
Vurdering af interoperabilitetsniveaues
konsekvenser for data og funktionalitet i FHIR
økosystemer



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

School of Medicine and Health

Fredrik Bajers Vej 7

Telefon 96 35 97 31

Fax 98 13 63 93

<http://smh.aau.dk>

Titel: *Vurdering af interoperabilitetsniveaues konsekvenser for data og funktionalitet i FHIR økosystemer*

Emneord: Standardisering, HL7, FHIR, ressourceprofilering, elektronisk omsorgsjournal, informationssystemer, økosystem, sundheds-IT, sundhedsinformatik, interoperabilitetstaksonomi, ISO-12967, vurderingsmetode, dokumentation

Studieretning: Biomedical Engineering and Informatics

Projektperiode: Speciale, Forårssemester 2017

Projektgruppe: 17gr10415

Projektdeltager:

Christian Møller Wollesen

Vejleder: Louise Bilenberg Pape-Haugaard

Indsendt: 7. juni 2017

Rapportens indhold kan frit anvendes med tydelig kildeangivelse. Forfatteren kan ikke drages til ansvar for uhensigtsmæssigheder eller skader forbundet med anvendelsen

Synopsis:

Introduktion: Interoperabilitet (IoP) mellem informationssystemer, kan klassificeres vha. taksonomi. Manglen på en gængs metode til at præcisere IoP-graden, gør det svært at sammenligne informatiske studiers resultater. HL7 Fast Health Interoperability Resources (FHIR) er en IoP-standard, der anvendes som grundlag for økosystemer af applikationer til håndtering af sundhedsdata.

Metode: Studiet besvarede problemformuleringen: "Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?" Analysen hertil, grundede i "ISO 12967-1:2011 HISA specifikationsproceduren". Fokuserede spørgsmål afdækkede ISO-standardens synspunkter: Virksomhed, Information og Datamatisk samt et foreslået "Udviklersynspunkt", til teknologirelaterede konsekvenser. Alle synspunkter analyseredes for de tre niveauer af IoP: "Teknisk og syntaktisk -" (TSI), "Delvis semantisk -" (DSI) og "Komplet semantisk -" (KSI) IoP.

Resultat: TSI medførte problematisk patientidentifikation, grundet manglende mulighed for maskinel anvendelse. DSI medførte både frihed og sammenhæng i data, sammen med maskinel anvendelse af fælles data. KSI medførte minimal frihed, men fuldstændig deling af data til anvendelse i avancerede applikationer, på tværs af økosystemets domæner.

Diskussion og konklusion: Anvendelsen af den foreslåede metode og det matematiske udtryk for den semantiske IoP gjorde det mulig at opgøre de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser for klinisk data. Beregningsmetoden er dog sensitiv, ved anvendelse på små datamodeller. Det kan konkluderes at den foreslåede metode kan anvendes til at opgøre de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser for klinisk data.

Forord

Denne specialerapport er udarbejdet af Christian Møller Wollesen, gruppe 17gr10415, på civilingeniøruddannelsen, Biomedical Engineering and Informatics, ved Aalborg Universitet. Specialet omhandler interoperabilitet i kliniske informationssystemer, her med fokus på informationssystemer baseret på den seneste standard fra Health Level Seven, Fast Health Interoperability Resources (HL7 FHIR). Rapporten henvender sig primært til forskere i sundhedsinformatik samt systemudviklere, der anvender eller ønsker at anvende FHIR i deres informationssystemer og applikationer. Rapportens Introduktion, dele af Diskussion og Konklusion henvender sig dog også til beslutningstagere med indsigt og interesse i kliniske informationssystemer.

Interoperabilitet med sundhedsdata

Sundhedsvæsenet er i høj grad en datadrevet organisation, hvor patientens nuværende og historiske data anvendes i realtid, for at levere den bedst mulige behandling, tilpasset til den enkelte. Det er derfor ikke fjernet at ønske en stabil mulighed for at opnå tilstrækkelig indsigt i en patients sundhedsdata, i forbindelse med f.eks. akutte indlæggelser. Til dette formål har man hidtil anvendt Landspatientregisteret, eventuelle analoge eller digitaliserede papirjournaler, eventuelle journaldata i eget elektroniske journalsystem, eller på besked eller emailbaseret forespørgsel til andre hospitaler. Problemet med denne tilgang ligger i det tidslige aspekt, hvor forsinkelser i registreringer, langsomt tilgængelige og overskuelige papirmapper eller responstid på beskedbaserede forespørgsler. Den europæiske vision, som er formuleret af Stroetmann et al. [2009], indebærer komplet semantisk interoperabilitet, med sømløs integration af sundhedsdata på tværs af hospitaler, sektorer og endda nationalgrænser. I denne vision øges kompleksiteten betragteligt, i takt med overskridelse af de nævnte skel. Men er den komplette semantiske interoperabilitet er opnåelig, nødvendig og ønskværdig? Dette projekt forsøger at komme disse svar nærmere ved at besvare projektets problemformulering: *“Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?”*

Læsevejledning

Rapporten er opbygget med en dybdegående introduktion til domænet, interoperabilitet i kliniske informationssystemer samt HL7 FHIR. Dette følges op med projektets problemformulering og derefter metoden for dens besvarelse. Herefter følger to resultatkapitler samt et delkonklusionskapitel. De sidste to kapitler er henholdsvis diskussion, af rapportens metode samt resultater, og en samlet konklusion. Bagerst findes referenceliste og appendiks.

Igennem rapporten refereres der ved brug af Harvard-metoden og kilder er angivet i firkantede parenteser []. Ved indtil to forfattere skrives efternavne, samt årstal for udgivelse, f.eks. [Benson and Grieve, 2016]. Ved flere end to forfattere skrives første forfatters efternavn efterfulgt af et al samt årstal for udgivelse f.eks. [Stroetmann et al., 2009]. Ved referencer integreret i teksten, er kun årstallet for udgivelse skrevet i firkantede parenteser, f.eks. Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet.

Tak til

Jeg vil her gerne rette en stor tak til min vejleder, Louise Bilenberg Pape-Haugaard, for kyndig vejledning og opbakning igennem hele projektet. Særlig tak til Cura-teamet fra Systematic A/S, navnligt Torben Hagensen, Tomas Stæhr Berg og Jesper Haffgaard, for deres tid, faglige indsigt i FHIR baserede systemer og troen på projektet.

God læselyst

Christian Møller Wollesen

Summary

This master thesis was conducted by, Christian Møller Wollesen, as part of the masters programme: Biomedical Engineering and Informatics, at Aalborg University - Denmark. The master thesis' Danish title translates into: "Evaluation of interoperability level impact on contents and functionality in FHIR ecosystems".

Introduction

The term interoperability can be sub-divided into levels, by the means of taxonomy. An issue regarding taxonomy originates in their often qualitative or narrative nature, the lack of quantitative measures for precise estimation of the level of interoperability. This is exemplified by the taxonomy by Stroetmann et al. [2009] and the taxonomy utilised by Jochem [2010]. These taxonomies can be used for classifying the level of interoperability between two or more interoperating information systems. But in terms of expressing an exact level of interoperability, that can be used in for instance the comparison of the results from studies on informatics, there is a need for a more mathematical approach. Interoperability can be achieved through the application of informatics standards. Some widely applied standards have been developed and published by HL7. The latest interoperability standard from HL7, Fast Health Interoperability Resources (FHIR), has received great international attention¹ from a vast community of FHIR supporters. In a Danish context FHIR has recently been adopted as the basis for establishing a health data ecosystem. The ecosystem is intended for gathering and utilising health data, from a variety of different clinical and social service domains. The heterogeneity of the domains is affecting the need for domain specific data, to support the clinical workflow. This kind of variety is the core competence in FHIR, which is developed to be profiled for specific clinical or administrative purposes. However in an ecosystem including multiple domains and use cases, with their related data models, variety can be expected to have an impact on the level of interoperability. The aim of this study was to examine this issue through an analysis, based on the problem statement: "*What are the contents- and functions- related consequences for clinical data, when individual levels of interoperability are met in a FHIR ecosystem?*"

Methods and materials

As a case for the analysis, a real life FHIR ecosystem was utilised, including models for two clinical domains. The analysis behind the problem statement satisfaction, was based on the "*Health Informatics Service Architecture (HISA) specification procedure*" of the standard "*ISO 12967*". The three formal viewpoints of ISO 12967: Enterprise-, Information-, and Computational Viewpoint, was covered by means of formulated research questions. The two viewpoints: Engineering-, and Technology Viewpoint, of the HISA specification procedure are not formally described in ISO 12967. Those viewpoints were joined and formalised as "Developer Viewpoint", and covered by an guided interview with FHIR ecosystem experts. All viewpoints, except Enterprise Viewpoint, were analysed at the three levels of interoperability defined by Stroetmann et al. [2009]: "Technical and syntactical interoperability", "Partial semantic interoperability", and "Full semantic interoperability". For assessing the exact level of interoperability, a mathematical measure for the "effective semantic interoperability" was utilised.

¹ Google search using the string "hl7 fhir", results in 42,600 hits

Results

Enterprise Viewpoint, resulted in a purpose description of the studied FHIR ecosystem along with domain specific data models for the two domains: Home-care and nursery, and physiotherapeutic training. **Technical and syntactical interoperability**, resulted in the following consequences: Data can be exchanged, but only utilised by human interpretation; problematic patient identification, due to the lack of machine interpretation; simple data viewers, with developer heavy free text search engines. **Partial semantic interoperability**, resulted in the following consequences: Sharing of common information, that can be machine processed; reuse of FHIR profiles and advanced business transactions across ecosystem applications; application specific profiling is allowed. **Full semantic interoperability**, resulted in the following consequences: Complete sharing of ecosystem information, allowing for complete machine utilisation; No application specific profiling allowed.

Discussion and Conclusion

This study demonstrated the application of the suggested model for analysing a FHIR ecosystem, along with the mathematical representation for the level of interoperability. The strictness of the HISA specification procedure, complements the openness of FHIR, by contributing with a standardised modelling framework. The suggested measure for interoperability is applicable as an expression for the exact level of interoperability. The exact level of interoperability in single-layer information architectures, like FHIR, is however criticised for being submitted to degeneration due to domain changes. It can be concluded that the suggested model and the mathematical interoperability measure are applicable as means to analyse interoperability in a FHIR ecosystem.

Indhold

1	Introduktion	1
1.1	Interoperabilitet	2
1.2	Fast Health Interoperability Resources	3
1.2.1	ImplementationGuide ressourcen	4
1.2.2	Referenceimplementeringer	5
1.3	Problemformulering	6
2	Metode	7
3	Systembeskrivelse	15
3.1	Omsorgsjournalsystem	15
3.1.1	Hjemmehjælp og -sygepleje	16
3.1.2	Fysioterapeutisk træning	17
4	FHIR modellering	19
4.1	Teknisk og syntaktisk interoperabilitet	19
4.1.1	Teknisk Informationssynspunkt	19
4.1.2	Syntaktisk Informationssynspunkt	20
4.1.3	Teknisk Datamatisk synspunkt	23
4.1.4	Syntaktisk Datamatisk synspunkt	24
4.1.5	Udviklersynspunkt - Teknisk og syntaktisk	24
4.2	Delvis semantisk interoperabilitet	26
4.2.1	Informationssynspunkt	26
4.2.2	Datamatisk synspunkt	28
4.2.3	Udviklersynspunkt	29
4.3	Komplet semantisk interoperabilitet	32
4.3.1	Informationssynspunkt	32
4.3.2	Datamatisk synspunkt	34
4.3.3	Udviklersynspunkt	35
5	Konsekvenser ved skift i interoperabilitetsniveau	37
5.1	Teknisk og syntaktisk interoperabilitet - Delvis semantisk interoperabilitet	37
5.1.1	Indholdsmæssige konsekvenser	37
5.1.2	Funktionelle konsekvenser	38
5.2	Delvis semantisk interoperabilitet - Komplet semantisk interoperabilitet	38
5.2.1	Indholdsmæssige konsekvenser	38
5.2.2	Funktionelle konsekvenser	38
6	Diskussion	39
7	Konklusion	43
	Referencer	45
A	Litteraturstudie - Studiers kommunikation af interoperabilitet	49
B	Interviewguide - Udviklersynspunkt på konsekvenser	53
C	Referat - Interview til Udviklersynspunkt	55

Introduktion

Fokus på interoperabilitet i sundhedsinformationssystemer, har været et politisk emne igennem mange år. EU-kommissionen ytrede f.eks. i 2004 et behov for større interoperabilitet i elektroniske patientjournaler [Europaudvalget 2004, 2004]. Økonomisk, viste en analyse i en amerikansk kontekst, at manglende interoperabilitet imellem sundhedsinformationssystemerne i USA, havde en økonomisk konsekvens på 77,8 milliarder US Dollars [Walker et al., 2005]. I Danmark har regeringens 2013-2017 handlingsplan for digitalisering af sundhedsvæsenet, rettet fokus mod øget anvendelse af standarder, for at sikre øget åbenhed for tilslutning til sundhedsinformationssystemerne fra tredjepartsudviklere [Regeringen et al., 2013]. Som et svar på denne handlingsplan har Sundhedsdatastyrelsen udgivet en række principper for arkitekturer på sundhedsområdet. Målsætningen er på sigt, at samle hele sundhedsområdet på et sæt fælles arkitekturprincipper, bl.a. information, applikation og teknik. Det gennemgående mål med principperne er interoperabilitet mellem sundhedsinformationssystemerne, så information, applikationer og systemkomponenter kan deles på tværs af et nationalt økosystem for sundhedsvæsenet [Sundhedsdatastyrelsen 2016]. Anvendelsen af standarder til at opnå interoperabilitet er ikke et nyt koncept for industrien bag sundhedsinformationssystemerne. Der udgives standarder fra standardiseringsmyndigheder, som International Organization for Standardization (ISO) og European Committee for Standardization (CEN), der dog samarbejder om udbredelse af standarderne til deres medlemslande [CEN, 2017]. To af disse organisationernes standarder for informationsarkitekturer i sundhedsinformatik er hhv. ISO 12967 og EN 13606 [CEN, 2017]. Disse to standarder er dog imidlertid ikke direkte interoperable, da de f.eks. anvender forskellige modeller for data. Problemet består derfor ikke i manglen på standarder, men det modsatte, at der er flere standarder med samme formål. Denne problematik med interoperabilitet imellem informationssystemer, standardiserede eller ej, forsøges løftet af en af de største standardiseringsorganisationer indenfor sundhedsinformatik, Health Level Seven (HL7) [Health Level 7, 2017]. Den seneste standard fra HL7 hedder Fast Interoperability Resources (FHIR) og er en letvægtsstandard, forstået på den måde, at den er designet til at lette udviklingen ved at basere sig på web-standarder, afgrænsede datastrukturelementer (ressourcer) og overskuelig dokumentation [Health Level 7, 2016]. FHIR oplever international ¹, men også dansk interesse, hvor standarden er valgt til at danne grundlag for den elektroniske omsorgsjournal i Danmarks to størst befolkede kommuner, Aarhus og København, sammen en række mindre kommuner [Dragø, 2016]. Valget af FHIR hænger godt sammen med Sundhedsdatastyrelsens arkitekturprincip om at ville etablere et økosystem af data, applikationer og systemkomponenter, her omkring FHIR standarden [Wolf et al., 2015]. FHIR er dog blevet kritiseret for sin store åbenhed, der kun kræver et minimum af fælles dataelementer og samtidigt tillader udvidelser til standarden. Dette ses af flere forfattere som en trussel for interoperabiliteten [Luz et al., 2015, Bender and Sartipi, 2013], hvor formålet var at fremme den.

Interoperabilitet mellem sundhedsinformationssystemer er i europæisk kontekst beskrevet af [Stroetmann et al., 2009], der inddeler informationssystemers interoperabilitet i fire niveauer. Taksonomien har til formål, at vejlede udviklingen i interoperabilitet mellem informationssystemer, så det kan opgøres hvor langt processen er nået. Men med disse fire niveauer kan det dog være svært at specificere en præcis målsætning for interoperabilitet, når der skal udvikles nye systemer til sundhedsvæsenet. Ydermere indebærer optimering af interoperabiliteten i sundhedsvæsenet vurderinger af konsekvenserne forbundet med et givent interoperabilitetsniveau [Stroetmann, 2014]. Foruden kommerciel systemudvikling, er sundhedsinformatik et forskningsfelt med international tilslutning. Der er derfor et stort antal nye videnskabelige publikationer, som udgives hvert år. I forbindelse med

¹ 42.600 hits på Google med søgestrengen: "hl7 fhir"

den seneste konference for medicinsk informatik, Informatics for Health 2017, i Manchester (UK), var bidraget 119 konferenceartikler, hvoraf 28 havde indhold relateret til integration, sammenkobling eller interoperabilitet med medicinsk informatik. Af de 28 anvendte kun 1 artikel et definitivt mål for interoperabilitet, som ville kunne anvendes direkte til at klassificere det system som var modelleret [appendiks A]. Denne svaghed i litteraturen, i form af manglen på en gængs metode for præcis målsætning af interoperabiliteten, gør det svært at sammenligne forskningsresultater.

Men hvorfor er det relevant at kunne opgøre interoperabiliteten i FHIR økosystemer?

Spørgsmålet besvares ved at analysere Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet, for at få indblik i taksonomiens granularitet og potentiale som vurderingsværktøj. Dernæst analyseres FHIR, med henblik på at identificere tiltag i standarden, der kan være problematiske for opnåelsen interoperabilitet i FHIR økosystemer.

1.1 Interoperabilitet

Informationssystemers interoperabilitet kan inddeles i niveauer, afhængigt af hvor gennemført sammenhængen i data er. Ifølge Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet, er der fire interoperabilitetsniveauer:

- Niveau 0 - Ingen interoperabilitet
- Niveau 1 - Teknisk og syntaktisk interoperabilitet
- Niveau 2 - To forskellige slags delvis semantisk interoperabilitet, envejs og tovejs - begrænset til meningsfulde brudstykker
- Niveau 3 - Komplet semantisk interoperabilitet med delbar kontekst og sømløs samvirkning

[Stroetmann et al., 2009]

Stroetmann et al. [2009]’s definition af komplet semantisk interoperabilitet, er en fremtidsvision, der har til hensigt at agere ledestjerne i arbejdet med informatik og informationsteknologi i sundhedsvæsenet. Visionen om delbar kontekst og sømløs samvirkning, som også indebærer håndtering af sproglige barrierer såvel som fuld indholdsmæssig integration på tværs af hospitalsinformationssystemer, sundhedssektorer og landegrænser. Delvis semantisk interoperabilitet, har væsentligt lavere ambition, der begrænser sig til integration med meningsfyldt præsentation af narrative beskrivelser af en patients helbredstilstand samt diagnoser, allergier, demografi og sygdomshistorie, der er kode-de med internationale kodesystemer. Den delvise semantiske interoperabilitet kan være ensidig eller gensidig. På syntaktisk og teknisk niveau, er ambitionen nedjusteret til fælles platforme for præsentation af data, f.eks. i almindelige webbrowsere eller email-klienter, som følge af en forespørgsel. Der er imidlertid ikke garanti for at den modtagende part kan læse, forstå eller fortolke indholdet pga. sproglige eller andre lignende forhindringer, der vil bero sig på menneskelig indgriben. Ingen interoperabilitet, betyder ingen mulighed for at opnå indsigt i eksisterende data om patienten. [Stroetmann et al., 2009]

I litteraturen anvendes begrebet “semantisk interoperabilitet” ofte som et udtryk for informationssystemers evne til maskinel anvendelse af udvekslede eller delte data [Stroetmann, 2014, Lopez and Blobel, 2009]. Denne beskrivelse dækker over niveau 2- og niveau 3- interoperabilitet. Men hvor store dele af informationssystemernes datamodeller, der er interoperable indgår ikke i definitionen.

Hovedformålet med systemintegration i sundhedsvæsenet, er at give autoriserede brugere adgang til data, der er nødvendig for den pågældende klinikkers behandlingsopgave med patienten. Men målet nås ikke ved bare at samle alle data fra heterogene systemer med varierende formål og indhold i en journal. Integrationen af journaldata fra heterogene systemer skal styres, for at sikre ensartethed

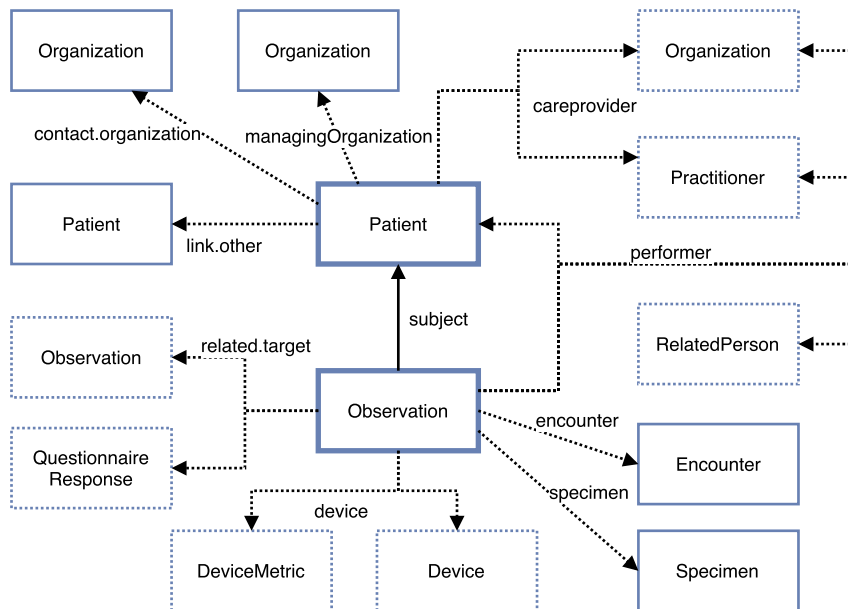
og sammenhæng i aggregeret data, hvilket kan foretages ved hjælp af standarder for beskedkommunikation, konsoliderende databaseløsninger eller fælles systemarkitektur. [Grimson et al., 2000] Særligt fremhæves åbne standarder, der udvikles igennem samarbejde og konsensus, som et middel til optimering af udbredelse og anvendelse [Atalag et al., 2010].

