

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
MULTIMEDIJOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Audrius Liutkus

**Skirtingos paskirties medicinos informacinių sistemų
sąveikos modelis: administracinei bei klinikinei IS**

Magistro darbas

Darbo vadovas

doc. Vytenis Punys

Kaunas, 2011

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
MULTIMEDIJOS INŽINERIJOS KATEDRA

Audrius Liutkus

**Skirtingos paskirties medicinos informacinių sistemų
sąveikos modelis: administracinei bei klinikinei IS**

Magistro darbas

Recenzentas
doc. Vytautas Pilkauskas

2011-05-30

Darbo vadovas
doc. Vytenis Punys

2011-05-30

Atliko

IFM-9/4 gr. stud.

Audrius Liutkus

2011-05-30

Kaunas, 2011

Summary

Interaction model for different medical information systems: administrative and clinical IS

The research is devoted to an integration of health information systems, when the interoperability should be utilised using different health informatics standards or their versions. To meet the integration goals, the theoretical model, closest to a particular situation of the Dainava outpatient clinic in Kaunas, had been chosen. Based on the model, the functional requirements for the middleware (integration) layer had been defined in order to ensure unambiguous links between patient data, stored in different systems. The middleware software prototype had been developed using messaging libraries for the HL7 versions v2 and v3. The middleware was successfully tested for automatic generation of orders for procedures and links to the procedure result data in the archive. The integration of the HL7 v2 and v3 coincidental components is achieved using trigger events for synchronous data manipulations. Such rules, implemented at the data layer, leads to less complex logics at business process layer and to lower number of data transformations. After automatic orders generation from referrals model implementation, we had to produce Worklist management system prototype to ensure full control of coming patient examinations. In this scenario DICOM based data models and terms had been chosen to use.

Turinys

1.	Įvadas	7
2.	Administracinės ir klinikinės IS sąveikos analizė	8
2.1.	Analizės tikslas	8
2.2.	Tyrimo sritis, objektas ir problema	8
2.3.	Įstaigoje integruojamo veiklos proceso analizė	8
2.4.	Vartotojų analizė	10
2.4.1.	Vartotojų aibė, tipai ir savybės	10
2.4.2.	Vartotojų tikslai ir problemos	10
2.5.	Integracijos modelių analizė	11
2.5.1.	<i>PACS</i> , veikiančių skirtinguose ligoninės skyriuose, sąveikos modelių apžvalga.	13
2.5.2.	I tipas. Tiesioginis medicininio prietaiso integravimas	15
2.5.3.	II tipas. Medicininio prietaiso integravimas per laboranto darbo vietą	16
2.5.4.	III tipas. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą IS, kuri turi prisijungimą prie <i>PACS</i>	17
2.5.5.	IV tipas. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą IS, kuri neturi prisijungimo prie <i>PACS</i>	19
2.5.6.	Praktiniai integracijos sprendimai	20
2.6.	Kauno Dainavos poliklinikos sistemų analizė	20
2.6.1.	<i>RIS</i> analizė	20
2.6.2.	<i>HIS</i> analizė	24
2.6.3.	<i>HIS</i> ir <i>RIS</i> integracijos modelis	26
2.7.	Pacientų identifikatorių saugojimo metodai	28
2.7.1.	IHE PIX modelis	28
2.7.2.	OpenPIXPDQ analizė	29
2.8.	Įgyvendinimo priemonių variantų analizė	30
2.9.	Siekiamos sistemos apibrėžimas	31
2.10.	Darbo tikslas ir siekiami privalumai	32
2.11.	Kompiuterizuojamos sistemos funkcijos	33
2.12.	Reikalavimai duomenims	34
2.13.	Nefunkciniai reikalavimai ir apribojimai	35
2.14.	Rizikos faktorių analizė	45
2.15.	Rezultato kokybės kriterijai	46
2.16.	Analizės išvados	46
3.	E-HIS modulio reikalavimų specifikacija ir analizė	47
3.1.	Reikalavimai sistemai	47
3.2.	Dalykinės srities modelis	50
3.3.	Reikalavimų apibendrinimas	52
4.	KDP IS integracijos projektas	53
4.1.	Integracijos modelio pagrindimas	53
4.2.	Sistemos architektūra	53
4.2.1.	Reikalavimų analizė	54
4.2.2.	Loginė sistemos architektūra	55
4.2.3.	Vartotojo paslaugos	55
4.2.4.	Veiklos paslaugos	56
4.2.5.	Duomenų paslaugos	57
4.3.	Naujo įrašo į DICOM Worklist elgsenos modelis	59
4.4.	E-HIS ir PIX modulių duomenų bazių schemas	61
4.5.	Detalus projektas	62
4.6.	Realizacijos modelis	64
5.	Realizacija	64

5.1.	Realizacijos ir veikimo aprašymas	64
5.2.	Testavimo modelis	66
5.3.	Testavimo duomenys ir rezultatai	66
6.	Ekperimentinis sistemos tyrimas	68
6.1.	Ekperimento planas	68
6.2.	Ekperimento rezultatai	68
7.	Išvados	70
8.	Literatūra	71
9.	Priedai	74

Terminų ir santrumpų žodynis

<i>025/a-LK forma</i>	-	Asmens ambulatorinio gydymo apskaitos kortelės įrašo forma.
<i>CCOW</i>	-	(angl. Clinical Context Object Workgroup) nuo gamintojo nepriklausomas standartas leidžiantis medicininės paskirties sistemoms keistis aktualia paciento informacija.
<i>CD-MPPS</i>	-	(angl. Modality Performed Procedure Steps-Study Management Service Class) - techninio pobūdžio pranešimas, pvz., apie paciento gautą radiacijos dozę.
<i>DC-IAN</i>	-	(angl. DICOM Instance Availability Notification) pranešimas apie vaizdo prieinamumą vaizdų archyve.
<i>DC-MWL</i>	-	(angl. DICOM Modality Worklist) - medicininio įrenginio darbų sąrašas.
<i>DC-SR</i>	-	(angl. DICOM Structured Report) - tai hierarchine forma, kurioje pateikiama tekstine informaciją apie tyrimą, taip pat pateikiamos ir nuorodos paciento vaizdus.
<i>DICOM</i>	-	angl. Digital Imaging and Communications in Medicine.
<i>DICOM UID</i>	-	unikalus identifikatorius vienareikšmiškai identifikuojantis DICOM objektą (pvz., tyrimą).
<i>DICOM-WADO</i>	-	angl. Web Access to DICOM Persistent Objects.
<i>EPR</i>	-	(angl. Electronic Patient Record) elektroninis sveikatos (paciento) įrašas.
<i>HIS</i>	-	(angl. Hospital Information System) Ligoninės informacinė sistema.
<i>HL7</i>	-	angl. Health Level 7.
<i>HL7-ADT</i>	-	(angl. HL7 Admission, Discharge and Transfer) - tai pranešimų grupė, kuriuose nurodoma informacija apie pacientą.
<i>HL7-ORM</i>	-	(angl. HL7 General Order Message) - tai pranešimas, kuriame nurodoma informacija apie atliekamą tyrimą.
<i>HL7-ORR</i>	-	(angl. HL7 General Order Response) - pranešimas, kuris siunčiamas patvirtinant, kad gauta HL7-ORM žinutė.
<i>HL7-ORU</i>	-	(angl. HL7 Observation Results) - tai pranešimas, kuriame nurodomas tyrimo rezultatas (diagnozė).
<i>IHE</i>	-	(angl. Integrating the Healthcare Enterprise) - Sveikatos priežiūros įstaigos informacinio integravimo metodika.
<i>PACS</i>	-	(angl. Picture Archiving and Communication System) - vaizdų archyvavimo ir perdavimo sistema.
<i>PIX</i>	-	angl. Patient Identifier Cross-Referencing.
<i>RIS</i>	-	(angl. Radiology Information System) Radiologijos informacinė sistema.
<i>SW</i>	-	(angl. software) programinė įranga.
<i>UID</i>	-	(angl. Unique Identification Number) - unikalus identifikavimo numeris, vienareikšmiškai identifikuojantis objektą.
<i>Work List</i>	-	medicininio įrenginio, pavyzdžiui, kompiuterinio tomografo, veiklos (pacientų eiliškumo) sąrašas.
<i>WS</i>	-	(angl. Workstation) darbo vieta (radiologo).

1. Įvadas

Šiuolaikinėje sveikatos priežiūros įstaigoje funkcionuoja keletas informacinių sistemų, skirtų darbo procesų ir medicininių duomenų valdymui. Tokios sistemos *HIS* (ligoninės informacinė sistema - angl. *Hospital Information System*; siekiant išvengti painiavos tarp „Ligoninės IS“ ir „Laboratorijos IS“ naudosime angliškas santrumpas), *PACS* (vaizdų archyvavimo ir perdavimo sistema - angl. *Picture Archiving and Communication System*), *LIS* (laboratorijos informacinė sistema - angl. *Laboratory Information System*), *RIS* (radiologijos informacinė sistema - angl. *Radiology Information System*) apima ne tik tarpusavyje integruotą medicininių įrašų valdymą įstaigos viduje, bet ir turėtų užtikrinti jų suderinamumą nacionaliniu (kartais ir tarptautiniu) mastu.

Šiuo metu pasaulyje ir Lietuvoje dažniausiai sutinkami *HL7* (angl. *Health language level 7*) bei *DICOM* (angl. *Digital Imaging and Communications in Medicine*) standartai bei jų integravimo metodika - *IHE*. Juos trumpai charakterizuoti galima taip:

- *HL7* naudojamas medicininių pacientų įrašų apsisikeitimui tarp gydymo įstaigų bei įstaigų viduje;
- *DICOM* užtikrina ir pagerina komunikaciją, tarp medicininių vaizdų saugojimo sistemų – *PACS*.

Lietuvoje vis dažnesnė problema tampa atskirų *DICOM* standartu sukurtų *PACS* sistemų integracija į vieną *HIS*. Vienas pagrindinių šio integravimo tikslų - duomenų dubliavimo panaikinimas bei klaidingų duomenų pateikimo galimybės minimizavimas. Ši problema bus sprendžiama Kauno Dainavos poliklinikoje (KDP), akcentuojant įstaigoje nusistovėjusius darbo procesus (apibendrintas procesas analogiškas visose Lietuvos gydymo įstaigose) bei turimas IS šiam procesui palaikyti.

2. Administracinės ir klinikinės IS sąveikos analizė

2.1. Analizės tikslas

1. Įvertinti esamos *HIS* bei *PACS* veikimą ir identifikuoti problemą;
2. Paanalizuoti sukurtus sprendimus (teorinius);
3. Paanalizuoti realiai veikiančias sistemas (sąveikos galimybes);
4. Sukurti reikalavimų specifikaciją.

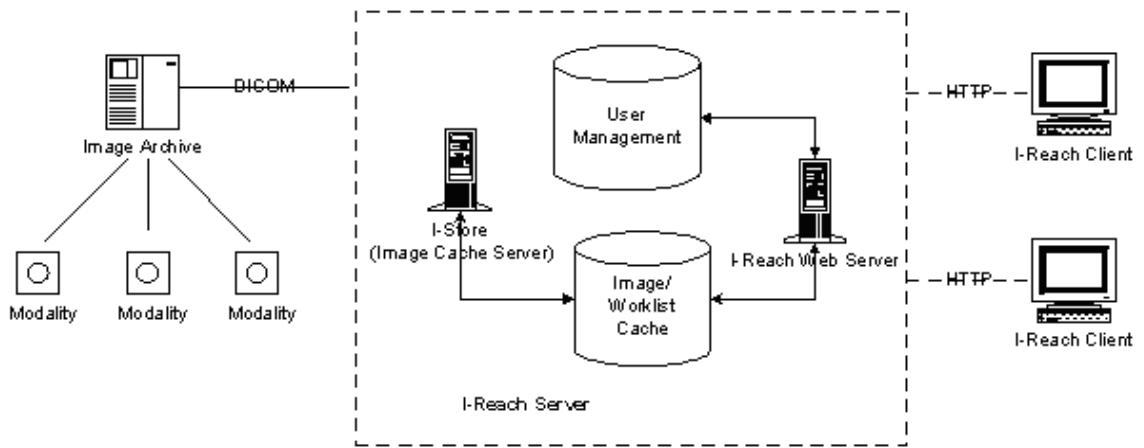
2.2. Tyrimo sritis, objektas ir problema

- Tyrimo sritis - *DICOM* ir *HL7* standartais paremtų informacinių sistemų (toliau IS) tarpusavio sąveika;
- Tyrimo objektas - Administracinės ir klinikinės IS sąveikos modelis;
- Problema. *DICOM* ir *HL7* galima laikyti universaliais modeliais. Tačiau tiriant konkrečias IS, be gamintojo praktiškai niekas negali pasakyti, kokia šių modelių dalis yra realizuota. Pavyzdžiui, *HIS* ir *PACS* sistemos gydymo įstaigose egzistuoja, kaip atskiri objektai. Taigi *DICOM* ir *HL7*, galima sakyti, yra metamodeliai. Ir čia iškyla problema, kiek tie modeliai persidengia (aibių teorijoje - sankirta), kokia jų sąveikos galimybė. Atsižvelgiant, kad *PACS* taip pat gaunami iš skirtingu gamintojų, jų tarpusavio integracija irgi gali kelti problemų.

2.3. Įstaigoje integruojamo veiklos proceso analizė

Tiriame šiuo metu KDP funkcionuojančią *HIS*. Verta paminėti, kad atliekant atvejo studiją, jos rezultatą su tam tikromis išlygomis galėsime prilyginti srities studijai: nagrinėjama *HIS* įdiegta ir kitose gydymo įstaigose: VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikos, VšĮ Vilniaus Šeškinės poliklinikoje.

Tyrimas apims ir KDP pradėjusį veikti vaizdų archyvą (*PACS*). Jame saugomos pacientų rentgeno nuotraukos. Vaizdai pasiekiami per tam tikrą klientą - jis vadinamas *I-Reach Client* [18]. Panagrinėjus vaizdų archyvo architektūrą (1 pav.), matome, kad ji grįsta serverio - kliento modeliu.



1 pav. KDP PACS architektūra

Viena pagrindinių problemų – vaizdų archyvo integracija į bendrą *HIS*. Šiuo konkrečiu atveju, turimas vienas vaizdų archyvas su savo programine įranga. Tačiau, kai atsiranda daugiau tokių archyvų, susiduriame su pagrindine problema – tai paciento įrašų paieška tuose archyvuose. Norint surinkti visą informaciją, reikia pateikti užklausas visiems archyvams, kurie dažniausiai būna pirkti iš skirtingų gamintojų ir turi savo specifinę programinę įrangą.

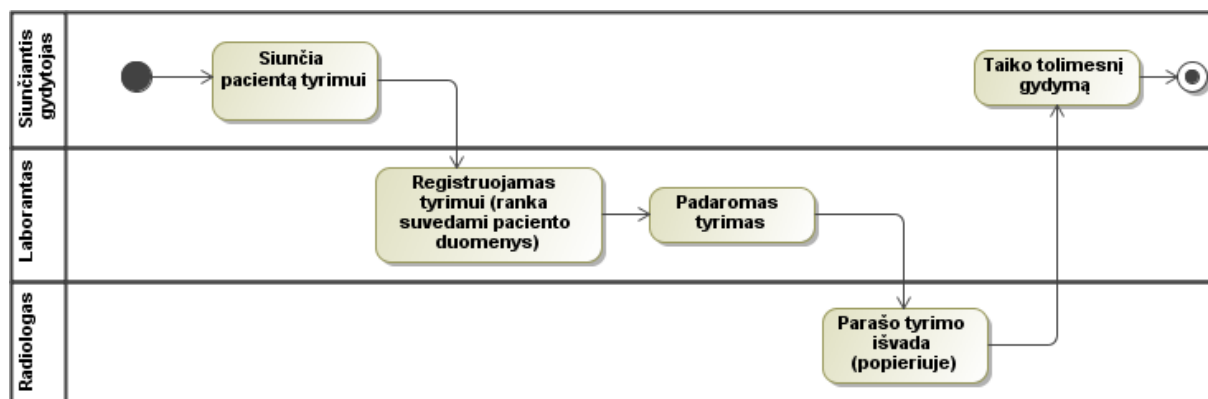
Nagrinėjamoje *HIS* ši problema taip pat egzistuoja. Pacientui atlikus tyrimą, jo rezultatai surašomi į vaizdų archyvo sistemą, prie kurios prijungtas pastarasis įrenginys. Tyrimo atlikimo faktas patvirtinimas siunčiant pranešimą (*DC-IAN*) į *HIS*. Paprastai jis susideda iš paciento ID, vardo, pavardės, tyrimo *UID*. Dėl e-siuntimo nebuvimo gaunamas įrašų dubliavimas: vaizdų archyvo serveriui tyrimo metu pateikiami duomenys, kurie pildomi ranka, nurašant informaciją iš siuntimo. KDP naudojama tokia forma informacijai apie tyrimus gauti (2 pav.).

PERSONALAS REGISTRAVIMAS PACIENTAI TYRIMAI DOKUMENTAI KITI ŪKIS ADMIN										
PACS TYRIMAI ()										
VISI PASTARŲJŲ 2 DIENU VISI APRAŠYTI NEAPRAŠYTI										
VISI MR CT XA US ES XC NM RF CR										
Eilutes: 1 - 10 (iš 10) Rodyti po: 25 < Atgal Pirmyn >										
LIN	Asmens kodas	Pavardė ELT	Pavardė PACS	Data	P	S	MB	M	Aprašymas	Tr. data
			LIUTKUS JUOZAS	3/31/2011	0	0	0	CR	Arm Bone	3/31/2011
			LIUTKUS KRISTUPAS	3/10/2011	0	0	0	CR	Ped. Chest AP	3/10/2011
	ce2/10-80313	LIUTKUS	LIUTKUS JUOZAS	11/8/2010	0	0	0	CR	Chest AP	11/8/2010
			LIUTKUS VLADAS	9/15/2010	0	0	0	CT	Spine~SpineRoutine (Adult)	9/15/2010
			LIUTKUS VLADAS	9/3/2010	0	0	0	CR	L-Spine LAT	9/3/2010
	4292		LIUTKUS JUOZAS	12/18/2009	0	0	0	CT	Spine SpineRoutine (Adult)	7/20/2010
			LIUTKUS MANTAS	12/3/2009	0	0	0	CR	Chest AP	7/20/2010
			LIUTKUS PETRAS	11/23/2009	0	0	0	CR	Chest AP	7/20/2010
	2V/6622-09	LIUTKUS	LIUTKUS DONATAS	7/20/2009	0	0	0	CR	T-SPINE LAT	7/20/2010
	OD3360-09	LIUTKUS	LIUTKUS TADAS	5/19/2009	0	0	0	CR	CHEST AP	7/20/2010

2 pav. Tyrimų ir jų rezultatų gavimo forma

Iš *PACS* atėjusi informaciją apie atliktą tyrimą pateikiama „Pavardė PACS“ ir „Asmens kodas“ stulpeliuose. Paciento ID imamas asmens kodas, tačiau jei kodas įvestas neteisingai (pavyzdys, 4292), pacientas iš *HIS* pusės nesusiejamas su atliktu tyrimu.

Toliau pateiksime analizuotos veiklos aiškinamąją diagramą (3 pav.). Procese dalyvauja trys vartotojų grupės: siunčiantis gydytojas (specialistai ir iš dalies šeimos gydytojai), laborantai (atlieka tyrimą), radiologai (analizuoja padarytus tyrimus).



3 pav. Esamas tyrimo atlikimo procesas, išreikštas UML activity diagrama

Toliau detaliau specifikuojami veikos procese dalyvaujantys vartotojai.

2.4. Vartotojų analizė

Apžvelgsime tik tas vartotojų savybes ir problemas, kurios aktualios mūsų tiriamoje sistemų sąveikoje.

2.4.1. Vartotojų aibė, tipai ir savybės

Dalyvauja trys vartotojų grupės, kurios detaliau aprašomos lentelėje Nr. 1.

Lentelė Nr.1 Vartotojų tipų savybės

Vartotojų tipas	Savybės	Kvalifikacija	Atsakomybė
Siunčiantis gydytojas	Naujo siuntimo sukūrimas, tyrimui atlikti.	Žvelgiant iš IT perspektyvos, vartotojų žinios atitinka naujokų lygį.	Didelė: pagal nustatytą diagnozę sudaro ir taiko tolesnį gydymo/tyrimų planą.
Laborantas	Tyrimo atlikimas.	IT naujokas.	Vidutinė: sukalibruoti įranga taip, kad būtų gaunamas maksimaliai informatyvus vaizdas (skaitmeniniuose vaizduose peržiūros metu galima keisti kai kuriuos vaizdo nustatymus ir taip jį gerinti, todėl šio vartotojo atsakomybė vidutinė).
Radiologas	Numatytų PACS vaizdų pasiekimas iš darbo vietos. Tyrimo įrašo modifikavimas numatytame PACS.	IT naujokas.	Didelė: teisingai nustatyti diagnozę ir ją įrašyti (įvertinant žmogiškąjį faktorių galimos įvairios klaidos, pvz., rašybos, terminijos vartojimo).

2.4.2. Vartotojų tikslai ir problemos

Vartotojų tikslai ir tam tikslui pasiekti trukdančios problemos detalizuojamos lentelėje Nr. 2.

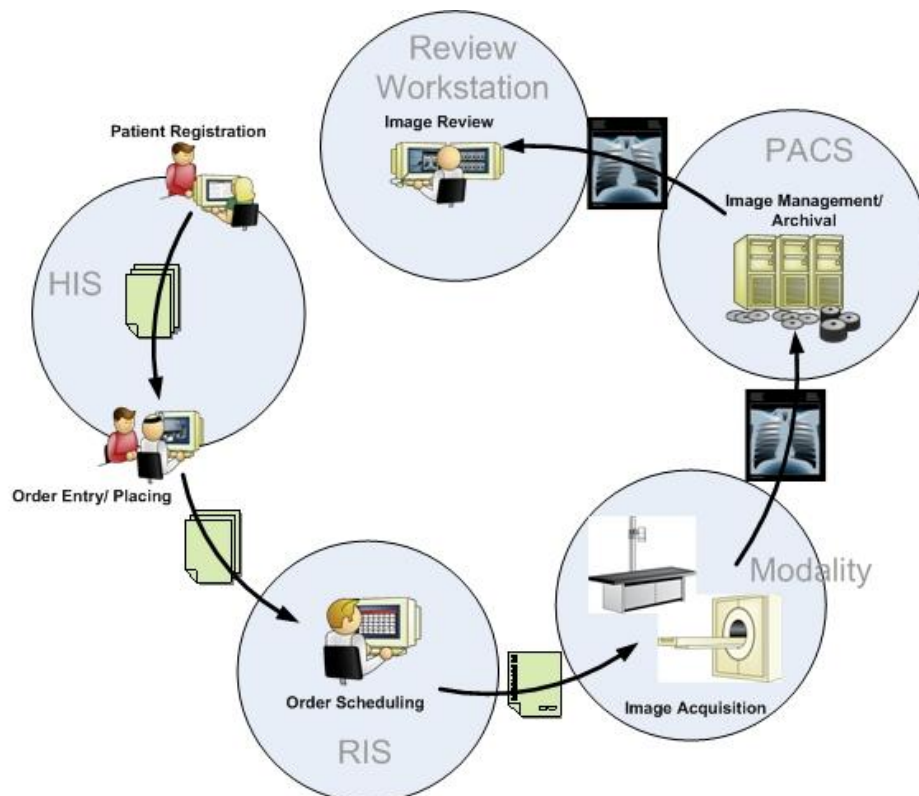
Lentelė Nr. 2 Vartotojų tikslai ir problemos

Vartotojų tipas	Tikslas	Problema
Siunčiantis gydytojas	Pacientui paskirti tinkama tyrimą.	Mato tik tyrimo rezultatą. Kartais išskyla pageidavimas pamatyti ir tyrimo vaizdą su esama patologija.
Laborantas	Atlikti tyrimą, taip kad gautas rezultatas būtų maksimaliai informatyvus be papildomo atvaizdo gerinimo.	Kiekvieno naujo paciento duomenis turi vesti rankomis – potenciali klaidų galimybė.
Radiologas	Parašyti tikslią diagnozę.	Radiologas tyrimo išvadą turi įrašyti du kartus.

Apžvelgę pagrindines vartotojų problemas, toliau nagrinėsime teorinius integracijos modelius, kurie padės susidaryti bendrą integruojamų sistemų reikiamo funkcionalumo užtikrinimo specifikaciją.

2.5. Integracijos modelių analizė

Bendram kontekstui suvokti, išnagrinėsime bendrus, tarp medicininių prietaisų (angl. *Modality*) ir PACS vykstančius, duomenų srautus. Medicininiai prietaisai, PACS, laborantų darbo vietos vaizduojamos kaip aktoriai (4 pav. – šaltinis *IHE*).

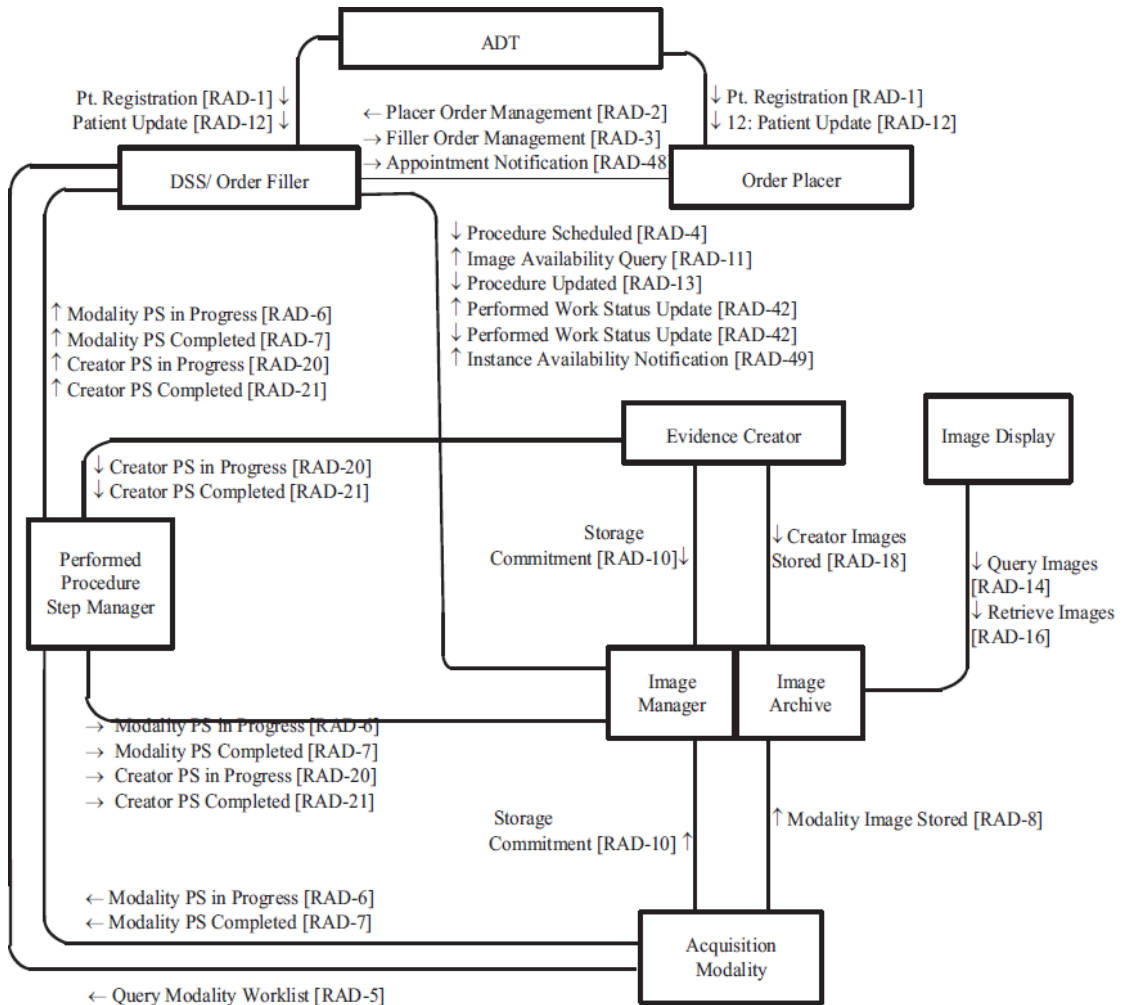


4 pav. Tyrimo užsakymo ir rezultato gavimo procesas

Bendru atveju šis procesas atspindi radiologinio tyrimo eiga nuo paciento užsiregistravimo ir siuntimo gavimo (*HIS* – 4 pav.), iki rezultato (tyrimo išvados) gavimo (*Review Workstation*). Vadovaujantis [21] įsakymo IV punktu teigiančiu, kad esant galimybei pacientas gali būti užregistruotas atitinkamoje IS siunčiamam tyrimui, trečias punktas (*Order Scheduling* – liet.

tyrimo datos paskyrimas) tampa *HIS* dalimi. Taigi trečias, punktas mūsų atveju tampa reikiamo paciento pasirinkimu iš sąrašo.

Detalesnis šios veiklos procesas aprašomas, pateikiant ir informaciją, kuri perduodama tarp aktorių [1]. Šio detalizuoto proceso diagrama pateikiama 5 pav.



5 pav. Detalizuotas radiologinio tyrimo planavimo ir atliko procesas

Mums aktualiausi šie: *Procedure Scheduled RAD-4* – liet. pranešimas apie paskirtą tyrimą, *Instance Availability Notification RAD-49* – liet. pranešimas apie vaizdo prieinamumą vaizdų archyve. Kiti pranešimai tarp *Evidence Creator*, *Image Display*, *Performed Prcedure Step Manager*, *Image Manager* ir *Image Archive*, *Acquisition Modality* mums nėra aktualūs, kadangi juos realizuoja *PACS* ir medicininių įrenginių (*Modality*) gamintojai.

RAD-4 atitinka įrašą į *DICOM Worklist*. Todėl šis pranešimas turi didžiausią prioritetą. Ji detalizuojama [2] literatūros šaltinyje, kur jau nurodoma, kad tai *HL7-ORM* žinutė (jos specifikacija pateikiama [5]). Taip pat atskirai pažymima, kad *Procedure Update RAD-13* naudojama perduoti pasikeitusiai informacijai apie tyrimą. Šiuo atveju siunčiama to paties tipo – *HL7-ORM* žinutė, tik joje nurodoma, kad ji atnaujina tam tikro įrašo duomenis. Susipažinę su esminiais radiologinės sistemos darbo principais toliau galime nagrinėti

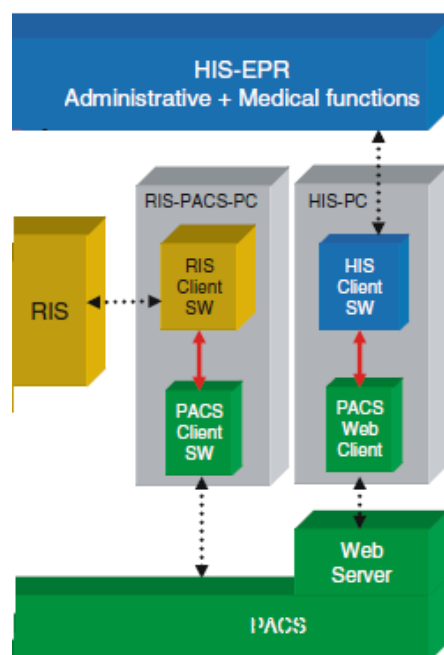
teorinius *HIS* ir *RIS* integracijos modelius, kurie plačiai ir išsamiai aptariami [3][4]. Todėl toliau tik supažindinsime su esminiais kiekvieno tipo akcentais bei tarpusavio skirtumais.

2.5.1. PACS, veikiančių skirtinguose ligoninės skyriuose, sąveikos modelių apžvalga

Pagrindinis šio sprendimo tikslas – turinio (paciento medicininių įrašų) sinchronizavimas tarp skirtingų informacinių sistemų – sistemų integravimas. Integravimas kitaip dar vadinamas funkcinio integravimu, kadangi bent viena iš sistemų įgauna papildomų funkcijų. Tipinis šios integracijos pavyzdys – tai *RIS* ir *PACS*. *RIS* gali būti integruota į *HIS*. Taigi bendru atveju tai sąveika *HIS* kliento ir *PACS* kliento. Paprastai jis prieinamas per http protokolą, tačiau ne visada veikia interneto naršyklėje ir gali būti realizuotas atskira programa.

