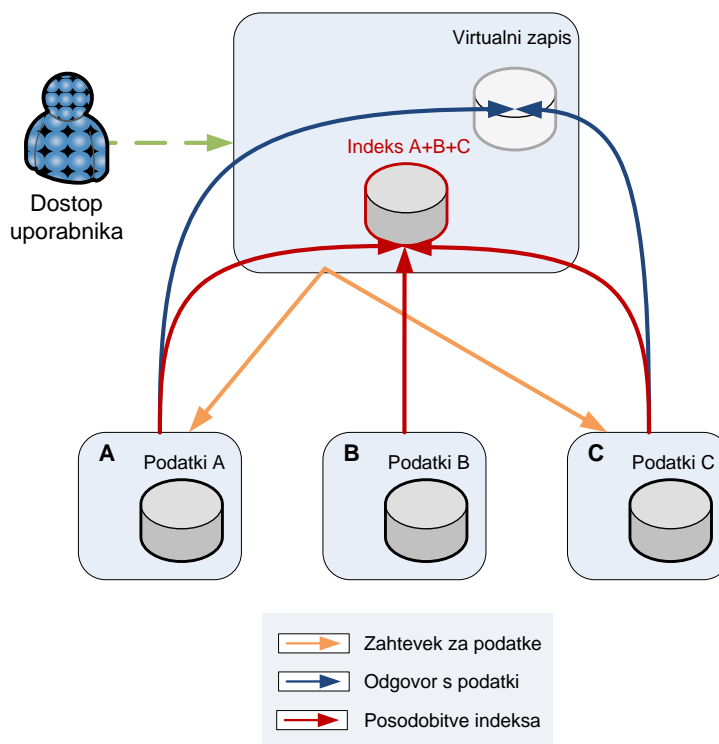
Slika 10: Federativni podatkovni model z razpršenim oddajanjem [14].

Slika 10 prikazuje primer, ko uporabnik zahteva zapis pacienta, ki ima podatke na lokaciji A in C. Centralna točka od vseh vozlišč zahteva podatke za pacienta in ob prejemu vseh odgovorov tvori virtualni zapis, ki se posreduje uporabniku.

3.3.2.2 Osrednji indeks

Bolj pogosta rešitev je uporaba osrednjega indeksa. V tem primeru se na centralnem vozlišču nahajajo kazalci – informacije, na katerih vozliščih se nahajajo podatki. Tako se ob dostopu do podatkov zahtevke pošlje na točno določena vozlišča, kar za razliko od razpršenega oddajanja v primeru velikega sistema prihrani precej časa in procesiranja (glej sliko 11). Osrednje vozlišče lahko poleg kazalcev hrani še določene metapodatke (datume, povzetke, itd.), kar omogoča iskanje in filtriranje pred dejanskim prenosom vsebine. Za zagotovitev delovanja modela osrednjega indeksa je potrebno ob posodobitvi podatkov na vozlišču ustrezno le-te ažurirati tudi na centralnem vozlišču.

V IHE XDS profilu centralno vozlišče predstavlja register dokumentacije, vozlišča pa repozitorije dokumentov.



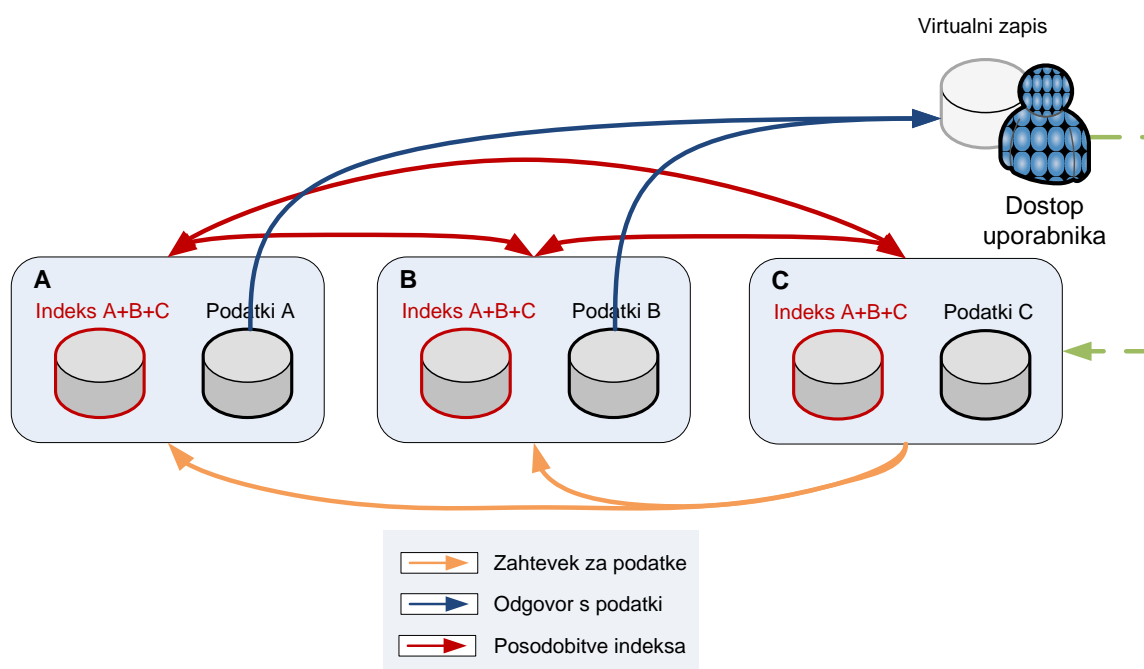
Slika 11: Federativni podatkovni model s centralnim indeksom [14].

3.3.2.3 Repliciran indeks

Obstoj centralnega vozlišča v distribuiranem modelu se lahko izognemo z uporabo repliciranega indeksa (glej sliko 12). Pri tej implementaciji se kazalci za razliko od prejšnjih dveh modelov nahajajo v vsakem od vozlišč, posodablja pa se z mehanizmom »peer-to-peer« replikacije (p2p). Ob spremembi indeksa v enem vozlišču se o tem obvesti vsa ostala vozlišča in s tem posodobi lokalne indekse. S tem se zmanjša čas, potreben za pridobivanje informacij o lokacijah podatkov (na katerem vozlišču se podatek nahaja).

Model zagotavlja večjo avtonomijo posameznih vozlišč, a obenem vpeljuje dodatno kompleksnost. Pri ostalih modelih podatke zahteva centralno vozlišče, ki mora biti sposobno komunicirati z vsemi vozlišči. V modelu z repliciranim indeksom morajo biti vsa vozlišča povezana med seboj, zagotovljena pa mora biti tudi sposobnost komuniciranja z vsemi različnimi sistemi.

Težave se lahko pojavijo tudi pri posodobitvah indeksa. Ni namreč dovolj, da se ob spremembi obvestila pošljejo na vse sisteme. Če je eno vozlišče nedosegljivo, bo moralo indeks posodobiti kasneje.



Slika 12: Federativni podatkovni model z repliciranim indeksom [14].

3.3.2.4 Podatkovni model nacionalnega omrežja

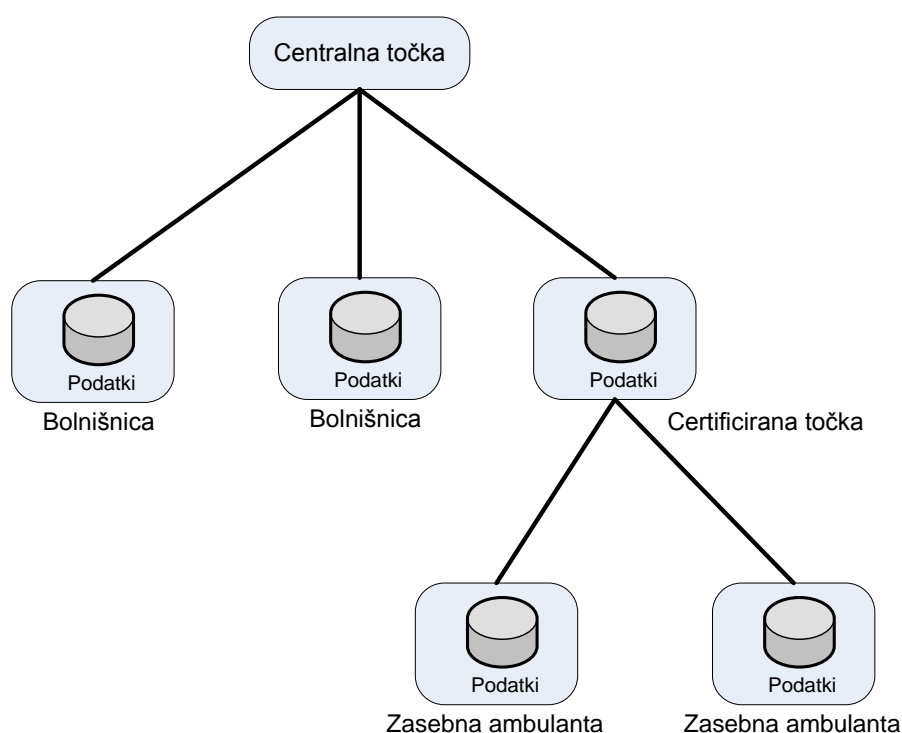
V porazdeljenem modelu, kjer se podatki nahajajo na različnih vozliščih, lahko pride do problema dosegljivosti le-teh. Ker je zlasti pri manjših izvajalcih zdravstvenih storitev težje oz. cenovno neprimerno zagotavljati dosegljivost podatkov 24 ur 7 dni v tednu in ker je pri istih izvajalcih nemogoče pričakovati hranjenje podatkov v kritičnih razmerah (primer požara, poplave, kraja podatkovnih strežnikov, stečaj podjetja, itd.), je v distribuiranem omrežju mogoče relativno enostavno vpeljati koncept varnih lokacij, ki ustrezajo najstrožjim varnostnim pogojem. Tako je možna vpeljava t.i. certificiranih točk, kamor manjši izvajalci zdravstvenih storitev periodično odlagajo relevantne podatke. Za dostop odjemalcev do certificirane točke namesto direktnega vozlišča pri izvajalcih, je potrebno samo popraviti indekse na primernih lokacijah.