1.2 Fast Health Interoperability Ressources

Health Level 7 (HL7) er en standardiseringsorganisation, der har til formål at levere standarder, der skaber interoperabilitet imellem applikationer i en sundhedskontekst. Ved at definere datatyper, sammen med kommunikative og strukturelle forhold forsøger HL7 og dets medlemmer, fra sundhedsIT-industrien, at skabe sømløs integration mellem applikationer, indenfor det indhold, der specificeres af standarderne. [Health Level 7, 2017]

Den seneste HL7 standard, Fast Health Interoperability Ressources (FHIR), er en såkaldt letvægtsstandard, der har fokus på implementerbarhed. Tilgangen til interoperabilitet med FHIR, baserer sig på deling af data efter et fælles indholdsskema, hvor de udvekslende applikationer begge kender dataelementernes betydning og kontekst. Dertil kommer at FHIR datamodellen kan udvides, med systemspecifikke dataelementer (extensions), på baggrund af en standardiseret metode. FHIR specifikationen kan anvendes til kommunikation i tre systemarkitekturer: Webbaseret arkitektur, Service Orienteret Arkitektur og beskedbaseret arkitektur, der kommunikerer med hhv. REST, SOAP og beskeder. Tilpasningen af FHIR ressourcer, såkaldt profilering, er som udgangspunkt drevet af brugsscenarier for at undgå overførslen af tomme eller manglende felter, der skaber inkonsistens i den semantiske interoperabilitet. [Health Level 7, 2016]

I forhold til den datamodel der specificeres i arkitekturstandard ISO 12967 [ISO, 2011], er datamodellen, som specificeres i FHIR, meget løs. Det skal forstås på den måde at flere ressourcer tillader en reference til et udvalg af andre ressourcerinstanser. F.eks. en Observation kan have en reference til genstanden for observationen. Genstanden (subject), som kan variere imellem profilerne, kan være i form af en patient (Patient), en gruppe af patienter (Group), medicinsk udstyr (Device) eller et fysisk sted (Location). I forskellige brugsscenarier kan denne simple struktur variere på tværs af referencerne. Hvis de refererede ressourcer også har referencer, kan disse også variere. Dette fører til et stort antal af mulige kombinationer, f.eks. kan strukturen Patient-Observation have et antal forskellige referencekombinationer til ressourcer ud over Patient-Observation referencen, da Patient kan have tre yderligere referencer, hvor den ene har to valgmuligheder, og Observation kan have fem andre referencer, med hhv. en, fire, en, to og to muligheder, hvilket er illustreret i figur 1.1. Dette gør brugen af FHIR fleksibel, som udgangspunkt for opbygningen af en informationsarkitektur. [Health Level 7, 2016]



Figur 1.1: Muligheder for informationsarkitekturer ved relationen Patient-Observation. De stiplede linjer illustrerer at relationen er valgfri, hvor stiplede bokse betyder at kun én af ressourcerne kan vælges til den pågældende relation. Pile angiver retningen for relationen, altså hvilken ressource, der indeholder referencen. Teksten på pilen identificerer det refererende dataelement

Men denne designtilgang, der er drevet af individuelle brugsscenarier, kan det blive problematisk hvis nye brugsscenarier integreres i et eksisterende FHIR system. Her er der ikke megen vejledning at hente i FHIR specifikationen, i forhold til hvordan ressourcerne bør sammensættes i større sammenhænge [Bender and Sartipi, 2013], andet end ImplementationGuides ressourcer, som er udgivet af større sundhedsorganisationer [Health Level 7, 2016]. Risikoen er, at forskellige udviklere opretter individuelle informationsarkitekturer, således at der opstår en antal forskellige FHIR økosystemer i stedet for ét samlet. Det kan blive problematisk for interoperabiliteten på tværs af FHIR økosystemer eller applikationer, med forskellige informationsarkitekturer, hvilket vil medføre at konsolidering af tilgængelig data vil skulle foretages i et mellemlag [Hasselbring, 2000]. Alternativet er at der vil være tale om forskellige FHIR informationssiloer, som vil kunne have større eller mindre grad af interoperabilitet. Der vil være brug for sammenligningsgrundlag, for studier, der berører denne problemstilling, således at man kan vurdere effekten af diverse tiltag [Stroetmann, 2014].

1.2.1 ImplementationGuide ressourcen

Metoden til at sikre et højt niveau af ensartethed i den data, der deles imellem applikationer i et FHIR økosystem, er ImplementationGuide ressourcen. ImplementationGuide, bidrager med et standardiseret format, til at kommunikere regler, begrænsninger og minimumskrav for data som applikationer skal overholde, for at indgå given systemkontekst. Som en del af FHIR specifikationen findes der syv ImplementationGuide ressourcer, hvoraf den mest centrale er Data Access Framework (DAF). DAF er et amerikansk svar på en central profilering af udvalgte ressourcer, med tilhørende minimumskrav, regler og begrænsninger. Et eksempel er DAF profileringen af ressourcen Procedure, der kun kræver at 6 dataelementer ud af 29 mulige anvendes. Systemer, som erklærer sig i overensstemmelse med DAF skal derfor som minimum kunne skrive til og læse fra profilen, men må gerne anvende yderligere dataelementer. [Health Level 7, 2016] DAF profiler er et eksempel på, at det kan være nødvendigt at skære indholdet af det delte data helt ned, for at sikre størst mulig tilslutning og dermed øge antallet af interopererende systemer, samtidigt med at det delte data bidrager med klinisk værdi. Problemet er dog fortsat, at applikationerne kan anvende yderligere dataelementer og extensions. Disse ekstra data kan derfor ikke nødvendigvis deles. For at lette anvendelsen af klinisk data fra bl.a. DAF, blev der etableret en FHIR API under det amerikanske ARGONAUT projekt, bestående af sundhedsinstitutioner og udviklere af sundhedsIT. [ONC, 2017]

1.2.2 Referenceimplementeringer

En alternativ tilgang til at opnå hurtig interoperabilitet og implementerede løsninger baseret på FHIR er foreslået af SMART (Substitutable Medical App, Reuseable Technology) applikationsplatformen. SMART anvender en lignende tilgang til interoperabilitet mellem applikationer, som DAF, med at foreslå en ImplementationGuide, der indeholder profilerede FHIR ressourcer med tilhørende restriktioner og regler for indholdet i FHIR ressourcerne. Ud over ImplementationGuide Ressourcen, indeholder SMART platformen, open source referenceimplementeringer af ImplementationGuide ressourcen, indbefattende system backend samt en række frontends med specialiserede formål, såsom patientoverblik, kvalitetsmålinger og laboratoriedata. Alt dette, komplet med login og sikkerhedsmekanismer. [Mandel et al., 2016] Deres medvirken i ARGONAUT projektet har medført en stigende inkludering af deres løsninger i større udvikleres sundhedsinformationssystemer, som f.eks. Epic [Health Level 7, 2017], der leverer elektronisk patient journal til Region Sjælland og Region Hovedstaden [Region Hovedstaden, 2017]. Men en løsning som Epic's referenceimplementering understøtter kun læsning af profilerede FHIR ressourcer, der genereres ved udtræk fra Epic's elektroniske patientjournal [Epic, 2017]. Det medfører at interoperabiliteten begrænses til at omfatte de implementerede profiler, samt anvendelsen af referenceimplementeringens anvendte kodesystemer og valuesets.

1.3 Problemformulering

Det er relevant at kunne opgøre interoperabiliteten mellem applikationerne i et FHIR økosystem, da der vil have betydning for domænerne applikationer, i forhold til hvilke regler og normer for data de forventes at skulle overholde, for at kunne indgå i en given systemkontekst.

FHIR ressourcer er udviklede til at håndtere data fra en bred samling af kliniske domæner. Variation mellem krav til data, kan derfor forventes at forekomme for applikationer i et FHIR økosystem, som er sammensat af forskellige kliniske domæner. For FHIR baserede systemer, sikres interoperabiliteten igennem ens anvendelse af standarden. Dette er ikke et problem for et afgrænset klinisk brugsscenarie. Problemet opstår når flere brugsscenarier skal sameksistere i et større økosystem af applikationer. Problemet består i at de individuelle brugsscenarier har hver deres krav til, hvilke data, der skal indsamles og anvendes, f.eks. måling af et blodtryk med to simple numeriske værdier til systolisk og diastolisk tryk, hvor et andet brugsscenarie måske optager et billede af et diabetisk fodsår. Et problem, der i FHIR løses igennem profilering af ressourcer, evt. under oprettelsen af extensions, de førnævnte eksempler ville komme til udtryk i en BloodpressureObservation og en UlcerObservation (SårObservation). Set i konteksten af intraoperabilitet i et større økosystem, vil denne spontane opståen af individuelt profilerede ressourcer kunne forventes af have konsekvenser for interoperabiliteten imellem applikationerne. Interoperabiliteten vil der kunne variere over alle Stroetmann et al. [2009]’s niveauer, pga. forskellige designvalg for f.eks. kodesystemer. Fælles for applikationerne, i et økosystem, er den systemtekniske platform og den opgave orienterede kontekst. Den systemtekniske platform er i form af system backend og kommunikationsprotokoller, den opgaveorienterede kontekst er i form af, hvilket grundlæggende anvendelsesfokus økosystemet har, f.eks. dokumentation af kommunale sundheds- og serviceindsatser. Når flere kliniske brugsscenarier sameksisterer i et økosystem af applikationer kan det være svært at opgøre et egentligt interoperabilitetsniveau, da dette vil kunne variere fra brugsscenarie til brugsscenarie. Det er måske tilmed ikke nødvendigt med komplet sømløs interoperabilitet imellem applikationernes data, da de vil være udviklede til specialiserede formål og derfor kun anvende data, der er kendt for dem. Det er dog svært at afgøre med sikkerhed, hvor et meningsfyldt niveau præcist er placeret, da de informatiske studiers resultater mangler en faktor, der kan bruges som sammenligningsgrundlag. Et meningsfyldt niveau er forsøgt opnået med Data Access Framework’ets tilgang med et minimumsdatasæt hvor formålet er, at skabe overblik over en patients medicinske historik. De faktiske konsekvenser kan derfor måske sige at være forbundet med formålet for den pågældende samvirkning mellem applikationerne.

Problemformulering: Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet, mellem applikationer, i et FHIR økosystem?

Case

Konteksten for problemformuleringen, “*et FHIR økosystem*”, er her et specifikt FHIR økosystem, i form af Columna Cura, der er udviklet af Systematic A/S. Der tages udgangspunkt i netop dette økosystem, da det er det første af sin slags i en større dansk kontekst, nemlig som kommende elektronisk omsorgsjournal i Danmarks to befolkningsrigeste kommuner, Aarhus og København, samt en række andre kommuner. Det banebrydende, i dansk kontekst, er konceptet bag Columna Cura, som bygger på en økosystemtanke [Dragø, 2016]. I det ligger, at tredjepartsudviklere skal kunne levere applikationer, som skal støtte de social- og sundhedsprofessionelles dokumentation af social- og sundhedsydelse [Wolf et al., 2015]. To af de faglige domæner for dokumentationen er hhv. hjemme- samt sygepleje og fysioterapeutisk træning [Aarhus Kommune, 2017]. Disse to domæner vælges, da deres data allerede er modellerede til at indgå i konteksten af Columna Cura [Systematic A/S, 2016, Wollesen et al., 2016]. Derudover er selve domænemodelleringen og analysen, der ligger til grund, uden for problemformuleringens fokus.

Metode

Denne metodebeskrivelse sætter rammen omkring besvarelsen af problemformuleringen:

“Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?”

Analysen bag opfyldelse af problemformuleringen tager udgangspunkt i standarden for middleware, ISO 12967, og dens indgangsvinkel til modellering af middleware i et hospitalsinformationssystem. ISO 12967, bygger på de tre synspunkter: Virksomhed, Information og Datamatisk [ISO, 2011]. Årsagen til at vælge netop ISO 12967, som udgangspunkt for en analyse af et FHIR økosystem, var at de to standarder komplimenterer hinanden. Helt konkret, indeholder FHIR ikke en formaliseret modelleringsmetode, hvor modelleringen og kravspecifikation er en stor del af ISO 12967. Ydermere er ISO 12967 teknologineutral, hvor FHIR i høj grad specificerer anvendelsen af konkrete teknologier, såsom snitfladeteknologier og datanotation. Ligheden er på datasiden, et sæt prædefinerede klasser, med dataelementer og datatyper. En fundamental forskel mellem FHIR og ISO 12967 findes dog i netop modelleringsmetoden, hvor FHIR profileres til det enkelte domæne og dets brugsscenarie, så modelleres ISO 12967 systemer for alle kendte og mulige fremtidige domæner samt deres brugsscenarier. Dertil kommer at formålet med ISO 12967 er at implementeringen af fælles middleware til at samle et informationssystems applikationer, på et fælles datagrundlag, minder om et formålet for et økosystem. Økosystemet, som dette studie tager udgangspunkt i, beskrives først med ISO 12967-1:2011 HISA (Health Informatics Service Architecture) specifikationsproceduren, “Virksomhedssynspunkt” (Enterprise viewpoint). Herunder foretages en overordnet skitsering af økosystemets arkitektur, hvor sikkerhed og integration til evt. eksterne services er udeladt, grundet problemformuleringens fokus. Beskrivelsen af Virksomhedssynspunkt, anvendes til en videre analyse af det beskrevne systems indhold og funktionalitet, på baggrund af ISO 12967-1:2011 specifikation af hhv. Informationssynspunkt og Datamatisk synspunkt. Grundet problemformuleringens fokus på FHIR, modelleres og analyseres “Informationssynspunkt” og “Datamatisk synspunkt”, i forhold til de konkrete løsninger som er indeholdt i FHIR specifikationen, for opbygning af datamodel og teknologi.

ISO 12967-1:2011 nævner at systemet ligeledes skal beskrives fra synspunkterne “Ingeniørmæssigt synspunkt” og “Teknologisk synspunkt” (Engineering viewpoint, Technology viewpoint) [ISO, 2011]. En søgning med søgestrengen “12967” på ds.dk afslører at disse dele af specifikationen ikke er udgivet, hvorved de i denne rapport analyseres på baggrund af ekspertvurderinger af analyseresultaterne fra “Informationssynspunkt” og “Datamatisk synspunkt”. Dette sker i en samlet analyse, kaldet “Udviklersynspunkt”, som baserer sig på et semistruktureret interview efter metoden, som er specificeret i appendiks B. Denne del analyserer kravene til infrastruktur- og applikationsudvikling samt en vurdering af konsekvensen for en bruger. Denne analyse resulterer i mock-ups af brugergrænseflader, til at visualisere konsekvenserne.

For at kunne opgøre “...de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet...”, gennemføres en analyse af “Informationssynspunkt”, “Datamatisk synspunkt” og “Udviklersynspunkt” for hvert af interoperabilitetsniveauerne i Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet. Input til analysen er Virksomhedssynspunktets formålsbeskrivelse for systemet samt domænemodeller for de to inkluderede domæner, hjemmehjælp- og sygepleje samt fysioterapeutisk træning, men der sker også overførsel fra et evt. underordnede interoperabilitetsniveau, hvor forudsætninger forbundet med opnåelse af et niveau også er gældende for et højere niveau. Da Stroetmann et al. [2009]’s taksono-

mi har en lav granularitet, øges granulariteten i ved at indføre et mål for den effektive semantiske interoperabilitet, som beskrevet af Yahia et al. [2012]. **Kvantificeringen af den semantiske interoperabilitet** imellem de to inkluderede domæners datamodeller, opgøres med den effektive semantiske interoperabilitet, vha. formel 2.1. Kvantificeringen af interoperabilitetsniveauerne, skal bidrage med at øge præcisionen i vurderingen af den semantiske interoperabilitet. Dette er tænkt som et værktøj til at præcisere det interoperabilitetsniveau som kan kræves af tredjepartssystemer, der vil opnå tilslutning til et økosystem. Det semantiske spænd imellem to dataskemaer kan beregnes som ratioen mellem antallet af dataelementer i hhv. det ene og det andet skema med ens betydning. Dette kan for FHIR ressourceprofiler være antallet af ens dataelementer, der er profileret ens, dvs. ens kardinalitet, samme datatype, samme codesystem etc. Den semantiske effektivitet $Se_{1 \rightarrow 2}$, kan opgøres for et FHIR økosystem, ved at beregne ratioen mellem antallet af krævede dataelementer i tredjepartsprofileringen, $R_{required}^i$, og det totale antal dataelementer i de samme ressourceprofiler for økosystemet, R_{total}^i . Hvor i benævner de respektive interopererende systemer.

$$Se_{1 \rightarrow 2} = \frac{R_{required}^i}{R_{total}^i} \quad (2.1)$$

Dette mål for effektiv semantisk interoperabilitet anvendes til at opgøre hvorvidt, interoperabilitetsgraderne er opnåede da:

- **Teknisk og syntaktisk interoperabilitet** ikke medfører semantisk interoperabilitet hvorved $Se_{1 \rightarrow 2} = 0$
- **Delvis semantisk interoperabilitet** medfører en $Se_{1 \rightarrow 2}$ værdi på: $0 < Se_{1 \rightarrow 2} < 1$
- **Komplet semantisk interoperabilitet** medfører $Se_{1 \rightarrow 2} = 1$

[Yahia et al., 2012]

For at **øge den effektive semantiske interoperabilitet**, kan det være nødvendigt at berige dataskemaet med nye værdier eller ændrede kardinaliteter. En berigelse kan også være i form af en alternativ strukturering af data, der kan tilfredsstille de to interopererende datasæt. Berigelsen kan også være negativ, ved at der udelades dataelementer for at tilfredsstille den semantiske interoperabilitet. [Yahia et al., 2012]

Opgørelse af konsekvenser relaterer sig til problemformuleringens: “... de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser...”. I denne delkonklusion sammenholdes resultatet af analyserne for Informations- og Datamatisk synspunkt, ved forøgelse af interoperabilitetsniveauerne. Dette gøres ved at analysere resultaterne af FHIR modelleringen for hvert af interoperabilitetsniveauerne med henblik på at afdække konsekvenserne, f.eks. i form af vunden funktionalitet eller mulighed for genanvendelse af data på tværs af applikationerne.

I det nedenstående præsenteres specificerede metoder til rapportens resultater. Den beskrevne metode er illustreret i figur 2.1. Hvor interoperabilitetsniveauerne er omgivet af ISO 12967 standardens synspunkter, på økosystemet, men også de overordnede tiltag, forbundet med at skifte niveau. Figuren refereres løbende i det nedenstående og kan anvendes til at skabe overblik undervejs. Delkonklusion til opgørelse af konsekvenser er dog ikke en del af figuren.

1. Denne del omhandler besvarelsen af problemformuleringens kontekst, i form af et FHIR baseret økosystem. Der tages udgangspunkt i FHIR økosystemet - Systematic Columna Cura, som det er implementeret i Aarhus Kommune. Fra økosystemet fokuseres der her på de to use cases: Hjemmehjælp og -sygepleje samt fysioterapeutisk træning. Denne del af besvarelsen er en systembeskrivelse, der bygger på den grundlæggende specifikation af "Virksomhedssynspunkt" fra ISO [2011]. "Virksomhedssynspunkt" skal opstille grundlaget for besvarelsen af problemformuleringen, ved at beskrive arkitekturen for økosystemet, herunder dets formål og anvendelse i systemets kontekst. Dette er pkt. 1 på figur 2.1. Systembeskrivelsen er nødvendig for at kunne modellere komponenterne i økosystemets mellemlag, herunder datamodel og operationer, der identificeres som nødvendige for at kunne efterleve systemets formål. Dette formål afgrænses i denne analyse til dokumentation for udførelsen af de nævnte use cases. Besvarelsen af denne del tager udgangspunkt i spørgsmålet: **"Hvordan kan Virksomhedssynspunkt for dokumentation af hjemmehjælp og -sygepleje samt fysioterapeutisk træning, beskrives med hensyn til: Overordnet formål, systemarkitektur og domænespecifikke datamodeller?"** Virksomhedssynspunktet udarbejdes på baggrund af en søgning i Google på dansksprogede sider, med søgestrengen "*elektronisk borgerjournal aarhus kommune 2015*". Årsagen til at anvende Google, er at der ikke forventes at være videnskabeligt udgivne artikler til netop dette specifikke indhold. Herudover anvendes dokumentationsstandard for kommunale social og sundhedsydelser, Fælles Sprog 3, samt designvalg i Cura-API som grundlag for modelleringen af hjemmehjælp og -sygepleje. Fysioterapeutisk træning, i konteksten af Columna Cura og Fælles Sprog 3 er tidligere modelleret af denne rapports forfatter i Wollesen et al. [2016] og anvendes derfor her.
2. Besvarelsen af problemformuleringens indhold omkring konsekvenser for data og funktionalitet, tager udgangspunkt i følgende spørgsmål, som er relaterede til de respektive grader af interoperabilitet jf. Stroetmann et al. [2009]'s taksonomi for interoperabilitet. Analyserne baserer sig primært på HL7 FHIR DSTU2 (Health Level 7 [2016]), ISO 12967:2011 (ISO [2011]) samt stikordssøgninger i Google-Scholar. Udviklersynspunkt baserer sig på appendiks C:
 - a. **Interoperabilitetsniveau 0 - Ingen interoperabilitet:** Dette niveau udledes af analysen, da ingen interoperabilitet, ikke er i overensstemmelse med selve formålet med et økosystem af applikationer. Anvendelsen af FHIR standarden til opbygningen af økosystemet, gør dette niveau overflødigt.

2. Fortsat

b. Interoperabilitetsniveau 1 - Teknisk og syntaktisk interoperabilitet:

På dette niveau forventes det at applikationer som minimum kan udveksle data på en form, der ikke indebærer maskinel anvendelse ud over simpel visning.

