

Leevi Leppälä

**RAKENTEISEN HOITOSUUNNITELMAN  
INTEGRAATION MÄÄRITYKSEN TOTEUTTAMINEN  
FHIR-STANDARDIN AVULLA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2020

# TIIVISTELMÄ

Leevi, Leppälä

Rakenteisen hoitosuunnitelman integraation määrittämisen toteuttaminen FHIR-standardin avulla

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2020, 84 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Makkonen, Pekka

Terveydenhuollon tietojärjestelmien parissa on monenlaisia järjestelmiä, joiden keskinäinen kommunikointi on noussut aikojen saatossa yhtä tärkeämmäksi. Yhteentoimivuuden merkitys terveydenhuollossa tulee kasvamaan tulevaisuudessa, erilaisten kansallisten ja kansainvälisten tietojärjestelmien yhtenäistämistä ajavien hankkeiden yleistyessä.

Tutkielman tärkeimpänä tavoitteena on esittää, kuinka FHIR-standardia hyödyntäen voidaan toteuttaa yleiseen käyttöön sopivan rakenteisen hoitosuunnitelman integraation määrittäminen olemassa olevan terveydenhuollon tietojärjestelmän päälle. Työn tarkoituksena on myös esittää, millä tavalla FHIR-standardi pystytään ottamaan käyttöön terveydenhuollon organisaatioissa ja millä tavalla rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan siirtää muihin järjestelmiin FHIR-standardin avulla.

Kokonaisuutena tutkielma pyrkii antamaan kuvan terveydenhuollon yhteentoimivuudesta ja erilaisista yhteentoimivuusstandardeista, sekä rakenteisesta hoitosuunnitelmasta, sekä esittämään malliesimerkin siitä, miten yhteentoimivuusstandardia voidaan lähteä ottamaan käyttöön olemassa olevaan järjestelmään. Tutkielma pyrkii vastaamaan seuraavaan kysymykseen:

1. Miten terveydenhuollon rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan muokata niin, että siitä saadaan muodostettua yhtenäinen standardin mukainen hoitosuunnitelma, jota voidaan hyödyntää useissa eri järjestelmissä?

Pääkysymyksen lisäksi tutkielma pyrkii vastaamaan alakysymyksiin:

1. Millaisia standardeja terveydenhuollon yhteentoimivuuteen liittyy ja mitä hyötyjä niiden käyttöönotosta on?
2. Mitä on rakenteinen kirjaaminen ja millaista merkitystä sillä on yhteentoimivuuden kannalta?

Tutkimus jakautuu kirjallisuuskatsaukseen ja konstruktiiiviseen tutkimukseen. Kirjallisuuden avulla käydään läpi erilaisia terveydenhuollon tietojärjestelmien standardeja, sekä esitellään rakenteista kirjaamista ja rakenteista hoitosuunnitelmaa. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi esitetään tapaustutkimus HL7-organisaation FHIR-standardin rajapinnan määrittämisestä Soludos Oy:n PIRKKO®-järjestelmän rakenteiseen hoitosuunnitelmaan.

Tutkimuksen tuloksena esitetään malli siitä, miten PIRKKO®-järjestelmän rakenteisesta hoitosuunnitelmasta tehdään FHIR-muotoinen versio ja esitellään, kuinka olemassa olevan hoitosuunnitelman pohjalta voidaan rakentaa yleinen standardin mukainen hoitosuunnitelma.

Asiasanat: FHIR, Rakenteinen kirjaaminen, Hoitosuunnitelma, Terveydenhuolto, Integraatio, HL7, Yhteentoimivuus

## ABSTRACT

Leevi, Leppälä

Defining the integration of structured careplan with FHIR

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2020, 84 pp.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisor: Makkonen, Pekka

There are lot of different healthcare information systems and interoperability of those systems have become more important over time. The importance of interoperability will increase in the future as project for harmonization of various national and international information systems become more common.

The main goal of this study is to present how to define the integration of a structured care plan suitable for general use with the FHIR standard and based on existing healthcare information system. The aim of the work is also to show how the FHIR standard can be implemented in healthcare organizations and how the structured care plan can be transferred to other systems using the FHIR standard. This thesis aims to give an idea of healthcare interoperability and different interoperability standards, as well as a structured care plan, and study also present an example of how interoperability standard can be implemented in an existing information system. This thesis answer aims to answer the following research questions:

1. How can a structured health care plan be modified to form a standardized care plan model that can be used in a variety of systems?
2. What are the standards for healthcare interoperability and what are the benefits of their introduction?
3. What is structured records in healthcare and what is its significance for interoperability?

The research is divided into a literature review and case study. Literature review presents and offers examples of different healthcare interoperability standards and structured care plan. A case study is presents the definition of the interface of the HL7 organization's FHIR standard in the structured care plan of Solutos Ltd's PIRKKO®-system. Study presents how to modify the structured care plan of PIRKKO®-system to FHIR format.

Keywords: FHIR, Care plan, Healthcare, HL7, Integration, Interoperability, Structured records

## KUVIOT

Kuvio 1 Esimerkki HL7 Version 2.X -viestistä. ....	13
Kuvio 2 Esimerkki HL7 v3 -standardin kokonaisarkkitehtuurista ja toiminnasta.....	15
Kuvio 3 Esimerkki HL7 v3 -standardilla datan siirtämisestä internetin yli.....	16
Kuvio 4 Esimerkki CDA-dokumentista .....	17
Kuvio 5 esimerkki CDA-asiakirjan rakenteesta. ....	18
Kuvio 6 LOINCin käytön kasvu Amerikassa, Veterans Health Administration yrityksen laboratorioissa .....	22
Kuvio 7 Esimerkki Kansallisen koodistopalvelun sisällöstä .....	23
Kuvio 8 FHIR-moduulien jakautuminen viidelle perustasolle .....	26
Kuvio 9 UML Esimerkki potilas resurssista.....	27
Kuvio 10 Esimerkki FHIR-resurssista.....	30
Kuvio 11 esimerkki FHIR-profiilin rakenteesta .....	32
Kuvio 12 FHIR-laajennuksen sapluuna, jonka pohjalta laajennusta voi lähteä rakentamaan .....	34
Kuvio 13 Esimerkki FHIR:n RESTful ominaisuutta hyödyntävästä asiakassovelluksesta. ....	36
Kuvio 14 Esimerkki rakenteisen hoitosuunnitelman käytöstä tietopohjaisessa arkkitehtuurissa potilaalle räätälöidyn hoitopolun hallinnasta (engl. A Knowledge-based architecture for the management of patient-tailored care pathways).....	40
Kuvio 15 Terveys- ja hoitosuunnitelman tietosisältö .....	42
Kuvio 16 Sosiaalihuollon asiakastietojen käyttöä koskevan kehityksen tilanne .....	43
Kuvio 17 THL:n Terveys- ja hoitosuunnitelmaan liittyvät kehittämisenäkökulmat .....	44
Kuvio 18 PIRKKO®-järjestelmän toiminta yhdessä palveluntarjoajan potilastietokantojen kanssa. ....	49
Kuvio 19 Käyttötapauskaavio hoitosuunnitelman päivityksestä. ....	50
Kuvio 20 UML-kaavio FHIR-standardin CarePlan-resurssista.....	51
Kuvio 21 esimerkki FHIR-standardin CarePlan-resurssin informaatiomallista .....	53
Kuvio 22 UML-kaavio FHIR-standardin Goal-resurssista.....	58
Kuvio 23 Datan haku tietokannasta ja muokkaaminen FHIR standardin mukaiseksi, sekä tallennus JSON-formaatissa.....	66
Kuvio 24 Datan haku tietokannasta ja muokkaaminen FHIR standardin mukaiseksi, sekä tallennus JSON-formaatissa.....	68
Kuvio 25 Goal resurssiin vaadittavan datan muokkaaminen FHIR-muotoon ja JSON-formaattiin.....	69
Kuvio 26 hoitosuunnitelmien datan kulku ja integraatio .....	70
Kuvio 27 Esimerkki FHIR-standardin Create-interaktiosta .....	71
Kuvio 28 JSON-tiedoston sisältö, joka sisältää CarePlan-elementtiin liittyvät tiedot....	73
Kuvio 29 Goal resurssia vastaava JSON-dokumentti.....	74

## TAULUKOT

Taulukko 1 CarePlan-resurssin elementit ja niiden tietosisällöt.....	57
Taulukko 2 PIRKKO®-järjestelmän Asiakassuunnitelma-aulun elementtejä ja niiden tietosisältöjä. ....	59
Taulukko 3 Interventio-aulun elementtejä ja tietosisältöjä.....	60
Taulukko 4 Tavoitteet taulun sisältöjä ja tietotyyppejä. ....	61
Taulukko 5 PIRKKO®-järjestelmän elementtien kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi määrittelyksi.....	64
Taulukko 6 CarePlan statuksen ja Asiakaassuunnitelman tilan kääntötaulukko.....	64
Taulukko 7 CarePlan intent-elementin ja Asiakaassuunnitelman tilan kääntötaulukko. ...	64
Taulukko 8 Goal-resurssin mukaisen dokumentin luomisen apuna käytetty taulukko. .	65
Taulukko 9 Goal resurssin tilan kääntämisen apuna käytetty taulukko.....	65

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	TERVEYDENHUOLLON YHTEENTOIMIVUUSSTANDARDIT.....	10
2.1	Yhteentoimivuus terveydenhuollossa.....	10
2.2	HL7-standardit.....	12
2.2.1	HL7 v2-standardi.....	12
2.2.2	HL7 v3- standardi.....	13
2.3	DICOM.....	18
2.4	IHE integraatioprofiilit.....	19
2.5	Kliinisen sairaanhoidon terminologiastandardit.....	20
2.5.1	SNOMED CT.....	20
2.5.2	LOINC.....	21
2.5.3	ICD-10.....	22
3	FHIR-STANDARDI.....	24
3.1	FHIR yleisesti.....	24
3.2	FHIR-standardin rakenne.....	26
3.2.1	FHIR-resurssit.....	27
3.2.2	FHIR-profiilit.....	31
3.2.3	FHIR-laajennukset.....	32
3.3	FHIR ja RESTful API.....	35
4	RAKENTEINEN KIRJAAMINEN JA HOITOSUUNNITELMA.....	37
4.1	Rakenteinen kirjaaminen terveydenhuollossa.....	37
4.2	Rakenteinen hoitosuunnitelma terveydenhuollossa.....	38
5	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	45
5.1	Tutkimusmenetelmät.....	45
5.2	Aihepiirin rajaus.....	46
5.3	Tutkimuksen tavoitteet.....	46
6	HOITOSUUNNITELMA-RAJAPINNAN MÄÄRITYS PIRKKO®- JÄRJESTELMÄÄN.....	48
6.1	PIRKKO® -järjestelmä.....	48
6.1.1	Hoitosuunnitelma (PIRKKO®).....	49
6.2	Hoitosuunnitelma-integraation käyttötapa.....	50
6.3	FHIR-standardin CarePlan-resurssi.....	51
6.4	Hoitosuunnitelma-integraation tarvittavat elementit ja niiden kääntäminen FHIR standardin mukaiseksi.....	54
6.4.1	Tarvittavat FHIR-elementit ja niiden tietosisällöt.....	54
6.4.2	Tarvittavat PIRKKO®-järjestelmän elementit ja tietosisällöt.....	58
6.4.3	Tietojen kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi.....	61
6.5	Datan hakeminen ja muokkaus JSON-formaattiin.....	65
6.6	Tiedonsiirto PIRKKO®-järjestelmästä toiseen järjestelmään.....	70
6.7	Tulokset.....	72

7	YHTEENVETO .....	75
---	------------------	----

# 1 Johdanto

Terveydenhuolto ja sen säätely on hyvin erilaista eri maissa. Monissa Euroopan maissa terveydenhuollosta vastaa lähinnä julkinen sektori, kun taas esimerkiksi Yhdysvalloissa päävastuun kantavat yksityiset tahot. Kuitenkin myös Yhdysvalloissa terveydenhuolto eroaa monesta muusta alasta siihen liittyvän säätelyn takia. Terveydenhuollon säätelyllä onkin vaikutusta myös terveydenhuollon tietojärjestelmien käyttöön. Terveydenhuollossa on viime vuosina alettu käyttämään teknologiaa paljon aikaisempaa enemmän, ja käytön uskotaankin kasvavan tulevina vuosina. Maailmanlaajuisesti onkin erilaisia hankkeita, joiden tarkoituksena on edistää terveydenhuollon tietojärjestelmien aikaisempaa laajempaa käyttöä. (Agarwal, Gao, DesRoches & Jha, 2010; Kushniruk, Bates, Bainbridge, Househ & Borycki, 2013.)

Terveydenhuollon tietojärjestelmien kehitys on alkanut jo 1960-luvulla, jolloin sairaalat alkoivat kehittää järjestelmiä datan säilytykseen. 1990- ja 2000-luvuilla alettiin siirtymään yhä enemmän järjestelmiin, joilla haluttiin saada tieto kulkemaan paremmin eri yksiköiden ja laitosten kesken. Useiden eri yksiköiden väliseen tiedonkulkuun on jouduttu kehittämään erilaisia yhteentoimivuusstandardeja, jotta eri organisaatioiden järjestelmät saadaan toimimaan paremmin yhteen ja tietoja voidaan liikuttaa järjestelmien välillä sujuvasti. Koska terveydenhuollossa on ollut erilaisia järjestelmiä jo pitkään, ovat standardit datan siirtämiseksi erittäin tärkeitä. (Staggers, Thompson & Snyder-Halpern, 2001; Haux, 2006.)

Tämä tutkielma esittelee järjestelmien väliseen yhteentoimivuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten tiedon rakenteisuutta ja eri organisaatioiden luomia terveydenhuollon yhteistoimivuusstandardeja, painottuen HL7 organisaation uusimpaan standardiin eli FHIR-standardiin (Fast Healthcare Interoperability Resources), jolla tutkielmassa toteutetaan konstruktiivisena tutkimuksena Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmän rakenteiseen hoitosuunnitelmaan integraation määrittely.

Tutkielman tärkeimpänä tavoitteena on selvittää, voiko FHIR-standardia hyödyntäen toteuttaa yleiseen käyttöön sopivan rakenteisen hoitosuunnitelman integraation määrittäminen olemassa olevan terveydenhuollon tietojärjestelmän päälle. Työn tarkoituksena on myös esittää, millä tavalla FHIR-standardi pystytään ottamaan käyttöön terveydenhuollon organisaatioissa ja millä tavalla rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan siirtää muihin järjestelmiin FHIR-standardin avulla. Tutkielman tarkoituksena on antaa yleiskuva terveydenhuollon yhteentoimivuusstandardeista, rakenteisesta tiedon kirjaamisesta ja rakenteisesta hoitosuunnitelmasta, sekä FHIR-standardista ja sen implementoinnista käytäntöön esimerkin avulla.



Kokonaisuutena tutkielma pyrkii antamaan kuvan terveydenhuollon yhteentoimivuudesta ja erilaisista yhteentoimivuusstandardeista, sekä rakenteisesta hoitosuunnitelmasta, sekä esittämään malliesimerkin siitä, miten yhteentoimivuusstandardia voidaan lähteä ottamaan käyttöön olemassa olevaan järjestelmään. Tutkielma pyrkii vastaamaan seuraavaan kysymykseen:

1. Miten terveydenhuollon rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan muokata niin, että siitä saadaan muodostettua yhtenäinen standardin mukainen hoitosuunnitelma, jota voidaan hyödyntää useissa eri järjestelmissä?

Pääkysymyksen lisäksi tutkielma pyrkii vastaamaan alakysymyksiin:

2. Millaisia standardeja terveydenhuollon yhteentoimivuuteen liittyy ja mitä hyötyjä niiden käyttöön otosta on?
3. Mitä on rakenteinen kirjaaminen ja millaista merkitystä sillä on yhteentoimivuuden kannalta?

Tutkielman kirjallisuuskatsaus käsittelee terveydenhuollon yhteentoimivuutta laajemmin, mutta varsinaisen konstrukttiivisen tutkimuksen aihe on rajattu koskemaan integraation määrittelyä terveydenhuollon rakenteisen hoitosuunnitelman parissa FHIR-standardia hyödyntämällä ja datan muokkaamista FHIR-standardiin sopivaksi. Lisäksi tutkielman kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi rakenteista kirjaamista yleisesti ja erilaisia terveydenhuollon standardeja, mutta tutkimusosiossa tutkimus on rajattu koskemaan vain rakenteista hoitosuunnitelmaa ja FHIR-standardia, sekä Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmää, jonka rakenteinen hoitosuunnitelma tutkimuksessa muutetaan vastaamaan yleistä FHIR-standardin mukaista määrittelyä. Tutkimuksessa tutkitaan vain datan muokkaamista FHIR-standardin määrittelyksien mukaiseksi, eikä tiedonsiirtoa ja FHIR-palvelimen rakentamista tutkita tarkemmin.

Tutkielma jakautuu seitsemään lukuun, joista ensimmäinen on johdanto. Luvussa kaksi käsitellään terveydenhuollon yhteentoimivuusstandardeja yleisesti ja esitellään erilaisia yhteentoimivuusstandardeja, joita tällä hetkellä on käytössä. Luvussa kolme esitellään tarkemmin HL7 organisaation kehittämää FHIR-standardia ja sen ominaispiirteitä, sekä selitetään sen rakennetta ja toimintaa. Luvussa neljä käsitellään rakenteista kirjaamista terveydenhuollossa ja sen hyötyjä organisaatioille. Lisäksi luvussa neljä käsitellään rakenteista hoitosuunnitelmaa ja sen mukanaan tuomia etuja, sekä potilaalle, että terveydenhuollon palveluita tuottavalle organisaatiolle. Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksen tavoitteita ja tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä. Luvussa kuusi esitellään konstrukttiivinen tutkimus Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmän ja sen rakenteisen hoitosuunnitelman muokkaamisesta yhteentoimivaksi FHIR-standardin kanssa. Luku seitsemän on tutkielman yhteenvedo.

## 2 Terveydenhuollon yhteentoimivuusstandardit

Tässä luvussa käsitellään terveydenhuollon järjestelmien välistä yhteentoimivuutta ja erilaisia standardeja, joita on käytössä sen mahdollistamiseksi. Standardeista käsitellään pääasiassa tiedonsiirtoon liittyviä standardeja, sekä datan laatuun vaikuttavia kliinisen terminologian standardeja, eikä esimerkiksi tietoverkkoihin liittyviä standardeja käsitellä tutkielmassa tarkemmin.

### 2.1 Yhteentoimivuus terveydenhuollossa

Yhteentoimivuudella tarkoitetaan terveydenhuollossa kahden tahon (ihminen tai kone) kykyä päästä käsiksi toisen osapuolen tietoon. Tietoja on pystyttävä siirtämään luotettavasti ja tehokkaasti eri lähteistä ja järjestelmistä. Tärkeää on myös, että tiedon merkitys säilyy, kun se siirretään laitteesta toiseen, vaikka tietoa ei prosessoitaisikaan täysin samalla tavalla. Yhteentoimivuutta voidaan jakaa eri tasoille, joista pisimmälle vietynä yhteentoimivuuden tulisi toimia niin, tietojen sisältö on muotoiltu rakenteiseksi ja sille on luotu tarkat rajat. (Mead, 2006; Cardoso ym. 2014.)

Vaikka terveydenhuollossa onkin jo saatavilla useita standardeja, ovat standardit kuitenkin terveydenhuollossa kehittyneet hitaasti yhdessä terveydenhuollon tietojärjestelmien kanssa. Erilaiset standardit ovat säädelyjä, mutta säädökset eivät useinkaan puutu terveydenhuollon tietojärjestelmien välisiin yhteentoimivuuskysymyksiin ja terveydenhuollon säätelyssä ovat jääneet myös osittain huomioimatta turvallisuuskysymykset, jotka liittyvät tietojen keräämiseen, tallentamiseen ja sähköiseen lähettämiseen. Kuitenkin mikäli terveydenhuollon standardit saataisiin yhtenäistettyä, saataisiin aikaan kustannussäästöjä ja vaikuttavuus paranisi terveydenhuollon palveluiden tarjonnassa. Standardien käyttöönotto ja implementointi osaksi järjestelmiä voisi maksimoida tuloksia potilaskeskeisessä hoidossa ja tarjota hyötyjä sekä potilaille, että terveydenhuollon palveluntarjoajille. (Cyr, 2013.)

Yhteentoimivilla potilastietokannoilla ja muilla järjestelmillä voidaan saavuttaa terveydenhuollossa tehokkaampaa hoitoa potilaalle, kun potilaan tietoihin voidaan päästä käsiksi useammista paikoista, eikä vain siitä organisaatiosta, jossa potilasta on hoidettu. Potilastietojen siirtäminen automaattisesti hoitopaikkojen välillä nopeuttaa hoitoa ja vähentää turhaa kaksinkertaista testausta. (Eichelberg, Aden, Riesmeier, Dogac & Laleci, 2005.)

Terveydenhuollossa yhteentoimivilla potilastietojärjestelmillä on myös hyötyä siinä, että ne parantavat potilasturvallisuutta, joka on merkittävä asia kaikkialla terveydenhuollossa. Lisäksi yhteentoimivuus tarkoittaa sitä, että tarjolla on aina oikeaa informaatiota, sekä sitä, että informaatio on oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan tarjolla. Yhteentoimivuuden on myös todettu lisäävän datan luotettavuutta. (Benson, 2012.)

Vaikka yhteentoimivien järjestelmien edut ovat suuria, ne saattavat olla hankalasti toteutettavissa. Ensinnäkin yhteentoimivien järjestelmien hyödyt koskettavat monia eri sidosryhmiä, eivätkä kaikki edut kasaannu tietyille tahoille, joilla olisi tällöin selkeä intressi kehittää yhteentoimivia järjestelmiä. Lisäksi yhteentoimivien järjestelmien ja standardien kehittämisen kustannukset kasaantuvat niin, että ensimmäisenä kehittämiseen osallistuva maksaa suurimman osan kustannuksista ja myöhemmin mukaan tuleville

kustannukset ovat pienemmät. Tämä ei kannusta organisaatioita kehittämään yhteentoimivia järjestelmiä. (Brailer, 2005.)

Yhteentoimivuudessa on tärkeää sekä vakiomuotoiset datan siirtoprotokollat, mutta myös se, että potilastietokannat ovat tarpeeksi vakiomuotoisia. Suurin ongelma tällaisten yhtenäisten potilastietokantojen luomiseen on kuitenkin se, että malleja, joita käytetään potilastiedon kuvaamiseen, on erittäin paljon. Tällöin on hankalaa varmistua siitä, että eri kohderyhmät pääsevät dataan käsiksi turvallisesti, ja että data saadaan oikeanlaisena käyttöön. (Soceanu, Egner & Moldoveanu, 2013.)

Perlin (2016) vertaakin yhteentoimivuutta valtioiden välisen moottoritien rakentamiseen, jossa tielle liittymiseen ja tieltä poistumiseen tarvitsee rakentaa ramppeja asteittain ja tarvitaan selkeä yleissuunnitelma. Tärkeinä teemoina yhteentoimivuuden lisäämiseksi olisi saada aikaan datastandardeja eri terveydenhuollon palveluntuottajaorganisaatioiden välille, mutta myös kuluttajien kanssa. Terveydenhuollon järjestelmiä tulee kehittää askel askeleelta kohti hyvin yhteentoimivia järjestelmiä. Investointien paras tuotto edellyttää potilastietokantojen avaamista nykyaikaisille webpohjaisille ohjelmistoratkaisuille ja mobiiliteknologioille. (Perlin, 2016.)

Terveydenhuollon tietojärjestelmissä pitää muistaa myös se, että erilaisten transaktioiden määrä voi olla erittäin suuri. Tämä lisää haasteita järjestelmien suunnitteluun ja se tarkoittaa, että järjestelmän tulee olla tehokas. Muun muassa Benson (2012) toteaa, että yhdessä suuressa sairaalassa voidaan käsitellä yli 660 miljoonaa HL7 sanomaa vuodessa, eli noin kaksi miljoonaa viestiä päivässä. Lisäksi viestit ovat erilaisia ja niitä varten pitää olla useita erilaisia resursseja. (Benson, 2012.)

Terveydenhuollon laajuus pakottaa yhteentoimivuusstandardit toteuttamaan suuren määrän funktioita, kuten:

- Laboratorio yms. testit
- Lääkemääräykset
- Hoitotyön tilaukset, laitteet, ateriat ja potilaan kuljetukset
- Diagnostisten osastojen tutkimusraportit
- Hallinnolliset tiedot, kuten potilaan rekisteröimiset ja siirrot
- Kirjeet ja muistutukset lääkäriltä toiselle
- Potilastietokannan tietojen siirrot ja yhdistämiset
- Laskutuksen (Benson, 2012.)

Yhteinen laajasti käyttöön otettu standardi on ollut toistaiseksi terveydenhuollon tiedonsiirrossa vaikeasti saavutettava tavoite. Terveydenhuollon alalla onkin olemassa monia kilpailevia standardeja ja uusia kehitetään jatkuvasti. Esimerkiksi Health Level 7:n (HL7) kehittämät standardit ovat olleet suosittuja monissa alueellisissa ja kansallisissa eHealth-aloitteissa. Suomessa käytössä olevaan Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) yhteiseen tietovarastoon Kantaan on integroitu HL7:n kehittämät standardeja kuten HL7 v3- ja FHIR-standardia. (Bender & Sartipi, 2013; Kanta, 2019.)

Vaikka yhteentoimivuusstandardeja on otettu käyttöön ja niiden käytölle on laajaa tukea, eivät standardit tuota yhteentoimivia hoitotietoja ilman, että kaikilla standardin käyttäjillä on samat peruseriaatteet käytössä, samanlaiset ohjeistukset ja riittävästi resursseja, jotta varmistetaan käytön täytäntöönpano oikealla tavalla. Voidaan ajatella, että standardien saamiseksi käytäntöön tarvittaisiin enemmän virallisten tahojen laatimia ohjeita, joilla eri organisaatiot pakotettaisiin toimimaan riittävän samalla tavalla ja

käyttämään standardeja riittävän samalla tavalla, joka mahdollistaisi hoitotietojen riittävän yhdenmukaisen tallentamisen ja siirtämisen yksiköiden välillä. (Kim, ym., 2019.)

## 2.2 HL7-standardit

Tässä aliluvussa käsitellään HL7-organisaation standardeja HL7 v2 ja HL7 v3, sekä HL7 v3-standardin laajimmin käytössä olevaa versiota CDA-dokumenttia. HL7-organisaation FHIR-standardia käsitellään tarkemmin luvussa 4.

### 2.2.1 HL7 v2-standardi

HL7 v2 (Version 2) kehitettiin alun perin jo vuonna 1989 erilaisten sairaalajärjestelmien integroimiseksi toisiinsa. Usein etenkin kliiniset ja hallinnolliset järjestelmät olivat toisistaan irrallisia. Sairaalat saattavat esimerkiksi usein ostaa erillisiä laskutusjärjestelmiä, jotka eivät kommunikoi kliinisten järjestelmien kanssa. HL7 v2 on hyvin suosittu standardi ja se on käytössä monessa sairaalassa esimerkiksi Pohjois-Amerikassa, jossa sitä tukevat useimmat sairaalat. (Bender & Sartipi, 2013.)

HL7 v2 -perheeseen kuuluvat standardit keskittyvät erilaisten viestien lähettämiseen ja niiden sisällön määrittelyyn. Suomessa HL7 v2 -standardia käytetään monenlaisiin sanomiin, kuten ajanvaraukseen ja läheteisiin. HL7 v2 on ollut merkittävässä roolissa myös Suomessa ja se on käytössä useimmissa sairaaloissa ja terveyskeskuksissa, joissa tarvitaan erilaisten sovellusten välistä integraatiota. (Pakkanen, 2007.)

HL7 v2 -standardin erityisen hyvänä puolena on pidetty sen joustavuutta. HL7 v2 -standardin on monia valinnaisia tietosisältöjä ja tietosegmenttejä, joten se on hyvin mukauttavissa lähes kaikkiin järjestelmiin. Vaikka HL7 v2 on hyvin joustava, sen valinnaisuus tekee siitä kuitenkin myös erittäin hankalan implementoida ja sen toteuttajien on käytettävä runsaasti aikaa rajapintojen määrittelyssä ja analysoinnissa, jotta voidaan varmistua siitä, että molemmat osapuolet käyttävät samoja valinnaisia ominaisuuksia, ja tiedonsiirto toimii oikein. (Benson, 2012.)

