

Hyvinvointitietojen integrointi terveystalioon

Pro Gradu

Eeva Rasi

Helsinki 1.6.2014

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tiedekunta – Fakultet – Faculty		Laitos – Institution – Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä – Författare – Author			
Eeva Rasi			
Työn nimi – Arbetets titel – Title			
Hyvinvointitietojen integrointi terveystalioon			
Oppiaine – Läroämne – Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages	
Pro Gradu	1.6.2014	74 sivua	
<p>Terveystalio kokoaa yhteen kansalaisen terveyteen liittyvän tiedon ja työkalut Henkilökohtainen terveyden seuranta keskittyy yksittäisen ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin liittyvien muuttujien seurantaan. Henkilökohtainen terveyden seuranta on nopeasti kasvava sovellusalue, joka kattaa laajan kentän erilaisia hyvinvointi-, terveys- ja viestintälaitteita ja sekä niiden päälle rakennettuja sovelluksia. Sovellusten ja laitteiden avulla voidaan kerätä monipuolista tietoa, jota voidaan hyödyntää henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa. Terveydenhuoltoalan standardit pohjautuvat pitkälti potilastietojärjestelmien tarpeisiin eivätkä näin ollen sovellu suoraan terveystalioon käyttöön ja hyvinvointitietojen esittämiseen. Mittalaitetiedon osalta Continua Health Alliancen standardit ovat laajasti käytössä ja niiden on todettu tarjoavan hyvät tekniset välineet mittalaitetiedon siirtämiseen terveystalioon.</p> <p>Hyvinvointitietojen integroimiseksi osaksi terveystaliota voidaan tunnistaa kaksi erilaista lähestymistapaa. XML-pohjaiset ratkaisut ovat joustavia ja helposti muunneltavia. Ontologiapohjaisen lähestymistavan pohjan muodostavat semanttisen webin teknologiat. Ontologiapohjaisen ratkaisun avulla voidaan saavuttaa tietojärjestelmien välinen semanttinen yhteensopivuus, jolloin järjestelmät ymmärtävät välittämänsä ja vastaanottamansa tiedon merkityksen. Uuden sukupolven standardit sekä nopeasti kehittyvä mittalaiteteknologia tuovat uusia mahdollisuuksia hyvinvointitietojen integroimiseksi osaksi terveystaliota. Mittalaiteteknologian kehittyminen tuo kansalaisten saataville sellaista teknologiaa, joka on aikaisemmin ollut käytettävissä ainoastaan tutkimus- ja ammattikäytössä.</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS):</p> <p>H.3.5 [ONLINE INFORMATION SERVICES]: Web-based services</p> <p>I.2.1 [APPLICATIONS AND EXPERT SYSTEMS]: Medicine and science</p> <p>J.3 [LIFE AND MEDICAL SCIENCES]: Medical information systems</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Terveystalio, terveystalioekosysteemi, hyvinvointi, henkilökohtainen terveydenseuranta			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisältö

1	Johdanto.....	1
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	1
1.2	Tutkimusongelmat.....	2
1.3	Aiheeseen liittyvä tutkimus.....	3
2	Avainkäsitteiden esittely.....	5
2.1	Terveystaltion määritelmä.....	5
2.2	Terveystaltioekosysteemi.....	6
2.3	Hyvinvointi.....	6
2.4	Henkilökohtainen terveydenseuranta.....	8
3	Terveystaltio.....	9
3.1	Kypsyysmalli.....	10
3.2	Arkkitehtuurimallit.....	12
3.3	Viitearkkitehtuuri.....	13
3.4	Esimerkkejä terveystaltiosovelluksista.....	16
3.5	Terveystaltio Suomessa ja maailmalla.....	19
4	Keskeiset terveydenhuollon standardit.....	22
4.1	Toiminnallisuus.....	23
4.2	Sisältö ja koodisto.....	24
4.3	HL7 V2 ja V3.....	26
4.4	Koodistot, luokitukset ja terminologiat.....	28
4.5	Tiedonvälitys.....	28
4.6	Laitteet.....	29
4.7	Kritiikkiä ja kehityskohteita.....	31
4.8	Uuden sukupolven standardit.....	34
5	Henkilökohtaiset hyvinvointitiedot terveystaltion osana.....	35
5.1	Yhteentoimivuus.....	36
5.2	Mittalaitteiden tiedot.....	38
5.3	Hyvinvointitietojen esittäminen RIM-mallin avulla.....	42
5.4	Kehityskohteita ja tulevaisuuden näkymiä.....	45

6	XML-pohjaiset ratkaisut	46
6.1	Indivo.....	46
6.2	Taltioni	48
6.3	Haasteita ja kehityskohteita.....	52
7	Ontologiapohjainen lähestymistapa	53
7.1	Semanttisen webin teknologiat.....	53
7.2	Nuadu ontologiakokoelma	56
7.3	HL7 ontologiat	58
8	Yhteenveto	61
	Lähteet	64

TERMIT

Continuity of Care Document: Usean eri tahon määrittelemä standardi hoitoyhteenvedolle.

Clinical Document Architecture (CDA): Health Level 7 organisaation standardi potilasasiakirjojen rakenteelle.

Continua Health Alliance (Continua): Henkilökohtaisen terveydenhuollon laitevalmistajien yhteenliittymä.

Electronic Health Record (EHR): Terveydenhuoltoalan ammattilaisen ylläpitämä sähköinen terveyskertomus.

Electronic Patient Record (EPR): Terveydenhuollon ammattilaisen ylläpitämä sähköinen potilaskertomus. Sisällöltään suppeampi kuin EHR.

Fast Health Interoperable Resource (FHIR): HL7-organisaation kehittämä uuden sukupolven standardikehys.

Integrating the Healthcare Enterprises (IHE): Kansainvälinen yhteisö, joka määrittelee standardeihin perustuvia profiileja terveydenhuollon tietojärjestelmien yhteensovittamiseen.

Personal Health Monitoring Report (PHMR): HL7 organisaation määrittelemä standardi mittaustiedon siirtoon.

Personal Health Record (PHR): Kansalaisen omistama ja hallinnoima terveystaltio.

Personal Health Record Functional Model (PHR-S FM): Standardi terveystaltiosovellusten toiminnallisuuksien ja toiminnallisten vaatimusten määrittelemiseen.

Reference Information Model (RIM): Viitetietomalli terveydenhuollon tietosisältöjen esittämiseen.

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen taustaa

Euroopan Unionin eHealth-aiheinen raportti (Redesigning Health in Europe for 2020) käsittelee eurooppalaisen terveydenhuollon tulevaisuutta. Raportti esittelee viisi suositusta, joiden avulla terveydenhuoltoa kehitetään entistä potilaskeskeisempään, avoimempaan ja interaktiivisempaan suuntaan. Ensimmäisen periaatteen mukaan terveydenhuollon asiakas omistaa omat terveystietonsa ja päättää itse niiden käytöstä. Asiakkaan tulee saada tietää mihin hänen tietojansa käytetään ja ketkä niihin pääsevät käsiksi. Toinen suositus liittyy tiedon avoimuuteen. Terveysteen ja hyvinvointiin liittyvän tiedon tulee olla ajantasaista, luotettavaa, standardilla tavalla kerättyä ja yksityisyysvaatimukset huomioiden saatavilla kaikille, joille se tuottaa lisäarvoa. Kolmannen suosituksen mukaan digitalisoitumista tulisi hyödyntää mahdollisuuksien mukaan terveydenhuollossa. Digitaalinen ympäristö mahdollistaa tiedon nopean jakamisen ja integroitumisen eri tietolähteisiin. Neljäs suositus keskittyy terveydenhuollon mullistamiseen, jolla tässä yhteydessä tarkoitetaan potilaiden osallistamista. Suosituksen mukaan potilaiden tulisi olla tietoisia omaan terveysteensä liittyvistä vaihtoehtoista. Heidän pitäisi pystyä itse vaikuttamaan siihen miten ja missä hoito tapahtuu. Viimeinen suositus kehottaa sisällyttämään kaikki osapuolet terveydenhuollon kehittämistä koskeviin päätöksiin [EHE12].

Terveydenhuollon merkittävimpiä haasteita ovat väestön vanheneminen sekä kroonisten sairauksien, kuten diabetes ja korkea verenpaine, lisääntyminen [HeH10]. Maailman terveysjärjestö WHO on määritellyt seitsemän riskitekijää, joiden on laskettu aiheuttavan lähes 60 % terveysongelmista Euroopassa. Nämä riskitekijät ovat korkea verenpaine, tupakointi, runsas alkoholinkäyttö, korkea kolesteroli, vähäinen fyysinen aktiivisuus, ylipaino, vihannesten ja hedelmien vähäinen käyttö [WHO09]. Kun näitä riskitekijöitä tarkastellaan lähemmin, voidaan havaita että niistä jokaiseen pystyy yksilö itse vaikuttamaan omilla elintavoillaan.

Elintavoista johtuvien terveyshaittojen lisääntyminen ja terveydenhuollon resurssien riittämättömyys ovat johtaneet tarpeeseen kehittää uusia vaihtoehtoja kansalaisen omaehtoiseen hyvinvoinnin edistämiseen. Uusi terveys- ja hyvinvointiteknologia luovat uudenlaisia mahdollisuuksia terveydenhuollon pelikentälle. Terveydenhuollossa on

perinteisesti keskitytty sairauksien hoitoon. Nopeasti ikääntyvä väestö ja elintavoista johtuvien sairauksien lisääntyminen luovat kuitenkin paineita terveydenhoidon sektorille. Kansalaiset halutaan aktivoida ottamaan itse vastuu oman terveytensä edistämisestä. Jotta tämä onnistuu, tarvitaan uusia hyvinvointia tukevia teknologiaratkaisuja [HeH10].

Suomalainen terveystaltio Taltioni mainitaan Euroopan Unionin raportin liitteissä yhtenä käytännön esimerkkinä tulevaisuuden terveystalviteista. Terveystaltio tarjoaa välineitä omatoimiseen hyvinvoinnista huolehtimiseen ja itsenäisen ikääntymisen tukemiseen. Se voi myös toimia tärkeänä apuvälineenä kroonisten sairauksien hoidossa ja seurannassa. Potilaan itsensä hallinnoima terveystaltio on tärkeä osa potilaskeskeistä terveydenhuoltoa, jossa potilas halutaan nähdä passiivisen sairastajan sijaan aktiivisena toimijana, joka ottaa itse vastuun oman terveytensä edistämisestä [EHE12].

Terveempien elintapojen, kuten liikunnan ja ravinnon, mukanaan tuomat muutokset näkyvät tyypillisesti vasta kuukausien tai vuosien päästä. Käyttäjän kannalta on mielekästä liittää omaan hyvinvointiin liittyvät tiedot saumattomasti osaksi terveystaltiota. On tärkeää, että hyvinvointipalveluita tarjoavat sovellukset ja henkilökohtaiset hyvinvointilaitteet ovat yhteensopivia terveystaltion kanssa.

1.2 Tutkimusongelmat

Tutkielman tavoitteena on luoda kansainvälinen katsaus terveystaltiosovellusten uusimpiin trendeihin hyvinvointitietojen (well-being) osalta ja selvittää miten käyttäjän itsensä keräämät henkilökohtaiset hyvinvointitiedot voidaan integroida helposti ja automaattisesti osaksi terveystaltiota. Tutkimusongelmaa lähestytään seuraavien alaongelmien kautta:

- Miten terveystaltion tietosisältöön liittyvät standardit soveltuvat hyvinvointitietojen esittämiseen?
- Miten olemassa olevat standardit tukevat hyvinvointitietojen integrointia osaksi terveystaltiota?
- Millaisia vaihtoehtoja hyvinvointitietojen liittämiseksi terveystaltion osaksi on olemassa?

Tutkielman tyyppinä on vertaileva kirjallisuuskatsaus. Tutkimusongelmiin perehdytään tieteellisen kirjallisuuden ja aikaisempien tutkimusten avulla. Käsitteitä ja termejä selvennetään lukuisten esimerkkien ja kuvien avulla. Tutkielma jakautuu kahteen osaan, joista ensimmäinen esittelee tutkielman teoreettisen viitekehysten. Aihealueen kannalta keskeisiin avainkäsitteisiin perehdytään toisessa luvussa. Luvussa kolme käydään läpi terveystaltion kypsyysmalli ja arkkitehtuuri. Lisäksi esitellään erilaisia terveystaltiosovelluksia ja luodaan katsaus terveystaltioon Suomessa ja maailmalla. Luku neljä esittelee terveystaltion keskeiset standardit.

Toinen osa käsittelee henkilökohtaisia hyvinvointitietoja terveystaltion osana. Luvussa viisi tarkastellaan henkilökohtaisten hyvinvointitietoja terveystaltion osana. Luvussa esitellään eurooppalainen yhteentoimivuuden viitemalli, pohditaan hyvinvointitietojen esittämistä RIM-viitemallin avulla ja tarkastellaan mittalaitteista peräisin olevia hyvinvointitietoja. Lisäksi pohditaan henkilökohtaisen terveydenseurannan tulevaisuuden näkymiä ja haasteita. Luvussa kuusi esitellään kaksi XML-pohjaista terveystaltiosovellusta ja kuvataan, miten hyvinvointitiedot on huomioitu sovellusten tietomallissa. Luku seitsemän esittelee semanttisen webin teknologioita ja kuvaa ontologiapohjaisen lähestymistavan hyvinvointitietojen yhdistämiseksi osaksi terveystaltiota.

1.3 Aiheeseen liittyvä tutkimus

Terveystaltioon liittyvää tutkimusta on tehty laajalti ja monipuolisesti jo usean vuosikymmenen ajan. Ensimmäisen kerran terveystaltio esiintyi saksalaisessa akateemisessa julkaisussa vuonna 1969. Eräänlainen merkkipaalu terveystaltioon liittyvässä tutkimuksessa ajoittuu vuodelle 2000, jolloin aihealueeseen liittyvien tutkimusten määrä kääntyi jyrkkään nousuun terveydenhuollon siirtyessä potilaskeskeisempään suuntaan [BJK11].

Archer, Fevrier-Thomas ym. [AFL11] koostivat terveystaltioon liittyviä tutkimuksia vuosilta 1985-2010 ja luokittelivat tutkimukset eri kategorioiden mukaan. Kriteerit täyttäviä tutkimuksia löytyi 92 kpl. Suosituimmat tutkimusaihealueet on koottu taulukkoon 1. Määrällisesti eniten löytyi käyttöönottoon ja käytettävyyteen sekä toiminnallisuuteen sekä käyttötarkoitukseen liittyvät tutkimuksia. Myös terveystaltion arkkitehtuuria, tietoturva, tietosisältöä ja kustannuksia on tutkittu.

Kategoria	Tutkimusten lukumäärä
Arkkitehtuuri	14
Toiminnallisuus	27
Käyttöönotto, käytettävyys	39
Käyttötarkoitus	22
Tietoturva ja yksityisyys	14
Kustannukset ja talous	6
Muutokset toimintamalleihin	10
Tietosisältö	13

Taulukko 1: Terveystalioon liittyvä tutkimus [AFL11].

Bates, Jung ja Kim [BJK11] puolestaan analysoivat kansainvälisestä lääketieteen tutkimuksia ja julkaisuja sisältävästä PubMed-tietokannasta löytyviä, terveystalioon liittyviä tutkimusartikkeleita. Tutkimuskriteerit täyttäviä julkaisuja löytyi yhteensä 229 kpl ja suosituimpia kategorioita olivat terveystalioon vaikutukset ja ominaisuudet. Myös terveystalioon käyttöä julkisen sektorin terveydenhuollossa, tietoturvaa ja terveystalioon ja potilastietojärjestelmän välistä suhdetta analysoivia tutkimuksia löytyi runsaasti.