- i. Her modelleres og analyseres det i punkt 1 beskrevne system med udgangspunkt i “Informationssynspunkt” og “Datamatisk synspunkt”, fra ISO [2011]. Dette er pkt. 2.b.i på figur 2.1. For at kunne opgøre omkostningerne for interoperabiliteten på teknisk og syntaktisk niveau, for applikationernes data, er det nødvendigt at opgøre hvilke elementer fra FHIR standarden, der som minimum skal være implementerede, i arkitekturens mellemlag, for netop at opnå først, teknisk og siden, syntaktisk interoperabilitet imellem applikationernes data ud fra et informationssynspunkt og datamatisk synspunkt. Denne del af analysen tager derfor udgangspunkt i spørgsmålet: **“Hvordan kan det beskrevne system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås teknisk og syntaktisk interoperabilitet?”** Besvarelsen af spørgsmålet bygger på “Virksomhedssynspunkt”, der opstilles i afsnit 3 Systembeskrivelse samt FHIR specifikationen ([Health Level 7, 2016]) og kilderne Wollesen et al. [2016] og Systematic A/S [2016].
- ii. Her analyseres det modellerede system med udgangspunkt i “Udviklersynspunkt”, for applikations- og infrastrukturlag. Dette er pkt. 2.b.ii på figur 2.1 De modellerede FHIR datamodeller og funktionaliteter, realiseres i en brugergrænsefladeprototype. Niveaue, teknisk og syntaktisk interoperabilitet, kan forventes at have konsekvenser for økosystemets applikationer, når data forsøges anvendt på tværs af disse. Dette analyseres med spørgsmålene : **“Hvad vil det kræve af en applikationsudvikler, at kunne gøre brug af data, der er lagret ved de teknisk og syntaktisk interoperabilitet?”** og **“Hvilke konsekvenser vil niveaue, teknisk og syntaktisk interoperabilitet, kunne forventes at få for brugerne af økosystemets data?”** Økosystemets infrastruktur kan som ved applikationerne forventes at være underlagt konsekvenser, som følge af interoperabilitetsniveaue. Dette analyseres med spørgsmålene: **“Hvad vil det kræve af en systemudvikler, at etablere en systeminfrastruktur, der kan opfylde niveaue, teknisk og syntaktisk interoperabilitet?”** og **“Hvad vil det kræve for en systemudvikler, at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde niveaue, teknisk og syntaktisk interoperabilitet?”** Analysen af spørgsmålene bygger på et interview med system- og applikationsudviklere, der er foretaget jf. appendiks B Interviewguide - Udviklersynspunkt på konsekvenser. Referat af interviewet findes i appendiks C Referat - Interview til Udviklersynspunkt.

2. fortsat

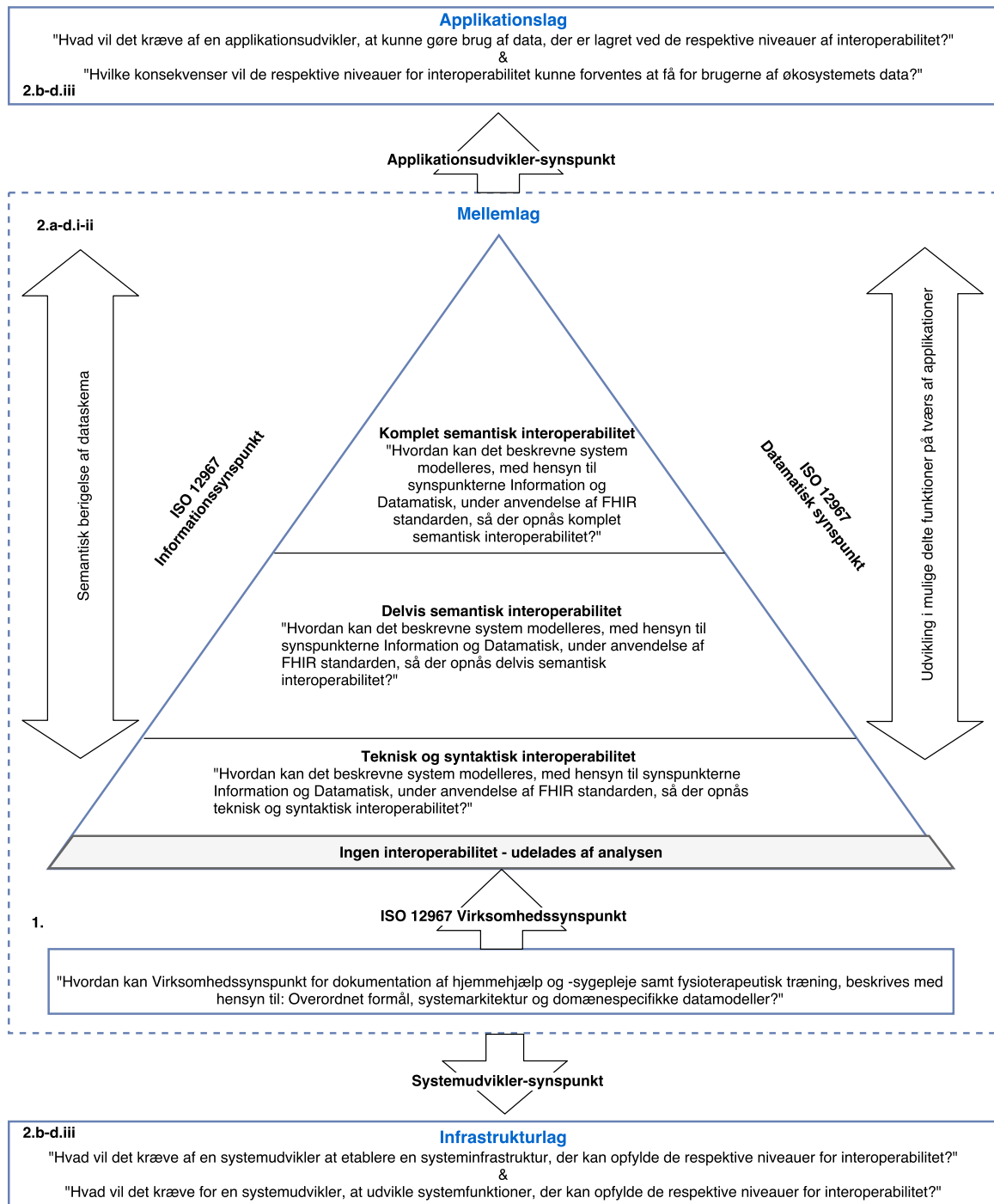
c. Interoperabilitetsniveau 2 - Delvis semantisk interoperabilitet: På dette niveau forventes det at applikationer som minimum kan forstå og anvende meningsfulde brudstykker af data, der optræder på tværs af applikationer. Interoperabiliteten kan være envejs eller tovejs.

- i. Det efterfølgende fokuserede spørgsmål er opstillet med samme begrundelse som i pkt. 2.b, hvor der dog her modelleres til at opnå det datasæt med det størst mulige semantiske overlap, uden at der tabes funktionalitet for applikationerne og dermed envejs samt tovejs delvis semantisk interoperabilitet. Dette er pkt. 2.c.i på figur 2.1. Denne del af analysen tager udgangspunkt i spørgsmålet: **“Hvordan kan det beskrive system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås delvis semantisk interoperabilitet?”**
- ii. Her analyseres det modellerede system med udgangspunkt i “Udviklersynspunkt”, for applikations- og infrastrukturen. De modellerede FHIR datamodeller og funktionaliteter, realiseres i to brugergrænsefladeprototyper, for hhv. envejs og tovejs delvis semantisk interoperabilitet. Det pågældende interoperabilitetsniveau kan forventes at have konsekvenser for økosystemets applikationer, når data forsøges anvendt på tværs af disse. Dette er pkt. 2.c.ii på figur 2.1. Dette analyseres med spørgsmålene : **“Hvad vil det kræve af en applikationsudvikler, at kunne gøre brug af data, der er lagret ved de envejs eller tovejs delvis semantisk interoperabilitet?”** og **“Hvilke konsekvenser vil niveauerne, envejs eller tovejs delvis semantisk, kunne forventes at få for brugerne af økosystemets data?”** Økosystemets infrastruktur kan som ved applikationerne forventes at være underlagt konsekvenser, som følge af at der i økosystemet optræde envejs og tovejs delvis semantisk interoperabilitet. Dette analyseres med spørgsmålene: **“Hvad vil det kræve af en systemudvikler, at etablere en systeminfrastruktur, der kan opfylde niveauerne, envejs og tovejs delvis semantisk interoperabilitet?”** og **“Hvad vil det kræve for en systemudvikler, at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde niveauerne, envejs eller tovejs delvis semantisk interoperabilitet?”** Analysen af spørgsmålene bygger på samme interview med system- og applikationsudviklere, som refereres i pkt. 2.b.ii.

2. fortsat

d. **Interoperabilitetsniveau 3 - Komplet semantisk interoperabilitet:** På dette niveau forventes det at applikationer kan læse, forstå og anvende alle data, der optræder i økosystemets applikationer. Data skal kunne flyde sømløst på tværs af applikationerne.

- i. Her anvendes samme initiale begrundelse som i pkt. 2.b, hvor der dog her modelleres til at opnå komplet semantisk interoperabilitet. Denne del af analysen tager udgangspunkt i pkt. 2.c, hvor “Informationssynspunkt” beriges semantisk, positivt eller negativt, for at kunne opnå komplet semantisk interoperabilitet. 2.c’s “Datamatisk synspunkt” udvides med funktioner, der nu vil kunne deles på tværs af applikationer. Dette er pkt. 2.d.i på figur 2.1. Denne del af analysen tager udgangspunkt i spørgsmålet: **“Hvordan kan det beskrevne system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås komplet semantisk interoperabilitet?”**
- ii. Her analyseres det modellerede system med udgangspunkt i “Udviklersynspunkt”, for applikations- og infrastrukturlag. Dette er pkt. 2.d.ii på figur 2.1. De modellerede FHIR datamodeller og funktionaliteter, realiseres i en brugergrænsefladeprototype. Niveauet, komplet semantisk interoperabilitet, kan forventes at have konsekvenser for økosystemets applikationer, når data forsøges anvendt på tværs af disse. Dette analyseres med spørgsmålene : **“Hvad vil det kræve af en applikationsudvikler, at kunne gøre brug af data, der er lagret ved de envejs eller tovejs delvis semantisk interoperabilitet?”** og **“Hvilke konsekvenser vil niveauerne, envejs eller tovejs delvis semantisk, kunne forventes at få for brugerne af økosystemets data?”** Økosystemets infrastruktur kan som ved applikationerne forventes at være underlagt konsekvenser, som følge af interoperabilitetsniveauet. Dette analyseres med spørgsmålene: **“Hvad vil det kræve af en systemudvikler, at etablere en systeminfrastruktur, der kan opfylde niveauet, komplet semantisk interoperabilitet?”** og **“Hvad vil det kræve for en systemudvikler, at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde niveauet, komplet semantisk interoperabilitet?”** Analysen af spørgsmålene bygger på samme interview med system- og applikationsudviklere, som refereres i pkt. 2.b.ii.



Figur 2.1: Helhedsbeskrivelsen af et informationssystems arkitektur, med “Udviklersynspunkt” på applikationslag og infrastrukturelag og ISO 12967 standardens synspunkter: “Virksomhedssynspunkt”, “Informationssynspunkt” og “Datamatisk synspunkt”, på arkitekturs mellemlag. “Virksomhedssynspunkt” danner grundlaget for de øvrige synspunkter med det underliggende spørgsmål. Alle synspunkterne underinddeles i forhold til Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet. Konsekvenser forbundet med udvikling i interoperabilitetsniveauerne er symboliseret ved de vertikale pile

Systembeskrivelse

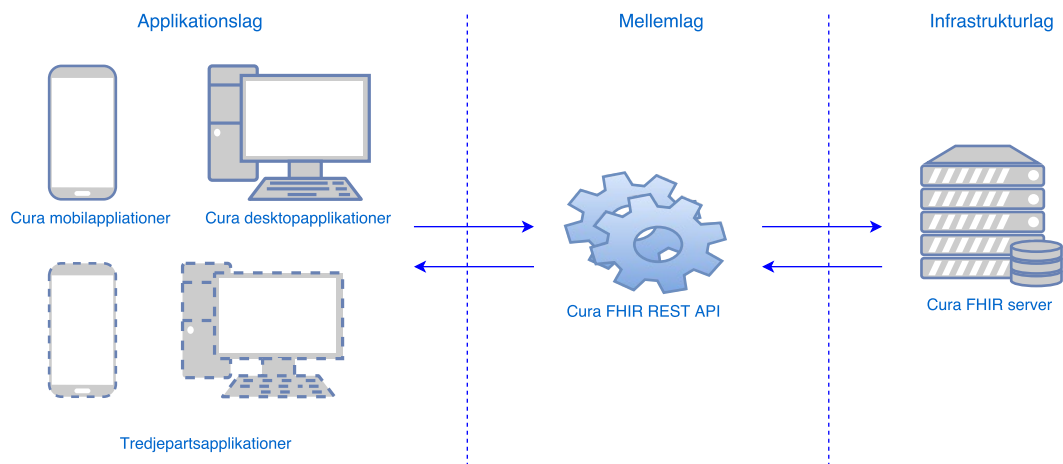
*I dette kapitel opstilles et ISO 12967:2011 Virksomhedssynspunkt for det omsorgsjournalsystem, der skal danne rammen for en analyse af konsekvenser for et økosystem af applikationer ved forskellige interoperabilitetsniveauer. Systemet beskrives med hensyn til to brugsscenarier, hhv. hjemmehjælp og sygepleje samt fysioterapeutisk træning, med hver deres domænemodeller. Systemet analyseres med udgangspunkt i spørgsmålet: **“Hvordan kan Virksomhedssynspunkt for dokumentation af hjemmehjælp og -sygepleje samt fysioterapeutisk træning, beskrives med hensyn til: Overordnet formål, systemarkitektur og domænespecifikke datamodeller?”***

Den indledende søgning resulterede i 4510 hits, hvor indholdsforlaget for de 30 første hits blev gennemgået. Tre resultater blev udvalgt: [Dragø, 2016], [Merzell Danmark A/S, 2015] og [Aarhus Kommune, 2017].

3.1 Omsorgsjournalsystem

Det elektroniske omsorgsjournalsystem, som danner rammen for indeværende analyse, er Systematic Columna Cura. Systemet er udviklet til flere danske kommuner [Dragø, 2016], hvor denne systembeskrivelse omhandler Aarhus Kommunes implementering. Columna Cura er udviklet til at understøtte den fælleskommunale dokumentationsstandard, Fælles Sprog 3, samt integration til nationale services og registre. Aarhus Kommunes elektroniske omsorgsjournal har til formål, at danne rammen omkring tildeling og dokumentation af social- og sundhedsydelser til borgere i Aarhus Kommune. Systemet har til ansvar at samle og formidle planlægningen af aktiviteter og ydelser til borgere, der skal udføres af kommunens social- og sundhedsfaglige personale. [Merzell Danmark A/S, 2015] De inkluderede domæner er f.eks. hjemmehjælp og hjemmesygepleje samt fysioterapeutisk træning [Aarhus Kommune, 2017].

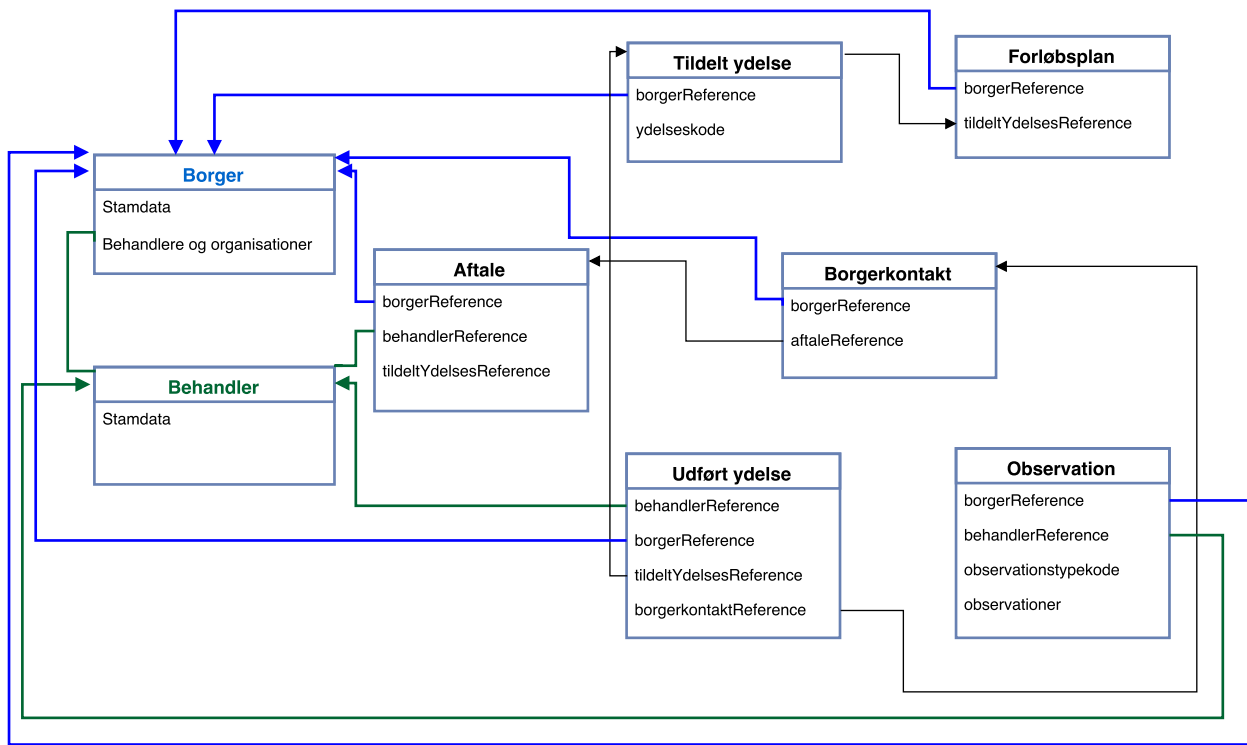
Systemarkitekturen er en trelags arkitektur, der er illustreret med figur 3.1. Arkitekturen er bestående af et applikationslag, der forbindes til infrastrukturens fysiske server via en FHIR REST-snitflade i mellemlaget, som udstilles igennem en FHIR API. Applikationslaget er bestående af en central applikation til overblikdannelsen og dokumentation af ydelser relaterede til hjemmehjælp og -sygepleje [Dragø, 2016]. Hertil kan der f.eks. opstå fagspecifikke applikationer, til at støtte andre domæner eller mere specialiserede dele af de nævnte; applikationer til beslutningsstøtte; eller business intelligence applikationer til kvalitetsudvikling eller lignende. [Merzell Danmark A/S, 2015] En af disse fagspecifikke applikationer, til fysioterapeutisk træning, er foreslået af Wollesen et al. [2016].



Figur 3.1: Columna Cura har en trelaget arkitektur, hvor økosystemets applikationer kommunikerer med Cura FHIR serveren over en FHIR REST snitflade, som udstiller sine funktioner igennem en API

3.1.1 Hjemmehjælp og -sygepleje

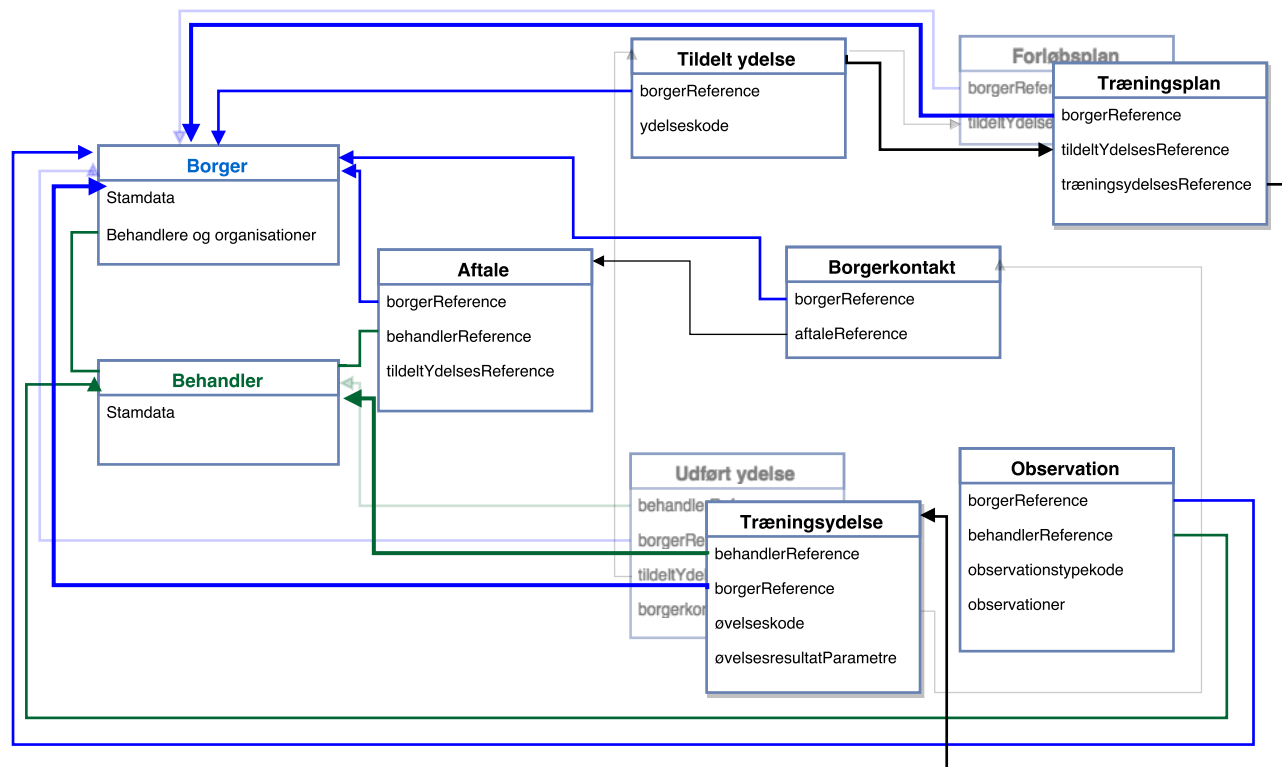
Dokumentationen af udførelsen af ydelser er modeleret i to tidlige dimensioner, tildelt og udført. Tildelingen af en ydelse dokumenteres vha. et fælles ydelseskatalog og sammensættes med andre sammenhængende ydelser til en eller flere forløbsplaner. Den udførte tid er repræsenteret ved den tildelte ydelse sammen med dokumentation for det relaterede borgerbesøg. Derudover dokumenteres eventuelle observationer, der er foretaget som et led i behandling, pleje eller samtale. Observationer kan være alt fra notering af fysiske forhold på borgerens bopæl, som f.eks. en farlig trappe, men også fysiologiske målinger og testresultater over i hændelser såsom faldulykker. [KL, 2016] De to tidlige dimensioner er forbundet via en aftale, der dokumenterer aftaleplanlægningen. [Systematic A/S, 2016] Modellen for data og funktionaliteter er sammenfattet med Unified Modelling Language (UML) i figur 3.2.