Vienas iš integracijos variantų *CCOW* (angl. *Clinical Context Object Workgroup*) standarto taikymas. Tačiau *CCOW* taikymas plačiau nėra nagrinėjamas, kadangi jis dar per mažai standartizuotas ir nedaug kur naudojamas. Tai aiškinama sinchronizacijos pavyzdžiu tarp *RIS* ir *PACS WS-Client*. Idealiu atveju šių sistemų integracija turi būti abipusė: pasikeitus tam tikrai paciento informacijai *RIS Client-SW* praktiškai veda į informacijos atnaujinimą ir *PACS WS-Client* 'e. Dažniausiai tai galima, kai sistemos yra vieno gamintojo (kitu atveju susiduriama su įvairiais sunkumais, bet neįvardijama kokias).

Kitas integracijos pavyzdys *HIS-EPR Client-SW* ir *PACS Web-Client-WS* (6 pav.). Terminai *HIS-EPR* vartojami lygiagrečiai, pabrėžiant, kad nagrinėjamas paciento įrašų valdymas, nes *HIS* bendru atveju gali apimti platesnį kontekstą negu *EPR*. Šiai integracijai įgyvendinti *HIS-EPR Client-SW* sudaro *URL* adresą, kuris sudarytas iš tyrimo *UID* ir prisijungimo duomenų prie vaizdų archyvo serverio: vartotojo vardas, slaptažodis bei paties serverio adresas. Šis adresas pateikiamas naršyklėje veikiančiam *PACS* klientui (*PACS Web-Client-WS*), kuris gauna nurodytą vaizdą pagal *UID*. Šaltinio [3] teigimu, tai yra dažnas būdas konkrečiam tyrimo rezultatui arba vaizdai gauti. Taigi ši integracija reikalauja *UID* saugojimo *HIS-EPR*. *UID* paprastai gaunamas iš *PACS* per *DC-IAN* arba iš *RIS* per *HL7-ORU*.



6 pav. *HIS-EPR↔RIS↔PACS sąveikos iliustracija*

Bendru atveju 6 paveikslėlių galima interpretuoti dviem būdais:

- Turimos dvi sistemos *RIS* ir *HIS* Radiologas analizuodamas tyrimo rezultatą per *RIS* kompiuterį (6 pav. *RIS-PACS-PC*), jį išsaugo *PACS*. Kai gydytojas specialistas nori šį rezultatą pamatyti, iš *HIS* kliento (*HIS-PC*) kreipiasi į *PACS* per http klientą. Skirtumas tarp *RIS* ir *HIS* klientų gali toks, kad radiologui gali būti teikiami specifiniai įrankiai, padedantis įvertinti nustatyti diagnozę;
- Turima viena sistema *HIS-EPR* su integruota *RIS* posisteme. Tiek gydytojas specialistas, tiek radiologas naudojami vienu klientu – *HIS-PC*, kuris su *PACS* bendrauja tik http protokolu. O gydytojo specialisto teikiamų įrankių spektras dažnai sutampa su radiologo.

Pateikiami ir esminiai sėkmingos integracijos principai, kurie turi būti išpildyti.

Šie principai galioja visiems modeliams:

1. **Trijų *DICOM* objektų sinchronizacija: tyrimo unikalus identifikacinio numerio (angl. *UID*), paciento ID bei tyrimo eilės numerio (angl. *Accession Number*);**
2. **Įgyvendinti komunikavimo procesą tarp gydytojo specialisto, kuris siunčia tyrimui, ir to tyrimo rezultatą interpretuojančio gydytojo (radiologo);**
3. **Eksportuoti padarytus tyrimus į *PACS DICOM* standartu;**
4. **Užtikrinti komunikavimą tarp ligoninės IS kliento (angl. *HIS-EPR Client-SW*) ir vaizdų archyvo serverio kliento (angl. *PACS Web-Client-SW*) tyrimo arba paciento lygyje: turi būti matomi padaryti tyrimai arba pacientų sąrašas, kuriems atlikti tyrimai.**

Tolimesnei analizei būtina susipažinti su vaizdų tipais. *DICOM* apibrėžia tokius vaizdų tipus (*modality* sinonimas) kaip *CT* – kompiuterinės tomografijos, *MRI* – magnetinio rezonanso, *NM* – branduolinės medicinos, *MG* – mamografijos, *CR* – rentgeno bei kiti.

Pagal vaizdo tipą gali būti pakeikiami skirtingi funkcinio integravimo tipai. Iš esmės išskiriami keturis tipai [3], tačiau pripažįstama, kad tai nėra galutinis skaičius: teoriniu požiūriu jų gali egzistuoti ir daugiau. Šiame darbe mes apžvelgsime keturis svarbiausius - išskirtus ir pateikiamus tipus.

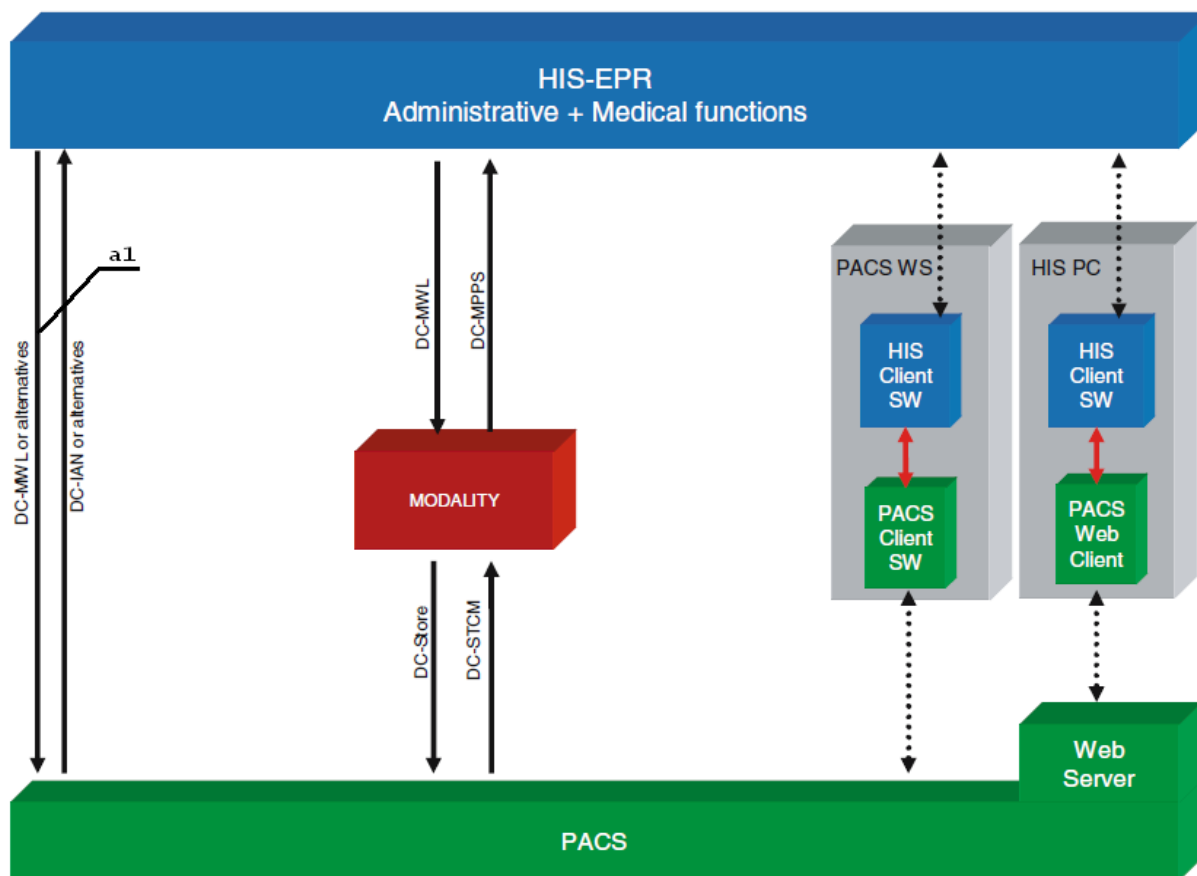
2.5.2. I tipas. Tiesioginis medicininio prietaiso integravimas

Šiuo atveju *HIS-EPR* pakeičia *RIS* ir suteikia pilnavertį tyrimų valdymo mechanizmą naudojantis *HL7-ORM* ir *HL7-ORR*. Taip pat teikia įrenginių darbų sąrašus (angl. *DC-MWL*) ir tyrimo rezultatų formų (angl. *reports*) redagavimo paslaugas. Medicininiais įrenginiams darbų sąrašas pateikiamas *DICOM* standartu. Senesniuose įrenginiuose šios funkcijos gali nebūti, todėl tokiu atveju integracija tampa neįmanoma.

Integravimo principas. Tam, kad būtų sugeneruotas darbų sąrašas, visi tyrimai turi būti užsakomi, įtraukiami bei patvirtinami *HIS-EPR* sistemoje. Šis principas turi galioti netgi, jei tyrimo užsakymas bei patvirtinimas vyksta tame pačiame skyriuje, kuriame dirba tiek siunčiantis, tiek ir rezultatą pateikiantis gydytojas. Kai tyrimo užsakymas patvirtinamas, tada *HIS-EPR* pateikia darbų sąrašą konkrečiam įrenginiui per gamintojo numatytą būdą arba per *DC-MWL* (7 paveikslėlyje. **a1** išskyrimas).

Įrenginiui atlikus užsakytą tyrimą, jis gali grąžinti tyrimo (angl. *Study*) informaciją per *CD-MPPS* ir tai pat gali grąžinti tekstinę informaciją (*DC-SR*). Įrenginys pasirūpina ir tyrimo vaizdo patalpinimu į *PACS* (naudojama *DICOM-Store* arba *DICOM Storage Commitment*). Vaizdų archyvas gali siųsti pranešimus, kai jame patalpinamas naujas tyrimas. Tai atlieka *DC-IAN* (*DICOM Instance Availability Notification*) – žr. 7 paveikslėlį.

Tyrimo vaizdų peržiūra ir išvadų rašymas. Atvaizdavimo požiūriu sudėtingi vaizdai, pvz., angiografijos, analizuojami specifine programine įranga (*PACS WS-Client-SW*). Tokių vaizdų parodymas *HIS PC* tampa problematišku (priklauso nuo gamintojo įgyvendinto funkcionalumo). Įprastiems vaizdams, kaip *CT*, *CR*, *MG* gali pakakti http kliento, kuris paleidžiamas *HIS PC*. Tyrimo išvada rašoma naudojant *HIS-EPR* teikiamas priemones. Idealiu atveju, *PACS* bei *HIS-EPR* klientai turėtų būti vizualiai sujungti, tačiau tokią koncepciją pasiekti yra sunku.



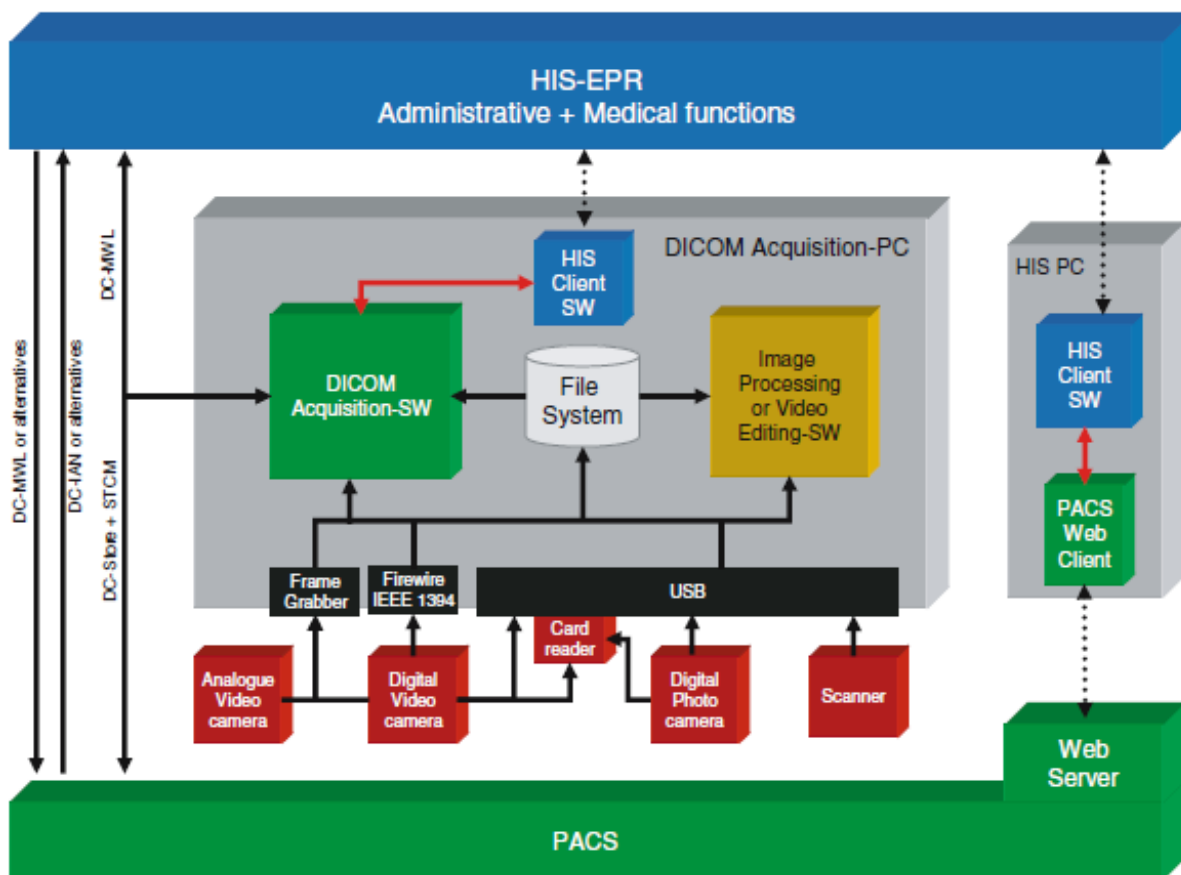
7 pav. HIS ↔ Modality ↔ PACS sąveika

I tipas laikomas pačiu lengviausiu bei paprasčiausiu HIS ir PACS sąveikos modeliu, todėl jis turi būti apsvarstomas pirmiausiai. Kadangi HIS turi pakeisti RIS, ligoninės informacinė sistema turi pasiūlyti tokį funkcionalumą, kuris paprastai būna RIS.

2.5.3. II tipas. Medicininio prietaiso integravimas per laboranto darbo vietą

Kaip ir pirmo tipo atveju, HIS turi pilną vykdomų veiklų sąrašą, kuris būdingas RIS. Pagrindinis antro tipo skirtumas nuo pirmo – laboranto darbo vieta (8 pav. *DICOM Acquisition-PC*). Priminsime, jog I tipo atveju, tiesiogiai integruojamas medicininis įrenginys. Panaudojant įvairias technologijas, laboranto darbo vieta gali aptarnauti daugelio tipų ne tik *DICOM*, bet ir ne *DICOM* standartu paremtus prietaisus. Kai įrenginys nepalaiko *DICOM*, jo sugeneruoti duomenys „apvelkami“ *DICOM* antrašte

Imant konkretų atvejį, analoginė vaizdo kamera (8 pav. *Analogue Video camera*) galėtų būti Dainavos poliklinikoje naudojamas angiografas. Jo generuojami vaizdai nėra saugomi jokiam vaizdo archyve, tačiau ateityje toks poreikis gali atsirasti.



8 pav. II tipas. HIS↔DICOM Acquisition-PC↔PACS sąveika

Aparto pavyzdžio analizė. Angiografu gautas vaizdo srautas patenka į analoginio vaizdo apdorojimo prietaisą (*Frame Grabber*). Po vaizdo skaitmenizavimo jis gali pateikti tiesiai į *DICOM Acquisition-SW*, kuri atlieka *MODALITY* (iš I tipo, 6 pav.) vaidmenį. Taip pat skaitmenizuotas vaizdas dar gali būti papildomai apdorojamas su tam vaizdo gerinimo programomis (*Image Processing or Video Editing-SW*). Apdorotas vaizdas patalpinamas į saugyklą (*File system*), iš kurios *DICOM Acquisition-SW* juos gali nuskaityti ir importuoti. Galutinis gauto vaizdo variantas, patalpinamas į *PACS*. Be to, I ir II tipai gali funkcionuoti kartu žvelgiant vienos įstaigos mastu.

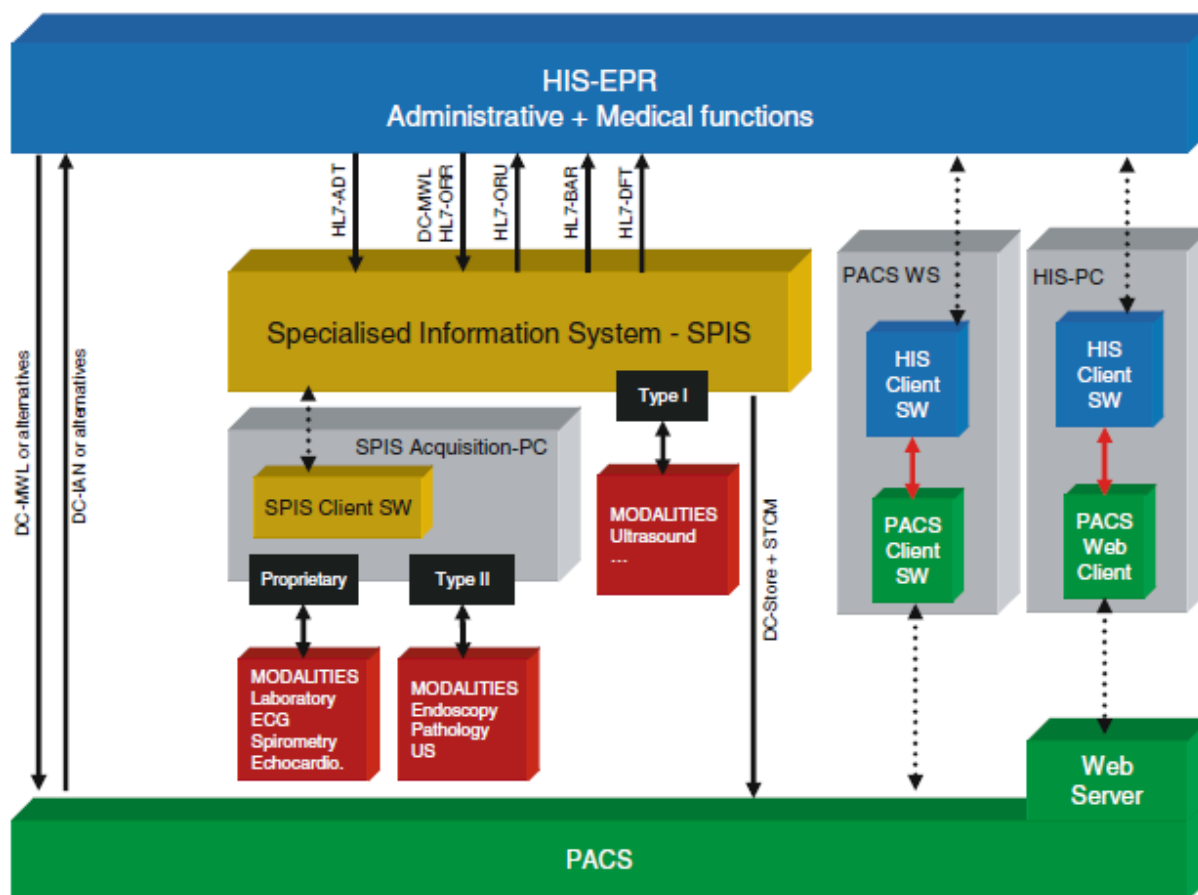
2.5.4. III tipas. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą IS, kuri turi prisijungimą prie PACS

Trečias tipas (9 pav.) apibrėžia dar vieną integracijos variantą, kuriame komunikavimas tarp *HIS-EPR* ir vaizdų archyvų atliekamas per specializuotą IS (angl. *Specialised Information System – SPIS*). Pagrindinės šių komponentų funkcijos:

- *HIS-EPR* – pacientų registracija tyrimams ir tyrimų skirstymo valdymas.
- *SPIS* – vaizdų gavimas iš *PACS*, tyrimų vaizdų peržiūra, diagnozės pildymo įrankiai.

Sprendimo esmė. Komunikacija tarp *HIS* ir *SPIS* pagrįsta *HL7* standartu. Pacientui atliekamo tyrimo užsakymas atliekamas *HIS*, taigi pastaroji sistema siunčia darbų sąrašą *DC-MWL* arba *HL7-ORR* į *SPIS* (kai kuriais atvejais gali siųsti ir į *PACS*). Teigiama, kad čia ir iškyla esminė integracijos problema: *SPIS* dažniausiai nepalaiko *DC-MWL*. Tokiu atveju siunčiamas pranešimas apie numatomą atlikti tyrimą (*HL7-ORR*). Tačiau šis teiginys kelia dviprasmybę. [6] nurodoma, kad *HL7-ORR* žinutė naudojama kaip atsakymo patvirtinimas į *HL7-ORM*. *HL7-ORR* žinutėje privalo būti nurodomas *ORC* segmentas, kuris perduoda užsakyto tyrimo detales.

Aptariamas ir toks atvejis, kai *HIS-EPR* neteikia darbų sąrašo *SPIS*. Tada informacija apie pacientus perduodama *HL7-ADT* [7]. Tokiu atveju, atliekant tyrimą pasirenkamas pacientas iš perduotųjų sąrašo – tai užtikrina tik paciento ID parinkimą. Kai tyrimas atliktas, *SPIS* siunčia rezultatą (*HL7-ORU* [8]) *HIS*. Šiuo atveju negalima susieti paciento su konkrečiu tyrimu, jei tokių pat tyrimų atliekama daugiau. Toks sprendimas nėra laikomas tikra sistemų integracija.



9 pav. III tipas. *HIS*↔*SPIS*↔*PACS* sąveika

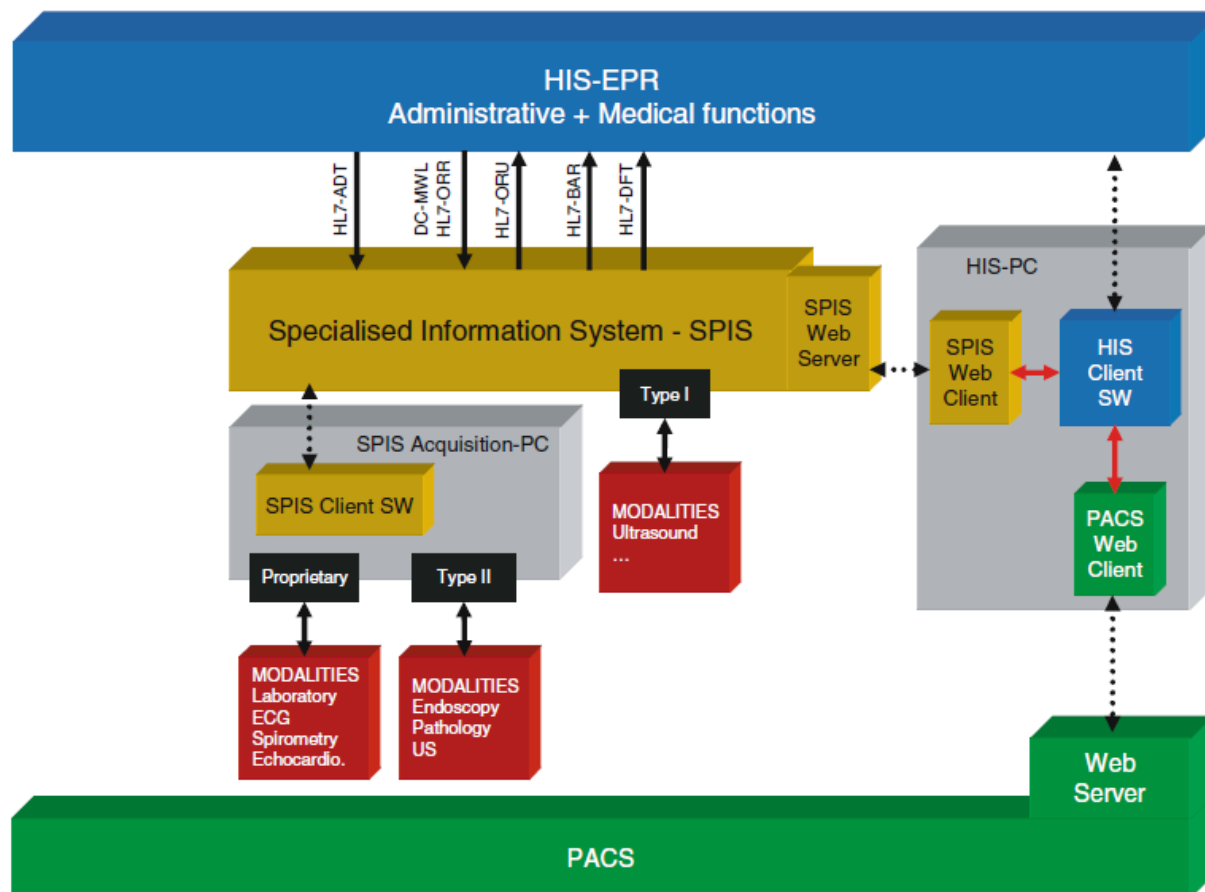
Medicininiai vaizdiniai įrenginiai (*Modalities*) integracija į *SPIS* grindžiama anksčiau aptartais dviem tipais: *SPIS acquisition-PC* beveik atitinka *DICOM-acquisition-PC* iš 8 pav., o *Modality* integravimas analogiškas I-ajam tipui bei II tipui.

Taip pat *SPIS* turi galimybę tiesiogiai naudoti *DICOM Store* funkciją. Tai esminis šio tipo bruožas.

2.5.5. IV tipas. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą IS, kuri neturi prisijungimo prie PACS

Ketvirtas tipas apibrėžia beveik identišką integracijos koncepciją kaip ir III-ajame. Esminis skirtumas, kad vaizdai lieka *SPIS*, o prieinami per bendrą *HIS* ir *SPIS* sąsajos klientą 10 pav. Iš esmės tai nėra tikra integracija: vaizdai neįrašomi į *PACS* (šiuo atveju kaip bendras vaizdų archyvas visiems skyriams).

Kaip jau minėta, vaizdai nekeliami į *PACS*, taigi negalimas *HIS* informavimas per *DC-IAN* apie tyrimo prieinamumą. Atlikto tyrimo vaizdas pasiekiamas per *SPIS* http serverį. Tyrimo išvada persiunčiama į *HIS* naudojant *HL7-ORU*. Ir tai yra vienintelis pranešimas kurį *SPIS* siunčia atgal į *HIS*. Nesant *DC-IAN* tampa neįmanoma pasakyti, ar tyrimas atliktas, tačiau dar jam neparašyta išvada, ar dar neatliktas – pacientas neatvyko.



10 pav. IV tipas. *HIS* ↔ *SPIS* sąveika

Dar vienas šio integracijos tipo nagrinėjamas aspektas susijęs su *SPIS* bei *PACS* http klientų integracija į vieningą klientą, kuris veikia *HIS-PC* (trumpiau *HIS* klientas). Kiekviena skirtinga (kito gamintojo) *SPIS* turi būti integruojama į tą patį *HIS* klientą. Tai vadinama vizualiu integravimu. Kaip minėta anksčiau, tokį integravimo laipsnį pasiekti gali būti pakankamai sudėtinga. Netgi tam pačiam vaizdo tipui, pavyzdžiui *MG*, gali reikėti

skirtingų peržiūros įrankių – skirtingų gamintojų. Taigi skirtąsi ir vartotojų darbo aplinka. Renkantis tokį integravimo tipą pagrindinis kriterijus – minimalus *SPIS* skaičius. Teigiama, kad IV tipas labiau tinka integruoti dideles ir vieningas sistemas, pavyzdžiui kaip *LIS*.

2.5.6. Praktiniai integracijos sprendimai

Apžvelgus eilę HIS-RIS-PACS integracijos sprendimų [3; 4; 9; 17], kaip iliustratyviausią galima paminėti Brazilijos Ribeirão Preto universitetinės ligonės *RIS* ir *PACS* integraciją [9]. Jame, kaip vienas pagrindinių integracijos konceptų įvardijami „paciento ir tyrimo lygio“ duomenys:

- Paciento: identifikatorius, asmenvardis, gimimo data, lytis;
- Tyrimo: tyrimo eilės numeris;

Kaip matome šie išvardinti punktai iš esmės atitinka 2.5.1 skyriuje išvardintus tris *DICOM* objektus: paciento ID, tyrimo *UID* bei tyrimo eilės numerį (*UID* saugomas toje pačioje esybėje kaip tyrimo eilės numeris).

Taigi tiek teoriniu, tiek praktiniu požiūriu svarbiausios tampa dvi esybės – pacientas ir tyrimas. Paanalizavę teorinius integracijos modelius ir realų integracijos atvejį, toliau atliksime KDP veikiančių IS analizę. Didžiausias dėmesys bus teikimas paminėtoms esybėms.

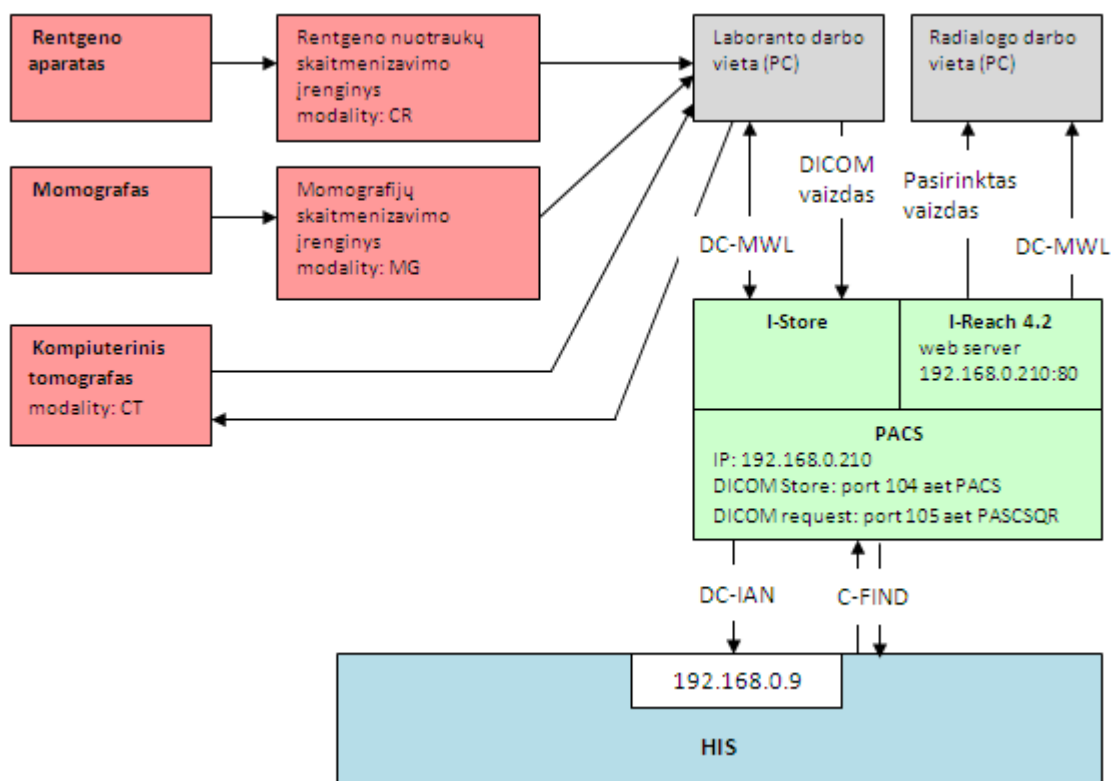
2.6. Kauno Dainavos poliklinikos sistemų analizė

Poliklinikoje funkcionuoja dvi informacinės sistemos, kurios mums aktualios, tai - *HIS* ir *RIS*. Jos veikia kaip atskiros sistemos ir yra viena nuo kitos nepriklausomos.

HIS apima pacientų registracijos ir 025/a-LK formos pildymo kompiuterizavimo procesus. Savo ruožtu *RIS* reikalauja detalesnės analizės. Kadangi *RIS* daugeliu atveju yra *HIS* posistemė, tai pirminis uždavinys išsiaiškinti mažesnės sistemos trūkumus.