Terveystalioon kannalta keskeisten standardien osalta tutkimusta on tehty pääosin Health Level 7:n, (HL7), Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) ja Continua Health Alliancen (Continua) standardeihin keskittyen. Frohnerb, Forjanb ym. [FFM13] ovat tutkineet IHE:n ja Continuan standardien soveltuvuutta terveystaliosovellusten käyttöön. Tutkimuksessa todettiin näiden standardien tarjoavan hyvät tekniset työkalut modernin terveystaliosovelluksen rakentamiseen.

Henkilökohtaiseen terveyden- ja hyvinvoinnin seurantaan liittyvät tutkimukset ovat pitkälti keskittyneet fysiologisten mittaustulosten sekä ympäristöön liittyvien mittaustulosten ympärille. Lim, Park ym. [LPP10] esittelevät tutkimuksessaan ISO/IEEE 11073 standardia hyödyntävän digiboksin (settop-box), joka tarjoaa mittaustiedon keräämiseen ja seurantaan sekä tiedon visualisointiin liittyviä palveluita seniorikansalaisille.

Henkilökohtaisten hyvinvointitietojen liittäminen osaksi terveystaliota on aiheena uusi ja ajankohtainen. Terveystaliosovellukset ovat perinteisesti rakentuneet

potilastietojärjestelmien ympärille, jolloin hyvinvointiin ja terveyden edistämiseen liittyvät tiedot ovat jääneet vähäisempään asemaan.

2 Avainkäsitteiden esittely

2.1 Terveystaltion määritelmä

Terveystaltio-käsitteellä on useita toisistaan poikkeavia määrittelyjä. American Health Information Management Association (AHIMA) määrittelee terveystaltion elinikäiseksi sähköiseksi resurssiksi, joka sisältää kaikki terveyden kannalta oleelliset tiedot [BFF05]. Center for Information Technology Leadership (CITL) puolestaan kuvaa terveystaltion internet-pohjaisten työkalujen joukoksi, joka mahdollistaa henkilökohtaisten terveystietojen hallinnoinnin läpi elämän [BHJ08].

Molemmille määrittelyille on yhteistä ajatus jatkuvuudesta ja tietojen yhteen kokoamisesta. Terveystaltio kokoaa yhteen kansalaisen terveyteen liittyvän tiedon ja työkalut, jotka tukevat potilaan aktiivisuutta oman terveytensä hoitajana [ABO06]. Terveystaltio mahdollistaa käyttöoikeuksien hallinnoinnin turvallisesti ja luottamuksellisesti. Kansalainen voi halutessaan antaa lukuoikeuden tietoihinsa terveydenhuollon ammattilaiselle [LoK06].

Terveystaltio itsessään ei välttämättä ole sähköinen ja sähköisten versioiden yhteydessä käytetäänkin usein termiä elektroninen terveystaltio (Electronic Personal Health Record) tai terveystaltiosovellus (Personal Health Record System). Terveystaltiosovellukset yhdistävät potilastietoa eri lähteistä ja tarjoavat työkaluja, joiden avulla potilas voi aktiivisesti osallistua omaan terveydenhoitoonsa [ABO06]. On hyvä muistaa, että terveystaltio ei ole mikään uusi käsite. Ihmiset ovat kautta aikojen tallentaneet omaan terveyteensä liittyviä tietoja ensin fyysisessä muodossa pöytälaatikoihin ja myöhemmin sähköisesti tietokoneen avulla.

Terveystaltion keskeisiä piirteitä ovat omistajuus, läpinäkyvyys, jatkuvuus, tietojen siirrettävyys ja kattavuus. *Omistajuudella* tarkoitetaan sitä, että kansalainen hallinnoi ja omistaa omaan terveystaltioonsa liittyvät tiedot. Terveystaltio on omistajalleen *läpinäkyvä*. Omistaja näkee kaikki tiedot, tietojen lähteet sekä ketkä tietoja ovat kirjanneet tai katselleet. *Jatkuvuudella* tarkoitetaan sitä, että terveystaltio sisältää kaiken kansalaisen terveyteen ja sairauteen liittyvän tiedon kehdestä hautaan. Terveystaltion

tietojen täytyy olla *siirrettäviä*, sillä terveystaltio *kattaa* kaikki julkisen, yksityisen sekä mahdollisen kolmannen sektorin suorittamat toimenpiteet ja diagnoosit [SAI07].

2.2 Terveystaltioekosysteemi

Suomalaisessa FeelGood-tutkimushankkeessa esitellään termi terveystaltioekosysteemi, jolla viitataan terveystaltion eri sidosryhmien muodostamaan yhteistoimintaverkostoon. Terveystaltioekosysteemiä voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Palveluntarjoajan kannalta se on liiketoiminta-alusta, johon palvelut kytkeytyvät. Teknologisesta näkökulmasta keskeisessä asemassa ovat yhteensopivuus ja standardit. Terveystaltioekosysteemille määritetään tietyt teknologiset standardit, jotka säätelevät ekosysteemin toimintaa [HIK09].

Käytännön esimerkki terveystaltioekosysteemistä on henkilökohtaisia hyvinvointilaitteita valmistavan yrityksen, hyvinvointilaitteisiin liittyvän palvelun ja terveystaltiosovelluksen tarjoavan tahon välinen yhteistyö. Käyttäjä suorittaa mittauksen henkilökohtaisella hyvinvointilaitteella. Mittaustuloksia voidaan analysoida ja jatkojalostaa hyvinvointilaitteisiin liittyvän palveluntarjoajan sovelluksella. Mittaustulokseen voidaan myös liittää tietoa jostain toisesta lähteestä. Terveystaltio integroi kaiken tämän tiedon yhteen ja toimii sen loppusäilytyspaikkana. Teknologiset standardit määrittävät sen miten ja missä muodossa tiedot siirtyvät terveystaltioekosysteemin sidosryhmien välillä.

2.3 Hyvinvointi

Hyvinvoinnilla tarkoitetaan aktiivista prosessia, jonka kautta ihminen tulee tietoiseksi hänen omaan terveyteensä liittyvistä valinnoista. Nämä valinnat vaikuttavat osaltaan elämän laatuun ja voivat johtaa terveempään elämään. Laajasti käytössä oleva Hettlerin malli jakaa hyvinvoinnin kuuteen eri osa-alueeseen: sosiaalinen, älyllinen, henkinen, tunteellinen, ammatillinen, fyysinen [HeB13]. Hyvinvoinnin kuusi eri osa-alueita on esitelty kuvassa 1.



Kuva 1: Hyvinvoinnin eri osa-alueet [HeB13].

Sosiaaliseen hyvinvointiin liittyy kanssakäyminen muiden ihmisten kanssa ja ystävyysuhteet. Älyllisellä hyvinvoinnilla puolestaan viitataan oppimiseen, luovuuteen ja ongelmanratkaisukykyyn. Hyvinvoinnin henkinen osa-alue käsittelee arvoja, uskomuksia ja ihmisen olemassaolon merkityksellisyyden pohdintaa. Henkisesti hyvinvoiva ihminen elää toteuttaen omaa arvomaailmaansa ja arvostaa elämän ainutlaatuisuutta. Tunteellisella hyvinvoinnilla tarkoitetaan kykyä käsitellä omia tunteitaan. Tunteellisesti hyvinvoivalla ihmisellä on positiivinen näkemys itsestään ja muista ihmisistä. Ammatillinen hyvinvointi liittyy läheisesti työtyytyväisyyteen ja työhyvinvointiin. Ammatillisesti hyvinvoiva henkilö viihtyy työssään ja pystyy toteuttamaan itseään työnsä kautta. Fyysisen hyvinvoinnin keskiössä ovat terveelliset elämäntavat, ravinto ja liikunta. Fyysisesti hyvinvoiva ihminen pitää hyvää huolta kehostaan ja tunnistaa kehonsa tarpeet, milloin tarvitaan liikuntaa ja milloin lepoa [HeB13].

Hyvinvointimallin osa-alueet täydentävät toinen toisiaan. Terveystaltioekosysteemin näkökulmasta fyysinen hyvinvointi on kuitenkin keskeisin osa-alue. Myös

terveydenhuolto voidaan katsoa osaksi hyvinvointia, mutta sen päätavoitteena on sairauksien ennaltaehkäisy, diagnosointi ja hoito. Hyvinvointia on vaikeaa mitata, koska siihen liittyvä tieto perustuu usein vahvasti yksilön omaan arvioon ja tuntemuksiin. Hyvinvointiin liittyviä tietosisältöjä ovat esimerkiksi uneen, ravintoon, liikuntaan ja stressiin liittyvät tiedot.

Hyvinvointiteknologialla viitataan henkilökohtaisiin mittalaitteisiin ja järjestelmiin, joiden tarkoituksena on parantaa elämänlaatua ja tukea yksilöä terveyden edistämiseen liittyvien tavoitteiden saavuttamisessa [JuS09].

2.4 Henkilökohtainen terveydenseuranta

Yleisellä tasolla terveyden seurannalla tarkoitetaan elintoimintojen ja fysiologisten signaalien mittaamista ja seuraamista. Henkilökohtainen terveyden seuranta (personal health monitoring) keskittyy yksittäisen ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin liittyvien muuttujien seurantaan. Tarkkailun kohteena oleva henkilö on itse vastuussa seurantaprosessin toteuttamisesta ja hallinnoinnista [JuS09].

Henkilökohtaisen terveydenseurannan tuloksena syntyvät mittaustulokset voidaan jakaa kahteen erilliseen ryhmään: fysiologiset mittaustulokset (physiological measurements) ja ympäristöön liittyvät mittaustulokset (ambient measurements). Edellä mainittujen lisäksi henkilökohtaiseen terveyteen ja hyvinvointiin liittyviä tietoja voidaan kerätä joko perinteiseen tai elektroniseen päiväkirjaan henkilön itsensä toimesta [JuS09]. Henkilö voi esimerkiksi kirjata muistiin kaikki käyttämänsä reseptivapaat lääkkeet. Osa hyvinvointitiedoista perustuu henkilön omaan kokemukseen ja arvioon. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi stressiin ja unen laatuun liittyvät havainnot.

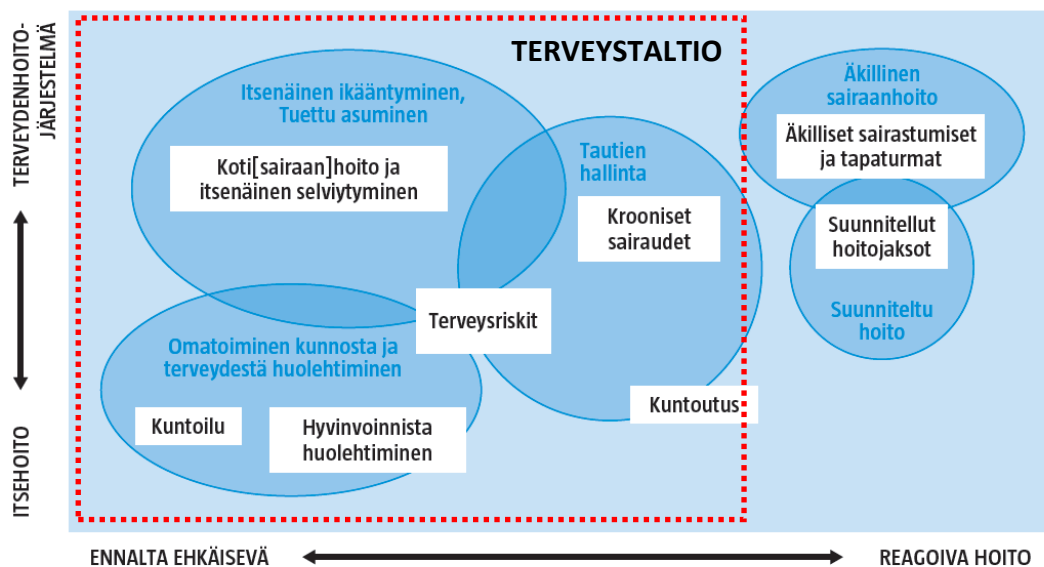
Fysiologiset mittaustulokset ovat henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin seurannan kannalta keskeisimpiä. Fysiologisia mittaustuloksia ovat esimerkiksi syke tai verenpaine. Yhteistä näille muuttujille on se, ettei yksittäinen mittaustulos vielä kerro paljoakaan henkilön terveydestä tai hyvinvoinnista. Tietoja täytyy kerätä ja seurata pidemmällä aikavälillä, jotta tuloksia voidaan hyödyntää ja analysoida [JuS09].

Ympäristöön kohdistuvia mittaustuloksia voidaan kerätä erilaisten sensoreiden avulla. Esimerkiksi eri kohteiden välisiä lämpötilaeroja voidaan mitata infrapunakameran avulla. Valoa mittaavien sensorien avulla taas voidaan kerätä tietoa vuorokauden ajasta [JuS09].

Henkilökohtainen terveyden seuranta on nopeasti kasvava sovellusalue, joka kattaa laajan kentän erilaisia hyvinvointi-, terveys-, viestintä- ja kotiautomaatiolaitteita sekä niiden päälle rakennettuja sovelluksia. Sovellusten ja laitteiden avulla voidaan kerätä monipuolista tietoa, jota voidaan hyödyntää henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa.

3 Terveystaltio

Terveydenhuolto voidaan nähdä jatkumona, jossa sekä ammattilaiset että kansalaiset ovat toimijoita [HeH10]. Kuvassa 2 on esitetty suomalaisen terveydenhuollon pelikenttä.

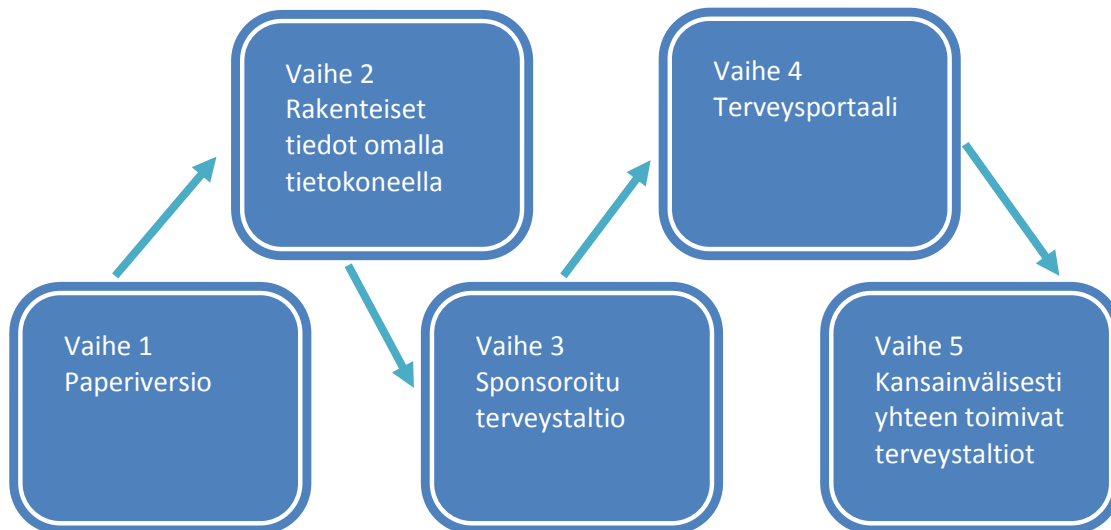


Kuva 2: Terveystaltion rooli [HeH10].

Ennaltaehkäisevät toimet kuten omatoiminen kunnosta ja terveydestä huolehtiminen ovat yksilön vastuulla. Äkillisen sairastumisten kohdalla tarvitaan nopeasti reagoivaa, terveydenhuollon ammattilaisten tarjoamaa hoitoa. Myös suunnitellut hoitajakset kuuluvat terveydenhuollon ammattilaisille. Terveystaltion vaikutusalue on merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla. Terveystaltio tarjoaa välineitä omatoimiseen hyvinvoinnista huolehtimiseen ja itsenäisen ikääntymisen tukemiseen. Se voi myös toimia tärkeänä apuvälineenä kroonisten sairauksien hoidossa ja seurannassa.