Figur 3.2: Dette er en model over data for domænet hjemmehjælp og -sygepleje. Klassen **Borger** er markeret med blå, hvorved relationer til **Borger** ligeledes er blå. Det samme gør sig gældende for **Behandler**, der er grønmarkeret

3.1.2 Fysioterapeutisk træning

Dokumentation af fysioterapeutisk træning, i konteksten af Aarhus Kommune, er tidligere blevet modelleret af Wollesen et al. [2016]. Dokumentationen af træningens tildeling blev gjort som ved dokumentation af hjemmehjælp og -sygepleje. Dokumentationen af selve træningens planlægning og udførsel blev gjort ved at foretage detaljerede strukturerede optegnelser af anvendte træningsøvelser og deres planlagte og udførte øvelsesparametre, som belastning og mængde. De tildelte træningsøvelser blev sammensat i træningsprogrammer, med relation til den tildelte grundlæggende ydelse. Som ved hjemmehjælp og -sygepleje, kan der opstå observationer som udspringer af ændringer i borgerens ydeevne eller manglende evne til at udføre træningsøvelser sammen med begrundelser herfor. Observationer gjort, under hjemmehjælp og -sygepleje kan være relevante for træningsydelsen og udslagsgivende for ændringer i behandlingen. [Wollesen et al., 2016] Modellen for data og funktionaliteter er sammenfattet med UML i figur 3.3.



Figur 3.3: Dette er en model over data for domænet fysioterapeutisk træning. Klassen **Borger** er markeret med blå, hvorved relationer til **Borger** ligeledes er blå. Det samme gør sig gældende for **Behandler**, der er grønmarkeret

FHIR modellering

I dette kapitel præsenteres modelleringen af hjemmehjælp og -sygepleje samt fysioterapi, til FHIR ressourceprofiler, jf. Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet, grad 1-3. De efterfølgende afsnit repræsenterer hver deres grad og er underinddelt i hhv. informationssynspunkt og datamatisk synspunkt. Under de tre afsnit redegøres der for, hvilke omkostninger den pågældende interoperabilitetsgrad har for hhv. det delte indhold og de delte funktioner.

4.1 Teknisk og syntaktisk interoperabilitet

I dette afsnit analyseres det fokuserede spørgsmål: “*Hvordan kan det beskrevne system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås teknisk og syntaktisk interoperabilitet?*” Analysen af dette niveau tager udgangspunkt i domænemodeller og beskrivelser fra afsnit 3 Systembeskrivelse. Da dette niveau indeholder to forudsætninger for interoperabilitet, teknik og syntaks, opdeles denne del af analysen i hhv. Teknisk interoperabilitet og Syntaktisk interoperabilitet, fra informations- og datamatisk synspunkt. For at øge overskueligheden, af den følgende analyse, er analysens samlede resultat anført i tabel 4.1.

Tabel 4.1: Resultat af den efterfølgende analyse opsummeres som følger, for de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser

Indholdsmæssige konsekvenser	Funktionelle konsekvenser
<ul style="list-style-type: none">• Mulighed for udveksling af data mellem applikationerne;• Anvendelse af data via menneskelig fortolkning;• Problematisk patientidentifikation• Effektiv semantisk interoperabilitet = 0,0 %• Menneskeligt semantisk overlap = 20,6 % af de to domæners datamodeller	<ul style="list-style-type: none">• Simpel præsentation af data;• Ingen maskinel anvendelse;• Udviklingstunge søgeværktøjer til frit tekst

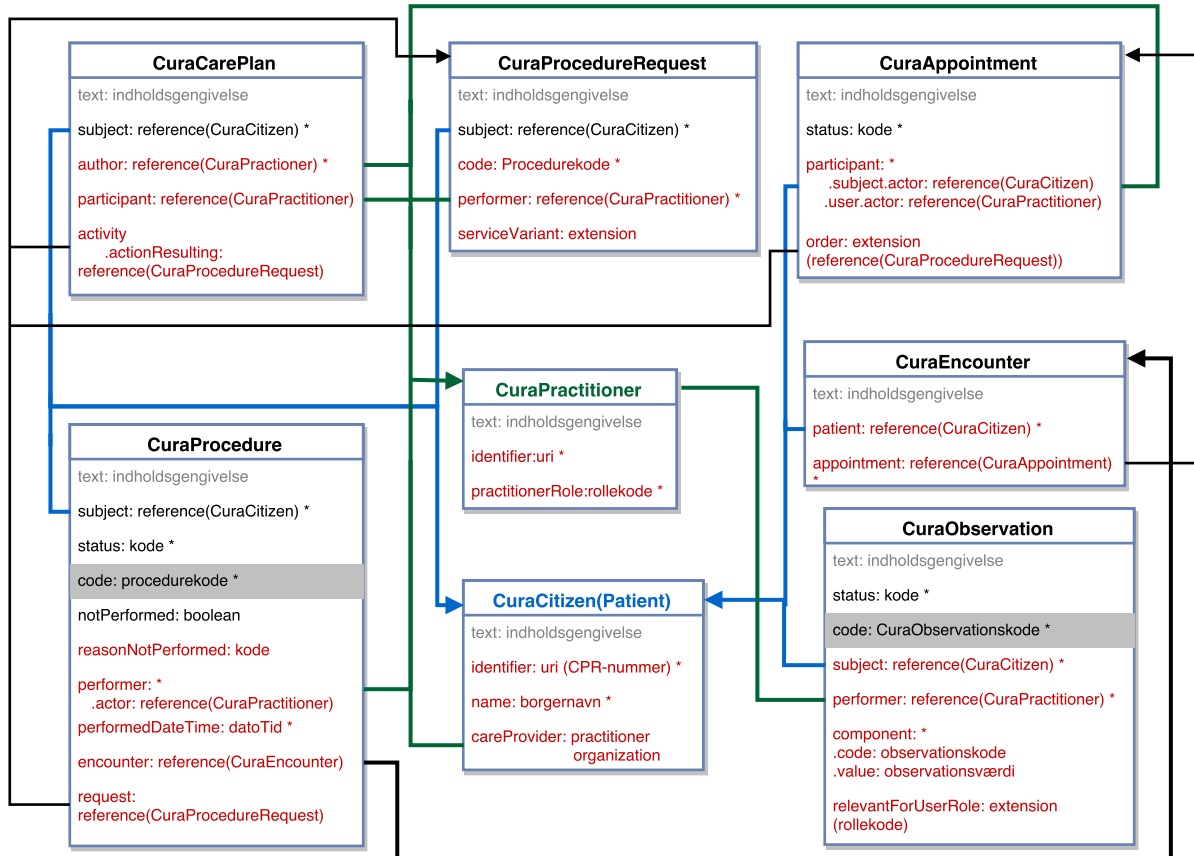
4.1.1 Teknisk Informationssynspunkt

De to domænemodeller fra Kapitel 3 Systembeskrivelse er her mappet over til profilerede FHIR ressourcer. Domænemodellen for hjemmehjælp og -sygepleje er resulteret i datamodellen i figur 4.1 og domænemodellen for fysioterapeutisk træning er mappet til datamodellen i figur 4.2. For systemer, der stiller data til rådighed via FHIR standarden, er strukturen af de udvekslede data vejledt af FHIR standardens ressourcer, i deres grundlæggende form. FHIR ressourcerne har et minimumsindhold, der skal være tilstede, med en tilhørende semantisk beskrivelse af indholdet [Health Level 7, 2016]. Det krævede indhold er illustreret, i figurerne 4.1 og 4.2, med sort skrift. For de illustrerede datamodeller er det øverste element i alle ressourcerne, **text**. Dette dataelement er et metadataelement, der findes i alle FHIR ressourcer, som indeholder en gengivelse af ressourcens strukturerede data i et format, der er henvendt til en menneskelig anvender, dog uden overførsel af

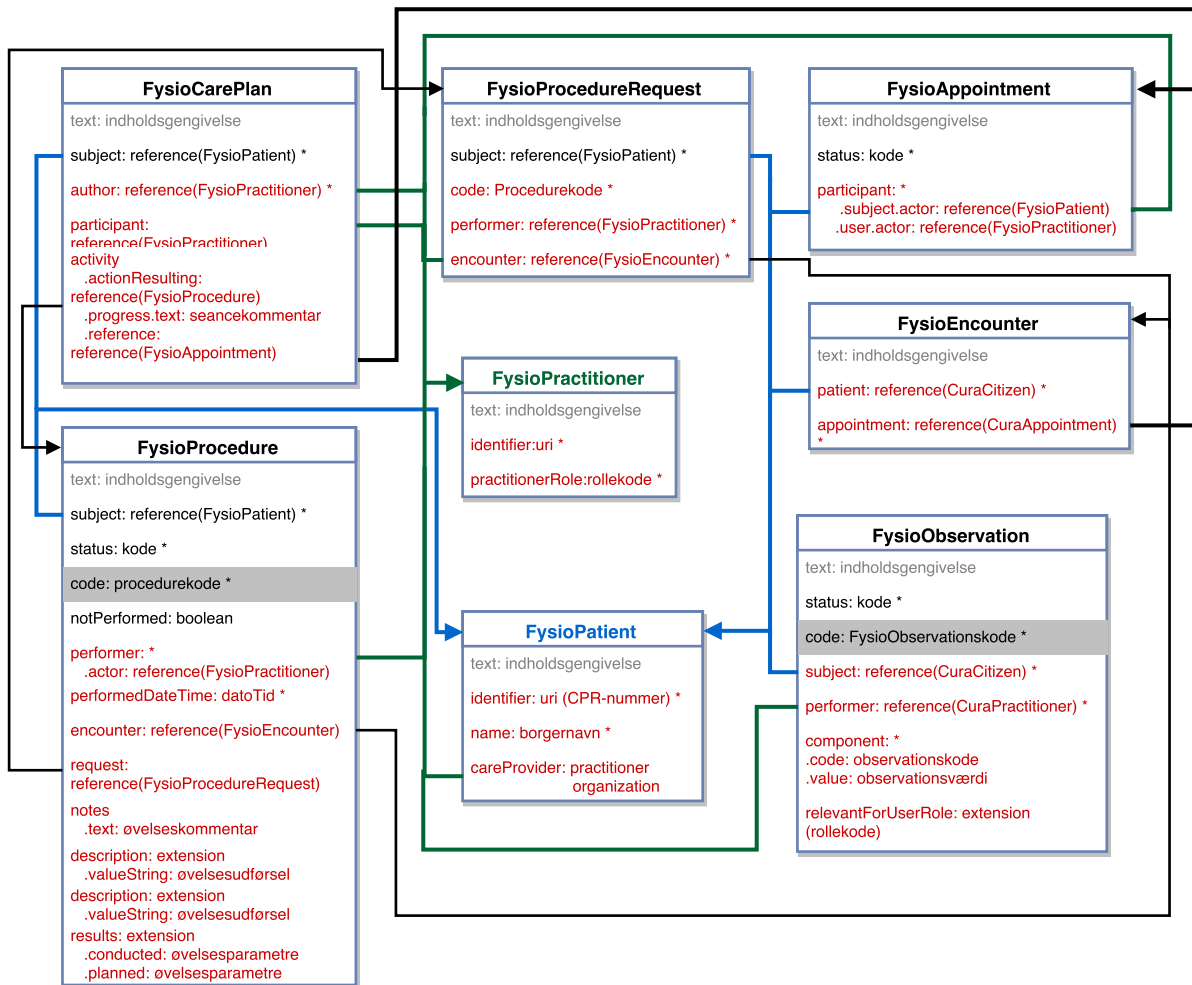
dataelementernes semantik. Det er heller ikke nødvendigvis alle dataelementerne, som medtages i gengivelsen, men dog som minimum de dataelementer som FHIR standarden specificerer. De dataelementer som kræves medtaget, hvis de anvendes, er de stjernemarkerede dataelementer i figur 4.1 og 4.2. Det at FHIR specificerer visse dataelementer som krævede betyder, at der ved anvendelse af FHIR standarden, altid vil være et minimum af semantisk forståelse over det delte indhold, under forudsætning af at den menneskelige anvender er bekendt med denne.

4.1.2 Syntaktisk Informationssynspunkt

Den syntaktiske interoperabilitet, består i at applikationerne er i stand til, som minimum, at læse og vise indholdet af ressourceprofilerne [Stroetmann et al., 2009]. For datamodellen er der ingen begrænsninger for hvilke dataelementer og extensions, de enkelte profiler kan indeholde. For systemer, hvor flere profiler optræder, kræver FHIR at en applikation, der forventes at understøtte en given ressourceprofil som applikationen skriver til, som minimum kan skrive til fællesmængden af dataelementerne i ressourceprofilerne. For applikationer, der skal anvende data fra ressourceprofiler, kræver FHIR at disse applikationer kan anvende foreningsmængden af dataelementer, for de profiler de er krævet til at understøtte.[Health Level 7, 2016] For systemer, der har til hensigt kun at ville opnå teknisk og syntaktisk interoperabilitet, vil en forventning om applikationernes anvendelse af andre profiler være skudt over målet. Vælger den enkelte applikation alligevel at ville anvende andre profiler skal applikationen ignorere extensions den ikke kender, hvis ikke den pågældende extension indikerer at den modificerer forståelsen af ressourcen, f.eks. en negering af ressourcens indhold [Health Level 7, 2016]. For dette eksempel har de to domæner hver deres profilering af de samme FHIR ressourcer, til at opnå de ønskede sammenhænge i data. De to applikationer har i dette eksempel ingen interaktion med hinanden og kører i princippet som parallelle systemer på den samme tekniske platform.



Figur 4.1: FHIR datamodel over domænet hjemmehjælp og -sygepleje. Pilene indikerer retningen for referencerne mellem FHIR profilerne. Dataelementer skrevet med: Grå, er beregnet til en menneskelig anvender; sort, er krævede FHIR dataelementer; grå baggrund, betyder forskellig anvendelse af kodesystem; rød, ikke krævede dataelementer og extensions



Figur 4.2: FHIR datamodel over domænet fysioterapeutisk træning. Pilene indikerer retningen for referencerne mellem FHIR profilerne. Dataelementer skrevet med: Grå, er beregnet til en menneskelig anvender; sort, er krævede FHIR dataelementer; grå baggrund, betyder forskellig anvendelse af kodesystem; rød, ikke krævede dataelementer og extensions

Klassediagrammerne i figur 4.1 og 4.2 viser sammenhængen mellem de forskellige klasser. Det viser samtidigt de indholdselementer, der ligger i de respektive ressourceprofiler. Her ses de dataelementer, der er delebare imellem applikationer, der anvender FHIR, som markeret med sort skrift. Disse dataelementer er typisk, **subject**, der er en reference til den Patient ressourcer, som ligger til grund for ressourcerne Procedure, ProcedureRequest og CarePlan. Dette felt er dog ikke krævet i en Observation ressource, da **subject** her kan være enten Patient, Device, Group eller Location ressourcerne. Hvis ikke feltet anvendes skal der forekomme en kontekstreference andetsteds i resourcen, så den pågældende observation er relateret til et **subject**, da den ellers ikke har klinisk værdi. [Health Level 7, 2016] Feltet **subject**, i Observation resourcen kan derfor betragtes som at være i en gråzone. De rødmarkerede dataelementer er ikke-krævede felter eller extensions, der *kan* optræde i de respektive profiler. Omkostningen for data på dette interoperabilitetsniveau udgøres i særdeleshed ved tabet af den information, der kun måske enten autogenereres eller manuelt omdannes til et resumé af ressourcens indhold uden yderligere semantik. Dataelementerne kan derved ikke forventes at kunne anvendes til andet, end at indgå i et overblikbillede til en menneskelig anvender.

Beregning af interoperabilitetsniveau Interoperabilitetsniveauet for systemet kan beregnes ved hjælp af Yahias metode til beregning af effektiv semantisk interoperabilitet, ved at tage det mindst mulige semantiske overlap mellem afsenders og modtagers krævede dataelementer, delt med

alle dataelementer for datakilden. Resulterende i følgende beregning:

$$Se_{1 \rightarrow 2} = \frac{R_{required}^i}{R_{total}^i}$$

$$Se_{1 \rightarrow 2} = \frac{7}{34} \cdot 100\%$$

$$Se_{1 \rightarrow 2} = 20,6\%$$

Hvor:

$$R_{required}^i = \left\{ \begin{array}{l} FysioProcedure : \quad subject, status, notPerformed \\ FysioCarePlan : \quad subject \\ FysioProcedureRequest : \quad subject \\ FysioAppointment : \quad status \\ FysioObservation : \quad status \end{array} \right\}$$

$$R_{total}^i = \left\{ \begin{array}{l} CuraProcedure : \quad subject, code, notPerformed, reasonNotPerformed, \\ \quad performer, performedDateTime, encounter, request \\ CuraCarePlan : \quad subject, author, participant, activity \\ CuraProcedureRequest : \quad subject, code, performer, serviceVariant \\ CuraPractitioner : \quad identifier, practitionerRole \\ CuraCitizen : \quad identifier, name, careProvider \\ CuraAppointment : \quad status, participant : [subject, user], order \\ CuraEncounter : \quad patient, appointment \\ CuraObservation : \quad status, code, subject, performer, \\ \quad component[code, value], relevantForUserRole \end{array} \right\}$$

Hvor de 34 dataelementer er fra Cura profilerne eksklusiv meta-elementet **text** og de 10 er det semantiske overlap mellem Fysio profilerne og Cura profilerne, hvis Fysio profilerne læses i applikationer, der er skabt til at anvende Cura profiler. Dette betyder, at der er en begrænset semantisk interoperabilitet imellem applikationerne, hvis applikationerne kan forstå og anvende de samme grundlæggende FHIR ressourcer, som i dette eksempel.

4.1.3 Teknisk Datamatisk synspunkt

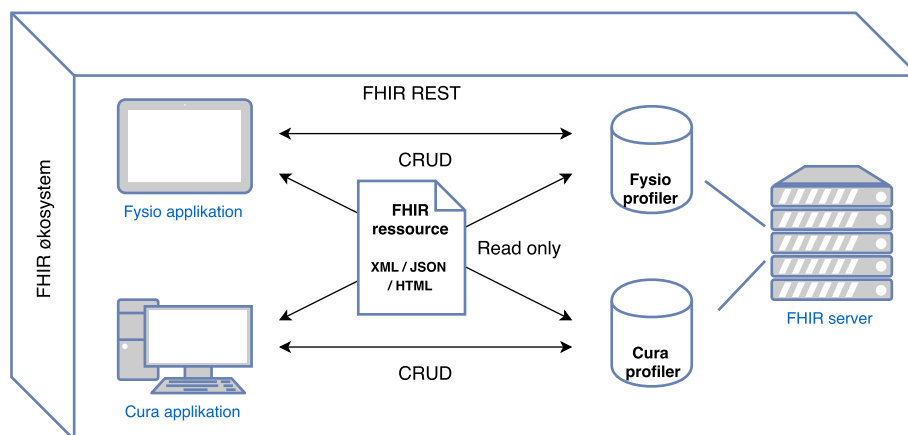
En systemarkitektur for et økosystem med teknisk og syntaktisk interoperabilitet er illustreret i figur 4.3. Den tekniske interoperabilitet omhandler de fysiske forudsætninger forbundet med at udveksle data mellem systemer. [Stroetmann et al., 2009] Hvad der er vigtigt i en datasammenhæng er, at applikationerne er i stand til at udveksle data på bit niveau. Dette er for FHIR standarden varetaget igennem anvendelsen af World Wide Web konsortiets (W3) Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Forudsætningen for HTTP er igen forbundet med hardware mæssige forudsætninger, til opbygning af fysiske computernetværk. [Health Level 7, 2016]

I forbindelse med det datamatiske synspunkt, indebærer den tekniske interoperabilitet at data lagres i en databasestruktur, hvor det er muligt at udtrække data fra; eller en asynkron udveksling via beskedkommunikation, f.eks. vedhæftede filer i en email. I forbindelse med anvendelse af FHIR standarden til udveksling af information, er den tekniske forudsætning for interoperabilitet indbygget i REST snitfladen. Ved at anvende REST snitfladen gives en standardiseret indgang til data, ved at den forespørgende applikation kan foretage et Read-kald (HTTP-Get) til en FHIR server. For at kunne udtrække data fra en specifik patient kræver det at patientens for og efternavn samt eksempelvis fødselsdato gives som input til Read-kaldet. Men disse informationer er ikke en garanti

for at have fundet den korrekte patient. Det mest præcise er her at anvende patientressourcens id eller en identifier, f.eks. det danske CPR-nummer. Den sidste mulighed kan imidlertid være uopnåelig, da den semantiske forståelse af den givne identifier ikke nødvendigvis eksisterer på tværs af de interopererende systemer. Præcision i dataudtræk er derfor forbundet med en forståelse for data, der skal menneskeligt påføres.

4.1.4 Syntaktisk Datamatisk synspunkt

Formatet for levering af data i en FHIR kontekst er hhv. Extensible Markup Language (XML) eller JavaScript Object Notation (JSON), men formatet HyperText Markup Language (HTML) er også tilladt for serveren at tilbyde. Alle tre syntaxer kan understøttes af en FHIR server, der stiller dem til rådighed ved at lade applikationen angive en formatparameter for hhv. XML eller JSON, og evt. HTML, i HTTP-kaldet. Hvilke formater, der understøttes af serveren skal kommunikerer ud via serverens Conformance ressource. Serverens Conformance ressource indeholder som minimum informationer om den pågældende FHIR servers: Dato for udgivelse af pågældende Conformance; hvilken slags overensstemmelse, der er tale om; FHIR versionen; om ukendte extensions accepteres; og formatet for dataudveksling. [Health Level 7, 2016] Den tekniske interoperabilitet består derfor i, at økosystemets applikationer anvender en infrastruktur, der kan facilitere dataudvekslingen. Dette er i form af en FHIR server, der som minimum implementerer en REST snitflade, som den er specificeret i FHIR standarden. For FHIR specifikationen vil det sige basale Create, Read, Update og Delete (CRUD) operationer, til at fremsøge data på baggrund af andet end det af serveren tildelte ID, implementeres søgefunktionen. Søgefunktionen er en standardiseret syntax for opstilling af et databasekald, på baggrund af søgeparametre, der er specificeret for hver eneste FHIR ressource. For udveksling af data mellem to informationssiloer i FHIR økosystemet kan den eneste funktion, der kan understøttes være Read funktionen. Årsagen til dette er at de øvrige funktioner ikke giver mening, da deres indhold ikke er kendt eller understøttes af de øvrige applikationer på det givne niveau. At give de øvrige applikationer rettigheder til andet end Read, med en evt. søgefunktion, vil kunne skabe inkonsistens i data for den pågældende silos primære applikationer [Mandel et al., 2016]. Omkostningen i denne sammenhæng kan derfor betragtes som de funktioner, der ikke deles på tværs af applikationerne, i form af funktionerne Create, Update og Delete.