2.6.1. RIS analizė

Pateikiama *RIS* veikimo principus vaizduojanti diagrama, apimant ir *HIS* siunčiamus pranešimus, pateikiama 11 pav. 2.5.1 paragrafe minima, kad vienas iš būtinų kriterijų komunikavimo proceso sudarymas tarp tyrimo siuntėjo ir tyrimo rezultato užpildytojo. Čia turima omenyje *DC-MWL* (darbų sąrašo) pildymas. Tarkime į jį įtraukiamas įrašas, kai gydytojas siunčia pacientą tyrimui. Laborantas būna atsakingas tik už padaryto tyrimo kokybę bei, kad tyrimas padarytas būtent tam pacientui. Kai tyrimas užbaigiamas ir perkeliamas į *PACS*, jis tampa pasiekiamas radiologui (iš matomo *DICOM Worklist* pasirenkamas konkretus tyrimas). Tačiau čia nurodytas scenarijus vaizduoja idealų atvejį.



11 pav. RIS bendro pobūdžio diagrama

Dainavos poliklinikos atvejis pavaizduotas 11 pav. Kai pacientas ateina paskirto tyrimo (tai įrodoma parodant siuntimą), laborantas ranka surašo paciento duomenis. Ir čia jau atsiranda pirmasis faktorius lemiantis klaidų skaičiaus didėjimą: paciento duomenys turi būti suvedami tik viena kartą (ranka), o toliau jei reikia jie turi būti automatiškai pasiimami komunikuojančių sistemų lygyje. Kai atliekamas tyrimas, jo atlikimo faktas turi būti fiksuojamas 025/a-LK formoje. Tačiau ir čia iškyla problema: elektroninėje formoje, kuri yra vedama *HIS*, ne visada tai padaroma. Taigi, kad atlikta paslauga ir ji įrašyta formoje, reikia tikrinti rankiniu būdu, kas ir yra daroma.

Toliau galima išvelgti ir kitą aspektą asmens duomenų apsaugos klausimu: kiekvienas pacientas identifikuojamas tam tikru ID, kuris neturi leisti tiesiogiai identifikuoti asmens. Tačiau poliklinikoje, to nėra prisilaikoma. Kaip paciento ID *RIS* sistemoje imamas asmens kodas. Atsakingi poliklinikos darbuotojai teigia, kad gydytojai turi leidimą dirbti su asmenį vienareikšmiškai identifikuojančia informacija, tačiau tai abejotinas sprendimas. Asmens kodo naudojimas kaip vienintelis asmens identifikatorius yra laikoma ydinga praktika. Iš asmens kodo galima nustatyti lytį, tikslų amžių. Šiuo atveju aktuliu tampa Lietuvos Respublikos asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo 30 straipsnis [22], kuriame nurodoma: „Duomenų valdytojas ir duomenų tvarkytojas privalo įgyvendinti tinkamas organizacines ir technines priemones, skirtas apsaugoti asmens duomenims nuo atsitiktinio ar neteisėto sunaikinimo, pakeitimo, atskleidimo...“. Asmens kodas KDP gali būti atskleistas bet

kuriam gydytojui, net jeigu ir jis nėra būtinas paslaugos atlikimui. Kitas asmens kodo atskleidimas galimas pačiam pacientui netyčia parodytus siuntimą, pavyzdžiui, laukiant eilėje.

Kai tyrimo vaizdas patalpinamas į *PACS*, siunčiamas *DICOM-IAN* pranešimas į *HIS* (mūsų atveju į 192.168.0.9). Tačiau, ši pranešimų siuntimo paslauga veikia nestabiliai: reikalingas pakartotinis jos paleidimas kas maždaug kas 48 valandas. Be to, pranešimas apie patalpintą tyrimą gali būti siunčiamas iki 5 kartų, nes nėra mechanizmo galinčio užtikrinti, kad pranešimas tikrai gautas. Pranešime mums aktualiausia informacija yra paciento ID (*DICOM* žymė 0010,0020), tyrimo *UID* (0020,000D) bei tyrimo eilės numeris (0008,0050).

Norint paimiti jau anksčiau padarytų tyrimų informaciją, galima naudotis *DICOM C-FIND* (užklausa gauti informacijai apie esamus tyrimus). Pasinaudoję [24] nurodytais įrankiais, atlikome eksperimentą, kurio tikslas pasiekti tam tikros dienos įrašus.

DICOM C-FIND testas

Suformuojame užklausą:

```
>findscu.exe -P -S -k 0008,0020="20100401" -k 0010,0010="*" -k 0010,0020="*"
-k 0008,0050="*" -k 0032,1032 -d 192.168.210 105 -aec PASCQR
```

0008,0020 – tyrimo data.

0010,0010 – paciento vardą ir pavardę ("*" – atitinka bet kokią reikšmę).

0010,0020 – paciento ID.

0008,0050 – tyrimo eilės numeris (angl. *Accession Number*).

0032,1032 – tyrimui siuntęs gydytojas (angl. *Requesting Physician*).

Užklausoje naudoti atributai, pavyzdžiui, paciento ID, tyrimo eiles Nr., taip pat turi ir identifikacinę žymą. Pastarosiomis vienareikšmiškai identifikuojami *DICOM* naudojami atributai.

Rezultato fragmentas (vieno tyrimo informacija):

```
# Dicom-Data-Set
# Used TransferSyntax: Little Endian Implicit
(0000,0002) UI =FINDStudyRootQueryRetrieveInformationModel # 28, 1 AffectedSOPClassUID
(0000,0100) US 32800 # 2, 1 CommandField
(0000,0120) US 1 # 2, 1 MessageIDBeingRespondedTo
(0000,0800) US 4369 # 2, 1 DataSetType
(0000,0900) US 65280 # 2, 1 Status
DIMSE receiveFileData: 122 bytes read (last: YES)
RESPONSE: 2 (Pending)

# Dicom-Data-Set
# Used TransferSyntax: Little Endian Explicit
(0008,0000) UL 28 # 4, 1 IdentifyingGroupLength
(0008,0020) DA [20100401] # 8, 1 StudyDate
(0008,0050) SH [3872] # 4, 1 AccessionNumber
(0010,0000) UL 50 # 4, 1 PatientGroupLength
(0010,0010) PN [KAULIENE^REGINA^^^ ] # 22, 1 PatientsName
(0010,0020) LO [34508170705 ] # 12, 1 PatientID
(0032,0000) UL 8 # 4, 1 StudyGroupLength
(0032,1032) PN (no value available) # 0, 0 RequestingPhysician
```

Pastaba: paciento asmenvardis ir ID saugumo sumetimais pakeisti.

Pastebime, kad žymė (0032,1032) negražina jokios reikšmės, nes tyrimo metu ji nėra pildoma. Šią spragą panaikintų įgyvendintas *DC-MWL* sąrašo vedimas iš *HIS*.

HL7 žinutės siuntimo testas

HL7 žinutės siunčiamos TCP/IP, Minimal Lower Layer Protocol (MLLP). Eksperimento metu sukurta programa, siunčianti duomenis nurodytu IP bei prievadu. Pastebėta, kad kai kurios antivirusinės programos blokuoja tokio tipo aplikacijas.

Siunčiama testinė žinutė, be konkretaus tyrimo užsakymo. Pirminis tikslas išsiaiškinti, ar *PACS* turima *HL7* sąsaja veikia.

Testinė žinutė:

```
MSH|^~\&|HIS|MedCenter|LIS|MedCenter|20060307110114||ORM^O01|MSGID20060307110114|P|2.3
PID|||12001||Jones^John^^^Mr.||19670824|M|||123 West
St.^^Denver^CO^80020^USA|||||
PV1||O|OP^PAREG^|||2342^Jones^Bob|||OP|||||||2|||||||20060307110111|
ORC|NW|20060307110114
OBR|1|20060307110114||003038^Urinalysis^L|||20060307110114
```

Atsakymas

```
MSH|^~&\\MiiiHL7Server|MC PACS HL7 SERVER|HIS|MedCenter|20100531165019-  
291467287||ACK|1554|P|2.3.1  
MSA|AA|MSGID20060307110114
```

Atsakyme mums svarbiausi šie MSA parametrai: žinutės priėmimo būseną:

AA - Application Accept - priimta;

AE - Application Error – klaida;

AR - Application Reject - atmesta;

Bei žinutės ID (**MSGID20060307110114**), kuriai skirtas šis atsakymas.

HSH pats paskutinis parametras „2.3.1“ nurodo žinutės versiją. Kaip galime pastebėti, testinės žinutės versiją buvo 2.3. PACS ją priėmė, tačiau atsakyme nurodė, kad jis palaiko 2.3.1 formatą.

Darbe integruosime skaitmeninį mamografą – tai vienintelis KDP turimas įrenginys, kuris be papildomos licencijos, palaiko *DICOM Worklist*.

2.6.2. HIS analizė

Pacientui atėjus į registratūrą, jam užvedama *025/a-LK forma* – kitaip dar epizodas. Šios formos duomenys apie pacientą saugomi tblASM lentelėje (12 pav.).

The image shows four screenshots of database tables in a software interface:

- tblASM**: Contains fields like ID, txtLIN, preLIN, LINend, intKortelesTipas, txtAK, txtPavarde, txtVardas, intLytis, datGimimoData, txtSDSerija, intSDNr, intDokTipas, txtDokNr, txtDokValstKodas, txtAdresas, intGyvenaKaime, txtSavivaldybe.
- tblGydymas**: Contains fields like txtLIN, txtASIN, intKortelesTipas, txtButinojiPagalba, datKreipimosiData, intAtvykoSuSiuntimu.
- tblPaslaugos_Pol**: Contains fields like ID, txtLIN, tintNumeris, txtLINTipas, intVLKGydytojoNr, intGydytojoTabNr, txtKas_siuncia, txtProfilis.
- tblDiagnozes**: Contains fields like ID, txtLIN, intKortelesTipas, txtDiagnozesTipas, txtDiagnozesKodas, datDiagnozesData, txtTraumosPriezastis.

12 pav. HIS epizodą sudarančios lentelės

Joje esančių duomenų pavyzdys pavaizduotas 13 paveikslėlyje. TblGydymas lentelėje saugoma informacija apie užvestos formos tipą, jos užvedimo datą, gydymo rezultatą. tblPaslaugos_pol saugomos pacientui suteiktos paslaugos, tblDiagnozes – diagnozių įrašai. Tačiau duomenų bazės architektūra su rimtais trūkumais:

1. Dauguma duomenų bazėje esančių lentelių nėra susietos – neturi antrinių raktų (pavyzdys 12 pav.). Jas galime tik intuityviai sieti pagal lauką txtLIN, kuris atitinka 025/a-LK formos numerį;
2. Dauguma duomenų bazės lentelių atitinka tik antrai normalizacijos formai.

Iš 13 pav. pateikto duomenų pavyzdžio matome, kad kiekvieno naujo apsilankymo metu, asmens duomenys įrašomi vis iš naujo – nesvarbu ar jie pasikeitė ar ne, po paskutinio apsilankymo. Taigi nėra asmenų (kartu ir pacientų) esybės.

ID	txtLIN	preLIN	LINend	intKortelėsTipas	txtAK	txtPavarde	txtVardas	intLytis	datGimimoData
817744	ce1/9-1	ce1/9-	1	2	386020400000	LIUTKUS	AUDRIUS	1	1986-02-04 00:00:00.000
817745	ce1/9-2	ce1/9-	2	2	386020400000	LIUTKUS	AUDRIUS	1	1986-02-04 00:00:00.000
817746	ce1/9-3	ce1/9-	3	2	386020400000	LIUTKUS	AUDRIUS	1	1986-02-04 00:00:00.000
1491051	ce1/9-36	ce1/9-	36	2	386020400000	LIUTKUS	AUDRIUS	1	1986-02-04 00:00:00.000
2898741	ce2/10-35553	ce2/10-	35553	2	386020400000	44GH	44HG	1	1986-02-04 00:00:00.000
276970	ce29-14	ce29-	14	2	386020400000	LIUTKUS	AUDRIUS	1	1986-02-04 00:00:00.000

13 pav. tblASM lentelės duomenų pavyzdys (asmens kodas iš dalies paslėptas)

Čia kyla viena svarbiausių integracijos problemų – paciento ID nebuvimas. txtLIN laukas saugo tik pačios formos numerį. Jo tiesiogiai sieti su paciento ID negalime – pacientas ir minėtoji forma atskiros duomenų esybės. Egzistuoja galimybė, kaip paciento ID paimti asmens kodą, tačiau toks sprendimas, kaip jau minėta anksčiau, nėra rekomenduojamas dėl asmens duomenų apsaugą reglamentuojančio įstatymo. Asmens kodas, turėtų būti naudojamas tik užvedant 025/a-LK formą: asmuo identifikuojamas ir toliau įstaigos viduje naudojamas asmens ID (asmuo gali turėti ir kelis ID, priklausomai nuo to, keliose IS yra užregistruotas).

Asmens užregistravimas tyrimui prasideda siuntimo išrašymu. Šį procesą reglamentuoja Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas [21]. KDP HIS turi atitinkamą formą tokiam siuntimui pildyti (14 paveikslas), bet ji nėra naudojama – pacientams išrašomi įprasti popieriniai siuntimai.

(F1001) Nr.:	
Padalinys	1 ?
Tyrimą aprašė (Maudalojo vardas)	audrius ?
Tyrimo data	2011 01 27 Laikas: 13 :02
VšĮ Kauno Dainavos poliklinika VšĮ Kauno Dainavos poliklinika (Vadovas: Andrius GIEDRYS)	
Audrius Liutkus (Tabelinis: 10114 Spaudos: 100)	
Siuntimas	47 (vesi siuntimo ID, jei siuntimas darytas elektroniniu būdu)
PACIENTAS (LN)	vi/11-418 ?
Siunčiančioji įstaiga Skyrius	25016 40 ? 0 42 ?
Siuntė gydytojas (Spaudos numeris)	0 44 ?
Tyrimo data	2011 01 27 46
Siuntimo tekstas	
Ruošinys nepasirinktas ?	
Siuntimo priežastis	
Siuntimo tikslas	
Tyrimo tipas	CR-Abdomen AP modality
išsaugoti Pasirašyti audrius	

14 pav. KDP HIS siuntimas radiologiniam tyrimui atlikti (asmens duomenys paslėpti)

Nors [21] nėra nurodoma, kad siuntime būtų rašomas asmens kodas, tačiau šioje formoje jis naudojamas. Pastebėta, kad forma gali būti užpildoma kito gydytojo vardu: „siuntė gydytojas“ laukelyje galima pasirinkti bet kurį įstaigos gydytoją. Dar vienas laukas žymimas kaip „siuntimas“. Tai siuntimo ID, kuris turi būti įrašomas ranka – kaip siuntimams suteikinti unikalius identifikacinius numerius vėl atskiras klausimas. Taigi norint pradėti naudoti šią siuntimų formą, neišvengiamai ją reikia pritaikyti prie [21] reikalavimų bei išspręsti paminėtas problemas.

Taigi esminis uždavinys KDP sistemų integracijos darbe – rasti būdą pacientų ID nebuvimo problemai spręsti bei pastarojo ID perdavimą į RIS, taip eliminuojant laborantų rankinį duomenų įvedimą.

2.6.3. HIS ir RIS integracijos modelis

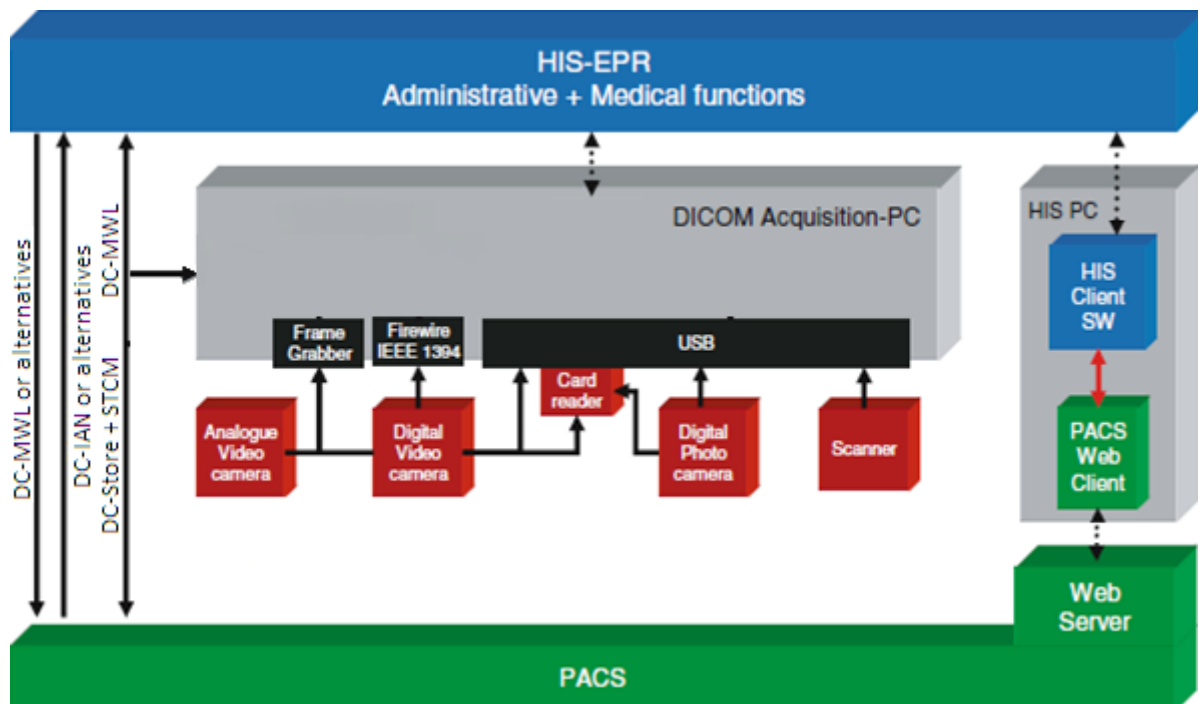
Išnagrinėję teorinius integracijos modelius bei integruojamas sistemas, galime sudaryti KDP pritaikytą HIS ir RIS integracijos medelį. Įstaigoje integruojamas vienas medicininis prietaisas – mamografas. Gamintojas nurodo, kad šiam mamografui darbų sąrašas gali būti perduodamas naudojantis tiek DICOM Worklist, tiek HL7-ORM žinutėmis. Pastarieji du objektai siunčiami ne tiesiogiai medicininiam aparatui, o į PACS. Mamografas sukonfigūruotas taip, kad „darbų sąrašo“ užklaustų PACS veikiančio „darbų skirstytojo“ (angl. Department SystemScheduler/Order Filer) [11].

Iš pirmo žvilgsnio artimiausias integracijos modelis, aprašytas 2.5.4 paragrafe (III tipas) – naudojamos *HL7* žinutės. Tačiau įvertinus ir kitus kriterijus galima teigti, kad integracija atitinka II tipo modelį:

1. III tipe nurodomos žinutės, kokios gali būti palaikomos specializuotos programinės įrangos (*SPIS*): *HL7-ADT*, *HL7-ORM*, *HL7-ORU*, *HL7-BAR*, *HL7-DFT*. KDP esantis *PACS* palaiko tik du žinučių tipus *HL7-ADT*, *HL7-ORM*. Šiuo atveju *ADT* žinutės mums nėra aktualios – jomis perduodama informacija apie pacientą (gali būti atnaujinami pasikeitę jo duomenys) – išėina už tiriamojo darbo ribų. Svarbiausia nusiųsti tinkamą paciento ID. Taigi lieka tik viena naudojama *HL7-ORM* žinutė, kuri yra alternatyva *DC-MWL* (II tipas);
2. III tipe atsiranda tekstinė informacija (*HL7-ORU*), kuri perduodama į *HIS*. Tai gali būti tyrimo išvada. II tipe tekstinė informacija nevaizduoja jokio vaidmens – ji nėra perduodama iš *RIS* į *HIS* (išvados bus rašomos *HIS*‘e).
3. Integruojamas vienas įrenginys. Norint integruoti daugiau, reikės atlikti daugeliu atveju analogiškus veiksmus, kaip ir pirmuoju atveju: kiekvienam įrenginiui (kad ir to paties tipo – pvz., antro mamografo), kuris atpažįstamas pagal *AETitle* – reikės nusiųsti dvi žinutes su skirtingais *AETitle*.

Nors KDP *PACS* ir turi III tipe apibrėžiamą specializuotą programinę įrangą (*SPIS*), tačiau dėl nepakankamo funkcionalumo ir norimo pasiekti integracijos rezultato, priimame, kad integracijos modelis atitinka II tipą. Būnant iki galo tiksliais, būtų galima išskirti ir tarpinį modelį tarp II ir III tipo (tai pripažįsta ir modelius pristatantis autorius [3]), tačiau jo skirtumas nuo II tipo būtų minimalus ir galimai įneštų painiavos juos visus atskiriant. Todėl pasikliaujama jau esančiais, jų taikymą iliustruojant realiu pavyzdžiu.

Mamografu tirtinų pacientų (darbų) sąrašas perduodamas iš *HIS* į *PACS* per *HL7-ORM*, o iš *PACS* į laboranto darbo vietą ir po to į mamografą – “*DC MWL or alternatives*” žinutėmis (15 pav.). Informacija, apie vaizdo prieinamumą, perduodama *DC-IAN* pranešimu. Laborantui taip pat paliekama galimybė skubiu atveju naują tyrimą atlikti paciento duomenis įvedus rankiniu būdu. Pagrindinis šio tipo modelio akcentas – *Acquisition-PC* (laboranto darbo vieta).



15 pav. KDP pritaikytas HIS↔DICOM Acquisition↔PACS integracijos modelis

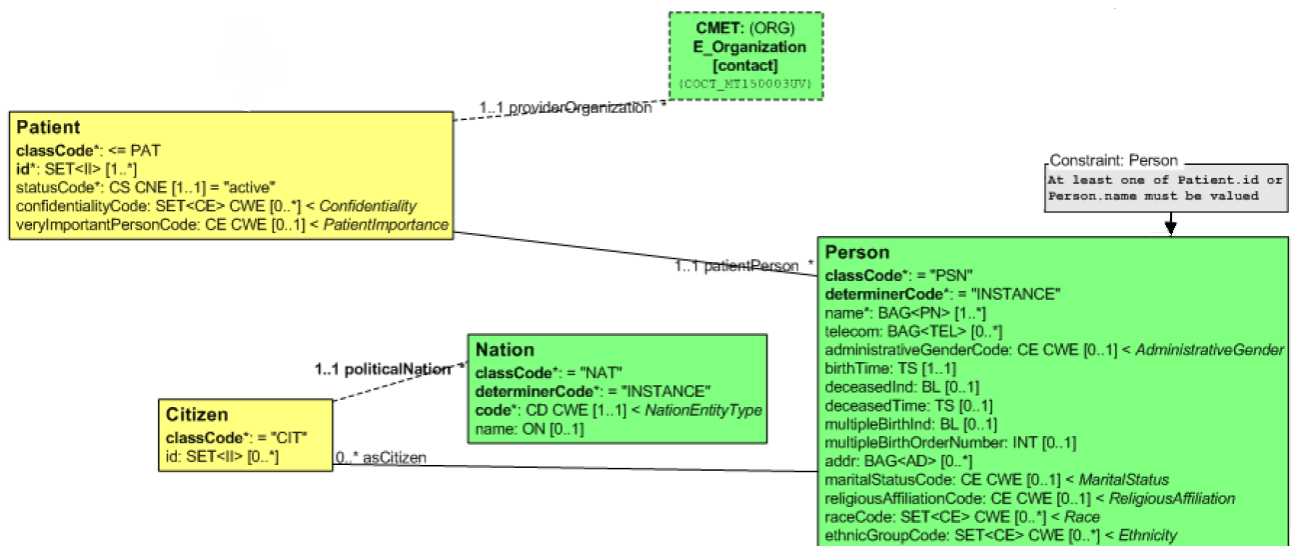
HIS-EPR pakeis *RIS* ir suteiks pilnavertį tyrimų užsakymų mechanizmą naudojantis *HL7-ORM* žinutėmis. Savo ruožtu *HIS-EPR* suteiks tyrimo rezultatų formų (angl. reports) redagavimo paslaugą.

2.7. Pacientų identifikatorių saugojimo metodai

Vieningo pacientų ID nebuvimo problemą galima išspręsti pasinaudojant *IHE* metodika, skirta paciento identifikatorių tarpusavio sąsajų *PIX* (angl. *Patient Identifier Cross-Referencing*) modeliu [10]. Kiti variantai taip gali būti tinkami, pavyzdžiui, sudarius naujas esybes išsprendžiančias paciento ID saugojimą. Tačiau naudojant pastarąjį ID saugojimo mechanizmą, kyla grėsmė neįverti kai kurių aspektų, pvz., *HL7* standarto, kurie galimai jau aptarti *PIX* modelyje.

2.7.1. IHE PIX modelis

PIX modelis ir jo aprašymas pateikimas [10]. Šis modelis apima tiek trečią (v3) [20], tiek ir antrą (v2.5) *HL7* žinučių standartus. Modelis apima gana platų apie pacientą saugomų duomenų rinkinį: pilietybę(es), darbovietę(es), šeimos ryšius, kalbas, kuriomis galima susikalbėti su pacientu ir svariausia paciento identifikatorių. Mūsų atveju didžiausias dėmesys skiriamas dviem esybėms: **Patient** (liet. pacientas) bei **Person** (liet. asmuo) – kadangi *HIS* duomenų bazėje tokių nėra. Dalis šio modelio pateikiama 16 paveiksle.



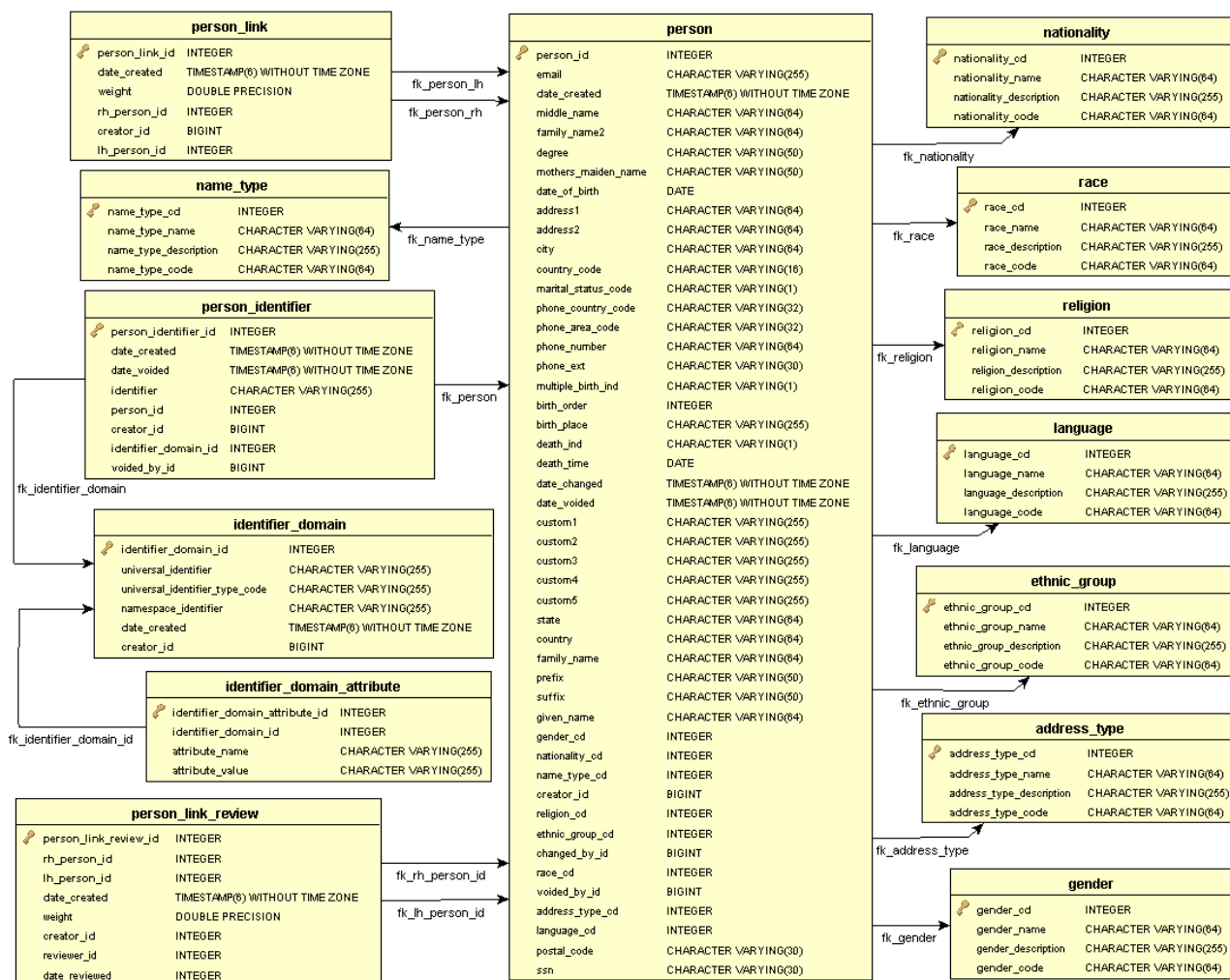
16 pav. IHE PIX UML modelis (dalinis)

UML klasių modeliai pritaikyti HL7 trečios versijos naudojamiems duomenų tipams. Kaip šis modelis turėtų atrodyti naudojant 2.5 standarto versiją, nepateikiama. Dalinis v2 ir v3 duomenų tipų sąryšis pateikiamas, tačiau dažniausiai tarp duomenų tipų (atributų lygyje sąryšis fragmentiškas). Visai nepateikimas sąryšis tarp elementų paskirtį nusakančių klasifikatorių: asmenvardžio tipas, adreso tipas, telefono numerio tipas ir kitų.

2.7.2. OpenPIXPDQ analizė

IHE organizacija nurodo ir esamas oficialias modelių realizacijas (<http://wiki.ihe.net/index.php?title=Implementation>). Ši [25] realizacija viena iš jų. Realizacija įgyvendinta JAVA platformoje, duomenų bazei naudojama PostgreSQL. Projekto aprašyme deklaruojamas antros ir trečios kartos modelių palaikymas, atviro kodo licencija (*Eclipse Public License*).

Detaliau išnagrinėjus pateiktą duomenų bazės modelį (jo vizualizacija pateikiama 17 pav.), paaiškėjo, kad saugomų duomenų struktūra orientuota į antrą standarto versiją. Išskirti konkrečią versiją sunku - modelis abstraktizuotas.



17 pav. Paciento ir asmens esybių duomenų bazės modelio schema

Be to, kai kurių įrašų tipai (standarto numatytu atveju) turi būti pildomi iš *HL7* lentelių, kurių turinys dažnai būna reglamentuotas. Šiame modelyje tokių *HL7* lentelių, kaip atskirų esybių, nėra. Taip pat nėra ir apribojimų (angl. *constraint*), kuriais būtų galima užtikrinti, kad įvedamos tik *HL7* lentelėse numatytos reikšmės.

Apibendrinus OpenPIXPDQ realizaciją, galima teigti, kad ji mūsų atveju tinka tik iš dalies. Visas antros ir trečios versijos palaikymas įgyvendinamas transformuojant duomenis aplikacijos lygmenyje. Nėra reglamentuoti standarto numatyti atvejai, kai, pavyzdžiui, adresas gali įgyti jo panaudojimą apibrėžianti tipą: namų, darbo arba laikinas. Šie tipai skirtingose versijose žymimi skirtingai. Todėl daugeliu atveju šis OpenPIXPDQ sprendimas turi būti tobulinamas.

2.8. Įgyvendinimo priemonių variantų analizė

Kauno Dainavos poliklinikoje *HIS*, *PACS* sistemos realizuotos Windows Server aplinkoje: ASP, Microsoft SQL server. Tačiau *HIS* atnaujinama ir dalis funkcionalumo perkeliama į naują platformą: Debian su Jboss aplikacijų serveriu (JAVA platforma). Todėl

perspektyviniu aspektu *HIS* ir *RIS* integracijos tyrimas atliekamas panaudojant JAVA technologijas (joms teiksime pirmumą), duomenų bazei naudosime Microsoft SQL server. Tačiau *HIS* funkcionalumui plėsti galime naudoti ir Microsoft .NET technologijas – esamą *HIS* platformą reikėtų praplėsti. Naujai sukurtos formos į senąją sistemą įkeliamos panaudojant HTML <iframe> atributą, kuris leidžia atvaizduoti kitą HTML dokumentą (šiuo atveju internetinį puslapį).