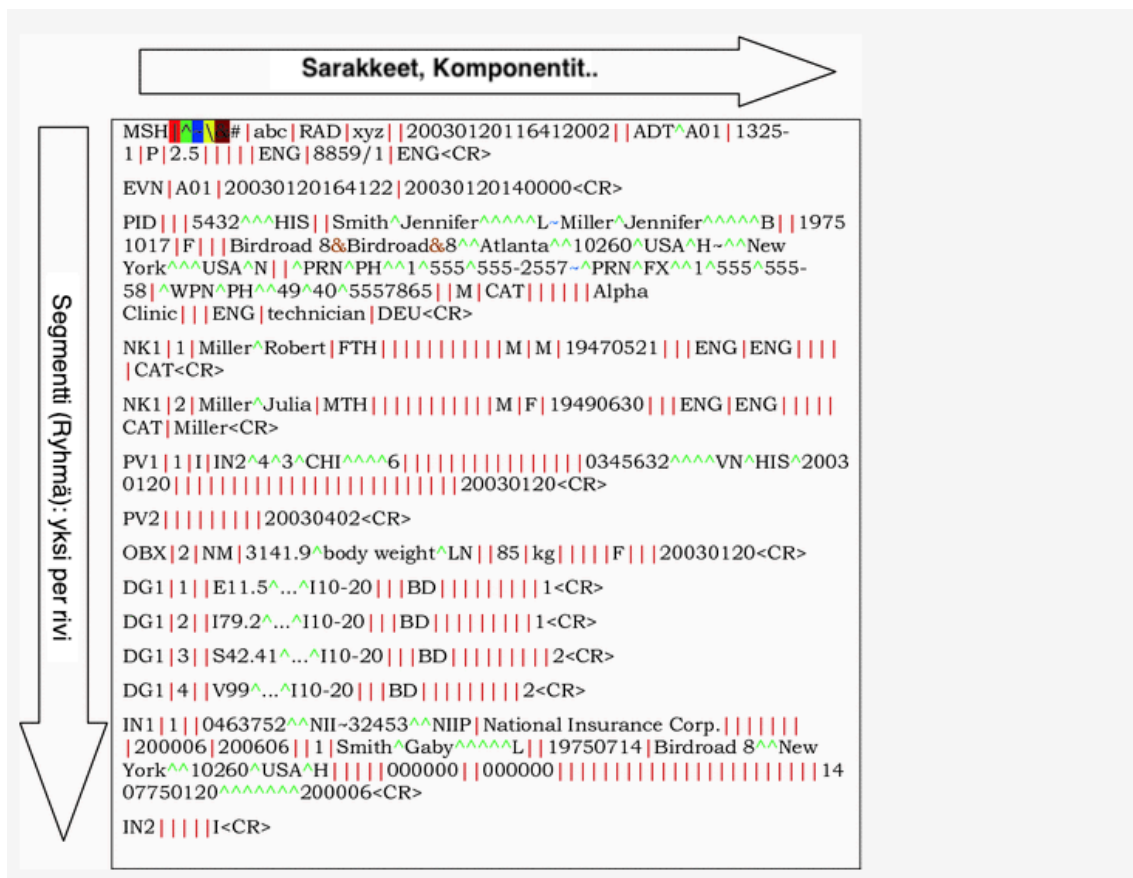
HL7 v2 -standardin luonteesta johtuen se ei ole hyvin skaalautuva suurempiin projekteihin, joissa on suuria kompleksisia järjestelmiä. HL7 v2 -standardista puuttuu esimerkiksi luontainen tuki globaaleille yritystunnuksille. Myös liian suuri riippuvuus paikallisesta muokkauksesta tekee siitä vaikean integroida osaksi suurempaa ja kokonaisvaltaisempaa tiedonjakoratkaisua. Lisäksi HL7 v2 -standardissa ei ole tarpeeksi muodollista määrittystä, jotta sillä saisi yhdistettyä tehokkaasti eri käsitteitä, viestejä ja rajapintoja. (Bender & Sartipi, 2013.)

Koska HL7 v2 on ollut käytössä useita vuosia, on sen soveltamisala muuttunut vuosien varrella, mutta peruseriaatteet ovat pysyneet hyvin samanlaisina. Yksi tällaisista peruseriaatteista on se, että standardi on taaksepäin yhteensopiva ja kehitys on tapahtunut lisäyksillä. Tarkoituksena on ollut, että uudemmat versiot pystyvät aina ymmärtämään myös edellisen version viestejä. Usein HL7 v2 -standardista onkin käytössä useita versioita ja myös vanhemmat versiot ovat edelleen hyvin laajasti käytössä. Vanhempien

versioiden käyttö johtuu siitä, ettei uusista versioista ole ollut tarpeeksi hyötyä suhteessa riskeihin, joita uuden version käyttöönotossa on. (Benson, 2012.)

HL7 v2 -standardissa viestien säännöt on määritelty HL7-viestiviitekehityksessä, joka on luonteeltaan hierarkkinen ja koostuu osista, joita kutsutaan yleisesti elementeiksi. Nämä elementit ovat segmenttiryhmiä, segmenttejä, kenttiä, komponentteja ja alikomponentteja. Jokaisella elementillä on attribuutteja, jotka määrittelevät sen sisällön ja sisältävät tietoja mm. sen tietotyypistä ja pituudesta, sekä valinnaisuudesta. (Oemig ja Snelick, 2016, s.106-111.)

Kuviossa 1 esitetään esimerkki HL7 v2 -standardin mukaisesta viestistä. Erotinmerkkinä viestissä toimii |-merkki.



Kuvio 1 Esimerkki HL7 Version 2.X -viestistä. (Oemig ja Snelick, 2016, s.106-111.)

## 2.2.2 HL7 v3- standardi

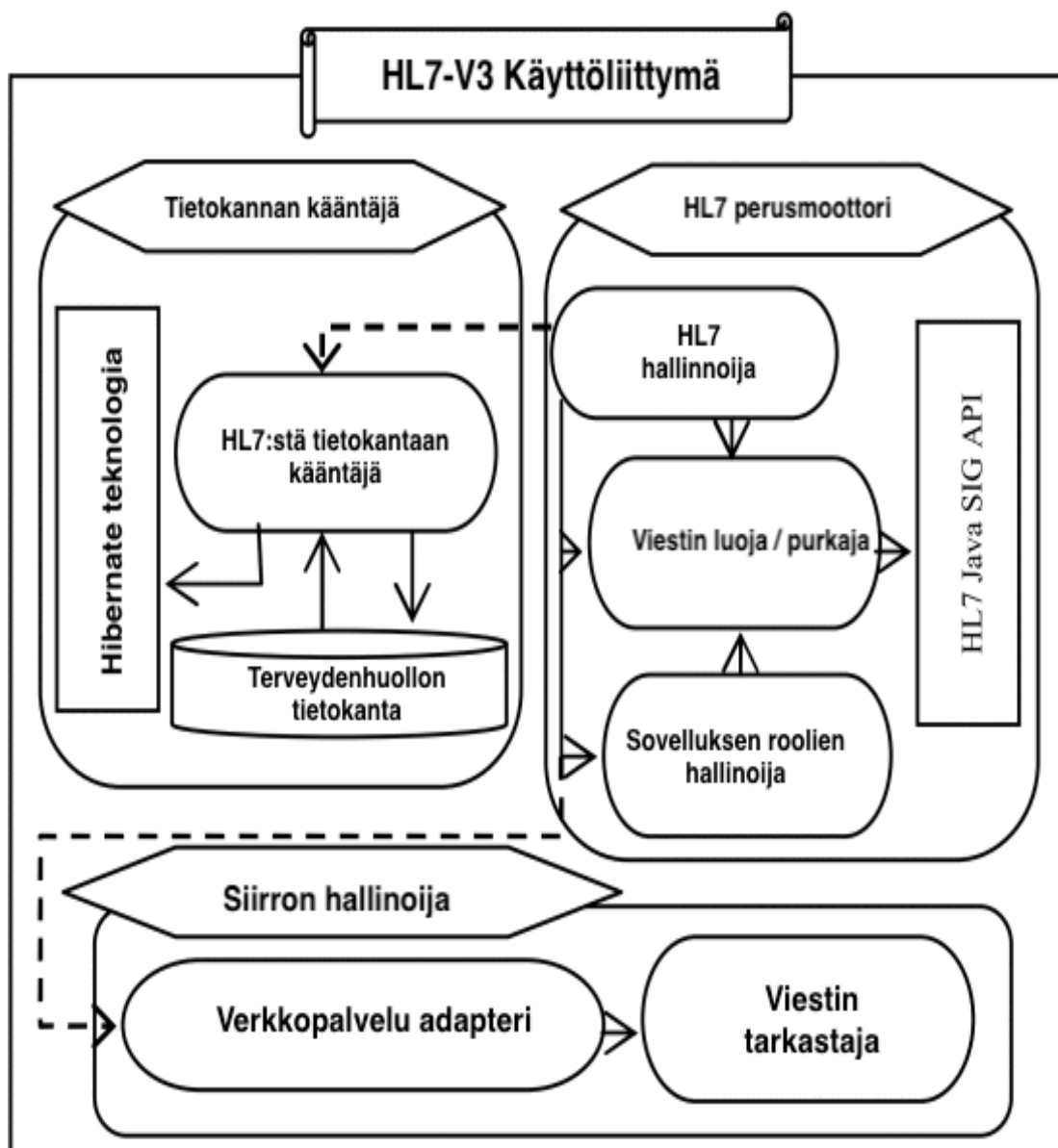
HL7 v3 (Versio 3) on HL7 v2 -standardin tavoin luotu erilaisten viestien lähettämiseen ja se määrittää standardin viestin sisällölle. HL7 v3 -standardin viestit sisältävät perustietojen lisäksi myös erilaisia lisäosia, kuten toimituksen vahvistus. HL7 v3 on verkkopohjainen standardi, ja se perustuu XML-rakenteeseen. HL7 v3 -standardin kehitys aloitettiin jo 1992 ja sitä kehitettiin korvaamaan aikaisempi HL7 v2. (Mykkänen & Tuomainen, 2012; Benson, 2012.)

Toisin kuin HL7 v2, HL7 v3 pyrittiin rakentamaan kattavaksi niin, että siinä olisi valmiina tarpeeksi yksityiskohtaiset määräykset, jotta se on helppoa implementoida.

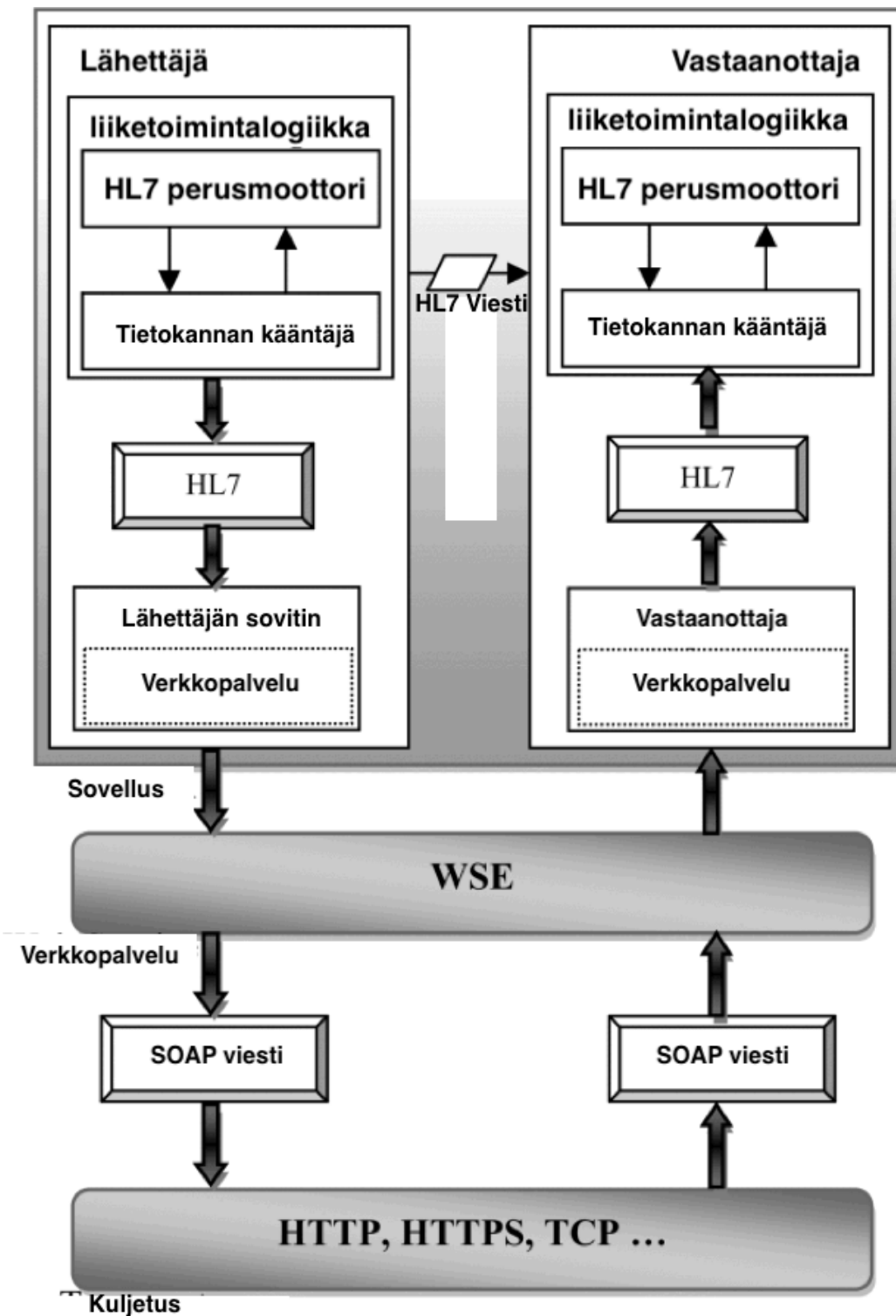
Viestien luomiseksi se käyttää objektikeskeistä pohjaa ja RIM-mallia (Reference Information Model). RIM on oleellinen osa HL7 v3 -standardia ja se tarjoaa selkeän esityksen sanoman kentissä olevien tietojen välisistä suhteista. RIM-malliin kehitettiin aluksi monimutkainen malli erilaisista luokista. Se sisältää yli 100 erilaista luokkaa ja useita satoja ominaisuuksia ja organisaatioita. Koska mallista tuli turhan suuri ja monimutkainen, on sitä myöhemmin yksinkertaistettu. (Benson, 2012.)

HL7 v3 -standardia voidaan käyttää monenlaisessa tiedonsiirrossa. Sen perustalle on mahdollista rakentaa synkroninen tai asynkroninen verkkopohjainen tiedostonsiirto-palvelu. Tällaista verkkopalveluna toimivaa HL7 v3-pohjaista palvelua tarkastellaan Hussainin, Afzalin, Ahmadin, Khalidin ja Alin (2009) artikkelissa, jossa tutkitaan terveydenhuollon yhteistoimivuutta implementoimalla HL7 Web Servicen avulla käyttöön HL7 v3 -standardi. Tutkimus esittelee tärkeimpinä konsepteina, joita pitää huomioida HL7 Web Services-palvelun implementoinnissa RIM-mallin, viestien rakenteen, interaktiot, storyboardin, jossa määritellään esimerkiksi viestien tyypit interaktiot ja sovelluksen rooli, sekä sovelluksen rooli, joka määrittelee viestin lähettäjän tai vastaanottajan. (Hussain, Afzal, Ahmad, Khalid & Ali, 2009.)

Kuviossa 2 on esimerkki HL7 v3 -standardin kokonaisarkkitehtuurista ja toiminnasta ja kuviossa 3 on esimerkki HL7 v3 -standardin mukaisesta viestin lähettämisestä internetin yli toiseen järjestelmään.



Kuvio 2 Esimerkki HL7 v3 -standardin kokonaisarkkitehtuurista ja toiminnasta. (Hussain ym., 2009.)



Kuvio 3 Esimerkki HL7 v3 -standardilla datan siirtämisestä internetin yli (Hussain ym., 2009.)

HL7 v3 -standardin laajimmin käytössä oleva versio on CDA (Clinical Document Architecture). CDA perustuu rakenteiseen dokumenttiin, joka jakautuu kolmeen tasoon, joissa on tietoa, jota voi käyttää sekä ihminen, että kone. Koneella käsitellyt tiedot koodataan HL7 v3 -standardin mukaisessa muodossa. (Benson, 2012.)



HL7 CDA on nimensä mukaisesti potilasdokumenttien säilytykseen ja jakamiseen tarkoitettu standardi. CDA-standardista on kaksi versiota, joista vanhempi versio keskittyy ainoastaan asiakirjan näyttömuotoon. Uudempi 2.0-versio mahdollistaa rakenteisen tiedon käyttämisen asiakirjassa pelkän näyttömuodon lisäksi. (Komulainen, Vuokko & Mäkelä, 2011.)

Vaikka CDA perustuu XML-pohjaiseen rakenteeseen, se tarjoaa mahdollisuuden sisällyttää dokumentteihin myös muita kuin XML-pohjaisia elementtejä kuten pdf-, doc- ja jpg-formaatteja. CDA-standardin suosio maailmalla tulee kuitenkin sen yksinkertaisuudesta. Malli on yleinen, eikä se ole sidottu mihinkään tiettyyn käyttötapaukseen, joka tarkoittaa, että sen implementoinnissa on paljon vapautta. Tärkeitä CDA-standardissa määriteltyjä ominaisuuksia ovat pysyvyys, kyky allekirjoittaa asiakirjoja ja ihmisen kyky lukea dokumenttia. (Smits, Kramer, Harthoorn & Cornet, 2015.)

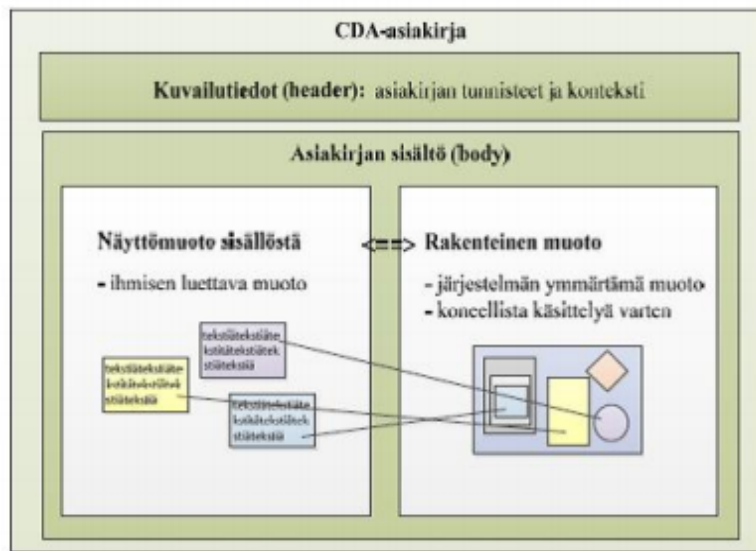
CDA-dokumentin tiedot on paketoitu <ClinicalDocument>-tunnisteen alle, joka sisältää otsikon ja sisällön. CDA-dokumentin otsikko sisältää neljä osaa, jotka ovat dokumentin tiedot, data, palvelun tarjoaja ja palvelun vastaanottaja. Dokumentin tiedot yksilöivät dokumentin, määrittelevät sen luottamuksellisuuden ja määrittelevät sen suhteen muihin olemassa oleviin dokumentteihin. Palvelun vastaanottaja elementti sisältää potilaan tiedot ja muut oleelliset henkilöt, jotka osallistuvat potilaan hoitoon tai palvelun tuottamiseen. (Yang, Xiao, Tian, 2016.)

Kuviossa 4 on esimerkki CDA-standardin mukaisesta dokumentista.

```
<?xml version="1.1" encoding="UTF-8"?>
<ClinicalDocument xmlns="urn:hll-org:vl:mif" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  code="HDSB04.02" codesystem="2.16.156.10011.2.4" codeSystemName="Health information sharing document spec"
  <title>Follow up service for patients with hypertension</title>
  <effectiveTime value="20140522154823" I>
  <confidentialityCode code="N" codesystem="2.16.840.1.111881.5.25" codeSystemName="Confidentiality" displayName="
  <languageCode code="zh-CN" I>
  (versionNumber value="1211"/>
  <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
  <patientRole classCode="PAT">
  <id root="2.16.156.10011.1.2" extension="HR201405223166666" code="DE01.00.009.00" I>
  <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
  <id root="2.16.156.10011.1.1" extension="ID420106201101011919" I>
  <name >JIA</name>
  <administrativeGenderCode code="1" codesystem="2.16.156.10011.2.3.3.4" codeSystemName="GB/T 2261.1"
  <birthTime value="20080101202010" I>
  <maritalStatusCode code="20" displayName="married" codesystem="2.16.156.10011.2.1.1.5" codeSystemName="
  </patient>
  </patientRole>
  </recordTarget>
  <component>
  <structuredBody>
  <component>
  <section>
  <code displayName="Follow up events" I>
```

Kuvio 4 Esimerkki CDA-dokumentista (Yang, Xiao, Tian, 2016.)

CDA-standardi on käytössä myös Suomessa, ja THL onkin määritellyt sen rakenteisen potilaskertomuksen kirjaamisen pohjaksi. CDA-dokumentti sisältää kuvailutiedot (header), ihmisen luettavaksi tarkoitettua tietoa, ja rakenteista tietoa. Kuviossa 5 on esimerkki CDA-asiakirjan dokumenttirakenteesta ja sen jakautumisesta eri tasoille. (Jokinen & Virkkunen, 2018.)



Kuvio 5 Esimerkki CDA-asiakirjan rakenteesta (Jokinen & Virkkunen, 2018.)

## 2.3 DICOM

DICOM eli Digital Imaging and Communications in Medicine on terveydenhuollon standardi, jota käytetään lääketieteellisessä kuvantamisessa tarvittavassa tiedonsiirrossa. Sen on kehittänyt National Electrical Manufacturers Association (Nema). DICOM-standardi on terveydenhuollon parissa johtava standardi kuvamuotoisen datan hallinnassa. DICOM-standardin nykyinen versio on julkaistu alun perin vuonna 1993 ja se kehittyy jatkuvasti. DICOM-standardia voidaan käyttää useilla erilaisilla alustoilla, kuten omana sovelluksenaan, verkkopohjaisena sovelluksena, sekä matkapuhelimella. DICOM-standardista löytyy useita erilaisia avoimen lähdekoodin sovelluksia, joita sen käytössä voi hyödyntää. (Haak, Page & Desermo, 2016; Begoyan, 2007.)

DICOM-standardi koostuu useista eri kerroksista, mutta se ei tarjoa lainkaan fyysistä yhteyttä. DICOM on abstrakti protokolla, joka määrittelee datan paketoinnin. Sovellustasolla DICOM-standardissa on viisi päätoiminnallisuutta. DICOM-standardin päätoiminnallisuudet ovat:

1. Objektien siirtäminen ja niiden pysyvyys
2. Objektien hakeminen ja kyselyt
3. Tiettyjen määriteltyjen toimintojen tarjoaminen, kuten tulostaminen filmille
4. Työnkulun hallinta (esimerkiksi työlistat ja statustiedot)
5. Kuvien laadun ja ulkonäön johdonmukaisuus. (Musta, Delac & Grgic, 2008.)

DICOM-standardissa näkyy se, että se on alun perin kehitetty lääketieteellisten kuvien ja niihin liittyvien tietojen siirtoon. DICOM-standardissa voidaan siirtää helposti erilaisten lääketieteellisten laitteiden tietoja kuvien lisäksi ja muita tietoja, kuten potilaan hoitosuunnitelmia tai suoritettuja toimenpiteitä ja muita lääketieteellisiä tietoja. DICOM-standardin objektit eivät olekaan määritelty vain kuvia varten, vaan määrittelyjä on tehty myös potilaan tietoja, tutkimustietoja, raportteja ja muita dataryhmiä varten. DICOM ei määrittele fyysisesti millaisia tietokoneen laitteistoja sen kanssa pitää käyttää. DICOM-standardi jakautuu 16 erilaiseen osaan:

1. Esittely (engl. Introduction and Overview)
2. Yhteensopivuus (engl. Conformance)
3. Tieto-objektin määritelmät (engl. Information Object Definitions)
4. Palveluluokan määrittelyt (engl. Service Class Specifications)
5. Datan rakenne ja koodaus (engl. Data Structure and Encoding)
6. Data-sanakirja (engl. Data Dictionary)
7. Viestien vaihto (engl. Message Exchange)
8. Verkkoliikenteen tuki viestien vaihtoon (engl. Network Communication Support for Message Exchange)
9. Median varastointi ja tiedostojen muodot datan vaihtamista varten (engl. Media Storage and File Format for Data Interchange)
10. Mediavarastojen sovellusten profiilit (engl. Media Storage Application Profiles)
11. Median formaatit ja fyysinen media datan vaihtoa varten (engl. Media Formats and Physical Media for Data Interchange)
12. Harmaasävy-standardin näyttöfunktio (engl. Grayscale Standard Display Function)
13. Tietoturvan- ja järjestelmänhallinnan profiilit (engl. Security and System Management Profiles)
14. Sisällön kartoitusresurssi (engl. Content Mapping Resource)
15. Selittävät tiedot (engl. Explanatory Information)
16. Verkkoyhteys DICOM-standardin pysyviin objekteihin (engl. Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO)) (Musta, Delac, Grgic, 2008.)

## 2.4 IHE integraatioprofiilit

IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) on terveydenhuollon ammattilaisten ja teollisuuden yhteinen organisaatio, jolla pyritään parantamaan tapaa, jolla terveydenhuollon IT-järjestelmät jakavat tietoa keskenään. Peruslähestymistapa on se, että ensiksi käyttäjät suunnittelevat kliinisesti toteutettavissa olevia työkaluja, jotka tukevat päivittäistä terveydenhuoltoa, jonka jälkeen työkulut siirretään toisessa vaiheessa tekniseen määrittelyyn. Nämä tulokset on myöhemmin jaettu ryhmiin, joita kutsutaan integraatioprofiileiksi, jotka koostuvat erilaisista toimijoista ja tapahtumista. (van der Velde, Foeken, Witteman, van Erven & Schalijs, 2012; Heinze, Birkle, Köster & Bergh, 2011.)

Järjestelmät, jotka tukevat IHE-integraatioprofiilia toimivat keskenään tehokkaasti yhdessä standardoidulla tavalla. IHE-integraatioprofiilit määrittelevät eri aloilla, kuinka tietoja voidaan vaihtaa kyseisessä aihepiirissä olemassa olevien standardien perusteella.

IHE ei siis ole standardi itsessään, vaan se määrittelee, mitä standardeja ja miten niitä tulisi käyttää milläkin toimialueella. IHE voi esimerkiksi määritellä, että tietyssä terveydenhuollon aihepiirissä tulisi käyttää HL7-organisaation standardia tai DICOM-standardia. Lisäksi IHE voisi määritellä, millä tavalla kyseistä valittua standardia pitäisi käyttää tietyssä tapauksessa. (van der Velde, Foeken, Witteman, van Erven & Schalijs, 2012; Heinze, Birkle, Köster & Bergh, 2011.)

## 2.5 Kliinisen sairaanhoidon terminologiastandardit

Terveydenhuollon yhteentoimivuuden saavuttamiseksi on tärkeää, että myös erilaiset koodistot vastaavat toisiaan. Saavuttaakseen hyvän yhteentoimivuuden erilaisten järjestelmien välillä tarvitaan myös standardeja terminologiasta. Tällaisia terminologioihin liittyviä standardeja ovat esimerkiksi SNOMED CT, LOINC ja ICD-10. Terminologiaan liittyvät standardit mahdollistavat sen, että datan merkitys säilyy samana eri järjestelmien välillä. Terminologiastandardeja voidaankin kutsua digitaaliseksi yleiskieleksi, jolla määritellään yhteiset termit, joita ymmärtävät ihmiset ja koneet ympäri maailman. (Lehne, Sass, Essenwangern, Schepers & Thun, 2019; Hammami, Bellaaj & Kacem, 2014.)