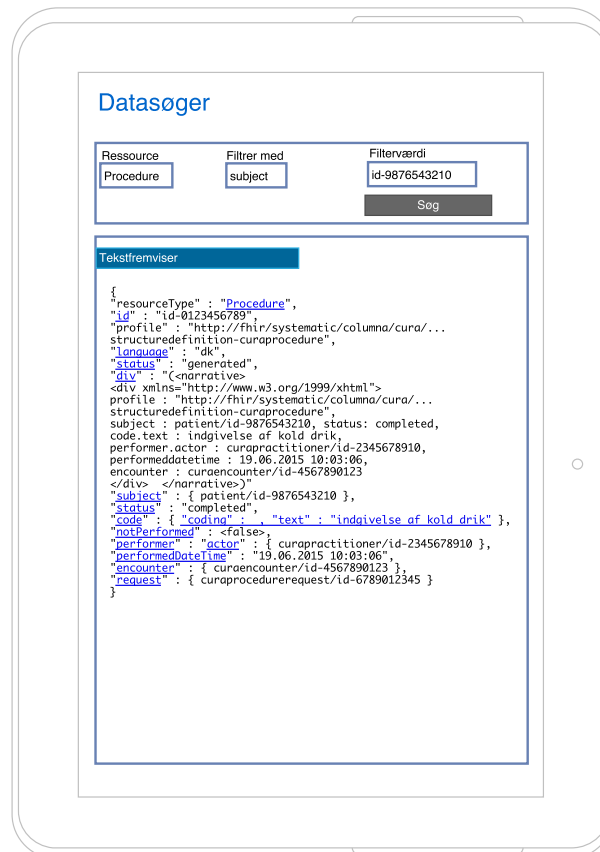


Figur 4.3: Systemarkitektur for et FHIR økosystem, der opererer ved teknisk og syntaktisk interoperabilitet. Applikationerne kan hente hinandens data som FHIR ressourcer på XML, JSON eller HTML format via en FHIR REST snitflade

4.1.5 Udviklersynspunkt - Teknisk og syntaktisk

Applikationsudvikling til dette interoperabilitetsniveau kan være problematisk i en dansk kontekst, hvor Persondataloven og Sundhedsloven, skal overholdes [appendiks C]. For elektronisk indhentning af data, er det behandleren selv, der vurderer hvilke data vedkommende har behov for, så længe der er en behandlerrelation til patienten Sundhedsdatastyrelsen [2016]. Problemet opstår i forbindelse

med sikker identifikation af den borger eller patient, en sundhedsperson har behov for at finde data på. Problemet består i at patient identifiers, som det danske CPR-nummer, ikke er krævet indhold i en FHIR ressource [Health Level 7, 2016]. Der findes tilmed heller ikke en international standard for en sådan identifier, hvorved en sådan ikke vil kunne forefindes i en international standard, som HL7 FHIR. Den manglende mulighed for sikker identifikation, medfører en risiko for at bryde lovene om beskyttelse af person- og sundhedsoplysninger. Denne problematik, sammen med generel fremsøgning af behandlingsrelevante sundhedsoplysninger, vil skulle håndteres i applikationslaget. Denne funktion vil kræve avancerede værktøjer til fritekstsøgning, som i høj grad vil stille krav til brugernes evner til at foretage de nødvendige dataforespørgsler, med hensyn til søgeord og kontekstuel viden om alle behandlingstyper en patient måtte have været underlagt. [appendiks C] Den manglende mulighed for overførsel af semantik, på tværs af ressourceprofileringer medfører at applikationer ikke kan anvende data, ud over simpel visning som i eksemplet på figur 4.4.



Figur 4.4: Dette er en illustration af de brugernære konsekvenser ved teknisk og syntaktisk interoperabilitet, eksemplificeret i et mock-up af en brugergrænseflade

For infrastrukturen medfører et lavt interoperabilitetsniveau ikke nødvendigvis en simpel infrastruktur. Et system med lav interoperabilitet har fortsat behov for hardware og databasesoftware, til at facilitere kommunikation og lagring af data. Dette kunne være i form af en database, der lagrer FHIR ressourcer i JSON-format, som baserer sig på open source FHIR server referenceimplementeringer. For at optimere performance for søgefunktionerne vil det være nødvendigt at foretage indeksering af søgeord. Til at støtte arbejdsgangen ses eneste umiddelbart mulige systemfunktion, som et kald, der erklærer hvilke nye ressourceinstanser, der er lagret i databasen siden sidste henting. [appendiks C]

4.2 Delvis semantisk interoperabilitet

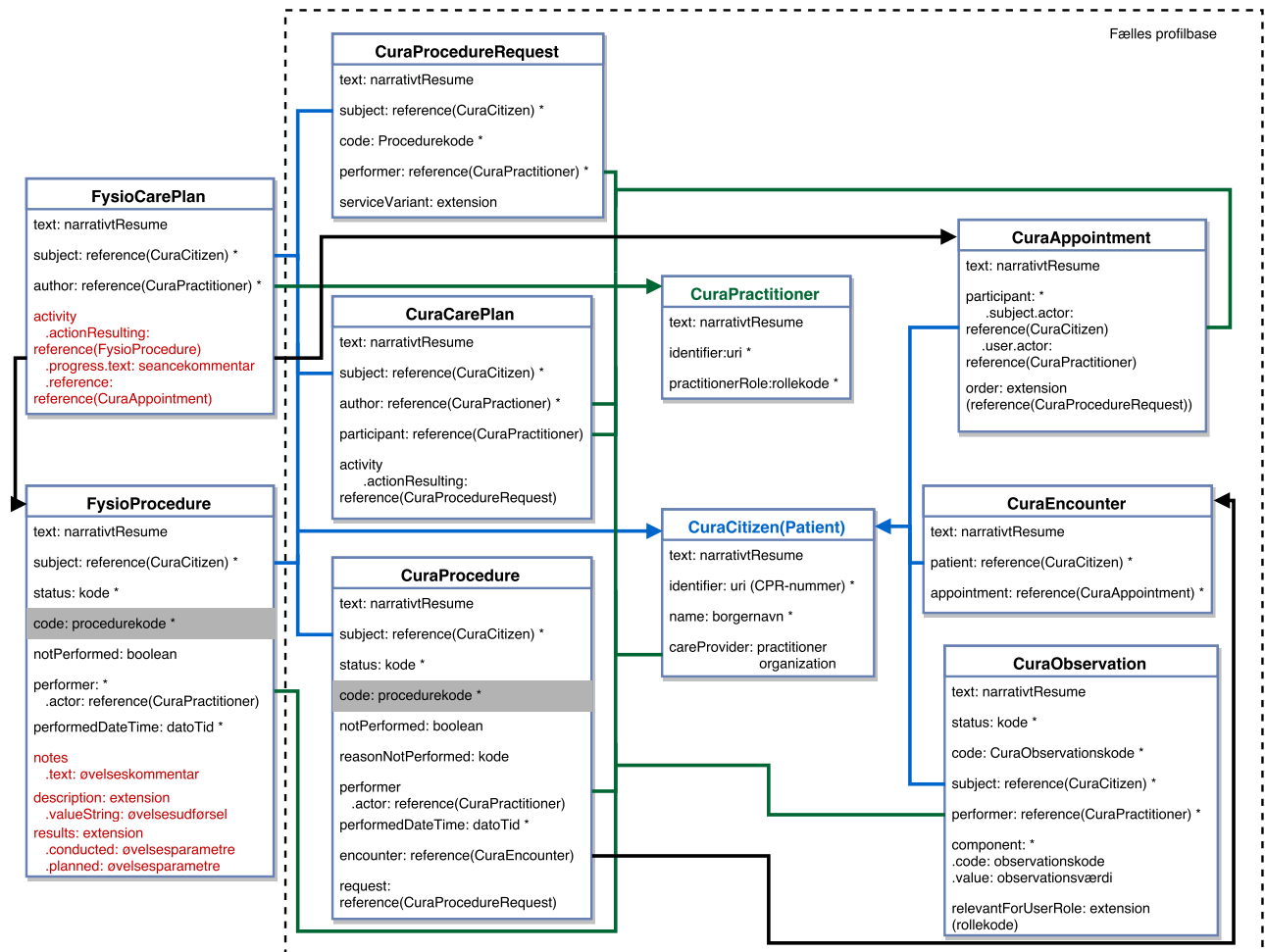
I dette afsnit analyseres det fokuserede spørgsmål: *“Hvordan kan det beskrevne system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås delvis semantisk interoperabilitet?”* Analysen af dette spørgsmål bygger videre på viden fra afsnit 4.1 Teknisk og syntaktisk interoperabilitet. For at øge overskueligheden, af den følgende analyse, er analysens samlede resultat anført i tabel 4.2.

Tabel 4.2: Resultat af den efterfølgende analyse opsummeres som følger, for de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser

Indholdsmæssige konsekvenser	Funktionelle konsekvenser
<ul style="list-style-type: none"> • Mulighed for deling af fælles information; • Genanvendelse af FHIR ressourceprofiler på tværs af applikationer; • Applikationsspecifikke profileringer • Effektiv semantisk interoperabilitet = 85,3 % af de to domæners datamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • Maskinel anvendelse, som minimum af krævede FHIR dataelementer; • Mulighed for deling af avancerede forretningstransaktioner; • Udvikling af anvender-applikationer, f.eks. til ledelsesinformation

4.2.1 Informationssynspunkt

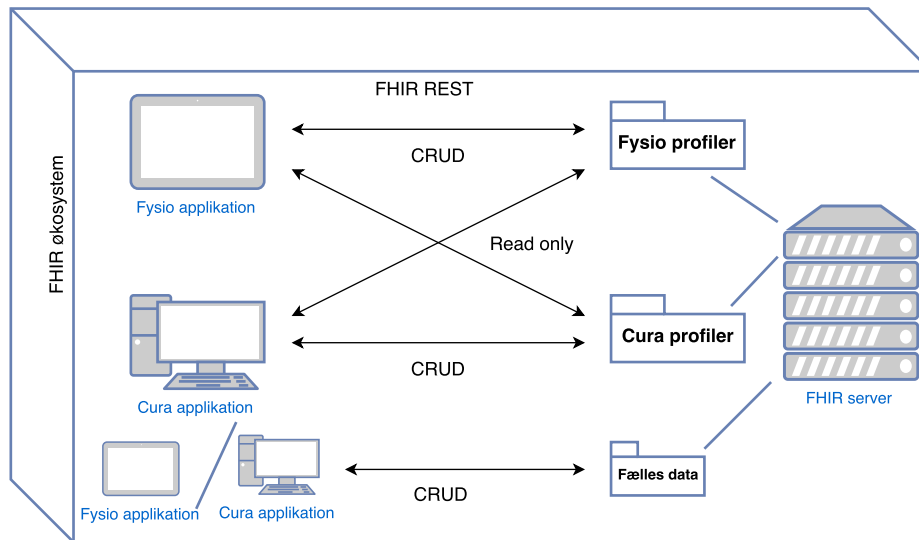
Den delvise semantiske interoperabilitet består i, at der ud over narrative beskrivelser kan udveksles meningsfulde brudstykker af granulær information, såsom kodede elementer, der kan forstås og anvendes af en computer. En forudsætning for at de kodede elementer kan forstås og anvendes er, at applikationerne anvender samme kodesystem til lignende informationer. Der kunne være tale om SNOMED CT til kodning af kontekstinformation, såsom Procedure.reasonNotPerformed. Ved at anvende samme kodesystem er det ikke nødvendigt at applikationerne anvender et fælles subset af koderne, i form af ValueSet ressourcen, da værdierne kommer direkte fra kodesystemet. Kodeanvendelsen kan også sikre multilingual semantisk interoperabilitet i f.eks. SNOMED CT sammenhæng, da dette terminologisystem er oversat til 9 versioner og 8 skriftsprog [SNOMED International, 2017]. Ved delvis semantisk interoperabilitet kan en tilgang være at dele profiler på tværs af applikationer, som det gøres af SMART og DAF. Disse to rammeværk anvender ImplementationGuide ressourcen til at kommunikere deres ressourceprofiler, i form af restriktioner og specificeringer af dataelementernes anvendelse og indhold.



Figur 4.5: Klassediagrammet er et eksempel på delvis semantisk interoperabilitet. Klasserne, i den stiplede ramme, er et fælles profilgrundlag, der er defineret igennem serverens ImplementationGuide ressource, hvilket for dette system medfører envejs semantisk interoperabilitet. De sorte dataelementer er dataelementer med tovejs delvis semantisk interoperabilitet, da disse er ens profilerede. Procedure.code, der er gråmarkeret, er tovejs semantisk interoperabel i tilfælde af ens implementering af et fælles kodesystem.

Til at sikre envejs delvis semantisk interoperabilitet kan det besluttes, at fastlåse anvendelsen af et fælles sæt ressourceprofiler som alle økosystemets applikationer skal være i overensstemmelse med. Øvrige profiler som applikationer vælger at introducere til økosystemet vil kun blive repræsenteret ved dataelementer, der i FHIR er krævede, samt det læselige ressource resumé. Tovejs delvis semantisk interoperabilitet vil kunne opnås for alle sortmarkerede dataelementer, der er dataelementer, som på tværs af applikationerne er ens profilerede. Bemærk at dataelementet **Procedure.code** er markeret med grå. Semantisk interoperabilitet for dette dataelement er forudsat at de applikationerne refererer til det samme kodesystem. For dette specifikke tilfælde er der også tale om en extension til SNOMED CT [Wollesen et al., 2016], der skal implementeres centralt for at være interoperabel.

Beregning af interoperabilitetsniveau Interoperabilitetsniveauet for systemet kan beregnes ved hjælp af Yahias metode til beregning af effektiv semantisk interoperabilitet, ved at tage det mindst mulige semantiske overlap mellem afsenders og modtagers krævede dataelementer, delt med



Figur 4.6: En systemarkitektur for et FHIR økosystem, der opfylder delvis semantisk interoperabilitet medfører at applikationerne kan oprette, manipulere og anvende fælles data

Delingen af et fælles datasæt giver muligheden for mere avancerede funktioner end de grundlæggende CRUD og søge funktioner. Det er dog fortsat disse funktioner, der bør ligge til grund for mere avancerede forretningstransaktioner [ISO, 2011]. En forretningstransaktion kunne være “Tildeling af en udført ydelse”, der har til hensigt at håndtere en situation hvor en ydelse tildeles under udførelsen. I dette tilfælde skal det sikres at besøget er dokumenteret med en CuraEncounter, der skal referere til den planlagte aftale i form af en CuraAppointment. Der oprettes da en CuraProcedureRequest, der skal refereres fra en CuraCarePlan samt aftalens CuraAppointment, hvorefter at den udførte ydelse kan dokumenteres med en CuraProcedure. “Tilføjelse af en udført ydelse” kræver da følgende række af FHIR REST kommandoer (HTTP-kommandoer i parentes): En Update (PUT) af en CuraEncounter; en Create (POST) af en CuraProcedureRequest; en Update (PUT) af en CuraCarePlan og en CuraAppointment; samt en Create (POST) af en CuraProcedure. I dette tilfælde altså fem kommandoer i én transaktion, der har til formål at reducere antallet af kald over REST snitfladen, imellem server og client, hvilket kan medvirke til en øget performance og reducere risikoen for tabte kommandoer [Aihkisalo and Paaso, 2012].

4.2.3 Udviklersynspunkt

Envejs delvis semantisk interoperabilitet kan være forbundet med ekstra udvikling, når det kommer til anvendelse af tredjeparts FHIR profiler. For at få udbytte af disse profiler, på tværs af applikationer, vil det være nødvendigt at implementere tekstfremvisere, til at præsentere indholdet fra metadataelementet “text”. Dette skal potentielt gøre flere steder i applikationerne, alle steder hvor pågældende ressourceprofil skal præsenteres og anvendes. Der kan være visse problemer forbundet med integration af tredjepartsprofiler. En problematik kan være manglende arbejdsgangsupportende extensions, som CuraObservation.relevantForUserRole, som ikke nødvendigvis findes i andre profileringer. Dette ville skulle håndteres i applikationens logik eller af brugeren. Det kan forventes at information fra tredjeparts profiler vil kunne gå tabt, med mindre disse er inkluderet i ressourcens tekstuelle resumé, metadataelementet “text”. Et alternativt eksempel for en tredjepartsprofilering af Procedure, ses i figur 4.7. I dette eksempel mangler de arbejdsgangsupportende dataelementer “encounter” og “request”. Der er også tab af struktureret information om den pågældende procedure, der dog er repræsenteret i ressourcens resumé.

CuraProcedure

```

{
  "resourceType": "Procedure",
  "id": "id-0123456789",
  "profile": "http://fhir/systematic/columna/cura/...
  structureddefinition-curaprocedure",
  "language": "dk",
  "status": "additional",
  "div": "(

```

Figur 4.8: De brugernære konsekvenser for tovejs delvis semantisk interoperabilitet er her eksemplificeret med et mock-up af en brugergrænseflade. Til højre er en CuraProcedure i JSON-format, der præsenteres i brugergrænsefladen. Da brugergrænsefladen er udviklet til håndtering af den vidste ressourcer, opleves der fuld funktion for alle data

For en infrastruktur, som er opbygget efter FHIR standarden og som kan håndtere alle de grundlæggende ressourcers dataelementer samt eventuelle extensions, er der ingen konsekvenser forbundet med at tillade tredjeparts profiler. Det kræver dog at databasen er sat op til at lagre de ønskede ressourcer, samt et løst dataskema. Hvor modsætningen til løst er stringent, som i klassiske relationelle databaser. Løsningen kan opnås ved at anvende tilgængelige open source referenceimplementeringer som f.eks. HAPI-FHIR. En sådan referenceimplementering vil også levere de grundlæggende FHIR server funktioner, hvorved at disse ikke kræve ekstra udvikling. Til at kommunikere en kravene for tilslutning til et FHIR økosystem, er metoden i FHIR at udgive en ImplementationGuide. Udviklingen af en ImplementationGuide, der er tilstrækkeligt omfattende og entydig, til at erklære økosystemets profiler og arbejdsgange, vil være forbundet med et større stykke arbejde. [appendiks C]

4.3 Komplet semantisk interoperabilitet

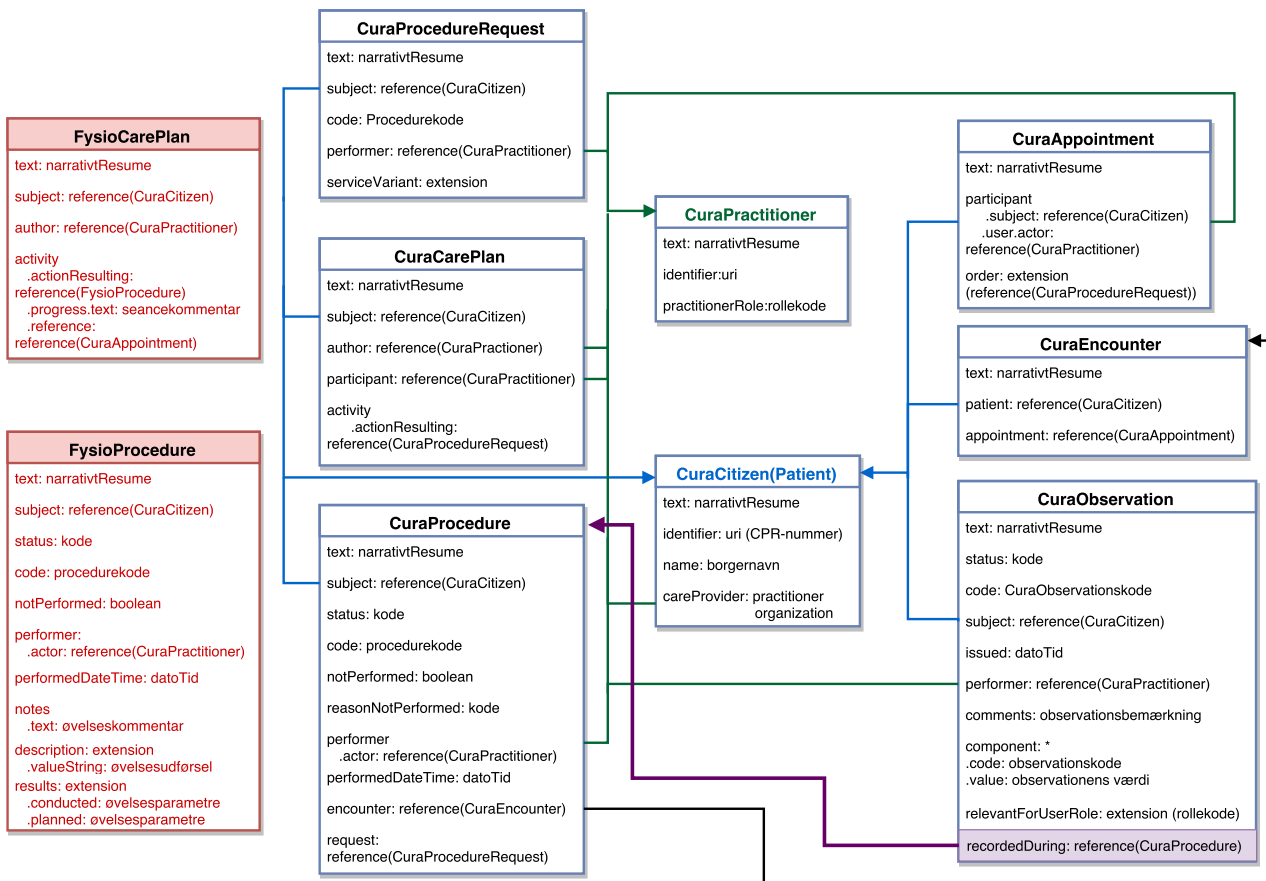
I dette afsnit analyseres det fokuserede spørgsmål: “*Hvordan kan det beskrive system modelleres, med hensyn til synspunkterne Information og Datamatisk, under anvendelse af FHIR standarden, så der opnås komplet semantisk interoperabilitet?*” Analysen bygger videre på de underliggende interoperabilitetsniveauer, som er analyseret i afsnit 4.1 Teknisk og syntaktisk interoperabilitet og 4.2 Delvis semantisk interoperabilitet. For at øge overskueligheden, af den følgende analyse, er analysens samlede resultat anført i tabel 4.3.