Žvelgiant iš programuotojo perspektyvos, galime apžvelgti dvi bibliotekas, kurios skirtoms žinučių konstravimui. Abi bibliotekos pateikia objektinę *HL7* antros versijos žinučių objektinę modelį, taip pat yra nemokamos. Detalesnis bibliotekų palyginimas pateikiamas 3 lentelėje.

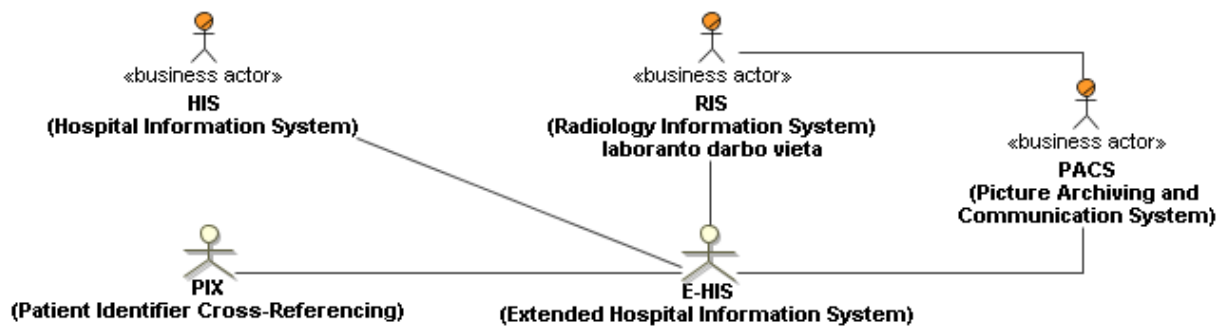
Lentelė Nr.3 HAPI ir NHAPI bibliotekų palyginimas

Vertinimo kriterijus	HAPI	NHAPI
Technologija	JDK 5 (Oracle JAVA)	.NET 2.0 (Microsoft .NET)
Šaltinis	http://hl7api.sourceforge.net/index.html	http://nhapi.sourceforge.net/home.php
Licencija	dual licensed (MPL, GPL)	Nenurodoma, tačiau projektas talpinamas Sourceforge, ir jam galioja viena iš <i>open source</i> licencijų.
Palaikomos HL7 v2 versijos	2.1; 2.2; 2.3; 2.3.1; 2.4; 2.5; 2.5.1 2.6	Kūrėjai nurodo:2.1; 2.2; 2.3; 2.3.1; 2.4; 2.5. Tačiau leidžiama parsiųsti 2.5.1
Numatomas v3 palaikymas	Taip (neoficialiai)	Apie tai neužsimenama
Pateikiami bibliotekos naudojimo pavyzdžiai	Taip	Ne
HL7 organizacijos nurodoma kaip oficiali biblioteka	Taip	Ne
Paskutinis bibliotekos atnaujinimas	2010-03-15	2008-07-11
Kita informacija		Nurodoma, kad tai HAPI projekto atšaka .net platformai.

Iš palyginimo matome, kad HAPI biblioteka turi daugiau privalumų lyginat su NHAPI. Todėl pasirenkama HAPI, be to, tai oficiali JAVA platformai skirta *HL7* v2 biblioteka, žinučių konstravimui.

2.9. Siekiamos sistemos apibrėžimas

Turime pasiekti *PACS*, *RIS* ir *HIS* integracijos: minimizuoti pasikartojančių įrašų duomenų bazėse, neprarasdami atskirų sistemų teikiamų privalumų: lankstumo, funkcionalumo, įstaigos veiklos užtikrinimo sutrikus vienai iš sistemų (ar tokios sistemos pakeitimo bei esminio atnaujinimo atvejais). Šią problemą spręš naujai kuriama sistema – *Extended Hospital Information System (E-HIS)*. Pastaroji sistema naudotų naujai sudarytą PIX modelio realizaciją. Bendra integruojamų sistemų diagrama pateikiama 18 paveiksle.



18 pav. Aukščiausio lygio kontekstinė diagrama

Šiame modelyje *RIS* sistema išskirta kaip laboranto darbo vieta, kuri atlikto tyrimo vaizdą išsaugos tiesiogiai į *PACS*. *E-HIS* turės dalį funkcijų, kurios gali būti teikiamos *RIS* (priklauso nuo gamintojo): tyrimo išvadų prašymas, darbų sąrašo valdymas.

2.10. Darbo tikslas ir siejami privalumai

Tikslas – nustatyti *DICOM* ir *HL7* modelių sąveikos ribas tarp *HIS* bei apibrėžti šią sąveiką realizuojantį bei *HIS* papildantį programinį modulį – *E-HIS* (*extended Hospital Information System*). Išspręsti pacientų ir asmens esybių nebuvimo klausimą esamoje KDP *HIS* panaudojant *PIX* modelį, kuris būtų pritaikytas antrai iš trečiai *HL7* standarto versijai (sąryšis tarp versijų būtų realizuotas jau duomenų bazės lygmenyje, priešingai nei aptartas *OpenPIXPDQ*).

Uždaviniai:

1. išanalizuoti *DICOM* ir *HL7* standartus (galimą jų sąveiką);
2. išanalizuoti šiuos standartus realizuojančias IS;
3. išgauti realizuojamo modelio pirminius reikalavimus;
4. išanalizuoti ir pasirinkti technologiją(-as), reikalingas IS sąveiką realizuojančiam modeliui;
5. realizuoti ir ištestuoti sąveiką realizuojantį modelį – siuntimą radiologiniam tyrimui;
6. įvertinti sukurtą modelį bei *DICOM* ir *HL7* sąveikos galimybes.

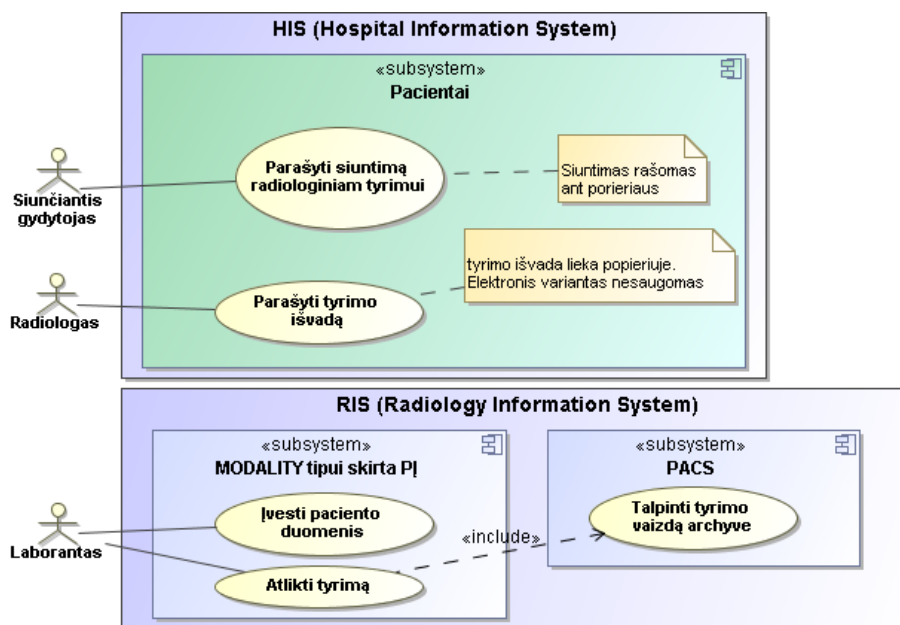
Galima rinkta panaudojimui:

Šį programinį sprendimą bei informaciją, surinktą kuriant šį sprendimą, gali būti pritaikyta naujai kuriamai KDP (ir kitų pirminio lygio sveikatos paslaugas teikiančių įstaigų - partnerių) informacinei sistemai. Pastarosios sistemos kūrimas yra projekto finansavimo paraiškos patvirtinimo stadijoje – 2011-05-01 teiginys.

PIX modelio realizacija gali būti tiesiogiai panaudojama paciento duomenų mainams tarp įstaigų Lietuvos mastu (*HL7* trečia versija) ir pacientų duomenų perdavimui vienos įstaigos viduje tarp skirtingos paskirties IS (dažniausiai *HL7* antra versija). Duomenų mainai Lietuvos mastu apibrėžti Sveikatos ministro įsakymu [23].

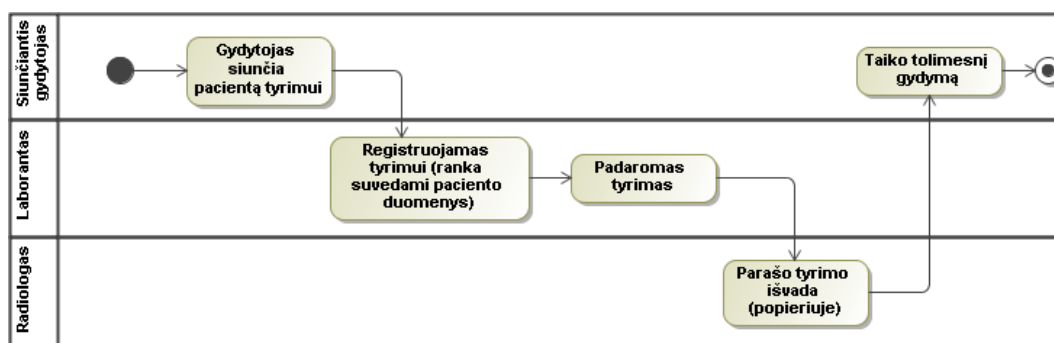
2.11. Kompiuterizuojamos sistemos funkcijos

Probleminės KDP esančios *HIS* funkcijos pateikiamos, panaudos atvejų (PA) diagrama 19 pav. Detalus *HIS* ir *RIS* kylančių problemų aprašymas pateikimas 2.6 skyriuje, todėl nesikartosime.



19 pav. Esamų KDP sistemų panaudojimo atvejų diagrama

Kompiuterizuojamas veiklos procesas analogiškas pateikiamam 2.3 skyriuje. Patogumo dėlei jį pakartosime 20 paveiksle.

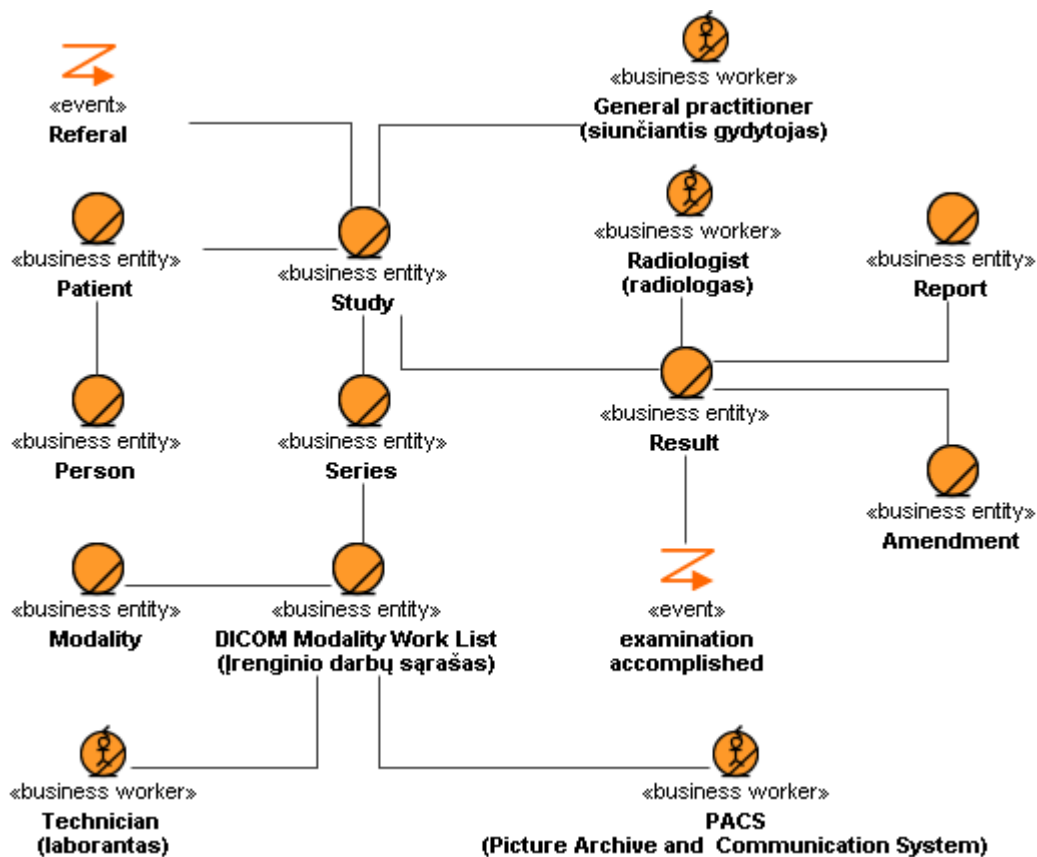


20 pav. Esamas tyrimo atlikimo procesas, išreikštas UML activity diagrama

Šiek tiek plačiau galima panagrinti „Parašyti tyrimo išvadą“ PA. Ji gali būti parašoma ranka užpildant tam tikrą blanką arba pasinaudojant tekstinio redaktoriaus šablonu ir jį atspausdinant. Ši funkcija yra ir *HIS* – atitinkamoje formoje galima tai padaryti, tačiau ją naudojant, kyla panašios problemos panašios į 14 paveiksle išanalizuotą formą – reikalinga formos reinžinerija. Tačiau pastarasis PA nėra prioritetinis – svarbiausia įgyvendinti siuntimą radiologiniam tyrimui.

2.12. Reikalavimai duomenims

Reikalavimus duomenims pavaizduosime konceptų modeliu 21 pav.



21 pav. Dalykinės srities konceptų modelis (UML klasių modelis)

Konceptų modelis – tai darbe naudojamos sąvokos ir jų priklausomybės. Matome KDP IS analizės dalyje išskirtus aktorius: siunčiantis gydytojas (kai kuriais atvejais tai gali būti šeimos gydytojas), Laborantas, Radiologas, PACS. Esybės tipas „event“ nurodo įvykį, kurio metu sukuriama su juo susietos esybės. Pavyzdžiui, įvykis „Atliktas tyrimas“ nurodo, kad Radiologas gali rašyti pacientui atlikto tyrimo išvadą (rezultatą).

Atskirai reikia paminėti **Patient** ir **Person** esybes: jos priskiriamos *PIX* moduliui, todėl jame bus nagrinėjamos pagal *HL7* standarto reglamentą antrai ir trečiai versijoms.

Study esybei iš **Patient** pakanka tik pacientą identifikuojančio kodo (ID). Kitą galimai reikiamą informaciją apie pacientą bus galima gauti pagal pateiktą ID iš *PIX* moduliui. Likusios esybės bus nagrinėjamos pagal *DICOM* standarto reglamentą: saugosime informaciją apie pacientui atliktus tyrimus, jų išvadas bei galėsime išgauti einamuosius darbų sąrašus medicininiam įrenginiams – tai *E-HIS* sistemos modulis.

2.13. Nefunkciniai reikalavimai ir apribojimai

Specifikuojant reikalavimus duomenų struktūroms remiamės juos specifikuojančiais standartais. Remiamasi idėja, kad komunikaciją tarp medicininės paskirties IS reglamentuojančius standartų duomenų modelius ir teminus pritaikyti jau pačiame pirmame programinės įrangos projektavimo etape. Trumpiau tariant, standartų duomenų modelius perkelti į duomenų bazės lygmenį.

E-HIS posistemio reikalavimai duomenims (duomenų esybėms) gali būti taikomi tiesiogiai iš [12][13][14] (pagal prioritetą), kadangi pastarieji objektai aprašyti detalai ir tiksliai.

Didžiausia problema sudarant *PIX* modulio duomenų struktūras, kurios turi palaikyti tiek antrą, tiek trečią *HL7* standarto versijas. Darbe ši problema bus išsamiai išnagrinėta. Dalis *PIX* UML duomenų modelio pateikiama 2.7.1 skyriuje. Iš visų modelio pateikiamų esybių nagrinėsime tik dvi – paciento ir asmens. Kitų esybių susiejimo tarp v2 ir v3 analizės klausimai nebus detalizuojami. Likusioms esybės susieti duomenų tipų elementų lygyje, informacijos pakaks jau išnagrinėtų paciento ir asmens esybėse.

Esybes turi tam tikrus atributus, kurie gali būti išreiškiami kaip objektai su savo vidine struktūra. Pavyzdys paciento esybė 22 pav.

```
Patient  
classCode*: <= PAT  
id*: SET<II> [1..*]  
statusCode*: CS CNE [1..1] = "active"  
confidentialityCode: SET<CE> CWE [0..*] < Confidentiality  
veryImportantPersonCode: CE CWE [0..1] < PatientImportance
```

22 pav. Paciento esybės UML klasė

Paimkime *id* atributą. Po dvitaškio specifikuojama atributo struktūros tipo pavadinimas bei kardinalumas. SET nurodo, kaip tai bus tam tikras elementų rinkinys, kuris sudarytas iš II objekto (SET<II>). SET apibrėžiamas, kaip tam tikras nepasikartojančių elementų rinkinys, be apibrėžtos elementų tvarkos. Objektų specifikacija ir jų vidinė struktūra pateikiama [5], 2.8 Data Types skyriuje. Tačiau ten nerandame II duomenų tipo. Kadangi modelis apima ir trečią žinučių versijos specifikaciją, šio tipo tenka ieškoti trečios versijos duomenų tipų specifikacijoje (prieinama [20] – „Data Types: Abstract R2“). Trečiojoje versijoje II atributas apibūdinamas 4 lentelėje.

Lentelė Nr.4 II atributo specifikacija

Pavadinimas	Tipas	Aprašymas
root	UID	Unikalus identifikatorius, kuris užtikrina unikalumą tam tikrame egzempliorių rinkinyje. Pavyzdžiui, turime tokį objekto identifikatorių 2.16.840.1.113883.4.1.123121234, tai 2.16.840.1.113883.4.1 yra root, o 123121234 extension Mūsų atveju root galėtų atrodyti 2.16.840.1.113883.2.11.3.1.X.Y , kur X – Kauno Dainavos poliklinikos kodas, Y – sistemos kodas. Informacija apie Lietuvoje naudojamą UID šaknį [23].
extension	ST.SIMPLE	String tipo kintamasis, unikaliai identifikuojantis objektą root nurodytoje sistemoje. Pavyzdžiui, 10001 būtų root elemente apibrėžtos sistemos objekto egzemplioriaus identifikatorius.
identifierName	ST.NT	Žmogui suprantamas pavadinimas, kuris nurodo, kokia sistema, įstaiga ar pan. suteikė root lauke naudojamą UID. Pavyzdys: Lietuva, VšĮ Kauno Dainavos poliklinikos laboratorija. Šis pavadinimas turi taip pat vienareikšmiškai identifikuoti sistemą. Laukas svarbus tada, kai root elementas nesuteikia informacijos apie sistema (arba ji yra neprieinama), kurioje naudojami extension lauke nurodyti identifikatoriai.
scope	CS	Apibrėžia sritį bei jos apimtį, kurioje extension lauke nurodytas identifikatorius turi prasmę (yra galiojantis).
reliability	CS	Nusako identifikatoriaus patikimumo lygį.
displayable	BL	Bool tipo kintamasis, kuri nurodo, ar root bei extension laukų rinkinys skirtas interpretuoti žmogui (true) ar tik įrenginiui, kompiuterinei sistemai ir t.t. (false).

Scope galimos reikšmės:

Lentelė Nr.5 Scope atributo galimos reikšmės

Kodas	Pavadinimas	Aprašymas
BUSN	Business Identifier	Naudojamas, kai identifikatorius žymi ne konkretų objektą, bet labiau jų grupę (žymi bendrą objektų savybę). Pavyzdžiui, stalai, kėdės, pieštukai.
OBJ	Object Identifier	Id susisietas su tam tikru objektu ir id galioja tol, kol objektas nekeičia savo būsenos. Asmuo kaip objektas. Ši reišmė <i>scope</i> laukelyje bus imama pagal nutylėjimą.
VER	Version Identifier	Id siejamas su objektu ir jo id priklauso nu objekto versijos. Esminis skirtumas nuo OBJ tipo, toks kad šis tipas daugiau skirtas fiksuoti įvykius (objektas pakeisdamas savo būseną gali pereiti dalyvauti keliuose įvykiuose (angl. <i>event</i>))
VW	View Specific Identifier	Skirtas apibūdinti toki id, kuris identifikuoja objektą tam tikru laiko momentu (panašiai kaip ir VER tipas). Esminis skirtumas nuo VER toks, kad id pasikeis, jie pakis informacija, kuri identifikuojama pastaruoju id. Pastoroji informacija gali būti „pasirašoma“ skaitmeniniu būdu ar kitaip atestojama.

Reliability galimos reikšmės:

Lentelė Nr.6 Reliability atributo galimos reikšmės

Kodas	Pavadinimas	Aprašymas
ISS	Issued by System	Identifikatorius yra sukurtas pačios sistemos (apibūdinama root lauke). Ji atsakinga ir už extension unikalumą bei teisingumą.
VER	Verified by System	Id išduotas ne už jį atsakingos sistemos. Toks id yra sutikrinimas su už išdavimą atsakinga sistema (ar kita sistema, kuri gali patikrinti identifikatoriaus unikalumą (teisingumą))
UNV	Unverified by System	Toks ID buvo priskirtas už jo sukūrimą atsakingos sistemos, tačiau dar nėra patikrintas. Pavyzdžiui, vairuotojo pažymėjimo numeris įvestas ranka.

Antrojoje versijoje II tipui artimiausias duomenų tipas – CX (angl. *Extended composite ID number with check digit*). Jo struktūra pateikiama 7 lentelėje. Privalomus atributus nustatome remiantis [15] literatūros šaltiniu.

Lentelė Nr.7 CX atributo struktūra

Reliability atributo galimos reikšmės Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
ID	ST	taip	String tipo kintamasis, unikalus identifikatorius
check digit	ST	ne	Šis atributas skaičiuojamas siunčiant žinutę. Fiziškai jis niekur nesaugomas.
code identifying the check digit scheme employed	ID	ne	Reikšmės pildomos iš HL7 lentelės Nr. 0061
assigning authority	HD	taip	Kokia sistema ar organizacija suteikė ID
identifier type code	IS	ne	Reikšmės pildomos iš HL7 lentelės Nr. 0203
assigning facility	HD	ne	

5 lentelė. CX atributo struktūra

Tipas HD (angl. *Hierarchic Designator*) atributo specifikacija *assigning authority* atvejui pateikiama 8 lentelėje.

Lentelė Nr.8 HD atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
namespace ID	IS	Taip, kai nėra nurodomi universal ID ir universal ID type kintamieji. Ne, kai nurodomi universal ID ir universal ID type kintamieji	Duomenys šiam komponentui imami iš user-defined Table 0363: pildoma laisvai, paprastai čia nurodomi ID suteikusių įstaigų kodai.
universal ID	ST	Taip, kai nėra nurodytas namespace ID. Ne, kai nurodomas namespace ID.	Saugomas domeno vardas, pavyzdžiui, www.dainavospoliklinika.lt . Toks domenas yra laikomas išoriniu. Taip pat galima naudoti ir vidinius, naudojamus įstaigos viduje
universal ID type	ID	Taip, kai nėra nurodytas namespace ID. Ne, kai nurodomas namespace ID.	Komponentas užpildomas duomenis iš HL7 Table 0301. Duomenų pavyzdys: DNS (tokiu tipu bus koduojamas www.dainavospoliklinika.lt domeno vardas)

[15] literatūros šaltinyje pateikiami ir duomenų pavyzdžiai, kaip pastariosios esybės CS ir HD atvaizduojamos HL7 antros versijos žinutėje. Pirmasis iš jų 999-99-4452^^^USSSA. Toks duomenų rinkinys atitinka šabloną ID^check digit^code identifying the check digit scheme employed^HD. Taigi paciento ID 999-99-4452, o USSSA (namespace ID) įstatigos suteikusias šį ID kodas (USSSA – U.S. Social Security Administration).

Kitas pavyzdys, kai žinomas įstatigos internetinis adresas ir paciento ID: 999948410^^^&www.mlhlife.com&DNS. Čia HD komponentas išskaidytas į universal ID (www.mlhlife.com) ir universal ID type (DNS) komponentus, namespace ID nėra nurodomas.

Assigning facility atvejui standartas nenurodo, kokia konkrečiai lentelė naudojama, taigi galimas laisvas interpretavimas. Išskirsime esybę *Assigning Facility*. Jos duomenys jau

nebebus pildomi iš naujo identifikatoriaus (lentelės) – esybė tarnaus, kaip galutinis skyriaus identifikatorius.

Išnagrinėkime **statusCode***: CS CNE[1..1] = “active” lauką. Pasinaudojant [16] prieinama informacija, galime sakyti, kad CS tipas specializuojamas CNE domenų tipu. CS yra santrumpa, reiškianti, kad tam tikri duomenys užkoduoti kaip galima paprastesne forma (angl. *coded data in simplest form*). Nors nurodoma, kad tai CNE tipas, pakanka naudoti string tipo kintamąjį – *active*.

Imame kitą lauką **confidentialityCode: SET<CE> CWE[0..*] < confidentiality**
Apibūdinimas: tai taisyklių ir principų rinkinys, nusakantis, kokia informaciją apie pacientui skirtus tyrimus ar vaistus pateikiama, priklausomai nuo prašančiojo turimų teisių. Šio elemento detaliam nspecifikuosime, nes konfidencialios informacijos pateikimo kontrolė tretiesiems asmenims išeina už tiriamo darbo ribų. Bendrais bruožais problema apibūdinama taip: tarkime pacientui nėra nustatoma ŽIV infekcija, bet buvo skirtas T4/T8 limfocitų testas. Vien šis testas – gali būti pagrindas asmenį laikyti infekuotu (dėl žinių trūkumo, asmens mentaliteto), kai informacija pateikiama su kitų atliktų tyrimų informacija.

SET žymi tam tikrą rinkinį, kuris apibrėžimas kaip CE (angl. *Coded With Equivalents*) atributas. [16] šaltinyje nurodoma, kad HL7 2.7 versijoje CE duomenų tipas buvo pašalintas ir pakeistas CWE (angl. *Coded With Exception*) ir CNE (angl. *Coded With No Exception*) tipais. Be to, CE pilnas pavadinimas antrojoje versijoje – *Coded Element*. 9 lentelėje pateikiame CE duomenų tipo struktūrą HL7 v3 atvejui.

Lentelė Nr.9 HL7 v3 CE atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
code	ST	Taip. Ne, jei nurodoma originalText laukas)	Identifikatorius, kuris turi pramę nurodytoje kodavimo sistemoje. Pavyzdžiui, F43.0 TLK-10 kodavimo sistemoje apibrėžia ūminę stresinę reakciją.
codeSystem	UID	taip	Kodavimo sistemos unikalus identifikatorius.
codeSystemName	ST	taip	Kodavimo sistemos pavadinimas
codeSystemVersion	ST	ne	Kodavimo sistemos versija
displayName	ST	ne	<i>code</i> elemento pavadinimas, kuris gali pateikti papildoma informaciją. Tačiau jis negali egzistuoti be <i>code</i> elemento reikšmės ir jo pakeisti negali.
originalText	ED	ne	Tekstinė informacija, kuri pateikia papildoma informacija apie ivestą įrašą. Tai gali būti alternatyva <i>code</i> elementui, tuo atveju kai jo nežinome (jis bus nurodomas vėliau).
translation	SET<CD>	ne	Tai rinkinys CD tipo elementų. Šis laukas naudojamas apibrėžti alternatyvioms kodavimo sistemoms, kurios naudoja savo kodavimo metodiką tai pačiai esmei perteikti kaip ir <i>code</i> bei <i>codeSystem</i> elementų rinkinys. Šiuo atveju elemento tipą, galime keisti į CE (CE specializuota CD).

Toliau kalbant apie CNE ir CWE duomenų tipus - jie savo struktūra identiški, skiriasi tik juose privalomų atributų kiekis: CWE joks atributas nėra privalomas, o CNE privalomas tik *code* (remiamasi [16]). Tačiau, šis pakeitimas atliktas 2.7 standarto versijoje. Taigi 2.3.1 atveju, reikia nagrinėti CE elementą. Jo duomenų tipo struktūra pavaizduota 10 lentelėje.

Lentelė Nr.10 HL7 v3 CE atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
identifier	ST	taip	Identifikatorius, kuris turi pramę nurodytoje kodavimo sistemoje.
text	ST	ne	Tekstinė papildoma informacija apie įrašą
name of coding system	ST	taip	Kodavimo sistemos pavadinimas. Nėra apibrėžta iš kokios lentelės imamos kodavimo sistemos. Todėl jas būtų galima išskirti į atskirą esybę: confidentiality CodingSystems
alternate identifier	ST	ne	Alternatyviai kodavimo sistemai. Identifikatorius
alternate text	ST	ne	Alternatyviai kodavimo sistemai. Papildoma informacija
name of alternate coding system	ST	ne	Alternatyviai kodavimo sistemai. Kodavimo sistemos pavadinimas

CE (CWE ir CNE atvejai) elemento naudojimo pavyzdys (*HL7 v3*): tarkime norime įvesti diagnozės kodą, kuris nėra apibrėžtas *ICD-10* kodavimo sistemoje, pavyzdžiui, ausies nudegimas su laidyne. Trečios versijos žinutėje tai gali būti išreiškiamą taip:

```
<value nullFlavor="OTH" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.3"/>
```

Čia `nullFlavor="OTH"` atitinka `code` elemento reikšmę. `OTH` reiškia, kad kodavimo sistemoje nėra apibrėžto norimo kodo.

`codeSystem="2.16.840.1.113883.6.3"` reprezentuoja *ICD-10* sistemą.

Lietuvos TLK-10 tikslaus UID nėra, [23] siūlomas šakninis: **2.16.840.1.113883.2.11.5**

Taip pat galimas ir toks variantas, nurodant papildomą informaciją:

```
<value nullFlavor="OTH" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.3">
  <translation code="Burnt ear with iron. Burnt other ear calling for ambulance"/>
</value>
```

Jei naudotume ne *ICD-10* kodavimo sistemą, o kitą, kurioje tokios situacijos kodas numatytas galėtume naudoti:

```
<value code="burn" codeSystem="2.16.840.1.113883.19.5.2">
  <translation code="Burnt ear with iron. Burnt other ear calling for ambulance"/>
</value>
```

`codeSystem="2.16.840.1.113883.19.5.2"` naudojamas pavyzdžiams.

Esminis skirtumas tarp CWE ir CNE tai, kad jei modelis reikalauja naudoti konkrečios sistemos identifikatorius, pavyzdžiui *ICD-10*, tai esant CNE elemento tipui turime griežtai tokią kodavimo sistemą ir naudoti. CWE atveju, šios sistemos naudoti neprivaloma – galima rinkti kitą (*ICD-10* lieka rekomendacinio pobūdžio).

Taigi elementas koduojamas CE CNE:

```
<value nullFlavor="OTH" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.3">
  <originalText value="" />
  <translation code="Burnt ear with iron. Burnt other ear calling for
ambulance" codeSystem="2.16.840.1.113883.19.5.2" />
</value>
```

CE CWE atveju:

```
<value code="burn" codeSystem="2.16.840.1.113883.19.5.2">
  <translation code="Burnt ear with iron. Burnt other ear calling for
ambulance" />
</value>
```

Pastaba. *ICD-10* klasifikatorius numato, kad trauma gali būti koduojama ir dviem ligų kodais:

```
<value code="T20.0 X15" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.260"
codeSystemName="ICD-10 Dual Code Expression">
</value>
```

Laukas **veryImportantPersonCode: CE CWE[0..1] < PatientImportance**

Apibūdinimas: Laukas skirtas valdyti svarbių asmenų (politikai, meno veikėjai...) identifikavimui. Kadangi elemento struktūra identiška anksčiau aptartam elementui, tai jo iš naujo nespécifikuojame.

Person esybės 23 pav. laukų analizę pradėdame **name:<BAG>PN[1..*]** atributu.

```
Person
classCode*: = "PSN"
determinerCode*: = "INSTANCE"
name*: BAG<PN> [1..*]
telecom: BAG<TEL> [0..*]
administrativeGenderCode: CE CWE [0..1] < AdministrativeGender
birthTime: TS [1..1]
deceasedInd: BL [0..1]
deceasedTime: TS [0..1]
multipleBirthInd: BL [0..1]
multipleBirthOrderNumber: INT [0..1]
addr: BAG<AD> [0..*]
maritalStatusCode: CE CWE [0..1] < MaritalStatus
religiousAffiliationCode: CE CWE [0..1] < ReligiousAffiliation
raceCode: SET<CE> CWE [0..*] < Race
ethnicGroupCode: SET<CE> CWE [0..*] < Ethnicity
```

23 pav. *Asmens esybės UML klasė*

BAG elementas apibrėžiamas tikras nesurikiuotų elementų rinkinys, kur bet kuris elementas gali pasikartoti. Nuo 2.3 versijos pradėtas naudoti išplėstas duomenų tipas XPN. Trečioje versijoje šiam tipui nenurodoma griežta struktūra – ją galima pasirinkti tokią, kokia reikalinga konkrečiu atveju. Taigi šiuo atveju siūloma tokia PN atributo realizacija (11 lentelė).