3.1 Kypsyysmalli

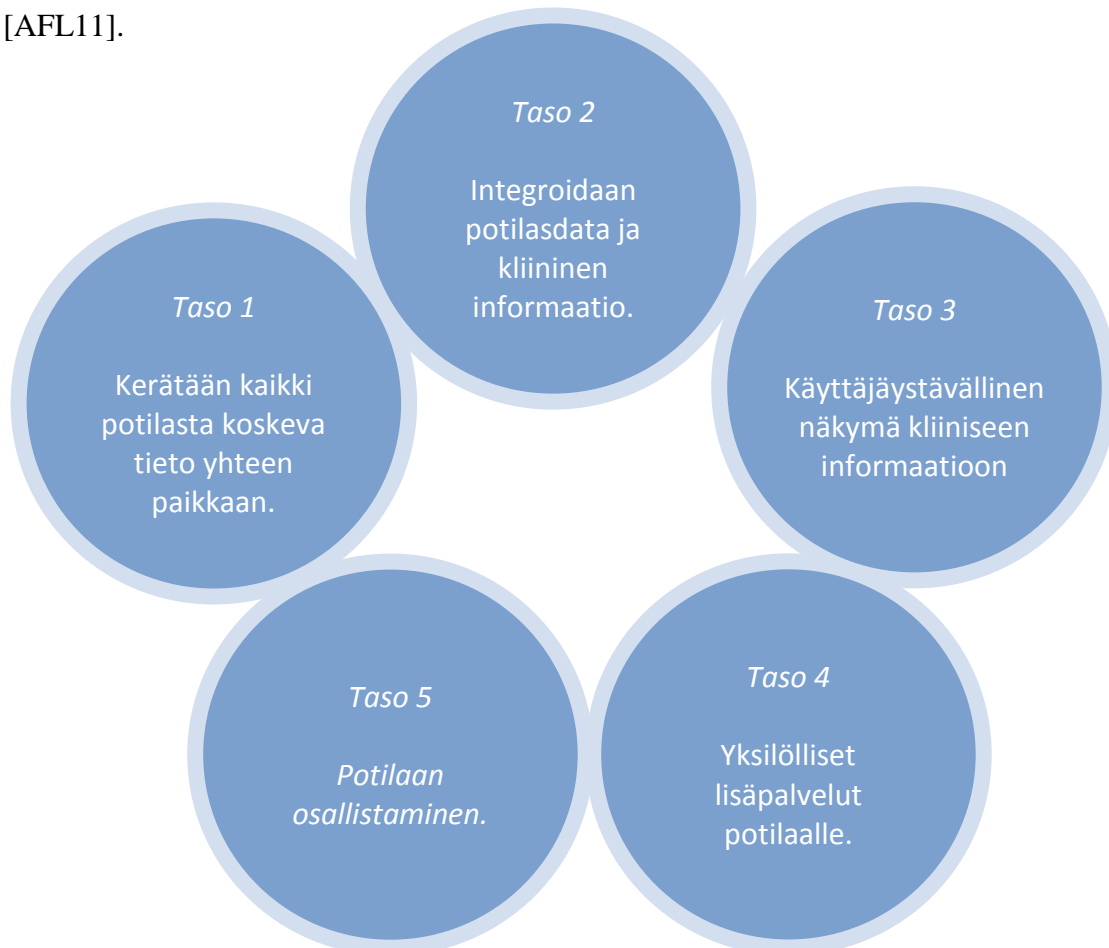
Terveystaltiosta on olemassa useita eritasoisia versioita. Ken Lopezin kehittämä kypsyysmalli on esitetty kuvassa 3. Kypsyysmallin mukaan terveystaltion kehityksessä voidaan tunnistaa viisi erilaista vaihetta [LoK07].



Kuva 3: Terveystaltion kypsyysmalli [LoK07].

Vaiheessa 1 kansalainen hallinnoi itse omia terveystietojaan paperiversioina. Tietojen päivitys on täysin manuaalista ja tietoturvan taso heikko. Vaiheessa 2 kansalainen vie terveystiedot rakenteisiin pohjiin, jotka voivat olla joko omalla tietokoneella tai selaimen kautta käytettävissä. Paperidokumentit voidaan skannata elektroniseen muotoon. Tietoturvan taso vaihtelee ja perustuu pääosin kansalaisen käyttämän tietokoneen tietoturvaan. Vaiheessa 3 työnantaja, vakuutusyhtiö tai kunta sponsoroi terveystaltion. Kansalainen vie terveystiedot selainkäyttöiseen sovellukseen ja tietoja voidaan tulostaa tai liittää sähköpostin liitteeksi. Tässä vaiheessa yksityisyyteen liittyvät kysymykset nousevat tärkeiksi. Mitä tietoja työnantaja tai vakuutusyhtiö näkee? Vaiheessa 4 kansalainen vie terveystietonsa selainkäyttöiseen sovellukseen, jossa on tarjolla erilaisia terveydenhuollon sähköisiä palveluita. Kansalaiselle voidaan tarjota lisäarvopalveluita, kuten henkilökohtaista terveysneuvontaa tai omahoidon sovelluksia. Vaiheessa 5 kansalaisen käyttämä terveystaltiosovellus integroituu virallisiin terveydenhuollon sovelluksiin. Tarjolla on enemmän palveluita esimerkiksi muistutuksia terveyteen liittyvistä seuloista [LoK07].

Terveystaltion kypsyyttä voidaan myös arvioida toiminnallisuuksien mukaan, kuten kuvassa 4 on esitetty. Terveystaltiosovelluksen toiminnallisuudet voidaan luokitella kolmeen eri ryhmään: tiedon kerääminen, tiedon jakaminen ja tiedon hallinnointi [AFL11].



Kuva 4: Toiminnallisuuteen perustuva kypsyyssmalli [KrW11].

Yksinkertaisimmillaan terveystaltio tarjoaa paikan, johon kaikki potilasta koskeva tieto kerätään (taso 1). Hieman edistyneemmässä versiossa (taso 2) terveystaltio integroidaan potilastietojärjestelmän kanssa, jolloin potilaalla on pääsy myös kliiniseen informaatioon. Korkeamman tason toiminnallisuuksia saavutetaan kun terveystaltiojärjestelmä muokkaa kliinisen informaation käyttäjäystävällisen muotoon (taso 3) [KrW11]. Mittaustuloksista voidaan esimerkiksi muodostaa visuaalisia kuvauksia ja tärkeitä tiedoista yhteenvetoja [SAI07]. Potilaalle voidaan myös tarjota yksilöllisesti räätälöityjä lisäpalveluita, kuten henkilökohtaista terveysneuvontaa (taso 4). Kaikkein korkein toiminnallisuus saavutetaan osallistamalla potilas omaan terveydenhuoltoonsa (taso 5) yksilöllisten ohjeistusten ja omahoito avulla [KrW11].

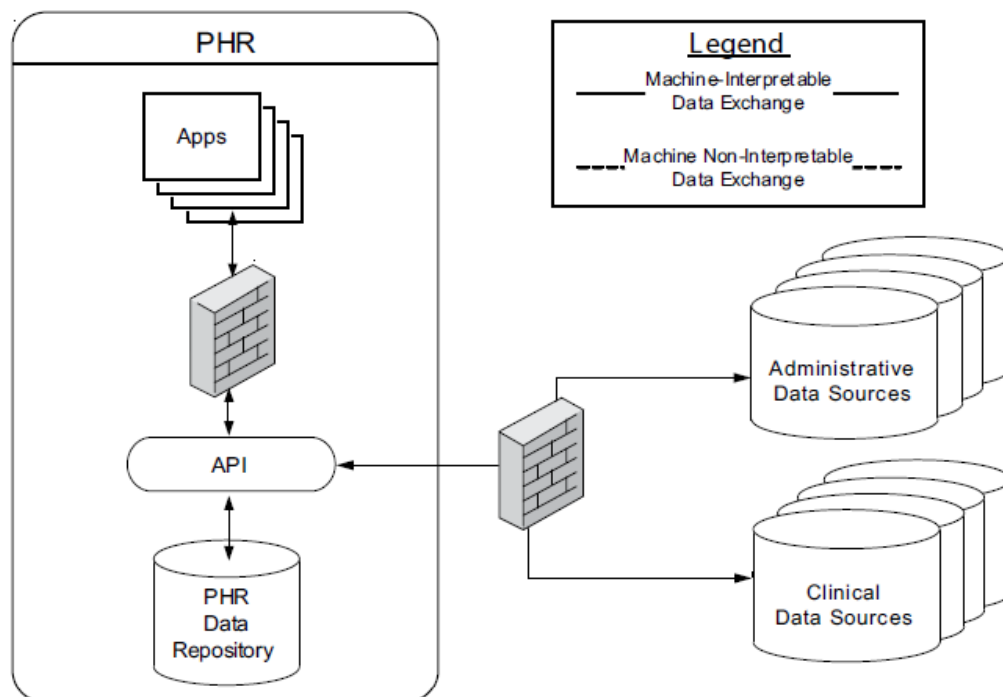
3.2 Arkkitehtuurimallit

Terveystaltiosovelluksia voidaan luokitella monen eri mallin mukaisesti. Alberta Health Care jakaa raportissaan terveystaltiot kolmeen eri ryhmään: itsenäiset ratkaisut (stand-alone PHR), kytketyt ratkaisut (tethered PHR) ja avoimet ratkaisut (interconnected). Itsenäiset terveystaltiosovellukset eivät kytkeydy muihin terveydenhuollon tietojärjestelmiin. Ne mahdollistavat itsenäisen terveys- ja hyvinvointitietojen hallinnan, mutta tietoja ylläpidetään manuaalisesti. Kytkeytyt terveystaltiot liittyvät palveluntarjoajan potilastietojärjestelmiin, mutta tiedot eivät kuitenkaan vaihdu järjestelmien välillä. Tyypillinen esimerkki kytketystä terveystaltiosta on sähköinen asiointiportaali, jonka avulla kansalainen pääsee katsomaan omia potilastietojaan. Avoimet terveystaltiot kytkeytyvät potilastietojärjestelmiin ja muihin palveluihin [Alb09]. Avoin terveystaltio on kansalaisen käytettävissä asuinpaikasta tai hoitosuhteesta riippumatta [KLV14].

Center for Information Technology Leadership puolestaan (CITL) esittelee raportissaan neljä erilaista arkkitehtuurimallia terveystaltiosovelluksille: tarjoajakeskeinen (provider-tethered), maksajakeskeinen (payer-tethered), kolmannen osapuolen (third-party) ja yhteistoiminnallinen (interoperable). Kolme ensimmäistä mallia on koottu analysoimalla olemassa olevia terveystaltiosovelluksia. Neljännen arkkitehtuurimallin CITL kehitti tutkiakseen terveystaltiosovellusten tiedon integroinnissa standardeja hyödyntäen [BHJ08].

Tarjoajakeskeisellä arkkitehtuurilla viitataan terveydenhuolto-organisaatioiden tarjoamiin terveystaltiosovelluksiin. Terveystaltio on suoraan yhteydessä palvelun tarjoajan omaan potilastietojärjestelmään. Integraatio ulkoisiin tietolähteisiin toimii manuaalisesti. Maksajakeskeisessä arkkitehtuurimallissa vakuutusyhtiö tai muu maksajataho tarjoaa terveystaltiosovelluksen asiakkailleen. Terveystaltio on suoraan yhteydessä palveluntarjoajan omiin tietojärjestelmiin. Integraatio ulkoisiin tietolähteisiin kuten potilastietojärjestelmään toimii manuaalisesti. Kolmannen osapuolen terveystaltiosovellukset tarjoavat tietovaraston, johon käyttäjä voi tallentaa omat terveystietonsa manuaalisesti. Terveystaltio ei ole suoraan yhteydessä muiden ulkoisten tietolähteiden kuten potilastietojärjestelmän kanssa. Microsoftin HealthVault on esimerkki kolmannen osapuolen tarjoamasta terveystaltiosta. Yhteistoiminnallisessa arkkitehtuurimallissa terveystaltiosovelluksia voi olla useita. Tiedonsiirto paikallisesta

terveystaltiosta tapahtuu automaattisesti standardeihin perustuvan integraatiomallin mukaisesti [BHJ08]. Yhteistoiminnallisen arkkitehtuurimallin toimintaperiaatteet on esitelty kuvassa 5.



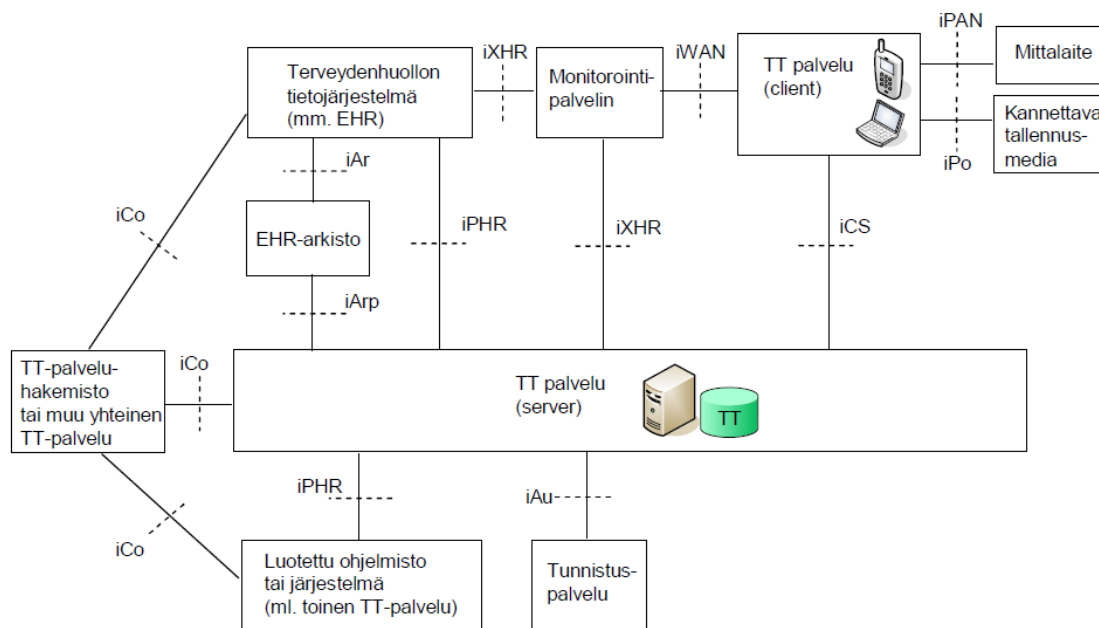
Kuva 5: Yhteistoiminnallisen terveystaltiosovelluksen arkkitehtuurimalli [BHJ08].

Saavutettavan kokonaishyödyn näkökulmasta yhteistoiminnallisuutta tukeva arkkitehtuurimalli arvioitiin parhaimmaksi arkkitehtuurivaihtoehdoksi [BHJ08]. Tämä malli on myös toiminut suunnan näyttäjänä suomalaisen terveystaltioekosysteemin viitearkkitehtuurille. CITL:n arkkitehtuurimalli jättää kuitenkin kokonaan huomioimatta henkilökohtaisista hyvinvointilaitteista kerättävän mittaustiedon [HIK09].

3.3 Viitearkkitehtuuri

Viitearkkitehtuuri kuvaa tietyn kohdealueen arkkitehtuurin. Se määrittää raamit sille, miten kohdealueen järjestelmät ja palvelut toimivat. Suomessa terveystaltioon liittyvää viitearkkitehtuuria on toteutettu Feelgood-hankkeessa [HIK09]. Myös Tanskassa on hiljattain laadittu viitearkkitehtuuri, jonka kohteena on kansalaisen henkilökohtaisella hyvinvointilaitteella keräämien mittaustietojen hyödyntäminen hoitoprosessissa. Tanskan viitearkkitehtuuri rakentuu Continuan standardien ja suositusten ympärille [KLV14].