Huolimatta erilaisista standardeista, on mahdollista käyttää tiettyä standardia, kuten SNOMED CT -standardia, ja kääntää datan sisältö erityisillä työkaluilla esimerkiksi ICD-10-formaattiin. Tämä mahdollistaa sen, että kaikkien ei ole pakko käyttää samaa standardia, vaan yleisistä standardeista toisiin voidaan tehdä käännöksiä. Standardien välillä tehdyt käännökset eivät kuitenkaan aina ole riittävän tarkkoja, vaan niissä saattaa olla virheitä ja lisäksi käännöksen tekeminen vaatii sen, että dataa käytetään molemmissa yksiköissä standardien mukaisesti ja yleisellä tavalla. (Fung, Xu, Rosenbloom & Campell, 2019.)

### 2.5.1 SNOMED CT

SNOMED CT (Systematised Nomenclature of Medicine Clinical Terms) on suurin tällä hetkellä käytössä olevista kliinisen sairaanhoidon terminologiaa määrittävä standardi. Se kattaa monia terveydenhuollon aloja ja termejä, kuten tauteja ja laitteita. SNOMED CT on saatavilla kansainvälisesti ja se tarjoaa käännöksen kliinisiin konsepteihin useilla kielillä. SNOMED CT -standardissa on määritelty yli 340 000 erilaista lääketieteellistä konseptia. SNOMED CT -standardia voi käyttää esimerkiksi FHIR-standardin kanssa. (HL7, 2020; Hammami, Bellaaj & Kacem, 2014; Lehne, ym., 2019.)

Vaikka SNOMED CT onkin laaja ja kattava standardi siinäkin on omia puutteitaan. Esimerkiksi hoitotyön yhteentoimivien käyttötapojen osalta käytännön esimerkkejä SNOMED CT -standardin käytöstä on yhä vähän, vaikka terminologia itsessään antaa kyllä mahdollisuuden luoda yhteentoimivat tavat järjestää hoitotyötä. Kirjallisuus viittaa kuitenkin yhä siihen, ettei yhtenäistä tapaa ottaa käyttöön standardeja ja implementoida niitä ei ole ollut toistaiseksi olemassa. Vaikka SNOMED CT on monessa paikassa otettu virallisesti käyttöön, sen käyttöön tarvittaisiin silti tiukemmin määritelty lähestymistapa, jotta siitä saataisiin yhtenäisempää dataa. (Kim ym., 2019.)

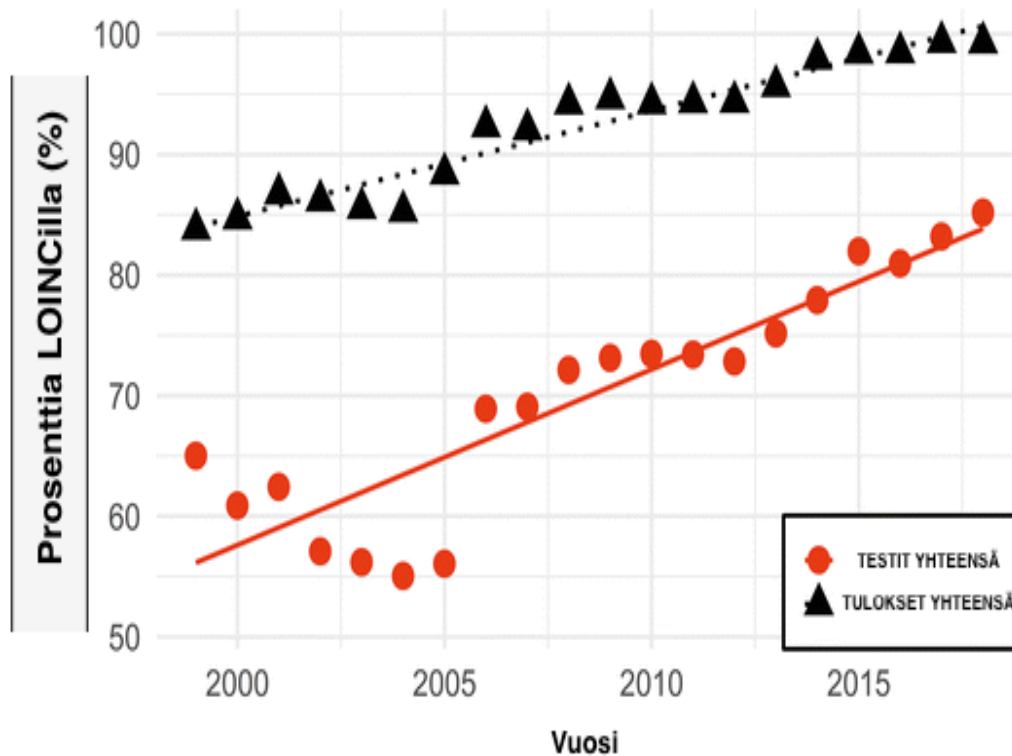
SNOMED CT-standardin yksi tärkeä ominaisuus on se, että siinä on erittäin suuri mahdollisuus ilmaista erilaisia asioita eri tavoin. Tämä saattaa johtaa tapauksiin, joissa voi esiintyä päällekkäistä semantiikkaa, joka voi johtaa ongelmiin, kun tietoa

pyritään yhdenmukaistamaan eri yksiköiden ja organisaatioiden välillä. Lisäksi, koska SNOMED CT -standardia käytetään muiden standardien kanssa, kuten HL7 v3 -standardin kanssa, voidaan saada aikaan tilanne, jossa HL7 RIM -mallilla voitaisiin saada aikaan sama lauseke kuin SNOMED CT -standardin avulla luotu lauseke käyttämällä RIM-mallin koodattuja määritteitä ja luokkien yhdistelmää. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia, kun siirrytään toimimaan eri organisaatioiden välillä. Pällekkäisyyksiin olisi tärkeää luoda selkeät säännöt ja ohjeet, jotka minimoisivat epäselvien ja väärin tulkintojen mahdollisuudet. (Dewenter, Thun, 2016.)

### 2.5.2 LOINC

Toinen yleinen kliinisen terminologian standardi, joka on käytössä, on LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes). Se on ensisijaisesti suunniteltu elektronisiin laboratorioraportteihin ja se tarjoaa yksityiskohtaiset koodit lääketieteelliseen laboratorioinformaatioon ja kliinisten testien tuloksiin. LOINC sisältää erilaisia koodeja tai arvoja erilaisille taudeille ja muille kliinisille objekteille. LOINC tarjoaa ilmaiseksi tietokantaa, josta erilaisia koodeja voi hakea. LOINC-standardia voi käyttää esimerkiksi FHIR-standardin kanssa. (HL7, 2020; Hammami, Bellaaj & Kacem, 2014.)

LOINC onkin kaikista käytetyin standardi, kun puhutaan erilaisista laboratoriohavaintoihin liittyvistä testeistä ja kokeista. Esimerkiksi Yhdysvalloissa laboratorioden on pakko käyttää LOINC-standardia. LOINC toimiikin laboratorioissa erittäin tehokkaasti, sillä useissa laboratorioissa laitteet ovat hyvin samanlaisia ja testit vastaavat hyvin toisten laboratorioden testejä. Tämä johtaa siihen, että yhtenäisten standardien käytöllä on saavutettu laaja mahdollisuus yhteentoimivuuteen ja tiedon jakamiseen laboratorioden kesken. Kuvio 6 osoittaa LOINC-standardilla tehtyjen tulosten ja testin määrän kasvun Yhdysvalloissa viime vuosikymmenillä. (Bhargava, Kim, Quine, & Hauser, 2020.)



Kuvio 6 LOINC-standardin käytön kasvu Yhdysvalloissa, Veterans Health Administration yrityksen laboratorioissa. (Bhargava, Kim, Quine, & Hauser, 2020)

### 2.5.3 ICD-10

Eräs laajasti käytössä oleva kliinisen terminologian standardi on ICD-10 (International Classification of Diseases) tautiluokitusstandardi, joka on käytössä Suomessa esimerkiksi THL:n koodistopalvelussa. Koodistopalvelu on valtakunnallinen palvelu, jonka tehtävänä on julkaista ja jakaa käyttöön koodistoja, termistöjä ja luokituksia, joita Suomessa sosi-aali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmät käyttävät. THL:n linjauksista johtuen suomessa onkin käytössä laajasti ICD-10-standardin mukainen tautiluokitus. ICD-10 on alun perin WHO:n (World Health Organisation) julkistama standardi, joka perustuu aikaisemmin julkaistuihin ICD-standardeihin. ICD-10 on ollut käytössä jo 1990-luvulta lähtien ja sen tautiluokitukset ovat maailmalla laajasti käytössä. Kuviossa 7 on esitelty esimerkki THL:n kansallisen koodistopalvelun sisällöstä. (Alanära, 2017; Reponen, Kangas, Hämläinen, Keränen & Haverinen, 2018; World Health Organization, 1993; Koodistopalvelu, 2020.)

**Koodin tiedot**

Luokituksen nimi:	<a href="#">THL - Tautiluokitus ICD-10</a>
Version nimi:	Tautiluokitus ICD-10 1999
Tunniste:	F00.03*
Lyhenne:	Alzh.varh.dementia+masennusoir
Lyhyt nimi:	Alzh.varh.dementia+masennusoir
Pitkä nimi:	Alzheimerin tautiin liittyvä varhain alkava dementia muita liitännäisoireita, pääasiassa masennusoireita
Diagnoosin_pysyvyys:	PYS
EnsisijainenICPCkoodiMiehillä:	P70
EnsisijainenICPCkoodiNaisilla:	P70
ICPC-koodi:	P70
Koodi1:	F00.03
Lehtisolmu:	T
Långt_namn:	Primär degenerativ demens av Alzheimer typ, presenil debut andra tilläggssymtom, huvudsakligen depression
Psykiatria:	T
Yhdistelymerkki:	*

Kuvio 7 Esimerkki Kansallisen koodistopalvelun sisällöstä. (Koodistopalvelu, 2020.)

### 3 FHIR-standardidi

Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi FHIR-standardia ja sen toimintaa. Tarkoituksena on esitellä FHIR-standardin toimintamalli, sen toteuttaminen ja siitä saatavat hyödyt organisaatiolle.

#### 3.1 FHIR yleisesti

Vuonna 2011 HL7-organisaatio alkoi huomaamaan, että HL7 v3 ei saanut sellaista suosiota, kuin sille olisi toivottu. HL7 käynnisti uuden projektin, jolla pyrittiin luomaan uusi paremmin pärjäävä standardi, FHIR eli Fast Healthcare Interoperability Resources. FHIR-standardissa on pyritty siihen, että sen API-rajapinta on helppo ja nopea implementoida, ja sitä on helppoa hallita. Inspiraationa käytettiin nykyaikaisia verkkosovelluksia, ja FHIR perustuikin moderneihin verkkoteknologioihin, kuten XML-kieleen (Extensible Markup Language), JSON-formaattiin (JavaScript Object Notation), HTTP-protokollaan (Hypertext Transfer Protocol) sekä avoimeen valtuutusprotokollaan (OAuth). Lisäksi FHIR perustuu REST-arkkitehtuuriin (Representational State Transfer). FHIR-standardin tarkoituksena on korvata sekä HL7 v2, että HL7 v3. FHIR-standardissa on pyritty yhdistämään parhaita osia molemmista aikaisemmista HL7-versioista ja CDA-standardista. (Kasthurirathne, Mamlin, Kumara, Grieve & Biondich, 2015; Mandel, Kreda, Mandl, Kohane & Ramoni, 2016.)

FHIR on julkaistu täysin avoimen lisenssin alla, joten se on kenen tahansa käytävissä. FHIR-standardin ensimmäiset versiot tehtiin määrittelemään tietomalleja, jotka tukevat laboratoriotutkimustulosten vaihtoa, mutta nopeasti FHIR-standardin ympärillä oleva yhteisö laajeni ja tätä kautta myös FHIR-standardin soveltamisala lähti laajenemaan nopeasti. FHIR voidaan integroida moniin eri sovelluksiin, kuten pienempiin mobiiliratkaisuihin, sosiaaliseen mediaan, pilvipalveluihin, sekä suurempiin terveydenhuollon tuottajien välisiin tiedonsiirtoihin. (Suhonen, Mykkänen, Miettinen & Virkanen, 2013; Mandel ym., 2016.)

FHIR-standardin hyötynä muihin HL7-standardiperheen määrittelyihin verrattuna on sen yksinkertaisuus. FHIR on HL7 v2 -standardiin ja HL7 v3 -standardiin verrattuna helpommin ymmärrettävä ja helpompi toteuttaa. HL7 v2 on nähty eräänä hyvänä käyttökohdeena FHIR-standardille ja sen avulla voitaisiin vanhoja HL7 v2 -toteutuksia modernisoida paremmin nykyaikaa vastaaviksi. Tavoitteena FHIR-standardissa on se, että sen avulla voidaan helposti tehdä olemassa oleviin kliinisiin ja hallinnollisiin järjestelmiin integraatiot toisiinsa halvalla. (Suhonen ym., 2013.)

FHIR-standardissa on pyritty keskittymään erityisesti käytännön toteutettavuuteen ja se näkyy FHIR-standardin peruseriaateissa, joita ovat esimerkiksi se, että FHIR seuraa kehittyviä verkkoteknologioita ja että FHIR pyrkii sisällyttämään määrittelyksissään vain oleelliset käsitteet, jotta se ei kasvaisi liian suureksi. Liian laajaksi kasvava standardia on koitettu välttää myös sillä, että käytetään sääntöä, jonka mukaan vain ne käsitteet, joita 80 prosenttia käyttäjistä tulee käyttämään sisällytetään mukaan elementteihin ja muut 20 prosentin tarvitsemat tiedot tarjotaan laajennuksina. Lisäksi FHIR-standardin peruseriaateisiin kuuluu standardin avoimuus ja kehitys avoimen lähdekoodin periaatteilla ja se, että standardin on oltava ihmisen luettavissa. (Borisov, Minin, Basko & Syskov, 2018.)



Yksi tyypillinen esimerkki FHIR-standardin käytöstä on SMART on FHIR, joka on avoin standardeihin perustuva teknologiaympäristö, jolla voidaan luoda suhteellisen helposti sovelluksia, jotka pääsevät helposti ja turvallisesti käsiksi potilasdataan. SMART tarjoaa kehittäjille mahdollisuuden kehittää modulaarisia sovelluksia, jotka yhdistyvät suoraan potilastietokantoihin. (Wagholikar ym., 2017; Jeon, Lee & Hwang, 2018.)

FHIR-standardin määritelmä kattaa paljon erilaisia asioita, jotka eivät liity ainoastaan suoraan potilaan kliiniseen hoitoon. FHIR-standardin määritelmän laajuutta kuvaa hyvin se, että se jakautuu tällä hetkellä 13 erilaiseen moduuliin. Näitä moduuleita ovat:

1. Perusta, jossa määritellään perusmääritelmät ja infrastruktuuri, jonka päälle muut osat rakentuvat.
2. Käyttöönoton tuki, joka tarkoittaa palveluita, joiden avulla autetaan käyttöönottajaa FHIR-määritelmien käytössä.
3. Yksityisyys ja turvallisuus, joka sisältää dokumentaatiot ja palvelut, joilla varmistetaan yksityisyys ja turvallisuus näkökulmat.
4. Vaatimukset, joka kertoo kuinka testata määritysten vaatimustenmukaisuus ja määrittelee toteuttamisoppaat.
5. Terminologia, joka ohjaa termien oikeaa käyttöä ja niihin liittyviä näkökulmia.
6. Tiedonvaihto, joka kertoo, kuinka FHIR-standardin sisältöä määritellään.
7. Hallinta, jossa määrillään perusresurssien käyttö, joilla seurataan esimerkiksi potilaita, organisaatioita, laiteita.
8. Kliininen, joka kertoo kliinisten asioiden ydinsisällöistä, kuten hoitoprosesseista.
9. Lääkitykset, joka määrittelee lääkehoitoa ja sen seuranta.
10. Diagnostiikka, joka määrittelee esimerkiksi havaintoja ja diagnoosiraportteja.
11. Työnkulku, joka määrittelee hoitoprosessiin ja velvoitteisiin liittyvien näkökulmien hallintaa.
12. Talous, joka määrittelee laskutukseen ja laskuihin liittyviä näkökulmia.
13. Kliininen perustelu, joka määrittelee erilaisia laatumittareita ja kliinisen päätöksenteon tukea. (Braunstein, 2018, s.180-184.)

Yllä luetellut moduulit voidaan jakaa viiteen eri osaan, jotka on numeroitu tasoiksi yhdestä viiteen. Taso 1 on perusta, joka sisältää perusviitekehyksen. Taso 2 on perustaso, johon kuuluu käyttöönoton tuki ja lisämääritelmät. Tasolla 3 pyritään linkittämään tosielämän konsepteja osaksi terveydenhuollon tietojärjestelmää. Taso 4 pitää sisällään tietojen keräämisen ja datan jakamisen terveydenhuollon eri prosesseissa ja taso 5 tarjoaa mahdollisuuden perustella terveydenhuollon prosesseja. Kuviossa 8 esitetään havainnollistavassa kuvassa, kuinka FHIR-moduulit jakautuvat viidelle eri tasolle. (Braunstein, 2018, s.180-184; HL7, 2020.)

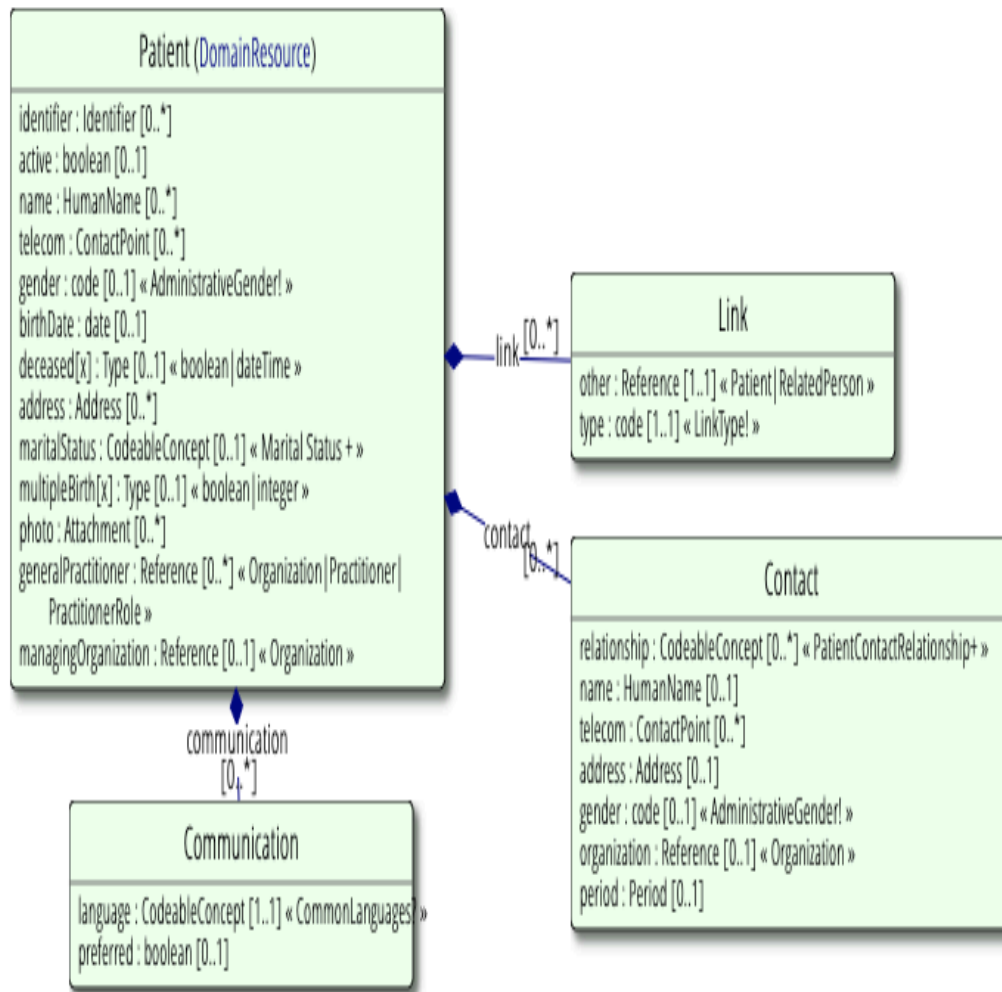


Kuvio 8 FHIR-moduulien jakautuminen viidelle perustasolle (HL7, 2020.)

### 3.2 FHIR-standardin rakenne

HL7-organisaatio tarjoaa FHIR-standardista yksityiskohtaisen mallikuvauksen ja sen dokumentaatioissa on paljon ohjeita, jotka selittävät FHIR-standardin toimintaa. Kuten Hong, Wang, Wu, Shen, Yao ja Jiang (2019) FHIR-standardin toimintaa selittävässä mallissaan esittävät, FHIR voidaan jakaa kolmeen osaan, jotka selittävät FHIR-standardin toimintaa. Nämä osat ovat FHIR-resurssit, FHIR-profiilit ja FHIR-standardin laajennusosat. (Hong, Wang, Wu, Shen, Yao & Jiang, 2019.)

Kuviossa 9 esitetään Patient-resurssin UML-luokkakaavio.



Kuvio 9 UML Esimerkki Patient-resurssista (HL7, 2020.)

### 3.2.1 FHIR-resurssit

FHIR-resurssit ovat pieniä erillisiä käsitteitä, joita voidaan ylläpitää itsenäisesti ja ne toimivat myös FHIR-standardin pienimpänä transaktioyksikkönä. FHIR-standardin ydinresurssit tyydyttävät suurimman osan yleisistä käyttötapauksista ja niissä on laajasti edustettuna terveydenhuollon käsitteitä ja elementtejä. FHIR-standardin perusresurssit sisältävät sekä kliinisiä, että hallinnollisia käsitteitä ja elementtejä. Esimerkkinä FHIR-standardin perusresurssista on esimerkiksi Patient-resurssi, joka sisältää useita elementtejä, kuten potilaan nimen, sukupuolen ja syntymäajan. (Hong ym. 2019.)

FHIR-spesifikaatio määrittelee joukon resursseja, jotka määrittelevät perusyksiköt FHIR-standardissa. Syyskuussa 2016 FHIR-standardiin oli määritelty 109 resurssia, kuten hoitosuunnitelma, riskiarviointi, potilas, organisaatio, havainto, diagnoosi ja monia muita. FHIR-resurssit on määritelty FHIR-standardin sisällä olevassa StructureDefinition-resurssissa itsessään. StructureDefinition-resurssi määrittää seuraavat mallin määrittelymekanismit:

- ElementDefinition määrittää mallin ominaisuudet, tyypit, alkioiden lukumäärät ja oletusarvot.
- Constrains määrittää mallin elementtien väliset suhteet ja niiden rinnakkaisuutta.
- Slicing määrittelee ainutlaatuisuusvaatimukset kaikissa mallin elementeissä.
- Extensions mahdollistaa valinnaisten elementtien lisäämiseen olemassa oleviin malleihin URL-tunnisteella / arvopareilla. (Solbrig, ym., 2017.)

FHIR-standardissa on pyritty määrittelemään terveydenhuollon tiedonvaihtoon osallistuvat keskeiset kokonaisuudet resursseina. Jokainen resurssi on erillinen ja tunnistettava kokonaisuus. Resursseja on FHIR-standardissa useita kappaleita. FHIR-standardin määrittelyssä kuvataan seuraavia resurssien ominaisuuksia:

- Resursseilla tulisi olla selkeät rajat, jotka vastaavat yhtä tai useampaa loogista transaktiota.
- Resurssien tulee erota toisistaan merkityksen osalta, eikä pelkästään eri käyttötavalla.
- Resursseilla on oltava luonnollinen identiteetti.
- Resurssien tulee olla hyvin yleisiä ja niitä tulisi olla käytössä monessa erilaisessa liiketoimessa.
- Resurssien tulee olla toisensa poissulkevia.
- Resurssien tulee käyttää toisiaan, mutta ne eivät saa olla vain yhdistelmä muita resursseja, vaan jokaisessa resurssissa pitäisi olla omaa sisältöä.
- Resurssit tulee järjestää loogiseen viitekehukseen, joka perustuu niiden yhteen sopivuuteen ja siihen, miten ne liittyvät toisiinsa.
- Resurssien tulisi olla tarpeeksi suuria, jotta ne tarjoavat mielekästä sisältöä, eivätkä sisällä vain muutamia ominaisuuksia. Tällaiset resurssit ovat todennäköisesti liian pieniä tarjotakseen järkevää liiketoiminnallista arvoa. (Bender & Sapiri, 2013.)

Lisäksi FHIR-standardissa monet resurssit ovat taaksepäin yhteensopivia HL7 organisaation aikaisempien standardien kanssa kuten esimerkiksi HL7 v3 -standardin ja HL7 v2 -standardin kanssa, sekä CDA-dokumenttien kanssa. Kaikilla FHIR-resursseilla ei kuitenkaan ole yhteentoimivuutta taaksepäin aikaisempiin standardeihin, vaan taaksepäin yhteentoimivuus on toteutettu vain osaan resursseista, joissa se on koettu tärkeimmäksi. FHIR-standardi kuitenkin kehittyy jatkuvasti ja tulevaisuudessa voi olla, että yhä suurempi osa FHIR-resursseista on yhteentoimivia vanhempien versioiden kanssa, joka mahdollistaisi vanhempien versioiden mukaisten ratkaisujen muuttamisen helpommin uuden FHIR-standardin mukaiseksi. (Saripalle, 2019.)

FHIR-standardissa resursseja ei ole rajoitettu osaan käyttötapauksia tarpeeksi paljon, mutta FHIR-standardin kanssa voidaan käyttää muita palveluita, joilla voidaan rajoittaa resursseja enemmän, jos niin halutaan. Eräs suosittu tällainen rajapintaratkaisu, jossa FHIR-resursseja saatetaan rajoittaa, on SMART on FHIR. Rajoittamalla FHIR-resursseja, saadaan sovelluksiin lisää ennustettavuutta, joka tukee yhteentoimivuutta erilaisten järjestelmien välillä. Esimerkiksi FHIR-standardin MedicalPrescription-resurssissa jätetään FHIR-määrittelyssä kaikki kentät valinnaisiksi, mukaan lukien reseptin tunnus, päivämäärä, potilas ja lääke. Tällöin voidaan tarvita erilaisia profiileja, joilla koitetaan saada dataa paremmin yhtenäiseksi ja käytettävämmäksi standardoiduissa

käyttötapauksissa, kuten esimerkiksi resepteihin liittyvien tietojen käytössä. (Mandel, Kreda, Mandl, Kohane & Ramoni, 2016.)

Kuviossa 10 esitetään malli FHIR-resurssista XML-muodossa. Kuviossa on Patient-resurssi.



Kuvio 10 Esimerkki FHIR-resurssista (HL7, 2020.)