Primer je npr. manjše podjetje z zobnim rentgenom, ki ima dobro razvit informacijski sistem, njihova infrastruktura (hitrost in redundantna povezava v zNET) pa ne omogoča hranjenje podatkov z najstrožjimi varnostnimi pogoji. Informacijski sistem v podjetju se tekom dneva obnaša kot vozlišče v distribuiranem omrežju - če bi isti dan po slikanju zobozdravnik želel dostopati do slike, se le ta prenese direktno iz informacijskega sistema v podjetju. Ponoči pa se vsi novi podatki v paketih pošljejo na t.i. certificirano točko in od takrat naprej se ti podatki ostalim uporabnikom v omrežju servirajo preko tega vozlišča. S tem se zagotovi varnost

podatkov ter hiter in zanesljiv dostop iz drugih lokacij v omrežju. Po prenosu na certificirano točko se originalni podatki na izvorni točki lahko izbrišejo, ali pa ostanejo dosegljivi za lokalne dostope.

Izvedba distribuiranega modela s prenosom podatkov na certificirane točke obenem omogoča postopen prehod administrativnih programov različnih izvajalcev zdravstvenih storitev na nov sistem. Za deljenje podatkov je potrebno implementirati izvoz iz lokalnih podatkovnih baz na certificirane točke, sčasoma pa se obstoječe programe prilagodi in razširi za izdelavo različnih poizvedb v nov informacijski sistem preko spletnih storitev na portalu zVEM. Shema distribuiranega modela je prikazana na sliki 13.

Tako strukturo podpira tudi profil IHE XDS, ki predvideva ločen izvor (angl. *originator*), skladišče (angl. *repository*) ter indeks podatkov (angl. *registry*).



Slika 13: Distribuiran model z uvedbo varnih certificiranih točk.

3.3.3 Hibridni podatkovni model

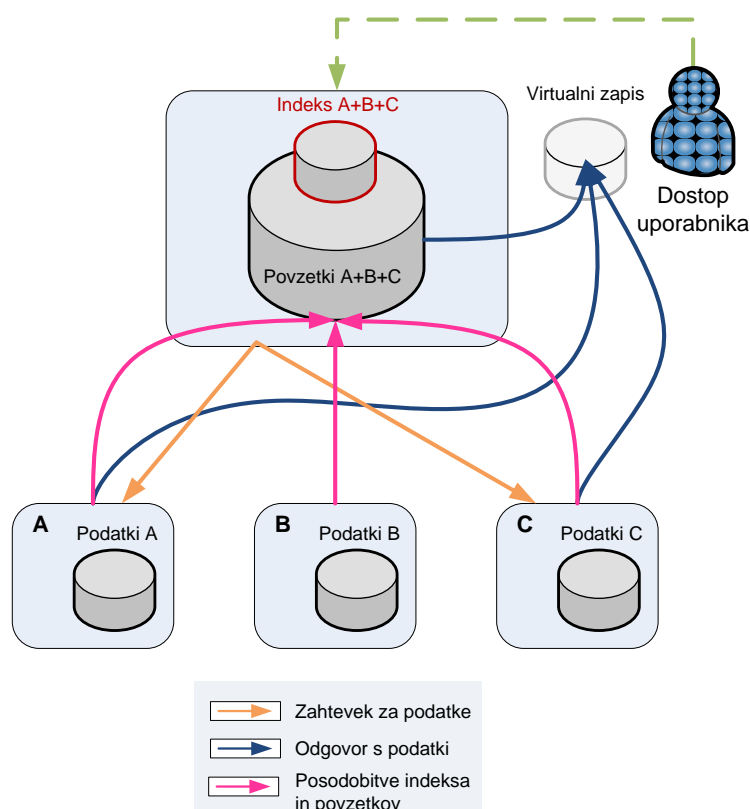
Hibridni podatkovni model je kombinacija elementov centraliziranega in distribuiranega modela – vsebuje tako vozlišča s podatki in kazalci, kot centralno mesto, kjer se nahajajo povzetki podatkov.

Model predvideva, da se na centralnem mestu hranijo podatki, ki se pogosto uporabljajo, kar omogoča hiter in zanesljiv dostop, obenem pa ne preobremeni centralnega mesta. Podrobni podatki, ki se uporabljajo redko pa se hranijo na mestu nastanka – vozliščih (glej sliko 14).

Podatki, ki so shranjeni na centralnem mestu, so običajno potrebni za nenapovedno oz. nujno oskrbo in obsegajo:

- osnovne podatke o pacientu (identiteta, kontaktni podatki),
- osnovne zdravstvene informacije (alergije, pretekle težave, zdravila),
- povzetke preteklih obravnav.

Povzetki obravnav omogočajo hiter pregled preteklih problemov, podrobnosti pa so na voljo na zahtevo iz posameznih vozlišč.



Slika 14: Hibridni podatkovni model [14].

Dostop do podatkov je mogoče optimizirati z inteligentnimi sistemi, tako na strani končne lokacije podatkov, kot predvidene uporabe v prihodnosti. Z avtomatičnim usmerjanjem (angl.

autorouting) in vnaprejšnim prevzemom (angl. *prefetch*) se poskuša napovedati, kateri odjemalec bo potreboval podatke, preden jih uporabnik dejansko zahteva.

Avtomatično usmerjanje se nanaša na podatke iz oslikovalnih naprav, vnaprejšnji prevzem pa na podatke v arhivu.

3.4 Prenos podatkov

Dostopni čas in omejenost hitrosti prenosa preiskav iz druge ustanove ali certificirane točke je sestavljen iz

- časa za dostop do vsebine na izvornem sistemu in morebitna pretvorba podatkov,
- časa za prenos podatkov po omrežju.

Poleg samega problema shranjevanja ogromnih količin podatkov (20 in več TB na leto v večjih bolnišnicah) predstavlja izziv implementacije mehanizma za serviranje podatkov.

Možnosti za prenos radioloških slik do odjemalca vključujejo [15]:

- DICOM prenos (C-MOVE ali C-GET/C-STORE),
- drugi načini za prenos DICOM objekta (WADO/HTTP),
- drugi standardni protokoli (JPEG/HTTP, J2K/JPIP),
- lastni protokol.

Za zagotavljanje interoperabilnosti celotnega sistema se za transport datotek (tudi v XDS profilih) spodbuja uporabo spletnih storitev (angl. *web services*), ki omogočajo komunikacijo med različnimi sistemi na omrežnem nivoju.

Standardiziran dostop do datotek v različnih formatih (DICOM, slika,...) v obliki spletnih storitev omogoča enostavno komunikacijo med različnimi programi, na strani strežnika pa predstavlja časovno zahtevno operacijo.

Če odjemalec zahteva DICOM ali kakšno drugo binarno datoteko, je le-to potrebno vključiti v odgovor spletne storitve. V primeru, da želi odjemalec obdelan odgovor, npr. izsek medicinske slike iz DICOM datoteke v slikovnem formatu (brezizgubni JPEG2000), mora strežnik obdelati več 10 ali 100 MB veliko izvorno datoteko in pripraviti izsek slike. Šele nato se rezultat vključi v odgovor spletne storitve.

V osnovi je vključitev binarne datoteke v odgovor spletne storitve možna z uporabo base64 kodiranja. Algoritem za kodiranje vsakih 24 bitov binarne vsebine razdeli na 4 sklope po 6 bitov. Vsak sklop predstavlja število v vrednosti 0–63, ki jih pretvorimo v 64 znakov (A–Z, a–z, 0–9, +, /). Slika 16 prikazuje primer sporočila z base64 kodirano vsebino. Tekstovna

vsebina, kodirana z Base64 metodo zasede 1/3 več prostora kot izvorna vsebina. Kljub temu, da je Base64 kodirana vsebina večja od izvorne vsebine, je popularna, ker nam omogoča enostaven prenos binarnih podatkov preko medijev ki so v osnovi namenjeni tekstovni komunikaciji (npr. poštni sistemi, dokumenti XML, itd.).

```
<soap:Body>
  <tns:ByteEcho>
    <tns:data>JVBERi0xLjYNJeLjz9MNCjE+DQpzdGFyNCjEx0YNCg==</tns:data>
  </tns:ByteEcho>
</soap:Body>
```

Slika 15: Primer sporočila z base64 kodirano vsebino [16].