Kuvassa 6 on esitelty suomalaisen terveystaltioekosysteemin viitearkkitehtuuri. Rajapinnat ja niiden toteutukseen liittyvät standardit on kuvattu yleisellä tasolla. Viitearkkitehtuurin avulla pyritään ohjaamaan terveystaltioekosysteemin kehitystä, siten että toteutettavat palvelukonseptit muodostavat viitearkkitehtuurin osajoukkoja [HIK09].



Kuva 6: Terveystaltioekosysteemin viitearkkitehtuuri [HIK09].

Palvelin (server) ja asiakas (client) muodostavat viitearkkitehtuurin keskeisimmät komponentit. Asiakas voi olla esimerkiksi mobiililaite, selain tai erikseen asennettu ohjelmisto. Asiakas voi liittyä henkilökohtaiseen mittalaitteeseen (iPAN-rajapinta) sekä mittaustiedon prosessoinnin suorittamaan monitorointipalvelimeen (iWAN-rajapinta). Asiakas voi myös olla yhteydessä erilliseen tallennusmediaan (iPO-rajapinta). Palvelin voi liittyä muihin palveluihin ja ohjelmistoihin kanssa. Se hakee tietoja palveluhakemistosta (iCo-rajapinta), vaihtaa tietoja terveydenhuollon tietojärjestelmien kanssa (iArp-rajapinta) tai liittyy muihin luotettuihin järjestelmiin (iPHR-rajapinta). Muita luotettuja järjestelmiä voivat olla esimerkiksi sähköisen asioinninjärjestelmät. Palveluhakemisto sisältää tiedot käytettävissä olevista terveystaltiopalveluista, niiden rajapinnoista ja ominaisuuksista [HIK09].

Viitearkkitehtuurin rajapintojen tarkempi kuvaus on koottu taulukkoon 2.

Rajapinnan tunnus	Standardit	Kuvaus
iAr	Web Services-rajapinta, jossa kuljetetaan potilaskertomustieto HL7 CDA R2 muodossa. Viestistandardina käytetään HL7 V3 standardia.	Potilaskertomustietojen tallennus keskitettyyn arkistoon sekä tietojen luku arkistosta. Rajapintaa käyttävät erityisesti organisaatiokohtaiset potilaskertomusohjelmit.
iArp	Web Services-rajapinta, jossa kliininen tieto esim. CCD tai CCR muodossa. Tiedonvälitys joko IHE/XDS tai HL7 V3 -pohjainen.	Potilaskertomustietojen haku keskitetystä arkistosta Terveystaltion käyttöön.
iPHR	Henkilökohtaisen terveystiedon siirto terveystaltiopalvelusta toiseen ohjelmistoon tai palveluun.	WS-rajapinta, jossa kliinisen tietosisällön osalta käytetään CCD ja CCR määrittelyitä.
iXHR	Henkilökohtaisen terveystiedon siirto monitorointipalvelimelta sähköiseen potilaskertomukseen (EHR) tai Terveystaltioon.	Continua Guidelines määrittelee rajapinnan, joka hyödyntää PHMR-tietorakennetta ja IHE/XDR profiilia.
iWAN	Henkilökohtaisen terveystiedon siirto henkilökohtaisesta viestilaitteesta (esim. matkapuhelin) monitorointipalvelimelle.	Continua -topologiassa esiintyvä rajapinta.
iPAN	Henkilökohtaisen terveystiedon siirto siirto mittalaitteesta henkilökohtaiseen viestilaitteeseen.	Continua Guidelines 1.0 määrittelee rajapinnan perustuen ISO/IEEE 11073 standardeihin.
iPo	Tiedonsiirto henkilökohtaisen viestilaitteen ja kannettavan median (esim. USB-muistin) välillä.	IHE/XDM profiili määrittelee periaatteet tiedon tallennukselle ja lukemiselle.
iCo	Yhteisten terveystaltiopalvelujen käyttö. Esimerkiksi palvelun tietojen päivitys palveluhakemistoon ja muiden terveystaltiopalvelujen ominaisuuksien haku.	Voidaan hyödyntää Web Services standardeja (mm. UDDI).
iAU	Rajapinta käyttäjän tunnistuspalveluun. Tunnistuspalvelu huolehtii käyttäjän identiteetin todennuksesta ja välittää	Pankkitunnistuksessa TUPAS standardi käytössä Suomessa.

	tunnistustiedon terveystaltiopalvelulle.	Tunnistustiedon siirtoon ja muuhun "luottamuksen välitykseen" käytettävissä mm. SAML protokolla.
iCS	Terveystaltiosovelluksen palvelin- ja asiakasosien välinen rajapinta.	Terveystaltiosovelluksen sisäinen rajapinta.

Taulukko 2: Terveystaltioekosysteemin rajapinnat [HIK09].

Suomessa hyvinvointitoimialan markkinat ovat hajaantuneet. Muutama iso toimija hallitsee markkinoita, jolloin uusien palveluiden tuominen markkinoille on haastavaa. Yhteentoimivuus olemassa olevien järjestelmien kanssa on vaikeasti toteutettavissa, sillä tietoja rajapinnoista ei ole saatavilla [JKP13]. Terveystaltioekosysteemin viitearkkitehtuuri saattaa tuoda apua näihin haasteisiin luomalla näkyvyyttä rajapintoihin ja tarjoamalla valmiin kehyksen, johon yritykset voivat tuottaa omia palveluitaan. Ei ole välttämättä järkevää toteuttaa itse kaikkea, vaan hyödyntää valmiiksi määritettyjä rajapintoja ja palveluita ja keskittyä omaan ydinosaamiseen.

3.4 Esimerkkejä terveystaltiosovelluksista

Kansainvälisesti katsottuna terveystaltioiden markkina-alue on hyvin hajanainen. Joukossa on suuri joukko yksityisiä palveluntarjoajia, kansallisia ratkaisuja sekä organisaatioiden tarjoamia terveystaltioita. Osa ratkaisuista rakentuu vahvasti potilastietojärjestelmän ympärille. Tällöin kyseessä on kytketty terveystaltio, jonka avulla käyttäjä pääsee katsomaan omia potilastietojaan. Itsenäinen terveystaltio ei kytkeydy muihin terveydenhuollon järjestelmiin. Se on itsenäinen kokonaisuus, joka tarjoaa mahdollisuuden omien terveystietojen hallintaan. Avoimet terveystaltiot kytkeytyvät potilastietojärjestelmiin ja muihin palveluihin [Alb09]. Monet yritykset tarjoavat terveystaltion työntekijöidensä käyttöön. Tällöin kyseessä on organisaatiokohtainen terveystaltio [LoK07].

Laajasti käytössä olevia itsenäisiä terveystaltiosovelluksia ovat esimerkiksi WebMD ja RevolutionHealth, jotka molemmat tarjoavat käyttäjälle laajan joukon erilaisia oman terveyden- ja hyvinvoinnin ylläpitoon liittyviä palveluita. WebMD:n vahvuuden muodostavat kattavat riskitestit, joiden avulla käyttäjä voi kartoittaa omia sairauksiin liittyviä riskitekijöitään. RevolutionHealth puolestaan tarjoaa mahdollisuuden verkostoitua muiden käyttäjien kanssa. Itsenäisten terveystaltioiden haittapuolena on se,

että käyttäjän täytyy syöttää ja päivittää terveystiedot manuaalisesti [Alb09]. Esimerkiksi verenpainemittausten tulokset eivät siirry automaattisesti terveystaltioon, vaan käyttäjä tallentaa tiedot itse.

Kytkeytyt terveystaltiot liittyvät palveluntarjoajan potilastietojärjestelmiin. Tämän tyyppisten terveystaltiosovellusten pelikenttää hallitsevat suuret IT-alan toimijat. Kytkeytyt terveystaltiot rakentuvat tyypillisesti yksittäisen potilastietojärjestelmän ympärille. Ne tarjoavat käyttäjälle mahdollisuuden tarkastella omia potilastietoja. Muita laajasti käytössä olevia toiminnallisuuksia ovat esimerkiksi ajanvaraus, reseptin uusiminen sekä viestinvälityspalvelut käyttäjän ja terveydenhuollon ammattilaisen välillä [Alb09]. Iso-Britanniassa sijaitseva Houghton Thornley Medical Centre on toteuttanut potilailleen oman terveystaltion, jonka kautta he pystyvät tarkastelemaan omia terveystietojaan, varaamaan aikoja, uusimaan reseptejä. Portaali sisältää myös terveystietoa, itsehoito-ohjeita ja videoita. Lääkärit tallentavat palveluun myös vastauksia usein esitettyihin kysymyksiin esimerkiksi sydäntauteihin ja astman hoitoon liittyen [CPP12].

Kytkeytyt terveystaltiot eivät välttämättä täytä kaikilta osin terveystaltion määritelmää. Käyttäjä ei omista ja hallinnoi omia tietojaan, sillä tiedot sijaitsevat potilastietojärjestelmässä. Tyypillisesti käyttäjä pystyy kyllä tarkastelemaan tietoja, mutta niiden muokkaaminen ja päivittäminen on rajoitettu. Tiedot eivät myöskään siirry käyttäjän mukana, jos hän muuttaa toiselle paikkakunnalle tai vaihtaa terveydenhuollon palveluntarjoajaa. Kytkeytyt terveystaltio on kuitenkin nopea ja helppo toteuttaa, sillä tietosisältö on jo valmiina potilastietojärjestelmässä [KLV14].

Avoimien terveystaltioiden kokoaa tietoja monesta eri lähteestä ja sitä hallinnoi terveydenhuoltojärjestelmän ulkopuolinen taho [KLV14]. Suomalainen Taltioni on hyvä esimerkki avoimesta terveystaltiosta. Kyseessä on ilmainen terveystaltio, johon jokaisella suomalaisella on mahdollisuus tallentaa omaan terveyteen ja hyvinvointiin liittyvää tietoa. Taltioniin tallennettuja tietoja voidaan hyödyntää eri laitteilla ja käyttöliittymillä paikasta ja ajasta riippumatta. Käyttäjä omistaa itse omat tietonsa ja päättää itse kenellä on pääsy tietoihin. Taltioni on eräänlainen palvelualusta ja sen käyttö tapahtuu palveluiden kautta. Taltionin kehityksestä ja ylläpidosta vastaa voittoa tavoittelematon Taltioni osuuskunta, jonka jäseneksi voivat liittyä sekä yksityiset että julkiset toimijat. Osuuskuntaan kuuluu tällä hetkellä 57 organisaatiota, joiden joukosta

löytyy ohjelmistoalan yrityksiä, terveydenhuollon palvelunkehittäjiä ja käyttäjäorganisaatioita [Tal12].

Tällä hetkellä Taltioniin on tarjolla viisi erilaista palvelua: iPana Äitiys, Wellmo, Vetreeni, Lääkekortti.fi ja Oma Terveys. Odottaville äideille suunnattu iPana Äitiys on äitiyskortti sähköisessä muodossa. Siihen voi tallentaa raskausajan tiedot ja palvelua voidaan käyttää neuvolassa asiointin yhteydessä. iPana on koekäytössä Tampereen äitiysneuvoloissa. Vetreeni on Jyväskylän yliopiston kehittämä ikäihmisille suunnattu palvelu. Sen tavoitteena on motivoida seniorikansalaisia liikkumaan aktiivisesti. Vetreeniä käytetään tablet-laitteen avulla. Wellmo on älypuhelimessa toimiva mobiilisovellus, joka kerää käyttäjän hyvinvointiin liittyvää tietoa. Wellmo seuraa käyttäjän asettamia tavoitteita esimerkiksi uneen, painoon, alkoholin käyttöön ja liikuntaan liittyen. Se voidaan tarvittaessa myös yhdistää mittalaitteisiin. Lääkekortti.fi on palvelu lääke- ja rokotustietojen seurantaan ja hallintaan. Oma Terveys –palvelun avulla käyttäjät voivat seurata omia terveystietojaan, kuten laboratoriotestien tuloksia, reseptejä ja vastaanottoaikoja [Tal12].

Myös monet yritykset tarjoavat työntekijöilleen mahdollisuuden käyttää terveystaltiota. Yhdysvaltalainen vähittäiskauppa Walmart on tarjonnut työntekijöilleen mahdollisuuden käyttää terveystaltiota vuodesta 2008 lähtien. Walmartin terveystaltiosovellus tarjoaa esimerkiksi muistutuspalvelun reseptien uusimiseen, useasta eri tietolähteestä koostettua terveystietoa sekä lääkäreiden ja sairaaloiden arvosteluita. Työntekijöillä on myös mahdollisuus ladata henkilökohtaisista hyvinvointilaitteista peräisin olevaa mittaustietoa, kuten verensokerimittausten tuloksia, palveluun. Walmartin terveystaltio pohjautuu avoimen lähdekoodin terveystaltioratkaisu Indivoon [Alb09].

Organisaatiokohtainen terveystaltio on tarkoitettu ainoastaan organisaation työntekijöiden käyttöön ja tästä syystä se ei sovellu hyvinvointitietojen pitkäaikaiseksi tietovarastoksi [LoK07]. Myös luottamuksellisuuteen liittyvät kysymykset nousevat esille organisaatiokohtaisten terveystaltioiden kohdalla. Yhdysvalloissa vuonna 2004 toteutetussa tutkimuksessa tarkasteltiin työntekijöiden suhtautumista työnantajan sponsoroimaan terveystaltiosovellukseen. Tutkimuksessa tarkastelun kohteena ollut yritys tarjosi kaikille työntekijöilleen mahdollisuuden käyttää ilmaiseksi terveystaltiosovellusta. Käytössä ollut sovellus tarjosi toimintoja muun muassa

terveystiedon etsintään, erilaisiin raportteihin, muistutuksiin sekä lääkitystietojen tallentamiseen. Tutkimukseen osallistuneiden työntekijöiden vastauksista kävi ilmi, että 22 % työntekijöistä oli huolissaan terveystietojensa luottamuksellisuudesta. He pelkäsivät muiden työntekijöiden tai työnantajan pääsevän käsiksi yksityisiin tietoihin. Osa vastaajista myös kyseenalaisti työnantajan motiivit seurata työntekijöiden terveydentilaa. Lisäksi 34 % vastaajista oli huolissaan yksityisyydestä ja tietoturvasta. He pelkäsivät tietojensa näkyvän yrityksen ulkopuolisille tahoille [DBS09].

3.5 Terveystaltio Suomessa ja maailmalla

Suomessa on tarjolla useita erilaisia terveystaltiopalveluita. Oulun omahoito ja Espoon omahoito ovat organisaatiokohtaisia terveystaltiopalveluita. Ne tarjoavat organisaation työntekijöille terveystaltiopalvelun, johon työntekijä voi manuaalisesti tallentaa omia terveystietojaan. Parhaimmassa tapauksessa sekä työntekijä että työnantaja hyötyvät tällaisesta järjestelystä. Työntekijä saa motivaation huolehtia paremmin omasta terveydestään ja työnantaja hyvinvoivan ja itsestään huolta pitävän työntekijän [KLV14].

Usean kunnan yhteinen Hyvis-portaali sisältää terveystaltiopalvelun, johon käyttäjä voi tallentaa omia tietojaan. Terveystaltio ei kuitenkaan mahdollista tiedonvaihtoa terveydenhuollon järjestelmien kanssa, vaan sitä on ylläpidettävä manuaalisesti. Terveystaltio.fi on kaupallinen, mutta kansalaiselle ilmainen palvelu, johon sisältyy manuaalisesti ylläpidettävä tietovarasto terveystiedoille. Palvelu ei kytkeydy terveydenhuollon tietojärjestelmiin. Hyvinvointipolku.fi on terveystaltiopalvelu, johon sisältyy henkilökohtainen hyvinvointitaltio. Hyvinvointitaltion tietoja ylläpidetään manuaalisesti, eikä palvelu ole kytköksissä terveydenhuollon organisaatioiden tietojärjestelmiin [KLV14].