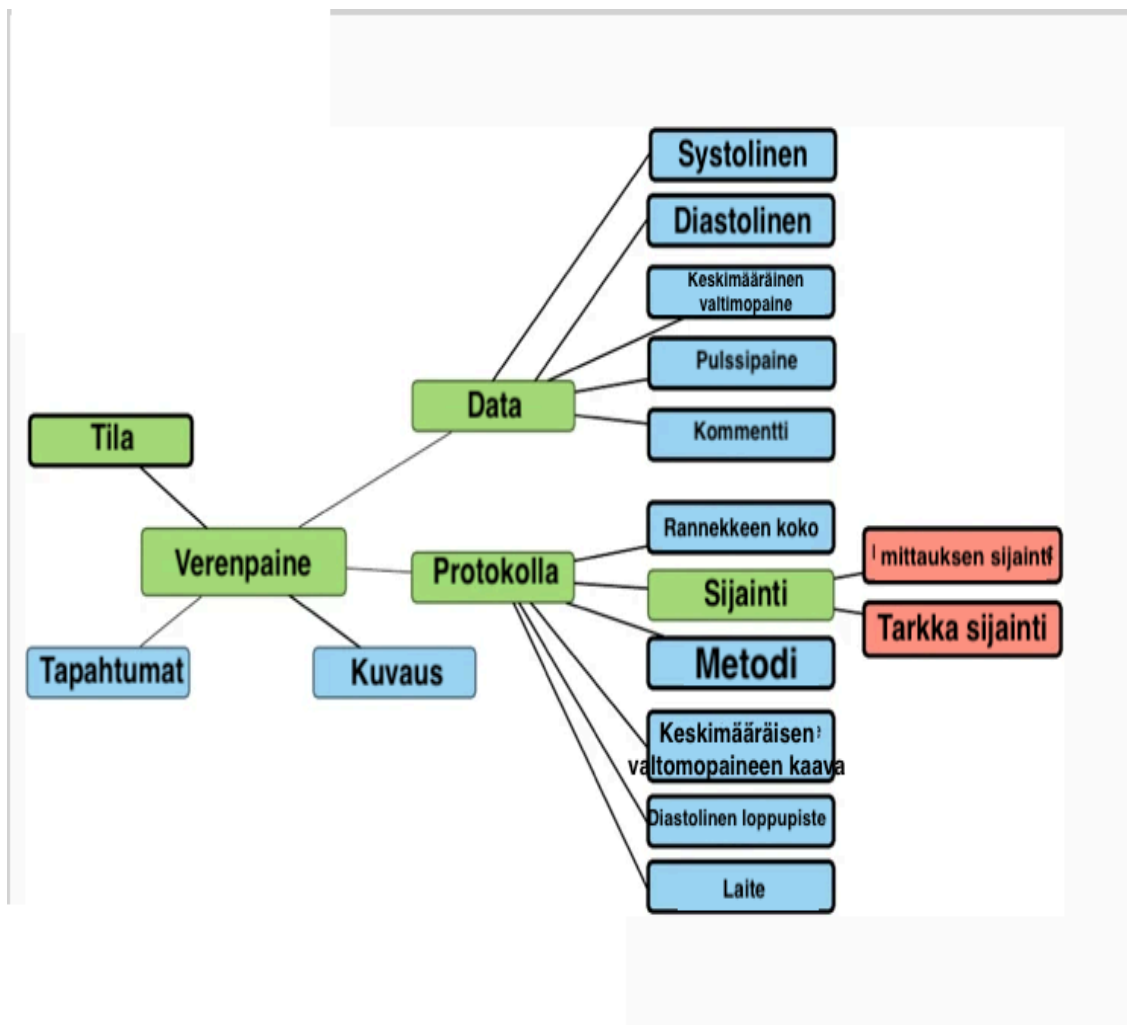
Resurssipohjaisena ympäristönä FHIR mahdollistaa hyvin yksinkertaisen ja helpon integraation perustiedoille ja -dokumenteille, sekä niiden siirtämiselle järjestelmien välillä ja niiden säilytykseen. FHIR-standardia kehitetään koko ajan aktiivisesti ja uusia resursseja määritellään ja otetaan käyttöön. (Bender & Sapiri, 2013.)

### 3.2.2 FHIR-profiilit

FHIR-standardi on määritelmän mukaisesti yleinen alustastandardi, jota voidaan käyttää useissa erilaisissa yhteyksissä terveydenhuollossa. FHIR-standardin profiilit mahdollistavat tietyn FHIR-resurssin mukauttamisen reaali maailman tilanteisiin, joka määrittelee tavan, jolla käyttäjät haluavat resurssia käyttää tai kuinka resurssia halutaan siirtää järjestelmästä toiseen. FHIR-profiili on ryhmä rakennemääritelmiä (engl. Structure Definitions), arvojoukkoja (engl. Value Sets) ja esimerkkejä, jotka on määritelty yhdellä tarkoituksella. (Hong ym., 2019.)

FHIR-profiileilla elementtien tyypit tai elementtien saamat arvot voidaan rajoittaa peruselementtien osajoukkoon. Lisäksi laajennettavuusmekanismilla voidaan luoda uusia elementtejä olemassa olevaan resurssiin. FHIR-standardissa on jopa mahdollista muuttaa perusresurssien datatyyppejä. Esimerkiksi FHIR-profiilissa voitaisiin määritellä, että kaikkien tietyn profiilin kokonaislukujen täytyy olla alle tietyn arvon. FHIR-standardin profiilit ovat tärkeitä, koska FHIR on yleinen standardi ja monissa tarkoin määritellyissä käyttötapauksissa saatetaan tarvita tarkempia määrittelyjä. (Houta, Amler & Surges, 2019; Solbrig ym., 2017.)

FHIR-standardin perusversiota voidaan tietyllä tavalla pitää standardin ensimmäisenä sukupolvena ja lisäyksiä voidaan pitää toisena sukupolvena. Monimutkaisia ja vaativia tietomalleja varten tarvitaan muita tarkemmin määriteltyjä malleja. Toisaalta FHIR-standardin malli, jossa tarjotaan vaihtoehto asiakirjakeskeiselle lähestymistavalle muuttamalla erilaisia palveluita suoraan tietomalleiksi sen sijaan, että koitettaisiin tehdä kaikkea toiminnasta asiakirjoja, joita lähetellään toisille terveydenhuollon palveluntarjoajille, on osoittautunut erittäin toimivaksi. Kuviossa 11 esitetään esimerkkinä verenpaineeseen liittyvästä FHIR-profiilista ja sen rakenteesta. (Lee, Hulse, Wood, Oniki & Huff, 2016.)



Kuvio 11 esimerkki FHIR-profiilin rakenteesta. (Semenov ym., 2018.)

Vaikka erilaiset FHIR-profiilit voivat olla käyttöönottajaorganisaation näkökulmasta hyödyllisiä, ja niillä saa rakennettua räätälöityjä FHIR-pohjaisia sovelluksia, ne saattavat myös vaikeuttaa yhteentoimivuuden saavuttamista. Suurin ongelma erilaisten tarkkojen FHIR-profiilien käytössä on se, etteivät monet terveydenhuollon potilastietojärjestelmät ole yhteentoimivia muiden kuin FHIR-standardin perusprofiilien kanssa, tai vain tiettyjen yleisten profiilien kanssa. Tällöin eri järjestelmien on yhteentoimiakseen tehtävä muutoksia omaan potilastietojärjestelmäänsä ennen kuin yhteentoimivuus on mahdollista. (Kukhareva ym., 2019.)

### 3.2.3 FHIR-laajennukset

FHIR-standardiin on sisäänrakennettuna laajennusmekanismi, jossa määritellään 80/20-sääntö. Tällä säännöllä tarkoitetaan sitä, että ne elementit ja tietotyypit, joita 80 prosenttia terveydenhuollon toteutuksista käyttää, on määritelty FHIR-standardin datamallissa. Kaikkia muita elementtejä ja datatyyppisiä, eli loppuja 20 prosenttia käsitellään FHIR-standardissa laajennuksina. Tämä sääntö tuo mukanaan FHIR-standardiin sisäänrakennettuna laajennusmekanismin, sillä jos resurssia ei löydy FHIR-standardin perusresurkseista, se voidaan toteuttaa laajennusmekanismin avulla. Esimerkiksi sellaiset elementit,



kuten rotu, etnisyys, elinluovutusstatus ja kansallisuus määritellään laajennuselementteinä FHIR-standardin Patient-resurssissa. Laajennuksien tarkoituksena on toimia osana FHIR-profiileja ja laajentaa perusresurssien käyttöä ja niiden tietotyyppejä. (Hong ym., 2019.)

FHIR-standardin laajennettavuusmekanismi sallii jonkin resurssin tai komponentin rajoittamisen esimerkiksi tyypin osalta. Valinnaisia ominaisuuksia voidaan joko kieltää, tai vaatia. Lisäksi elementtien arvoja voidaan rajoittaa esimerkiksi perusresurssien osajoukkoihin. Laajennettavuusmekanismin ansiosta uusia elementtejä on helppo lisätä olemassa oleviin resursseihin. (Solbrig ym., 2017.)

80:n prosentin sääntö pitää sisällään sen tosiasian, että FHIR-standardi ei voi pitää sisällään kaikkia käyttötapauksia. Näissä tilanteissa FHIR-laajennukset palvelevatkin käyttötapauksien erityisvaatimusten kanssa ja tukevat erityisiä tarpeita omaavia käyttäjäorganisaatioita. HL7-järjestö myös ylläpitää laajennusrekisteriä, jotta toteuttajat voisivat hyödyntää jo olemassa olevia ja määriteltyjä laajennuksia. Laajennusrekisteri myös auttaa FHIR-standardin käyttäjiä välttämään päällekkäisiä laajennuksia. Kuviossa 12 on esimerkki FHIR-laajennuksen sapluunasta. (Braunstein, 2018, s.190-191.)

```

{ doco
  // from Element: extension
  "url" : "<uri>", // R! identifies the meaning of the extension
  // value[x]: Value of extension. One of these 50:
  "valueBase64Binary" : "<base64Binary>"
  "valueBoolean" : <boolean>
  "valueCanonical" : "<canonical>"
  "valueCode" : "<code>"
  "valueDate" : "<date>"
  "valueDateTime" : "<dateTime>"
  "valueDecimal" : <decimal>
  "valueId" : "<id>"
  "valueInstant" : "<instant>"
  "valueInteger" : <integer>
  "valueMarkdown" : "<markdown>"
  "valueOid" : "<oid>"
  "valuePositiveInt" : "<positiveInt>"
  "valueString" : "<string>"
  "valueTime" : "<time>"
  "valueUnsignedInt" : "<unsignedInt>"
  "valueUri" : "<uri>"
  "valueUrl" : "<url>"
  "valueUuid" : "<uuid>"
  "valueAddress" : { Address }
  "valueAge" : { Age }
  "valueAnnotation" : { Annotation }
  "valueAttachment" : { Attachment }
  "valueCodeableConcept" : { CodeableConcept }
  "valueCoding" : { Coding }
  "valueContactPoint" : { ContactPoint }
  "valueCount" : { Count }
  "valueDistance" : { Distance }
  "valueDuration" : { Duration }
  "valueHumanName" : { HumanName }
  "valueIdentifier" : { Identifier }
  "valueMoney" : { Money }
  "valuePeriod" : { Period }
  "valueQuantity" : { Quantity }
  "valueRange" : { Range }
  "valueRatio" : { Ratio }
  "valueReference" : { Reference }
  "valueSampledData" : { SampledData }
  "valueSignature" : { Signature }
  "valueTiming" : { Timing }
  "valueContactDetail" : { ContactDetail }
  "valueContributor" : { Contributor }
  "valueDataRequirement" : { DataRequirement }
  "valueExpression" : { Expression }
  "valueParameterDefinition" : { ParameterDefinition }
  "valueRelatedArtifact" : { RelatedArtifact }
  "valueTriggerDefinition" : { TriggerDefinition }
  "valueUsageContext" : { UsageContext }
  "valueDosage" : { Dosage }
  "valueMeta" : { Meta }
}

```

Kuvio 12 FHIR-laajennuksen sapluuna, jonka pohjalta laajennusta voi lähteä rakentamaan. (HL7, 2020.)

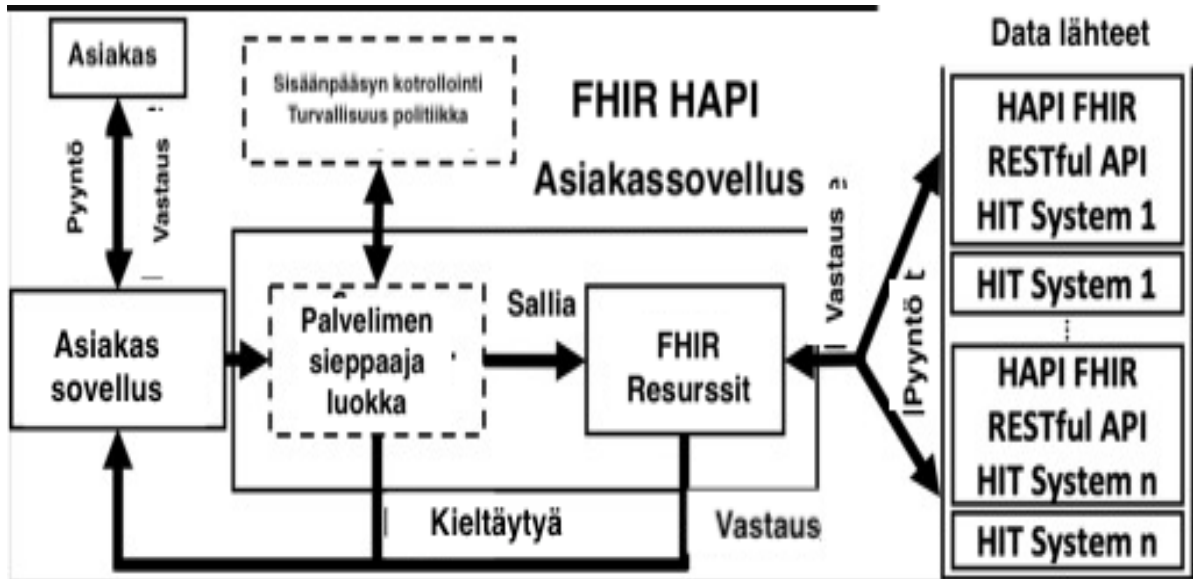
### 3.3 FHIR ja RESTful API

FHIR-standardin arkkitehtuuri perustuu Asiakas-Palvelin-arkkitehtuuriin ja nykyaikaisiin verkkoteknologioihin. Asiakas-palvelin-arkkitehtuurissa tiedot tallennetaan keskusjärjestelmään eli palvelimelle ja annetaan etätietokoneiden eli asiakkaiden ottaa siihen etäyhteys. Tämä arkkitehtuuri on keskeisessä osassa koko internetissä, jossa yleisesti ottaen yhteysprotokollana käytetään HTTP-protokollaa. (Braunstein, 2018, s.194-197.)

Toisin kuin aikaisemmat HL7-organisaation standardit ja niiden dataformaattit, FHIR perustuu moderneille verkkoteknologioille, kuten HTTP-perustaiseen RESTful-teknologiaan. FHIR-standardin tietojen rakenne perustuu JSON-formaattiin, jota käytetään RESTful-teknologian kanssa. Kuviossa 12 esitellään esimerkki FHIR-standardin RESTful API-rajapintaa (Application programming interface) hyödyntävästä asiakassovelluksesta. (Houta, Amler & Surges, 2019.)

Koska FHIR-standardi perustuu nykyaikaisiin verkkoteknologioihin, on RESTful API-rajapinnan käyttö sille luontevaa. RESTful-viitekehityksessä viestit lähetetään serveriltä toiselle käyttäen HTTP-pyyntöä / -vastausta. API-rajapinta määrittelyssä FHIR-resursseja kuvataan joukoksi operaatioita, joita kutsutaan interaktioiksi (engl. interactions). Yksittäisiä resursseja hallinnoidaan niiden tyyppin mukaan. Palvelimen ei ole kuitenkaan pakko tukea kaikkia FHIR-interaktioita, mutta niiden tulee antaa ominaisuusmäärittely, joka kertoo mitkä interaktiot ovat tuettuja. FHIR tukee seuraavia interaktioita:

- Instanssitason interaktiot:
  - Read, joka lukee resurssin nykyisen tilan
  - Vread, joka lukee resurssin tietyn version tilan
  - Update, jolla päivitetään resurssi sen avaimen perusteella (tai luodaan uusi resurssi)
  - Patch, jolla voidaan päivittää resurssi lähettämällä sille joukko muutoksia
  - Delete, jolla poistetaan resurssi
  - History, jolla saadaan resurssin tyyppin muutoshistoria
- Tyyppitason interaktiot:
  - Create, jolla luodaan uusi resurssi palvelimen myöntämällä avaimella
  - Search, jolla etsitään resurssin tyyppi tietyillä ehdoilla
  - History, antaa resurssin tyyppin muutoshistorian
- Koko järjestelmää koskevat interaktiot:
  - Capabilities, antaa tiedon järjestelmän tukemista interaktioista
  - Batch/transaction, päivittää, luo, tai poistaa resursseja
  - History, antaa kaikkien resurssien muutoshistorian
  - Search, etsitään kaikista resursseista (HL7, 2020; Braunstein, 2018, s.194-197.)



Kuvio 13 Esimerkki FHIR-standardin RESTful ominaisuutta hyödyntävästä asiakasovelluksesta. (Sánchez, Demurjian & Baihan, 2019.)

## 4 Rakenteinen kirjaaminen ja hoitosuunnitelma

Tässä luvussa tarkastellaan, kuinka terveydenhuollossa tehdään rakenteista kirjaamista ja missä määrin rakenteinen kirjaaminen on käytössä. Lisäksi tarkoituksena on esitellä rakenteisesta kirjaamisesta tutkielman kannalta olennaisinta eli rakenteista hoitosuunnitelmaa.

### 4.1 Rakenteinen kirjaaminen terveydenhuollossa

Tarjotessaan hoitoa potilaille terveydenhuollon ammattilaiset tallentavat suuria määriä tietoa potilastietokantoihin. Tietoja käytetään päivittäisessä hoitotyössä ja suunniteltujen hoitojen muistilistoina. Tänä päivänä suurin osa tiedoista on sähköisessä muodossa josakin terveydenhuollontietokannassa. Tietojen kirjaaminen sähköisesti onkin tärkeää, jotta tietoja saadaan hyödynnettyä laaja-alaisesti ja tietojen uudelleenkäytön mahdollisuudet kasvavat. Jotta tiedot olisivat täysin uudelleenkäytettävissä ja hyödynnettävissä, ne tulisi säilyttää rakenteisessa muodossa ja standardisoituna. Yleinen tapa tallentaa tietoja on se, että terveydenhuollon palvelun tarjoajat tallentavat tietoja hoitopaikassa jollakin standardoidulla ja jäsennellyllä tavalla. Useimmiten tällainen datankeruu tapahtuu, kun ammattilaiset keräävät tietoja rutiininomaisesti hallinnollisten prosessien ja kliinisen käytännön aikana. Esimerkiksi lääkärit kirjaavat potilaansa sairaushistorian, lääkemääräykset apteekkeihin, jotka rekisteröivät annetut reseptit. (Joukes, Cornet, de Bruijne, de Keizer & Abu-Hanna, 2018; Trifirò, Sultana & Bate, 2018.)

Jotta data olisi hyödynnettävissä myöhemmin hoitoprosessissa ja toissijaisissa käytötavoissa, on tietojen oltava sellaisia, että ne noudattavat jotain standardia ja niiden koodistot perustuvat yhdessä sovittuihin koodistoihin. Tällainen kirjaamistapa ei ole ollut perinteisesti tyypillistä ja se saattaa aiheuttaa hoitohenkilökunnassa turhautumista, sillä tietojen tallentaminen voi viedä pidempään kuin perinteinen tietojen kirjaus. Tämän lisäksi hoitohenkilökunta ei välttämättä itse hyödy rakenteisesta kirjaamisesta tarpeeksi paljon. Nykyisellään ei olekaan selvää, kuinka laajasti terveydenhuollon ammattilaiset ovat ottaneet käyttöön rakenteisen ja standardien mukaisen tietojen kirjauksen ja kuinka paljon käytössä on vielä niin kutsuttua vapaata kirjaamista. (Joukes, Cornet, de Bruijne, Keizer & Abu-Hanna, 2018.)

Suomessa THL on määritellyt rakenteisen tietojen kirjaamisen ja luonut ohjeet siihen, miten tietoja pitäisi kirjata erilaisiin järjestelmiin, jotta niitä voidaan integroida yhteen THL:n Kanta tietovaraston kanssa. THL:n kirjaamisopas määrittelee esimerkiksi potilaan tietoja, diagnooseja, tutkimuksia ja Terveys- ja hoitosuunnitelman. Hoitotyössä rakenteisen kirjaamisen käytössä ja hoitotyötä varten kehitetyn kirjaamismallin käytössä, sekä sen avulla tuotetun tiedon käytössä on tutkimuksissa havaittu ongelmia ja haasteita. Hoitotyön tavoitteeksi on asetettu kansallisesti yhtenäinen tapa kirjata hoitotyötä. Yhtenäinen tapa ei ole kuitenkaan vielä menneinä vuosina toteutunut. (Jokinen & Virkkunen, 2018; Nykänen & Junntila, 2012.)

Dokumentoidun hoitotyön tietojen tulisi olla helposti saatavilla ja ihmisen luettavassa muodossa, jotta sitä voitaisiin hyödyntää täysimääräisesti. Hoitotyön käytettävyyttä tutkittaessa on kuitenkin havaittu, että tiedot eivät ole helposti saatavilla ja hoitajilla on ollut vaikeuksia etsiä ja löytää potilaiden tietoja hoitokertomuksia sisältävistä järjestelmistä. Lisäksi lääkäreillä on havaittu samanlaisia ongelmia. Hoitoalan ammattilaisten kokemat

ongelmat ovat omiaan vähentämään lääkäreiden ja hoitajien halua käyttää rakenteista kirjaamista. (Nykänen & Junntila, 2012.)

Suomessa potilastietoja kerätään yleensä asiakas- ja potilastasoisesti tapahtumatasolla eli esimerkiksi kerätään käynteihin liittyviä tietoja. Koska järjestelmien käyttö ei ole yhtenäistä, kaikissa terveydenhuollon palveluntarjoaja organisaatioissa on toteutettava integraatiot erikseen. Useiden eri järjestelmien dataa sisältävät tietovarastot ovat yleensä organisaatio tai kuntakohtaisia, jolloin integraatiot toisiin tietojärjestelmiin on määriteltävä ja toteutettava erikseen. Usein tällaista hajallaan olevaa dataa ja siitä saatavaa tietoa hyödynnetään vain ensisijaiseen käyttötarkoitukseen, eli yksilön akuutin ongelman tai vaivan ratkaisemiseen, mutta toissijaisia käyttötapoja ei synny. (Neittaanmäki & Lehto, 2018.)

Sosiaali- ja terveydenhuollon järjestelmien kehittäminen yhtenäisemmäksi ja rakenteisemmaksi on todettu tärkeäksi myös valtion taholta ja sen todettu olevan välttämätöntä tulevalle sosiaali- ja terveydenhuollon uudistukselle annettujen tavoitteiden saavuttamisessa. Nykyaikainen tiedonkulku on oleellinen tekijä siihen, että terveydenhuollon palveluista saadaan kehitettyä nykyistä potilaskeskeisempiä ja tehokkaampia. (Kallio, Korhonen & Tahvanainen, 2018.)

## 4.2 Rakenteinen hoitosuunnitelma terveydenhuollossa

Vaikka kaikkien tietojen rakenteinen kirjaaminen ei olekaan vielä arkipäivää jokaisessa terveydenhuollon organisaatiossa, rakenteinen kirjaaminen kehittyy koko ajan. Rakenteisesta kirjaamisesta yksi esimerkki on rakenteinen hoitosuunnitelma. Rakenteisen hoitosuunnitelman hyötyjä on esimerkiksi se, että se on standardimuotoinen ja siihen voidaan silloin lisätä ja siinä voidaan hyödyntää olemassa olevaa dataa terveydenhuollon järjestelmistä. Lisäksi rakenteista hoitosuunnitelmaa voidaan käsitellä huomattavasti helpommin tietokoneavusteisesti kuin vapaasti muotoiltua hoitosuunnitelmaa. (Jokinen & Virkkunen, 2018.)

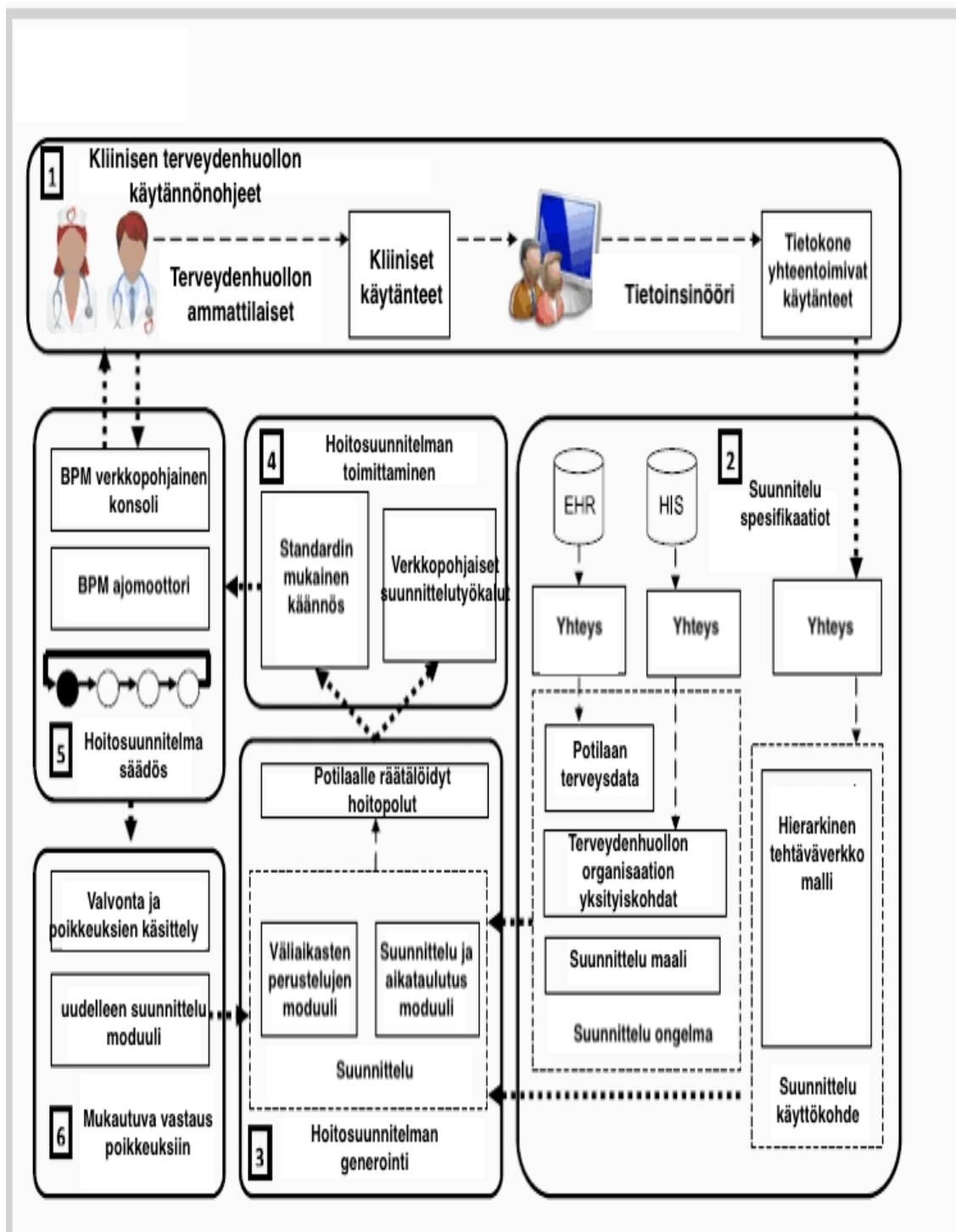
THL määrittelee oman Terveys- ja hoitosuunnitelmansa niin, että se on asiakirja, joka on potilaskohtainen ja siihen voidaan kirjata erilaisia tietoja sekä vapaana tekstinä, että rakenteisilla luokituksilla. Rakenteisista luokituksista THL nostaa esiin esimerkiksi tautiluokituksen ja erilaiset tutkimustulokset. Hoitosuunnitelman tavoitteena on hoidontarpeen ja tavoitteiden määrittely, sekä niiden kuvaaminen. Hoitosuunnitelman tekoon osallistuu yleensä myös potilas. Terveys- ja hoitosuunnitelma tulisi laatia kaikille potilaille, joilla hoito kestää pitkään tai potilaalla on useita sairauksia. Terveys- ja hoitosuunnitelman tulisi pitää sisällään myös potilaan yksittäisten hoitajaksojen väliset suunnitelmat. (Jokinen & Virkkunen, 2018.)

THL:n Terveys- ja hoitosuunnitelmassa yhteentoimivuus on erityisen oleellista, sillä hoitosuunnitelman pitäisi olla sellainen asiakirja, jota kaikki potilaan hoitoon osallistuvat terveydenhuollon palveluntarjoajaorganisaatiot voivat käyttää, eikä sen tulisi näin ollen olla riippuvainen myöskään eri organisaatioiden ja yksiköiden käyttämästä potilastietokannasta tai hoitopaikasta ylipäänsä. THL:n Terveys- ja hoitosuunnitelman rakenteisen tiedon osalta koostuu seitsemästä eri pääkohdasta, joita ovat:

1. Perustiedot
2. Hoidon tarve
3. Hoidon tavoite

4. Suunnitellun hoidon toteutus ja keinot
5. Suunniteltu tuki, seuranta ja arviointi
6. Terveystuon ammattihenkilö
7. Terveys ja hoitosuunnitelman lisätiedot. (Jokinen & Virkkunen, 2018.)