Problem povečane vsebine pri uporabi base64 kodiranja za spletne storitve rešuje standard MTOM (angl. *Message Transmission Optimization Mechanism*). Ta omogoča referenciranje na binarne objekte znotraj XML sporočila, sama vsebina pa se nahaja na koncu prenosa v binarni obliki, za XML vsebino. Velikost vsebine ostane ista, doda se le fiksno določena vsebina, potrebna za povezovanje in razločevanje delov sporočila (referenca na objekt, glava objekta).

Pri sporočilu z binarno vsebino v MTOM obliki odjemalec najprej prejme strukturirano vsebino z referencami na objekte in ostalimi podatki, šele nato sledi dejanska binarna vsebina (glej primer na sliki 16). To pa omogoča, da med prenosom velike binarne vsebine odjemalec procesira strukturirano vsebino (prenos dodatnih podatkov o pacientu iz druge lokacije, itd.).

```
<soap:Envelope>
  <soap:Body>
    <tns:ByteEcho>
      <tns:data><xop:Include href="cid:1.633335845875937500@example.org"/></tns:data>
    </tns:ByteEcho>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
--MIMEBoundary000000
content-id: <1.633335845875937500@example.org>
content-type: application/octet-stream
content-transfer-encoding: binary
```

Slika 16: Primer sporočila z binarno vsebino v MTOM standardu [16].

Tabela 4 prikazuje razlike v velikosti vsebin, kodiranih z base 64 kodiranjem ali MTOM standardom.

Velikost binarne datoteke [bajt]	Sporočilo spletne storitve z base64 kodiranjem		Sporočilo spletne storitve v MTOM standardu	
	Velikost [bajt]	Razmerje	Velikost [bajt]	Razmerje
100	433	433,0%	912	912,0%
1000	1633	163,3%	2080	208,0%
10000	13633	136,3%	11080	110,8%
100000	133633	133,6%	101080	101,1%
1000000	1333633	133,4%	1001080	100,1%

Tabela 4: Primerjava velikosti kodirane vsebine z uporabo base64 kodiranja in MTOM standarda [17].

Prenos 100 MB datoteke na 1 Mbit omrežni povezavi, ki v osnovi traja 13 minut in 59 sekund se v obliki spletne storitve z base64 kodirano vsebino prenaša 18 minut in 39 sekund, v MTOM standardu pa le 0,1% več kot sama vsebina (manj kot sekundo dlje).

Prednost prenosa z MTOM standardom je tudi direktna konverzija prenesene vsebine, medtem ko je pri base64 kodirani vsebini potrebno procesiranje podatkov, s čimer se obremenjuje tako strežnik kot odjemalec.

Glavni vzrok za dolgotrajen prenos velikih medicinskih slik z ene lokacije na drugo je omejitev hitrosti omrežja med obema točkama. Za glavne centre se lahko pričakuje hitro povezavo v zdravstveno omrežje (100 Mbit), manjši izvajalci pa imajo lahko precej manjše hitrosti za dostop do omrežja. Leta 2006 izvedena anketa o informacijski opremljenosti izvajalcev zdravstvene dejavnosti [3] ugotavlja, da je povprečna hitrost internetne povezave na posamezni delovni postaji le 98 Kbps. Časi za prenos datotek velikosti 25 MB, 100 MB in 1 GB na omrežjih različnih hitrosti se nahajajo v tabeli 5.

		Velikost vsebine		
		25 MB	100 MB	1 GB
Hitrost povezave	256 Kbps	00:13:39	00:54:36	09:19:14
	512 Kbps	00:06:50	00:27:18	04:39:37
	1 Mbit	00:03:30	00:13:59	02:23:10
	10 Mbit	00:00:21	00:01:24	00:14:19
	100 Mbit	00:00:02	00:00:08	00:01:26

Tabela 5: Čas prenosa datotek [hh:mm:ss] različnih velikosti glede na hitrost povezave.

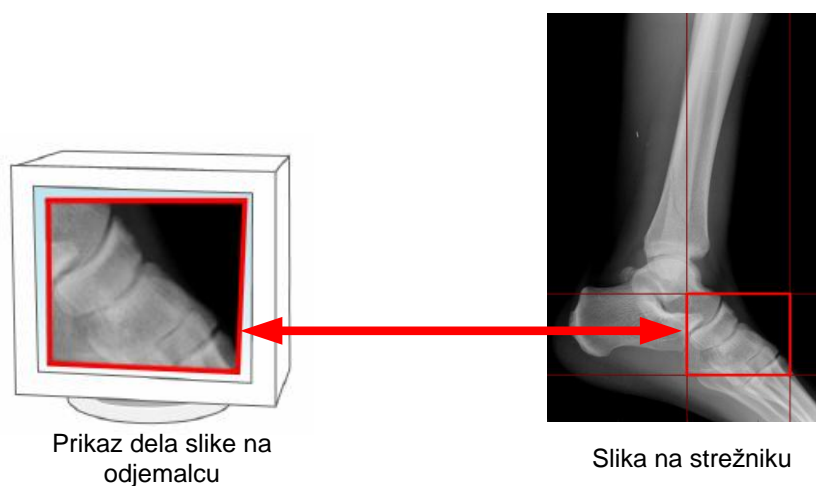
Izkušnje kažejo [18], da imajo različni PACS sistemi težave pri uvozu podatkov, ustvarjenih v drugem PACS okolju. Ti podatki se običajno nahajajo na prenosnih medijih (CD-ROM, DVD), težave pa povzročajo različni formati, organizacija in sama vsebina DICOM datotek.

To težavo rešuje IHE PDI (angl. *Portable Data for Imaging*) profil, ki zagotavlja kompatibilnost shranjenih preiskav na prenosnih medijih. Obenem pa tudi rešuje problem ročnega povezovanja različnih sistemov v primeru, ko ni možna mrežna povezava sistemov oz. v primeru, ko oslikovalne naprave ali celi PACS sistemi ne omogočajo omrežne komunikacije z zunanjim svetom.

3.5 Postopni prenos slik

Datoteke digitalnih medicinskih oslikav so velike več deset megabajtov, zaradi česar predstavljajo problem pri prenosu po lokalnih omrežjih in vzpostavljanju arhiva. Celoletni arhiv v moderni bolnišnici z lahkoto doseže 10 terabajtov, PACS sistem pa za nemoteno delo običajno zahteva 1 ali 10 gigabitno lokalno mrežo. Za teleradiologijo, ki nudi storitve na daljavo, so omenjeni problemi še toliko večji, saj je omrežna povezava med različnimi ustanovami manjša in s tem ne omogoča nemotene dela z velikimi oslikavami.

DICOM standard predstavlja rešitev s kodiranjem slike v JPEG2000 standardu. JPEG2000 standard, poleg stiskanja z ali brez izgube, omogoča postopni prenos slike (angl. *progressive image transmission*).



Slika 17: Strežnik pošlje odjemalcu le del slike [19].

S postopnim prenosom slike je možno iz velike datoteke na strežniku k odjemalcu prenesti slabšo kvaliteto slike, pri čimer se prenese samo manjši del podatkov (glej sliko 17). S tem

razbremenimo strežnik (slike v manjši kvaliteti ni potrebno prekodirati, pač pa se prebere samo manjši del celotne datoteke) in omrežno povezavo, saj ni potrebno prenesti več 10 MB velike DICOM datoteke.

Radiolog kot odjemalec v nekaj sekundah vidi sliko v slabi ločljivosti, katero lahko premika, izbere področje za povečanje ali pomanjšanje, itd. Pri vsaki taki operaciji se izbran del slike ponovno prenese s strežnika. Ko je odjemalec zadovoljen z izbranim delom, se slika prenese v polni ločljivosti.

Upravljanje postopnega prenosa slike je bilo realizirano z razširitvijo obstoječega DICOM protokola (DICOM2000) ali uvedbo novega omrežnega protokola. Oba načina omogočata novo funkcionalnost za posebne odjemalce in strežnike in obenem ohranjata podporo za sisteme s starejšim DICOM protokolom. Sam DICOM protokol podpira funkcionalnost preko JPIP (JPEG 2000 Interactive Protocol) reference. V tem primeru se v DICOM sporočilu namesto vsebine slike prenese spletni naslov JPIP strežnika, preko katerega odjemalec komunicira.

4 Rešitve

V nadaljevanju bom poizkušal predstaviti tehnološke osnove za implementacijo projekta eZdravje. Pri tem si je dobro ogledati tehnološke rešitve, ki so jih izbrali v ostalih državah po svetu. Pričakovati je, da bo tako velik projekt pod okrilje vzel večje podjetje, ki ponuja strojne in programske rešitve ter ima izkušnje s podobnimi projekti v drugih državah. Zato je potrebno pregledati, kaj ponujajo nekateri znani ponudniki programske opreme na področju zdravstvene informatike. Na koncu pa sledi pregled tehnološke implementacije nacionalnega EZZ ter umestitev le tega v obstoječe informacijsko okolje.