Taltio on ilmainen ja avoin terveystaltio, johon kansalainen voi tallentaa omaan terveyteen ja hyvinvointiin liittyvää tietoa. Taltionin kehityksestä ja ylläpidosta vastaa voittoa tavoittelematon Taltio osuuskunta, johon kuuluu ohjelmistoalan yrityksiä, terveydenhuollon palvelunkehittäjiä ja käyttäjäorganisaatioita. Palvelunkehittäjien ratkaisut voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: natiivisovellukset, liitetyt sovellukset ja rinnakkaiset sovellukset. Natiivisovellus käyttää Taltionin tietomallia, tietokantaa, käyttäjärekisteröintiä ja autentikointipalveluita. Natiivisovellus on täysin riippuvainen

Taltionista ja käyttää sen tarjoamia alustapalveluita tiedon tallentamiseen. Esimerkiksi tietojen analysointiin, raportointiin ja visualisointiin liittyvät palvelut ovat hyvä esimerkki natiivisovelluksesta. Ne tuovat lisäarvoa käyttäjille, mutta eivät pysty toiminaan ilman Taltionin tarjoamaa tietovarastoa. Liitetty sovellus käyttää osittain Taltionin tietomallia. Osa tiedoista tallennetaan Taltionin tietokantaan ja osa sovelluksen omaan tietokantaan. Käyttäjärekisteri ja käyttäjien autentikointi ovat useimmiten sovelluksen hallinnassa. Rinnakkaista sovellusta voidaan käyttää joko Taltionin kanssa tai täysin itsenäisesti. Tietomalli on osittain yhteinen Taltionin kanssa [Tal14]. Sykemittareihin liitetyt sovellukset ovat tyypillinen esimerkki rinnakkain toimivasta sovelluksesta.

Ruotsissa toteutetaan parhaillaan terveystiliratkaisua (Hälsokonto), jonka avulla käyttäjä voi hallinnoida omia terveys- ja hyvinvointitietojaan. Terveystiliä hallinnoi Ruotsin valtion omistama, sosiaaliministeriön alaisuudessa toimiva yhtiö Apotekens Service AB. Ratkaisun perustana on Microsoftin terveystaltiotuote HealthVault. Potilastietojen katselupalvelun avulla terveystili voidaan liittää potilaskertomukseen, jolloin käyttäjä pääsee näkemään myös potilastietojärjestelmään kirjattuja tietoja [KLV14].

Tanskaa pidetään terveydenhuollon tietojärjestelmien edelläkävijä [KLN14, BeT10]. Ensimmäinen kansallinen terveystaltio julkaistiin jo vuonna 2003. Sundhed.dk on portaali, jossa kansalaiset voivat esimerkiksi hakea terveydenhuollon palveluita, tehdä riskitestejä ja uusia reseptejä, rekisteröityä elinten luovuttajaksi tai tarkastella sairaaloiden laatuluokitteluita. Portaali integroituu potilastietojärjestelmään ja mahdollistaa potilastietojen, kuten diagnoosien tarkastelun [KLV14].

Virossa on käytössä keskitetty potilastietoarkisto, joka otettiin käyttöön vuonna 2008. Kaikki terveydenhuollon palveluntarjoajat on velvoitettu kytkemään omat potilaskertomustietonsa keskitettyyn arkistoon. Kansalaiset pääsevät katsomaan omia potilastietojaan portaalin kautta. Suunnitteilla on myös ollut rakentaa potilasarkiston yhteyteen terveyskansio, jonka tietoja potilas pääsisi itse hallinnoimaan [KLV14].

Kataloniassa on käytössä kansallinen potilaskertomusjärjestelmä, johon suurin osa terveydenhuollon palveluntarjoajista on liittynyt. Kehitteillä on myös kansalaisille suunnattu palvelu Personal de Salut (CPS), jonka avulla kansalaiset pääsevät katsomaan omia terveystietojaan, käyttämään sähköisiä asiointipalveluita ja uusimaan reseptejä. Käyttäjä voi itse valita käyttämänsä palvelukomponentit ja rakentaa näin omiin

tarpeisiinsa räätälöidyn palvelukokonaisuuden [KLV14].

Kanadassa terveydenhuollon tietojärjestelmien käyttöönottoa ohjaa Kanadan valtion omistama, voittoa tavoittelematon Canada Health Infoway. Kansallista terveystaltioratkaisua ei ole tällä hetkellä käytössä, mutta teleoperaattori Telus markkinoi Microsoftin HealthVault-järjestelmään pohjautuvaa Telus Health Space terveystaltiota, joka mahdollistaa terveyteen liittyvien tietojen välityksen terveydenhuollon tietojärjestelmistä asiakkaan omaan terveystaltioon [CPP12].

Yhdysvalloissa terveystaltioiden pelikenttä on laaja, mutta niiden käyttö on vähäistä. Journal of the Medical Library Association vuonna 2009 tekemän tutkimuksen mukaan markkinoilla oli 91 erillistä terveystaltiosovellusta. Deloitte vuonna 2010 toteuttamassa tutkimuksessa selvisi, että ainoastaan 10 % aikuisväestöstä käytti jonkinlaista terveystaltiota. Laajimmin käytössä ovat terveyspalveluita tarjoavan Kaiser Permanentin terveystaltiosovellus My Health Manager sekä veteraaneille suunnattu My HealthVet. Kaiser Permanente toimii yhdeksässä eri osavaltiossa ja omistaa 36 sairaalaa ja terveyskeskusta. My Health Manager on ollut käytössä vuodesta 2007. Sen avulla käyttäjä voi selaila tietoja lääkärikäynneistä, lääkityksestä, allergioista ja testituloksista. Sovelluksen avulla voi myös uusien reseptien ja välittää viestejä lääkärille. Omaan terveystiliin voi liittää perheenjäsenten tiedot [Alb09].

Taulukkoon 3 on koottu yhteenveto terveystaltioratkaisuista Suomessa ja maailmalla.

Maa	Kytetty terveystaltio	Avoim terveystaltio
Suomi	Käytössä (KanTa/OmaKanta)	Käytössä useita (mm. Taltioni, Hyvis, Oulun omahoito)
Ruotsi	Kehitteillä (Journal på nätet)	Kehitteillä (Hälsokonto)
Tanska	Käytössä (Sundhed.dk)	-
Viro	Käytössä (Tietojen katselu)	-
Espanja (Katalonian alue)	-	Käytössä (CPS)
Kanada	-	Käytössä (Telus Health Space)
Yhdysvallat	Useita	Useita

Taulukko 3. Yhteenveto terveystaltioratkaisuista Suomessa ja maailmalla.

4 Keskeiset terveydenhuollon standardit

Standardi on tunnustetun osapuolen hyväksymä dokumentti, joka määrittää joukon sääntöjä, piirteitä tai ohjeita prosesseille, tuotteille tai palvelulle. Standardien avulla pyritään varmistamaan tietojärjestelmien yhteentoimivuus [EKM05]. Standardeja ja suosituksia toteuttavat useat eri tahot. Health Level Seven (HL7) kehittää standardeja terveydenhuollon tiedonvälitykseen. Asiantuntijaorganisaatiot ja yhteisöt kuten American Health Information Management Association (AHIMA), Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) ja American Medical Informatics Association (AMIA) ovat julkaisseet omat terveystalton tietosisältöön liittyvät suosituksensa. Kansainvälinen yhteisö Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) määrittelee standardeihin perustuvia profiileja terveydenhuollon tietojärjestelmien yhteensovittamiseen. Continua puolestaan standardoi mittalaitteiden liitettävyyttä [ABK08].

Terveystalton kannalta keskeiset standardit on koottu taulukkoon 4.

luokka	kuvaus	standardi
Toiminnallisuus	Mitä toiminnallisuuksia PHR sisältää	HL7 PHR-S Functional Model
Sisältö	Millainen on PHR:n tietosisältö	CCR, CCD, CDA, AHIMA, HIMSS, AMIA
Koodisto	Tietojen yhteensopivuus	SNOMED-CT, LOINC, ICD 9/10, CPT 4/5
Tiedonvälitys	Miten tiedonsiirto eri järjestelmien välillä toimii	HL7 V2&V3, IHE XDS, NCPD (X12N), DICOM
Tiedonvälitys	Miten tiedonsiirto eri järjestelmien välillä toimii	HL7 V2&V3, IHE XDS, NCPD (X12N), DICOM
Laitteet	Tiedon kerääminen erilaisista mittalaitteista.	Continua Health Alliance Guidelines, HL7 PHRM, ISO/IEEE 11073
Siirrettävä tallennusmedia	Tiedon siirto siirrettävän median avulla	USB key, CD-ROM, smart card, IHE XDM, IHE XDR

Taulukko 4: Terveystalton keskeiset standardit [ABK08].

4.1 Toiminnallisuus

Personal Health Record Functional Model (PHR-S FM) on standardi terveystaltiosovellusten toiminnallisuuksien ja toiminnallisten vaatimusten määrittämiseen [MMS13]. Mallin tavoitteena on helpottaa tiedonsiirtoa erilaisten terveystaltiosovellusten sekä terveystaltiosovelluksen ja potilastietojärjestelmän välillä. Kuvassa 7 on esitetty PHR-S FM malli, joka jaetaan kolmeen eri pääosa-alueeseen: Personal Health, Supportive ja Information Infrastructure. Nämä pääosa-alueet puolestaan jakautuvat useisiin aliosa-alueisiin.

Personal Health	PH.1 Account Holder Profile
	PH.2 Manage Historical Clinical Data And Current State Data
	PH.3 Wellness, Preventive Medicine, and Self Care
	PH.4 Manage Health Education
	PH.5 Account Holder Decision Support
	PH.6 Manage Encounters with Providers
Supportive	S.1 Provider Management
	S.2 Financial Management
	S.3 Administrative Management
	S.4 Other Resource Management
Information Infrastructure	IN.1 Health Record Information Management
	IN.2 Standards Based Interoperability
	IN.3 Security
	IN.4 Auditable Records

Kuva 7: PHR-S mallin toiminnallisuusluokittelu [HL713].

Personal Health osa-alue sisältää toiminnot, joiden avulla käyttäjä ylläpitää omaan terveyteensä liittyviä tietoja. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi ennaltaehkäisevät toimet ja terveyden hoitamiseen liittyvät asioinnit. *Supportive* osa-alue koostuu toiminnoista, joilla hallitaan henkilökohtaisia terveystietoja. Tähän osa-alueeseen kuuluvat myös toiminnot, joilla saadaan tietoa esimerkiksi lääketieteellisten tutkimusten suorittamiseen

tai terveydenhuoltopalveluiden laadun kehittämiseen. *Information Infrastructure* osa-alue kokoaa yhteen toiminnot, jotka tukevat Personal Health- ja Supportive-toimintoja. Tällaisia tukitoimintoja ovat esimerkiksi yksityisyyteen, tietoturvallisuuteen ja yhteensopivuuteen liittyvät toiminnot [HL713].

4.2 Sisältö ja koodisto

Sisältöön liittyvät määrittelyt ovat keskeisessä asemassa kun tavoitteena on terveystietojen siirrettävyys eri palveluiden välillä. Sisältöön liittyvät standardit vaativat terveydenhuollon syvällistä tuntemusta ja niiden määrittelyyn osallistuvat terveydenhuollon asiantuntijat [EKM05]. Standardien lisäksi useat asiantuntijaorganisaatiot ja yhteisöt kuten AHIMA, HIMSS ja AMIA ovat julkaisseet oman tietosisältösuosituksensa.

Continuity of Care Record (CCR) on usean eri terveydenhuoltoalan organisaation yhteistyönä kehittämä standardi, jonka tavoitteena on luoda yhtenäinen XML-muoto terveystaltiolle. Se määrittää potilaan terveystietojen yhteenvedon tiedot ja sisältää otsikkotietojen lisäksi 17 vapaaehtoista sektiota terveystietojen kuvaamiseen. Continuity of Care Document (CCD) ja Clinical Document Architecture (CDA) ovat HL7 organisaation laatimia standardeja. CCD yhdistää CCR:n toiminnallisuuden HL7 V3 CDA-arkkitehtuurin määrittelemiin malleihin (templates). CDA on terveydenhuollon tiedonvälitykseen kehitetty arkkitehtuuri, jonka tavoitteena on helpottaa ja yhtenäistää terveydenhuoltoalan sovellusten välistä tiedonsiirtoa. CDA-mallit ovat valmiiksi määritettyjä rakenteita tietyn kliinisen tiedon kuten verenpaineen kuvaamiseen [BeT10].

Terveystaltion tietosisältöön liittyvät standardit ja suositukset on koottu taulukkoon 4.

Standardi/ Suositus	CCR	CCD	CDA	AHIMA	HIMSS	AMIA
Yhteiset komponentit						
Rokotukset	X	X	X	X	X	X
Lääkitys	X	X	X	X	X	X
Allergiat	X	X	X	X	X	X
Perhehistoria	X	X	X	X	X	X
Laboratoriokokeet	X	X	X	X	X	X
Toimenpiteet	X	X	X	X		X

Terveystietojärjestelmien palveluiden tarjoajat	X				X	X
Vakuutus/maksajatiedot	X	X		X	X	
Elämäntapoihin liittyvä historia	X	X	X			X
Ongelmat ja oireet	X	X	X			
Kliininen käynti	X	X	X			
Elintoiminnot	X	X	X			
Hoitosuunnitelma	X	X	X			
Kotona mitatut tiedot			X			X
Mittalaite	X	X				
Toiminnallinen status		X	X			
Terveystietojärjestelmien ylläpito / liikunta				X	X	
Toimintaohjeet		X		X		
Henkilön yksilöintitunnus		X		X		
Yhteystiedot hätätilanteessa				X	X	
Muut tiedot	Tilastot, muut tulokset			Elinten luovutustiedot, silmä- ja hammastiedot, fyysiset kokeet, hoitotoiveet		
Yhteensä	17	16	13	18	10	9

Taulukko 4: Terveystietojärjestelmien sisältämät tiedot [GoT12].

Taulukosta 4 käy ilmi, että tietosisältömallit poikkeavat toisistaan melkoisesti. Kaikille standardeille ja suosituksille yhteisiä komponentteja on ainoastaan viisi: rokotukset, lääkitys, allergia, perhehistoria ja toimenpiteet. Laajin malli, AHIMA:n tietosisältösuositus, sisältää yhteensä 18 komponenttia. Malleista suppein on AMIA:n suositus, joka sisältää 9 komponenttia. Kotona mitatut tiedot huomioidaan CDA-standardissa ja AMIA:n suosituksessa.

Joint Electronic Personal Health Record Task Force tutki tietosisältöön liittyvien standardien käyttöä markkinoilla olevien PHR-sovellusten osalta. Tutkimukseen osallistui yhteensä 117 sovellustoimittajaa, joista ainoastaan 34 % (44 kpl) käytti tuotteessaan jotakin tietosisältöön liittyvää standardia. Suosituin standardi oli CCR, jota käytti 16 sovellustoimittajaa. [GOT12]

4.3 HL7 V2 ja V3

HL7 V2 on tällä hetkellä eniten käytetty standardi terveydenhuollon viestinvälitykseen. Se perustuu EDI-formaattiin (Electronical Interchange). Vaihtoehtoisesti viestit voidaan esittää XML-muotoisina. Viestit koostuvat segmenteistä (segment), tietokentistä (data fields) ja tietotyypeistä (data types). Segmentit erottaa toisistaan rivinalkuunpalauttamismerkki (carriage return). Jokainen segmentti alkaa tunnisteella, joka kertoo millaisesta segmentistä on kyse. Segmentit voivat olla pakollisia tai vapaaehtoisia. Osa segmenteistä on lisäksi toistettavissa. Segmentti jakautuu tietokenttiin, jotka erotellaan toisistaan piippumerkillä (|). Yksittäiset tietokentät löytyvät viestistä niiden sijainnin perusteella. Tietokenttien tietosisällöt erotetaan viestissä karaattimerkillä (^). Kuvassa 8 on esimerkki verensokerimittauksen tulosta esittävästä EDI-sanomasta.

```
MSH|ORL|RemotePatient|PATR|VitalObservation|GUHL|20080215T0730|GUHCNTRL94|2.5<cr>
PID|1|35391|Sean Murphy||John Smith|19720520|M|Rahoon park^Newcastle|091443413<cr>
OBX|1|ST|15545^GLUCOSE^POST 12H CFST:MCNC:PT:SER/PLAS:QN^LN||182|mg/dl|70105|<cr>
```

Kuva 8. HL7 V2 verensokerimittauksen tulosta esittävä EDI-sanoma [SaR12].