Tabel 4.3: Resultat af den efterfølgende analyse opsummeres som følger, for de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser

Indholdsmæssige konsekvenser	Funktionelle konsekvenser
<ul style="list-style-type: none"> • Fuldstændig deling af økosystemets information; • Ingen frihed til applikationsspecifik profilering; • Tilpasning af datamodel medfører risiko for kaskadefejl ved API-versionering • Effektiv semantisk interoperabilitet = 100 % af domænernes datamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuld maskinel anvendelse af alle økosystemets data; • Mulighed for avancerede anvenderapplikationer, såsom regel- eller algoritmebaseret beslutningsstøtte; • Applikationsudviklere skal sikre konsistensen i data

4.3.1 Informationssynspunkt

Datamodellen fra afsnit 4.2 Delvis semantisk interoperabilitet, er efter en semantisk berigelse resulteret i datamodellen, som er illustreret i figur 4.9. Datamodellen er her blevet begrænset til de centralt profilerede FHIR ressourcer, så tredjepartsprofiler, som Fysio-profilerne, er blevet udelukket. Der er dog tilføjet en extension, `CuraObservation.recordedDuring`, der har til hensigt at holde en reference til den `CuraProcedure`, hvor en observation blev gjort. Denne extension er indført for at emulere den direkte sammenhæng som `FysioProcedure` havde til de højt granulerede træningsresultater, som ikke vil kunne løftes af det native FHIR dataelement `Procedure.outcome`, da dette dataelement har typen `codeableConcept`, uden yderligere mulighed for værdisætning. Den tilføjede extension, `CuraObservation.recordedDuring`, skal dermed erstatte `FysioProcedure.results`.



Figur 4.9: De to fysioterapiprofilers data håndteres udelukkende af eksisterende Cura FHIR profiler. De to Fysio profiler anvendes ikke og er derfor rødmarkeret. CuraObservation anvendes som erstatning for FysioProcedure.results, under tilføjelse af extension elementet, CuraObservation.recordedDuring

Denne anvendelse af CuraObservation vil i dette pågældende eksempel betyde, at ethvert trænings sæt af en given øvelse vil medføre en instans af CuraObservation. F.eks. en bækpres-øvelse, med 3 gange 10 repetitioner vil resultere i 3 instanser af CuraObservation. Information om træningssættens kronologi vil dog skulle udledes af f.eks. dataelementet CuraObservation.issued, som har datatypen datoTid. Der er dog visse præmisser, der skal være overholdt for at dette kan fungere. For det første skal de, nu manglende, koder på fysioterapeutiske træningsøvelser integreres i et ProcedureValueSet i Cura-API, således at alle applikationer i økosystemet kan genkende og anvende koderne. For det andet skal det sikres at der findes en observationskode, som kan indikere at observationen er et træningsresultat. Den sidste præmis er, at den indførte extension skal integreres i Cura-API, hvilket vil være forudsat af, at den vil kunne udfyldes i alle brugsscenerier. For brugssceneriet Hjemmehjælp og -sygepleje vil det betyde, at der ikke kan opstå observationer uden, der er gennemført en procedure. Hvis der udføres flere procedure under pågældende besøg, kræver denne extension, at der træffes et valg om hvilken procedure observationen kan relateres til. Dette er ikke en triviell opgave, eksempelvis for det følgende scenarie: En hjemmehjælper, der skal levere hjælp til de to ydelser personlig hygiejne og husholdelse, erfarer at borgeren har været faldet. Dette bør resultere i en observation, men om observationen skal relateres til: Husholdelse, fordi der var meget rodet i borgerens hjem, hvilket kunne være årsag til faldet; eller til personlig hygiejne, fordi det var under denne procedure at hjemmehjælperen blev opmærksom på faldet, da vedkommende opdagede et blåt mærke. Dette vil være op til den enkelte ydelsesleverandør at afgøre, hvilket vil kunne medføre variation på tværs af medarbejdernes ydelsesdokumentation.

Beregning af interoperabilitetsniveau Interoperabilitetsniveauet for systemet kan beregnes ved hjælp af Yahias metode til beregning af effektiv semantisk interoperabilitet, ved at tage det

mindst mulige semantiske overlap mellem afsenders og modtagers krævede dataelementer, delt med alle dataelementer for datakilden. Resulterende i følgende beregning:

$$Se_{1 \rightarrow 2} = \frac{R_{required}^i}{R_{total}^i}$$

$$Se_{1 \rightarrow 2} = \frac{35}{35} \cdot 100\%$$

$$Se_{1 \rightarrow 2} = 100,0\%$$

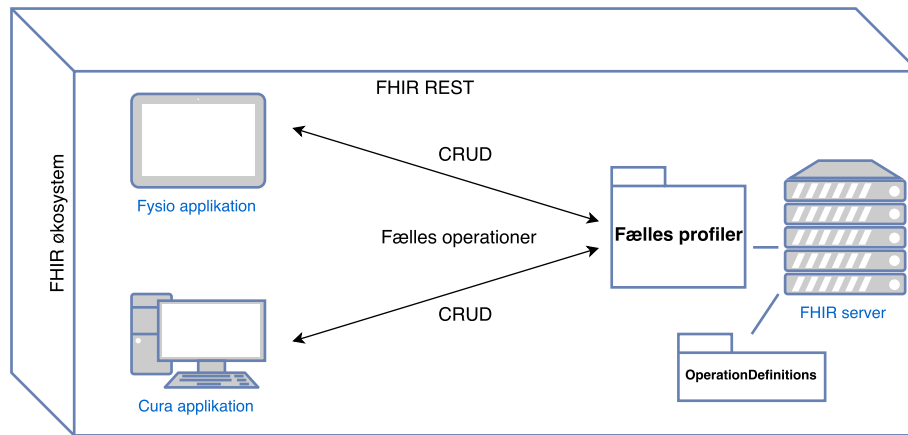
Hvor:

$$R_{required}^i = R_{total}^i = \left\{ \begin{array}{ll} \text{CuraProcedure} : & \text{subject, code, notPerformed, reasonNotPerformed,} \\ & \text{performer, performedDateTime, encounter, request} \\ \text{CuraCarePlan} : & \text{subject, author, participant, activity} \\ \text{CuraProcedureRequest} : & \text{subject, code, performer, serviceVariant} \\ \text{CuraPractitioner} : & \text{identifier, practitionerRole} \\ \text{CuraCitizen} : & \text{identifier, name, careProvider} \\ \text{CuraAppointment} : & \text{status, participant : [subject, user], order} \\ \text{CuraEncounter} : & \text{patient, appointment} \\ \text{CuraObservation} : & \text{status, code, subject, performer, component[code, value],} \\ & \text{relevantForUserRole, recordedDuring} \end{array} \right\}$$

Hvor de 35 dataelementer er fra Cura profilerne eksklusiv meta-elementet **text** og de 35 er det semantiske overlap da der her kun anvendes Cura profiler. Forudsætningerne er dog at applikationerne deler et fælles kodesæt, som kan tilgodeses begge eksemplets domæner. Dette betyder, at der er en semantisk interoperabilitet imellem applikationerne på 100,0 %.

4.3.2 Datamatisk synspunkt

Komplet semantisk interoperabilitet kan medføre en systemarkitektur, som illustreret i figur 4.10. Alle økosystemets applikationer er her fælles om en datamodel, som applikationerne opretter data i. Applikationerne er her uden mulighed for individuel tilpasning af datamodellen, medmindre tilpasningen gennemføres for alle økosystemets applikationer, så konsistensen bibeholdes. Applikationerne kan ved komplet semantisk interoperabilitet drage fuld nytte af et sæt fælles dataoperationer, da alle applikationer opretter data ensartet. Hvad der også er muligt på dette niveau er, at alle applikationer kan tilgå og manipulere med alle data.

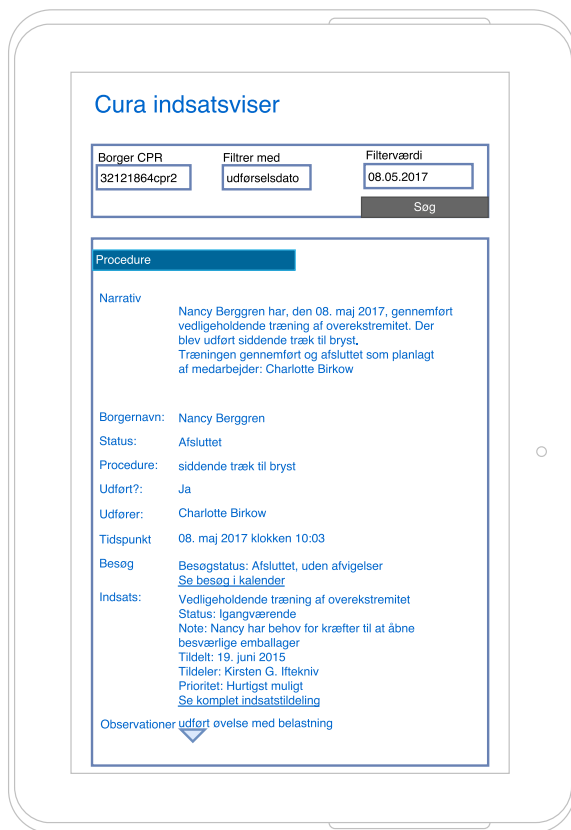


Figur 4.10: Systemarkitektur over et FHIR økosystem med komplet semantisk interoperabilitet. Alle applikationer kan anvende et fælles sæt af dataoperationer på alle data, da disse er fælles

Applikationernes manipulation af det indbyrdes data kan, i princippet, foregå sikkert og uden risiko for fejl, når applikationerne baserer sig på en fælles API. Dette er dog ikke en garanti, da der kan forekomme variationer i fortolkningen af dataelementernes semantik, når forskellige udviklere med forskellige niveauer af domæneforståelse skal udvikle deres applikationer [Atalag et al., 2010]. Dette er interoperabilitet på organisationsniveau, hvor f.eks. alle leverandører af ydelser og applikationerne i økosystemet har nøjagtig samme semantiske forståelse af de ydelser og forretningsprocesser, som foregår i økosystemet [Benson and Grieve, 2016]. Ved komplet semantisk interoperabilitet reduceres økosystemets agilitet, da det ikke er muligt for de individuelle brugsscenarier, at indføre data på en måde, der bedst understøtter deres specifikke formål. Dette niveau vil medføre en rigiditet, som begrænser mulighederne for at imødekomme ydelsesleverandørens behov, uden at gå på kompromis med funktionsniveauet. Som eksempel vil den nu tvungne datamodel betyde, at muligheden for imødekommelse af fysioterapeutens behov for strukturerede og højt granulerede træningsdata, være forbundet med indførslen af en extension i datamodellen og indførslen af koder i diverse valueSets. Sådanne væsentlige ændringer vil medføre en kaskade af ændringer for alle applikationerne i økosystemet. Komplet semantisk interoperabilitet kan derfor gå på kompromis med et grundlæggende princip i softwareudviklingen, navnlig “high coherence, low coupling”, der her dog skal forstås på et andet metaniveau. Her er der fortsat høj sammenhæng (coherence) mellem applikationerne, men der er også en høj grad af kobling (coupling) til datamodellen. Ændringer i datamodellen kan derfor betyde store ændringer for applikationerne og deres anvendelse. Dette niveau går også på kompromis med selve økosystemtanken [appendiks C], der bygger på at et økosystem er levende og udvikler sig i takt med at miljøet, som lovgivning og domæneforståelse, og livsbetingelserne, i form af brugsscenariernes data og brugernes accept, for applikationerne ændrer sig.

4.3.3 Udviklersynspunkt

For applikationer i økosystemet vil det mindst indgribende niveau være komplet semantisk interoperabilitet. Det skal ses i lyset af, at alle data vil være interoperable i alle økosystemets applikationer. På trods af dette kan komplet semantisk interoperabilitet være problematisk for brugerværdien af økosystemets applikationer, da deres data vil være totalt ensrettede. Denne tvungne ensretning vil begrænse innovationen og dermed gå på kant med selve konceptet bag et økosystem. [appendiks C] Dette vil skulle kompenseres for ved at tilbyde lappeløsninger, som illustreret i figur 4.11.



CuraProcedure/FysioProcedure

```
{
  "resourceType": "Procedure",
  "id": "id-0123456789",
  "profile": "http://simplifier.net/fysiofhir/structuredefinition-curaprocedure",
  "language": "dk",
  "status": "additional",
  "div": "<narrative>
  <div xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml'>
  Nancy Berggren har, den 08. maj 2017, gennemført
  vedligeholdende træning af overekstremiteter. Der
  blev udført siddende træk til bryst.
  Træningen gennemført og afsluttet som planlagt
  af medarbejder: Charlotte Birkow</div>
  </narrative>"
  "subject": { patient/id-9876543210 },
  "status": "completed",
  "code": { "coding": ., "text": "siddende træk til bryst" },
  "notPerformed": <false>,
  "performer": { actor : { curapractitioner/id-2345678910 },
  "performedDateTime": "08.05.2017 10:03:06",
  "encounter": { curaencounter/id-4567890123 },
  "request": { curaprocedurerequest/id-6789012345 }
}
```

3 x CuraObservation (extended)

```
{
  "resourceType": "Observation",
  "id": "id-0123456789",
  "profile": "http://fhir/systematic/columna/cura/structuredefinition-cura-dynamic-observation",
  "language": "dk",
  "status": "additional",
  "div": "<narrative>
  <div xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml'>
  Nancy Berggren har, den 08. maj 2017, udført 12 stk. øvelse med
  15,0 kg.
  Træningen gennemført og afsluttet som planlagt
  af medarbejder: Charlotte Birkow</div>
  </narrative>"
  "status": "final",
  "code": { "coding": ., "text": "udført øvelse med
  belastning" }, "subject": { patient/id-9876543210 },
  "issued": "08.05.2017 10:03:06"
  "performer": "practitioner/id-2345678910",
  "comments": "Træningen gennemført og afsluttet som planlagt",
  "component": [ { "code.text": "count", "value": "12",
  { "code.text": "kg", "value": "15,0" } ],
  "relevantForUserRole": "physiotherapist",
  //"extension": { Ressource reference to the procedure from which
  this Observation is originating
  "observedDuring": "procedure/id-0123456789"
}
```

Figur 4.11: Her er der fundet et kompromis mellem funktion og interoperabilitet, hvor der tilføjes træningsprocedurekoder samt en extension, i applikationernes fælles API, til håndtering af relationen mellem træningsresultat. Resultat er her modelleret af en CuraProcedure samt et antal modificerede CuraObservations

For en infrastruktur er dette niveau, det med færrest forbundene konsekvenser, da alle data skal kunne passe ind i den samme model. Konsekvenserne opstår i tilfælde af regelændringer eller tilføjelse af koder, hvor den fælles API vil skulle versioneres. En versionering vil potentielt have konsekvenser for alle applikationer i økosystemet. [appendiks C]

Konsekvenser ved skift i interoperabilitetsniveau

I dette kapitel opgøres konsekvenserne ved øgning af interoperabilitetsniveau fra: Teknisk og syntaktisk interoperabilitet til delvis semantisk interoperabilitet og videre til komplet semantisk interoperabilitet. Afsnittet syntetiserer viden, som er fremkommet af analyserne igennem kapitel 4 FHIR modellering. Syntesen tager udgangspunkt i projektets problemformulering: **“Hvad er de funktionelle og indholdsmæssige konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?”**

5.1 Teknisk og syntaktisk interoperabilitet - Delvis semantisk interoperabilitet

Dette afsnit analyserer konsekvenserne forbundet med et skift i interoperabilitetsniveau, mellem niveauerne Teknisk og syntaktisk til Delvis semantisk interoperabilitet.

5.1.1 Indholdsmæssige konsekvenser

Ses der isoleret på de individuelle applikationer, som hver deres datasilo, har interoperabilitetsniveauet ingen konsekvenser for data. Når data skal anvendes i en anden applikation, i et andet domæne og af en anden person end dataopsamleren, ses den tydelige forskel mellem niveauerne. Applikationerne får, ved tovejs delvis semantisk interoperabilitet, **et fælles minimumsdatasæt**, der kan anvendes til entydigt at **identificere, hvilken patient data tilhører**. For flere ressourcers vedkommende er det også muligt at identificere en **operationel status for ressourcens livscyklus**, i form af dataelementet `status`. Dette dataelement skal kommunikere til en anvender, gyldighedsniveauet af den information vedkommende præsenteres for. De resterende af FHIR profilens strukturerede data, men som minimum et udvalg af dataelementerne, vil være at finde i ressourcernes **metadataelement**, `text`. Dette dataelement er tiltænkt til en menneskelig anvender og skal indeholde nok af ressourcens indhold samt kontekst information for at være sikker til klinisk anvendelse, heriblandt **modifiers**. Modifiers og modifier extensions er dataelementer, som kan ændre betydningen af en resources indhold. Dataelementet `text`'s indhold kan være maskingenereret, men kan også indeholde yderligere information som ikke er indeholdt i de strukturerede data. For envejs delvis semantisk interoperabilitet, er dataelementet `text`, muligheden for at levere information, dog uden direkte mulighed for anvende den maskinelt. Med hensyn til kodede elementer, er der **ingen umiddelbare garantier for at selve koden er interoperabel**, da dette kræver at applikationerne anvender samme codesystem eller et ens ValueSet. Hvis et **kodet element har en tekstuel repræsentation**, kan dette dog kommunikeres igennem `text`. Et **udvidet minimumsdatasæt** kan også være kommunikeret igennem en ImplementationGuide. Dette giver muligheden for, at et økosystem kan kræve, at der anvendes yderligere dataelementer og evt. extensions samt regler for deres anvendelse.

For det modellerede FHIR økosystem, vil den **effektive semantiske interoperabilitet gå fra 0 - 20,6 % til 85,3 %**, hvis der anvendes en fælles base af FHIR profiler og selvstændige profilering af CarePlan og Procedure. 0 - 20,6 % skal fortolkes som at niveauet ikke kan sikres, da der ikke sker en overførsel af semantik.

5.1.2 Funktionelle konsekvenser

Ved at gå fra teknisk og syntaktisk interoperabilitet til delvis semantisk interoperabilitet, opnås muligheden for at **anvende det FHIR specificerede eller aftalte fællesindhold**. Forøgelsen af niveau, giver udvikleren mulighed for at udvikle **applikationer, som kan assistere gennemførelsen af en arbejdsgang på tværs af applikationernes data**. Det betyder, at en bruger nu vil kunne opnå indsigt i f.eks. procedurer, som er foretaget i andre kliniske domæner, i forbindelse med at opnå et tilstrækkeligt overblik til at levere en ydelse til en borger eller patient. Delvis semantisk interoperabilitet åbner også for **muligheden for sekundær anvendelse**, som f.eks. udtræk til ledelsesinformation. Det vil også være muligt at stille **avancerede fælles dataoperationer** til rådighed, som potentielt vil kunne øge serverens performance, grundet en lavere belastning på REST snitfladen.

5.2 Delvis semantisk interoperabilitet - Komplet semantisk interoperabilitet

Dette afsnit analyserer konsekvenserne forbundet med et skift i interoperabilitetsniveau, imellem niveauerne Delvis semantisk interoperabilitet og Komplet semantisk interoperabilitet.

5.2.1 Indholdsmæssige konsekvenser

Ved en øgning af interoperabilitetsniveau, i projektets eksempel, vil den effektive semantiske **interoperabilitet øges fra 85,3 % til 100 %**. Øgningen i interoperabilitet medfører **fuldstændig integration af alle domæners data**, hvorved at en bruger **ikke vil opleve forskellighed i indholdet**, uanset hvor i økosystemet vedkommende forsøger at anvende eller oprette data. Det må nødvendigvis betyde, en **reduktion af risikoen for at overse kritiske informationer**, såsom kontraindikationer for procedurer og medicin. Denne øgning medfører dog en **reduceret fleksibilitet** for applikationernes data, da **alle domæners data vil skulle tilpasses** de samme FHIR profiler. Risikoen er, at der hen ad vejen vil skulle implementeres **lappeløsninger**, til at tilgodese domænespecifikke behov, alternativt **opgive den komplette semantiske interoperabilitet**.

5.2.2 Funktionelle konsekvenser

Ved at gå fra delvis semantisk interoperabilitet til komplet semantisk interoperabilitet, introduceres **muligheden for at interagere sømløst** med alle data, på tværs af økosystemets domænespecifikke applikationer. Ved at øge interoperabilitetsniveauet kan der implementeres funktioner, som **anvender data fra flere datakilder** f.eks. i algoritme eller regelbaseret **beslutningsstøtte**, som kan inddrage data fra alle økosystemets domæner. Denne beslutningsstøtte vil i takt med at nye domæne integreres, også inkludere disse applikationers data, helt uden behov for ekstra udvikling. Dette er dog ikke nødvendigvis sandheden i praksis, da der på trods af omfattende dokumentation stadigvæk ligger **menneskelig fortolkning til grund for udviklingen af applikationer**. **At applikationer og deres funktioner anvendes fuldstændigt som de er tiltænkt, er der heller ingen garanti for.**

Diskussion

Dette studie havde til formål at besvare projektets problemformulering: *“Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?”*

Som et led i besvarelsen af problemformuleringen, blev muligheden for at øge granulariteten af Stroetmann et al. [2009]’s interoperabilitetsniveauer undersøgt, ved at tilføje et matematisk udtryk for den effektive semantiske interoperabilitet. Modelleringen af et FHIR økosystem skete på de tre højeste taksonomier, i Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet. Denne taksonomi har den svaghed, at den er meget lidt granulær. Dette er illustreret ved spændet over den effektive semantiske interoperabilitet, der i dette studie beregnes som beskrevet af Yahia et al. [2012]. Her er en effektiv semantisk interoperabilitet, for systemer der kan udveksle data, på 0 % lig med teknisk og syntaktisk interoperabilitet, 100 % er komplet semantisk interoperabilitet og alt derimellem er delvis semantisk interoperabilitet. Ved at tilføje den matematiske nuance på interoperabilitetsniveauerne, kan den delvise semantiske interoperabilitet underinddeles mere præcist i henhold til subniveauerne envejs og tovejs. Dette giver muligheden for at opgive den semantiske interoperabilitet i interoperabilitetsgrader. Denne mulighed ses anvendt som et værktøj til at fastsætte præcise mål for interoperabiliteten, i fremtidige FHIR økosystemer. De fastsatte mål ses anvendt som vejledende i forbindelse med den indledende kravspecifikation til nye økosystemer, i forhold til hvilke funktionaliteter der skal være mulige at opnå. Anvendelsen af et kvantificerbart udtryk for interoperabilitet, ses også anvendt ved fremtidig rapportering af forskning i kliniske informationssystemer. Det gennemførte litteraturstudie belyste netop omfanget af anvendelsen af udtryk for graden af interoperabilitet. Med tilføjelsen af et matematisk udtryk for interoperabilitet, vil anvendere af litteraturen kunne få indsigt i præcist hvilket interoperabilitetsniveau, der er sigtet efter at opnå og hvad resultatet blev.