Lentelė Nr.11 HL7 v2.3.1 versija grįsta PN atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
given name	ST	ne	Vardas
middle initial or name	ST	ne	Antras vardas
family name	ST	taip	Pavarde
name type code	ID	taip	Vardo tipo identifikatorius. Pildoma iš HL7 0200 lentelės. Trečioje versijoje šio atributo reikšmės persidengia su <i>use</i> atributu..
name representation code	ID	ne	Nurodoma, kaip traktuoti nurodytą informaciją. Asmenvardis gali būti išsaugotas trimis būdais: ideograma, alfabetiniais rašmenimis ar tiesiog rašoma, kaip girdima – fonetinis. Šie tipai imami iš HL7 4000 lentelės. Trečioje versijoje šio atributo reikšmės persidengia su <i>use</i> atributu..

Trečioje versijoje PN atributas specializuojamas EN (Entity Name) atributu. EN atributo specifikacija pateikiama 12 lentelėje.

Lentelė Nr.12 HL7 v3 PN atributo specifikacija panaudojant EN elementą

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
use	SET<CS>	taip	Identifikuoja, kuri asmenvardį patartina naudoti pagal esamą situaciją (kuriuo vardu reprezentuoti asmenį).
validTime	IVL<TS>	ne	Data, nuo kada ir iki kada asmens vardas buvo naudojamas.
formatted	ST	ne	Šis elementas reprezentuoja asmenvardį su tinkamai išdėstytais vardu, pavarde ir t.t. Šio elemento duomenų bazėje nesaugosime – būtų sudaromas iš jau turimų atributų.

Antros bei trečios versijos asmenvardžių reprezentavimo tipų apibendrinimą pateikiame 13 lentelėje. Trečia versija apibrėžia kur kas daugiau galimų reprezentacijos reikšmių, tačiau aptariame tik tas, kurios sutampa.

Lentelė Nr.13 HL7 v2 ir v3 asmenvardžio reprezentacijos tipo bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Ideograma	I	IDE
Fonetinis	P	PHON
Alfabetinis	A	ABC

Esant poreikiui, šis susiejimas įstaigos viduje leidžia naudoti asmens vardą ir pavardę originalo kalba, lygiagrečiai su asmens dokumente galimai nurodytu sulietuvintu asmenvardžiu. Taip pat toks vardu tipų išskyrimas tampa aktualiu, kai medicininiai įrenginiai nepalaiko lietuviško alfabeto.

Kaip jau minėta, *use* elementas turi kur kas daugiau galimų reikšmių. Dalį jų susiesime su HL7 4000 lentelės reikšmėmis (14 lentelė):

Lentelė Nr.14 HL7 v2 ir v3 asmenvardžio tipo bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Asmenvardis kokiam nors dokumente, pavyzdžiui vairuotojo pažymėjime. Naudojama kai nesutampa dokumente nurodytas asmenvardis su oficialiu.	D (Display)	C License)
Oficialus asmenvardis.	L (Legal)	L (Legal)
Pseudonimas. Naudojamas kai asmuo save pristato kitu vardu, nei kad nurodyta tapatybe patvirtinančiame dokumente. Toks tipas tinka ir ekstra tyrimų atvejų (kai nėra laiko nustatinėti asmens tapatybę).	A (Alias)	P (Pseudonym)

Kitos *use* elemento reikšmės kaip *I(Indigenous/Tribal)*, *A(Artist/Stage)*, *R(Religious)*, *SRCH(Search)* paliekamos nesusietos, nes tikslių atitikmenų antroje versijoje nėra. Susietų asmenvardžio tipų naudojimo iliustracija pateikiama 15 lentelėje.

Lentelė Nr.15 HL7 v2 ir v3 asmenvardžio pavyzdys

v2	v3
木村^通男^^^^^I~KIMURA^MICHIO^^^^^A	<pre> <name use="IDE"> <family>木村</family> <given>通男</given> </name> <name use="ABC"> <family>KIMURA</family> <given>MICHIO</given> </name> </pre>

Be to, trečia standarto versija gali pateikti kur kas išsamesnę informaciją asmenvardį: neribojamas asmens vardų skaičius (pavyzdyje matome tris).

```

<name>
  <prefix qualifier="AC">Dr. phil. </prefix>
  <given>Regina</given>
  <given>Johanna</given>
  <given>Maria</given>
  <family qualifier="BR">Hochheim</family>
  <family qualifier="SP">Weilenfels</family>
</name>

```

Pavardė su *qualifier* atributo reikšme BR nurodo pavardę, kurią asmuo gavo gimdamas, o SP reikšmė – sutuoktinio pavardė (dabartinė). Kitas aktualus atributo tipas AD nurodo įvaikinimą. Lyginant su antra versija, šie, pavardės gavimo aplinkybes (įvaikinimo atveju gali keistis ir vardas) nurodantys identifikatoriai, imami iš HL7 0200 lentelės. Susiejimo pavyzdys pateikimas 16 lentelėje.

Lentelė Nr.16 HL7 v2 ir v3 asmenvardžio tipo bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Įvaikinimas	C	AD
Gimimo metu	B	BR
Iš sutuoktinio paimta pavardė	S	SP

addr:<BAG>AD[0..*]. Šis tipas taip pat pritaikomas prie Lietuvoje gydymo įstaigose dažniausiai sutinkamo adreso formato: nurodomą savivaldybę, adresą bei nurodoma, kur asmuo gyvena (mieste ar kaime). 17 lentelėje pateikiama v2 XAD atributo specifikacija.

Lentelė Nr.17 HL7 v2.3.1 XAD atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
street address	ST	taip	Gatvės pavadinimas. Šiuo atveju čia saugosime ir rajono gyvenvietės pavadinimą, kai asmuo gyvena ne mieste, o rajone.
city	ST	taip	Miesto pavadinimas. Taip pat čia nurodysime ir rajoną (jei asmuo gyvena kaime)
country	ID	taip	Šalis. Jų pavadinimai ir kodai nurodyti ISO 3166.
address type	ID	taip	Adreso tipas. Šios reikšmės pildomos iš HL7 lentelės 0190

Kur asmuo gyvena – mieste ar kaime, atskirai nesaugome. Tai bus galima nustatyti iš *city* lauko. Jei šio lauko įrašas pasibaigs „raj.“ trumpiniu, vadinasi asmuo gyvena kaime. Toliau 18 lentelėje specifikuojamas v3 AD atributas.

Lentelė Nr.18 HL7 v3 AD atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
use	DSET<CS>	taip	Nurodomas adreso tipas.
useablePeriod	GTS	ne	Laikas, nuo kada ir iki kada adresas yra naudojamas.
isNotOrdered	BL	ne	Ar adreso elementų išdėstymo tvarka žinoma. Mūsų atveju – true. Numatoma tokia tvarka: gatvė, miestas, šalis.
formatted	ST.NT	ne	Šis elementas reprezentuoja adresą su tinkamai išdėstytais jo elementais. Šio elemento duomenų bazėje nesaugosime – būtų sudaromas iš jau turimų atributų.

Adreso tipai tarp skirtingų versijų taip pat susiejami (19 lentelė).

Lentelė Nr.19 HL7 v2 lentelės 0190 ir v3 AD duomenų tipo use elemento bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Laikinas	C	TMP
Pašto	M	PST
Darbo vietos adresas, kuriuo asmens tiesiogiai pasiekti negalima (pavyzdžiui, įstaigos priimamojo adresas)	B	PUB
Darbo vietos adresas, kuriuo asmuo pasiekiamas tiesiogiai.	O	DIR
Namų	H	H

Lentelė Nr. 0190 turi ir daugiau reikšmių, pavyzdžiui kaip L (angl. *legal*). Šio tipo naudojimas nėra išsamiau paaiškinamas. Galima teigti, tai būtų juridinis asmens adresas (registracijos vietos). Skirtumo tarp namų adreso praktiškai nėra, bet jei asmuo gyvena ne oficialiai registruotu adresu, tai tokio adreso tipas gali būti laikinas (v2 – C; v3 – TMP). Siekiant sumažinti klaidų tikimybę, paliekamos tik nesunkiai atskiriamos adreso tipo reikšmės.

Paskutinis iš nagrinėjamų elementų - **telecom:<BAG>TEL[0..*]**. Dalinė v2 XTN duomenų tipo specifikacija, pateikiama 20 lentelėje.

Lentelė Nr.20 HL7 v2.3.1 XTN atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
phone number	NM	ne	Telefono numeris.
Telecommunication use code	ID	taip	Numerio tipas. Šios reikšmės pildomos iš HL7 lentelės 0201
Telecommunication equipment type	ID	ne	Komunikacinės įrangos tipas. Šios reikšmės pildomos iš HL7 lentelės 0202

Antroje versijoje telefono numerio formatas, labiau orientuotas į Jungtinėse Amerikos Valstijose (JAV) naudojamus numerių formatus. Todėl iš visų XTN esamų laukų išskiriame tik bendriausius ir tinkamus mūsų atvejui. Kaip pavyzdį pateikiame pavyzdį:

|234-4532CWEEEKENDS|,

kur 234-4532 lokalus telefono numeris, C simboliu atskiriama papildoma informacija. Šiuo atveju, kad telefonu skambina savaitgalį (angl. weekends). Pilnas numerio formatas nusakomas taip:

[**N**NN] [(999)]999-9999 [X99999] [B99999] [C any text], kur pirmi trys skaičiai nurodo šalies kodą, **X** dalis žymi numerio plėtinį, **B** dalis – pranešimų gaviklio numerį, **C** dalis – papildomai informacijai (komentarui).

Trečios versijos TEL atributas apibūdintas 21 lentelėje. Esminis skirtumas – telefono numeris užrašomas RFC 2396 standartu. Tokiu būdu numerio formatas tampa orientuotas į tarptautinius standartus (antroje versijoje orientuota į JAV).

Lentelė Nr.21 HL7 v3 versijos TEL atributo specifikacija

Pavadinimas	Duomenų tipas	Atributas privalomas	Pastabos
scheme	CS	ne	Schemos tipas, kuria naudojant užrašomas numeris.
address	ST	ne	Numeris, kuris formatuojamas taip, kaip reikalauja <i>scheme</i> lauke nurodytas formatas. Šis laukas nebūtinai saugo telefono numerį.
literal	ST	taip	RFC 2396 standarte užrašytas telefono numeris. Pati svarbiausia taisyklė, jog jis turi būti tarptautinis.
useablePeriod	GTS	ne	Laikas, nuo kada ir iki kada telefonu galima susieskti su žmogumi.
use	DSET<CS>	taip	Laisvai parenkamas string tipų rinkinys, išreikiantis adreso tipą.

literal atributo duomenų formato apibrėžimas, kuris iliustruoja, RFC 2396 standarte numatytą telefono numerio formatą:

```
protected type TelephoneURL specializes URL {
  literal ST {
    URL : /(tel)|(fax)/ ":" address
    ST address : "+" phoneDigits
    ST phoneDigits : digitOrSeparator phoneDigits
                | digitOrSeparator
    ST digitOrSeparator : digit
                    | separator;
    ST digit : /[0..9]/;
    ST separator : /[( ) . -]/;
  };
};
```

Pavyzdys: "tel:+13176307960" ir "tel:+1(317)630-7960" abu reiškia tą patį telefono numerį. Antroje standarto versijoje *phone number* lauke galima saugoti tik skaitmenis, todėl numatomas tik 13176307960 numerio saugojimas. + simbolis nurodys, kad numeris globalus, o antroje versijoje nėra galimybės to nurodyti. Šią problemą galime spręsti tiesiog priimdami, kad visi numeriai turi vedami kaip globalūs.

Telefono numerio tipų (22 lentelė) bei komunikacijos priemonių tipų (23 lentelė) pateikiami žemiau.

Lentelė Nr.22 HL7 v2 table 0201 ir v3 use tipo bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Namų asmeninis telefono numeris, pvz., mobiliojo telefono.	PRN	HP
Bendras namų numeris (kai žmogus neturi asmeninio telefono).	ORN	H
Darbo metu naudojamas numeris.	WPN	WP
Atostogų metu naudojamas numeris.	VHN	HV
Automatonio atsakiklio numeris.	ASN	AS
Nenumatyto blogiausio atvejo numeris.	EMR	EC
Pranešimų gaviklio numeris	BPN	PG

Lentelė Nr.23 HL7 v2 table 0202 ir v3 scheme tipo bendros reikšmės

Reikšmė	v2 žymėjimas	v3 žymėjimas
Telefonas	PH	tel
Faksas	FX	fax

Išnagrinėję esminius paciento unikalios identifikatoriaus principus bei asmens duomenų saugojimo principus, toliau galime apibendrintai išskirti duomenų esybių tipus, kurie būtų realizuoti duomenų bazėje. Kaip esybių sudarymo pavyzdžiui, apsiribosime dviem esybėmis – *Patient* bei *Person*.

2.14. Rizikos faktorių analizė

Technologijos pasirinkimas:

Šiuo metu naudojama Microsoft programinė įranga: IIS 6.0, SQL server, programuojama su ASP, duomenų bazė Microsoft SQL. Tačiau vis daugiau kalbama apie migravimą į atviro kodo technologijas: JAVA, PostgreSQL,. Šis poreikis kyla dėl lėšų taupymo. KDP jau vykdomi šių technologijos integracijos bandymai: pagrindinė platforma lieka Microsoft platforma, JAVA platformoje kuriamos formos įkeliamos naudojant HTML <iframe> atributą. Čia kyla grėsmė saugumui, nes gali paaiškėti, kad tok integravimas netenkina galimai naujai atsiradusių saugomo reikalavimų.

Besivystantys vartotojų reikalavimai:

Sukūrus (baigiant kurti) gali paaiškėti, kad realizuotoms funkcijoms nepakanka funkcionalumo: gali pasikeisti norminiuose teisės aktuose išdėstyti reikalavimai. Šio dalyko išvengti nepavyks, sistemą reikės pritaikyti prie naujų reikalavimų.

Žemas produktyvumas:

Sukūrus sistemos modelį gali paaiškėti, kad jo realizacijai reikia daugiau laiko nei planuota. Taip pat sunku nuspėti laiką, reikalingą, gerosios praktikos taikymui, programuojant su *DICOM* ar *HL7* standartu suderinamą sistemą.

2.15. Rezultato kokybės kriterijai

1. Teisingas programos funkcionavimas (pagal specifikaciją, standartus);
2. Patogi vartotojo sąsaja: sumažintas formose vartotojo užpildomų laukų kiekis;
3. Griežta paciento duomenų kontrolė – vartotojui rodomi tik tie duomenys, kurie būtini atlikti tam tikrai paslaugai.

2.16. Analizės išvados

1. Nustatėme tyrimo objekto pagrindinę problemą: *DICOM* ir *HL7* metamodelių sąveikos modelio realizaciją;
2. Specifikavome esamos sistemos probleminę dalį: nėra paciento ir asmens esybių;
3. Išanalizavome galimus teorinius *HIS* ir *RIS* integracijos modelius bei iš jų pritaikėme KDP integruojamoms sistemoms. Pasirinktas II tipo integracijos modelis - Medicininio prietaiso integravimas per laboranto darbo vietą;
4. Paciento identifikatorių nebuvimo problemai spręsti pasirinktas *IHE PIX* modelis. paanalizuota jo realizacija ir nustatyta, kad pastarojo modelio realizacija netenkina reikalavimų duomenims.
5. Apibrėžti naujo kuriamo *IHE PIX* modelio principai. Esminis siekis (ir privalumas) *HL7* antros ir trečios standarto versijos duomenų suderinamumas duomenų bazės lygyje.
6. Aptarėme rizikos faktorius: pagrindiniai faktoriai - žemas produktyvumas, pasikeitę norminiuose teisės aktuose apibrėžti reikalavimai;

Lentelė Nr.24 Panaudojimo atvejo „Tvarkyti DICOM worklist” specifikacija

PA „Tvarkyti DICOM Worklist“	
Tikslas. Apibendrintai pavaizduoti DICOM worklist sukūrimo ir naikinimo PA	
Aprašymas. Šis PA apima DICOM worklist sukūrimą ir naikinimą	
<i>Prieš sąlyga</i>	
Aktorius	Laborantas
Sužadinimo sąlyga	Vartotojas nori modifikuoti <i>DICOM worklist</i>
Veiklos taisyklė	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA
	Apima PA
	Specializuoja PA
Pagrindinis įvykių srautas	
1. Vartotojas nori įrašyti pacientą	Sistema įvykdo PA „Tvarkyti DICOM worklist“ ir pereina į 2 žingsnį
2. Vartotojas nori naikinti pacientą	Sistema įvykdo PA „Tvarkyti DICOM worklist“ ir pereina į 3 žingsnį
3. Vartotojas nori patikrinti paciento ir tyrimo informaciją.	Sistema įvykdo PA „Patikrinti tyrimo informaciją“ ir pereina į 4 žingsnį
4. Sistema baigia PA	
<i>Po sąlyga:</i>	
Modifikuotas <i>DICOM worklist</i>	
Alternatyvūs scenarijai	

Lentelė Nr.25 Panaudojimo atvejo „Atnaujinti DICOM Worklist ” specifikacija

PA „Atnaujinti DICOM Worklist“	
Tikslas. Apibendrintai pavaizduoti Registruoti atnaujintą DICOM Worklist PA	
Aprašymas. PA apima DICOM Worklist atnaujinimo registravimą	
<i>Prieš sąlyga</i>	
Aktorius	<i>PACS</i>
Sužadinimo sąlyga	<i>PACS</i> praneša apie atnaujintą <i>DICOM worklist</i>
Veiklos taisyklė	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA
	Apima PA
	Specializuoja PA
Pagrindinis įvykių srautas	
1. gaunamas pranešimas iš PACS apie atliktą operaciją	Sistema pereina į 2 žingsnį
2. Atnaujintas worklist saugomas duomenų bazėje	Sistema pereina į 3 žingsnį
3. Sistema baigia PA	
<i>Po sąlyga:</i>	
Sistemoje pažymima, kad pacientui tyrimas atliktas ir vaizdas prieinamas peržiūrai.	
Alternatyvūs scenarijai	

Lentelė Nr.26 Panaudojimo atvejo „Įrašyti diagnozę“ specifikacija

PA „Įrašyti diagnozę“	
Tikslas. Apibendrintai pavaizduoti „Įrašyti diagnozę“ PA	
Aprašymas. PA apima tyrimo rezultatų (išvadų) įvedimą.	
<i>Prieš</i> sąlyga	Tyrimo vaizdas patalpintas į PACS
Aktorius	Radiologas
Sužadinimo sąlyga	Radiologas nori įrašyti diagnozę
Veiklos taisyklė	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA
	Apima PA
	Specializuoja PA
Pagrindinis įvykių srautas	
1. Pasirenkamas pacientas	Sistema pereina į 2 žingsnį
2. Parodomas tyrimo vaizdas	Sistema pereina į 3 žingsnį
3. Rašoma diagnozė	Sistema pereina į 4 žingsnį
4. Sistema baigia PA	
<i>Po</i> sąlyga:	Įrašyta diagnozė
Alternatyvūs scenarijai	

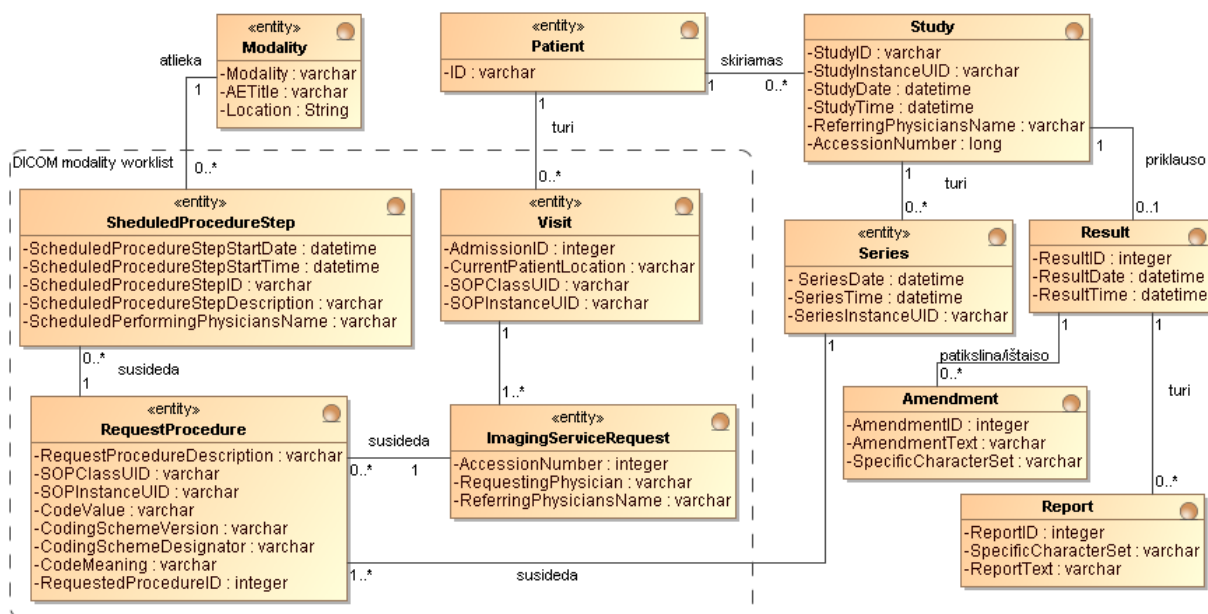
Lentelė Nr.27 Panaudojimo atvejo „Siūsti pacientą radiologiniam tyrimui“ specifikacija

PA „Siūsti pacientą radiologiniam tyrimui“	
Tikslas. Apibendrintai pavaizduoti „Siūsti pacientą radiologiniam tyrimui“ PA	
Aprašymas. Šeimos gydytojas siūčia pacientą radiologiniam tyrimui	
<i>Prieš</i> sąlyga	Pacientas duomenys įvesti į PIX modulio duomenų bazę.
Aktorius	Siunčiantis gydytojas
Sužadinimo sąlyga	Gydytojo siuntimas paslaugai
Veiklos taisyklė	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA
	Apima PA
	Specializuoja PA
Pagrindinis įvykių srautas	
1. Atsidaromas siuntimo langas	Sistema pereina į 2 žingsnį
2. Užpildoma siuntimo forma	Sistema pereina į 3 žingsnį
3. Užregistruojamas tyrimas	Sistema pereina į 4 žingsnį
4. Sistema baigia PA	
<i>Po</i> sąlyga:	Pacientui išrašytas siuntimas (užsakytas radiologinis tyrimas).
Alternatyvūs scenarijai	

IHE PIX modulio reikalavimai išreikiami 2.13 skyriuje (nefunkciniai reikalavimai). Šį modulį numatyta realizuoti kaip duomenų bazę.

3.2. Dalykinės srities modelis

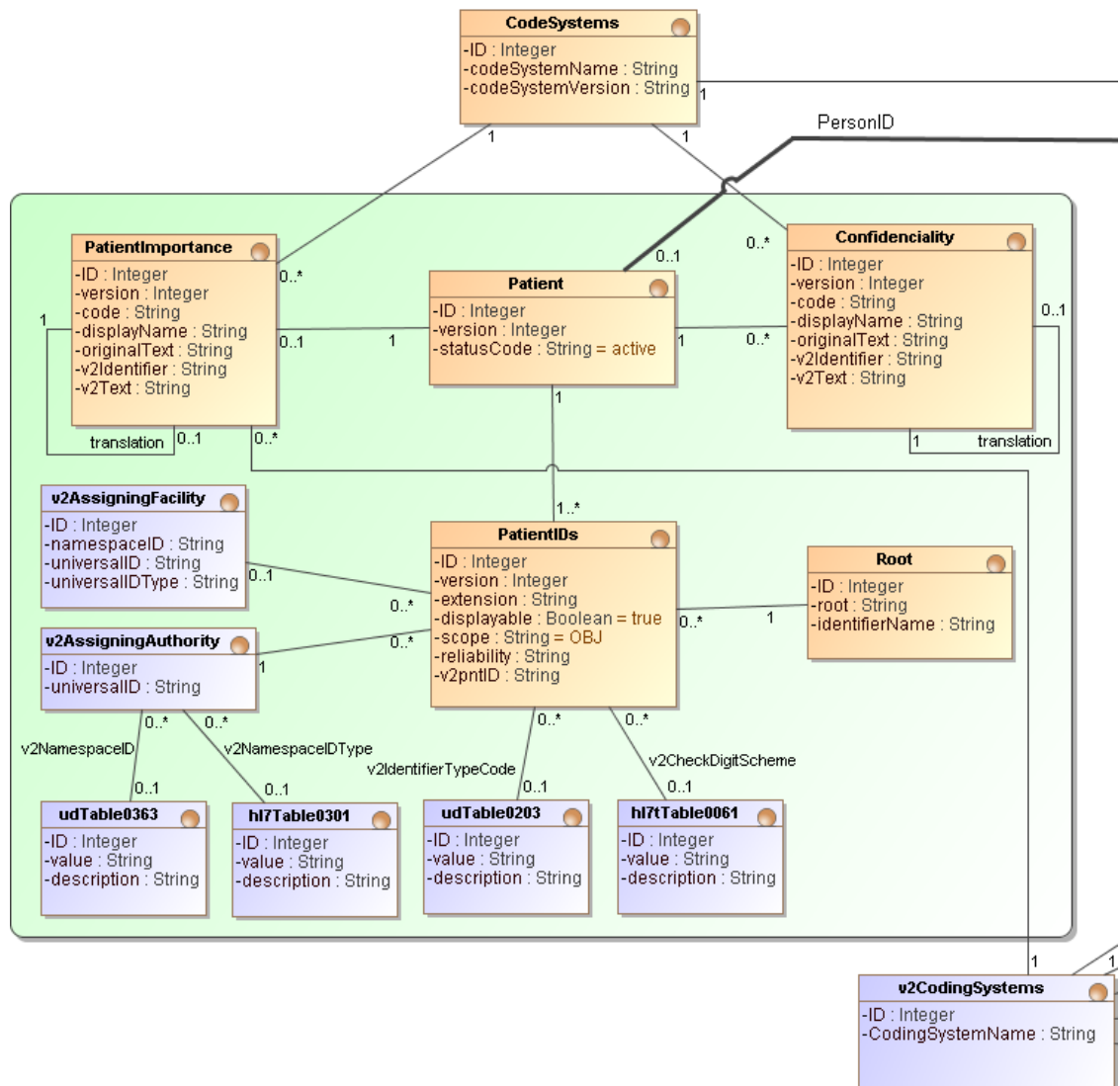
Dalykinę sritį sudarys du modeliai *DICOM Worklist* saugojimui ir valdymui iš *HIS* pusės bei *PIX* modelis, skirtas pacientų identifikatorių saugojimui.



25 pav. *DICOM Worklist* valdymo ir saugojimo esybių klasių modelis

Pacientas įtraukimas į vizito esybę, kai jam paskiriamas radiologinis tyrimas. Matome, kad *Visit* esybė sieja pacientą ir jam paskirto tyrimo esybę. Šiuo atveju paciento esybė turi tik ID atributą, kadangi visą kitą informaciją apie pacientą saugos *PIX* modelis. Be to, modelis skirtas ir tyrimo rezultatų saugojimui (esybė *Report*). Apibendrintai galime pasakyti, kad tai dviejų *DICOM* objektų, dalies vaizdinio tyrimo esybių ir *Work List* esybių, samplaika.

PIX esybių modelis sudėtingesnis. Jis pateikimas dviejomis diagramomis 26 pav. ir 27 pav. Antros versijos duomenų esybių pavadinimai pradedami v2 santrumpa. *HL7 table* pavadinimai šios santrumpos neturi, kadangi pastarosios lentelės būdingos tik antrai versijai. Kaip minėta analizės dalyje, nagrinėsime tik dvi esybes iš *PIX* pateikiamo modelio – paciento ir asmens.



26 pav. PIX HL7 v2 ir v3 paciento identifikatorių esybių klasių modelis

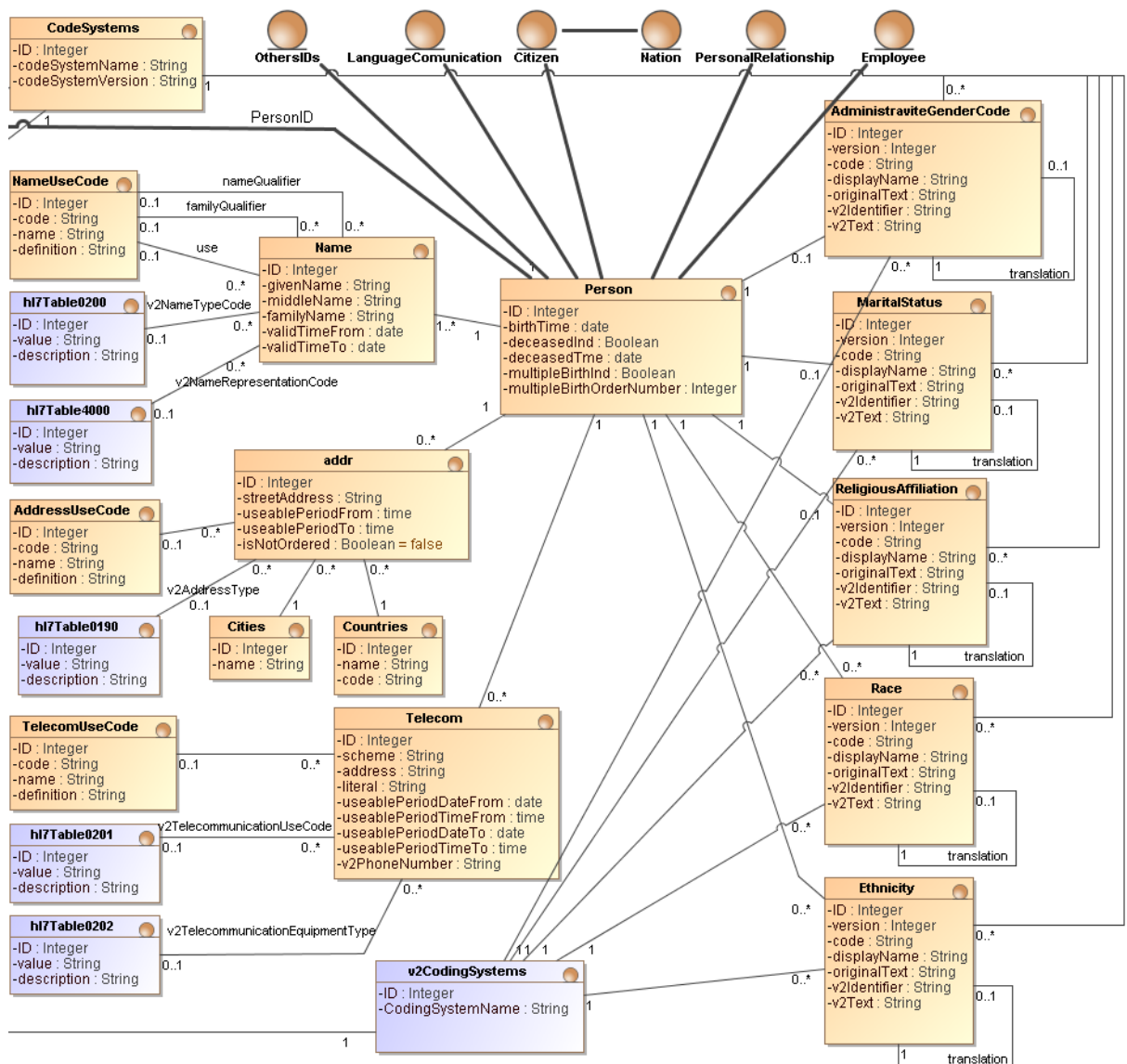
PatientIDs esybėje matome displayable ir scope laukus, kurie turi numatytąsias reikšmes. Confidentiality esybė turi ryšį, rodantį į ta pačią esybę. Taip siekiama įgyvendinti HL7 v3 standarte pateiktą reikalavimą, kad vienas įrašas gali būti paaiškinamas kitu įrašu iš tos pačios lentelės. HL7 v3 naudojimo pavyzdys:

```

<value nullFlavor="OTH" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.3">
  <originalText value=""/>
  <translation code="Burnt ear with iron. Burnt other ear calling for ambulance" codeSystem="2.16.840.1.113883.19.5.2" />
</value>

```

Norint suformuoti tokį duomenų rinkinį, būtų panaudojami du įrašai: pirmasis translation atribute turėtų antrojo elemento ID, kuris ir paaiškintų pirmąjį įrašą.