Ensimmäinen segmentti (MSH) kuvaa viestin tyypin sekä viestin herätetapahtuman (trigger event). Kuvan 8 esimerkissä kyseessä on vastaus laboratorioläheteeseen (ORL). Muut segmentin tietokentät kertovat viestin lähettäneen sovelluksen tunnuksen (PATR), viestin vastaanottavan sovelluksen tunnuksen (GUH-L), päivämäärän jolloin laboratoriotestaus on tilattu (20080215T0730), osastokoodin (GUH-CNTRL-94) sekä viestin aliversion (2.5) [SaR12].

Toinen segmentti (PID) kuvaa potilaan tiedot: potilaan yksilöivä tunnus (35391), potilaan nimi (Sean Murphy), testin tilannut lääkäri (John Smith), lääkärin yksilöivä tunnus (19720520), potilaan sukupuoli (M), osoite (Rahoon park, Newcastle) ja puhelinnumero (091443413). Viimeinen segmentti (OBX) sisältää

verensokerimittauksen tulokset. Segmentissä on esitetty mittausten lukumäärä (1), mittaustuloksen tietotyyppi (ST), mittaustuloksen yksilöintitunnus LOINC-koodituksen mukaisesti (15545 GLUCOSE^POST 12H CFST:MCNC:PT:SER/PLAS:QN^LN). Laboratoriotestin tuloksena näkyvä verensokeriarvo on 182 mg/dl, kun normaali vaihteluväli on 70-105 mg/dl.

HL7 V2 standardissa uusia elementtejä voidaan lisätä tarpeen mukaan seuraavalle vapaalle kohdalle. Suuri osa versio kahden tietoelementeistä on vapaaehtoisia. Tämä johtaa siihen, että erilaiset HL7 V2 toteutukset voivat poiketa hyvinkin suuresti toisistaan. Joustavuuden ja muunneltavuuden käänköpuolena on hankala testattavuus. Myös rajapintojen määrittely on haastavaa, sillä niiden toteuttamisessa täytyy huomioida monta erilaiset versiot [BeT10]. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi kehitettiin seuraava HL7 versio V3.

HL7 V3:n kehittäminen aloitettiin vuonna 1995 ja ensimmäinen standardi julkaistiin vuonna 2005. HL7 V3 rakentuu sisältöjä ja merkityksiä standardoivan Reference Information Model –viitetietomallin (RIM) ympärille. RIM-mallin avulla voidaan esittää kaikki terveydenhuollon tietosisällöt. RIM kuvaa tietorakenteet, tietotyypit, sanastot ja suhteet. Malli sisältää kuusi pääluokka: tapahtuma (act), entiteetti (entity), rooli (role), osallistuminen (participation), tapahtumasuhde (ActRelationship) ja roolilinkki (RoleLink). Mallin pääluokat on esitetty taulukossa 5.

Luokka	Tyyppi
Tapahtuma (act)	Ilmaisee kliinisiä tai hallinnollisia tapahtumia kuten toimenpiteitä, lääkityksiä ja havaintoja.
Entiteetti (entity)	Kuvaa tapahtumaan osallistuvaa fyysistä objektia, kuten organisaatio, ihminen tai laite.
Rooli (role)	Kuvaa tapahtumissa ilmeneviä rooleja kuten potilas ja työntekijä.
Osallistuminen (participation)	Ilmaisee fyysisen objektin osallistumista tapahtumaan tietyn roolissa.
tapahtumasuhde (ActRelationship)	Kuvaa kahden tapahtuman välistä yhteyttä.
roolilinkki (RoleLink)	Kuvaa kahden roolin välistä yhteyttä. Esimerkiksi perheenjäsenten välinen yhteys tai hoitotiimien välinen yhteys

Taulukko 5: RIM-mallin luokat [BeT10].

Tapahtuma-luokka on RIM-mallin keskeisin luokka, sillä suurin osa terveydenhuollon tapahtumista esitetään sen kautta. Entiteetti-luokan avulla kuvataan tapahtumaan osallistuvaa fyysistä objektia, joka voi olla esimerkiksi ihminen, materiaali, laite tai organisaatio. Rooli-luokan avulla esitetään tietyssä tapahtumassa ilmeneviä rooleja. Ihmisiin kohdistuvat roolit esiintyvät usein ammatin tai vastualueen kautta. Osallistuminen-luokan kautta kuvataan fyysisen entiteetin osallistumista tapahtumaan tietyssä roolissa (role). Esimerkiksi henkilö voi osallistua leikkaukseen kirurgin roolissa. Tapahtumasuhde-luokka ilmentää kahden tapahtuman välistä yhteyttä. Esimerkiksi laboratoriotestin tulokset liittyvät laboratoriolähetteen. Roolilinkki-luokka linkittää kaksi roolia toisiinsa [BeT10]. Esimerkiksi perheenjäsenten välinen yhteys tai hoitotiimin jäsenten välinen yhteys voidaan kuvata luokan avulla.

RIM on abstrakti malli, sillä monia eri käsitteitä voidaan mallintaa saman luokan avulla. Tarkka semanttinen merkitys ilmaistaan rakenneattribuuttien (structural attributes) avulla. Mallin avulla voidaan kuvata tietosisältöjä ja niiden välisiä suhteita hyvinkin tarkalla tasolla ottamatta kuitenkaan kantaa toteutusteknologiaan [HHI12].

4.4 Koodistot, luokitukset ja terminologiat

SNOMED-CT, LOINC, CPT (Current Procedural Terminology) ja ICD 9/10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) ovat kliinisen tiedon esittämiseen tarkoitettuja koodistoja. Sisältöstandardit CCR, CCD ja CDA sisältävät mekanismin kliinisen tiedon, kuten diagnoosien ja toimenpiteiden semanttista määrittelyä varten ja niiden avulla kliininen informaatio voidaan linkittää koodistoihin [HIK09].

Suomessa käytössä olevat koodistot, luokitukset ja terminologiat ovat kansallisia, pohjoismaisia tai kansainvälisiä. Osa kansallisista koodistoista on syntynyt kansainvälisten koodistojen puuttuessa. Koodistoja ylläpitää Stakes ja HL7-yhdistys on kehittänyt siirtosanomien koodistojen lataamiseksi valtakunnallisesta palvelusta [EKM05].

4.5 Tiedonvälitys

IHE on kansainvälinen yhteisö, joka määrittelee standardeihin perustuvia profiileja terveydenhuollon tietojärjestelmien yhteensovittamiseen. IHE määrittelee kansainvälisiä

integraatioprofiileja osana teknisiä viitemalleja (technical framework) monilla eri sovellusalueilla. Integraatioprofiilit ovat standardien soveltamisohjeita [IMT12].

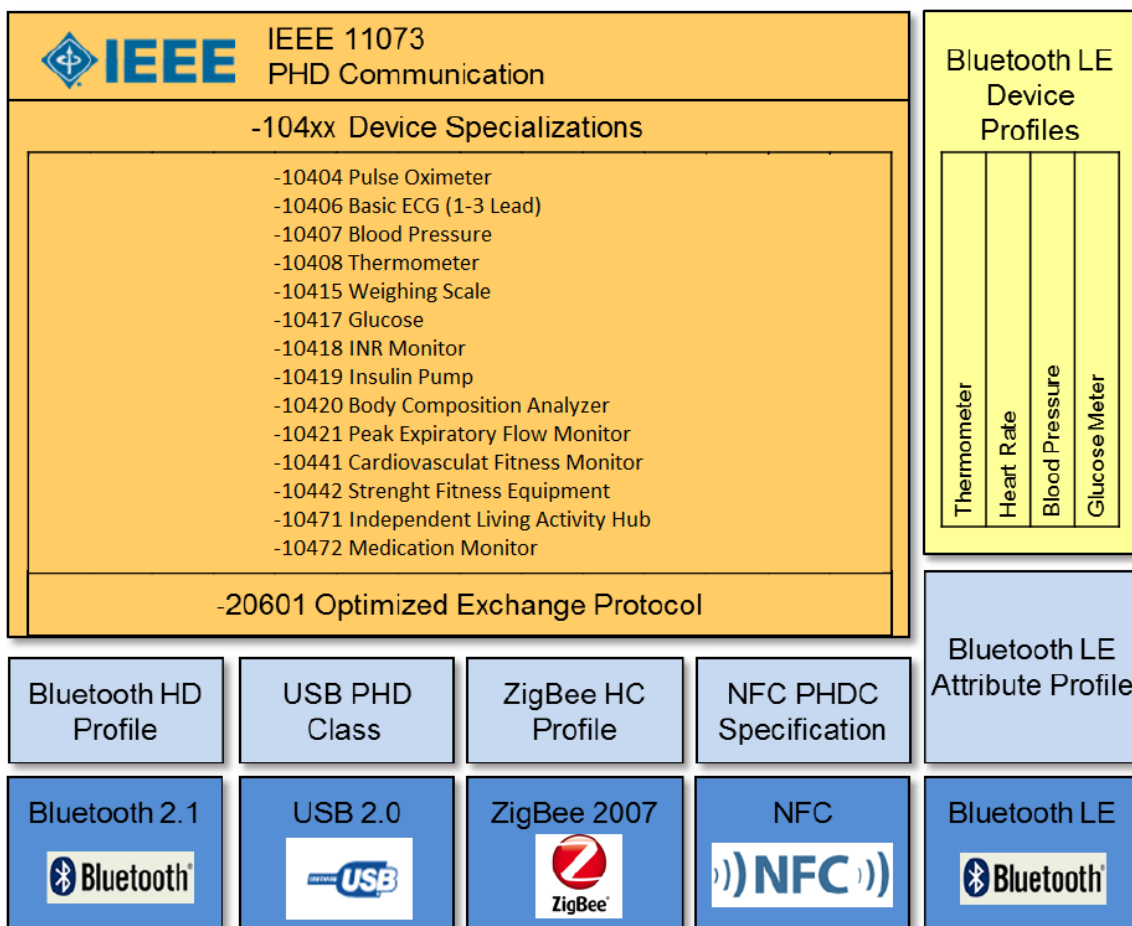
IHE määrittelee työnkulkuprofiileja, infrastruktuuriprofiileja sekä sisältöprofiileja. Työnkulkuprofiilit kuvaavat tietyn toimintakokonaisuuden työnkulun. Esimerkiksi radiologian työnkulku kuvaa siirtymät perusjärjestelmän, toiminnanohjausjärjestelmän, kuva-arkiston ja kuvantamislaitteiden välillä. Infrastruktuuriprofiilit sisältävät määrittelyjä keskeisten ja monissa eri yhteyksissä käytettävien ratkaisuiden kuvaamiseen. Tällainen on esimerkiksi dokumenttien jakamiseen keskittyvä XDS-profiili. Se määrittelee dokumenttien jakamisen ja hallinnan terveydenhuollon organisaatioiden välillä. Sisältöprofiilit kuvaavat tietosisältöjä, kuten CDA- ja CCR-standardeihin perustuva XPHR-profiili, joka kuvaa tiedonsiirtoa terveystalton ja potilastietojärjestelmän välillä [IMT12].

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) on standardi lääketieteellisten kuvien käsittelyyn, varastointiin ja siirtoon. Standardin ovat kehittäneet yhdysvaltalainen radiologijärjestö (ARC) ja laitetuottaja (NEMA). Suomeen sovellettaessa DICOM-standardin käytössä on esiintynyt ongelmia koodistojen ja skandinaavisten merkkien yhteydessä [EKM05].

4.6 Laitteet

Laitteisiin liittyvien standardien tarkoituksena on mahdollistaa hyvinvointiin liittyvien mittaustietojen haku henkilökohtaisista hyvinvointilaitteista. Pienet mittalaitteet eivät useinkaan sisällä sellaista kapasiteettia, jota raskaat terveystekniikan standardit vaativat. Laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteetin minimoinnilla tähdätään pienempään virrankulutukseen, joka puolestaan mahdollistaa pitkän toiminta-ajan ja pienen laitekoon [JuS09]. Continua on vuonna 2006 perustettu henkilökohtaisen terveydenhuollon laite-valmistajien yhteenliittymä, jonka tavoitteena on standardoida mittalaitteiden liitettävyyttä. Continuan arkkitehtuuri rakentuu ISO/IEEE 11073 standardiperheen päälle.

Kuvassa 9 esitetty ISO/IEEE 11073 on merkittävin henkilökohtaisen terveys- ja hyvinvointilaitteisiin liittyvä standardiperhe. Se pohjautuu IEEE 1073-standardiin, joka kehitettiin alun perin leikkaussalilaitteiden tarpeisiin [Con13].



Kuva 9: ISO/IEEE 11073 standardiperhe [Con13].

ISO/IEEE 11073 PHD standardit keskittyvät henkilökohtaisten terveyslaitteiden yhteentoimivuuteen. Ne mahdollistavat mittaustietojen siirtämisen erilaisiin sovelluksiin [MMS13]. Liitettävyyden perustana toimii optimoitu tiedonsiirtoprotokolla (optimized exchange protocol) IEEE 11073-20601. Optimoitu tiedonsiirtoprotokolla tukee useita erilaisia tietotyyppäjä, kuten jaksottainen tieto, jatkuva tietovirta, tallennus ja edelleenlähetys. Se on suunniteltu erityisesti kannettavia laitteita silmällä pitäen, jolloin tiedonsiirtoteknologioita voivat olla esimerkiksi Bluetooth, ZigBee tai USB. Protokolla optimoi tiedon siirron tehokkuuden ja mahdollistaa nopean uudelleen kytkeytymisen. Mittalaitteille on kehitetty omat laitekohtaiset standardit (-104xx laitekohtaiset määrittelyt) [Con13].

PHMR-raportti (Personal Health Monitoring Report) on HL7:n määrittelemä standardi mittaustiedon siirtoon [MMS13]. Raportin sisältö koostuu mittalaitteiden tuottamasta mittaustiedosta ja kuvailevasta informaatiosta kuten kaavioista, muistiinpanoista, yhteenvedoista. PHMR-raportti käyttää CCD-dokumentin rakenteita laajentaen niitä tarvittavilta osin vastaamaan mittalaitteista peräisin olevan tiedon tarpeisiin. Raportti koostuu otsikko-osiosta (header) ja runko-osiosta (body). Otsikko-osio sisältää joukon tunnistetietoja, potilaan yksilöintitietoja ja metatietoja. Varsinainen tietosisältö on koottu runko-osion alle. Taulukossa 6 on esitetty PHRM-raportin runko-osion sisältö [Phm10].

Osio	Pakollisuus
Mittalaite (medical equipment)	pakollinen
Elintoiminnot (vital signs)	pakollinen jos tulos-osio puuttuu
Tarkoitus (purpose)	vapaaehtoinen
Lääkitys (medication)	vapaaehtoinen
Tulos (result)	pakollinen jos elintoiminnot-osio puuttuu
Muistiinpanot (remote monitoring notes)	vapaaehtoinen

Taulukko 6: PHRM-raportin sisältö [Phm10].