Dette studie har demonstreret at komplet semantisk interoperabilitet, for to forskelligartede domæner, er opnåelig med et sæt af fælles profilerede FHIR ressourcer. Det er dog uafklaret, hvor forskelligartede de integrerede domæner og brugsscenerier kan være, før komplet semantisk interoperabilitet ikke længere kan opnås med et fælles sæt af FHIR profiler. En “one-size fits all” løsning, som passer til alle passer måske i virkeligheden ingen og vil i værste fald ikke bidrage med klinisk værdi [Garde et al., 2007]. En-model tilgangen, som f.eks. FHIR og ISO 12967 anvender, hvor vidensmodel og datamodel er en og samme ting, kritiseres f.eks. af Beale [2002] for at være svær at opnå interoperabilitet med pga. skiftende krav fra domænerne [Beale, 2002]. Dette er i sammenslutningen omkring FHIR besvaret med det officielle værktøj til profilering af FHIR, kaldet Furore Forge. Værktøjet er fuldt integreret med FHIR profil-registeret Simplifier.net. Her kan profiler og eventuelle extensions publiceres, således at tovejs semantisk interoperabilitet kan opnås ved at applikationsudviklere kan opnå indsigt i profilernes formål og semantik for eventuelle extensions [Furore Health Informatics, 2017]. På den måde kan andre udviklere søge indsigt i andre udvikleres profiler, for at anvende dem korrekt. En-model tilgangen kan også give problemer, hvis nye begreber skal introduceres i modellen [Beale, 2002]. For FHIR løses dette igennem extension frameworket, der kan håndteres af FHIR server [Health Level 7, 2016], hvorved at datamodellen kan udvides uden at skulle foretage ændringer i f.eks. databaseskemaer. Beale [2002] kritiserer også de semantiske egenskaber for en-model tilgangen, da det kan være svært at modellere semantik ind i de klasser, som datamodellen er opbygget af [Beale, 2002]. Dette er forsøgt håndteret i FHIR, ved at semantikken for ressourcerne og deres dataelementer er beskrevet i FHIR specifikationen, hvorved de ikke skal beskrives for hvert et system som anvender standarden [Health Level 7, 2016]. Ideen om

et superoptimeret fælles datasæt, står i kontrast til OpenEHR og EN 13606 standardens 2-model tilgang med maksimal-datasæt (arketyper) og templates (sammenlignelige med FHIR profiler). Her kan den semantiske interoperabilitet opnås ved, at arketyperne er fælles for alle applikationerne. Applikationerne kan derfor i princippet forstå al data, selvom de ikke selv lagrer præcist de samme data [Beale, 2002]. OpenEHR modellens deling af arketyper er underlagt en omfattende valideringsproces [Garde et al., 2007], hvorved at innovation sammen med semantisk interoperabilitet kan blive begrænset i hastighed, med mindre der er tale om lokal interoperabilitet, såsom i et afgrænset økosystem.

Metodisk grundlag

ISO 12967 HISA (Health Informatics Service Architecture) specifikationsproceduren, blev anvendt som udgangspunkt for metoden til besvarelse af studiets problemformulering, at opgøre konsekvenserne for indhold og funktionalitet, ved forskellige niveauer for interoperabilitet. Til at klassificere niveauerne blev Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet anvendt. Taksonomien blev yderligere granuleret vha. beregningen af den effektive semantiske interoperabilitet. ISO 12967 standarden har til hensigt at modellere hele den sundhedsvirksomhed, både nutidige og fremtidige domæner og brugsscenarier, som middleware skal binde sammen. Problemet med en sådan tilgang er, at man umuligt kan kende alle fremtidige brugsscenarier på forhånd, hvorved at en sådan tilgang kan være kvælende for den innovation, som skal til for at drive udviklingen i en økosystemsammenhæng. FHIR er, i modsætning til den iterative ISO 12967 [ISO, 2011], en standard, der tillader hurtige omstillinger til nye opstående krav fra et økosystems inkluderede domæner. Dette kan medføre en høj grad af innovative løsninger for opsamling af sundhedsdata og hvordan de anvendes [Bender and Sartipi, 2013]. For at bibringe en grad af struktureret designmetodik til innovationen, kan en standard som ISO 12967 være med sin stringente modelleringstilgang bidrage til at styre designet af nye FHIR økosystemer.

Taksonomier for interoperabilitet

Den effektive semantiske interoperabilitet blev i dette studie beregnet til at ligge mellem 20,6 % og 100 %. Dette resultat er en konsekvens af anvendelsen af FHIR standarden, der med sin indlejrede semantik bør have en grad af semantisk interoperabilitet for standardens krævede dataelementer. De 20,6 % er dog kun gældende for datamodellen i dette studie. Havde datamodellen indeholdt flere dataelementer, ville ratioen mellem krævede og ikke-krævede dataelementer være mindre, hvilket kunne medføre en lavere effektiv semantisk interoperabilitet. Ved beregning af den effektive semantiske interoperabilitet skal det dog holdes for øje, hvilken retning der beregnes for. F.eks. vil en tredjepartsapplikation, der anvender den fælles profilsamling, samt egne profiler kunne opleve 100 % effektiv semantisk interoperabilitet, mens den centrale applikation oplever en lavere effektiv semantisk interoperabilitet. Kommer det flere tredjepartsprofiler vil den effektive semantiske interoperabilitet kunne falde yderligere [Beale, 2002]. En metode til at opnå komplet semantisk interoperabilitet med FHIR, ved at anvende web-ontologi og en linked data tilgang, blev foreslået af [Luz et al., 2015]. Et andet studie af Kasthurirathne et al. [2015] udviklede en FHIR API (Application Programming Interface) til at opnå interoperabilitet, niveauet blev dog ikke nærmere specificeret [Kasthurirathne et al., 2015]. En FHIR API er dog en metode, som bør give en høj grad af delvis semantisk interoperabilitet, da en API vil indeholde serverens funktioner, samt datamodel i form af f.eks. Java-klasser. Dette bidrager til det gennemførte litteraturstudies resultat, at studierne af Luz et al. [2015] og Kasthurirathne et al. [2015] heller ikke opgiver er præcist mål for den opnåede interoperabilitet, ud over hensigtserklæringen i studierne titler “*Providing Full Semantic Interoperability for the Fast Healthcare Interoperability Resources Schemas with Resource Description Framework*” [Luz et al., 2015] og “*Enabling Better Interoperability for HealthCare: Lessons in Developing a Standards Based Application Programming Interface for Electronic Medical Record Systems*” [Kasthurirathne et al., 2015]. Dette understreger yderligere nødvendigheden af et gængst udtryk for præcisering af den semantiske interoperabilitet.

Et studie af Jochem [2010] anvendte en alternativ taksonomi for interoperabilitet i virksomhedsarkitekturer. Taksonomien var inddelt i fem grader, hvor alle dele af forudsætningerne for interoperabilitet blev gradueret til “ingen”, “minimum”, “moderat”, “kvalificeret” og “fuldt interoperabel”. Det vil sige at f.eks. teknisk og syntaktisk samt semantisk interoperabilitet, var inddelt i grader med kvalitative forudsætninger for en grad af interoperabilitet, ligesom en checkliste [Jochem, 2010]. Havde en taksonomi, som i Jochem [2010], været anvendt i dette studie ville teknisk interoperabilitet være på det “fuldt interoperable” for de tre modellerede niveauer, grundet FHIR REST snitfladen. Derimod ville den syntaktiske interoperabilitet være fordelt over graderne i Jochem [2010], fra “moderat”, til “kvalificeret” og endeligt “fuldt interoperabel”. Den kvalitative checkliste fra Jochem [2010] ville, for vurderingen af den semantiske interoperabilitet, kunne kombineres med det kvantitative mål for effektiv semantisk interoperabilitet, til f.eks. at præcisere niveauinddelingen til grader med intervaller.

Modellering af interoperabilitet i FHIR økosystemer

Dette studie har illustreret af nødvendigheden at fastsætte interoperabilitetsniveau efter de funktioner man ønsker for et økosystem og dermed den nødvendige sammenhæng i data. Studiets resultater kan dog ikke nødvendigvis anvendes til at sætte et præcist mål for, hvor høj den effektive semantiske interoperabilitet skal være før end forskellige funktioner bliver mulige. Dette kan forudses at være afhængigt af typen af funktion, hvor ledelsesinformation f.eks. er et antal af en procedure over en given tidsperiode eller gennemsnitlige opfølgningstider, som kan uddrages af FHIR grundressourcernes krævede indhold. Andre funktioner, som klinisk beslutningsstøtte, kan kræve at information repræsenteres på én måde for at blive taget i betragtning [Coyle et al., 2003]. Som eksempel kan det føre til usammenhæng, hvis beslutningsstøtte f.eks. anvender observationskomponenter i form af blodtryk eller puls sammen med en diagnose, da observationskomponenterne ikke er krævede i FHIR ressourcerne. Det vil derfor sige at profiler, der dokumenterer et blodtryk uden at anvende Observation.component, kan risikeres ikke at have effekt i beslutningsstøttesystemet, til potentiel fare for patienten. Det ses derfor en mulighed for at der skal være fuld semantisk interoperabilitet for de nævnte dele af Observation ressourcen, for at opnå mulighed for klinisk beslutningsstøtte. Men ikke nødvendigvis for alle økosystemets ressourcer.

Dette studies resultater kan tyde på, at et givent interoperabilitetsniveaus ønskværdighed, er bestemt af ambition og vision for økosystemet. Komplet semantisk interoperabilitet ikke altid det mest optimale, da dette niveau kan kræve en stor indsats at vedligeholde, for de interopererende applikationer [Jochem, 2010]. Dette studies resultater indikerer, at særligt administrative ressourcer, herunder ressourcer til patient og behandler identifikation bør være underlagt tovejs delvis semantisk interoperabilitet. Da disse kan være nødvendige til at opnå sikker patient identifikation samt central styring af brugerrettigheder og behandlerrelation.

Dette studie tog udgangspunkt i et FHIR økosystem, der blev udviklet og vedligeholdt af én central leverandør. Ambitionen for dette økosystem er dog, at tredjeparts udviklere på sigt skal kunne udvikle fagspecifikke applikationer med henblik på at kunne støtte pågældende faggruppes dokumentation bedst muligt [Dragø, 2016]. Det betyder at det er denne centrale udvikler, der fastsætter spillereglerne for hvorledes tredjepartsapplikationer må agere i det givne økosystem. Zoomes der derimod ud fra et lokalt til et national synspunkt, vil der sandsynligvis kunne komme flere store udviklere i spil, f.eks. udviklerne af det respektive regioners journalsystemer. Spørgsmålet er da, hvem der skal fastsætte minimumsindholdet og de eventuelle administrative profiler, som bør være underlagt tovejs semantisk interoperabilitet. I dansk kontekst har denne opgave har, siden 1994, været forbeholdt Medcom, som administrerer og driver sundhedsdatanettet [Medcom, 2016]. Atalag et al. [2010] beskriver en strategi, der inkluderer udviklere, forskere, sundhedsmyndigheder og standardiseringsorganisationer, som samarbejder om at udarbejde og vedligeholde en central datamodel til brug for datadeling [Atalag et al., 2010]. Men på trods af konsensus, kan der dog være risiko for at interoperabiliteten forvanskes over tid, grundet skiftende krav fra de kliniske brugsscenerier [Beale, 2002].

Et alternativ til at modellere et nyt økosystem fra bunden er præsenteret af Mandel et al. [2016], der med SMART on FHIR platformen har udgivet en FHIR ImplementationGuide samt en række

open source referenceimplementeringer af applikationer. Disse er tiltag der skulle medvirke til at vejlede innovationen, i en fælles retning med en høj grad af interoperabilitet imellem implementeringerne [Mandel et al., 2016]. Til forskel fra Mandel et al. [2016], forslår dette studie anvendelsen af ISO 12967 standarden som vejledende til at modellere et nyt økosystem fra bunden, hvor meningen med SMART platformen er at give et fælles udgangspunkt for fremtidige applikationer til anvendelse af sundhedsdata. Fordelen ved at modellere et FHIR økosystem fra bunden er at en udvikler kan sikre, at data indsamles på en måde, som understøtter de kliniske og forretningsmæssige arbejdsgange i økosystemet, samt at systemets interoperabilitetsniveau, og dermed åbenhed, kan fastsættes til et passende niveau.

Konklusion

I dette studie blev følgende problemformulering besvaret: *“Hvad er de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, i forbindelse med at opnå forskellige niveauer af interoperabilitet i et FHIR økosystem?”*

Til at kunne besvare problemformuleringen var der brug for en ramme til at styre analysen af “.de indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data..”. Analyserammen tog udgangspunkt i den overordnede HISA (Health Informatics Service Architecture) specifikationsmetode fra ISO 12967, for servicearkitekturer i sundhedsinformationssystemer. Dette blev til de tre analyseperspektiver: Virksomhedssynspunkt, Informationssynspunkt og Datamatisk Synspunkt. Til at analysere disse synspunkter blev der opstillet fokuserede spørgsmål. For de uskrevne dele af HISA specifikationsproceduren, hhv. “Engineering Viewpoint” og “Technology Viewpoint”, blev der udarbejdet en interviewmetode til at vurdere modellerede datamodeller og funktionaliteter set fra “Udviklersynspunkt”. Analysen blev niveauinddelt ved, at modelleringen blev fordelt over Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet, for at analysere konsekvenserne for data og funktionalitet ved forskellige niveauer af interoperabilitet. Anvendelsen af det matematiske udtryk for den effektive semantiske interoperabilitet i den videnskabelige litteratur, giver muligheden for at ekspliciterer den præcise grad af delvis semantisk interoperabilitet, som opnås med informatiske modeller og metoder. Dette kan være med til at øge sammenligneligheden for litteraturens resultater.

Forud for designet af nye FHIR økosystemer, er det nødvendigt at identificere hvilket interoperabilitetsniveau, der ønskes. Fastsættelsen af den effektive semantiske interoperabilitet, kan anvendes til dette formål. Interoperabilitetsniveauet er styrende for, hvilke funktionaliteter og muligheder for deling af data, der kan opnås på tværs af økosystemets applikationer. Udviklingen af en datapolitik, eller en såkaldt FHIR ImplementationGuide, bør derfor være en selvskreven del af et FHIR økosystems designproces. En datapolitik, der er komplet og utvetydig, skal kunne vejlede tredjepartsudviklere til at nye applikationer kan få den størst mulige sammenhæng med det øvrige økosystem. På baggrund af projektets resultater kan det anbefales, at fremtidige FHIR økosystemer sigter efter en større eller mindre grad af delvis semantisk interoperabilitet. Her vil det være graden af effektiv semantisk interoperabilitet, som er styrende for applikationernes mulighed for indbyrdes deling af data. Tovejs delvis semantisk interoperabilitet ses især anvendt for administrative informationer, såsom patientidentifikation.

De indholdsmæssige og funktionelle konsekvenser, for klinisk data, for et FHIR økosystem ved forskellige niveauer for interoperabilitet er opgjort som følger:

Interoperabilitetsniveau	Indholdsmæssige konsekvenser	Funktionelle konsekvenser
<i>Ingen interoperabilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ekskluderet fra analysen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekskluderet fra analysen
<i>Teknisk og syntaktisk interoperabilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mulighed for udveksling af data mellem applikationerne; • Anvendelse via menneskelig fortolkning; • Problematisk patientidentifikation • Effektiv semantisk interoperabilitet = 0,0 % • Menneskeligt semantisk overlap = 20,6 % af de to domæners datamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • Simpel præsentation af data; • Ingen maskinel anvendelse; • Udviklingstunge søgeværktøjer til fritekst
<i>Delvis semantisk interoperabilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mulighed for deling af fælles information; • Genanvendelse af FHIR ressourceprofiler på tværs af applikationer; • Applikationsspecifikke profileringer • Effektiv semantisk interoperabilitet = 85,3 % af de to domæners datamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • Maskinel anvendelse, som minimum af krævede FHIR dataelementer; • Mulighed for deling af avancerede forretningstransaktioner; • Udvikling af anvenderapplikationer, f.eks. til ledelsesinformation
<i>Komplet semantisk interoperabilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuldstændig deling af økosystemets information; • Ingen frihed til applikationsspecifik profilering; • Tilpasning af datamodel medfører risiko for kaskadefejl ved API-versionering • Effektiv semantisk interoperabilitet = 100 % af domænernes datamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuld maskinel anvendelse af alle økosystemets data; • Mulighed for avancerede anvenderapplikationer, såsom regel- eller algoritmebaseret beslutningsstøtte; • Applikationsudviklere skal sikre konsistensen i data

Referencer

Aarhus Kommune: 2017, Sundhed og sygdom, online. Besøgt d. 23. maj 2017.

URL: <https://www.aarhus.dk/da/borger/sundhed-og-sygdom.aspx>

Aihkisalo, T. and Paaso, T.: 2012, Latencies of service invocation and processing of the rest and soap web service interfaces, *IEEE Eighth World Congress on Services* .

Atalag, K., Kingsford, D., Paton, C. and Warren, J.: 2010, Putting health record interoperability standards to work, *Electronic Journal of Health Informatics* .

Beale, T.: 2002, Archetypes: Constraint-based domain models for future-proof information systems, *OOPSLA 2002 workshop on behavioural semantics*.

Bender, D. and Sartipi, K.: 2013, Hl7 fhir: An agile and restful approach to healthcare information exchange, *IEEE* .

Benson, T. and Grieve, G.: 2016, *Principles of Health Interoperability*, 3 edn, Springer-Verlag.

BLOBEL, B.: 2017, Reference architecture model enabling standards interoperability, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.

CEN, E. C. f. S.: 2017, European committee for standardization, online. Besøgt d. 5. juni 2017.

URL: <https://standards.cen.eu/index.html>

Coyle, J. F., Mori, A. R. and Huff, S. M.: 2003, Standards for detailed clinical models as the basis for medical data exchange and decision support, *International Journal of Medical Informatics* **69**, 157–174.

del Carmen LEGAZ-GARCÍA, M., DENTLER, K., FERNÁNDEZ-BREIS, J. T. and CORNET, R.: 2017, Combining archetypes, ontologies and formalization enables automated computation of quality indicators, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.

Dragø, H.: 2016, Aarhus sætter it-udviklingen i nyt gear, online. Besøgt d. 23. maj 2017.

URL: <http://publicperspectives.dk/aarhus-saetter-it-udviklingen-i-nyt-gear/>

Epic: 2017, Open epic, online. Besøgt d. 5. juni 2017.

URL: <https://open.epic.com/>

Europaudvalget 2004: 2004, E-sundhed - et bedre sundhedsvæsen for europas borgere: En handlingsplan for et europæisk e-sundhedsområde, *Technical report*, Kommissionen for de europæiske fællesskaber.

Furore Health Informatics: 2017, Simplifier.net, online. Besøgt d. 02. juni 2017.

URL: <https://fhir.furore.com/simplifier-net/>

Garde, S., Knaup, P., Hovenga, E. J. S. and Heard, S.: 2007, Towards semantic interoperability for electronic health records, *Methods Inf Med* pp. 332–343.

Grimson, J., Grimson, W. and Hasselbring, W.: 2000, The si challenge in health care, *Communications og the ACM* pp. 49–55.

Hasselbring, W.: 2000, Information system integration, *Communications og the ACM* pp. 33–38.

- Health Level 7: 2016, Fhir dstu2, online. Besøgt d. 15. maj 2017.
URL: <http://hl7.org/fhir/DSTU2/index.html>
- Health Level 7: 2017, About hl7, online. Besøgt d. 15. maj 2017.
URL: <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav>
- ISO: 2011, Health informatics - service architecture - part 1: Enterprise viewpoint, *Technical report*, International Organization of Standardization.
- Jochem, R.: 2010, Enterprise interoperability assessment, *8th International Conference of Modeling and Simulation*, ICCMS.
- Kasthurirathne, S. N., Mamlin, B., Kumara, H., Grieve, G. and Biondich, P.: 2015, Enabling better interoperability for healthcare: Lessons in developing a standards based application programming interface for electronic medical record systems, *Journal of Medical Systems* .
- KL, K. L.: 2016, Introduktion til fælles sprog iii dokumentationsmetoden, *Technical report*, Kommunernes Landsforening.
- Lopez, D. M. and Blobel, B. G.: 2009, A development framework for semantically interoperable health information systems, *international journal of medical informatics* pp. 83–103.
- Luz, M. P., Cavalini, L. T., de Matos Nogueira, J. R. and Cook, T. W.: 2015, Providing full semantic interoperability for the fast healthcare interoperability resources schemas with resource description framework, *International Conference on Healthcare Informatics* pp. 463–466.
- Mandel, J. C., Kreda, D. A., Mandl, K. D., Kohane, I. S. and Ramoni, R. B.: 2016, Smart on fhir: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records, *American Medical Informatics Association* pp. 899–908.
- Medcom: 2016, Om medcom, online. Besøgt d. 25. maj 2017.
URL: <http://medcom.dk/om-medcom>
- Mercell Danmark A/S: 2015, Anskaffelse af ny borgerjournal (eoj), online. Besøgt d. 23. maj 2017.
URL: <https://www.mercell.com/da-dk/46766988/anskaffelse-af-ny-borgerjournal-eoj.aspx>
- ONC: 2017, Data access framework (daf) - initiative summary.
- Regeringen, Regioner, D. and KL, K. L.: 2013, Digitalisering med effekt - national strategi for digitalisering af sundhedsvæsenet 2013-2017.
- Region Hovedstaden: 2017, Spørgsmål og svar om sundhedsplatformen, online. Besøgt d. 15. maj 2017.
URL: <https://www.regionh.dk/sundhedsplatform/om-sundhedsplatformen/Sider/Spoergsmaal-og-svar-om-Sundhedsplatformen.aspx>
- SAALFELD, B., TUTE, E., WOLF, K.-H. and MARSCHOLLEK, M.: 2017, Introducing a method for transformation of paper-based research data into concept-based representation with openehr, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.
- SAID, M. B., ROBEL, L., GOLSE, B. and JAIS, J. P.: 2017, Security policy and infrastructure in the context of a multi-centric information system dedicated to autism spectrum disorder, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.
- SHABAN-NEJAD, A., OKHMATOVSKAIA, A., SHIN, E. K., DAVIS, R. L., FRANKLIN, B. E. and BUCKERIDGE, D. L.: 2017, A semantic framework for logical cross-validation, evaluation and impact analyses of population health interventions, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.