Kuviossa 14 esitetään havainnollistava kuva rakenteisen hoitosuunnitelman käytöstä tietopohjaisessa arkkitehtuurissa potilaalle räätälöidyn hoitopolun hallinnasta (engl. A Knowledge-based architecture for the management of patient-tailored care pathways).



Kuvio 14 Esimerkki rakenteisen hoitosuunnitelman käytöstä tietopohjaisessa arkkitehtuurissa potilaalle räätälöidyn hoitopolun hallinnasta (engl. A Knowledge-based architecture for the management of patient-tailored care pathways). (Sánchez-Garzón, González-Ferrer & Fernández-Olivares, 2014.)

Hoitotyön standardien luomien ja saattaminen sellaisiksi, että ne olisivat käytössä joka puolella, on haastavaa ja erilaisten hoitosuunnitelmien käyttö on erilaista erilaisissa yksiköissä ja organisaatioissa, vaikka teknologiat olisivat samanlaisia. Ongelmia voidaan kuitenkin ratkaista esimerkiksi sillä, että yhdistetään tiettyjä ominaisuuksia rakenteisesti

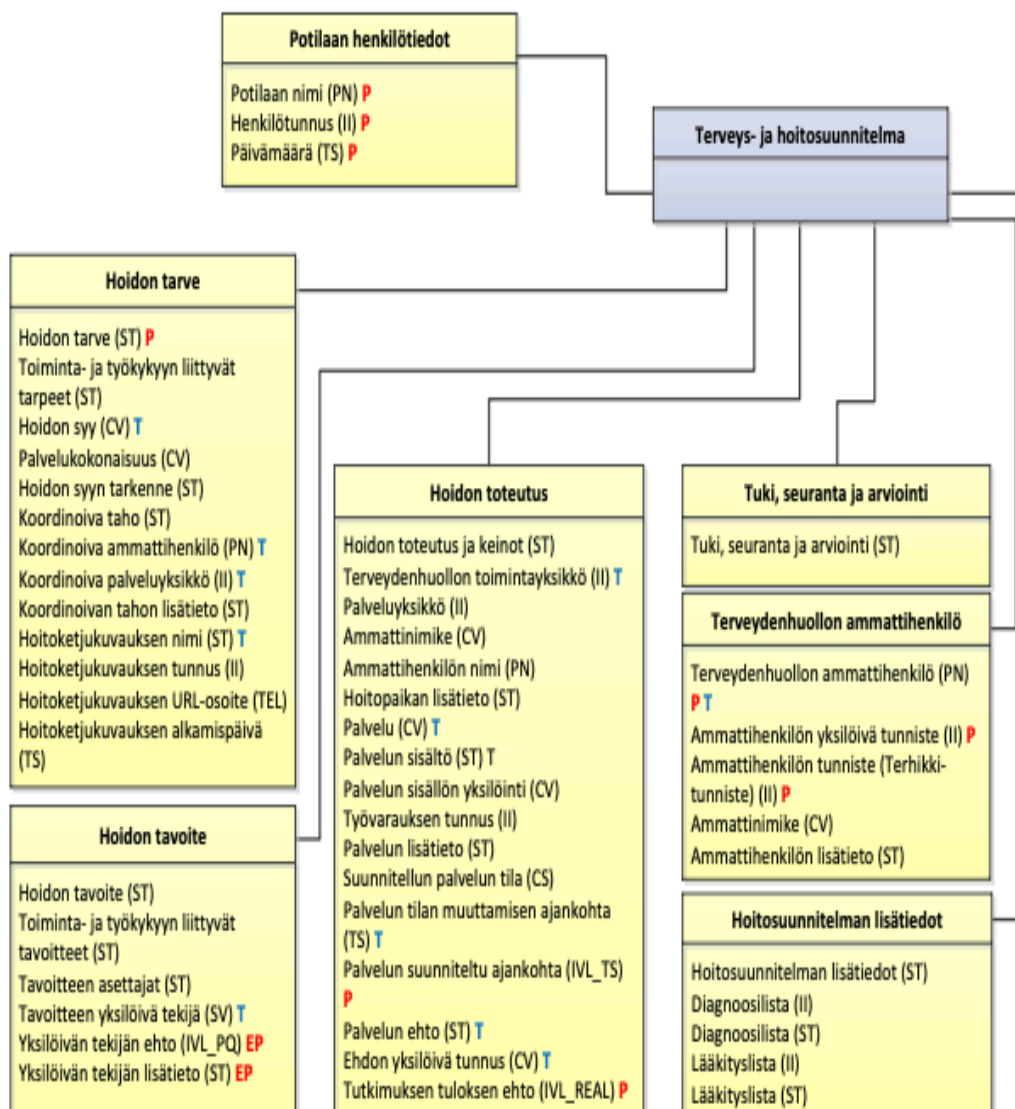


samalaiseksi, mutta joitakin toisia jätetään yksikölle ainutlaatuisiksi. (Pedersen, Ellingsen & Monteiro, 2011.)

Hoitosuunnitelmia tehdäänkin yhä enemmän korvaamaan vapaan tekstin käyttöä dokumentaatioissa ja ennen kaikkea luomaan yhteistä virallista kieltä, joka perustuu parhaisiin käytänteisiin. Pedersenin, Ellingsenin ja Monteiron (2011) tutkimuksessa tuli ilmi, että usein hoitajat käyttävät aikaa vapaassa tekstissä siihen, että dokumentoidaan liikaa epäolennaisia tietoja. Tutkimus myös esitti, että standardoidussa hoitosuunnitelmassa, jossa on esimerkiksi alkamis- ja lopetuspäivämäärä, diagnoosi, ja potilaalle tehdyt toimenpiteet, vähentää aikaa ja säästää resursseja. (Pedersen, Ellingsen & Monteiro, 2011.)

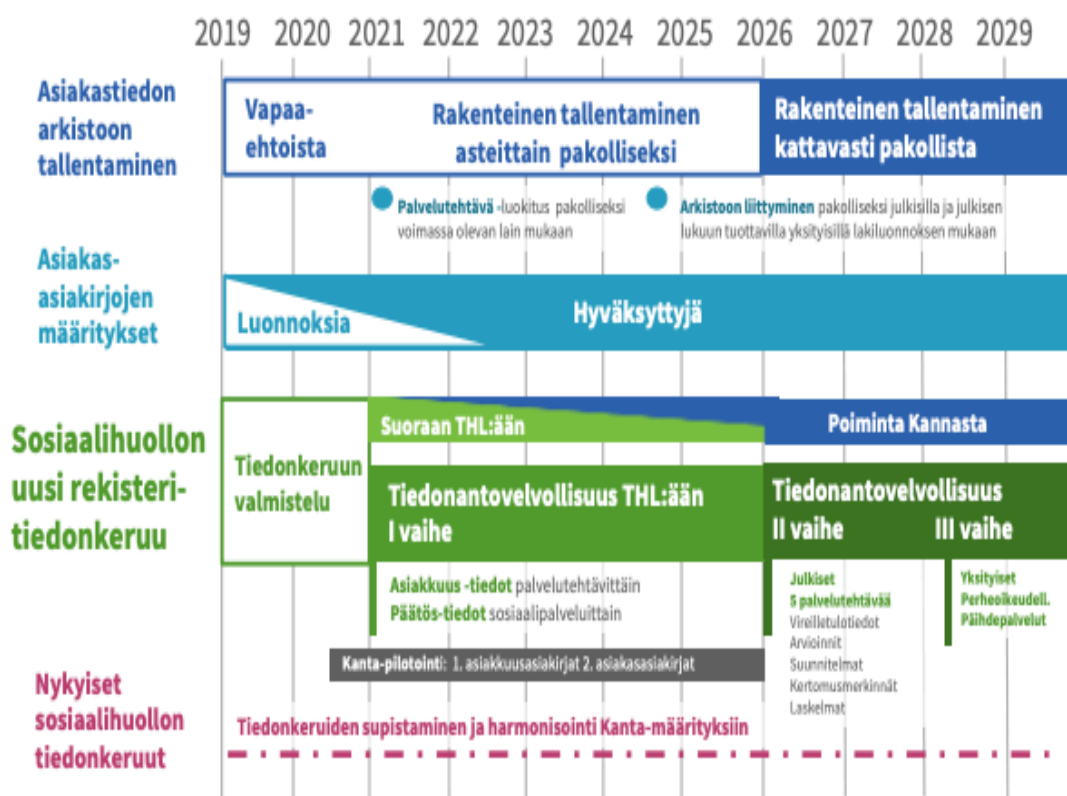
Suomessa rakenteisesti laaditun hoitosuunnitelman puolesta on puhunut THL, joka on laatinut ohjeistuksen Terveys- ja hoitosuunnitelman toiminnallisista vaatimuksista vuonna 2017 ja luonut ohjeita potilastiedon rakenteiseen kirjaamiseen. Rakenteisen kirjaamisen tuki myös edellytetään sisältyvän uusiin käyttöönotettaviin terveydenhuollon järjestelmiin, kuten asiakas- ja potilastietojärjestelmiin. Rakenteisella tiedolla voidaan myös parantaa tiedonhallinnan ratkaisuiden laatua, sekä tukea tiedolla johtamista ja parantaa päätöksentekoa. Kuviossa 15 esitetään THL:n Terveys- ja hoitosuunnitelman kaavio tietosisältöistä (Jokinen & Virkkunen, 2018; Neittaanmäki, Lehto, Ruohonen, Kaasalainen & Karla, 2019.)

Rakenteisen hoitosuunnitelman laatiminen systemaattisesti jokaiselle sitä tarvitsevalle potilaalle ei kuitenkaan ole ollut aikaisempina vuosina vielä käytössä laajasti. THL:n vuonna 2016 julkaistussa artikkelissa kerrotaan kyselytutkimuksesta, josta ilmenee, että Terveys- ja hoitosuunnitelmaa kirjasi 43 prosenttia vastanneista rakenteisesti, minkä lisäksi 23 prosenttia kirjasi vapaamuotoisesti otsikon alle, ja 30 prosenttia kirjasi vapaamuotoisesti järjestämällä sisältöä väliotsikoilla tai fraaseilla. Terveys- ja hoitosuunnitelmaan liittyviä elementtejä kirjattiin heikolla prosentilla edes väliotsikoita käyttäen ja esimerkiksi suunnitellusta palvelusta oli kirjattu alaotsikoilla vain 28 prosenttia vastaajista. (Mäkelä-Bengs, Virkkunen & Vuokko, 2016.)



Kuvio 15 Terveys- ja hoitosuunnitelman tietosisältö. (Virkkunen, Mäkelä-Bengs, Suhonen & Vuokko, 2016.)

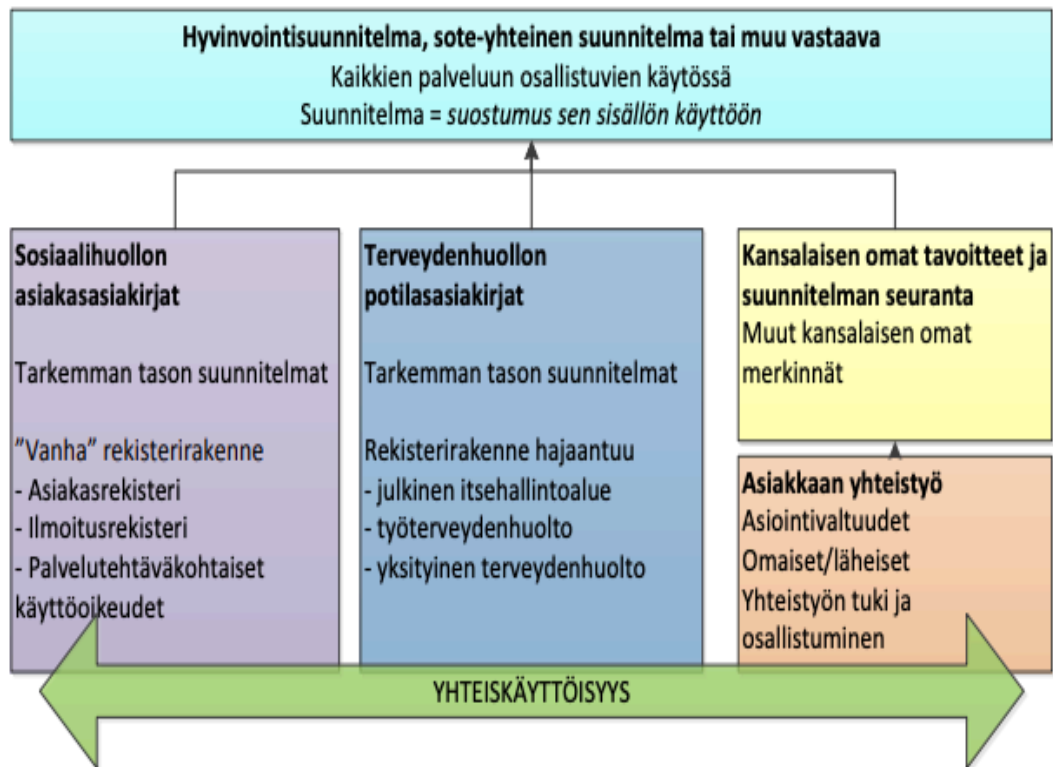
Vaikka kunnissa, kuntayhtymissä ja muissa sosiaali- ja terveystuon palveluntuottajien asiakastietojärjestelmissä ei vielä käytetäkään rakenteista kirjaamista, eikä yhtenäisiä tietorakenteita ja luokituksia, ollaan Suomessa siirtymässä enenevässä määrin tietojen yhtenäistämisen suuntaan, jotta tietoja voidaan hyödyntää laajasti ja koko maan kattavasti. Kuviossa 16 esitellään esimerkkinä sosiaalihuollon asiakastietojen ensisijaista ja toissijaista käyttöä koskevan kehittämisen keskeiset vaiheet. (Mäkelä-Bengs, Virkkunen & Vuokko, 2016; Väyrynen, Ailio, Arajarvi & Forsell, 2020.)



Kuvio 16 Sosiaalihuollon asiakastietojen käyttöä koskevan kehityksen tilanne. (Väyrynen, Ailio, Arajärvi & Forsell, 2020.)

Rakenteisella hoitosuunnitelmalla voidaan parantaa erityisesti tietojen näkyvyyttä, sekä toisille terveydenhuollon palveluntarjoajaorganisaatioille, että potilaille ja asiakkaalle itselleen, kuin viranomaistahojenkin suuntaan. Suomessa Terveys- ja hoitosuunnitelman yhteydessä on noussut selkeästi esille se, että Terveys- ja hoitosuunnitelman käyttöönottoa tulee edistää ja tiedon hyödyntämisen kannalta oleellista on se, että tiedot ovat riittävän rakenteisia, jotta niitä voidaan hyödyntää laajasti tiedon tuottaneen organisaation

ulkopuolella. Kuviossa 17 on esitelty THL:n tietojen yhteisen näkyvyyden kehittämisenäkökulmat. (Mäkelä-Bengs, Virkkunen & Vuokko, 2016.)



Kuvio 17 THL:n Terveys- ja hoitosuunnitelmaan liittyvät kehittämisenäkökulmat. (Mäkelä-Bengs, Virkkunen & Vuokko, 2016.)

## 5 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

### 5.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkielman varsinainen tutkimusosio on toteutettu konstruktiivisena tutkimuksena. Kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin yhteentoimivuutta terveydenhuollossa yleisesti, erilaisia tiedonsiirtoon liittyviä yhteentoimivuusstandardeja, esiteltiin rakenteisen kirjaamisen ja rakenteisen hoitosuunnitelman käytön tilaa Suomessa ja maailmalla. Konstruktiivisessa tutkimuksessa esitellään tapaustutkimus Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmän rakenteisen hoitosuunnitelman muuttamisesta FHIR-standardin määrittämisestä vastaavaksi dokumentiksi.

Kirjallisuuden avulla pyrittiin esittämään terveydenhuollon ja etenkin rakenteisen hoitosuunnitelman yhteentoimivuuden tilannetta, ja esittämään, millaisia mahdollisia ratkaisuja hoitosuunnitelmien systemaattisempaan integraatioon keskenään on tarjolla. Kirjallisuuskatsauksen avulla pyrittiin esittämään kuva terveydenhuollon yhteentoimivuuden kannalta oleellisista kysymyksistä ja rakentamaan kuvaus nykytilasta. Kirjallisuuden avulla esitellään tutkimuksen kannalta tärkeät käsitteet ja millaisia asioita hoitosuunnitelmien integraatiossa tulisi ottaa huomioon, kun suunnitellaan toteutusta.

Kirjallisuutena tutkielmassa on käytetty erilaisia tieteellisiä lähteitä ja alan artikkeleita. Suurimmaksi osaksi lähteet löytyvät Google Scholarista ja JYKDOK:sta muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Lähteiden etsimisessä pyrittiin kiinnittämään huomiota julkaisuvuoteen ja julkaisukanavaan, sekä viittausten määrään, jotta varmistettaisiin artikkelien riittävä taso ja laadukkuus. Koska käsiteltävä aihe on kohtalaisen tuore ja liittyy vahvasti tiettyyn organisaatioon, on tietyissä kohdissa jouduttu käyttämään myös internetsivuilla olevia teknisiä dokumentaatioita ja muita dokumentteja, lähinnä kuitenkin FHIR-standardin, THL:n palveluiden tai muiden teknologioiden teknisiin ominaisuuksiin liittyen.

Konstruktiivisella tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, jolla pyritään ratkaisemaan reaalia maailman ongelmia ja tuomaan sitä kautta kontribuutiota tieteenalalle, jossa sitä sovelletaan. Konstruktiivisessa tutkimuksessa luodaan esimerkiksi jokin uusi malli, suunnitelma, organisaatorakenne, kaupallinen tuote tai muu vastaava. Konstruktiiivista tutkimusta voidaan kutsua myös tapaustutkimukseksi tai englanniksi nimellä case study. Konstruktiivisessa tutkimuksessa keskeisenä tekijänä on se, että se tutkii yhtä tiettyä ongelmaa, joka on rajattu tiettyyn tapaukseen. (Lukka, 2014; Harrison, Birks, Franklin & Mills, 2017.)

Tutkielman konstruktiivinen osa pyrkii siis etsimään vastauksia, miten terveydenhuollon rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan muokata niin, että siitä saadaan muodostettua yhtenäinen standardin mukainen hoitosuunnitelma FHIR-standardia hyödyntämällä. Tutkielman konstruktiivisessa osassa toteutetaan PIRKKO®-järjestelmän rakenteisen hoitosuunnitelman integraation määrittely ja datan muokkaaminen FHIR-standardin mukaiseen muotoon. Tutkimuksen tarkoitus on lisätä tietoa rakenteisen hoitosuunnitelmadokumentin muokkaamisesta yleisesti käytettävään muotoon PIRKKO®-järjestelmän rakenteisen hoitosuunnitelman ja FHIR-standardin tapaustutkimuksella.

## 5.2 Aihepiirin rajaus

Tutkielman kirjallisuuskatsaus käsitteli terveydenhuollon yhteentoimivuutta laajemmin, mutta varsinaisen konstruktiiivisen tutkimuksen aihe on rajattu koskemaan integraation määrittelyä terveydenhuollon rakenteisen hoitosuunnitelman parissa FHIR-standardia hyödyntämällä ja datan muokkaamista FHIR-standardiin sopivaksi. Lisäksi tutkielman kirjallisuuskatsauksessa käytiin läpi rakenteista kirjaamista yleisesti ja erilaisia terveydenhuollon standardeja, mutta tutkimusosiossa tutkimus on rajattu koskemaan vain rakenteista hoitosuunnitelmaa ja FHIR-standardia, sekä Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmää, jonka rakenteinen hoitosuunnitelma tutkimuksessa muutetaan vastaamaan yleistä FHIR-standardin mukaista määrittystä. Tutkimuksessa tutkitaan vain datan muokkaamista FHIR-standardin määrittelyjen mukaiseksi, eikä tiedonsiirtoa ja FHIR-palvelimen rakentamista tutkita tarkemmin.

## 5.3 Tutkimuksen tavoitteet

Kokonaisuutena tutkielma pyrkii antamaan kuvan terveydenhuollon yhteentoimivuudesta ja erilaisista yhteentoimivuusstandardeista, sekä rakenteisesta hoitosuunnitelmasta, sekä esittämään malliesimerkin siitä, miten yhteentoimivuusstandardia voidaan lähteä ottamaan käyttöön olemassa olevaan järjestelmään. Tutkielma pyrkii vastaamaan seuraavaan kysymykseen:

1. Miten terveydenhuollon rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan muokata niin, että siitä saadaan muodostettua yhtenäinen standardin mukainen hoitosuunnitelma, jota voidaan hyödyntää useissa eri järjestelmissä?

Pääkysymyksen lisäksi tutkielma pyrkii vastaamaan alakysymyksiin:

2. Millaisia standardeja terveydenhuollon yhteentoimivuuteen liittyy ja mitä hyötyjä niiden käyttöönotosta on?
3. Mitä on rakenteinen kirjaaminen ja millaista merkitystä sillä on yhteentoimivuuden kannalta?

Konstruktiiivisen tutkimusosion (Luku 6) tavoitteena on luoda FHIR-standardin CarePlan-resurssin mukainen dokumentti, joka luodaan PIRKKO®-järjestelmässä olevasta rakenteisesta hoitosuunnitelmasta. Koska tutkimuksessa ei lähdetä rakentamaan FHIR-palvelinta, johon tietoja voitaisiin tallentaa FHIR-resurssina, ei saavutetun dokumentin tarvitse kuitenkaan olla FHIR-resurssi, vaan FHIR-resurssin muodossa oleva dokumentti, joka FHIR-palvelimelle siirrettäessä muutettaisiin FHIR-resurssiksi.

Konstruktiiivisen tutkimuksen tavoitteena on antaa lisää informaatiota FHIR-standardin soveltuvuudesta yleiseksi hoitosuunnitelma standardiksi, ja toisaalta tarjota selkeä kuvaus, mitä olemassa olevan rakenteisen hoitosuunnitelman muuttaminen standardin mukaiseen muotoon FHIR-standardilla vaatii. Tutkimuksessa pyritään luomaan riittävän laaja, mutta kuitenkin tarpeeksi yleinen versio hoitosuunnitelmasta, jotta saadaan käsitys millainen yleisesti laajassa käytössä olevan standardisoidun hoitosuunnitelman tulisi olla,

jotta se toimisi hyvin yhteen erillisten järjestelmien kanssa, mutta olisi toteutukseltaan mahdollinen rakentaa olemassa olevan järjestelmän päälle.

## 6 Hoitosuunnitelma-rajapinnan määrittely PIRKKO®-järjestelmään

Tutkimusongelmaan haettiin ratkaisua käyttämällä konstruktiivista lähestymistapaa, eli lähdettiin luomaan yksityiskohtaiseen käyttötapaukseen perustuva uusi toteutus. Tutkimuksessa pyritään vastamaan käytännössä, miten terveydenhuollon rakenteinen hoitosuunnitelma voidaan määrittellä niin, että siitä saadaan muodostettua yhtenäinen standardin mukainen hoitosuunnitelma, jota voidaan hyödyntää useissa eri järjestelmissä. Tutkimus toteutettiin määrittelemällä FHIR-standardin mukainen rajapintamäärittely ja sen mukainen JSON-dokumentti käyttämällä Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmässä (entinen PKO eli Perhekohtainen Ohjausjärjestelmä) olevaa rakenteista hoitosuunnitelmaa.

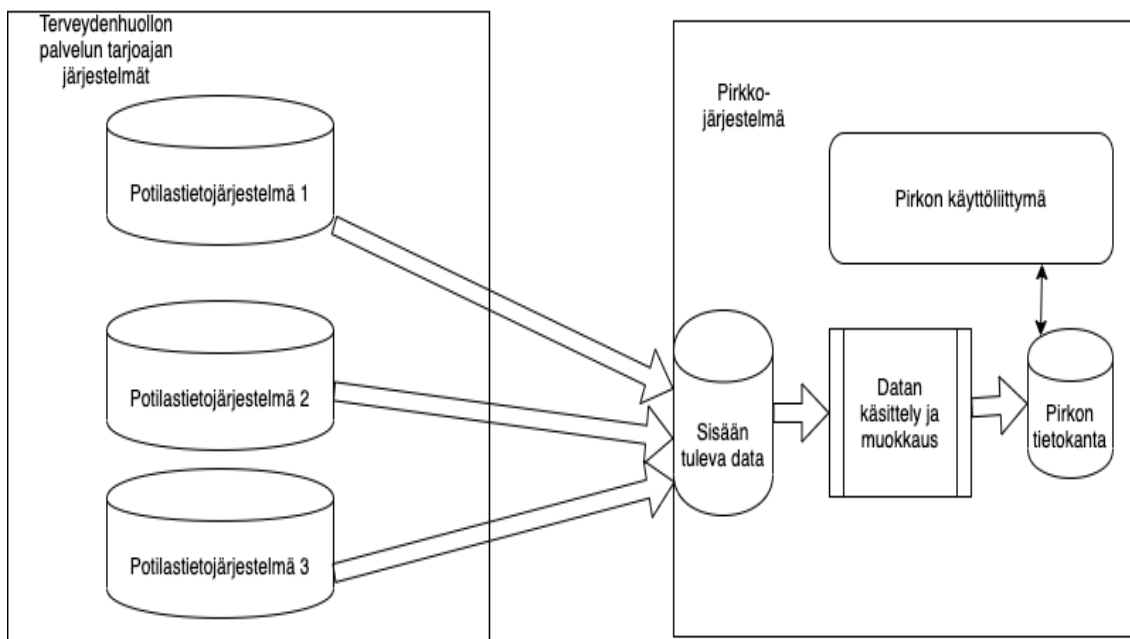
Tutkimuksen ensimmäisessä aliluvussa esitellään yleisesti Solutoksen PIRKKO®-järjestelmän toimintaa. Toisessa aliluvussa kuvaillaan, millaiseen käyttötapaukseen tutkimuksen lopputulosta voidaan käyttää. Kolmannessa aliluvussa esitellään tarvittuja FHIR-standardin CarePlan-resurssin tietosisältöjä ja terminologiaa, jotta PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelma saatiin käännettyä FHIR-standardin mukaiseksi määrittelykseen. Neljännessä aliluvussa esitetään, kuinka PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelma käännettiin FHIR-standardin mukaiseksi määrittelykseen ja esitellään tarvittujen elementtien tietosisältöjä. Viidennessä aliluvussa esitellään, kuinka PIRKKO®-järjestelmän data saatiin muutettua haluttuun muotoon. Kuudennessa aliluvussa esitellään PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelman integroimiseksi vaadittavia REST/HTTP-kyselyihin liittyviä kyselyn rakenteita ja datan siirtoon vaadittavaa arkkitehtuuria.

### 6.1 PIRKKO® -järjestelmä

PIRKKO® on Solutos Oy:n kehittämä järjestelmä, jolla pyritään ohjaamaan psykososiaalisia palveluita, niin että ne noudattavat viimeisimpiä tutkimustietoja. Lisäksi järjestelmän tavoitteena on vähentää potilas- ja asiakaskäyntejä psykiatrian ja sosiaalipalveluiden piirissä. PIRKKO®-järjestelmä on pilvipalvelu, jonka tietokanta ratkaisuna on SQL-tietokanta. Järjestelmään haetaan tietoa eri potilastietokannoista ja muokataan niistä saatavasta tiedosta hoitosuosituksiin perustuvia hoitosuunnitelmia, joita ylläpidetään ja joiden toteutumista ja noudattamista järjestelmä valvoo. (Solutos, 2020.)