Mittalaitteen tiedot ovat aina pakollisia. Mittalaitteesta kerrotaan mm. valmistaja, tyyppi, malli, yksilöintitunnus ja sarjanumero. Tämän lisäksi raporttiin täytyy sisältyä joko elintoiminnot tai tulos tai molemmat edellä mainituista. PHRM-standardi määrittää, että verenpaine, lämpö, happisaturaatio, hengitystaajuus ja syke esitetään elintoiminnot-osiossa. Kaikki muut arvot esitetään tulos-osiossa, joka voi sisältää esimerkiksi verensokerimittauksen tulokset. Tarkoitus-, lääkitys- ja muistiinpano-osiot ovat vapaaehtoisia. Muistiinpanoissa voidaan kuvata tekstimuotoista tietoa, jonka tyyppillisesti lisää terveydenhuollon ammattilainen [Phm10].

4.7 Kritiikkiä ja kehityskohteita

Teknisellä tasolla tarkat kansainväliset standardit toimivat hyvin. Toimintatapojen standardoiminen on hankalampaa, sillä niihin liittyy paljon sosiaalisia ja paikallisia tekijöitä. On vaikea tuottaa tarkkoja standardeja, jotka sopivat erilaisiin toimintaympäristöihin. Ongelma voidaan ratkaista määrittelemällä standardi riittävän

korkealla tasolla, josta muodostetaan tarkempi, paikalliset vaatimukset täyttävä standardi. Tätä prosessia kutsutaan paikallistamiseksi. HL7 V3 RIM-tietomalli on esimerkki tällaisesta korkean tason standardista [EKM05].

Terveystalton tietosisältöä määrittävien standardien kuten, CCD ja CDA, on kritisoitu tuovan turhaan monimutkaisuutta ja pituutta niiden mukaisesti tuotettuihin XML-dokumentteihin. CCR- ja CCD-standardit perustuvat XML-skeemoihin. XML-skeema kuvaa XML-dokumentin rakenteen. Se määrittää dokumentin elementit, elementtien järjestyksen ja tietotyypit. Tiedon esitysmuotona XML ei kerro mitään tietosisällön semantiikasta. Se tarjoaa ainoastaan standardin tavan esittää tietoa. XML-skeemaa voidaan laajentaa helposti, mutta tässä on riskinsä [PuP10]. RIM-mallia edeltäneessä HL7 V2 standardissa uusia elementtejä voidaan lisätä tarpeen mukaan seuraavalle vapaalle kohdalle. Suuri osa versio kahden tietoelementeistä on vapaaehtoisia. Tämä johtaa siihen, että erilaiset HL7 V2 toteutukset voivat poiketa hyvinkin suuresti toisistaan. Joustavuuden ja muunneltavuuden käänttöpuolena on hankala testattavuus. Myös rajapintojen määrittely on haastavaa, sillä niiden toteuttamisessa täytyy huomioida monta erilaiset versiot [BeT10].

Koodistoihin ja kliinisiin termistöihin kohdistuu monitulkintaisuuteen liittyviä ongelmia. Esimerkiksi SNOMED CT-koodiston arvo 43396009 ja LOINC-koodiston arvo 4548-4 kuvaavat molemmat hemoglobiinimittausta [SaR13]. Edellä kuvattu ongelma syntyy jos potilaalla on hoitosuhde useampaan eri terveydenhuollon palveluntarjoajaan, jotka käyttävät potilastietojärjestelmissään eri koodistoja.

RIM-mallia on kritisoitu sen monimutkaisuuden ja hankalan laajennettavuuden vuoksi. HL7 V3 standardi on valittu monessa maassa, kuten Australiassa, Tanskassa ja Iso-Britanniassa, kansallisen potilastietojärjestelmän pohjaksi. Toteutuksen monimutkaisuus on kuitenkin mainittu yhdeksi syyksi laajan kansallisen potilastietojärjestelmähankkeen epäonnistumiseen Iso-Britanniassa. Yhdysvalloissa HL7 V3 standardi ei saavuttanut rahoitusprojektien hyväksyntää eikä HL7 V3 viestinvälitystä valittu osaksi elintarvike- ja lääkehallinnon tiedonhallintaohjelmaa. Vaikka RIM-malli on semanttinen tietomalli, ei sen hyödyntäminen automaattisesti takaa järjestelmien välistä semanttista yhteentoimivuutta. Kanadassa kahden eri provinssin, Ontarion ja Albertan, potilasrekisterit toteutettiin HL7 V3 standardin pohjalta. Potilasrekisterit eivät kuitenkaan toimineet yhteen saumattomasti, vaan vaadittiin lukuisia

yhdistämisoperaatioita ennen kuin järjestelmien väliset integraatiot saatiin toimimaan moitteettomasti [BeS13].

HL7 Finland ry:n toteuttamassa standarditarpeiden ja määritysten kartoituksessa laadittiin kysely yhdistyksen jäsenille ja yhteistyökumppaneille. Vastauksia saatiin yhteensä 23 kpl, joista 6 ohjelmistotoimittajilta, 12 käyttäjäorganisaatioilta ja 5 muilta toimijoita. Kyselyssä kartoitettiin terveystaltion kannalta oleellisten standardien ja määritysten tarvetta Suomessa. Aihealueina olivat esimerkiksi terveystaltion käyttöön liittyvät rajapinnat, tietämyspalvelut, palveluprosessit, terveystaltion toiminnallisuuden standardointi ja kotimittausten rajapinnat [MMS13].

Kyselyn vastauksista kävi ilmi, että standardoiduille, avoimille rajapinnoille on suuri tarve. Vaikka terveydenhuollon alueelle on kehitetty lukuisia standardeja ja määrittämiä, ei niiden käyttö ole kuitenkaan vielä vakiintunutta [MMS13]. Standardit ja suositukset ovat pääosin kansainvälisiä, mutta niiden soveltamisessa joudutaan turvautumaan kansallisiin ratkaisuihin [HIK09]. Kansainväliset standardit eivät ole sellaisenaan valmiita käytettäväksi, vaan ne täytyy ensin paikallistaa kohdemaan tarpeiden ja lainsäädännön mukaisiksi. Esimerkiksi CDA kuvaa asiakirjojen yleisrakenteen, jota täytyy tarkentaa eri käyttötarkoituksiin soveltamisoppaiden avulla [MMS13]. PHRM-raportti on hyvä esimerkki CDA-soveltamisoppaasta. Siinä CDA-määrittämiä on täydennetty vastaamaan mittalaitteista peräisin olevan tiedon esittämiseen. Taulukkoon 7 on koottu kyselyn keskeisimpiä tuloksia.

Aihealue	Standardi	Standardien ja määrittämiä tarve
Kotimittausten rajapinnat	Continua ja ISO/IEEE 11073-standardit	Henkilön käsin syöttämien tietojen siirto sähköiseen potilaskertomusjärjestelmään. Henkilön käsin syöttämien tietojen saanti PHR-järjestelmään.
Palveluprosessin rajapinnat		Asiakkaan muistutus- ja kehotuspalvelut. Laboratoriotutkimusten tulosten välittämisen terveystaltioon.
Tietämyspalvelut		Riskitestien tulosten liittäminen hoitosuosituksiin.

		Riskitestien tulosten liittäminen palveluihin hakeutumiseen.
Terveystaltion toiminnallisuuksien standardointi	HL7 PHR-S FM	Terveystaltion toiminnallisten vaatimusten yhdenmukaisen määrittelyn (esim. HL7 PHR-S FM) suomenkielinen versio.

Taulukko 7 Terveystaltioon liittyvien standardien ja määritysten kartoitus [MMS13].

Kotimittausten rajapintojen todettiin sisältyvän Continuan määrittämiin, mutta tarkentavia määrittämiä esiintyi tarvetta. Palveluprosessien osalta kaivattiin standardoituja määrittämiä asiakkaan muistutus- ja kehoituspalveluihin sekä laboratoriotutkimusten tulosten välittämiseen terveystaltioon. Tietämyspalveluiden kohdalla tärkeiksi koettiin riskitestien tulosten liittäminen hoitosuositukseen sekä riskiryhmien tunnistaminen ja ohjaaminen terveydenhuollon palveluiden piiriin. Terveystaltion toiminnallisuuksien standardointiin kaivattiin esimerkiksi HL7 PHR-S FM standardiin pohjautuvaa suomenkielistä määrittämiä.

4.8 Uuden sukupolven standardit

FHIR (Fast Health Interoperable Resources) on HL7-organisaation kehittämä uuden sukupolven standardikehys, jonka tavoitteena on yhdistää HL7 V2-, V3- ja CDA-määrittämiä parhaat ominaisuudet ja uusimmat web-teknologiat. FHIR-määrittämiä toteutus aloitettiin vuonna 2011. Standardin kehitys pohjautuu RIM-malliin sanastojen ja tietotyyppeiden osalta, mutta toteutus poikkeaa aiemmista HL7-määrittämistä. Määrittämiä on kehitetty toteuttamislähtöisesti ja helppo laajennettavuus on ollut keskeisessä asemassa [BeS13].

HL7 V3 standardeja on kritisoitu niiden monimutkaisuuden ja hankalan laajennettavuuden vuoksi. FHIR-määrittämiä etuna pidetään helppoa ymmärrettävyyttä ja matalaa toteutuskynnystä. FHIR on suunniteltu käytettäväksi erilaisissa ympäristöissä, kuten mobiililaitteissa, pilvipalveluissa ja terveyspalveluiden tuottajien välisessä tiedonsiirrossa. Standardin käyttökohteena on terveystietojen vaihto ja säilyttäminen hoidollisessa ja hallinnollisessa kontekstissa. FHIR-määrittämiä kuvaa noin 50 erilaista kliinistä ja hallinnollista resurssia, tietojen siirtoon käytettävän RESTful-rajapinnan sekä tapoja koostaa resurssit dokumenteiksi. Standardi määrittää ainoastaan keskeisimmät tietojoukot. Loput tiedot mallinnetaan laajennuksien avulla. Resursseja

voi tuottaa ja mallintaa itse ja ne on mahdollista liittää osaksi standardia. Tosin mallintamisen täytyy tapahtua HL7:n määrittämien kriteerien mukaisesti [MMS13].

Taulukossa 13 on vertailtu HL7 standardien ominaisuuksia.

Ominaisuus	HL7 V2	HL7 V3	HL7 FHIR
Kehitysprosessi	alhaalta ylös / ad hoc	ylhäältä alas	iteratiivinen
Arkkitehtuurinen lähestymistapa	viestit, kentät	viesti-orientoitunut	RESTful
Semanttinen ontologia	ei	kyllä	kyllä?
Määritysten koko	satoja sivuja	tuhansia sivuja	satoja sivuja
Toteutusmerkkejä dokumentaatioissa	kyllä	erittäin vähän	kyllä
Soveltuu mobiililaitteisiin	ei	ei	kyllä
Tietomalli	ad hoc	RIM	?
Viestityyppien määrä	?	450	30
Käytön laajuus	hyvin laaja	hyvin suppea	?

Taulukko 13: HL7 standardien vertailua [BeS13].

Myös CDA-määritysten ongelmana on niiden monimutkaisuus ja CDA-dokumentit ovat kompleksisia ja pitkiä. Green CDA:n tarkoituksena on yksinkertaistaa CDA-dokumentin rakennetta ja piilottaa monimutkaisuus. Ensimmäiset tuotantokäyttökokemukset ovat lupaavia. Green CDA on yksinkertainen ja helppo oppia. Myös kustannuksia ja aikaa säästyy, sillä testaus on helpompaa perinteiseen kattavaan CDA-dokumentiin verrattuna. Green CDA-dokumentti voidaan tarvittaessa muuntaa kattavaksi CDA-dokumentiksi ja muunnos toimii myös toisin päin. Muunnosten täytyy kuitenkin toimia virheettömästi, jotta tietosisältö ei muutu [ScW12].

5 Henkilökohtaiset hyvinvointitiedot terveystalton osana

Hyvinvointiin liittyvä tieto on luonteeltaan monimuotoista ja epäsäännöllistä. Fyysisen hyvinvoinnin keskiössä ovat terveelliset elämäntavat, ravinto ja liikunta. Osa tiedoista voidaan kerätä erilaisten mittalaitteiden avulla. Osa hyvinvointitiedoista, kuten stressiin liittyvät havainnot, pohjautuvat henkilön omaan arvioon ja kokemukseen. Fysiologiset mittaustulokset ovat henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin seurannan kannalta

keskeisessä asemassa [JuS09]. Mitattavat tiedot voivat liittyä terveyden seurantaan, kroonisen sairauden hoitoon tai itsenäiseen asumiseen. Kuitenkin esimerkiksi uneen, ravintoon ja stressiin liittyvät tiedot pohjautuvat ainoastaan henkilön omaan havainnointiin ja tuntemuksiin.

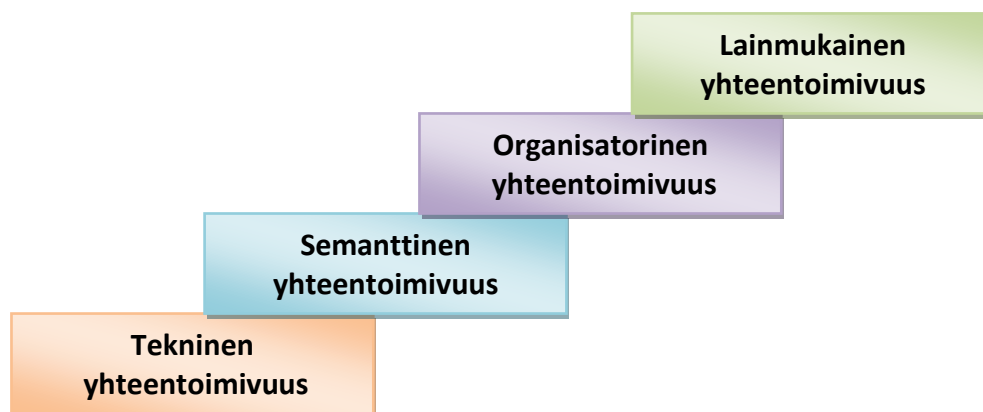
Fysiologisille mittaustulosten ominaispiirre on se, ettei yksittäinen mittaustulos riitä kertomaan paljoakaan henkilön terveydestä tai hyvinvoinnista. Tietoja täytyy kerätä ja seurata pidemmällä aikavälillä, jotta tuloksia voidaan hyödyntää ja analysoida [JuS09]. Käyttäjän kannalta on mielekästä liittää omaan hyvinvointiin liittyvät tiedot helposti ja automaattisesti osaksi terveystaltiota. Terveempien elintapojen mukanaan tuomat muutokset kuten painon putoaminen ja parempi fyysinen kunto, näkyvät usein vasta kuukausien tai vuosien päästä. Terveystaltiopalveluiden täytyy olla pitkäaikaista käyttöä tukevia.

Henkilökohtaista hyvinvointitietoa kerätään useasta eri järjestelmästä ja laitteesta. Tällöin on tärkeää että järjestelmät ja mittalaitteet ovat keskenään yhteentoimivia. Järjestelmien ja laitteiden väliset liittynät ovat keskeisessä asemassa yhteentoimivuuden saavuttamisessa.

5.1 Yhteentoimivuus

Terveystaltioekosysteemin hyödyt saavutetaan täysimääräisesti ainoastaan, jos järjestelmät ja palvelut ovat keskenään yhteentoimivia. Yhteentoimivuus ja tiedon koostaminen useasta eri tietolähteestä on haasteellista terveyden- ja hyvinvoinnin toimialalla, jossa tietomallit ovat monimutkaisia ja tieto hajallaan monessa eri tietojärjestelmässä. Esimerkiksi kliininen sanasto SNOMED CT kuvaa yli 300 000 kliinistä konseptia [SaR12]. Terveydenhuollon standardien, kuten HL7 V3, yhtenä tavoitteena on helpottaa yhteentoimivuuden haasteita. Suomessa on käynnissä useita eri hankkeita yhteentoimivuuden varmistamiseksi. Terveystaltioekosysteemille on toteutettu oma viitearkkitehtuuri ja hiljattain valmistui myös sosiaali- ja terveydenhuollon sähköiselle asiointiin viitearkkitehtuuri [KLV14].