4.1 Rešitve v drugih državah

Povezave zdravstvenih informacijskih sistemov na nacionalnem nivoju se je lotilo že več držav po svetu. Sledi pregled rešitev, ki so jih uporabili.

4.1.1 Anglija

Anglija uporablja centraliziran model na nacionalnem nivoju. Povzetek elektronskega zdravstvenega zapisa se imenuje Summary Care Record (SCR). Nacionalno podatkovno bazo, imenovano »The Spine«, ki vsebuje več kot 50 milijonov SCR zapisov je razvilo podjetje British Telecommunications PLC v programskem jeziku Java na osnovi Oracle podatkovnega strežnika.

Problem velikosti podatkovne baze so rešili z uporabo horizontalnega particioniranja, kjer se podatki iz ene velike tabele razdelijo na manjše dele [20]. V tem primeru se vsi zapisi porazdelijo po poljubnem številu instanc podatkovnih baz, kar zmanjša velikost ene podatkovne baze in omogoči distribucijo podatkov na poljubno število fizičnih postavitvev. Podatki se običajno razdelijo po nekem logičnem ključu, kot je npr. lokacija pacienta, začetna črka priimka, itd. Angleška zdravstvena podatkovna baza tako obsega 122 vozlišč, v katerem se nahajajo 3 instance Oracle podatkovne baze. Skupna velikost obsega okrog 55 Terabajtov [20].

4.1.2 Švedska

Povzetek elektronskega zdravstvenega zapisa na švedskem imenujejo National Patient Overview (NPO). Izvajalec Tieto je uporabil platformo za izmenjavo zdravstvenih podatkov HealthShare podjetja InterSystems. Platforma temelji na podatkovni objektni podatkovni bazi Caché [21]. Celotni zdravstveni zapis se hrani na mestu nastanka, nekateri osnovni podatki pa se nahajajo na centralni lokaciji.

4.1.3 Nizozemska

Uporabniki preko nacionalne vstopne točke (angl. *National Switch Point*) dostopajo do povzetka zdravstvenega zapisa imenovanega »Waarneem Dossier Huisartsen« (WDH). V osnovi je namenjen dežurnim zdravnikom, ki potrebujejo osnovne zdravstvene podatke o pacientu. Do storitev uporabniki dostopajo preko centralne točke (angl. *The National Healthcare Information Hub*) v nacionalni infrastrukturi za izmenjavo podatkov med zdravstvenimi ustanovami (AORTA) [22]. Podatki so praviloma shranjeni na mestu nastanka in se ob zahtevku s pomočjo referenc sestavijo v virtualni zapis. Zaradi zagotavljanja razpoložljivosti zapisov pa so vpeljali t.i. dobro upravljane certificirane točke. Osrednji indeksni register EZZ, ki vsebuje kazalce na mesta zdravstvenih podatkov posameznika se nahaja v centralni točki [3].

4.1.4 Finska

Finska ob decentraliziranem zdravstvenem sistemu isto prakso uporablja tudi v projektih eZdravja. Elektronski zdravstveni zapis uporablja 95% zdravnikov na primarnem nivoju ter v vseh bolnišnicah. Ne obstaja posebno zdravstveno omrežje. V uporabi so komercialna omrežja, med seboj povezana z VPN povezavami [3].

Leta 2007 so se odločili za centraliziran nacionalni model shranjevanja zdravstvenih zapisov v nacionalni arhiv eArchive, ki ga postavlja podjetje Fujitsu Services. S tem se bo zdravstvene zapise iz lokalnih podatkovnih baz preneslo v centraliziran arhiv. Nacionalni arhivski sistem (KanTa), ki bo v prihodnosti shranjeval tudi medicinske oslikave, temelji na tehnologiji podjetja EMC. Ocenjujejo da bo velikost arhiva v naslednjem desetletju dosegla 500 Petabajtov [23].

4.1.5 Kanada

Zdravstveni informacijski sistem v Kanadi je razdeljen na 13 provinc in teritorijev. Vsak izmed njih ima drugačno zasnovo, skupaj pa so jih v nacionalno omrežje povezali preko t.i. EHRS vozlišč na podlagi nacionalnega načrta (EHRS Blueprint). Interoperabilni elektronski zdravstveni zapis (Interoperable EHR) je dostopen preko EHRS vozlišča [24].

Uporabniki dostopajo do centralne regionalne točke. Na nacionalnem nivoju si več regionalnih EHRS vozlišč med seboj zrcali pomembne podatke po potrebi (če se npr. pacient zdravi v drugi regiji).

4.1.6 Turčija

Turčija shranjuje zdravstvene zapise v zdravstvenem sistemu imenovanem »National Health Information System« [25]. Ker pred uvedbo nacionalnega sistema niso imeli veliko med seboj povezanih sistemov, ki bi jih bilo potrebno preurediti, so se odločili za centralizirano ureditev.

4.1.7 Hrvaška

Hrvaška v centralni informacijski točki primarne zdravstvene oskrbe hrani arhiv elektronskih zdravstvenih kartonov (EZK), elektronski register populacije ter register zdravstvenih virov. Komunikacija med aplikacijami v ordinacijah in centralnim registrom poteka po ENV 13606 standardu. EZK ne vsebuje polnih demografsko-administrativnih podatkov. Ti podatki se nahajajo v elektronskem registru populacije. Obe podatkovni zbirki se povezujeta preko MPI. Edina demografska podatka v EZK sta datum rojstva in spol, ki se uporabljata za statistične namene [26].

Preko VPN povezav tvorijo virtualno omrežje, v katerega so vključene ordinacije na primarnem nivoju, Hrvaški zavod za zdravstveno zavarovanje ter Hrvaški zavod za javno zdravje [3].

Država	Ime povzetka EZZ	Standard	Podatki na centralni točki	Okvitno št. prebivalcev
Kanada	Interoperable EHR	HL7 v3	indeks	34 milijonov
Anglija	Summary Care Record	HL7 v3	indeks + centralna baza	51 milijonov
Finska	eArchive	HL7 v3, CDA R2	indeks, v prihodnje centralni arhiv	5,3 milijona
Nizozemska	Waarneem Dossier Huisartsen	HL7 v3	indeks	16,6 milijonov
Švedska	National Patient Oversight	CEN 13606	indeks	9,3 milijona
Turčija	National Health Information System	HL7 v3, CDA R2	centralna baza	77,8 milijonov
Hrvaška	Elektronski zdravstveni karton (hrv. <i>Elektronički zdravstveni karton</i>)	HL7 v3, CEN 13606	centralna baza	4,4 milijona

Tabela 6: Pregled načina implementacije povzetka elektronskega zdravstvenega zapisa [25, 26].

V tabeli 6 je povzet pregled implementacij povzetka elektronskega zdravstvenega zapisa na nacionalnem nivoju različnih držav.

4.2 Ponudniki rešitev v Sloveniji

Digitalizacija zdravstva v zadnjih letih doživlja razcvet po celem svetu. Programske in strojne rešitve najdemo v obliki produktov različnih podjetij, celostnih oskrb s strani velikih programskih koncernov ter odprtokodnih rešitev.

V nadaljevanju si bomo ogledali rešitve podjetij Agfa, Siemens, Cisco, Oracle, IBM in Hewlett-Packard.

4.2.1 Agfa

Podjetje Agfa je bilo v zdravstvu prvotno prisotno na področju oslikovalnih naprav. Sedaj s svojimi produkti ponuja celostne rešitve na večih področjih v zdravstveni informatiki. Iz opisov produktov ter povezovanja z večjimi proizvajalci programske opreme je mogoče ugotoviti, da se podjetje želi uveljaviti tudi v zdravstveni informatiki na nacionalnem nivoju [27].

HYDMedia skrbi za shranjevanje različnih dokumentov (DICOM, zdravstveni zapisi, itd.) v elektronski obliki.

IMPAX je sistem PACS in ponuja celovito rešitev na področju radiologije. Produkt omogoča tudi integracijo v IHE okolje.

Bolnišnični informacijski sistem ORBIS pokriva klinično in administrativno področje v zdravstveni ustanovi.

IMPAX Data Center je produkt za upravljanje z medicinskimi oslikavami, zasnovan okoli standardov IHE, DICOM 3.0 ter HL7. Rešitev omogoča povezovanje PACS sistemov različnih proizvajalcev med več oddelki, ustanovami ali regijami. Arhivsko shranjevanje zapisov je zasnovano na centralizirani rešitvi in je namenjeno za dolgoročno shranjevanje neaktualnih preiskav. Produkt temelji na podatkovni bazi Oracle in Java aplikacijskih rešitvah [27]. Po trditvah proizvajalca naj bi bila rešitev primerna za izdelavo nacionalnih zdravstvenih sistemov.

4.2.2 Siemens

V zdravstvu je Siemens poznan kot proizvajalec oslikovalnih in drugih medicinskih naprav.

Podjetje s produktom Soarian Integrated Care ponuja rešitev za povezavo zdravstvenih informacijskih sistemov in izmenjavo podatkov na nacionalni ravni. Povezljivost z različnimi sistemi je realizirana s HL7 standardom. Produkt deluje v aplikacijskem strežniku Tomcat in uporablja podatkovno bazo Oracle [28]. Iz tega sklepamo, da je rešitev osnovana na programskem jeziku Java. Odjemalci za dostop uporabljajo spletno aplikacijo. Produkt v Nemčiji povezuje 46 privatnih bolnišnic.