27 pav. PIX HL7 v2 ir v3 asmens esybių klasių modelis

Asmens esybėje galime pastebėti likusias PIX modeliu specifikuojamas esybes: *OthersIDs*, *LanguageCommunication*, *Citizen*, *Nation*, *PersonalRelationship*, *Employee*. Tačiau pastarųjų nespacificuosime.

3.3. Reikalavimų apibendrinimas

Šioje dalyje išskyrėme kompiuterizuojamos sistemos panaudos atvejus. Prioritetą skyrėme „Siųsti pacientą radiologiniam tyrimui“ PA, kadangi tai esminis integracijos aspektas – pateikti darbų sąrašą medicininiam įrenginiui.

Išskyrėme du dalykinės srities modelius. Pirmasis apibrėžia darbų sąrašo ir tyrimo rezultato saugojimo duomenų struktūrą. Antrasis modelis remiasi *IHE PIX* modelio reikalavimais. Dėl modelio apimties jis vaizduojama dvejomis diagramomis (dvi esminės esybės ir po vieną kiekvienoje diagramoje).

Darbų sąrašo esybėje vaizduojama paciento esybė, tačiau tik dėl modelio aiškumo. Paciento identifikatorius bus gaunamas iš *PIX* modelio, kuriame bus saugomi *RIS* naudojimui skirti identifikatoriai. Šiuo atveju galėsime gana paprastai aprašyti jau esamus *RIS* pacientams naudojamus ID (asmens kodas), o esant poreikiui, dėl asmens duomenų apsaugos, juos būtų galima pakeisti. Šiuo klausimu reikalingas detalesnis tyrimas kaip tai padaryti, tačiau kaip priminį pasiūlymą būtų galima pateikti tokį sprendimą: asmens kodas, keičiamas į naują identifikatorių, o jau esamas paciento identifikatorius *PACS*, būtų pakeičiamas *HL7-ADT* žinute.

4. KDP IS integracijos projektas

4.1. Integracijos modelio pagrindimas

Kuriamos sistemos tikslas – integruoti KDP *HIS* ir *RIS* sistemas. Kaip tai padaryti iš teorinės pusės aptarta analizės dalyje. Todėl šioje akcentuosime, kaip tai įgyvendinti praktikoje. Žvelgiant iš *HIS* pusės, kuriama sistema savo apimtimi nedidelė, tačiau vien jau esybių klasių modeliai specifikuoti 3.2 skyriuje gana sudėtingi ir platūs.

Sistema projektuojama laikantis trijų lygių architektūros. Tai paprasta ir gerai žinoma (specifikuota) programinės įrangos architektūra, leidžianti resursų paskirstymą: duomenų bazė (ės) ir veiklos paslaugos (apdoroja duomenis) gali veikti skirtinguose serveriuose. Toliau detalizuosime kiekvieną lygį atskirai, parodant jame esančias klases. Be to, ši architektūra leis lengvai taikyti evoliucinį projekto gyvavimo ciklą, įvertinant tikimybę, kad galimai gali pasikeisti pradiniai reikalavimai.

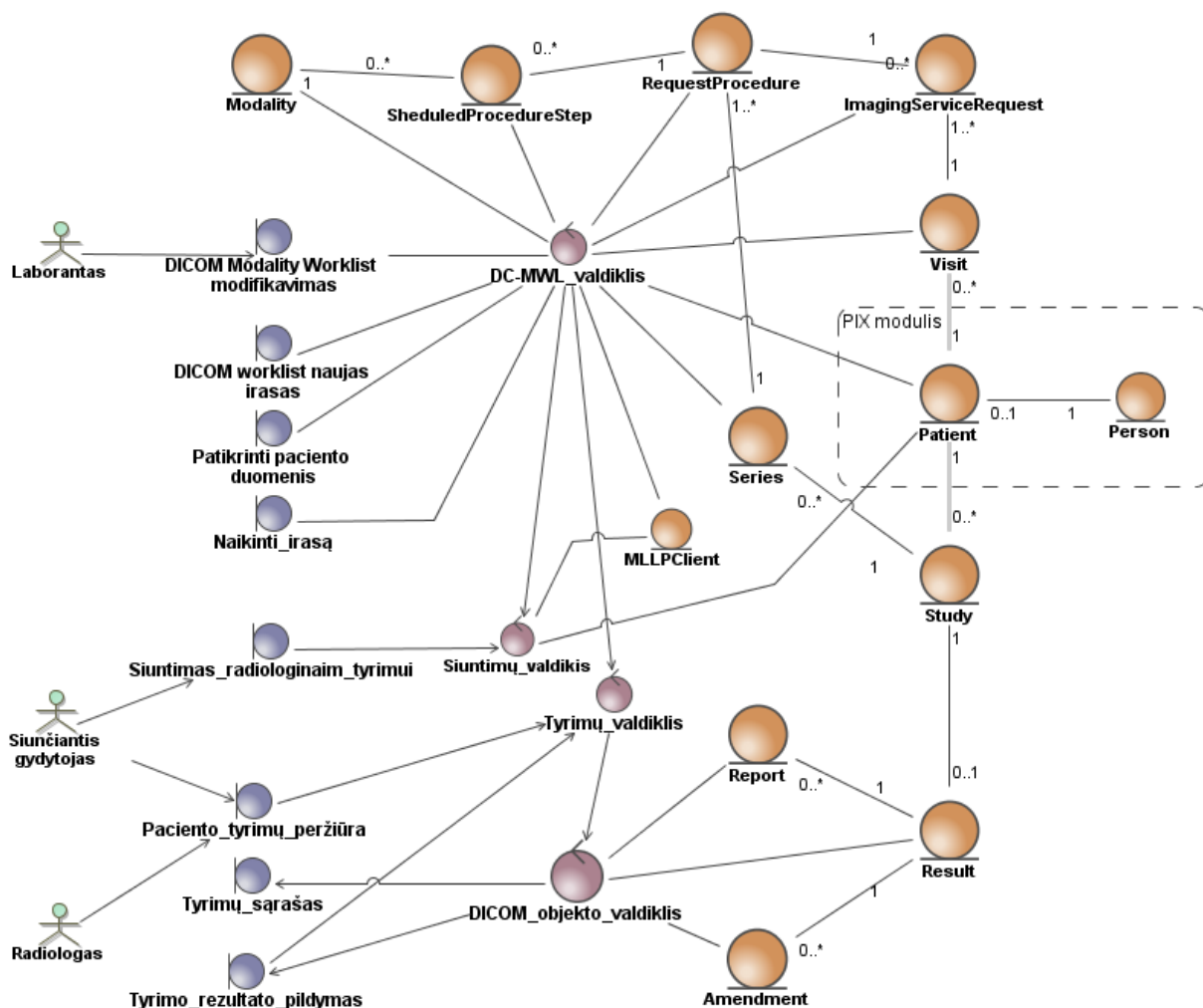
4.2. Sistemos architektūra

Bendros sistemos schemas, apimančios visus tris lygius su juose esančiomis klasėmis, nepateiksime. Nes pastaroji schema iš esmės dubliuotą robaistiškumo diagramą, pavaizduotą 4.2.1 skyriuje.

Kiekvienas lygis turi savo specifines klases. Vartotojo paslaugų sluoksnis (lygis) apima tas klases, kuriose vartotojui pateikiamas reikalingas funkcionalumas (mygtukai, lentelės duomenų atvaizdavimui ir pan.). Veiklos paslaugų lygis pateikia vartotojo atliekamų veiksmų apdorojimo mechanizmą. Šio lygio klasės yra tarpininkės tarp vartotojo paslaugų (vartotojo sąsaja) ir duomenų paslaugų. Toliau specifikuosime kiekvieną sistemos lygį atskirai.

4.2.1. Reikalavimų analizė

Remdamiesi reikalavimų specifikacija ir jų analize, išskiriame reikalingas klases ir jas suskirstome į vartotojo, veiklos ir duomenų lygius (28 pav.).



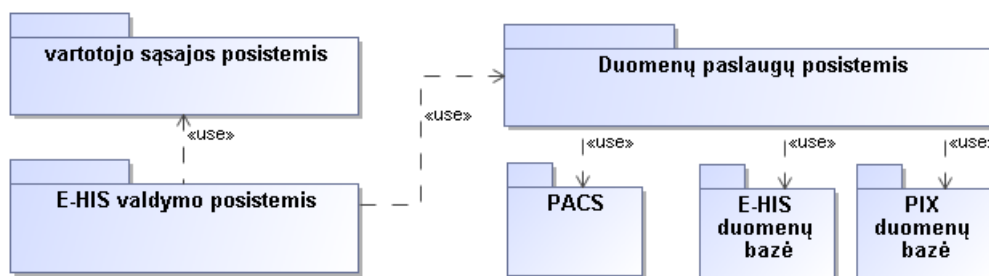
28 pav. Robastiškumo diagrama pavaizduotas abstraktus vartotojo sąsajos, kontrolierių bei duomenų sąryšis

Pastebime, kad esybės RequestProcedure ir Series susijusios privalomu 1..1* ryšiu. Taip išlaikomas duomenų vientisumas: Series esybė apjungia visus per tyrimą(-us, kai jie sudėtiniai) atliktus vaizdus. Jų apjungimas į vieną lentelę nerekomenduojamas, kadangi jos identifikuoja pakankamai skirtingus objektus, kuriuos kiekvieną galime nagrinėti atskirai.

Patient ir Person esybės išskirtos į PIX modulį (duomenų bazę). Dėl esybių gausos, specifikuojančių pastarąsias dvi, atvaizduojame tik pagrindines – Patient, Person. Patient esybė susijusi ir su Visit bei Study, tačiau toks sąryšio pažymėjimas (pilkas) indikuoja, apie loginį sąryšį: Visit ir Study esybės turės tam tikra paciento identifikatorių iš PIX modulio.

4.2.2. Loginė sistemos architektūra

Loginės architektūros schema pateikiama 29 paveiksle.

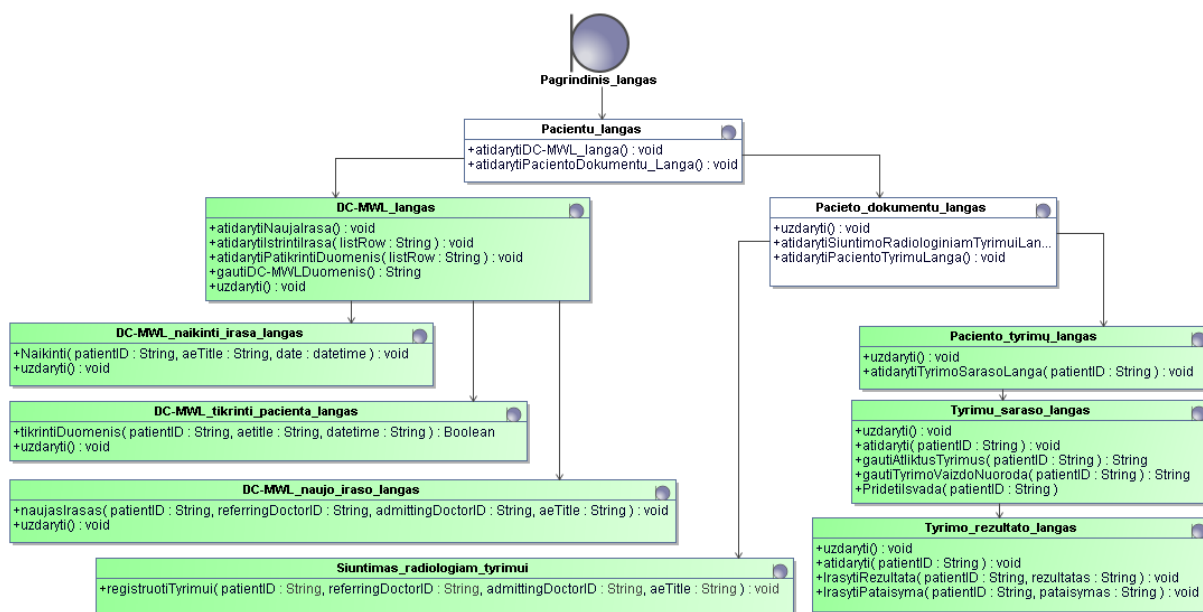


29 pav. Sistemos architektūros modelis

Pastebime, kad architektūrinis modelis atitinka trijų lygių architektūros modelį. Detaliau išskirti loginių komponentų šiuo atveju netikslinga.

4.2.3. Vartotojo paslaugos

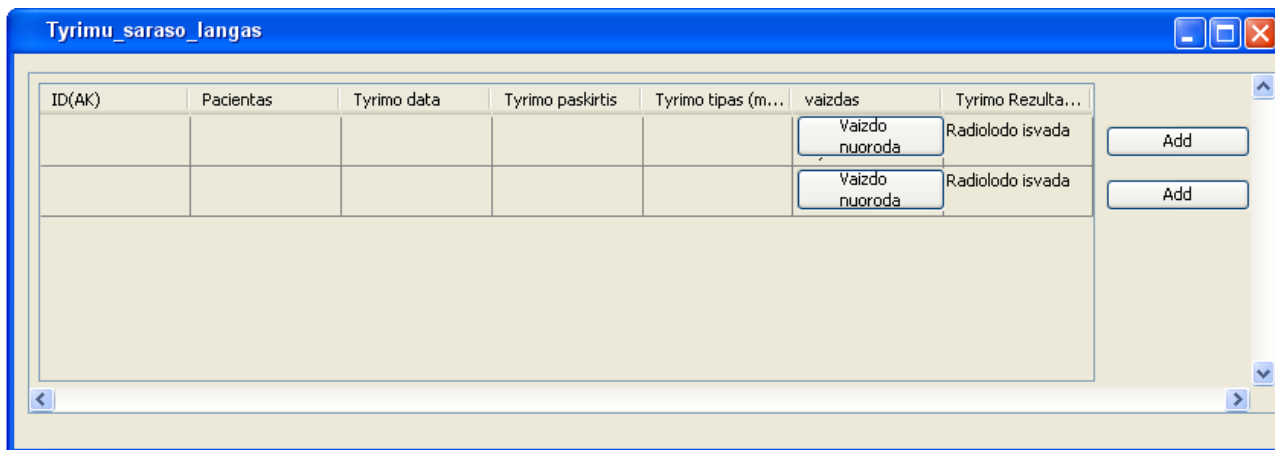
Vartotojo paslaugų skyriuje pateiksime vartotojo navigacijos planą (30 pav.) bei pavyzdinę lango formą.



30 pav. Vartotojo paslaugų diagrama

Pagrindinio lango klasė nedetalizuota, kadangi jame jokių papildomų funkcijų realizuoti nenumatoma. Navigavimo sąsajoje neišskiriami atskirų vartotojų tipų matomi langai, o parodomas bendras numatomų sukurti *E-HIS* bei jau *HIS* esamų langų (jų funkcionalumas bus praplėstas) išdėstymas. Esami *HIS* sistemos langai pavaizduoti baltame fone.

31 paveiksle parodytas lango „Tyrimo sąrašo lango“ maketas.

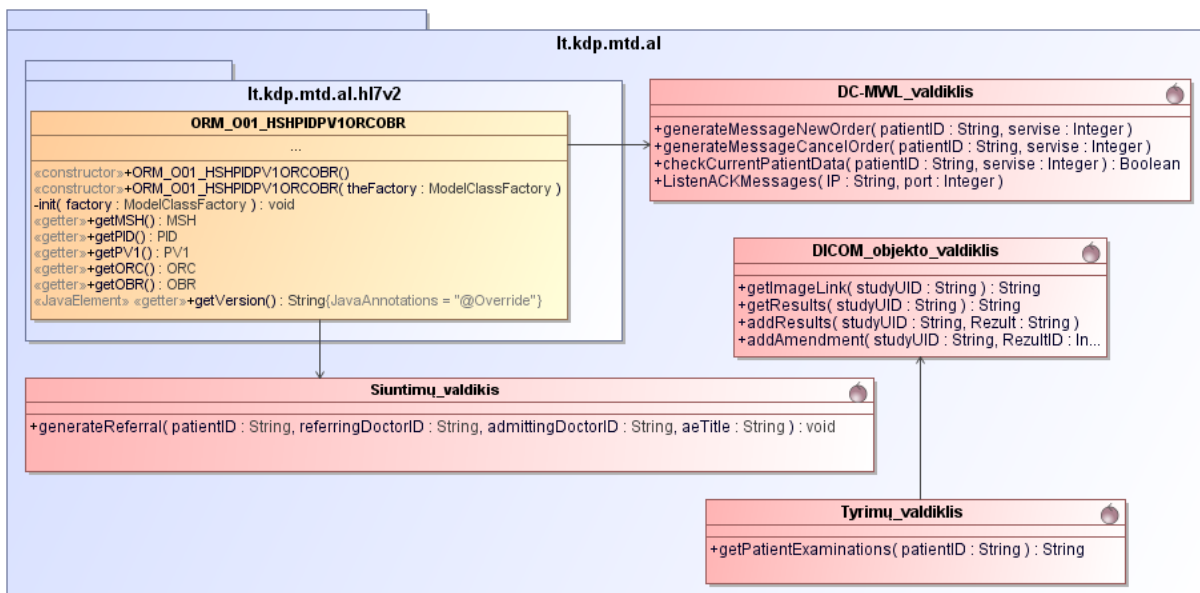


31 pav. Pacientui atliktų tyrimų sąrašo pavyzdinė forma

Mygtukais „Vaizdo nuoroda“ į tarpinę atmintį (angl. *clipboard*) būtų nukopijuojama atlikto tyrimo nuoroda į vaizdą, kurį bus galima atsidaryti su PACS klientu (klientas galės būti pasirinkamas pagal lauką „Tyrimo tipas“). Mygtukas „Add“ atvertų langą, kuriame būtų įrašoma diagnozė (išvada).

4.2.4. Veiklos paslaugos

Veiklos paslaugos – tai tarpininkas tarp vartotojo sąsajos bei duomenų. Jas galime specifiuoti detalčiau, suskirstant klases į paketus. Veiklos paslaugos realizuojamos `It.kdp.mtd.al` pakete.



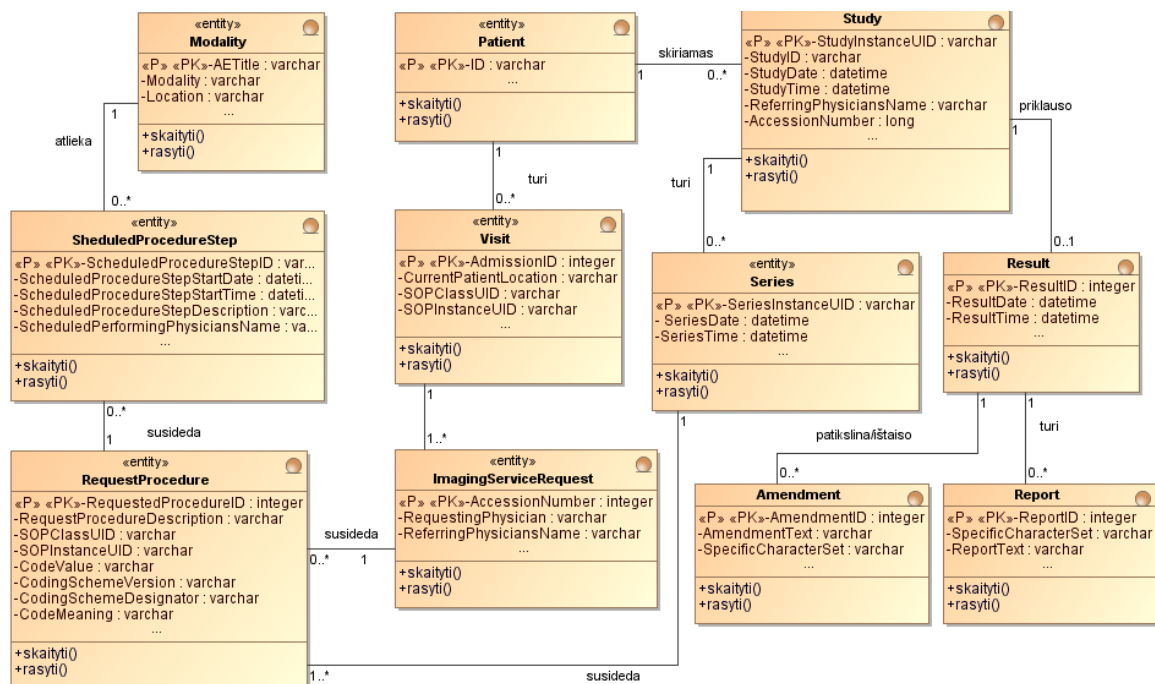
32 pav. Veiklos paslaugų diagrama

Klasė `ORM_001_HSHPIDPV1ORCOBR` sukurta pasinaudojant HAPI bibliotekos teikiamomis duomenų struktūromis: MSH, PID, PV1, ORC, OBR.

4.2.5. Duomenų paslaugos

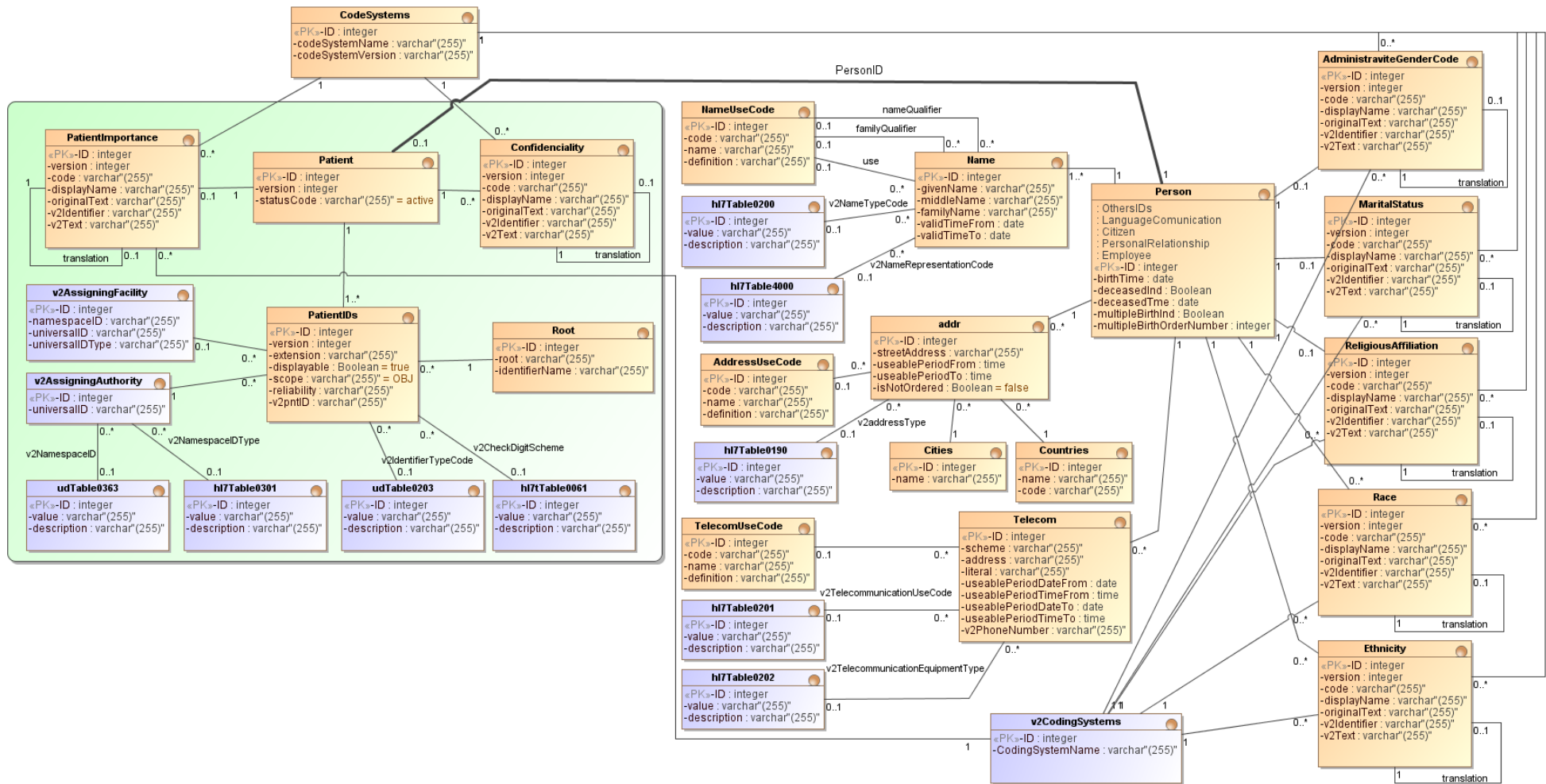
Šios klasės tiesiogiai bendraus su duomenų baze. Klasių parametrus pridėti jų objektų unikalumą nurodantys atributų stereotipai (<<P>>). Taip pat dėl duomenų bazės schemas gavimo ypatybių, papildomai nurodomas ir <<PK>> stereotipas (jis žymi būsimo lentelės pirminį identifikatorių).

Kaip ir dalykinio srities modelio atveju, duomenų paslaugas specifikuosime *E-HIS* (33 pav.) ir *PIX* (34 pav.) moduliui.



33 pav. *E-HIS* duomenų paslaugų diagrama

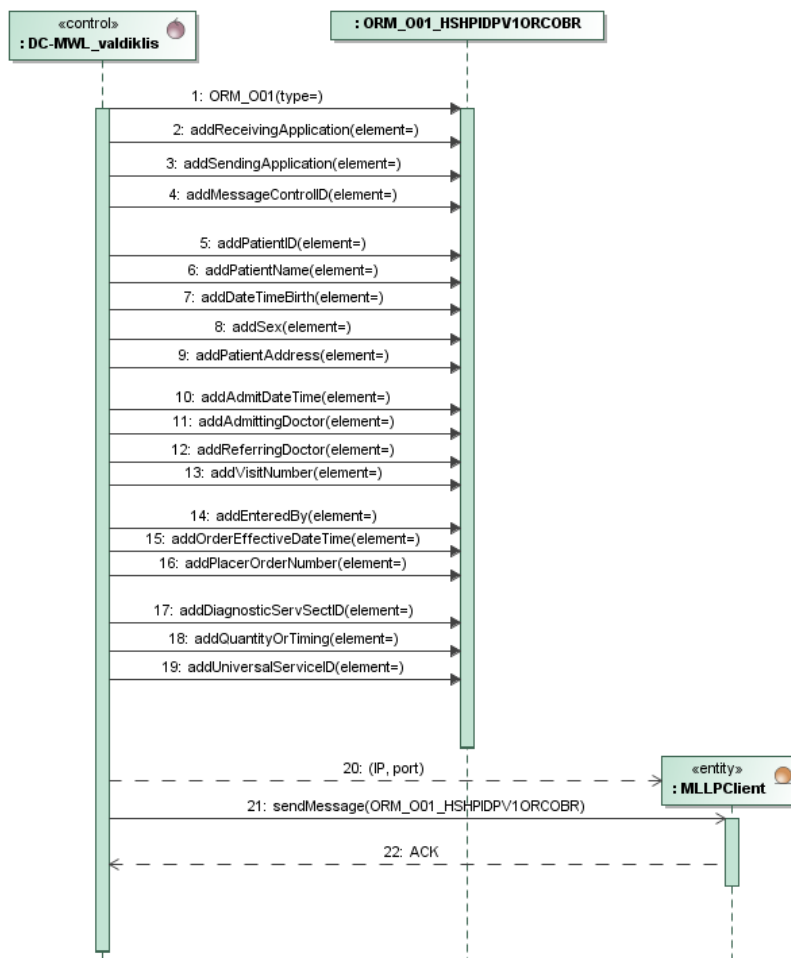
PIX modelyje klasėse neberodome standartinių skaityti(), rašyti() operacijų (vietos taupymo sumetimais).



34 pav. PIX duomenų paslaugų diagrama; kiekviena klasė turi skaityti(), rašyti() metodus (vietos taupymo sumetimais nerodomi)

4.3. Naujo įrašo į DICOM Worklist elgsenos modelis

Pateiksime panaudos atvejo „Įrašyti naują (kai pacientas tariasi pats)“ realizacijos sekų diagramą. Pirmiausia pateiksime *HL7-ORM* žinutės sukūrimo sekos diagramą (35 pav.).

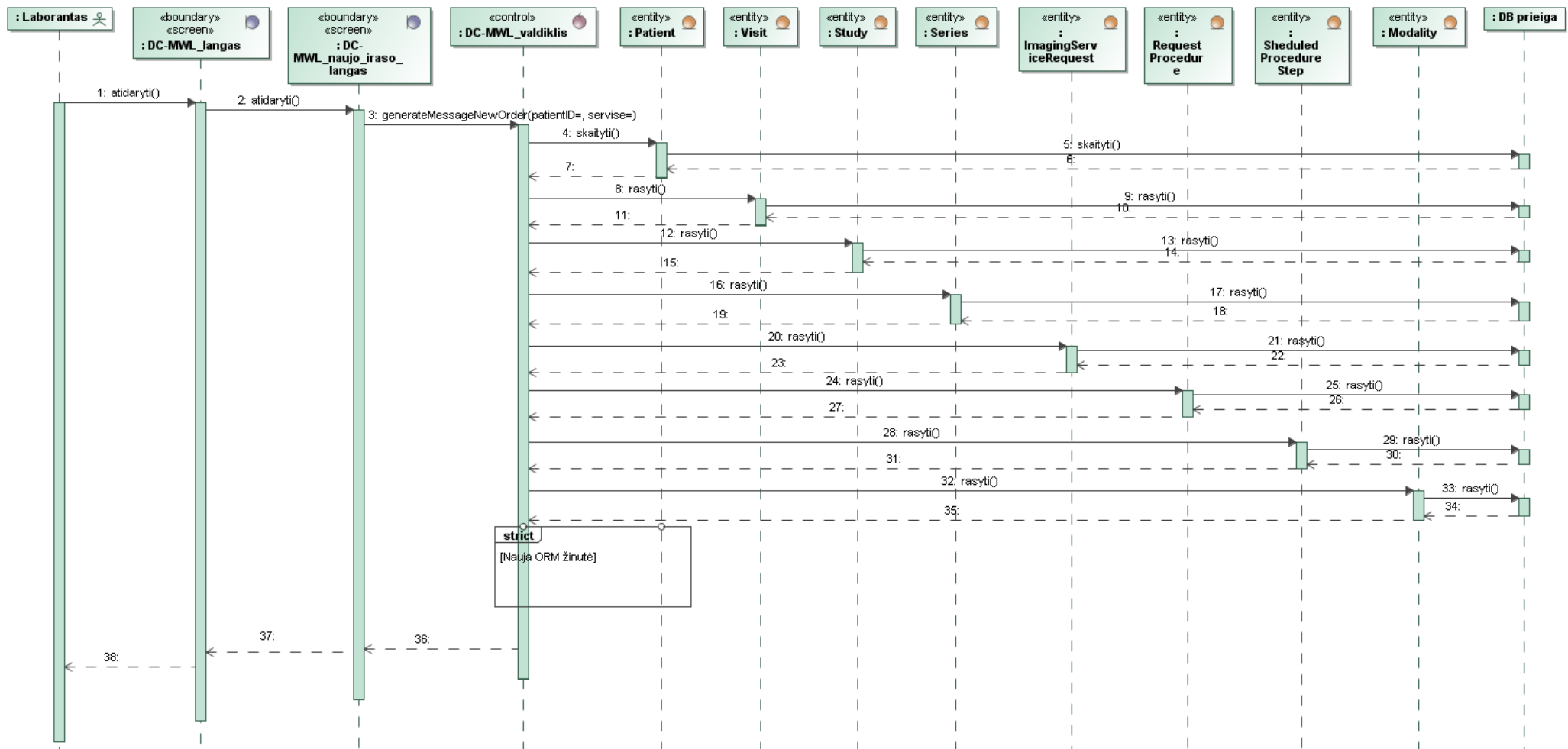


35 pav. „Nauja ORM žinutė“ sekų diagrama

Šiai žinutei perduoti į *PACS* naudojamas specifinis MLLP protokolas. Jį įgyvendina HAPI biblioteka. *PACS* kliento klasę iškeliamo į duomenų paslaugas, kadangi tai klasė, kuri naudojama komunikacijai su tam tikru duomenų šaltiniu (*PACS* mamografui teikia darbų sąrašą) – panašiai kaip ir likusių duomenų esybių atveju, kai jos komunikuoja su duomenų bazės serveriu.