Järjestelmän tärkeimpiä osia todettiin olevan nimenomaan hoitosuosituksiin ja dataan perustuvat hoitosuunnitelmat. Tämä tukee tutkimuksen tavoitetta tutkia mahdollisuutta nimenomaan hoitosuunnitelmien tiedon siirtämisestä muihin järjestelmiin, kuten THL:n Kanta-järjestelmään ja terveydenhuollonpalveluntarjoaja organisaatioiden potilastietokantaratkaisuihin. PIRKKO®-järjestelmässä hoitosuunnitelmat luodaan niin, että niitä voidaan käyttää tehokkaasti hyödyksi potilaan hoidossa ja suunnittelua voidaan tehdä tehokkaasti perhekohtaisesti tai laajemminkin tasolla. Hoitosuunnitelmien avulla pyritään muodostamaan koko palvelujärjestelmälle yhteiset hoitosuunnitelmat, eri tietojärjestelmistä, organisaatiosta tai lainsäädännöstä huolimatta. (Solutos, 2020; Lehto, 2017.) PIRKKO®-järjestelmän toiminta yhdessä palveluntuottajan potilastietokantojen kanssa esitetty kuviossa 18.





Kuvio 18 PIRKKO®-järjestelmän toiminta yhdessä palveluntarjoajan potilastietokantojen kanssa.

### 6.1.1 Hoitosuunnitelma (PIRKKO®)

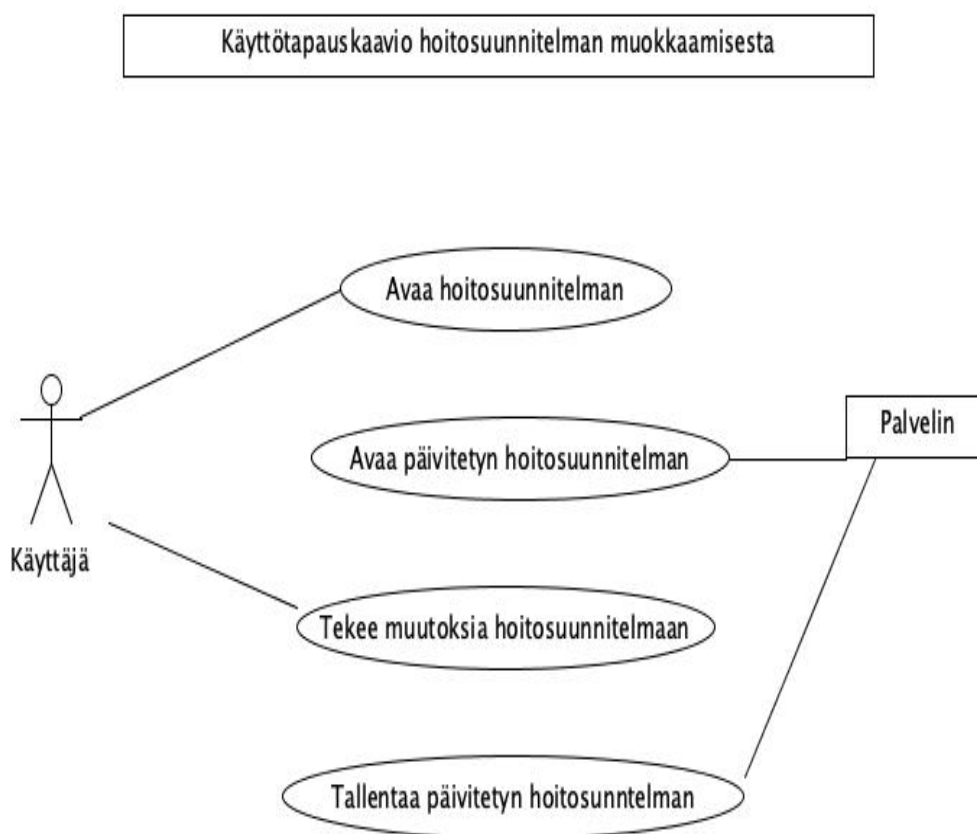
Rakenteinen hoitosuunnitelma on yksi PIRKKO®-järjestelmän keskeisimpiä elementtejä. Niiden avulla hoitoa pyritään ohjaamaan ja hoidon tuloksien seuranta perustuu niiden käyttöön. Hoitosuunnitelmien viemisen toisiin järjestelmiin ja niiden hyödyntäminen muissa järjestelmissä sellaisenaan ei todettu olevan todennäköisesti relevantti käyttötapa, mutta monia perustietoja hoitosuunnitelmasta ja suunnitelluista ja toteutetuista aktiviteeteista todettiin olevan perusteltua siirtää myös muihin järjestelmiin ja hoitaa ylläpitoa niin, että tiedot ovat kaikkien hoitoon osallistuvien tahojen saatavilla. Hoitosuunnitelman pääosien siirron todettiin myös vastaavan parhaiten tutkimuksen tarkoitukseen eli yleisen hoitosuunnitelman rakentamiseen FHIR-standardilla PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelman pohjalta.

PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelmassa on useita sellaisia tietoja, joiden siirtämisen muihin järjestelmiin todettiin olevan epätarkoituksenmukaista. Siitä johtuen tässä tutkimuksessa käsiteltiin vain tärkeimpiä osia PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelmasta, jota kutsutaan järjestelmässä Asiakassuunnitelmaksi. Tietokannassa olevista tauluista hoitosuunnitelmaan vahvimmin liittyviä ja tarpeellisimpia tietoja todettiin löytyvän kolmesta taulusta, jotka ovat Asiakassuunnitelma, Interventio ja Tavoitteet. Näistä tauluista Asiakassuunnitelman todettiin vastaavan FHIR-standardin CarePlan-resurssia ja intervention todettiin vastaavan pääasiassa CarePlan-resurssin Activity-elementtiä, ja sen alaelementtejä. Tavoitteet taulun todettiin vastaavan eniten FHIR-standardin Goal-resurssin määrittelyä, johon CarePlan-resurssissa viitataan. Vaikka Goal-resurssi on oma resurssinsa, pidettiin se mukana tutkimuksessa, koska sen todettiin liittyvän hoitosuunnitelmiin niin vahvasti. (HL7, 2020.)

## 6.2 Hoitosuunnitelman käyttö PIRKKO®-järjestelmässä

Hoitosuunnitelmamäärittelyn avulla hoitosuunnitelma voidaan integroida joko potilastietojärjestelmään, tai muuhun terveydenhuollon järjestelmään, kuten THL:n Kanta-palveluun. FHIR-standardin mukaisen rajapinnan tekeminen ei vaadi kuitenkaan, että hoitosuunnitelman tarvitsee olla yksi yhteen toisen kanssa, vaan integraatio voidaan toteuttaa niin, että hoitosuunnitelmasta määritellään tietty FHIR-resurssin mukainen ratkaisu ja siihen liittyvät pakolliset elementit. Tässä käyttötapauksessa ei siis lähdetty siitä, että toteutus tehtäisiin johonkin tiettyyn järjestelmään ja sen toimintaa vastaamaan sopiva integraatio, vaan yleinen tarpeeksi laaja hoitosuunnitelmatoteutus, joka täyttää FHIR-standardin mukaiset vaatimukset. (HL7, 2020.)

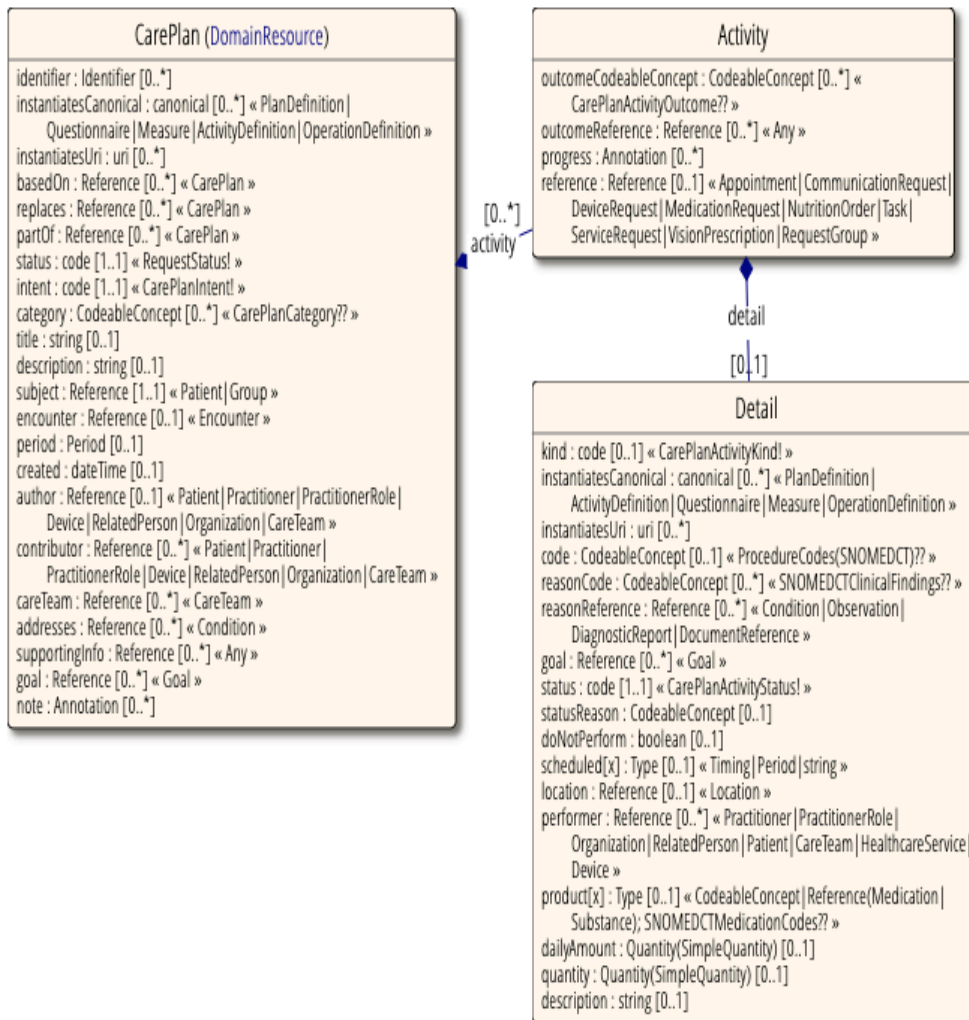
Kuviossa 19 on esimerkki käyttötapauksesta hoitosuunnitelman käyttämisestä järjestelmässä ja siihen liittyvästä toiminnasta. Kun hoitosuunnitelma on integroitu pysyvästi toimimaan yhdessä toisen järjestelmän kanssa, pitäisi palvelimen olla aina varma, että sillä on hoitosuunnitelmasta viimeisin versio, ja että se tallentaa päivitetyn hoitosuunnitelman myös toiseen järjestelmään.



Kuvio 19 Käyttötapauskaavio hoitosuunnitelman päivytyksestä.

### 6.3 FHIR-standardin CarePlan-resurssi

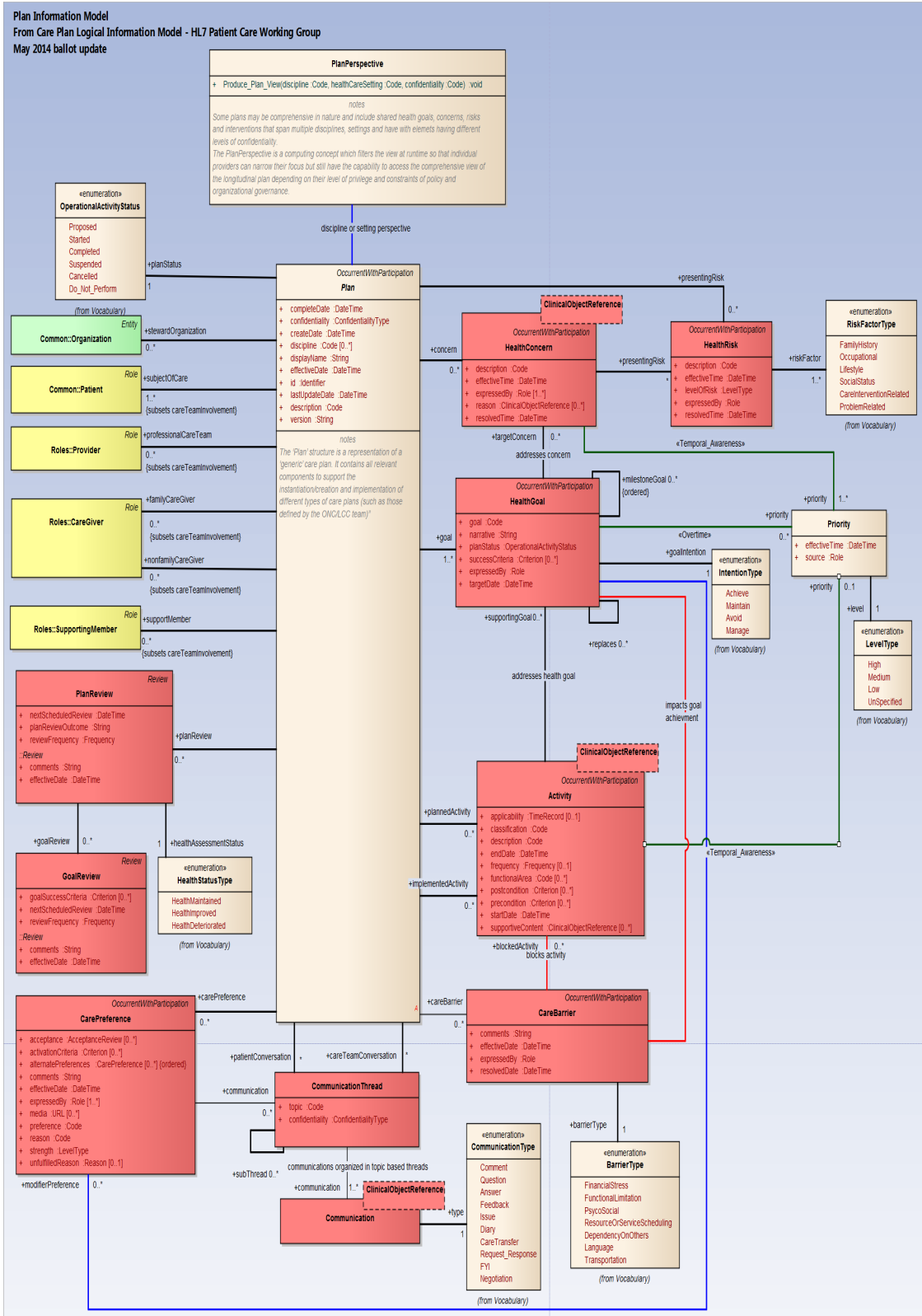
FHIR-standardissa hoitosuunnitelmaa todettiin vastaavan resurssi nimeltä CarePlan. CarePlan-resurssi sisältää sekä rakenteisia tietoja, että vapaata tekstiä. Vapaan tekstin osalta todettiin, että sitä voidaan lisätä CarePlan-resurssiin resurssista löytyvän note-kentän avulla, joita voi olla CarePlan-resurssissa vapaasti niin monta kuin on tarpeen. Note-kentän huomattiin kuitenkin ole FHIR-standardin määrittämissä pakollinen elementti. Rakenteisia elementtejä on kuvattu tarkemmin myöhemmissä luvuissa. Oleellisesti FHIR-standardin CarePlan-resurssiin todettiin liittyvän Activity-elementti, eli aktiviteetit, joita voi olla rajaton määrä hoitosuunnitelmaa kohti. Lisäksi Goal-resurssin todettiin olevan oleellinen tieto hoitosuunnitelman kannalta. FHIR-standardin CarePlan-resurssin sisältö kuvattuna UML-luokka kaaviona kuviossa 20. (HL7, 2020.)



Kuvio 20 UML-kaavio FHIR-standardin CarePlan-resurssista (HL7, 2020.)

Alla olevan kuvion 21 FHIR-standardin informaatiomallista todettiin, FHIR-standardiin CarePlan elementtiin voi yhdistyä myös monia muita erilaisia osia, joita ei

kuitenkaan katsottu ehdottoman tärkeäksi osaksi haluttua yleistä hoitosuunnitelmaa. Tutkimuksessa tärkeimpänä osana todettiin olevan kuitenkin etenkin itse CarePlan-resurssin ja siihen liittyvien peruselementtien mukainen FHIR-rajapintamäärittely. Jotta tutkimuksen laajuus ei lähtisi kasvamaan liikaa, päädyttiin ratkaisuun, että esimerkiksi potilas- ja yksikkötiedot jätettiin pois määrittelystä tämän tutkimuksen osalta. Potilastietojen ja organisaation tietojen käsittelyn ei katsottu tuovan tutkimukseen lisäarvoa. Tutkimuksessa päätettiin pitäytyä varsin tiukasti vain luomaan hoitosuunnitelmaa vastaava dokumentti.



Kuvio 21 esimerkki FHIR-standardin CarePlan-resurssin informaatiomallista (HL7, 2020.)

## 6.4 Hoitosuunnitelma-integraation tarvittavat elementit ja niiden kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi

### 6.4.1 Tarvittavat FHIR-elementit ja niiden tietosisällöt

Integraation toteutusta varten määriteltiin tarvittavat FHIR-resurssit, ja käytiin läpi niiden tietosisällöt, jotta niitä vastaavat PIRKKO®-järjestelmän tiedot pystyttiin hakemaan ja tunnistamaan. Taulukossa 1 on esiteltyä FHIR-standardin CarePlan-resurssin sisältö elementtitasolla ja elementtien tietotyypit, sekä niiden tietosisällöt.

Elementti	Tietotyyppi	Kardinaliteetti	Tarkempi selitys
identifier	Id	0..*	
instantiatesCanonical	Canonical	0..*	URL osoite, FHIR-protokollaan/instanssiin
instantiatesUri	uri	0..*	Ulkoiseen dokumenttiin ohjaava URL.
basedOn	reference	0..*	Viittaa toiseen CarePlan-resurssiin
replaces	reference	0..*	Viittaa toiseen CarePlan-resurssiin, joka uudella korvataan
partOf	reference	0..*	Mikäli CarePlan on osa laajempaa kokonaisuutta
Status	code	1..1	Pakollinen tieto, onko aktiivinen yms. Vaihtoehdot: draft   active   on-hold   revoked   completed   entered-in-error   unknown

intent	code	1..1	Suunnitelman tilanne. proposal   plan   order   option
category	CodeableConcept	0..*	Kertoo millainen hoitosuunnitelma kyseessä, esim. psykiatria.
title	string	0..1	Otsikko
description	string	0..1	Kuvaus
subject	reference	1..1	Mihin potilaaseen, tai joukkoon kohdistuu.
encourter	Reference	0..1	Millä tapaamisella CarePlan on luotu.
period	Period	0..1	Ajankohta, jolloin CarePlan on ollut käynnissä.
created	dateTime	0..1	Koska CarePlan on luotu
author	reference	0..1	Vastuuhenkilö viittaus
contributor	Reference	0..*	Viittaus tahoihin, jotka osallistuvat hoitosuunnitelman sisältöön.
careTeam	Reference	0..*	Hoidon tuottamiseen osallistuvat ihmiset ja organisaatiot
addresses	Reference	0..*	CarePlan-resurssiin liittyvät diagnoosit yms.
supporttingInfo	reference	0..*	Lisäsairaudet tai muu oleellinen info, jonka pohjalta suunnitelma on luotu.

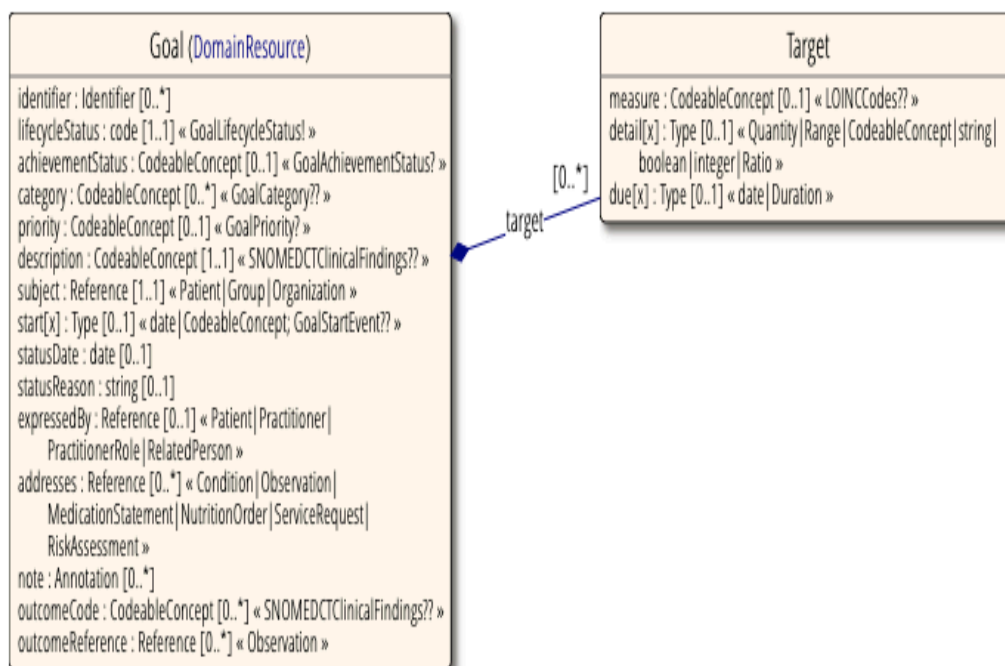
goal	Reference	0..*	Tavoite, viittaus Goal-resurssiin.
activity		0..*	CarePlan-resurssiin liittyvien aktiviteettien yläelementti
activity.outCome-CodeableConcept	CodeableConcept	0..*	Identifioi lopputuloksen, kun toiminnan tila arvioidaan.
activity.progress	Annotation	0..*	Huomautuksia toiminnan tilasta/etenemisestä
activity.reference	Reference	0..1	Viittaus jos aktiviteetti liittyy toiseen resurssiin
activity.detail		0..1	lisätietoja
activity.detail.kind	Code	0..1	
activity.detail.instantiatesCanonical	canonical	0..*	URL-osoite, joka osoittaa FHIR-protokollaan
activity.detail.instantiatesUri	uri	0..*	Ulkoiseen dokumenttiin viittaava URL-osoite
activity.detail.code	CodeableConcept	0..1	Aktiviteetin tyypin koodi.
activity.detail.reasonCode	CodeableConcept	0..*	Tarjoaa perustelut, jotka johtivat toiminnan sisällyttämisen suunnitelmaan.
activity.detail.reasonReference	Reference	0..*	Viittaus toiseen resurssiin, josta aktiviteetti johtuu.
activity.detail.goal	Reference	0..*	Viittaus aktiviteetin tavoitteen.
activity.detail.status	code	1..1	Aktiviteetin status



activity.detail.statusReason	CodeableConcept	0..1	Antaa taustatietoja statuksesta.
activity.detail.doNotPerform	boolean	0..1	Jos totta, tarkoittaa, että kuvattu toiminta on sellaista, ettei sitä pidä harjoittaa suunnitelmaa seuraamalla
activity.detail.scheduled[x]	Timing Period String	0..1	Koska aktiviteetti on suunniteltu tapahtuvaksi
activity.detail.location	Reference	0..1	Viittaus paikkaan, jossa aktiviteetti on tapahtunut
activity.detail.performer	Reference	0..*	Viittaus henkilöihin, jotka ovat mukana aktiviteetin toteutuksessa.
activity.detail.product[x]	CodeableConcept	0..1	Aktiviteetissa käytetyt lääkkeet yms.
activity.detail.dailyAmount	SimpleQuantity	0..1	Määrät, joita odotetaan annettavan päivittäin.
activity.detail.quantity	SimpleQuantity	0..1	Määrä, jonka kohteen odotetaan toimittavan.
activity.detail.description	string	0..1	Tekstimuotoiset lisätiedot
note	Annotation	0..*	Muut tiedot

Taulukko 1 CarePlan-resurssin elementit ja niiden tietosisällöt.

CarePlan-resurssin elementtien lisäksi huomattiin, että moni elementti viittaa toiseen FHIR-resurssiin. Näistä viittauksista päätettiin kuitenkin ottaa mukaan toteutukseen vain tärkeimmät, joiden pohjalta voitiin luoda järkevä hoitosuunnitelmakokonaisuus. Tutkimuksen ja hoitosuunnitelman kannalta tärkeäksi kohdaksi todettiin tavoitteet, eli Goal-resurssi, joka on kuvattuna oleellisimmilta elementeiltään UML kaaviona kuviossa 22. (HL7, 2020.)



Kuvio 22 UML-kaavio FHIR-standardin Goal-resurssista. (HL7, 2020.)

#### 6.4.2 Tarvittavat PIRKKO®-järjestelmän elementit ja tietosisällöt

Määrittelyn toteuttamiseksi PIRKKO®-järjestelmästä tarvittiin tarkoituksenmukaiseen FHIR-tyyliseksi muokattuun hoitosuunnitelmaan useampia tauluja, ja osasta Asiakassuunnitelma-taulua piti luoda erillisiä FHIR-resursseja (Goal-resurssiin liittyvät tiedot). Alla olevassa taulukossa 2 on esitelty PIRKKO®-järjestelmän Asiakassuunnitelma-tilasta FHIR-standardin mukaiseksi käännettyjä elementtejä, ja niiden sisältöjä, joilla saatiin aikaiseksi perustasoinen hoitosuunnitelma.

Elementti	Tietotyyppi	Tarkempi selitys
Asiakassuunnitelma_id	Int	Asiakassuunnitelman yksilöivä tunniste
Tila	String	Suunnitelman status. Vaihtoehdot: Ei suostu hoitoon   Tarve   Tilattu   Jonossa   Ei tarjota interventiota   Ohjattu eteenpäin   Käynnissä   Hyväksynnässä   Poistettu

Sotu	String	Henkilötunnus, joka identifioi tietyn potilaan.
Todellinen_aloitus_pvm	Date	Hoitosuunnitelman aloituspäivämäärä.
Todellinen_lopetus_pvm	Date	Hoitosuunnitelman lopetuspäivämäärä.
Vastuuhenkilö	Int	Hoitosuunnitelman vastuuhenkilön henkilö ID
yksikko	Int	Yksikön numerokoodi.
Tavoite1	String	
Tavoite2	String	
Tavoite3	String	
Alkuarvio_tavoitteesta1	String	
Alkuarvio_tavoitteesta2	String	
Alkuarvio_tavoitteesta3	String	
Loppuarvio_tavoitteesta1	String	
Loppuarvio_tavoitteessa2	String	
Loppuarvio_tavoitteesta3	String	
Interventio_id	int	Viittaus interventiotauluun, jossa on määritelty erilaisia hoitosuunnitelmiin liittyviä aktiviteetteja.
Suunniteltu_aloitus_pvm	Date	Suunniteltu aloitus päivämäärä.
Suunniteltu_lopetus_pvm		Suunniteltu lopetus päivämäärä.
Kayttaja	Int	Tieto käyttäjästä.
Yksikko	Int	Yksikön yksilöivä koodi.
Luotu_aika	Time	
Luotu_pvm	Date	

Taulukko 2 PIRKKO®-järjestelmän Asiakassuunnitelma-taulun elementtejä ja niiden tietosisältöjä.

Asiakassuunnitelma-taulun lisäksi FHIR-standardin aktiviteettia vastaavia tietoja todettiin löytyvän Interventio-taulusta, jonka elementtejä on esitelty taulukossa 3. Lisäksi FHIR-standardin mukaiseen Goal-resurssiin liittyviä kenttiä todettiin olevan tauluissa (Interventio ja Asiakassuunnitelma) riippuen siitä, tarkoitetaanko PIRKKO®-järjestelmässä potilaskohtaista tavoitetta, vai interventiokohtaista tavoitetta. Tutkimuksessa todettiin, että osa FHIR-standardin CarePlan-resurssin kentistä on sellaisia, joita olisi mahdollista saada haettua PIRKKO®-järjestelmästä, mutta erilaisen toimintalogiikan takia osan asioista hakeminen olisi vaatinut paljon yksityiskohtaisia ja järjestelmäspesifejä toimia ja koska nämä tiedot eivät ole pakollisia, niiden implementoimista ei lähdetty toteuttamaan vaan tutkimuksessa pidättäytyttiin esittämään perusversio hoitosuunnitelmasta.