Produkt Icoserve AIM je elektronski arhiv za zdravstvene podatke, ki podpira shranjevanje DICOM datotek, ostalih multimedijskih datotek ter elektronskih zdravstvenih zapisov.

4.2.3 Cisco

MDES (angl. *Medical Data Exchange Solution*) podjetja Cisco in Tiani Spirit je integrirana rešitev za izmenjavo zdravstvenih podatkov med različnimi organizacijami. Sistem temelji na osnovi IHE profilov in omogoča kompatibilno združevanje različnih obstoječih zdravstvenih sistemov.

Lastnosti sistema so sledeče [29]:

- federativni koncept shranjevanja podatkov (na mestu nastanka, brez nepotrebne podvajanja, kopija lokalnih podatkov na regionalni ravni),
- povezovanje PACS sistemov različnih proizvajalcev,
- omrežna podpora XDS akterjem (pametni usmerjevalci) ter
- poudarek na vključitvi obstoječih in podedovanih oslikovalnih naprav v IHE okolje z uporabo SLA (angl. *Spirit Local Adapter*).

Podjetje Cisco je bilo v zdravstvu prvotno prisotno na omrežnem nivoju (stikala, usmerjevalniki, razna mrežna oprema). To se opazi tudi v njihovih rešitvah za zdravstveno informatiko, saj dajo velik poudarek na predstavitvi mrežne implementacije.

4.2.4 Oracle

Osnovni produkt podjetja Oracle je bila podatkovna baza. Danes podjetje poleg podatkovne baze ponuja razno programsko opremo, razvojno platformo, aplikacijske strežnike, itd. V začetku leta 2010 so kupili podjetje Sun Microsystems, ki je med drugim tudi razvilo programski jezik Java.

Oracle HTB (angl. *Healthcare Transaction Base*) je osnova platforme za integracijo, razvoj in izvajanje aplikacij v zdravstvu Oracle HIE (angl. *Health Information Exchange*). Ključni komponenti platforme sta še produkt »Oracle Healthcare Master Person Index«, ki implementira MPI (angl. *Master Patient Index*), ustvari celovit in skladen pogled na podatke

oseb ter »Oracle Health Sciences Information Gateway«, ki omogoča varno komunikacijsko infrastrukturo pri izgradnji federativnega hibridnega modela.

Podatkovna baza Oracle 11g ima vgrajeno podporo za shranjevanje, razumevanje in procesiranje DICOM datotek [30]. Z DICOM objekti v podatkovni bazi je podprto manipuliranje nad podatki z uporabo SQL ukazov, hitro iskanje po vsebini DICOM atributov ter relacijske operacije z ostalimi zapisi v podatkovni bazi. Omogoča konverzijo DICOM posnetkov in slik v interoperabilen format (MPEG, AVI, JPEG) in s tem olajša prikaz obravnava na nediagnosticskih napravah (program, spletni brskalnik,...). Oracle RAC (angl. *Real Application Clusters*) postavitve skrbi za visoko razpoložljivost sistema in omogoča, da se več podatkovnih baz na različnih strežnikih in fizičnih lokacijah predstavlja kot ena podatkovna baza v gruči.

V okviru podatkovne baze je poskrbljeno za kontroliran dostop do podatkov in kodiranje vsebine. Velik poudarek je tudi na možni anonimizaciji podatkov, s čimer se lahko najnovejše zdravstvene primere takoj uporabi za statistične obdelave, študije, itd.

Testi podatkovne baze kažejo, da se operacije v simuliranem okolju z 8 milijoni pacientov (vsak s 6 zapisi za katere porabi 480 akcij v podatkovni bazi, skupno kreira 48 milijonov zapisov in izvede 3880 milijonov različnih akcij) izvajajo s hitrostjo 50000 izmenjanih sporočil na uro (IBM x3950 strežnik). Podatki zasedejo 8TB prostora [31]. Od nedavnega nakupa podjetja Sun Microsystems pa je poskrbljeno tudi za strojne zahteve pri realizaciji sistema (aplikacijski strežniki in enote za shranjevanje podatkov).

4.2.5 IBM

Podjetje IBM izdeluje in prodaja strojno in programsko opremo. Znani so po svojih strežnikih in opremi za arhiviranje. Ponudbo dopolnjujejo z različnimi programskimi produkti ter celovitimi informacijskimi rešitvami.

IBM ponuja več različnih rešitev za celovito informacijsko podporo v zdravstvu.

Ena od njih je IBM HIE (angl. *Health Information Exchange*), ki z implementacijo IHE profilov omogoča deljenje dokumentov med zdravstvenimi ustanovami. Med podprtimi profili najdemo najbolj pomembne, kot so XDS repozitorij dokumentov, XDS register dokumentov, ATNRA repozitorij (angl. *Audit Trail and Node Authentication*), itd. Podobno kot Cisco rešitev omogoča XDS povezavo z podedovanimi PACS sistemi s pomočjo t.i. adapterjev.

IBM Initiate Patient je implementacija MPI. Omogoča centralizirano ali hibridno arhitekturo, pri kateri se centralno hranijo le demografski podatki pacientov, povzetek kliničnih dokumentov in revizijske sledi.

Ponujajo tudi programske in strojne rešitve (strežniki, naprave za shranjevanje podatkov, itd.) za implementacijo IHE repozitorijev, obvladovanje medicinskih oslikav (bivši projekt GMAS, angl. *Grid Medical Archive Solution*), celostne rešitve, kot je IBM HIIG (angl. *Healthcare Image & Information Grid*).

DB2 je IBM-ova podatkovna baza, ki s pureXML tehnologijo omogoča shranjevanje XML dokumentov v naravni obliki, brez pretvorbe v relacijske podatke. Performančni testi kažejo, da se 10–100KB velike HL7 CDA datoteke dodajajo v podatkovno bazo s hitrostjo 3,9–0,5 milijonov dokumentov na uro, medtem ko strežnik servira dokumente s hitrostjo 9.3–1 milijonov dokumentov na uro (z9 DS8300 strežnik) [32]. Za dosegljivost podatkov skrbi več mehanizmov, ki zagotavljajo visoko razpoložljivost sistema.

4.2.6 Hewlett-Packard

Glavni produkti podjetja Hewlett-Packard so osebni računalniki, strežniki in naprave za hranjenje podatkov. V zadnjih letih so z nakupi podjetij postali močni tudi na področju razvoja programske opreme.

Podjetje Hewlett-Packard združuje obstoječe rešitve s področja zdravstva v produktu HP Digital Health, kjer skupaj s produkti partnerjev ponujajo celostne rešitve na različnih področjih digitalizacije zdravstva.

HP Medical Archiving Solution (HP MAS) je specializirana rešitev za shranjevanje medicinskih oslikav. V PACS sistemu HP MAS predstavlja napravo za arhiviranje, ki se z medicinskimi napravami povezuje preko različnih protokolov, kot so DICOM, CIFS (angl. *Common Internet File System*), NFS (angl. *Network File System*). Po drugi strani pa omogoča komuniciranje z različnimi sistemi s pomočjo IHE standarda. Več naprav z različnimi funkcijami (arhiviranje, nadzor, vmesnik) je možno združiti v distribuirano omrežje, ki samo skrbi za prenos medicinskih oslikav za pregled ali arhiviranje med različnimi lokacijami.

4.3 Implementacija povzetka elektronskega zdravstvenega zapisa

Večina programov za digitalizacijo zdravstva predvideva dostop do baze pacientov na nacionalni ravni. Povzetek elektronskega zdravstvenega zapisa, ki vsebuje splošne podatke osebe ter ključne zdravstvene podatke je lahko shranjen na centralnem mestu (angl. *data centric model*), ali pa se ob zahtevi sestavi iz večih zapisov (angl. *virtual record access method*), ki so shranjeni na kraju nastanka, npr. bolnišnici, osebemu zdravniku, itd.

Običajno ob digitalizaciji zdravstva na državnem nivoju že obstajajo različni heterogeni informacijski sistemi več zdravstvenih ustanov, ki med seboj ne komunicirajo in vsak zase hranijo zdravstvene zapise posameznikov, ki so nastali kot rezultat zdravljenj ali pregledov.

Osnova za izgradnjo nacionalnega interoperabilnega sistema je glavni indeks pacientov (angl. *Master Patient Index*, krat. *MPI*), ki omogoča unikatno identifikacijo pacienta. Poleg zagotavljanja enotne identifikacije skozi različne sisteme v zdravstvenem omrežju ponuja inteligentne iskalne mehanizme ter sistem za iskanje ujemačih se zapisov v različnih informacijskih sistemih. To omogoča identifikacijo obstoječih zdravstvenih zapisov pacienta po različnih sistemih, s čimer smo postavili temelje za izgradnjo virtualnega elektronskega zapisa, ki vsebuje vse zdravstvene podatke izbranega pacienta. Dober MPI nam zagotavlja, da bomo sposobni pravilno identificirati paciente starih zdravstvenih zapisov in s tem upravičuje obstoj distribuiranih zdravstvenih zapisov na mestu nastanka tudi v prihodnje.