Ši, *ORM* žinutės sudarymo seką vaizduojanti diagrama, būtų iš esmės analogiška ir siuntimo radiologiniam tyrimui atlikti atveju. Tik vietoje *DC-MWL_valdiklio* būtų *Siuntimų_valdiklis* klasė.

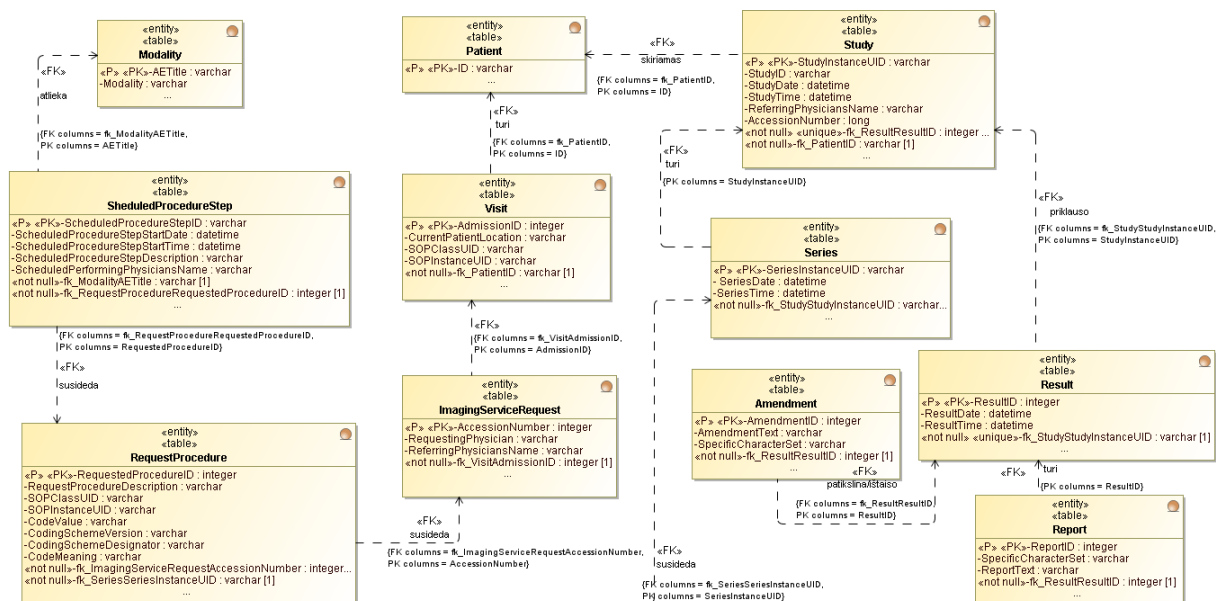
Toliau (36 pav.) pateiksime likusią sekų diagramą, kuri parodo, kaip prieinama iki jau aptartos *ORM* žinutės sudarymo.



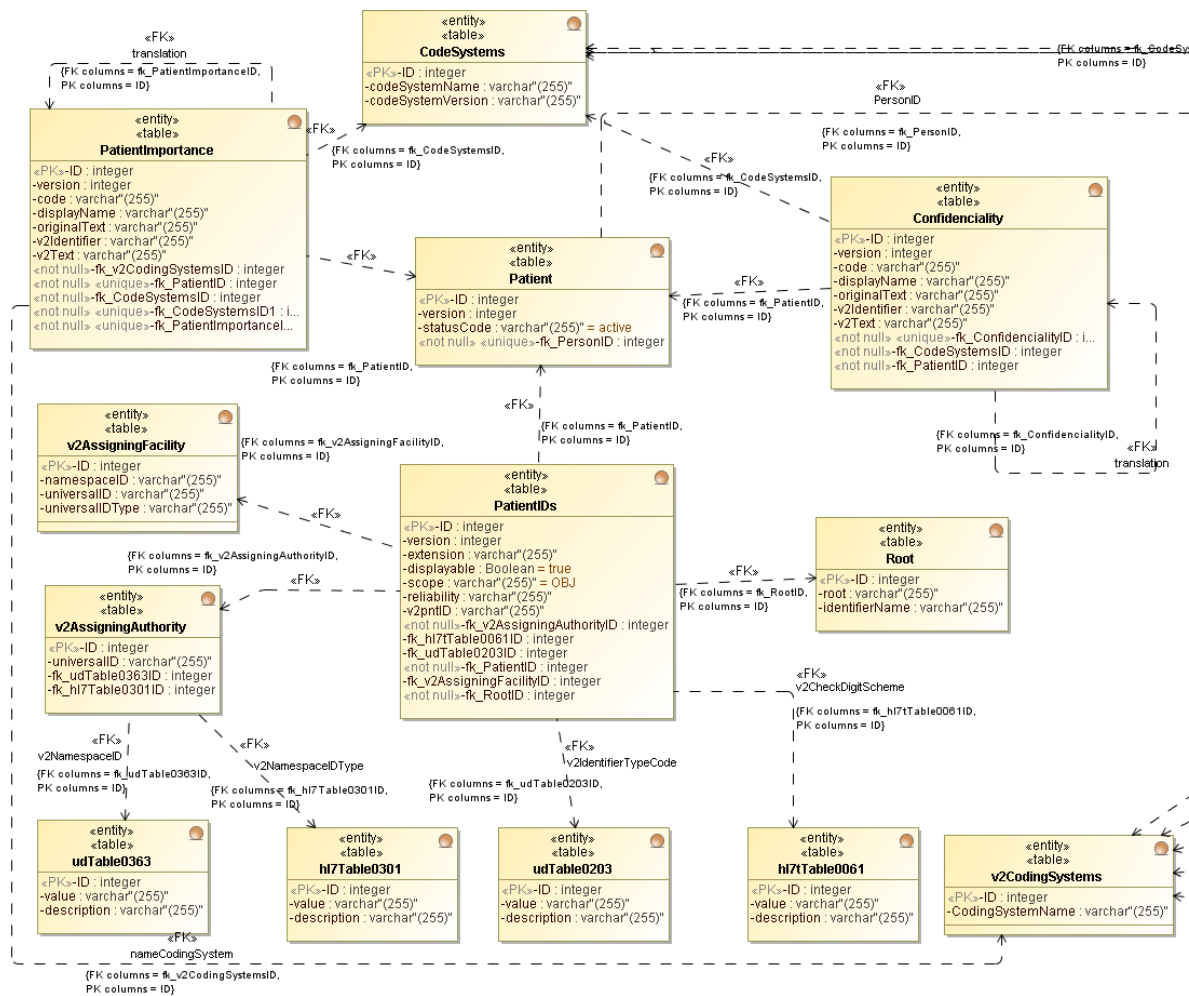
36 pav. Panaudos atvejo „Įrašyti naują (kai pacientas tariasi pats)“ sekų diagrama

4.4. E-HIS ir PIX modulių duomenų bazių schemas

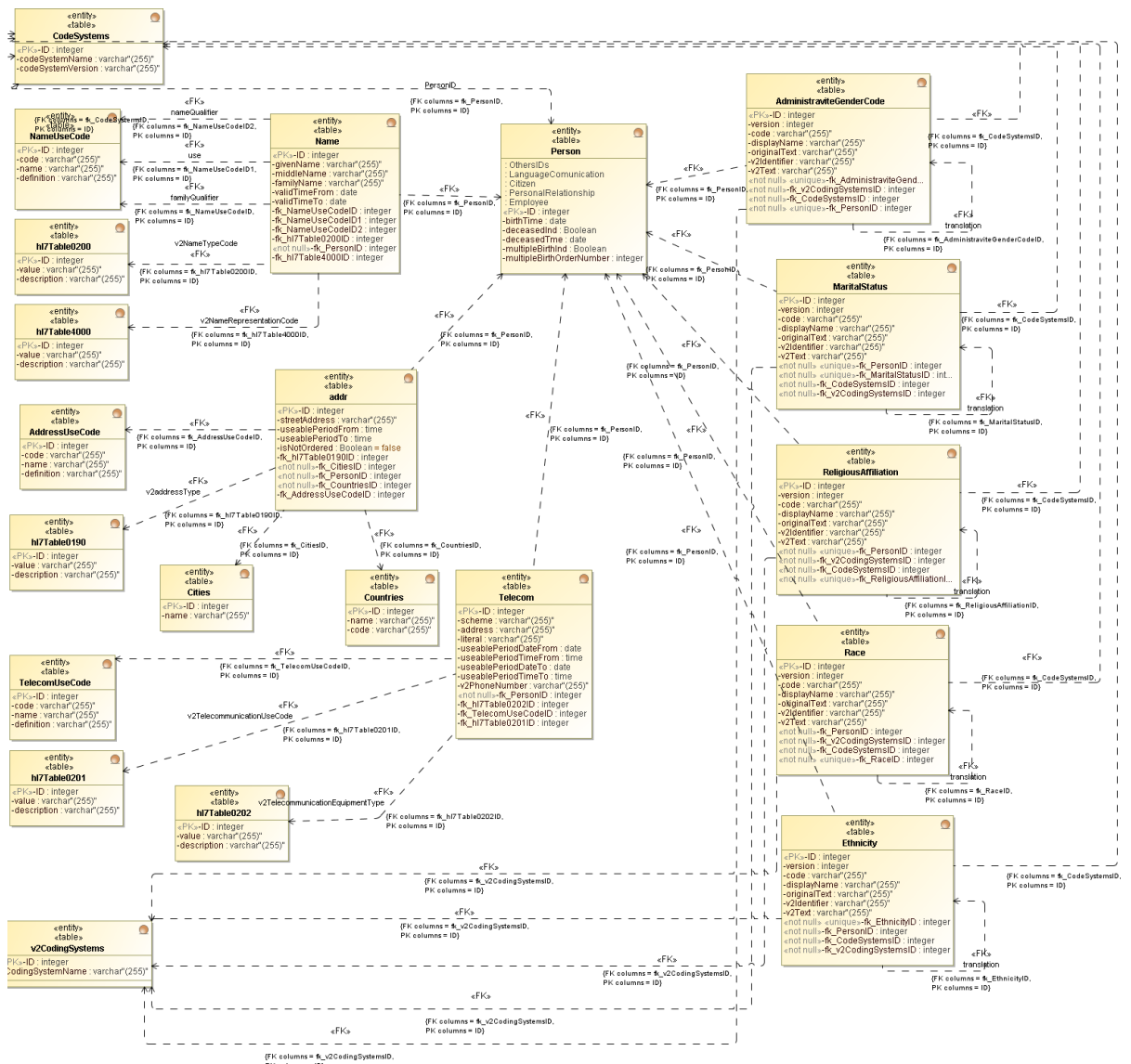
Duomenų bazių schemas transformuotos iš duomenų paslaugų diagramų. *E-HIS* modulių duomenų bazės schema pavaizduota 37 pav.



37 pav. E-HIS duomenų bazės schema



38 pav. PIX Patient esybės duomenų bazės schema

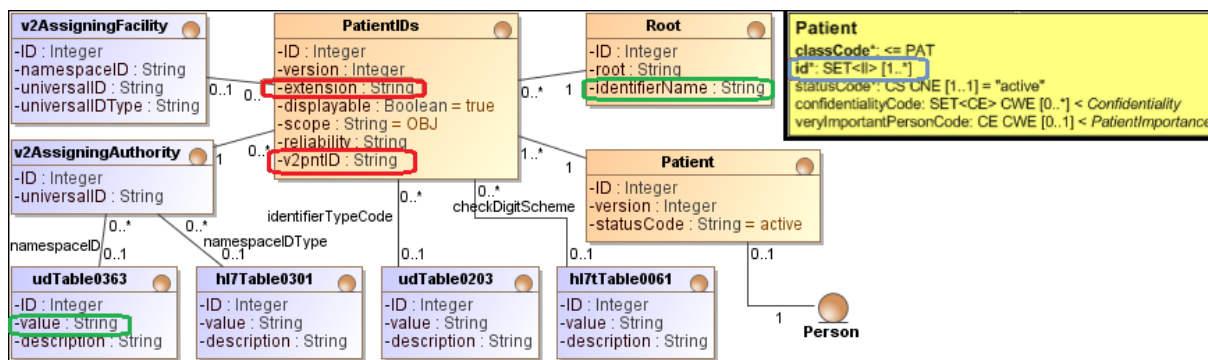


39 pav. PIX Person esybės duomenų bazės schema

38 pav. 39 pav. pavaizduotas PIX duomenų bazės modelis, pritaikytas HL7 v2.3.1 ir v3 standarto specifikuojamiems duomenų tipams saugoti.

4.5. Detalus projektas

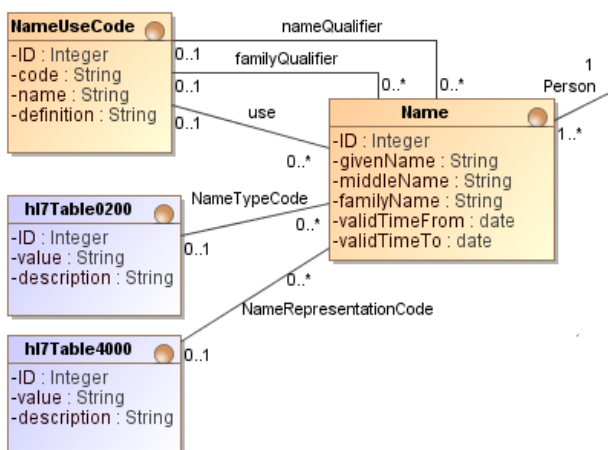
Šiame skyriuje detalizuosime, kaip PIX modelyje pasiektas skirtingų versijų suderinamumas, pateikiant porą pavyzdžių. Pirmuoju atveju paciento identifikatorių susiejimas užtikrinamas numatant panaudoti apribojimus (angl. *constraint*) ir triggerius.



40 pav. Patient esybės UML klasė bei jos realizacija ER modeliui

Apribojimu užtikrinama, kad *PatientIDs* esybėje (40 pav.) atributų *extension* ir *v2ID* reikšmės sutaptų. Šie atributai skirtingose versijose turi skirtingus pavadinimus, tačiau saugo ta pačią informaciją. Kitas duomenų vientisumo užtikrinimo atvejis tarp *Root* (v3) bei *v2AssigningAuthority* (v2) naudoja trigerius [19]. *v2AssigningAuthority* reikšmės pildomos iš *udTable0363*. Taigi kiekvieno atskiro *PatientIDs* įrašo atveju turi sutapti *identifierName* bei *udTable0363 value* reikšmės - identifikatorių pavadinimai. *root* elementas naudojamas tik trečioje versijoje.

Toliau pateiksime asmenvardžio susiejimo pavyzdį (pateikiamas 28 lentelėje).



41 pav. Asmenvardžio tipo ir jo reprezentavimo realizacija ER modeliui

Standartas reglamentuoja, kad asmuo gali turėti kelis asmenvardžius, kurie įgyti skirtingomis aplinkybėmis: įvaikinimas, santuoka, užsienio piliečių asmenvardžių rašymas. Pavyzdyje pateiksime būtent pastarąjį atvejį (asmenvardžių reprezentacijų tipų susiejimas tarp v2.3.1 ir v3 pateikimas lentelėje Nr.13).

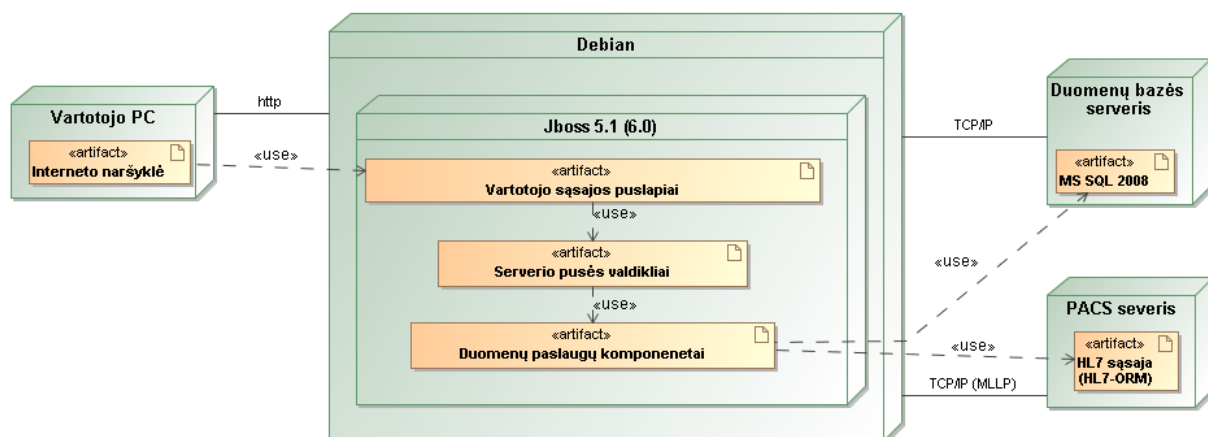
Lentelė Nr.28 Asmenvardžio reprezentavimo tipo susiejimo pavyzdys

v2	v3
木村^通男^^^^^I~KIMURA^MICHIO^^^^^A	<pre> <name use="IDE"> <family>木村</family> <given>通男</given> </name> <name use="ABC"> <family>KIMURA</family> <given>MICHIO</given> </name> </pre>

Daugiau plėstis į atskirų pavyzdžių pateikimą nėra tikslinga – modeliai pakankamai gerai aprašyti analizės dalyje bei pavaizduoti esybių ryšių bei duomenų bazės schemomis, principinis versijų susiejimas paaiškintas.

4.6. Realizacijos modelis

Realizacija apibūdiname diegimo modeliu 42 pav.



42 pav. Sistemos diegimo modelis

Iš esmės tai jau aptartų reikalavimų vykdymo aplinkai apibendrinimas. Pakartojame, kad vartotojai su *E-HIS* posistemiui bendraus per naršyklę http protokolu, *PACS* serverio *HL7* žinučių sąsaja komunikuoja MLLP protokolu.

5. Realizacija

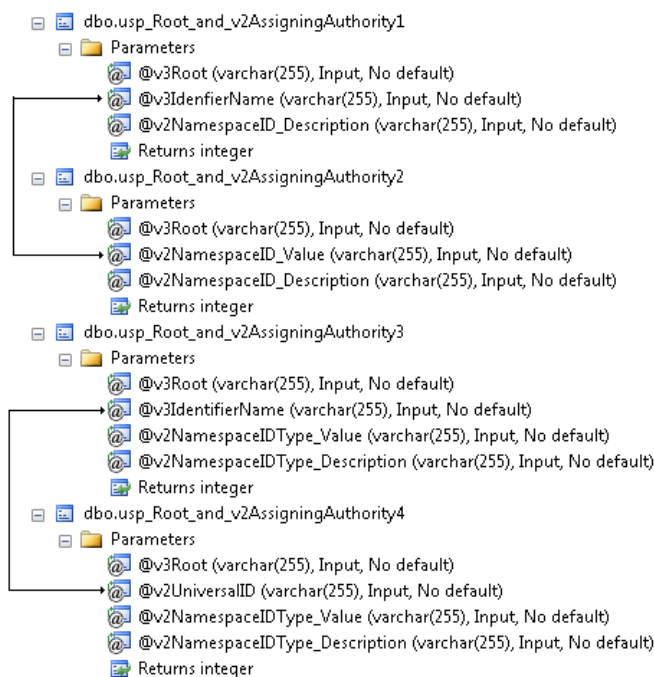
5.1. Realizacijos ir veikimo aprašymas

Iš vartotojo sąsajos realizuota siuntimo radiologiniam tyrimui forma (43 pav.). Ji atitinka Sveikatos apsaugos ministro įsakymu [21] apibrėžtus reikalavimus šia formai. Ją lyginant su *KDP HIS* esančia, matomi šie patobulinimai:

1. Nebėra rodomas asmens kodas: Ją įdiegus į *HIS*, paciento pasirinkimo laukas bus užpildomas automatiškai, nes sąsajos navigacijos plane į šią formą patenkama pasirinkus konkretų pacientą;
2. Rodoma gydymo įstaiga prie kurios pacientas prisirašęs;
3. Nebegalima laisvai pasirinkti gydytojo, kurio vardu išrašyta siuntimas: imami to gydytojo duomenys, kurio vardu prisijungta;
4. Nebereikia vesti siuntimo ID;
5. Forma tapo labiau priimtina vartotojui: sumažintas nereikalingų elementų kiekis.

43 pav. Siuntimo formos radiologiniam tyrimui realizacija

Toliau galima panagrinėti paciento identifikatorius skiriančias sistemas, kurios turi būti aprašomos Root (v3) ir AssigningAuthority (v2) esybėmis. Norint užtikrinti, kad jų reikšmės visada būtų pateikiamos, galima pasinaudoti SQL Server numatytais procedūromis (angl. *stored procedures*) (44 pav).



44 pav. Siuntimo formos radiologiniam tyrimui realizacija

Šios keturios numatytos procedūros realizuoja tą, atvejį, kai vartotojas (šiuo atveju ir programuotojas, nežinantis antros ir trečios versijų standarto panašumų tarp duomenų tipų) gali rinktis jam aiškiausią metodą, kuris garantuos, kad abi esybės bus korektiškai užpildytos duomenimis. Tarkime, kad vartotojas turi trečios standarto versijos duomenis: *Root* ir *IdentifierName*. Kad būtų galima sėkmingai atlikti procedūrą, bus būtina pateikti ir antros versijos atributą *NamespaceID_description* – v2 standarto specifikacijoje šis atributas bus apibūdintas (papildoma informacija apie sistemą). Taigi toks sprendimas leidžia jau duomenų bazės lygyje naudotis v2 ir v3 išnagrinėto sąryšio privalumais.

5.2. Testavimo modelis

Konkretų testavimo modelį apibrėžti pakankamai sunku, kai kalbame apie sistemų integracijos testavimą. Daugeliu atveju reikia pasikliauti vizualiai gautais rezultatais, kurie mus tenkina arba ne.

5.3. Testavimo duomenys ir rezultatai

Testuojant žinučių siuntimą į *PACS*, iškilo problema. *PACS* atsakymą siunčia HAPI bibliotekoje žinučių patikros nepraeinančiu duomenų rinkiniu:

```
ca.uhn.log.HapiLogImpl info
INFO:Initiator sending message:
MSH|^~\&|TestKDPSendingSystem|ITSKYRIUS||201105241733||ORM^O01|1020110524173302738|P|2.3.1
PID||10004test||????^I~KIMURA^MICHIO^middle^A||19860204|M| |||^+16526(321)-
5465132
PV1||E||||1^VirtulusGyd^test|||||T|2^VirtulusGyd^test||656569|||||||201
01217|||||A
```

```
ORC|NW|99^NamespaceID||||^^201012171630||20101217|^EnteredBy^T.||1000^OrderingProvider|||201
012171630||18^VLK
OBR|1||656569|||||||MedicalAlerts|||1000^OrderingProvider||656569|1|1|CS2M||DX|||||||
||||A
```

Atsakymas:

```
ca.uhn.log.HapiLogImpl info
```

```
INFO: Initiator received message: MSH|^~&|MiiiHL7Server|MC PACS HL7
SERVER|TestKDPSendingSystem|ITSKYRIUS|20110524172045576787406|ACK|52839|P|2.3.1
MSA|AA|1020110524173302738
```

```
ca.uhn.log.HapiLogImpl info
```

```
INFO: Instantiating msg of class ca.uhn.hl7v2.model.v231.message.ACK
ca.uhn.hl7v2.model.DataTypeException: Failed validation rule for value
"20110524172045576787406": Matches the regular expression (\d{4}([01]\d(\d{2}([012]\d([0-
5]\d([0-5]\d(\.\d(\d(\d(\d)?)?)?)?)?)?)?)?([\+|-]\d{4})?: Segment: MSH (rep 0) Field #6
    at ca.uhn.hl7v2.model.AbstractPrimitive.setValue(AbstractPrimitive.java:85)
    at ca.uhn.hl7v2.model.primitive.TSComponentOne.setValue(TSComponentOne.java:70)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.PipeParser.parse(PipeParser.java:420)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.PipeParser.parse(PipeParser.java:363)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.PipeParser.parse(PipeParser.java:943)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.PipeParser.doParse(PipeParser.java:243)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.Parser.parse(Parser.java:167)
    at ca.uhn.hl7v2.parser.PipeParser.parse(PipeParser.java:819)
    at ca.uhn.hl7v2.app.Initiator.sendAndReceive(Initiator.java:148)
    at lt.kdp.mtd.daLayer.MLLPClient.sendMessage(MLLPClient.java:94)
```

Problema sukelia ACK žinutės ID – 20110524172045576787406. Ši problema išspręsta tik pakeitus HAPI bibliotekos kodą: nebetikrina žinučių, kurias gauna kaip klientas iš kitų sistemų. Tačiau palikta galimybė tikrinti arba netikrinti išsiunčiamas žinutes.

Žinutės siuntimo testas su pakeista biblioteka:

```
ca.uhn.log.HapiLogImpl info
```

```
INFO: Initiator sending message:
MSH|^~&|TestKDPSendingSystem|ITSKYRIUS||201105241740||ORM^O01|1020110524174030770|P|2.3.1
PID|||10004test||LIUTKUS^AUDRIUS||19860204|M
PV1||E|||||1^VirtulusGyd^test|||||T|2^VirtulusGyd^test||656569|||||||201
01217|||||A
ORC|NW|99^NamespaceID||||^^201012171630||20101217|^EnteredBy^T.||1000^OrderingProvider|||201
012171630||18^VLK
OBR|1||656569|||||||MedicalAlerts|||1000^OrderingProvider||656569|1|1|CS2M||DX|||||||
||||A
```

Atsakymas:

```
ca.uhn.log.HapiLogImpl info
```

```
INFO: MSH|^~&|MiiiHL7Server|MC PACS HL7
SERVER|TestKDPSendingSystem|ITSKYRIUS|20110524172813577235469|ACK|52849|P|2.3.1
MSA|AA|1020110524174030770
```

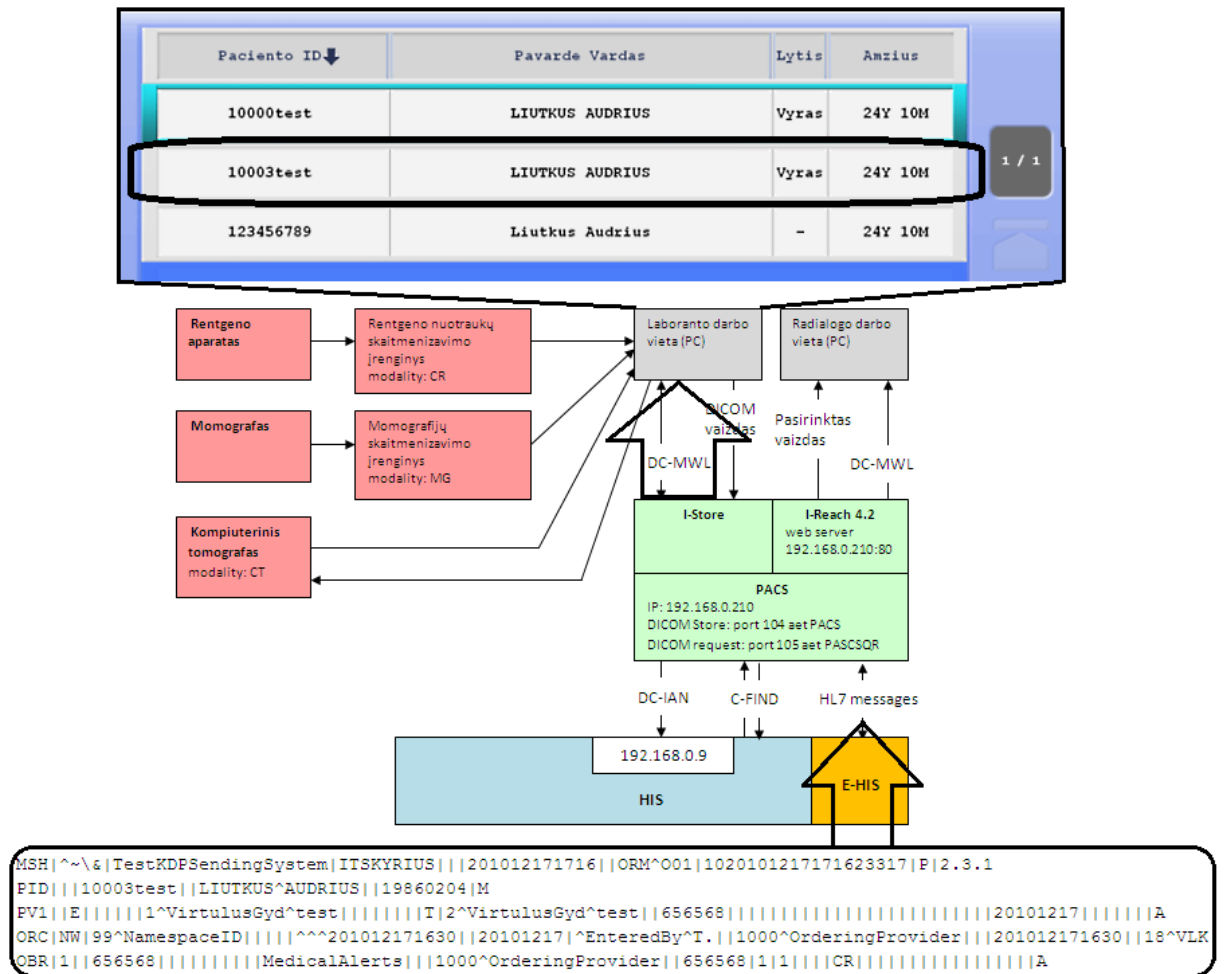
6. Eksperimentinis sistemos tyrimas

6.1. Eksperimento planas

Sėkmingai išsprendus *HL7* žinučių tikrinimo klausimus, galima atlikti KDP sistemų integracijos eksperimentą:

1. Suformuojama *HL7- ORM* žinutė, kuri pasiunčiama į mamografą.
2. Laboranto darbo vietoje patikriname ar matomas užregistruotas pacientas.

Šį eksperimentą patogu vizualizuoti grafiškai (45 pav.).



45 pav. DICOM WorkList įrašo suformavimo apibendrinta schema

Taigi darbų sąrašas formuojamas iš *HIS* pusės (*E-HIS* modulio) ir matomas laborantui. Sistemų integracijos eksperimentas atliktas sėkmingai.

6.2. Eksperimento rezultatai

Sudarytas ir išbandytas *HL7-ORM* žinutės modelis, kuris pritaikytas Kauno dainavos poliklinikos *PACS*.

Verta paminėti, kad mamografo vaizdo tipas yra *MG*, tačiau *PACS* aptarnaujanti firmą šį įrenginį sukonfigūravo kaip *CR*.

Apibendrinai galime pasakyti, kad pagrindinis KDP IS integracijos klausimas išspręstas: pacientų identifikatoriui pasinaudota *IHE PIX* modeliu, *HL7* žinutėms konstruoti pasinaudota modifikuota HAPI biblioteka.