Elementti	Tietotyyppi	Tarkempi selitys
Interventio_id	Int	Yksilöivä tunniste.
Title	String	Intervention otsikko
Type	String	Intervention tyyppi.
Yli_interventio	Int	Intervention ylempi taso
Tunnus	Int	Intervention tunnus
Tavoitekategoria	String	Viittaus intervention tavoitehierarkiaan.
Vastuuhenkilö	String	Kuka vastaa intervention sisällöstä
Department_id	Int	Yksikön yksilöivä koodi.
Min_ikä	Int	Potilaan minimiikä, jolle voidaan kyseistä interventiota tarjota.
Max_ikä	Int	Potilaan maksimiikä, jolle voidaan kyseistä interventiota tarjota.
Saatavuus	Int	Koska interventiota on saatavilla.
Valiarvo_hyvak	Boolean	Kertoo, onko Intervention väliarvio hyväksytty vai ei.
Loppuarvio_hyvak	Boolean	Kertoo, onko Intervention loppuarvio hyväksytty vai ei.
Description	String	Lisätietoja

Taulukko 3 Interventio-taulun elementtejä ja tietosisältöjä

Interventio-aulun kohdalla täytyi huomioida se, että PIRKKO®-järjestelmässä interventiot eivät ole lainkaan potilaskohtaisia vaan kaikki ne ovat erilaisia standardoituja hoidon tavoitteen ja hoidon tavan kertovia määriteltyjä hoitokokonaisuuksia. Kun potilaalle tehdään Asiakassuunnitelma-auluun hoitosuunnitelma, sen pohjaksi otetaan Interventio, joka on standardin mukainen kaikille potilaille, joilla on esimerkiksi vastaava tauti tai oireita. PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelmat perustuvat THL:n määrittelemiin Käypä Hoito -suosituksiin. Tutkimuksessa todettiin, että PIRKKO®-järjestelmän interventioiden logiikkaa oli joiltain osin vaikea kääntää FHIR-standardin mukaiseksi, niin että hoidon suunnittelun logiikka pysyisi riittävän samankaltaisena.

Esimerkkinä Interventiosta voisi olla vaikka masennushoito, jonka hoito voidaan määritellä perustilanteissa saman tyyppiseksi. Interventiossa voitaisiin määritellä esimerkiksi hoidon tarjoamisen määrä, tai millaista hoitoa potilaalle tulisi antaa. Lisäksi PIRKKO®-järjestelmän interventioilla on aina vastuuhenkilö, joka vastaa siitä, että kyseinen hoito on ohjeistusten mukaista ja sopivaa kyseisistä ongelmista kärsiville potilaille. FHIR-standardin hoitosuunnitelmien ei todettu vastaavan suoraan tällaista toimintalogiikkaa.

PIRKKO®-järjestelmässä tavoitteita on monenlaisia ja Interventio-auluihin liittyvien tavoitteiden todettiin olevan eri tyyppisiä, kuin mitä FHIR-käännöksessä tarvittiin. FHIR-standardin CarePlan-resurssissa oleva viittaus Goal-resurssiin todettiin olevan potilaskohtainen, eikä suoraan sidoksissa asiakassuunnitelmaan, mutta asiakassuunnitelma-aulussa olevalla viittauksella pystyttiin käyttämään Tavoitteet-aulusta löytyviä tietoja samalla tavalla kuin FHIR-standardin mukaisessa hoitosuunnitelmassa. Tavoitteet-aulun sisältöä on kuvattu taulukossa 4.

Elementti	Tietotyyppi	Tarkempi selitys
Tavoite id	int	Yksilöivä tunnus
Kuvaus	string	Tarkempi kuvaus tavoitteesta.
Alku_pvm	Date	Tavoitteen alkupäivämäärä
Loppu_pvm	Date	Tavoitteen loppupäivämäärä
Tila	String	Aktiivinen   Suunniteltu   Hyväksytty   Peruttu   Saavutettu   Hylätty
Luotu_pvm	Date	Tavoitteen luontipäivämäärä

Taulukko 4 Tavoitteet taulun sisältöjä ja tietotyyppejä.

### 6.4.3 Tietojen kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi.

Kuten aikaisemmin jo mainittiin kaikkia FHIR-standardin CarePlan-resurssissa olevia elementtejä ei ollut PIRKKO®-järjestelmässä saatavilla tai ne olivat PIRKKO®-järjestelmän toimintalogiikan takia hyvin erilaisia ja toisaalta PIRKKO®-järjestelmästä löytyi useita sellaisia elementtejä ja tietoja, joita FHIR-standardin mukaiseen hoitosuunnitelmaan ei ollut kannattavaa tuoda, jotta hoitosuunnitelmassa pystyttiin saavuttamaan järkevää standardinmukaisuutta. Alla olevassa taulukossa 4 on esitelty ne PIRKKO®-järjestelmän Asiakassuunnitelma-aulusta ja Interventio-aulusta FHIR-standardin CarePlan-

resurssin mukaiseksi käännöstä varten käännöstaulukko, jossa on esitelty sellaiset elementit, joiden kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi onnistui järkevästi niin, että määrityksen mukainen FHIR CarePlan-resurssin mukainen hoitosuunnitelmadokumentti voitiin toteuttaa.

Elementti (FHIR)	Elementti (PIRKKO®)	Määrä	Taulu (PIRKKO®)
identifier	Asiakassuunnitelma_id	1	Asiakassuunnitelma
instantiatesCanonical		0	
instantiatesUri		0	
basedOn	Viittaus (Asiakassuunnitelma_id)	0..*	Asiakassuunnitelma
replaces	Viittaus (Asiakassuunnitelma_id)	0..*	Asiakassuunnitelma
partOf	Viittaus (Asiakassuunnitelma_id)	0..*	Asiakassuunnitelma
Status	Tila (Tila1)	1	Asiakassuunnitelma
intent	Tila (Tila2)		Asiakassuunnitelma
category		0	
title		0	
description		0	
subject	Sotu	1	Asiakassuunnitelma
encourter		0	
Period.start	Todellinen_aloitus_pvm	1	Asiakassuunnitelma
Period.end	Todellinen_lopetus_pvm	1	
created	Luotu_pvm	1	Asiakassuunnitelma
author	Vastuuhenkilö	1	Asiakassuunnitelma
contributor		0	
careTeam	Yksikkö	1	Asiakassuunnitelma
addresses			
supportingInfo			

goal	Tavoite1	3	Asiakas-suunnitelma
activity	Interventio_id	1	Asiakas-suunnitelma /interventio
activity.outCome-CodeableConcept		0	
activity.progress		0	
activity.reference	Yli_interventio ali_interventio	2	interventio
activity.detail		0	
activity.detail.kind		0	
activity.detail.instantiatesCanonical		0	
activity.detail.instantiatesUri		0	
activity.detail.code	Tunnus	1	interventio
activity.detail.reasonCode		0	
activity.detail.reasonReference		0	
activity.detail.goal	Tavoite	0	interventio
activity.detail.status	Tila	1	Asiakas-suunnitelma
activity.detail.statusReason		0	
activity.detail.doNotPerform		0	
activity.detail.scheduled[x]	Suunniteltu_aloitus_pvm ja Suunniteltu_lopetus_pvm	1	Asiakas-suunnitelma
activity.detail.location	Department_id	1	interventio
activity.detail.performer	Kayttaja	1	Asiakas-suunnitelma
activity.detail.product[x]		0	
activity.detail.dailyAmount		0	

activity.detail.quantity		0	
activity.detail.description	Description	1	interventio
note		0	

Taulukko 5 PIRKKO®-järjestelmän elementtien kääntäminen FHIR-standardin mukaiseksi määrittelyksi.

Kuten yllä olevasta taulusta nähdään, PIRKKO®-järjestelmästä löytyi kaikki FHIR-standardin mukaisen CarePlan-resurssin toteuttamiseksi tarvittavat elementit, ja niiden todettiin olevan sellaisessa muodossa, että ne oli mahdollista muuttaa FHIR-standardin mukaiseen muotoon. Elementtien sisällöt vaihtelivat jossain määrin ja elementtien tietosisällöt eivät toimineet yksi yhteen FHIR-standardin kanssa, joten myös niitä varten toteutettiin käännökset, joita on esitelty taulukossa 5 ja taulukossa 6. Kuitenkin FHIR-standardi antoi niin paljon vapauksia, että sitä hyödyntäen pystyttiin muuttamaan PIRKKO®-järjestelmän Asiakassuunnitelma-taulu standardin mukaiseksi hoitosuunnitelmaksi suhteellisen helposti.

CarePlan.Status (FHIR)	Asiakassuunnitelma.Tila (PIRKKO®)
unknown	Ei suostu hoitoon
unknown	Tarve
unknown	Tilattu
unknown	Jonossa
unknown	Ei tarjota interventiota
unknown	Ohjattu eteenpäin
active	Käynnissä
unknown	Hyväksynnässä
revoked	Poistettu
Draft	Tarve
completed	Valmis
entered-in-error	Poistettu

Taulukko 6 CarePlan statuksen ja Asiakassuunnitelman tilan käännöstaulukko.

CarePlan.Intent (FHIR)	Asiakassuunnitelma.Tila (PIRKKO®)
plan	Ei suostu hoitoon
proposal	Tarve
order	Tilattu
order	Jonossa
plan	Ei tarjota interventiota
plan	Ohjattu eteenpäin
plan	Käynnissä
plan	Hyväksynnässä
plan	Poistettu

Taulukko 7 CarePlan intent-elementin ja Asiakassuunnitelman tilan käännöstaulukko.



Yllä olevien taulukoiden lisäksi todettiin, että Goal-resurssista tulisi luoda oma dokumentti, joka päädyttiin luomaan niin, että Goal-resurssin identifier-elementiksi tuodaan Asiakassuunnitelma taulun Tavoite1, jolla viitataan potilaskohtaiseen tavoitteeseen. Goal-resurssin elementin lifecycleStatus todettiin olevan pakollinen kenttä, joten sitä varten piti luoda erillinen käänöstaulukko, jotta PIRKKO®-järjestelmän Tavoitteiden tilat saatiin muokattua oikeanlaisiksi. Kyseinen taulukko on esitetty taulukossa 9. Interventoiden osalta päädyttiin, siihen, että niiden tavoitteita ei lähdetty toteuttamaan erikseen, vaan päätettiin pitäytyä potilaskohtaisissa tavoitteissa. Alla olevassa taulukossa 8 on esitelty Goal-resurssin luomista varten käänöstaulukko.

Goal (FHIR)	Elementti (PIRKKO®)	Taulu (PIRKKO®)
identifier	Tavoite1	Asiakassuunnitelma
lifecycleStatus	Tila	Tavoitteet
description	Kuvaus	Tavoitteet
Subject	Sotu	Asiakassuunnitelma
Start.startDate	Alku_pvm	Tavoitteet
Due[x].dueDate	Loppu_pvm	Tavoitteet

Taulukko 8 Goal-resurssin mukaisen dokumentin luomisen apuna käytetty taulukko.

Goal. lifecycleStatus (FHIR)	Tavoitteet.Tila (PIRKKO®)
Proposed	Suunniteltu
Planned	Suunniteltu
Accepted	Hyväksytty
Active	Aktiivinen
On-hold	Aktiivinen
Completed	Saavutettu
Cancelled	Peruttu
Entered-in-error	Hylätty
rejected	Hylätty

Taulukko 9 Goal resurssin tilan kääntämisen apuna käytetty taulukko.

## 6.5 Datan hakeminen ja muokkaus JSON-formaattiin

Koska FHIR-standardissa käytetään moderneja verkkoteknologioita, päätettiin data muokata JSON-formaattiin sen käsittelyn helpottamiseksi samalla kun se käännettiin FHIR-standardia vastaavaan muotoon. Datan käsittelyn toteutuksessa käytettiin R-ohjelmointikieltä, joka on avoimeen lähdekoodiin perustuva tilastollinen ohjelmointikieli, joka toimii hyvin erilaisissa datan käsittelyyn liittyvissä tarkoituksissa. Kuviossa 23 ja 24 on esitelty datan muokkaukseen käytetty koodi. Datan käänöstä varten käytettyihin CSV-tiedostoihin tallennettiin aikaisemmin esiteltyjen käänöstaulukkojen pohjalta luodut erilliset tiedostot, joissa määritellään, mitkä kentät vastaavat toisiaan.

```

1 # Author: Leevi Leppälä
2 # Created: 9.5.2020
3 #
4 # Skriptit, joilla haetaan data kannasta ja muutetaan se FHIR:n
5 #standardia vastaavaksi ja JSON formaattiin.
6
7 # Luetaan kirjastot ja laitetaan halutut asetukset
8 Sys.setlocale("LC_CTYPE","fi_FI.UTF-8")
9 options(stringsAsFactors = FALSE)
10
11 library(RMySQL)
12 require(jsonlite)
13
14
15 # Otetaan yhteys SQL:ään.
16 Testdb <- dbConnect(MySQL(), user ="Testi123",
17                     password ="testi", dbname = "Testi123")
18 on.exit(dbDisconnect(Testdb))
19
20 fetch(dbSendQuery(Testdb, "SET NAMES utf8;"),n= -1)
21
22
23 # Luetaan hoitosuunnitelmat
24 data <- fetch(dbSendQuery(Testdb, "select * from asiakassuunnitelmat a
25                               join interventiot b on a.interventio_id =
26                               b.interventio_id",n= -1))
27
28 names(data) <- tolower(names(data))
29
30 # Lisätään useampaan jakautuvat numeroituna
31 data$tila1 <- data$tila
32 data$tila2 <- data$tila
33 data$tila3 <- data$tila
34
35
36 # Luetaan CSV:hen tallennetut käännökset
37 table1 <- read.csv2("/Testi/table1.csv", sep = ",")
38 table1[,2] <- tolower(table1[,2])
39
40
41 table_intent <- read.csv2("/Testi/table_intent.csv",sep = ",",header = F)
42 table_status <- read.csv2("/Testi/table_status.csv",sep = ",",header = F)
43
44
45 # Luodaan elementit, joille tulee alatasoja.
46 names1 <- table1[table1[,4] == "",1]
47 data[,names1] <- ""
48
49 table1_orig <- table1
50 table1 <- table1[table1[,4] != "",]
51
52
53 # Muutetaan datan taulut vastaamaan FHIR standardia
54 for(k in 1:nrow(table1)){
55   ind<-match(table1[k,2], colnames(data))
56   colnames(data)[ind]<-table1[k,1]
57 }
58
59 # Poistetaan turhat sarakkeet
60 data <- data[,table1_orig[,1]]
61
62 # Muutetaan sarakkeet Status ja Intent vastaamaan sisältökäännöstä
63 data$Status <- as.factor(data$Status)
64 data$intent <- as.factor(data$intent)
65 data$Activity.Detail.status <- as.factor(data$Activity.Detail.status)
66
67

```

Kuvio 23 Datan haku tietokannasta ja muokkaaminen FHIR standardin mukaiseksi, sekä tallennus JSON-formaatissa.

```

68 # intent käännös
69 for(k in 1:nrow(table_intent)){
70   ind<-match(table_intent[k,2], levels(data$intent))
71   levels(data$intent)[ind]<-table_intent[k,1]
72 }
73 # status käännös
74 for(k in 1:nrow(table_status)){
75   ind<-match(table_status[k,2], levels(data$Status))
76   levels(data$Status)[ind]<-table_status[k,1]
77 }
78
79 for(k in 1:nrow(table_status)){
80   ind<-match(table_status[k,2], levels(data$Activity.Detail.status))
81   levels(data$Activity.Detail.status)[ind]<-table_status[k,1]
82 }
83
84 # muutetaan status ja intent takaisin character muotoon
85 data$Status <- as.character(data$Status)
86 data$intent <- as.character(data$intent)
87 data$Activity.Detail.status <- as.character(data$Activity.Detail.status)
88
89
90 data$resourceType = "CarePlan"
91
92 # muutetaan data.frame hierarkiseen muotoon
93 hierarchy1 <- data.frame( resourceType = data$resourceType
94                           , identifier = data$identifier
95                           , status = data$Status
96                           , intent = data$intent
97                           , subject = data$subject
98                           , period = data$Period
99                           , created = data$created
100                          , author = data$author
101                          , careTeam = data$careTeam
102                          , goal = data$goal
103                          , activity = data$activity
104 )
105
106
107
108 level2_period <- data.frame( start = data$Period.start
109                             , end = data$Period.end)
110
111 hierarchy1[1, "period"][[1]] <- list(level2_period)
112
113
114 level2_activity <- data.frame( reference = data$Activity.reference
115                               , detail = data$Activity.detail)
116
117 level3_activity_detail <- data.frame( code = data$Activity.detail.code
118                                     , status = data$Activity.Detail.status
119                                     , scheduledPeriod = data$activity.detail.scheduledPeriod
120                                     , location = data$activity.detail.location
121                                     , performer = data$activity.detail.performer
122                                     , description = data$activity.detail.description)
123
124
125
126
127 level3_scheduled <- data.frame( start = data$activity.detail.ScheduledPeriod.start
128                                 , end = data$activity.detail.ScheduledPeriod.end)
129
130 level3_activity_detail[1, "scheduledPeriod"][[1]] <- list(level3_scheduled)
131 level2_activity[1, "detail"][[1]] <- list(level3_activity_detail)
132 hierarchy1[1, "activity"][[1]] <- list(level2_activity)
133
134
135 # Kirjoitetaan data testikansioon json formaatissa.
136 write_json(hierarchy1, "/Testi/data.json")
137

```

Kuvio 24 Datan haku tietokannasta ja muokkaaminen FHIR standardin mukaiseksi, sekä tallennus JSON-formaatissa.

Goal-resurssien luomiseksi tarvittavan datan hakuun liittyvä koodi on esitelty kuviossa 25.

```

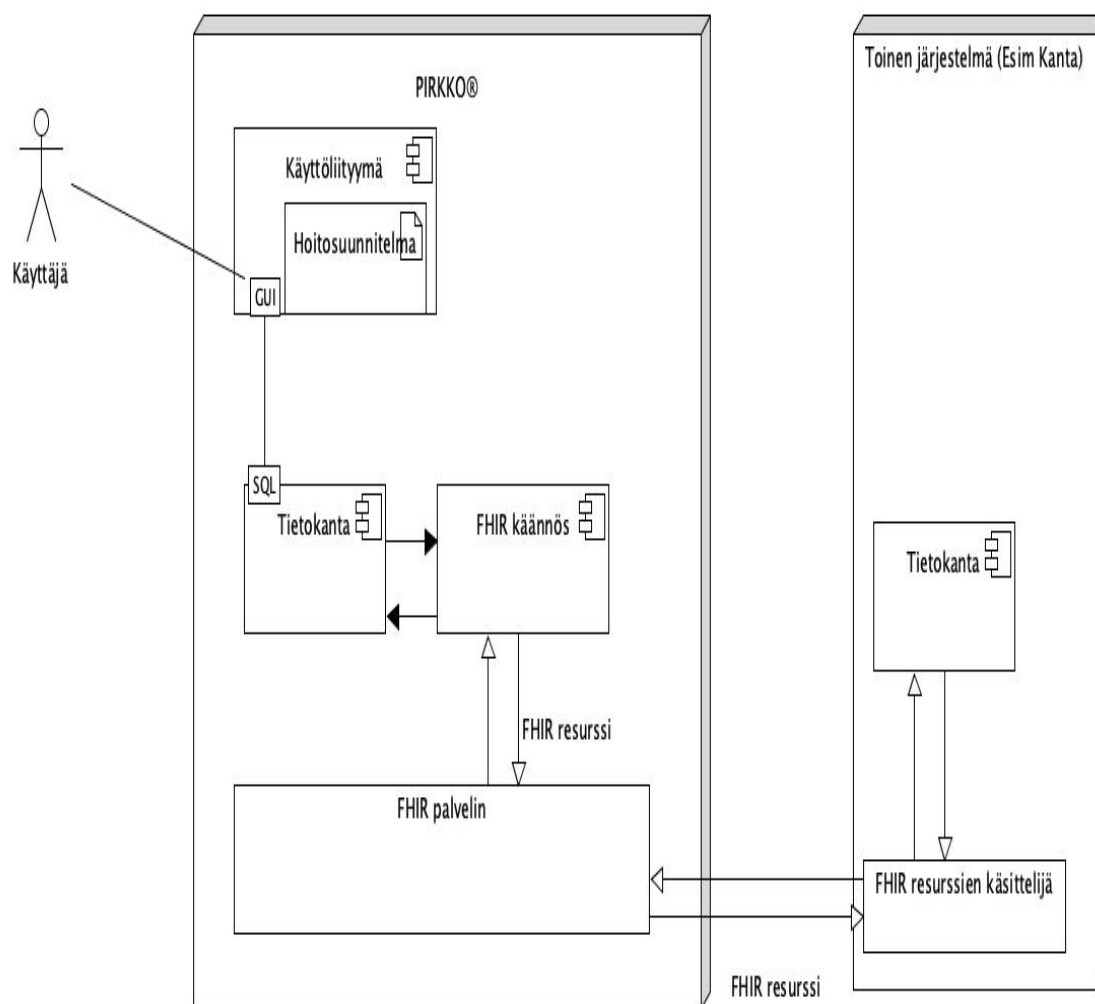
139 ## Luodaan Goal resurssia vastaavat tavoite dokumentit
140
141 data2 <- fetch(dbSendQuery(Testdb, "select * from tavoitteet a
142         join (select sotu, tavoite1 from asiakassuunnitelmat) b on a.tavoite_id =
143         b.tavoite1",n= -1))
144
145
146 names(data2) <- tolower(names(data2))
147
148 table2 <- read.csv2("/Testi/table_goal.csv", sep = ",")
149 table2[,2] <- tolower(table2[,2])
150 table_lifecyc <- read.csv2("/Testi/table_lifecyc.csv", sep = ",")
151
152 # Luodaan elementit, joille tulee alatasoja.
153 names2 <- table2[table2[,3] == "",1]
154 data2[,names2] <- ""
155
156 table2_orig <- table2
157 table2 <- table2[table2[,3] != "",]
158
159
160 # Muutetaan datan taulut vastaamaan FHIR standardia
161 for(k in 1:nrow(table2)){
162   ind<-match(table2[k,2], colnames(data2))
163   colnames(data2)[ind]<-table2[k,1]
164 }
165
166 # Poistetaan turhat sarakkeet
167 data2 <- data2[,table2_orig[,1]]
168
169
170
171 # Muutetaan sarake lifecycle status vastaamaan sisältökäännöstä
172 data2$lifecycleStatus <- as.factor(data2$lifecycleStatus)
173
174
175 # lifecycle käännös
176 for(k in 1:nrow(table_lifecyc)){
177   ind<-match(table_lifecyc[k,2], levels(data2$lifecycleStatus))
178   levels(data2$lifecycleStatus)[ind]<-table_lifecyc[k,1]
179 }
180
181
182 # muutetaan status ja intent takaisin character muotoon
183 data2$lifecycleStatus <- as.character(data2$lifecycleStatus)
184
185
186 data2$resourceType = "Goal"
187
188
189
190 # muutetaan data.frame hierarkiseen muotoon
191 hierarchy2 <- data.frame( resourceType = data2$resourceType
192         ,identifier = data2$identifier
193         ,lifecycleStatus = data2$lifecycleStatus
194         ,description = data2$description
195         ,subject = data2$subject
196         ,startDate = data2$startDate
197         ,target = data2$target
198 )
199
200
201
202 level2_target <- data.frame( dueDate = data2$target.dueDate)
203 hierarchy2[1, "target"][[1]] <- list(level2_target)
204
205 write_json(hierarchy2, "/Testi/data_goal.json")
206
207

```

Kuvio 25 Goal resurssiin vaadittavan datan muokkaaminen FHIR-muotoon ja JSON-formaattiin.

## 6.6 Tiedonsiirto PIRKKO®-järjestelmästä toiseen järjestelmään

Tutkimuksessa ei toteutettu tiedonsiirtoa käytännössä, mutta tiedonsiirrosta järjestelmien välillä tehtiin suunnitelma, joka perustuu luotuihin datakäännöksiin. Tutkimuksessa päädyttiin suunnittelemaan tiedonsiirto järjestelmien välillä niin, että FHIR-moduulit järjestelmien välissä käsittelevät kaiken FHIR-resursseihin liittyvän logiikan ja järjestelmät voivat käyttää omia tietokantojaan niin kuin tähänkin asti. Tämän tyyppistä mallia on käytetty esimerkiksi Saripallen, Runuanin ja Russelin (2019) artikkelissa, jossa esitellään potilastietokannan yhteentoimivuutta FHIR-standardin avulla. Saman tyyppinen toteutus tässä käyttötapauksessa on esitelty kuviossa 24.



Kuvio 26 hoitosuunnitelmien datan kulku ja integraatio. (Saripalle, Runyan & Russel, 2019.)

Hoitosuunnitelman siirtämistä ja jakamista varten tarvittaisiin FHIR-interaktioita, joita on esitelty tarkemmin luvussa 3.3. Käytännössä muutosten päivittäminen voitaisiin hoitaa niin, että PIRKKO®-järjestelmässä avataan hoitosuunnitelma, PIRKKO® tekee kyselyn, että onko kyseinen hoitosuunnitelma päivitetty toisessa järjestelmässä vai ei. Toinen järjestelmä palauttaisi tiedon muutoksista, jonka perusteella PIRKKO® osaisi, joko pyytää resurssin päivittyneet tiedot, tai saisi tiedon, että PIRKKO®-järjestelmässä on jo ajan-kohtainen tieto.

Lisäksi kun PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelmaan tehdään muutoksia, tulisi muutokset aina päivittää myös toiseen järjestelmään. Tarvittaessa FHIR-rajapinnan yli tulisi olla mahdollista poistaa hoitosuunnitelmia. Tarvittavia FHIR-resursseja, joita voitaisiin käyttää viestien lähettämisessä, olisivat esimerkiksi Read, Vread, Update, Delete, Create ja History. Kuviossa 23 on esimerkki FHIR-standardin mukaisesta Create-interaktiosta, jolla voitaisiin luoda ensimmäisellä kerralla hoitosuunnitelmat toiseen järjestelmään tai voitaisiin luoda aina uusi PIRKKO®-järjestelmässä luotu hoitosuunnitelma toiseen järjestelmään.

```

<entry>
  <resource>
    <Patient>
      <!-- the id of the created resource -->
      <id value="23424"/>
      <!-- snip -->
    </Patient>
  </resource>
  <request>
    <!-- POST: this was a create -->
    <method value="POST"/>
    <url value="Patient"/>
  </request>
  <!-- response carries the instant the server processed the create -->
  <response>
    <lastModified value="2014-08-15T10:35:02.034Z"/>
  </response>
</entry>

```

Kuvio 27 Esimerkki FHIR-standardin Create-interaktiosta. (HL7, 2020.)

## 6.7 Tulokset

Tutkimuksen tuloksena syntyi JSON-formaatissa oleva dokumentti, jossa PIRKKO®-järjestelmän tiedot on käännetty FHIR-standardin elementtejä vastaaviksi tiedoiksi. Näitä saatuja JSON-tiedostoja voitaisiin seuraavassa vaiheessa hyödyntää, kun lähdettäisiin rakentamaan tiedonsiirron mahdollistavaa FHIR-palvelinta, jolle JSON-dokumenteissa olevat tiedot voitaisiin siirtää. Kuviossa 27 ja 28 on esitetty tuloksena saatu JSON-dokumentti yksittäisen testipotilaan osalta, ja siihen liittyviä tavoitteita kuvaavat dokumentti.