IHE predvideva, da obstoječi informacijski sistemi že vsebujejo šifrate pacienta, ki pa se med različnimi sistemi lahko razlikujejo. Zato so uvedli integracijski profil PIX (angl. *Patient Identifier Cross-referencing*), ki izvajalcem zdravstvene dejavnosti omogoča registracijo svojih šifer za identifikacijo pacientov. S tem v obstoječih aplikacijah ni potrebno spreminjati njihove osnovne arhitekture.

V primeru, da se polni zdravstveni zapisi nahajajo na centralni lokaciji, je dostop do informacij pacienta trivialen, saj se vsi podatki nahajajo na enem mestu, zapisani pa so v natančno določeni obliki (npr. dokument HL7 CDA). Obstoječe informacijske sisteme je potrebno nadgraditi in omogočiti pošiljanje informacij na centralno točko v določenem formatu.

Pri uporabi centralnega indeksa, do katerega uporabnik običajno dostopa preko vstopne točke, se na enem mestu shranjujejo le reference na zdravstvene zapise. Za dostop do njih je potrebna poizvedba na repozitorij, kjer se zapisi dejansko nahajajo. Če to stori uporabnik, imamo omrežje, kjer se vsak pogovarja z vsakim (angl. *peer to peer*, krat. *P2P*), lahko pa to opravi kar vstopna točka. Pri tej opciji se dejanski podatki hranijo v repozitorijih na certificiranih točkah oz. kar pri izvajalcu. V primeru, da so podatki shranjeni pri izvajalcu, je potrebno nadgraditi obstoječi informacijski sistem in zagotoviti repozitorij dokumentov, ki bo dostopen zunanjim uporabnikom. Pri tem je poleg tehnoloških standardov potrebno upoštevati tudi varnost, obstojnost in dosegljivost podatkov.

Uporabniki za dostop do zdravstvenih podatkov lahko uporabijo zdravstveni portal, ali pa nadgradijo svoje informacijske sisteme in s tem dostopajo do podatkov znotraj obstoječe aplikacije. Prednost dostopa do podatkov preko zdravstvenega portala je dosegljivost podatkov od kjerkoli, kar mogoče ni možno v obstoječih aplikacijah v zdravstvenih ustanovah. Slaba stran pa je, da morajo zdravniki pri delu s pacientom uporabljati dva programa.

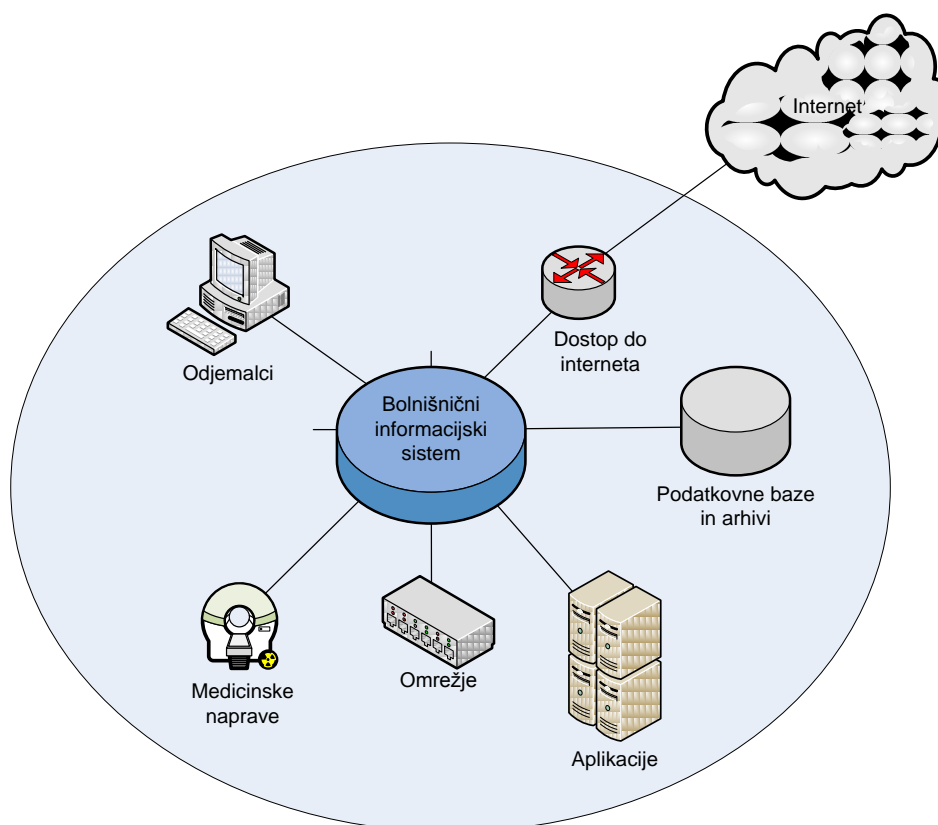
Za hitrejši dostop do informativnih podatkov pacienta se lahko poleg referenc na zdravstvene primere na centralnem mestu shranjuje še splošne osebne in ključne zdravstvene podatke. To

nam nato omogoča pregled osnovnih informacij brez povpraševanj po celotnih zdravstvenih zapisih.

Podatkovne baze, za katere se ve, da so bile uporabljene v drugih velikih projektih za izdelavo povzetka ali vsaj indeksa zapisov (Oracle, DB2, Caché), vse podpirajo zapis strukturiranih zdravstvenih informacij. Pri tem količina zapisov glede na število prebivalcev v Sloveniji ter referenčnimi implementacijami po svetu ne bi smela biti problematična.

4.4 Umestitev nacionalnega EZZ v zdravstveno okolje

Bolnišnični informacijski sistem v zdravstveni ustanovi je v večini primerov zaprt sistem, sestavljen iz medicinskih naprav, računalniškega omrežja, namenskih aplikacij na različnih strežnikih s pripadajočimi podatkovnimi bazami in arhivi ter različnimi odjemalci (glej sliko 18).



Slika 18: Komponente informacijskega sistema znotraj bolnišnice.

Tak sistem opravlja naslednje temeljne funkcije:

- strokovne funkcije,
- povezovalne – mrežne funkcije,

- znanstveno raziskovalne funkcije,
- administrativne funkcije in
- finančne funkcije.

Zelo pomembno je, da so posamezni klinični in administrativni informacijski sistemi v BIS med seboj povezljivi. S tem se posamezni informacijski otoki v ustanovi združijo v močan povezan sistem, kjer so podatki ažurni na vsakem oddelku, niso nepotrebno podvojeni in kjer se ne izgublja časa z vnašanjem rezultatov preiskave opravljene v drugem sistemu. Usklajeni BIS pacientu prinaša hitrejšo obravnavo, zdravstvenemu osebju pa nudi pomoč pri administrativnem delu in s tem omogoča večjo pozornost pri zdravstveni obravnavi.

Velik napredek pri povezovanju aplikacij različnih proizvajalcev predstavlja standard HL7, ki mora podpirati vsa nova programska in strojna oprema v bolnišnicah.

Za vključitev BIS v nacionalni EZZ sistem mora bolnišnica v primeru hranjenja podatkov na mestu nastanka uvesti:

- implementacijo repozitorija dokumentov,
- uporabo slovarja kliničnih izrazov za ustrezno semantično povezljivost v zdravstvenih zapisih,
- podporo MPI (angl. *Master Patient Index*) v bolnišničnih aplikacijah in
- vložitev zdravstvenih zapisov v register dokumentov.

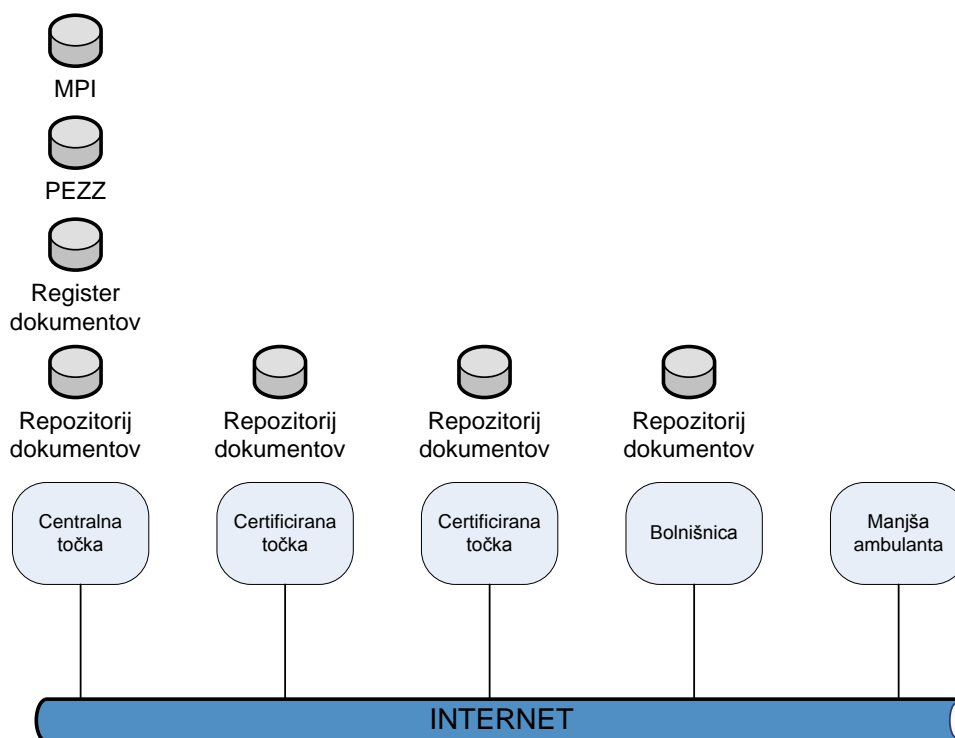
Samo omrežje znotraj zdravstvene ustanove ne bi smelo predstavljati večjih problemov. Sami EZZ zapisi ne predstavljajo velikega prometa po omrežju. Odjemalci, ki dostopajo do medicinskih oslikav v nestisnjeni obliki, morajo že sedaj imeti dovolj zmogljivo omrežje, medtem ko dostopi do oslikav v drugih ustanovah v stisnjeni obliki za nediagnostične namene ne potrebujejo izredno hitrega omrežja.