-
- SNOMED International: 2017, Translations of snomed ct, online. Besøgt d. 15. maj 2017.
URL: <http://www.snomed.org/snomed-ct/snomed-ct-worldwide/translations-of-snomed-ct>
- Stroetmann, K. A.: 2014, *Health System Efficiency and eHealth Interoperability ? How Much Interoperability Do We Need?*, Vol. 2, Springer International Publishing Switzerland.
- Stroetmann, V. N., Kalra, D., Lewalle, P., Rector, A., Rodrigues, J. M. and Stroetmann, K. A.: 2009, Semantic interoperability for better health and safer healthcare.
- Sundhedsdatastyrelsen: 2016, *Vejledning om informationssikkerhed i sundhedsvæsenet*, Sundhedsdatastyrelsen.
- Systematic A/S: 2016, Cura-api, Ikke publiceret.
- SÁEZ, C., MONER, D., GARCÍA-DE-LEÓN-CHOCANO, R., MUÑOZ-SOLERb, V., GARCÍA-DE-LEÓN-GONZÁLEZ, R., MALDONADO, J. A., BOSCA, D., TORTAJADA, S., ROBLES, M., GARCÍA-GÓMEZ, J. M., ALCARAZ, M., SERRANO, P., BERNAL, J. L., RODRÍGUEZ, J., BUSTOS, G. and ESPARZA, M.: 2017, A standardized and data quality assessed maternal-child care integrated data repository for research and monitoring of best practices: A pilot project in Spain, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.
- TAPURIA, A., EVANS, M., CURCIN, V., AUSTIN, T., LEA, N. and KALRA, D.: 2017, Establishment of requirements and methodology for the development and implementation of grey matters, a memory clinic information system, *Informatics for Health: Connected Citizen-Led Wellness and Population Health*, European Federation for Medical Informatics.
- Walker, J., Pan, E., Johnston, D., Adler-Milstein, J. and al, e.: 2005, The value of health care information exchange and interoperability, *Health Affairs; Chevy Chase* pp. W5–10–W5–18.
- Wolf, E., Jeppesen, B. B. and Christensen, P. M.: 2015, Øko-systemet: En forudsætning for tværsektoriel innovation, *E-sundhedsobservatoriet*, Dansk Center for Sundhedsinformatik.
- Wollesen, C. M., Jensen, L. and Larsen, S.: 2016, Eoj-integreret dokumentation af fysioterapeutiske træningsindsatser med fælles sprog 3 og fhir.
- Yahia, E., Aubry, A. and Panetto, H.: 2012, Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems, *Computers in Industry* pp. 443–457.

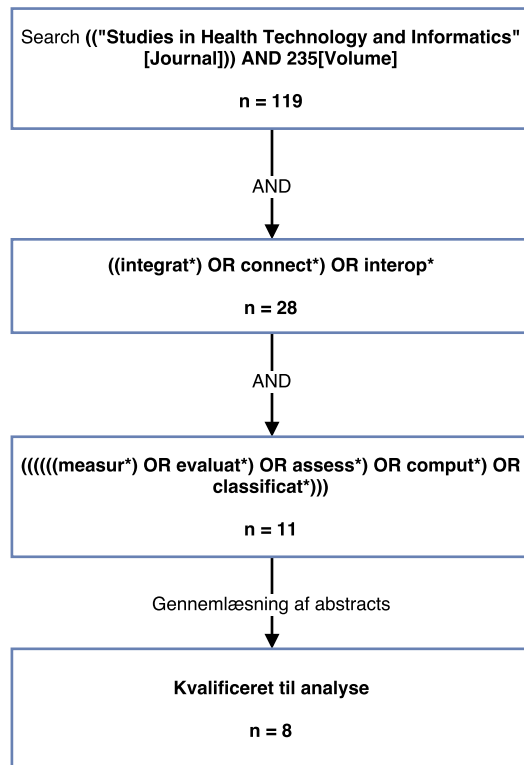
Litteraturstudie - Studiers kommunikation af interoperabilitet

Introduktion

Formålet med dette litteraturstudie er at identificere omfanget for eksplicit vurdering af interoperabilitetsniveauet for systemer, som modelleres i den videnskabelige litteratur. I den forbindelse metoden for vurdering eller erklæring af interoperabilitetsniveau. Denne viden skal anvendes til at vurdere hvorvidt, der er behov for at undersøge interoperabilitetsbegrebet yderligere.

Metode

Dette litteraturstudie havde til hensigt at identificere omfanget for brugen af vurdering af interoperabilitetsniveau, i videnskabelig litteratur vedrørende medicinsk informatik. Dette blev gjort ved at foretage en struktureret og kontrolleret søgning i Pubmed. Der blev fokuseret på artikler udgivet i forbindelse med konferencen "Informatics for Health", der blev afholdt i Manchester (UK), 2017. Konferenceartiklerne blev udgivet i tidsskriftet "Studies in Health Technology and Informatics" bind 235. For at finde artikler omhandlende samvirkende systemer, blev der søgt med søgeordene: "interop*", "integrat*" og "connect*". For at afdække brugen af en hvilken som helst form for vurdering, blev følgende søgeord benyttet: "measur*", "evaluat*", "assess*", "comput*" og "classificat*". Alle søgeordene blev kombineret til følgende søgestreng: "((((("Studies in Health Technology and Informatics"[Journal])) AND 235[Volume])) AND (((integrat*) OR connect*) OR interop*)) AND ((((((measur*) OR evaluat*) OR assess*) OR comput*) OR classificat*))))" - 11 træf. Abstract for de fundne artikler blev gennemlæst for reel relevans i artiklens indhold. Artikler, der blev vurderet til at være relevante blev gennemlæst med henblik på at afdække tilgang til vurdering eller erklæring af interoperabilitetsniveau. Artiklernes modellerede systemer blev analyseret, for at klassificere dem i forhold til Stroetmann et al. [2009]'s interoperabilitetsniveauer. Søgningens metode illustreres taktopdelt i figur A.1.



Figur A.1: text

Resultat

Resultatet af søgningen blev 11 artikler, hvoraf 7 blev kvalificeret til analyse. Resultatet over analysen af de kvalificerede artikler er anført i tabel A.1.

Tabel A.1: Analyseresultater for de kvalificerede artikler. I kolumnen “Angivelse af interoperabilitetsniveau vha.”, findes artiklens metode til klassificering af interoperabilitetsniveauet for deres modellerede systemer. I kolumnen “Interoperabilitetsniveau”, findes interoperabilitetsniveauet for artiklens modellerede system, klassificeret efter Stroetmann et al. [2009]’s taksonomi for interoperabilitet. I kolumnen “Begrundelse for interoperabilitetsniveau”, findes begrundelsen for den givne klassificering.

Artikel	Angivelse af interoperabilitetsniveau vha.	Interoperabilitetsniveau	Begrundelse for interoperabilitetsniveau
SÁEZ et al. [2017]	Narrativ beskrivelse	Envejs delvis semantisk interoperabilitet	Da der er tale om aggregeret data fra multiple datakilder, mappet til ISO EN 13606 standarden. Interoperabiliteten stammer fra mapningsprocessen
SHABAN-NEJAD et al. [2017]	Narrativ beskrivelse	Envej delvis semantisk interoperabilitet	Data aggregeres fra multiple datakilder til et semantisk framework, så aggregeret data kan præsenteres sammenhængende
del Carmen LEGAZ-GARCÍA et al. [2017]	Deduktiv udledning	Envejs delvis semantisk interoperabilitet	Aggregeret patientdata mappes til arketyper, som anvendes til at beregne kvalitetsindikatorer, men ikke intet sendes retur
BLOBEL [2017]	Definition	Tovejs delvis semantisk interoperabilitet	Niveauet opnås ved at integrere et informationssystemets domæner i en fælles datamodel, som i ISO 12967
SAID et al. [2017]	Narrativ beskrivelse	Teknisk og syntaktisk interoperabilitet	Data samles i en database, som kan vises via en webbrowser
SAALFELD et al. [2017]	Narrativ beskrivelse	Envej og tovej delvis semantisk interoperabilitet	Ved at inddatere klinisk forsøgsdata fra papir til OpenEHR arketyper og selvudviklede templates, kan forsøgsdata integreres i OpenEHR baserede elektroniske patientjournaler
TAPURIA et al. [2017]	Narrativ beskrivelse	Teknisk og syntaktisk interoperabilitet	Information sendes fra et opsamlende system til anvendelse systemer dagligt, som udtræk i XML-format

Diskussion og Konklusion

Metoden til at fremsøge relevante artikler er her begrænset af de valgte søgeord. De kvalificerede artikler blev udvalgt på baggrund af søgeord, der ikke nødvendigvis var anvendt i konteksten af interoperabilitet. Det er også muligt at der var artikler som blev diskvalificerede, fordi de ikke anvendte søgeordene i deres tekst, men som alligevel havde kommunikeret et interoperabilitetsniveau. Resultatet af dette litteraturstudie blev 7 artikler med hver deres målestok for interoperabilitet. De fleste (5/7) anvendte en beskrivelse, som var implicit i teksten, hvorved at interoperabilitetsniveauet skulle analyseres frem. En artikel deducerede sig til, hvilket niveau man forventede at opnå med

løsningen. En artikel forholdt sig nøgternt til interoperabilitetsniveauerne ved hjælp af definitioner. Det vil sige at en ud af syv af de kvalificerede artikler anvendte et format for kommunikation af interoperabilitetsniveau, som ville kunne anvendes til sammenligningsgrundlag. Men det var kun 11 ud af 28, som beskrev en målemetode samtidigt med at beskrive interoperabilitet. Det kunne derfor tyde på at kun en ud af 28 artikler anvendte et mål for interoperabilitet, der vil kunne anvendes til direkte at klassificere målet for interoperabilitet.

Interviewguide - Udviklersynspunkt på konsekvenser

De modellerede datamodeller og systemarkitekturer afspejler de givne interoperabilitetsniveauer i et FHIR økosystem. For at opgøre omkostningerne for en systemudvikler, der skal grundlægge det modellerede FHIR økosystem, anvendes de designede datamodeller og systemarkitekturer, som udgangspunkt for et semistruktureret gruppeinterview med et hold af systemeksperter. Interviewet gennemføres som semistruktureret, da dette forventes at ville kunne frembringe mest mulig ny viden til "Udviklersynspunkt". Gruppeinterview foretrækkes, da dette kan skabe dynamik imellem de interviewede og dermed bibringe dybere og mere fyldestgørende svar. Grundet indholdets visuelle karakter, tages der kun referat, samt noter og eventuelle illustrationer. Interviewet deles ind i fire dele: "Teknisk og syntaktisk interoperabilitet", "envejs delvis semantisk interoperabilitet", "tovejs delvis semantisk interoperabilitet" og "komplet semantisk interoperabilitet". Der lægges dog ud med en begrebsafklaring, hvor projektets forståelse af interoperabilitetsniveauerne samt domænemodeller for projektets brugsscenarier præsenteres.

1. Præsentation af datamodel(ler) og systemarkitektur for Teknisk og syntaktisk interoperabilitet. Datamodel(ler) og systemarkitektur præsenteres, hvorefter den diskuteres med udgangspunkt i følgende spørgsmål:
 - a. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle en systeminfrastruktur, der kan opfylde teknisk og syntaktisk interoperabilitet, hvor FHIR ressourcer lagres uden overførsel af semantik?
 - b. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde teknisk og syntaktisk interoperabilitet, hvor FHIR ressourcer lagres uden overførsel af semantik?
 - c. Hvad vil det kræve af jeres applikationsudvikling, at kunne gøre brug af data, der er lagret uden overførsel af semantik?
 - d. Hvilke omkostninger vil det pågældende interoperabilitetsniveau kunne forventes at ville påføre brugerne af økosystemets data?

Fortsættes på næste side

2. Præsentation af datamodel(ler) og systemarkitektur for envejs delvis semantisk interoperabilitet. Datamodel(ler) og systemarkitektur præsenteres, hvorefter den diskuteres med udgangspunkt i følgende spørgsmål:
 - a. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle en systeminfrastruktur, der kan opfylde envejs semantisk interoperabilitet, hvor visse FHIR profiler deles af applikationerne og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - b. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde envejs semantisk interoperabilitet, hvor visse FHIR profiler deles af applikationerne og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - c. Hvad vil det kræve af jeres applikationsudvikling, at kunne gøre brug af data, hvor visse FHIR profiler deles af applikationerne og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - d. Hvilke omkostninger vil det pågældende interoperabilitetsniveau kunne forventes at ville påføre brugerne af økosystemets data?
3. Præsentation af datamodel(ler) og systemarkitektur for tovejs delvis semantisk interoperabilitet. Datamodel(ler) og systemarkitektur præsenteres, hvorefter den diskuteres med udgangspunkt i følgende spørgsmål:
 - a. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle en systeminfrastruktur, der kan opfylde tovejs semantisk interoperabilitet, hvor visse FHIR profiler, der deles af applikationerne, skal anvendes og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - b. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde envejs semantisk interoperabilitet, hvor visse FHIR profiler, der deles af applikationerne, skal anvendes og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - c. Hvad vil det kræve af jeres applikationsudvikling, at kunne gøre brug af data, hvor visse FHIR profiler, der deles af applikationerne, skal anvendes og det eneste alternative profileringer lover, er at medtage krævede dataelementer og et narrativt ressourceresumé?
 - d. Hvilke omkostninger vil det pågældende interoperabilitetsniveau kunne forventes at ville påføre brugerne af økosystemets data?
4. Præsentation af datamodel(ler), systemarkitektur og evt. præmisser forbundet med opnåelse af komplet semantisk interoperabilitet. Datamodel(ler) og systemarkitektur præsenteres, hvorefter de diskuteres med udgangspunkt i følgende spørgsmål:
 - a. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle en systeminfrastruktur, der kan opfylde komplet semantisk interoperabilitet, hvor alle applikationer kun tillades at dele et fælles sæt FHIR profiler?
 - b. Hvilke krav vil det medføre for jer at udvikle systemfunktioner, der kan opfylde komplet semantisk interoperabilitet, hvor alle applikationer kun tillades at dele et fælles sæt FHIR profiler?
 - c. Hvad vil det kræve af jeres applikationsudvikling, at kunne gøre brug af data, hvor alle applikationer kun tillades at dele et fælles sæt FHIR profiler?
 - d. Hvilke omkostninger vil det pågældende interoperabilitetsniveau kunne forventes at ville påføre brugerne af økosystemets data?

Referat - Interview til Udviklersynspunkt

Det følgende er et referat af interview afholdt på baggrund af interviewguiden i appendiks B. Interviewet blev afholdt d. 11 maj 2017, ved Systematic A/S i Aarhus. De to medvirkende i interviewet havde stilling som hhv. ledende arkitekt og ledende udvikler.

Introduktion

Den indledende introduktion af projektets forståelse af interoperabilitetsniveauerne og domænemodeller, kom til udtryk i det efterfølgende:

Indledningsvist gøres det fra de interviewede opmærksom på, at der kan være stor uenighed, imellem virksomheder, når det kommer til holdningen om hvorvidt FHIR bidrager til større sammenhæng og interoperabilitet eller det stik modsatte. De interviewede henleder til at opnåelse af den tekniske og syntaktiske interoperabilitet kommer til udtryk i en række evner, som systemerne kan have til eksempelvis, at lagre eller udveksle data i egnede formater. For de konsumerende systemer kan FHIR ressourcer, der er profileret forskelligt, måske alligevel godt anvendes til samme formål, under forudsætning af at de inkluderede dataelementer anvendes ens, det kunne f.eks. være udtræk til ledelsesformål. Men de samme profiler kan være ubrugelige på tværs af andre sammenhænge, f.eks. på tværs af kliniske brugsscenarier, hvor dataindholdet kan være vidt forskelligt. Når det kommer til interoperabilitetsniveau 3, giver de interviewede til kende, at dette niveau kan være for begrænsende for et økosystems udvikling. Dette niveau afskærer fremtidige brugsscenarier, der ønskes indført i økosystemet, fra at profilere ressourcer og begrænser dermed hvilke data de kan indsamle. En grad af niveau 2b vil være at foretrække, hvor der er aftaler om f.eks. koder og visse profiler. Dette niveau ses af de interviewede som det mest afbalancerede imellem konsistens i data og mulighed for innovation og udvikling i økosystemet.

Besvarelse af spørgsmål

Det efterfølgende er referat af de interviewedes svar på interviewguidens spørgsmål:

1. Teknisk og syntaktisk interoperabilitet

1.a - For det system de interviewede arbejder med vil der ikke være nogen forskel i infrastrukturen, om det var udviklet til niveau 1 eller højere niveauer. De databaser de anvender, lagrer FHIR ressourcer i JSON-format. Det eneste der er krævet er dog at serveren er sat op til at godtage den standard FHIR ressource som man ønsker at lagre en profil af.

1.b - På dette niveau, hvor FHIR ressourcernes semantik er ukendte for applikationerne vil anvendelsen af informationerne være helt op til brugeren, at læse, forstå og fortolke indholdet. Det vil derfor også være op til brugeren at fremsøge de informationer vedkommende efterspørger. Der vil i dette tilfælde skulle udvikles avancerede søgeværktøjer, til fritekstsøgning. På performancesiden, vil det kræve indeksering af ord for at optimere søgehastigheden. Derudover ses en systemfunktion til at meddele om nye dokumenter i serveren, som applikationerne vil kunne kalde. Dette interoperabilitetsniveau anses af de interviewede som et uinteressant niveau, grundet begrænsede muligheder for funktionalitet og besværlig udvikling.

1.c - For applikationsudviklingen vil det kræve en stor indsats for at gøre søgefunktionerne så brugervenlige som muligt. Der ligger dog et større problem i forhold til overholdelse af lovgivning om personlige- og sundhedsoplysninger. Applikationerne vil skulle have indbyggede mekanismer til at overholde lovgivningen, så kun de relaterede oplysninger for en given behandlerkontakt vil blive vist. Dette niveau, hvor der ikke sker overførsel af semantik, ses derfor som svært at nøjes med.

1.d - På brugersiden vil de udviklingsmæssigt avancerede tekstsøgeværktøjer fremstå som simple og anvendelsen af applikationerne vil være forbundet med en høj grad af forståelse for interne forretningsgange, hukommelse og indsigt i andre enheders arbejds gange.

2. Envejs delvis semantisk interoperabilitet

2.a - For envejs delvis semantisk interoperabilitet vil anvendelsen af profiler, der ikke er en del af økosystemets centrale profiler kræve en parallel applikation for at blive anvendt, alternativt vil anvendelse være begrænset til visning. Infrastrukturen har ingen problemer med at håndtere alternative profileringer. Det kræves dog at standard ressourcen, af pågældende profil, kan accepteres af serveren, hvilket kun kræver ændring i serverens konfiguration for servere, der bygger på f.eks. HAPI FHIR referenceimplementering. Traditionelle relationelle databaser med FHIR snitflade, vil kunne få problemer med, uden videre at modtage andet end det databasens relationelle model er opbygget til at indeholde. For et økosystem, der bygger på profilering af FHIR, vil denne profilering agere standard for tilsluttende systemer. Det betyder at, hvis andre systemer vil bidrage med data, kræver det overholdelse af den økosystemspecifikke FHIR og økosystemets forretningsgange. At oprette en ImplementationGuide, der kan kommunikere økosystemets profilering og forretningsgange, kræver et væsentlig stykke arbejde.

2.b - Standard referenceimplementeringer af FHIR vil kunne håndtere tilfælde, med forskelligartede profiler med extensions. Bygger systemet på en af disse vil FHIR standardens systemfunktioner kunne håndtere dette niveau krav. Derfor kræver det ikke ekstra at udvikle systemfunktioner til dette niveau.

2.c - For at kunne præsentere ukendte ressourcers indhold, vil det kræve at der implementeres en tekstfremviser til FHIR ressourcernes narrative del, hvor fælles indhold, såsom tvungne dataelementer, vil kunne anvendes direkte. Dette er ikke kompliceret, men det vil potentielt skulle gentages mange steder i en applikation. Der vil kunne skulle oprettes alternative skærmbilleder til fremvisning af eksterne profilers indhold, hvor der muligvis også vil skulle oprettes regler for visning på applikationsniveau, for hvilke brugergrupper, der skal have hvilke profiler præsenteret. Der er derfor potentielt et større arbejde forbundet med at skulle håndtere alternative profiler.

2.d - Noget af alternative profilers værdi kan risikeres at gå tabt, når der kun foretages visning. Forventningen er dog at der vil kunne opnås en acceptabel brugeroplevelse, da brugeren vil kunne få den nødvendige information leveret i den rette kontekst, de vil dog ikke kunne anvende dem her, det skal forgå i den oprettende applikation.

Tovejs delvis semantisk interoperabilitet

3.a - I store træk det samme svar som ved 2.a, forskellen er at tovejs semantisk interoperabilitet vil være begrænset til tvungne dataelementer og øvrige dataelementer, som profileringerne anvender ens. På infrastrukturniveau kræver det derfor ikke ekstra, ud over grundlæggende FHIR, at udvikle til dette niveau.

3.b - Samme som ved 2.b.

3.c - Ingen problemer med kendt indhold, Alternative profileringer vil stille de samme krav som præsenteret i 2.c.

3.d - Det kan være svært at give værdi for brugerne, hvis kun de centrale profiler kan anvendes. Derfor er dette ses en kombination af envejs og tovejs delvis semantisk interoperabilitet som det mest afbalancerede. Dette skal ses i lyset af begrænsede omkostninger på udviklingssiden, sammen med stor fleksibilitet for tredjeparts applikationers data.

Komplet semantisk interoperabilitet

4.a - Dette niveau er det simpleste at tilpasse sig til, da kun den centrale profilering af FHIR godtages i systemet. I tilfælde af, at der skulle opstå regelændringer eller tilføjelser til af f.eks. koder, vil dette komme til udtryk i API-versionering. Dette vil så have indvirkning på alle applikationer i økosystemet, der skal implementere den nye API-version.

4.b - Der vil ikke være yderligere krav til dette niveau.

4.c - Der vil ikke være yderligere krav til dette niveau, da indholdet i en Cura-profil bør kunne sidestilles, uagtet om den oprettes internt i Cura-applikationen eller i en ekstern applikation, når profileringen overholdes. Der stilles dog her spørgsmålstejn ved om ikke komplet semantisk interoperabilitet kan gå på kant med selve økosystemtanken. Dette skal ses som en effekt af at et økosystem skal kunne udvikle sig i de retninger, som giver værdi til brugerne. Udviklingen vil være stærk begrænset, af et sæt meget strikse regler for data, hvorved at applikationerne vil kunne risikere at blive for ensartede

4.d - Brugerne vil opleve at alle data kan anvendes og være fuldt integrerede. De vil dog også kunne opleve at de applikationer de anvender måske ikke vil kunne imødekomme deres behov fuldstændigt, da deres tilladelige indhold vil være bundet til den centrale API.

De interviewedes navne er kendt af forfatteren og kan evt. oplyses på baggrund af en forespørgsel.
Referatet afventer validering hos de interviewede.