Vaikka kuvien esittämät JSON-tiedostot ovat lähellä varsinaista FHIR-standardin resursseja, tuloksena saadut JSON-tiedostot, eivät ole vielä valmiita FHIR-resursseja. Tiedostoista myös huomaa, että erilaiset viittaukset toisiin resursseihin tulisi rakentaa ja se vaatisi erilaisten tietojen luomista FHIR-palvelimelle ennen kuin hoitosuunnitelma voitaisiin siirtää täysin. Esimerkiksi potilaiden tiedot tulisi olla valmiina FHIR-resursseina, samoin kuin yksiköt. Toisaalta tämän tutkimuksen tavoitteena ei ollut luoda valmista FHIR-pohjaista tiedonhallinnointi ratkaisua, vaan luoda määrittely siitä, miten olemassa oleva hoitosuunnitelma tulee muokata, jotta päästään FHIR-standardin mukaiseen yleiseen hoitosuunnitelmaan, jota pystyttäisiin hyödyntämään laajemmin kuin vain yhdessä järjestelmässä.



```
1
2
3  [{
4    "resourceType": "CarePlan",
5    "identifier": 1,
6    "status": "active",
7    "intent": "plan",
8    "subject": "24122020-1234",
9    "period": [{
10     "start": "2020-01-01",
11     "end": "2021-01-01"
12   }],
13   "created": "2020-01-01",
14   "author": 2,
15   "careTeam": 1,
16   "goal": 2,
17   "activity": [{
18     "reference": 100,
19     "detail": [{
20       "code": 220,
21       "status": "active",
22       "scheduledPeriod": [{
23         "start": "2020-02-01",
24         "end": "2021-01-01"
25       }],
26       "location": 21,
27       "performer": 1,
28       "description": "testi124"
29     }]}]
30   }]}
31 ]]
```

Kuvio 28 JSON-tiedoston sisältö, joka sisältää CarePlan-elementtiin liittyvät tiedot.

```
1  [{
2    "resourceType": "Goal",
3    "identifier": 2,
4    "lifecycleStatus": "Active",
5    "description": "testi tavoite 123",
6    "subject": "24122020-1234",
7    "startDate": "2020-01-01",
8    "target": [{
9      "dueDate": "2021-01-01"
10   }]
11  }]
12
```

Kuvio 29 Goal-resurssia vastaava JSON-dokumentti

## 7 Yhteenveto

Tutkielmassa käytiin läpi erilaisia terveydenhuollontietojärjestelmien yhteentoimivuuteen liittyviä käsitteitä, teknologioita ja standardeja, painottuen HL7-organisaation FHIR-standardiin, jolla toteutettiin myös hoitosuunnitelman integraation käyttöönottoesimerkki Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmään. Tutkielmassa pohdittiin myös yhteentoimivuuden hyötyjä ja yhteentoimivuutta ylipäänsä, sekä esiteltiin rakenteista kirjaamista ja siitä saatavia hyötyjä. Erityisesti tutkielmassa painotettiin rakenteista hoitosuunnitelmaa, jonka integroimisesta FHIR-standardin mukaiseksi käsitteli myös tutkielman viides luku, jossa esitettiin käytännössä, kuinka rakenteinen hoitosuunnitelma voitaisiin siirtää FHIR-standardin avulla toiseen järjestelmään ja tehdä siitä yhteentoimiva useampien järjestelmien kanssa.

Tutkielmassa esiteltiin konstruktiivinen tutkimus siitä, miten standardoidun hoitosuunnitelman voisi toteuttaa käyttäen FHIR-standardia ja Solutos Oy:n PIRKKO®-järjestelmässä olevaa rakenteista hoitosuunnitelmaa. PIRKKO®-järjestelmän rakenteinen hoitosuunnitelma on erittäin laaja ja vahvasti rakenteinen. PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelman laajuudesta johtuen tiettyjä osia hoitosuunnitelmasta jouduttiin jättämään pois ja pitäytymään yleisemmin käytettävässä ja tarkoituksenmukaisemmassa suppeammassa hoitosuunnitelmassa. Jotta hoitosuunnitelma olisi mahdollisimman hyvin hyödynnettävissä muissa järjestelmissä, ei tutkielmassa nähty tarkoituksenmukaiseksi muuttaa FHIR-standardin mukaiseksi kaikkia PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelman osia vaan spesifeimmät osat jätettiin pois.

Tutkimus kuitenkin esittää hyvin, miten olemassa olevan järjestelmän rakenteinen hoitosuunnitelma voitaisiin muuttaa FHIR-standardin mukaiseen muotoon ja millaisia vaatimuksia se edellyttää. Myös tiedonsiirron osalta tutkielmassa esitettiin malli, joka esittää, miten tiedonsiirtoarkkitehtuuri voitaisiin toteuttaa eri järjestelmien välillä, vaikka tutkielmassa ei tehtykään varsinaista FHIR-resursseja sisältävää palvelinta. Tutkielmassa esitelty PIRKKO®-järjestelmän hoitosuunnitelmasta tehty FHIR-käännös näyttää hyvin, miksi rakenteinen kirjaaminen on erittäin tärkeää, kun pyritään saavuttamaan eri järjestelmien välistä yhteentoimivuutta. Ilman rakenteista kirjaamista ei vastaavanlaista käännöstaulukkoa olisi mahdollista toteuttaa, ja standardoitu tiedon muokkaaminen FHIR-standardin mukaiseen muotoon vaatisi tekstin parsimista ja erilaisten merkkaustopojen tarkoituksen arvaamista. Tutkimus osoittaa hyvin sen, kuinka paljon rakenteinen kirjaaminen helpottaa yhteentoimivuutta ja datan muokkaamista tietyn standardin mukaiseksi.

Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta FHIR-standardin olevan toimiva tapa tehdä rakenteisen hoitosuunnitelman siirtämistä ja ylläpitoa järjestelmien välillä. Tutkielmassa rakenteisen hoitosuunnitelmaan toteutettava integraatio on kuitenkin vain yksi esimerkki olemassa olevasta rakenteisesta hoitosuunnitelmasta ja FHIR-standardin CarePlan-resurssin toimivuutta rakenteisen hoitosuunnitelman siirtämiseksi järjestelmien välillä tulisi tarkastella useampien tapausten avulla, jotta FHIR-standardin toimivuutta kyseisessä käyttötapauksessa voitaisiin laajasti yleistää. Jatkotutkimuskohteena olisikin hyvä tutkia erilaisten hoitosuunnitelmien ja standardien käyttöä rakenteisen hoitosuunnitelman integraatiototeutuksissa. Lisäksi kyseistä tutkimustapausta voisi jatkaa toteuttamalla FHIR-palvelimen, jolle FHIR-resursseja voitaisiin tallentaa. Tutkimus toimii kuitenkin hyvänä pohjana valmiille FHIR-standardiin pohjautuvalle rajapintaratkaisulle.

Kuten tutkimusosiossa huomattiin, vaatii laajasti yhteentoimivan rajapinnan rakentaminen paljon määrittelyä, jotta yhteentoimivuuden hyötyjä alettaisiin saavuttaa. Tutkimuksen tulos tältä osin vastaakin hyvin aikaisempia tuloksia siitä, miksei hyvin yhteentoimivia ratkaisuja ole saatu rakennettua. Yhteentoimivien järjestelmien vähyys johtuu esimerkiksi siitä, että terveydenhuolto on erittäin laaja aihepiiri ja se tarkoittaa, että alalla on erilaisia sovelluksia, joilla on erilaisia loogisia rakenteita. Lisäksi yhteentoimivuuden edut eivät ole helposti yhdelle sidosryhmälle kohdistuvia vaan ne jakautuvat monien eri sidosryhmien välille, jolloin mikään taho ei saa yhteentoimivasta järjestelmästä niin suurta hyötyä, että sille syntyisi vahva motivaatio lähteä kehittämään uusia kalliita järjestelmiä ja standardeja. Usein tähän voidaan lisätä myös se, että uuden yhteentoimivan järjestelmän kehittäjä maksaa järjestelmästä paljon, mutta seuraaville siihen liittyville se on halvempaa.

Hyötyjä yhteentoimivuuden kehittämisestä olisi kuitenkin useita, kuten tutkimuksessa käsitelty samojen hoitosuunnitelmien käyttö useissa järjestelmissä. Yhteentoimivuuden tärkeimpinä huomioina voidaan nähdä se, että se parantaisi potilaiden turvallisuutta ja lisäisi potilaiden mahdollisuuksia päästä osallistumaan hoitoonsa. Yhteentoimivuudella voitaisiin varmistua siitä, että käytettävissä on aina viimeisin ja oikein data, jolloin voidaan välttyä turhulta kaksinkertaiselta testaamiselta ja varmistua siitä, että esimerkiksi diagnoosit ovat oikeita. Yhteentoimivat järjestelmät mahdollistavat myös kolmannen osapuolen kehittämien sovelluksien käytön ja uusien innovaation synnyn, kun muillakin on pääsy dataan.

Vaikka tutkimuksessa käytettiinkin FHIR-standardia, tutkielmassa esiteltiin myös tarkemmin erilaisia terveydenhuollon yhteentoimivuuden standardeja, lähinnä kuitenkin HL7-organisaation kehittämiä standardeja. Standardeista esiteltiin erityisesti HL7 v2 ja HL7 v3, sekä HL7 v-standardin pohjalta kehitettyä CDA-standardia, mutta myös muiden organisaatioiden luomia standardeja, kuten DICOM-standardia ja IHE integraatioprofiileja. Lisäksi esiteltiin terveydenhuollon terminologiaan ja sitä kautta datan sisältöihin vaikuttavia standardeja. Tällaisia standardeja ovat mm. SNOMED CT, LOINC ja ICD-10.

Eri standardit ovat syntyneet eri aikoina ja esimerkiksi HL7-organisaation standardit HL7 v2, HL7 v3 ja FHIR-standardi voidaan nähdä selkeänä jatkumona toisilleen, ja uudemmissa standardeissa on koitettu päästä eroon aikaisempien standardien aiheuttamista ongelmista ja toisaalta myös tuoda hyvin toimineet osat seuraavaan versioon. Tapaustutkimuksessa käytetty FHIR-standardin todettiin olevan erittäin käyttökelpoinen standardoidun hoitosuunnitelmadokumentin luomiseen, ja se tarjosi laajasti erilaisia vaihtoehtoja, mutta kuitenkin jätti tarpeeksi vapauksia, joka helpotti hoitosuunnitelman muokkaamista.

Muista mahdollisista standardeista HL7 v2 -standardi on ollut erittäin laajasti käytössä ja sen toimiminen terveydenhuollon viestien välityksessä on ollut erittäin toimivaa. HL7 v2 -standardi on myös vanhin HL7-standardeista ja se onkin otettu kehitetty jo 1980-luvun lopussa. HL7 v2 -standardi on esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Suomessa erittäin laajasti käytetty ja suurimman osan sairaaloista järjestelmät tukevat sitä. HL7 v2 -standardi keskittyy erityisesti erilaisten viestien lähettämiseen ja niiden rakenteiden määrittelemiseen. Hyvänä puolena HL7 v2 -standardissa on ollut se, että se on standardina ollut erittäin joustava ja se sisältää paljon valinnaisia tietokenttiä, mikä on mahdollistanut sen laajan käytön. Joustavuus kuitenkin tarkoittaa myös sitä, että sen käyttöönotto vaatii paljon määrittelyä ja datan siirtämisessä on tutkittava tarkasti, mitä ominaisuuksia standardista toinen osapuoli käyttää.

HL7 v2 -standardin jälkeen tullessa HL7 v3 -standardissa taas on lähdetty ratkaisemaan HL7 v2 -standardin ongelmia, ja on pyritty luomaan standardi, jota voitaisiin

käyttää suuremmissakin kokonaisuuksissa ja monimutkaisemmissa järjestelmissä. HL7 v3 -standardi sisältää yksityiskohtaisia määrittämiä, mutta mallista tuli lopulta liian suuri ja monimutkainen, joten sitä on myöhemmin yksinkertaistettu. Mallin CDA-versio on kuitenkin laajasti käytössä ja se on myös Suomessa THL:n rakenteisen potilaskertomuksen pohjana. Lisäksi tutkielmassa esiteltiin muiden organisaatioiden malleista DICOM-standardi ja IHE-profiilit. DICOM-standardi on alun perin kehitetty lääketieteellisten kuvien lähettämiseen, joskin mallissa määritellään myös paljon muita tietoja ja sitä voitaisiin käyttää esimerkiksi potilaan tietojen lähettämiseen. IHE-profiilit eivät taas itsessään ole standardeja vaan IHE on organisaatio, joka määrittelee, mikä standardeista on toimivien tietyssä käyttötapauksessa.

Terveydenhuollon tietojen siirtämisessä eri organisaatioiden ja sovellusten välillä on tärkeää myös se, että terminologia on samanlaista. Tutkielmassa terminologiaan liittyviä standardeista esiteltiin SNOMED CT, LOINC ja ICD-10. Erilaisilla kliinisen terveydenhuollon terminologiaan liittyvillä standardeilla on merkittävä rooli siinä, että erilaisten dataelementtien tietosisällöt vastaavat toisiaan ja dataa pystytään helposti ymmärtämään, sekä käyttämään muuallakin, kuin alkuperäisessä järjestelmässä. Tällaisia terveydenhuollossa tärkeitä tietosisältöjen koodistoja edustaa esimerkiksi ICD-10 tautiluokitus järjestelmä, joka on käytössä laajasti esimerkiksi Suomessa ja sen käyttöä edellyttää esimerkiksi THL.

Erityisesti tutkielmassa käytiin läpi HL7-organisaation uusinta standardia FHIR-standardia, jota käytiin läpi tarkemmin kuin muita standardeja ja sillä toteutettiin tutkielmassa kuvaus hoitosuunnitelma-integraatiosta PIRKKO®-järjestelmästä muihin järjestelmiin. FHIR-standardista esiteltiin sen peruseräitä ja sen taustalla olevaa resurssipohjaista ajattelua. FHIR-standardin eroja aikaisempiin standardeihin käytiin yleisesti läpi. Tutkielmassa myös esiteltiin, miten FHIR toimii ja millaisia mahdollisuuksia siinä on. Tutkielmassa tuotiin esille myös FHIR-standardin erityispiirteitä ja sitä miksi se on erityisen lupaava standardi. FHIR-standardista esiteltiin sen taustalla olevia resursseja, tyyppejä, interaktioita ja web-pohjaisia ominaisuuksia, joihin standardi perustuu.

Standardien lisäksi tutkielmassa esiteltiin terveydenhuollon tietojärjestelmien yhteentoimivuuden kannalta oleellista rakenteista kirjaamista, jonka laajempi standardin mukainen käyttöönotto lisäisi erilaisten järjestelmien yhteensovittamisen mahdollisuuksia suuresti. PIRKKO®-järjestelmän rakenteinen hoitosuunnitelma, jota tapaustutkimuksessa käytettiin, on hyvä esimerkki laajasti rakenteisesta hoitosuunnitelmasta, jonka ansiosta tutkimuksessa pystyttiin luomaan FHIR-standardin mukainen hoitosuunnitelmadokumentti. Viime vuosina Suomessa THL onkin määritellyt, mitä rakenteisen kirjaamisen kuuluisi olla, ja kuinka sitä tulisi käyttää. Onkin oletettavaa, että rakenteinen kirjaaminen tulee lisääntymään Suomessa tulevina vuosina.

Vaikka tavoitteet rakenteisen kirjaamisen lisäämiseksi ovat selkeät ja hyödyt on tunnistettu, ei hoitotyössä ole vielä saavutettu yhtenäistä tapaa raportoida hoidosta. Rakenteisella hoitosuunnitelmalla voidaan saavuttaa parempaa suunnitelmallisuutta terveydenhuoltoon ja varmistaa, että suunniteltu hoito on parhaiden käytänteiden mukaista. Standardoidulla hoitosuunnitelmalla voidaan myös säästää aikaa ja resursseja, kun tiedot on kirjattu järkevästi ja niiden käyttö myöhemmin on helppoa hoitohenkilökunnalle. Huolimatta selkeistä hyödyistä, rakenteista hoitosuunnitelmaa ei Suomessa käytetä vielä tarpeeksi laajasti. Tutkielman tapaustutkimuksen tuloksena saatu hoitosuunnitelmadokumentti kuitenkin tarjoaa yhden mahdollisen toteutuksen hoitosuunnitelmasta, jota on mahdollista käyttää yleisesti useissa järjestelmissä.

## LÄHTEET

Agarwal, R., Gao, G. (., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research Commentary—The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research*, 21(4), 796-809. doi:10.1287/isre.1100.0327

Alanära, T. (2017). Kysely-ja välityspalvelu: Toiminnallinen määrittely, versio 1.2.

Begoyan, A. (2007). An overview of interoperability standards for electronic health records. *USA: Society for Design and Process Science*,

Bender, D., & Sartipi, K. (2013). HL7 FHIR: An agile and RESTful approach to healthcare information exchange. Paper presented at the *Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2013 IEEE 26th International Symposium On*, 326-331.

Benson, T. (2012). *Principles of health interoperability HL7 and SNOMED* Springer Science & Business Media.

Bhargava, A., Kim, T., Quine, D. B., & Hauser, R. G. (2020). A 20-year evaluation of LOINC in the united states' largest integrated health system. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 144(4), 478-484.

Borisov, V., Minin, A., Basko, V., & Syskov, A. (2018). FHIR data model for intelligent multimodal interface. Paper presented at the *2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR)*, 420-425.

Brailer, D. J. (2005). Interoperability: The key to the future health care system: Interoperability will bind together a wide network of real-time, life-critical data that not only transform but become health care. *Health Affairs*, 24(Suppl1), W5-21.

Braunstein, M. L. (2018). Fhir. In M. L. Braunstein (Ed.), *Health informatics on FHIR: How HL7's new API is transforming healthcare* (pp. 179-203). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-93414-3\_9 Retrieved from [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93414-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93414-3_9)

Cardoso, L., Marins, F., Portela, F., Santos, M., Abelha, A., & Machado, J. (2014). The next generation of interoperability agents in healthcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(5), 5349-5371.

Cyr, T. J. S. (2013). An overview of healthcare standards. Paper presented at the *2013 Proceedings of IEEE Southeastcon*, 1-5.

Dewenter, H., & Thun, S. (2016). Improved handling of synonymous SNOMED CT concepts used in HL7 version 3 by the example of the von willebrand disease. *European Journal of Biomedical Informatics*, 12(1)

- Eichelberg, M., Aden, T., Riesmeier, J., Dogac, A., & Laleci, G. B. (2005). A survey and analysis of electronic healthcare record standards. *Acm Computing Surveys (Csur)*, 37(4), 277-315.
- Fung, K. W., Xu, J., Rosenbloom, S. T., & Campbell, J. R. (2019). Using SNOMED CT-encoded problems to improve ICD-10-CM coding—A randomized controlled experiment. *International Journal of Medical Informatics*, 126, 19-25.
- Haak, D., Page, C., & Deserno, T. M. (2016). A survey of DICOM viewer software to integrate clinical research and medical imaging. *Journal of Digital Imaging*, 29(2), 206-215.
- Hammami, R., Bellaaj, H., & Kacem, A. H. (2014). Interoperability for medical information systems: An overview. *Health and Technology*, 4(3), 261-272.
- Haux, R. (2006). *Health information systems – past, present, future* doi://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.08.002
- Harrison, H., Birks, M., Franklin, R., & Mills, J. (2017). Case study research: Foundations and methodological orientations. Paper presented at the Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research, , 18(1)
- Heinze, O., Birkle, M., Köster, L., & Bergh, B. (2011). Architecture of a consent management suite and integration into IHE-based regional health information networks. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 11(1), 58.
- HL7. (2020). Haettu 13.4.2020 osoitteesta <https://www.hl7.org/fhir>
- Hong, N., Wang, K., Wu, S., Shen, F., Yao, L., & Jiang, G. (2019). An interactive visualization tool for HL7 FHIR specification browsing and profiling. *Journal of Healthcare Informatics Research*, 3(3), 329-344.
- Houta, S., Ameler, T., & Surges, R. (2019). Use of HL7 FHIR to structure data in epilepsy self-management applications. Paper presented at the 2019 International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 111-115.
- Hussain, M., Afzal, M., Ahmad, H. F., Khalid, N., & Ali, A. (2009). Healthcare applications interoperability through implementation of hl7 web service basic profile. Paper presented at the 2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations, 308-313.
- Jeon, D., Lee, D., & Hwang, H. (2018). Reactive server interface design for real-time data exchange in multiple data source and clients. Paper presented at the 2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 556-558.
- Jokinen, T., & Virkkunen, H. (2018). Potilastiedon rakenteisen kirjaamisen opas. *OSAI.Versio*,

Joukes, E., Cornet, R., de Bruijne, M. C., de Keizer, N. F., & Abu-Hanna, A. (2018). Development and validation of a model for the adoption of structured and standardised data recording among healthcare professionals. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 18(1), 54.

Kallio, A., Korhonen, M., & Tahvanainen, H. (2018). Rationaalisen lääkehoidon tiedonhallinnan kehittäminen työryhmän raportti.

Kanta (2019). HL7-määrittelyt . Haettu 13.4.2019 osoitteesta <https://www.kanta.fi/jarjestelmakehittajat/hl7>

Kasthurirathne, S. N., Mamlin, B., Kumara, H., Grieve, G., & 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*, 39(11), 182.

Kim, J., Macieira, T. G., Meyer, S. L., Ansell, M., Bjarnadottir, R. I., Smith, M. B., . . . Keenan, G. M. (2019). Towards implementing SNOMED CT in nursing practice: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, , 104035.

Komulainen, J., Vuokko, R., & Mäkelä, M. (2011). Rakenteinen terveysterveys- ja hoitosuunnitelma. *Luokitukset, Termistöt Ja Tilasto-Ohjeet/Terveysterveiden Ja Hyvinvoinnin Laitos (THL): 7/2011*,

Koodistopalvelu (2020). Haettu 1.5.2020 osoitteesta <https://koodistopalvelu.kanta.fi/>

Kukhareva, P., Warner, P., Rodriguez, S., Kramer, H., Weir, C., Nanjo, C., . . . Kawamoto, K. (2019). Balancing functionality versus portability for SMART on FHIR applications: Case study for a neonatal bilirubin management application. Paper presented at the *AMIA Annual Symposium Proceedings*, , 2019 562.

Kushniruk, A. W., Bates, D. W., Bainbridge, M., Househ, M. S., & Borycki, E. M. (2013). National efforts to improve health information system safety in canada, the united states of america and england. *International Journal of Medical Informatics*, 82(5), e149-e160. doi://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2012.12.006

Lee, J., Hulse, N. C., Wood, G. M., Oniki, T. A., & Huff, S. M. (2016). Profiling fast healthcare interoperability resources (FHIR) of family health history based on the clinical element models. Paper presented at the *AMIA Annual Symposium Proceedings*, , 2016 753.

Lehne, M., Sass, J., Essenwanger, A., Schepers, J., & Thun, S. (2019). Why digital medicine depends on interoperability. *NPJ Digital Medicine*, 2(1), 1-5.

Lehto, M. (2017). Suomen terveystietoympäristö. *Informaatioteknologian Tiedekunnan Julkaisuja/Jyväskylän Yliopisto*, (2017, 35)



- Lukka, K. Kari Lukka:konstruktiiivinen tutkimusote. Retrieved from <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiiivinen-tutkimusote/> 17.5.2020
- Mäkelä-Bengs, P., Virkkunen, H., & Vuokko, R. (2016). Terveys- ja hoitosuunnitelman kehittäminen 2016: Esiselvitysraportti.
- Mandel, J. C., Kreda, D. A., Mandl, K. D., Kohane, I. S., & Ramoni, R. B. (2016). SMART on FHIR: A standards-based, interoperable apps platform for electronic health records. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(5), 899-908.
- Marko Suhonen, Juha Mykkänen, Aki Miettinen, Hannu Virkanen. (2013). Fast health interoperability resources - FHIR-standardin kuvaus ja arviointi. Retrieved from <http://www.hl7.fi/wp-content/uploads/FHIR-HL7fi-2013.pdf>
- Mead, C. N. (2006). Data interchange standards in healthcare it-computable semantic interoperability: Now possible but still difficult. do we really need a better mouse-trap? *Journal of Healthcare Information Management*, 20(1), 71.
- Musta, M., Delac, K., & Grgic, M. (2008). Overview of the DICOM standard. Paper presented at the 2008 50th International Symposium ELMAR, , 1 39-44.
- Mykkänen, J., & Tuomainen, M. (2012). Balancing between local requirements, interoperability standards, and SOA principles-Case eBooking of health services. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare*, 4(1), 10-19.
- Neittaanmäki, P., & Lehto, M. (2018). Suomen kansalliset SOTE-tiedonlähteet ja tietojen hyödyntäminen. *Informaatioteknologian Tiedekunnan Julkaisuja/Jyväskylän Yliopisto*, (2018, 49)
- Neittaanmäki, P., Lehto, M., Ruohonen, T., Kaasalainen, K., & Karla, T. (2019). Suomen terveysdata ja sen hyödyntäminen.
- Nykänen, P., & Junttila, K. (2012). Hoitotyön moniammatillisen kirjaamisen asiantuntijaryhmän loppuraportti.
- Oemig, F., & Snelick, R. (2016). Healthcare data exchange standards. In F. Oemig, & R. Snelick (Eds.), *Healthcare interoperability standards compliance handbook: Conformance and testing of healthcare data exchange standards* (pp. 105-156). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-44839-8\_4 Retrieved from [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44839-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44839-8_4)
- Pedersen, R., Ellingsen, G., & Monteiro, E. (2011). The standardized nurse: Mission impossible? Paper presented at the *Researching the Future in Information*, 163-178.
- Perlin, J. B. (2016). Health information technology interoperability and use for better care and evidence. *Jama*, 316(16), 1667-1668.

Reponen, J., Kangas, M., Hämäläinen, P., Keränen, N., & Haverinen, J. (2018). Tieto- ja viestintäteknologian käyttö terveydenhuollossa vuonna 2017: Tilanne ja kehityksen suunta.

Sánchez-Garzón, I., González-Ferrer, A., & Fernández-Olivares, J. (2014). A knowledge-based architecture for the management of patient-focused care pathways. *Applied Intelligence*, 40(3), 497-524.

Sánchez, Y. K. R., Demurjian, S. A., & Baihan, M. S. (2019). A service-based RBAC & MAC approach incorporated into the FHIR standard. *Digital Communications and Networks*, 5(4), 214-225.

Saripalle, R. K. (2019). Leveraging FHIR to integrate activity data with electronic health record. *Health and Technology*, , 1-12.

Saripalle, R., Runyan, C., & Russell, M. (2019). Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record. *Journal of Biomedical Informatics*, 94, 103188.

Semenov, I., Kopanitsa, G., Denisov, D., Alexandr, Y., Osenev, R., & Andreychuk, Y. (2018). Patients decision aid system based on FHIR profiles. *Journal of Medical Systems*, 42(9), 166.

Smits, M., Kramer, E., Harthoorn, M., & Cornet, R. (2015). A comparison of two detailed clinical model representations: FHIR and CDA. *European Journal for Biomedical Informatics*, 11(2)

Soceanu, A., Egner, A., & Moldoveanu, F. (2013). Towards interoperability of eHealth system networked components. Paper presented at the *Control Systems and Computer Science (CSCS), 2013 19th International Conference On*, 147-154.

Solbrig, H. R., Prud'hommeaux, E., Grieve, G., McKenzie, L., Mandel, J. C., Sharma, D. K., & Jiang, G. (2017). Modeling and validating HL7 FHIR profiles using semantic web shape expressions (ShEx). *Journal of Biomedical Informatics*, 67, 90-100.

Solutos. Haettu 1.5.2020 osoitteesta <https://www.solutos.fi/>

Staggers, N., Thompson, C. B., & Snyder-Halpern, R. (2001). History and trends in clinical information systems in the united states. *Journal of Nursing Scholarship*, 33(1), 75-81. doi:10.1111/j.1547-5069.2001.00075.x

Trifirò, G., Sultana, J., & Bate, A. (2018). From big data to smart data for pharmacovigilance: The role of healthcare databases and other emerging sources. *Drug Safety*, 41(2), 143-149.

Van der Velde, E T, Foeken, H., Witteman, T. A., van Erven, L., & Schalijs, M. J. (2012). Integration of data from remote monitoring systems and programmers into the hospital electronic health record system based on international standards. *Netherlands Heart Journal*, 20(2), 66-70.

Väyrynen, R., Ailio, E., Arajärvi, M., & Forsell, M. (2020). Sosiaalihuollon tiedonkeru-uudistuksen kehittämisspolku.

Virkkunen, H., Mäkelä-Bengs, P., Suhonen, J., & Vuokko, R. (2016). Tiedonhallintapalvelun periaatteet ja toiminnallinen määrittely-versio 2016.

Waghlikar, K. B., Mandel, J. C., Klann, J. G., Wattanasin, N., Mendis, M., Chute, C. G., . . . Murphy, S. N. (2017). SMART-on-FHIR implemented over i2b2. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(2), 398-402.

World Health Organization. (1993). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Diagnostic criteria for research* World Health Organization.

Yang, Y., Xiao, L., & Tian, J. (2016). Transmission of clinical information based on HL7 CDA standard. Paper presented at the 2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), 949-952.