Izpolnjene morajo biti zahteve za hranjenje in zanesljivo ter varno izmenjavo zdravstvenih podatkov. To vključuje tudi potrebne kapacitete prenosa podatkov in zmogljivost aplikacijskih strežnikov za serviranje podatkov dodatnim zunanjim odjemalcem. Kot smo omenili v 3. poglavju obstaja za serviranje podatkovno velikih medicinskih oslikav več mehanizmov, vendar se je potrebno zavedati, da je veliko informacijskih sistemov v bolnišnicah zastarelih in nepripravljenih za delovanje v takšnem obsegu. Obdelovanje in prenos več 100Mb datotek medicinskih oslikav na oddaljeno lokacijo zahteva določen procesorski čas in zunanje omrežne kapacitete, na katere mogoče niso pazili pri uvedbi sistema.

Vsak moderni PACS sistem podpira protokol HL7 in IHE profile, podpirajo pa jih tudi same oslikovalne naprave. V slovenskem zdravstvu so večinoma v uporabi oslikovalne naprave proizvajalcev Siemens in Agfa. Oba proizvajalca aktivno sodelujeta v informatizaciji

zdravstva po celem svetu. Iz tega lahko sklepamo, da se zavedajo potrebe po povezljivosti naprav za ustrezno podporo nacionalnemu sistemu.

Ozko grlo znotraj zdravstvene ustanove so lahko premajhne procesorske kapacitete za obdelavo zunanjih zahtevkov po zdravstvenih zapisih in obdelavo medicinskih oslikav ter hitrost internetne povezave za serviranje zahtevanih informacij.



Slika 19: Nacionalno zdravstveno omrežje.

V nacionalnem omrežju je več zgoraj omenjenih zdravstvenih ustanov povezanih v nacionalno zdravstveno omrežje (glej sliko 19). Objekti v omrežje dostopajo preko javnega internetnega omrežja. Največ prometa se pričakuje na centralni točki, do katere z različnimi nameni (vložitev podatkov v register, dostop do PEZZ in kazalcev, iskanje po MPI, itd.) dostopa večina akterjev.

Zanesljivo delovanje omrežja in vseh vključenih sistemov pri uvedbi nacionalnega modela postane ključnega pomena za uspešno obravnavo pacientov. Če danes osebni zdravnik pri obisku pacienta pričakuje fizične izvide v obliki papirja, ki jih je pridobil na specialističnih pregledih v drugih ustanovah, se bo v prihodnje zdravnik zanašal na informacijski sistem in možnost pregleda izvidov v elektronski obliki. Izpad dela sistema ali dostopa do interneta bi tako pomenil nezmožnost opravljanja tudi osnovnih zdravstvenih pregledov.

Centralna točka, kjer se hranijo povzetki zdravstvenega zapisa in kazalci stikov mora upoštevati samo dinamičnost zapisa. Oseba, ki zelo malo obiskuje zdravnika, ima lahko v povzetku le nekaj informacij in kazalcev, medtem ko imajo nekateri veliko število obiskov pri različnih zdravnikih in posledično več podatkov in kazalcev stikov v centralni točki.

Ozka grla v nacionalnem sistemu so tako že pri zdravstvenih ustanovah omenjeni internetni dostopi posameznih ustanov ter sama centralna točka, ki mora biti sposobna hraniti dovolj veliko količino podatkov ter servirati informacije vsem akterjem.

Zaključek

V diplomski nalogi sem opravil analizo projekta eZdravje s poudarkom na arhitekturi zdravstvenega sistema na nacionalnem nivoju, organizaciji elektronskega zdravstvenega zapisa ter tehničnih problemih implementacije teleradiologije v slovenskem okolju. Dotaknil sem se tudi nekaterih tehnoloških standardov, ki so potrebni za realizacijo takšnega sistema.

Zastavljen arhitekturni načrt, s certificiranimi točkami, varnim omrežjem in osrednjim zdravstvenim portalom sovпада z načrti držav po svetu, ki so se v preteklosti ali pa se ravnokar ukvarjajo z istim problemom povezave zdravstva na nacionalnem nivoju. Pri iskanju podatkov sem pogrešal študije oz. konkretne načrte za implementacijo načrtovanega sistema. V dveh pomembnih dokumentih slovenskega projekta eZdravje [2, 3] sem pogrešal bolj natančne preglede izkušenj iz tujine ter več tehničnih podrobnosti glede implementacije sistema. Menim, da bi bilo potrebno natančno vedeti, kateri model hrambe podatkov je za naše okolje bolj primeren in zakaj. Ob tem sklepam, da obstaja želja in obenem tudi pritisk s strani evropske unije po implementaciji slovenskega zdravstvenega informacijskega sistema, vendar so stvari še precej nejasne in niso blizu konkretne rešitve.

Pri pregledu tehnoloških standardov sem ugotovil, da na področju digitalizacije zdravstvenih podatkov obstaja dovolj uveljavljenih in zrelih standardov (DICOM, HL7, IHE, WADO, razni terminološki slovarji, itd.), potrebnih za povezavo v nacionalni zdravstveni sistem. Posebej pomembni se mi zdijo standardi pod okriljem iniciative IHE, saj je njihov osnovni namen povezava različnih sistemov v celovito rešitev, kar potrjujejo s testi interoperabilnosti komponent različnih proizvajalcev. V preteklosti se je namreč izkazalo, da si veliko proizvajalcev standard lahko razlaga po svoje, kar ima za rezultat nekompatibilnost in s tem nezmožnost povezovanja opreme različnih proizvajalcev. Dober primer za to so radiološke preiskave v DICOM formatu, ki jih v mnogih primerih ni mogoče uvoziti v sistem PACS, ker so bile ustvarjene z opremo drugega proizvajalca. Kaže, da se večina držav odloča za implementacijo sistema po profilih IHE in da se podatki med seboj izmenjujejo v XML obliki.

Pereča tema je tudi organizacija zdravstvenih podatkov. Zaradi obstoječih zdravstvenih sistemov je težko implementirati nekatere podatkovne modele, saj se lahko v praksi izkaže, da je prilagajanje obstoječih aplikacij precej težko opravilo. Menim, da bi bilo potrebno premisliti, kateri model je za Slovenijo ugodnejši, tako z organizacijskega kot finančnega vidika. Zaradi majhnosti naše države in možnosti dobre omrežne infrastrukture nam namreč ni potrebno izključiti npr. centraliziranega podatkovnega modela oz. nacionalnega arhiva zdravstvenih podatkov in oslikav.

Ko pregledamo rešitve v drugih državah je težko oceniti pravilno izbiro arhitekture. Veliko držav je še v postopku implementacije sistema, končne rezultate in dejanske vplive na bolj organizirano zdravstvo pa bo mogoče, če sploh, oceniti šele čez nekaj let. V vseh državah po

uvedbi nacionalnih zdravstvenih sistemov pričakujejo zmanjšanje stroškov za zdravstvo ter boljšo zdravstveno oskrbo. Na žalost se lahko zgodi, da bodo visoka pričakovanja zmanjšanja stroškov nekateri uresničevali na račun slabše zdravstvene oskrbe. Pričakoval sem, da se bodo za centralizirani zapis podatkov odločile manjše države. Ocenil sem, da je velikih državah zaradi velike količine podatkov le-te lažje hraniti na različnih mestih. Na moje presenečenje temu ni tako in po pregledu se je izkazalo, da so se za centralizirano hrambo podatkov odločile tudi večje države.

Podobno težko je, kot pri pregledu rešitev v drugih državah, oceniti primernost ponudnikov programske opreme za implementacijo zastavljenega zdravstvenega sistema. V večini primerov izbira določenega ponudnika pomeni, da le-ta dobavi in predpiše osnovne gradnike informacijskega sistema (strojna oprema, programsko okolje, podatkovna baza, osnovna programska oprema, itd.), medtem ko dejansko implementacijo in integracijo v obstoječo okolje izvedejo lokalna podjetja. Zato implementacijo določenega podjetja v drugi državi težko primerjamo z našim okoljem, saj je lahko rezultat popolnoma drugačen.