7. Išvados

1. Atlikus Dainavos poliklinikoje naudojamų ir diegiamų informacinių sistemų analizę, nustatyta, kad *PACS (RIS)* naudoja *HL7* antra standarto versija pagrįstą komunikaciją; perspektyvinė *HIS* ir nacionalinė e.sveikatos sistemos integracija reikalaus trečios *HL7* standarto versija pagrįstos sąveikos – tai apibrėžta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymu Nr. V-1079.
2. Identifikuotos poliklinikoje naudojamos informacinės sistemos duomenų bazės pacientų identifikatorių problemos – nėra pacientų ir asmenų esybių. Joms spręsti pasirinkta *IHE PIX* modelio pagrindu kuriama *HIS* posistemė.
3. Išnagrinėjus esamą *IHE PIX* modelio realizaciją *OpenPIXPDQ*, nustatyta, kad jos duomenų bazės struktūros pritaikytos *HL7* antrai versijai. Todėl pasirinkta suprojektuoti identifikatorius integruojančiuos posistemės duomenų bazės schemą *IHE PIX* modelio pagrindu, kuri būtų pritaikyta trečios ir antros (v.2.3.1) versijos duomenų struktūroms.
4. Panagrinėjus *HL7 RIM* pateikiamą modelį, pasiūlyta, kaip galima jį pritaikyti antros ir trečios versijos žinutes palaikysiančiai pacientų ID valdymo sistemai: nagrinėjama paciento (angl. *Patient*) ir asmens (angl. *Person*) esybės bei su jomis susijusios duomenų struktūros.
5. Siūlomo modelio privalumas, lyginant su *openPIXPDQ*, yra tai, kad siūlomas modelis palaiko tiek v2.3.1, tiek v3 *HL7* standarto duomenų struktūras bei duomenų bazės lygmeniu užtikrina esminių duomenų tipų vientisumą. Tačiau realizuota duomenų bazė, lyginant su *openPIXPDQ*, sudėtinga.
6. Vienareikšmiškai teigti, kad siūlomas modelis išsprendžia integravimo problemą tarp v2 ir v3 negalime. Realizacija remiasi euristikomis: konkrečiu atveju tenka rasti optimalų santykį tarp duomenų bazės sudėtingumo - lėtesni ir sunkesni pakeitimai - ir paprastumo galimai atsisakant tam tikro funkcionalumo, teikiamo DB lygmenyje.
7. Palyginus *JAVA* ir *.NET* platformoms pritaikytus *HL7* žinučių atviro kodo konstravimo įrankius, pasirinkta *JAVA* platformai sukurta biblioteka: dažniau atnaujinama, numatomas trečios *HL7* standarto versijos palaikymas (neoficialiai);
8. Siūlomas integracijos sprendimas patikrintas sudarius *HL7 ORM^001* žinutės modelį, kuris pritaikytas Kauno Dainavos poliklinikoje naudojamam *PACS – Cedara I-Store*.
9. Suprojektuotas *DICOM Worklist* (darbų sąrašo) valdymui ir tyrimo išvadų saugojimui skirtas duomenų bazės modelis, kuris remiasi *DICOM* naudojamomis duomenų struktūromis bei terminija.

8. Literatūra

Elektroniniai dokumentai:

- [1] IHE Radiology Technical Framework, **Volume I (Integration Profiles)**, 41-73 psl., publikuotas 2008-06-27, [žiūrėtas 2010-10-12], prieiga per internetą:
<http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/ihe_tf_rev9-0ft_vol1_2008-06-27.pdf>
- [2] IHE Radiology Technical Framework, **Volume II (Transactions)**, 49-60 psl., publikuotas 2008-06-26, [žiūrėtas 2010-10-12], prieiga per internetą:
<http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/ihe_tf_rev9-0ft_vol2_2008-06-26.pdf>
- [3] Björn Berg, **Enterprise imaging and multi-departmental PACS**, European Radiology, 2775 – 2791 psl., publikuotas 2006-08-16, [žiūrėtas 2010-03-07], prieiga per internetą:
<<http://www.springerlink.com/content/0257t418r216l35m/>>
- [4] S. S. Boocher, **HIS/RIS/PACS Integration: Getting to the Gold Standard**, Radiology Management May/June, publikuotas 2004, 16-24 psl.
- [5] Health Level Seven, Inc. v2.3.1 žinučių standarto specifikacija, **Control/Query** (CH2fin dokumentas), [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą:
<<http://www.hl7.org/library/General/v231.zip>>
- [6] Health Level Seven, Inc. v2.3.1 žinučių standarto specifikacija, **Order Entry** (CH4fin dokumentas), [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą:
<<http://www.hl7.org/library/General/v231.zip>>
- [7] Health Level Seven, Inc. v2.3.1 žinučių standarto specifikacija, **Patient Administration** (CH3fin dokumentas), [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą:
<<http://www.hl7.org/library/General/v231.zip>>
- [8] Health Level Seven, Inc. v2.3.1 žinučių standarto specifikacija, **Observation Reporting** (CH7fin dokumentas), [žiūrėtas 2011-04-05], prieiga per internetą:
<<http://www.hl7.org/library/General/v231.zip>>
- [9] Paulo Mazzoncini de Azevedo-martques, Alexander Antonio Benedicto, **Integrating RIS/PACS: The Web-based Solution at University Hospital of Ribeirão Preto, Brazil**, Journal of Digital Imaging, 226-233 psl., publikuotas 2004-09, [žiūrėtas 2009-10-12], prieiga per internetą:
<<http://www.springerlink.com/content/aa6a4nn5d9nayhyt/>>
- [10] IHE IT Infrastructure Technical Framework Supplement 2009 – 2010, **PIXV3 and PDQV3**, 142 psl., [žiūrėtas 2011-03-07], prieiga per internetą:
<http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_TF_Supplement_PIX_PDQ_HL7v3_TI_2009-08-10.pdf>

- [11] IHE Radiology Technical Framework (volume 2), **Transactions**, 276 psl., [žiūrėtas 2011-03-01], prieiga per internetą:
<http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_RAD_TF_Rev10-0_Vol2_2011-02-18.pdf>
- [12] NEMA, DICOM Standard, Supplement 10, **Basic Worklist Management**, 42 psl., publikuotas 2000-12-30, [žiūrėtas 2010-04-10], prieiga per internetą:
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/sup10_ft.pdf>
- [13] NEMA, DICOM Standard, **Information Object Definitions**, 1286 psl, publikuotas 2009 m., [žiūrėtas 2010-04-11], prieiga per internetą:
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2009/09_03pu3.pdf>
- [14] NEMA, DICOM Standard, **Service Class Specifications**, 359 psl, publikuotas 2004 m., [žiūrėtas 2010-04-11], prieiga per internetą:
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2004/03v04dif/03v04_04.pdf>
- [15] IHE IT Infrastructure Technical Framework Supplement 2009, **Volume 2 Appendices**, 84 psl., [žiūrėtas 2010-04-20], prieiga per internetą:
<http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_TF_6-0_Vol2x_FT_2009-08-10.pdf>
- [16] „Ringholm bv“ (kompanija užsiimanti HL7 standarto mokymu, kursų rengimu), CNE ir CWE atributų skirtumų aptarimas, prieiga per internetą:
<http://www.ringholm.de/docs/00720_en.htm>
- [17] *I. Reiner*, The Challenges, **Opportunities, and Imperative of Structured Reporting in Medical Imaging**, Journal of Digital Imaging, publikuotas 2009-10-09, [žiūrėtas 2009-10-12], prieiga per internetą:
<<http://www.springerlink.com/content/88262101868975hx/>>

Techninė dokumentacija:

- [18] I-Reach programinio sprendimo PACS dokumentacija. [žiūrėtas 2010-03-08] Prieiga per internetą:
<http://www.cedara.com/pdf/dicom_conformance/2009/DICOM_Conformance_Statement_Cedara_I-Reach_4_2.pdf>.
- [19] Microsoft SQL Server 2008 R2 techninė dokumentacija. [žiūrėtas 2010-01-10], prieiga per internetą: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb510741.aspx>>

Internetinio puslapio archyvas:

- [20] Health Level Seven, Inc. v3 May 2009 Ballot Cycle web site (HL7 2009 m. gegužės mėnesio redakcijos standartą aprašantys dokumentai) [žiūrėtas 2011-04-03]. Prieiga per internetą:
<<http://www.hl7.org/v3ballot2009may/html/welcome/downloads/downloads.htm>>

Norminiai teisės aktai:

- [21] Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas **dėl siuntimų ambulatorinėms specializuotoms asmens sveikatos priežiūros paslaugoms gauti ir brangiesiems tyrimams bei procedūroms atlikti įforminimo, išdavimo ir atsakymų pateikimo tvarkos aprašo patvirtinimo**, [žiūrėtas 2010-11-16]. prieiga per internetą: <<http://tar.tic.lt/Default.aspx?id=2&item=results&aktoid=A7EF2088-0AE8-49CF-A876-9ACD6D86EBD4>>
- [22] Lietuvos Respublikos **asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo pakeitimo įstatymas**, [žiūrėtas 2011-03-14], prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=314801>
- [23] Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas **dėl sveikatos priežiūros įstaigų informacinių sistemų susiejimo su e. sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūra reikalavimų ir techninių sąlygų patvirtinimo**, [žiūrėtas 2011-02-10]. prieiga per internetą: <<http://tar.tic.lt/Default.aspx?id=2&item=results&aktoid=B984F95E-7D61-405E-867B-0306D2FBAF2B>>

Bibliotekos ir programos

- [24] DCMTK - DICOM Toolkit (bibliotekos, leidžiančios komunikuoti su DICOM standartą atitinkančiais įrenginiais), [žiūrėtas 2010-06-03], prieiga per internetą: <<http://dicom.offis.de/dcmtdk.php.en>>
- [25] Open Health Tools IHE Profiles Project, IHE PIX modelio realizacija. [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą: <<https://www.projects.openhealthtools.org/sf/projects/openpixpdq/>>
- [26] Atviro kodo HL7 antros versijos žinučių konstravimo biblioteka „HAPI“, [žiūrėtas 2011-03-07], prieiga per internetą: <<http://hl7api.sourceforge.net/index.html>>

9. Priedai

1 priedas. Straipsnis leidinyje „Informacinės technologijos 2011“ (16-toji tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencija).

SKIRTINGŲ MEDICINOS INFORMACINIŲ SISTEMŲ SĄVEIKOS MODELIS

Audrius Liutkus¹

¹*Kauno technologijos universitetas, Informacijos sistemų katedra, Studentų g. 50-313a, Kaunas, Lietuva, audrius.liutkus@stud.ktu.lt*

Santrauka. Nagrinėjama skirtingais medicinos informatikos standartais ar jų skirtingomis versijomis sąveikaujančių asmens sveikatos priežiūros įstaigos informacinių sistemų integracija. Pagal Kauno Dainavos poliklinikos informacinių sistemų integracijos uždavinius pasirinktas artimiausias teorinis integracijos modelis. Jo pagrindu parengti tarpinio (integracinio) IS sluoksnio/modulio funkciniai reikalavimai, užtikrinantys vienareikšmius paciento sąryšius su jo sveikatos duomenimis, esančiais skirtingose sistemose. Panaudojant medicinos informatikos standarto HL7 bibliotekas 2-ai ir 3-iai versijoms, sukurtas ir sėkmingai išbandytas tarpinio (integracinio) IS sluoksnio/modulio prototipas, leidžiantis automatiškai formuoti procedūrų užsakymo identifikatorius ir, jų pagrindu, nuorodas į duomenų archyvą. Integralumas tarp 2-os ir 3-os versijos sutampančių komponentų užtikrinamas trigeriais: įterpiant, keičiant bei trinant įrašus iš vietos versijos komponento, jis bus atitinkamai modifikuotas ir kitoje versijoje. Toks duomenų sluoksnio realizavimas leidžia sumažinti verslo logikos sluoksnio sudėtingumą, kai naudojama trijų lygių architektūra, bei pačių duomenų transformacijų skaičių.

Raktiniai žodžiai: HL7, Work List, IHE PIX realizacija, HAPI biblioteka.

1 Įžanga

Šiuolaikinėje sveikatos priežiūros įstaigoje funkcionuoja keletas informacinių sistemų, skirtų darbo procesų ir medicininių duomenų valdymui. Tokios sistemos *HIS* (ligoninės informacinė sistema - angl. *Hospital Information System*; siekiant išvengti painiavos tarp „Ligoninės IS“ ir „Laboratorijos IS“ naudodami angliškas santrumpas), *PACS* (vaizdų archyvavimo ir perdavimo sistema - angl. *Picture Archiving and Communication System*), *LIS* (laboratorijos informacinė sistema - angl. *Laboratory Information System*), *RIS* (radiologijos informacinė sistema - angl. *Radiology Information System*) apima ne tik tarpusavyje integruotą medicininių įrašų valdymą įstaigos viduje, bet ir turėtų užtikrinti jų suderinamumą nacionaliniu (kartais ir tarptautiniu) mastu.

Vienas pagrindinių integracijos funkcinių poreikių - tai pacientų ir jų apsilankymų identifikavimas. Be jo kyla grėsmė „pamesti“ duomenų, esančių skirtingose posistemėse, tarpusavio ryšius: to paties paciento duomenys, saugomi skirtingose IS, gali būti neteisingai traktuojami, kaip priklausantys skirtingiems pacientams.

Principinis sprendimas šioje situacijoje – remtis tam tikru(-ais) visuotinai pripažintu(-ais) standartu(-ais). Šiuo metu pasaulyje ir Lietuvoje dažniausiai praktikoje naudojami *HL7* (angl. *Health Level 7*) bei *DICOM* (angl. *Digital Imaging and Communications in Medicine*) standartai, jų taikymo IHE (Sveikatos priežiūros įstaigos informacinio integravimo, angl.: *Integrating the Healthcare Enterprise*) metodika. Praktinė problema – kiekviena sistema remiasi skirtingu standartu, skirtinga to paties standarto versija arba nežymiai besiskiriančia subversija. Visi šie, kad ir nežymūs skirtumai, įtakoja integruojančiosios posistemės duomenų bazės (DB) struktūrą, kurioje tenka saugoti praktiškai tuos pačius duomenis, parengtus skirtingais formatais.

Kaip minėta aukščiau, Kauno Dainavos poliklinikoje (toliau KDP) taip pat aktualus pacientų ir jų apsilankymų identifikavimas. KDP *HIS* sistemose pacientai identifikuojami pagal asmens kodą. Čia kyla dvi esminės problemos:

1. Asmens kodą vaizdinio tyrimo įrenginio valdančiojoje programoje laborantas suveda ranka. Čia galima labai didelė klaidos tikimybė. Suvedus neteisingą asmens kodą, ir norint atliktą tyrimą susieti su tuo pačiu pacientu *HIS*, reikia rankiniu būdu taisyti paciento ID *PACS*, į kurį jau būna nusiųsti duomenys. ID taisymas dažnu atveju komplikluotas: reikia keisti visoje DB esančius įrašus su neteisingu ID.
2. Asmens kodo naudojimas kaip vienintelis asmens identifikatorius yra laikoma ydinga praktika. Iš asmens kodo galima nustatyti lyti, tikslų amžių. Šiuo atveju aktuliu tampa Lietuvos Respublikos asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo 30 straipsnis [8], kuriame nurodoma: „Duomenų valdytojas ir duomenų tvarkytojas privalo įgyvendinti tinkamas organizacines ir technines priemones, skirtas apsaugoti asmens duomenims nuo atsitiktinio ar neteisėto sunaikinimo, pakeitimo, atskleidimo...“. Asmens kodas KDP gali būti atskleistas bet kuriam gydytojui, net jeigu ir jis nėra būtinas paslaugos atlikimui. Kitas asmens kodo atskleidimas galimas pačiam pacientui netyčia parodysius siuntimą, pavyzdžiui, laukiant eilėje.

Šias paminėtas problemas galima išspręsti realizuojant tinkamą pacientų ID valdymo modulį. Įstaigos viduje asmenys būtų identifikuojami pagal vidinius KDP identifikatorius, o esant reikalui pagal nurodytą ID būtų galima gauti ir asmens kodą, kai jis tikrai yra būtinas.

2 Integracijos modelis

2.1 Integracijos modelio paieška

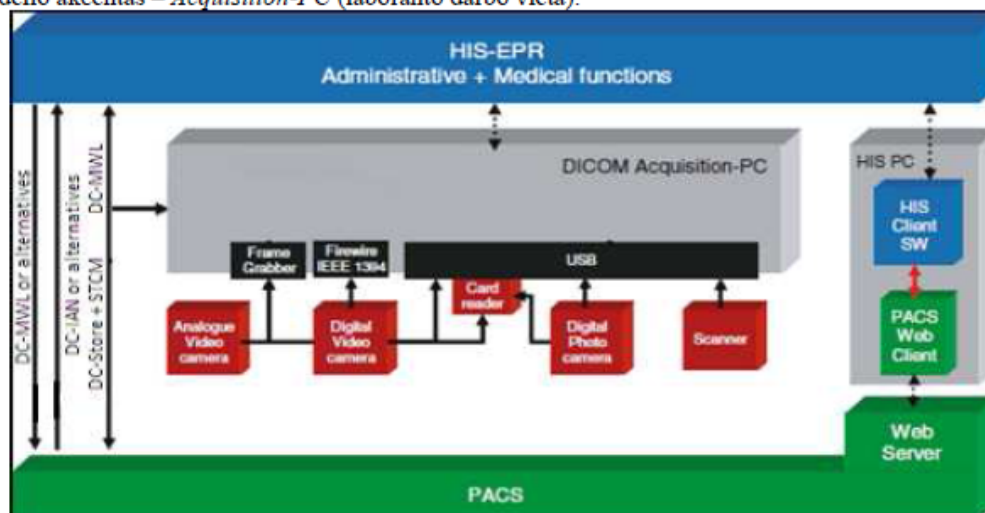
Praktinis keleto klinikinių informacinių sistemų ir diagnostinių medicinos prietaisų integravimo uždavinių sprendimas yra pakankamai plačiai išnagrinėtas [1,2], apibendrinti ir išskirti tokie tipiniai atvejai [1]:

1. Tiesioginis medicininio prietaiso integravimas (*angl. Direct modality integration*). *HIS* darbų sąrašą siunčia tiesiogiai prietaisui (*DC-MWL* ar gamintojo nustatytu būdu). Tokią funkciją gali palaikyti beveik visi prietaisai;
2. Medicininio prietaiso integravimas per laboranto darbo vietą (*angl. Modality integration via DICOM Acquisition-SW*). Skirtumas nuo pirmo tipo: laboranto darbo vieta palaiko įvairius išorinius įrenginius, pvz., nuotraukų skaitmeninimo įrenginius;
3. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą *IS*, kuri turi prisijungimą prie *PACS* (*angl. Modality integration via Specialized Informaton System (SPIS) with PACS connection*);
4. Medicininio prietaiso integravimas per specializuotą *IS*, kuri neturi prisijungimo prie *PACS* (*angl. Modality integration via Specialized Informaton System (SPIS) with out PACS connection*). 3 ir 4 tipai beveik identiški, tik 4 tipo specializuota *IS* neturi prisijungimo prie *PACS*. Specializuota *IS* turi palaikyti plačią *HL7* žinučių basę: *ORR*, *ORU*, *BAR*, *DFT*. Esminis skirtumas nuo 2 tipo – specializuota *IS* gali aptarnauti kelis medicininius įrenginius.

Kauno Dainavos poliklinikos atvejui artimiausias antro tipo modelis (1 pav.): integruojamos *HIS*, *PACS*, vienas medicininis prietaisas (skaitmeninis mamografas), laboranto darbo vieta gali palaikyti išorinius įrenginius. 3 ir 4 tipai netinka, kadangi specializuota įrenginio programa nepalaiko tokio gausaus žinučių rinkinio, kuris numatytas modeliuose.

2.2 Komponentų sąveika

Mamografu tirtinų pacientų (darbų) sąrašas perduodamas iš *HIS* į *PACS* - *HL7-ORM*, o iš *PACS* į laboranto darbo vietą ir po to į mamografą – "*DC MWL or alternatives*" žinutėmis (1 pav.). Laborantui taip pat paliekama galimybė skubiu atveju naują tyrimą atlikti paciento duomenis įvedus rankiniu būdu. Pagrindinis šio tipo modelio akcentas – *Acquisition-PC* (laboranto darbo vieta).



1 pav. *HIS* ↔ *DICOM Acquisition* ↔ *PACS* integracijos modelis

HIS-EPR pakeičia *RIS* ir suteikia pilnavertį tyrimų užsakymų mechanizmą naudojantis *HL7-ORM* ir *HL7-ORR* žinutėmis (galima ir *DC-MWL*). Taip pat teikiama *DC-MWL* ir tyrimo rezultatų formų (*angl. reports*) redagavimo paslauga.

Integravimo principas. Tam, kad būtų sugeneruotas darbų sąrašas (*angl. Work List*), visi tyrimai turi būti užsakomi, įtraukiami bei patvirtinami *HIS-EPR* sistemoje. Šis principas turi galioti netgi, jei tyrimo užsakymas ir patvirtinimas vyksta tame pačiame radiologijos skyriuje

Įrenginiui atlikus užsakytą tyrimą, jis gali grąžinti tyrimo (*angl. Study*) informaciją per *CD-MPPS* ir tai pat gali grąžinti tekstinę informaciją (*DC-SR*). Įrenginys pasirūpina ir tyrimo vaizdo patalpinimu į *PACS*

Esminis sėkmingo integravimo principas – tai trijų *DICOM* objektų tipų sinchronizacija: *UID* (unikalus tyrimo identifikatorius), *Patient-ID* (paciento ID), *Accession Number* (tyrimo eilės nr.).

2.3 Praktinis modelio pritaikymas

Esamos HIS duomenų bazėje nėra asmenų (kartu ir pacientų) esybės: kiekvieno apsilankymo metu, paciento asmens duomenys pakartotinai rašomi į atitinkamą lentelę, nepriklausomai nuo to, ar jie pasikeitę ar ne nuo praeito apsilankymo. Taip pat dauguma lentelių nėra susietos – neturi antrinių raktų. Jas galime tik intuityviai sieti pagal tam tikrus bendrus laukų pavadinimus. Pavyzdžiui, *025/a-LK formos* numerį. Šioje situacijoje susidariusi „esybių ID vakuuma“ užpildytą integruojanti tarpinė posistemė.

Kauno Dainavos poliklinikoje HIS, PACS sistemos realizuotos Windows Server aplinkoje: ASP, Microsoft SQL server. Tačiau HIS atnaujinama ir dalis funkcionalumo perkeliama į naują platformą: Debian su jboss aplikacijų serveriu (JAVA platforma). Todėl perspektyviniu aspektu HIS ir RIS integracijos tyrimas atliekamas panaudojant JAVA technologijas, duomenų bazei naudosis Microsoft SQL server.

2.4 Integracijos realizacija

HL7-ORM žinutėms generuoti pasinaudota HAPI biblioteka. Vieningo pacientų ID nebuvimo problema sprendžiama IHE metodikos paciento identifikatorių tarpusavio sąsajų PIX (angl. *Patient Identifier Cross-Referencing*) modeliu [3]. Nors IHE PIX modelis apima tiek trečią (v3) [4], tiek ir antrą (v2.5) HL7 žinučių standartus, tačiau iš esmės nereglamentuoja, kaip abiejų šių versijų žinutes suderinti tarpusavyje ir palaikyti vienu metu. Be to, Dainavos poliklinikos PACS palaiko ne 2.5, o 2.3.1 [5] versijos žinutes. Todėl modelį būtina adaptuoti taip, kad atitektų pastarąjį (2.3.1) formatą ir būtų tuo pat metu suderinamas su trečiaja versija.

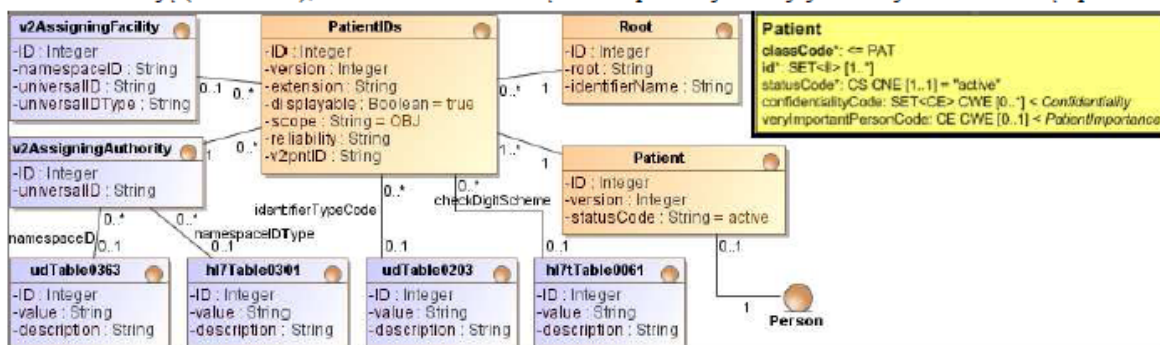
Esybių duomenys, kuriuos reikia suderinti (paryškinti svarbiausi): *Patient*, *Person*, *OthersIDs*, *LanguageCommunication*, *PersonalRelationship*, *Employee*, *Citizen*, *Nation*. Toliau pristatysime duomenų suderinimo pavyzdį esybei *Patient*.

Atviro kodo IHE PIX realizacija prieinama [6]. Išanalizavus pateikiamą duomenų bazės struktūrą išaiškėjo, kad pastaroji realizacija nespėndžia v2.x ir v3 duomenų modelių suderinamumo klausimo. Modelis remiasi antros versijos duomenų struktūromis. Kaip teigiama [7] atskirų versijų suderinamumo klausimas paliekamas atviras ir realizacijos galutinis variantas priklauso nuo esamų poreikių. Taigi ši realizacija netenkina pradinių reikalavimų: modelis turi palaikyti tiek antrą, tiek trečią standarto versijas. Be to, kai kurių įrašų tipai (standarto numatytu atveju) turi būti pildomi iš HL7 lentelių, kurių turinys dažnai būna reglamentuotas. Šiame modelyje tokių atskirų esybių nėra. Taip pat nėra ir apribojimų (angl. *constraint*), kuriais būtų galima užtikrinti, kad įvedamos tik HL7 lentelėse numatytos reikšmės, kai HL7 lentelės neišskirtos į atskiras esybes. Todėl reikalingas išsamesnis sprendimas.

2.5 IHE PIX modelio adaptavimas

Pagrindinė realizacijos problema – atributų pavadinimų, bei jų struktūrų neatitikimas tarp v3 ir v2.3.1. Pastebėta, kad IHE-PIX modelis orientuojasi į trečios versijos standartą. Duomenų struktūras galime rasti [4] ir [5] šaltiniuose. Paciento ID v3 atveju saugomas II struktūroje, o v2 atveju – CX. Pagrindinis siekis taip suderinti šias duomenų struktūras, kad lygiagrečiai galėtume naudoti abi versijas.

Duomenų bazės lygmenyje duomenų vientisumas tarp antros ir trečios versijos standarto užtikrinamas panaudojant trigerius bei apribojimus (angl. *constraint*). Apribojimu užtikrinama, kad *PatientIDs* esybėje (2 pav.) atributų *extension* ir *v2ID* reikšmės sutaptų. Šie atributai skirtingose versijose turi skirtingus pavadinimus, tačiau saugo ta pačią informaciją. Todėl laikantis principo, kad žmogui dirbančiam ir išmanančiam viena standarto versiją (v2 arba v3), beveik nieko nereikėtų žinoti apie kitoje versijoje naudojamus duomenų tipus.



2 pav. Patient esybės UML klasė, bei jos realizacija ER modeliu

Kitas duomenų vientisumo užtikrinimo atvejis tarp *Root* (v3) bei *v2AssigningAuthority* (v2) naudoja trigerius. *v2AssigningAuthority* reikšmės pildomos iš *udTable0363*. Taigi kiekvieno atskiro *PatientIDs* įrašo atveju turi sutapti *root* bei *udTable0363 value* reikšmės. Taip pat turi sutapti iš šių identifikatorių pavadinimai: *identifierName* bei *description*.

Atliktą eksperimentą galime iliustruoti modeliu iš 1 pav. *HIS-EPR* sistema suformuoja antros standarto versijos *HL7-ORM* žinutę, kuri siunčiama į *PACS* (1 pav. atitinka *DC-MWL or alternatives*). *Patient-ID*, *Accession Number* identifikatoriai nurodomi siunčiant žinutę. Iš laboranto darbo vietos (1 pav. *DICOM Acquisition-PC*) matoma tik nedidelė siųstos informacijos dalis: paciento ID, pavardė ir vadas, lytis bei amžius. Atlikus tyrimą, *HIS-EPR* gaus pranešimą iš *PACS* su tyrimo *UID* – taip tyrimas susiejamas su pacientu.

3 Rezultatai ir išvados

Ištyrus Dainavos poliklinikos informacinių sistemų integracijos reikalavimus, jose saugomų duomenų struktūras ir jų skirtumus, nustatytas artimiausias integracinis modelis, o ieškant *HL7 v3* ir *v2* integracijos, šis modelis praplėstas *IHE PIX* realizacija. Eksperimentinėje modelio realizacijoje palaikomi tiek trečios (*v3*), tiek antros (*v2.3.1*) *HL7* standarto kartose naudojami duomenų tipai.

Tokio išplėstinio modelio realizacijos dėka pasiekta, jog identifikuojantys duomenys perduodami automatiškai iš *HIS* į *PACS* ir po to į mamografą. Tokiu būdu *PACS* saugomi duomenys gali būti korektiškai pasiekiami iš *HIS*, joje automatiškai formuojant nuorodą (*URL* su unikaliu tyrimo identifikatoriumi) į *PACS*.

Vienareikšmiškai teigti, kad siūlomas modelis išsprendžia integravimo problemą tarp *v2* ir *v3* negalime. Realizacija remiasi euristikomis: konkrečiu atveju tenka rasti optimalų santykį tarp duomenų bazės sudėtingumo (lėtesni ir sunkesni pakeitimai) ir paprastumo (galimai atsisakant tam tikro funkcionalumo, teikiamo DB lygmenyje).

Siūlomo modelio privalumas, lyginant su *openPIXPDQ*, yra tai, kad pasiūlytas modelis palaiko tiek *v2.3.1*, tiek *v3 HL7* standarto duomenų struktūras, bei duomenų bazės lygmeniu užtikrinamas esminių duomenų tipų (*root* bei *AssigningAuthority*) vientisumas. Tačiau realizuota duomenų bazė, lyginant su *openPIXPDQ*, gana sudėtinga.

Ateities darbai: kadangi integravimui naudojome tik *v2.3.1* duomenų struktūras, todėl tolesnis tyrimas galėtų apimti likusių *2.x* versijų integravimo klausimus, kartu stengiantis minimaliai padidinti pačios DB sudėtingumą.

Padėka

Dėkoju doc. Vyteniui Puniui už pagalbą ir patarimus atliekant tyrimą ir apibendrinant jo rezultatus.

Literatūros sąrašas

- [1] Björn Begrg. Enterprise imaging and multi-departmental PACS. *European Radiology*, 2775 – 2791 psl. publikuotas 2006-08-16, [žiūrėtas 2010-03-07], prieiga per internetą: <<http://www.springerlink.com/content/0257t418r216135m/>>
- [2] S. S. Boocher. HIS/RIS/PACS Integration: Getting to the Gold Standard. *Radiology Management* May/June, publikuotas 2004, 16-24 psl.
- [3] IHE IT Infrastructure Technical Framework Supplement 2009 – 2010, *PIXV3* and *PDQV3*, 16-24 psl, [žiūrėtas 2011-03-07], prieiga per internetą: <http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_TF_Supplement_PIX_PDQ_HL7v3_TI_2009-08-10.pdf>
- [4] Health Level Seven, Inc. *v3* May 2009 Ballot Cycle web site (*HL7* 2009 m. gegužės mėnesio redakcijos standartą aprašantys dokumentai) [žiūrėtas 2011-04-03]. Prieiga per internetą: <<http://www.hl7.org/v3ballot2009may/html/welcome/downloads/downloads.htm>>
- [5] Health Level Seven, Inc. *v2.3.1* žinučių standarto specifikacija, *CH2fin* dokumentas, [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą: <<http://www.hl7.org/library/General/v231.zip>>
- [6] *OpenPIXPDQ* realizacija. [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą: <<https://www.projects.openhealthtools.org/sf/projects/openpixpdq/>>
- [7] IHE *PIX* modelio realizacijos metu sprendžiami klausimai ir esminės problemos (*V2/V3* support opinions), [žiūrėtas 2011-04-03], prieiga per internetą: <http://wiki.ihe.net/index.php?title=PIX/PDQ_V3_-_Discussion>
- [8] Asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo pakeitimo įstatymas, 30 straipsnis, [žiūrėtas 2011-03-14], prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=314801>

Interoperability model for different medical information systems

Abstract. The research is devoted to an integration of health information systems, when the interoperability should be utilised using different health informatics standards or their versions. To meet the integration goals, the theoretical model, closest to a particular situation of the Dainava outpatient clinic in Kaunas, had been chosen. Based on the model, the functional requirements for the middleware (integration) layer had been defined in order to ensure unambiguous links between patient data, stored in different systems. The middleware software prototype had been developed using messaging libraries for the *HL7* versions *v2* and *v3*. The middleware was successfully tested for automatic generation of orders for procedures and links to the procedure result data in the archive. The integration of the *HL7 v2* and *v3* coincidental components is achieved using trigger events for synchronous data manipulations. Such rules, implemented at the data layer, leads to less complex logics at business process layer and to lower number of data transformations.