Viri in literatura

- [1] »e-Health - making healthcare better for European citizens: An action plan for a European e-Health Area, Commission of the European Communities«, Dostopno na: http://www.who.int/ehealth/2011/01/01/20110101_ehealth_action_plan.html
- [2] »Strategija informatizacije slovenskega zdravstvenega sistema 2005–2010«. Dostopno na: http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/zdravstveno_varstvo/sluzba_za_informatiko/e_zdravje_2010/
- [3] »Konceptualni model nacionalnega zdravstveno informacijskega sistema (eZIS)«. Dostopno na: http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/mz_dokumenti/informatika/Microsoft_Word_-_wwwArhitektura_eZIS_v21.pdf
- [4] »Prenova sistema KZZ in uvedba on-line zdravstvenega zavarovanja«. Dostopno na: <http://www.zzs.si/zzs/internet/zzs.nsf/vrstagradiva/065D1D9A6605B629C1256E8B002FBC61?OpenDocument>
- [5] TU Graz, »SNOMED CT und LOINC«. Dostopno na: http://genome.tugraz.at/MedicalInformatics/SommerSemester2011Schulz/TUGRAZ_MI_2011_SNOMED_CT.pdf
- [6] »HL7 FAQs«. Dostopno na: <http://www.hl7.org/documentcenter/public/faq/cda.cfm>
- [7] Robert H. Dolin, Liora Alschuler, Calvin Beebe, Paul V. Biron, Mlis, Sandra Lee Boyer, Daniel Essin, Elliot Kimber, Tom Lincoln, and John E. Mattison, »The HL7 Clinical Document Architecture«. Dostopno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC130066/>
- [8] NEMA, »Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), Part 10: Media Storage and File Format for Media Interchange«. Dostopno na: http://medical.nema.org/dicom/2003/03_10PU.PDF
- [9] Oracle, »A Performance Evaluation of Storage and Retrieval of DICOM Image Content in Oracle Database 11g Using HP Blade Servers and Intel Processors«. Dostopno na: <http://www.oracle.com/technetwork/database/multimedia/overview/ora-dicom-bench-2008-129543.pdf>

- [10] »Teleradiološke povezave slovenskih bolnišnic – Teleradiološki portal«. Dostopno na: http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/eZdravje/Strokovni_dialog/eZdravje_Teleradiologija_Strokovne_podlage_06052010.pdf
- [11] Radiologija, Wikipedia. Dostopno na: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Radiologija>
- [12] Harry Solomon, GE Healthcare, »Electronic Reports: HL7 CDA (Clinical Document Architecture) and DICOM SR (Structured Reporting) for Advanced Reporting«. Dostopno na: http://medical.nema.org/dicom/presents/reporting_rsna08.ppt
- [13] Helmut Koenig, Siemens, »HL7 CDA and DICOM SR Diagnostic Imaging Reports«. Dostopno na: http://medical.nema.org/dicom/DCS-2010/Presentations/10-October_Contributed-Papers/10Oct_0840_Koenig.ppt
- [14] Microsoft, »Connected Health Framework Architecture and Design Blueprint Part 3 – Technical Framework«. Dostopno na: <http://download.microsoft.com/download/D/8/A/D8ABEB74-27CF-4DD6-B150-0A5685E82D1A/CHF%20ADB%20v2%20Part%203%20Technical%20Framework.pdf>
- [15] Lev Weisfeiler, »Efficient, Standard-Compliant Streaming of EHR Imagery«. Dostopno na: http://medical.nema.org/Dicom/conf-2008/Day_2/D2_2_1110_Weisfeiler_en.ppt
- [16] »Transferring large binary data with web services«. Dostopno na: <http://weblogs.java.net/blog/adhirmehta/archive/2010/06/09/transferring-large-binary-data-web-services>
- [17] Microsoft, MSDN Library, »MTOM Encoding«. Dostopno na: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa395209.aspx>
- [18] David S. Mendelson, Peter R. G. Bak, Elliot Menschik, Eliot Siegel, »Image Exchange: IHE and the Evolution of Image Sharing«. Dostopno na: <http://radiographics.rsna.org/content/28/7/1817.full>
- [19] Lev Weisfeiler, »DICOM Supplement 106: JPEG 2000 Interactive Protocol«. Dostopno na: http://medical.nema.org/dicom/Conf-2005/Day-2_Selected_Papers/B302_Weisfeiler_Supplement%20106%20--%20JPIP.pdf

[20] Swedish Institute of Computer Science, Jim Dowling, »DIGHT Open, Secure, Scalable Storage of Electronic Health Records for India«. Dostopno na:

<http://www.sics.se/files/Dowling-2011-02-10.pdf>

[21] InterSystems, »Swedish NPÖ - National Patient Summary«. Dostopno na:

http://www.intersystems.fi/media/media_manager/pdf/2202.pdf

[22] HL7, »AORTA«. Dostopno na:

<http://wiki.hl7.org/index.php?title=AORTA>

[23] »EMC Information Infrastructure Cornerstone of National Patient Record Archive«.

Dostopno na:

<http://www.emc.com/about/news/press/2008/20080317-01.htm>

[24] »EHRS Blueprint, Infoway Architecture Update«. Dostopno na:

<http://knowledge.infoway-inforoute.ca/EHRSRA/doc/EHRS-Blueprint-Presentation.ppt>

[25] »Health Information and Quality Authority«. Dostopno na:

http://www.hiqa.ie/media/presentations/HI_Workshop_Jane_Grimson_231009.pdf

[26] Ericsson Nikola Tesla d.d., »Informacijski sustav primarne zdravstvene zaštite Republike Hrvatske«. Dostopno na:

http://www.cezih.hr/cezih_datoteke/pzz/dokumentacija/HR_PHCIS_DataSpecification_RevPE1-web.pdf

[27] Agfa, »Agfa HealthCare Expands Relationship with Oracle for IMPAX Data Center Multimedia Medical Imaging Repository«. Dostopno na:

http://www.agfahealthcare.com/global/en/main/news_events/news/archive/he20100301_oracle.jsp

[28] Siemens Healthcare. Dostopno na: <http://www.medical.siemens.com>

[29] Hal Gilreath, John Voss, »Cisco's 'Medical Data Exchange' (MDES) Solution«.

Dostopno na:

http://www.cisco.com/web/DE/pdfs/verticals/medical_data_exchange_solution.pdf

[30] Oracle, »Oracle Database 11g DICOM Medical Image Support«. Dostopno na:

<http://www.oracle.com/technetwork/database/multimedia/overview/dicom11gr2-wp-medingsupport-133109.pdf>

[31] Oracle, »Benchmark: Oracle Healthcare Transaction Base on Intel® Xeon® Processors on the IBM System x3950«. Dostopno na:

<http://www.oracle.com/us/industries/healthcare/046144.pdf>

[32] IBM, Guogen Zhang, »Introduction to pureXML in DB2 9 for z/OS«. Dostopno na:
<http://www.hoadb2ug.org/Docs/Zhang0812.pdf>

Seznam slik

Slika 1: Shema strukture eZIS [3].	6
Slika 2: EZZ posameznika, sestavljen iz PEZZ ter več zdravstvenih primerov.....	9
Slika 3: Shema konceptualnega modela eZIS [3].....	11
Slika 4: Struktura DICOM datoteke.	15
Slika 5: Struktura tipičnega PACS sistema.	16
Slika 6: Akterji in njihova interakcija v XDS.b profilu [10].	18
Slika 7: Željena struktura nacionalnega omrežja.....	21
Slika 8: Interoperabilnost z obstoječimi sistemi.....	22
Slika 9: Centralizirani podatkovni model [14].	24
Slika 10: Federativni podatkovni model z razpršenim oddajanjem [14].....	26
Slika 11: Federativni podatkovni model s centralnim indeksom [14].....	27
Slika 12: Federativni podatkovni model z repliciranim indeksom [14].	28
Slika 13: Distribuiran model z uvedbo varnih certificiranih točk.	29
Slika 14: Hibridni podatkovni model [14].....	30
Slika 15: Primer sporočila z base64 kodirano vsebino [16].	32
Slika 16: Primer sporočila z binarno vsebino v MTOM standardu [16].	32
Slika 17: Strežnik pošlje odjemalcu le del slike [19].	34
Slika 18: Komponente informacijskega sistema znotraj bolnišnice.....	44
Slika 19: Nacionalno zdravstveno omrežje.	46

Seznam tabel

Tabela 1: Ocena velikostnega razreda sistema eZIS [3].....	7
Tabela 2: Velikosti datotek medicinskih oslikav [9].....	16
Tabela 3: Primerjava DICOM SR in GHL7 CDA R2 formatov [13].....	23
Tabela 4: Primerjava velikosti kodirane vsebine z uporabo base64 kodiranja in MTOM standarda [17].....	33
Tabela 5: Čas prenosa datotek [hh:mm:ss] različnih velikosti glede na hitrost povezave.	33
Tabela 6: Pregled načina implementacije povzetka elektronskega zdravstvenega zapisa [25, 26].....	38