Yhteentoimivuutta voidaan tarkastella monella eri tasolla. European Interoperability Framework (EIF) on eurooppalainen viitemalli, joka sisältää joukon suosituksia viranomaisten, yritysten ja kansalaisten palvelujen yhteentoimivuuden kehittämiseksi [IMT12].



Kuva 10: European Interoperability Framework [IMT12].

Neliportainen malli on esitetty kuvassa 10. Ensimmäinen yhteentoimivuuden taso on tekninen yhteentoimivuus. Tekninen yhteentoimivuus tarkoittaa tietojärjestelmien ja palveluiden yhdistämiseen liittyvien teknisten kysymysten suunnittelua. Tälle tasolle kuuluvat esimerkiksi rajapintoihin liittyvät tekniset ratkaisut sekä tietojen esitys- ja siirtomuodot [IMT12]. Tyypillisesti tietojärjestelmien välinen yhteentoimivuus on varmistettu rakentamalla rajapinta kahden eri järjestelmän välille.

Semanttisella yhteensopivuuden tasolla keskitytään tietojen ymmärrettävyyteen. Vaihdeettavien tietojen merkitys tulisi olla selvä kaikille järjestelmille ja palveluille. Tietoja voidaan myös koostaa useista eri lähteistä ja ymmärrettävyyden pitäisi tällaisessakin tapauksessa säilyä [IMT12]. SemanticHEALTH-raportin mukaan täydellisen semanttisesti yhteentoimivat tietojärjestelmät pystyvät automaattisesti tulkitsemaan ja esittämään tarvitsemansa informaation. Teknologiaan tai kieleen liittyvien erojen ei tulisi vaikuttaa yhteentoimivuuteen [KLS09]. Semanttisen yhteensopivuuden haasteita voidaan ratkoa semanttisen webin teknologioita, kuten ontologioita hyödyntäen. Semanttisen webin teknologioita on kuvattu tarkemmin luvussa 7.1.

Organisatorisella yhteentoimivuudella tarkoitetaan prosessien yhteensopivuutta. Prosessit tulisi suunnitella koordinoitusti ja niiden tavoitteiden tulisi olla selviä kaikille osapuolille. Viimeisellä tasolla pyritään yhteen sovittamaan lainsäädäntö siten, että tietojen vaihdolle annetaan oikeudellinen merkitys [IMT12].

Jos yhteentoimivuutta tarkastellaan henkilökohtaisen terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan suunniteltujen mittalaitteiden kannalta, voidaan laitteiden välinen yhteentoimivuus jakaa karkeasti kahteen eri luokkaan: syntaktiseen ja semanttiseen.

Syntaktinen yhteentoimivuus tarkoittaa, että laitteet pystyvät vaihtamaan keskenään tietoa. EIF-viitemallin mukaan tämä taso vastaa teknistä yhteentoimivuutta. Semanttinen yhteentoimivuus edellyttää aina syntaktista yhteentoimivuutta, mutta tämän lisäksi laitteet myös ymmärtävät vaihtamansa tiedon merkityksen. Henkilökohtaiseen terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan käytettävät mittalaitteet ovat usein kooltaan pieniä ja kapasiteetiltaan rajallisia. Koko terveyden- ja hyvinvointialan kattava sanasto on niin laaja, että sen tukeminen tällaisessa laitteessa on mahdotonta. Terveystietojen huoltoala myös kehittyy jatkuvasti ja termistöt laajenevat. Laajennettavuus on huomioitava suunnitteluvaiheessa, mutta toisaalta laajennettavuus on ongelma resurssien optimaalisen käytön kannalta. Käytännössä laajennettavuus tarkoittaa sitä, että siirrettävän tiedon kehysrakenteeseen on jätettävä tyhjää tilaa, joka on haasteellista siirrettäessä tietoa langattomasti, jolloin datapakettikoko pyritään pitämään pienenä [JuS09].

Semanttinen yhteentoimivuus on laite- ja sovellustasolla vielä kaukana, sillä sen saavuttamiseksi pitäisi määrittellä nimikkeistö siirrettävälle tiedolle. Lisäksi tieto pitäisi mallintaa kliinisten informaatiomallien avulla formaalisti. Koko terveysalan kattavaa käsitteistöä ei ole vielä määritelty ja tämän vuoksi standardit keskittyvät rajoitetun sovellusalueen, kuten henkilökohtaisiin terveystietolaitteisiin [JuS09].

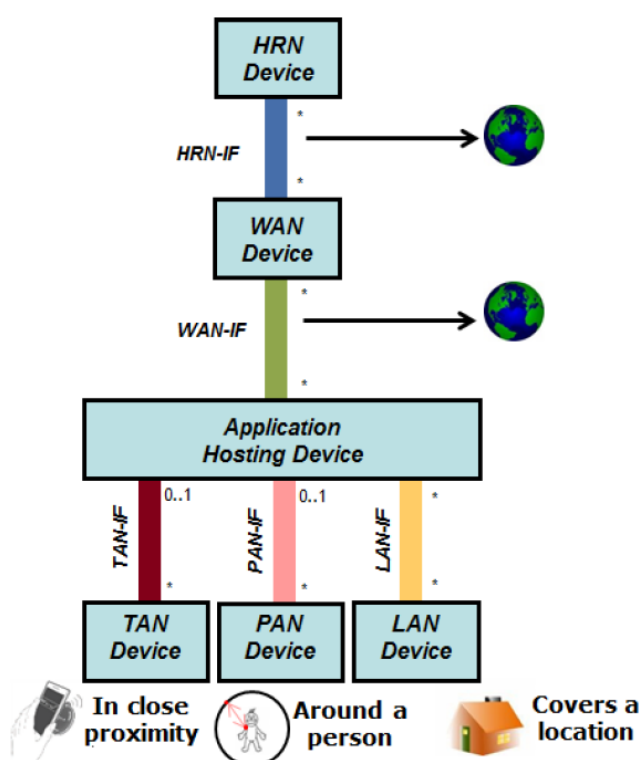
5.2 Mittalaitteiden tiedot

Mittalaitteiden kautta saadaan monenlaista henkilön terveyteen ja hyvinvointiin liittyvää tietoa. Mittaustulokset voidaan luokitella fysiologisiin mittaustuloksiin ja ympäristöön liittyviin mittaustuloksiin [JuS09]. Fysiologisia mittaustuloksia ovat esimerkiksi paino, verensokeri, syke ja verenpaine. Lämpötila tai valo puolestaan ovat ympäristöön kohdistuvia mittaustuloksia.

Continuan standardit ja suositukset ovat laajasti käytössä ja niiden on todettu tarjoavan hyvät tekniset välineet mittalaitetiedon siirtämiseen terveystietojen välillä [FFM13]. Continuan suosituksissa esitetty viitearkkitehtuuri kuvaa mittalaitteista peräisin olevan tiedon elinkaaren lähtien yksittäisen mittalaitteen tasolta ja päättyen siihen kun mittaustieto tallennetaan terveystietojärjestelmään tai vaikkapa potilastietojärjestelmään. Continua hyödyntää olemassa olevia standardeja. Mittalaitteista peräisin oleva tieto siirretään lopulliseen tietovarastoon IHE XDS määritysten mukaisesti ja tiedon esitetään HL7 PHMR-

raporttia hyödyntäen [Con13]. Tanskassa hiljattain laaditun viitearkkitehtuurin kohteena on kansalaisen keräämien mittaustietojen hyödyntäminen osana hoitoprosessia. Tanskan viitearkkitehtuuri rakentuu Continuan standardien ja suositusten ympärille [REF13].

Continuan viitearkkitehtuurin pääkomponentit ovat mittalaite (TAN-, PAN- ja LAN-laitteet), hallintalaite (Application Hosting Device), WAN-laite (Wide Area Network) ja HRN-laite (Health Record Network). Tiedonsiirto eri komponenttien välillä tapahtuu rajapintojen kautta. Continuan terminologiassa laite nimetään sen toteuttaman rajapinnan mukaan. Continuan viitearkkitehtuuri on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11: Continuan viitearkkitehtuuri [Con13].

Viitearkkitehtuurin toiminnallisuutta voidaan tarkastella seuraavan esimerkin kautta. Käyttäjä mittaa verenpaineensa verenpainemittarilla (PAN-laite). Verenpainemittari lähettää mittaustuloksen älypuhelimelle (hallintalaite), joka puolestaan välittää tiedon web-pohjaiseen tietopalveluun (WAN-laite). Tietopalvelu kerää yhteen joukon mittaustuloksia ja lähettää yhteenvetoraportin käyttäjän terveystaltiosovellukseen (HRN-laite).

Yllä kuvatun esimerkin verenpainemittari on PAN-laite (Personal Area Network), sillä se toteuttaa PAN-rajapinnan. PAN-rajapinnan välityksellä verenpainemittari voi

kommunikoida hallintalaitteen kanssa, joko langattomasti Bluetooth-yhteyttä käyttäen tai langallisesti USB:n avulla. Continuan suunnitteluohje määrittelee, että PAN-laite voi muodostaa yhteyden vain yhden hallintalaitteen kanssa kerrallaan. Tietoa voidaan siirtää joko tasaisena virtana (streaming communication style) tai isompana joukkona (batch communication style) [Con13]. Langatonta tiedonsiirtoa varten Bluetooth SIG (Special Interest Group) on kehittänyt oman mittalaitteita koskevan profiilin (Health Device Profile) [JuS09]. Esimerkkitapauksen hallintalaitteena on älypuhelin, johon verenpainemittari siirtää mittaustulokset Bluetooth-yhteyttä käyttäen.

Muita Continuan viitearkkitehtuurin mittalaitetason komponentteja ovat TAN-laite (Touch Area Network) ja LAN-laite (Local Area Network). TAN-laite kommunikoi hallintalaitteen kanssa lyhyttä kosketusta käyttäen. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että käyttäjä tuo esimerkiksi verenpainemittarin (mittalaite) älypuhelimensa (hallintalaite) lähelle, jolloin mittaustulos siirtyy mittalaitteesta hallintalaitteeseen. Continuan määrittelemä yksityiskohtainen suunnitteluohjeistus (Continua Design Guidelines) määrittelee TAN-laitteille muutamia käyttäjäkokemukseen liittyviä ehtoja. Tiedonsiirron TAN-laitteen ja hallintalaitteen välillä tulisi tapahtua kolmessa sekunnissa ja lisäksi laitteen on informoitava käyttäjää kun tiedonsiirto on suoritettu [Con13].

LAN-laite puolestaan kommunikoi hallintalaitteen kanssa langattomasti yksittäisen talon tai rakennuksen sisällä. LAN-verkon toimintasäde kattaa muutaman sadan metrin alueen ja siihen voi kuulua jopa tuhansia eri LAN-laitteita. ZigBee on määrittänyt oman profiilin (Health Care Profile), jota käyttäen tiedonsiirto tapahtuu. Profiili on suunniteltu tukemaan erityisesti pienivirtaisia sensoreita. LAN-laitteita ovatkin henkilökohtaisten hyvinvointilaitteiden lisäksi lukuisat ympäristötekijöitä havainnoivat laitteet, kuten liike- ja lämpötunnistimet [Con13].

WAN-rajapinta (Wide Area Network) yhdistää hallintalaitteen ja WAN-laitteen toisiinsa. Käytännössä tiedonsiirto tapahtuu IHE:n määrittämien profiilien mukaisesti ja sanomat ovat HL7 V2.6 standardin mukaisia havaintotuloksia (Observation Result) [Con13]. Tanskan viitearkkitehtuuri kuvaa WAN-laitteen järjestelmäksi, joka kerää ja valmistelee mittaustiedon oikeaan muotoon ennen siirtoa lopulliseen tallennuspaikkaan [REF13]. Esimerkkitapauksessa WAN-laite on web-pohjainen tietopalvelu. Verenpainemittauksen tulos siirtyy älypuhelimesta tietopalveluun HL7 V2.6 viestinä, jonka rakenne on esitetty taulukossa 8.

Segment	Meaning	Usage ¹⁶	Card.
MSH	Message Header	R	[1..1]
[{SFT}]	Software Segment	X	[0..0]
{	--- PATIENT_RESULT begin		
[--- PATIENT begin		
PID	Patient Identification	R	[1..1]
[PD1]	Additional Demographics	X	[0..0]
..{{NTE}}	Notes and Comments	X	[0..0]
..{{NK1}}	Next of Kin/Associated Parties	X	[0..0]
[--- VISIT begin		
PV1	Patient Visit	O	[0..1]
[PV2]	Patient Visit – Additional Info	X	[0..0]
]	--- VISIT end		
]	--- PATIENT end		
{	---ORDER_OBSERVATION begin		
[ORC]	Order Common	X	[0..0]
OBR	Observation Request	R	[1..*]
[{NTE}]	Notes and Comments	O	[0..1]
[{	--- TIMING_QTY begin		
TQ1	Timing/Quantity	O	[0..1]
[{TQ2}]	Timing/Quantity Order Sequence	X	
{}	--- TIMING_QTY end		
[CTD]	Contact Data	X	[0..0]
[{	--- OBSERVATION begin		
OBX	Observation Result	R	[1..*]
[{NTE}]	Notes and comments	O	[0..1]
}]	--- OBSERVATION end		
[{FT1}]	Financial Transaction	X	[0..0]
[{CTI}]	Clinical Trial Identification	X	[0..0]
[{	--- SPECIMEN begin		
SPM	Specimen	X	[0..0]
[{OBX}]	Observation related to Specimen	X	[0..0]
}]	--- SPECIMEN end		
}	--- ORDER_OBSERVATION end		
}	--- PATIENT_RESULT end		
[DSC]	Continuation Pointer	X	[0..0]

Taulukko 8: HL7 V2.6 havaintotulos-viestin rakenne [Con13].

Punaisella merkityt elementit ovat pakollisia. Otsikkotiedoissa (Message Header) määritetään potilaan yksilöivät tiedot (Patient Identification). Verenpainemittauksen tulos ja mittalaitekohtaiset tiedot kuljetetaan havaintotulos-elementin (Observation Result) sisällä.

Continuan viitearkkitehtuurin ylimmällä tasolla sijaitsee HRN-laite, joka voi olla esimerkiksi terveystaltio tai potilastietojärjestelmä. Esimerkkitapauksessa verenpainemittauksen tulos siirtyy web-pohjaisesta tietopalvelusta käyttäjän terveystaltioon HRN-rajapinnan kautta. Tiedonsiirtomuotona on HL7 PHMR-raportti. Rajapinnan kautta kulkeva tieto voi sisältää mittaustietoja yksittäisestä mittalaitteesta tai koosteraportteja yhden tai useamman mittalaitteen keräämistä tiedoista [Con13].

Taulukossa 9 on vertailtu eri tiedonsiirtoteknologioiden ominaisuuksia. Langattomista tekniikoista Bluetooth on huomattavasti nopeampi kuin ZigBee. ZigBee puolestaan tukee Bluetoothia laajempien verkkojen muodostamista ja erilaisia topologioita. Lisäksi ZigBee-laite kuluttaa vähemmän virtaa kuin Bluetooth-laite. Langallista yhteyttä

edustava USB on nopeudeltaan ylivoimainen, mutta langallisuus koetaan usein ongelmallisena henkilökohtaisten hyvinvointilaitteiden yhteydessä, sillä niiden pitäisi olla helppokäyttöisiä ja helposti mukana kulkevia [JuS09].

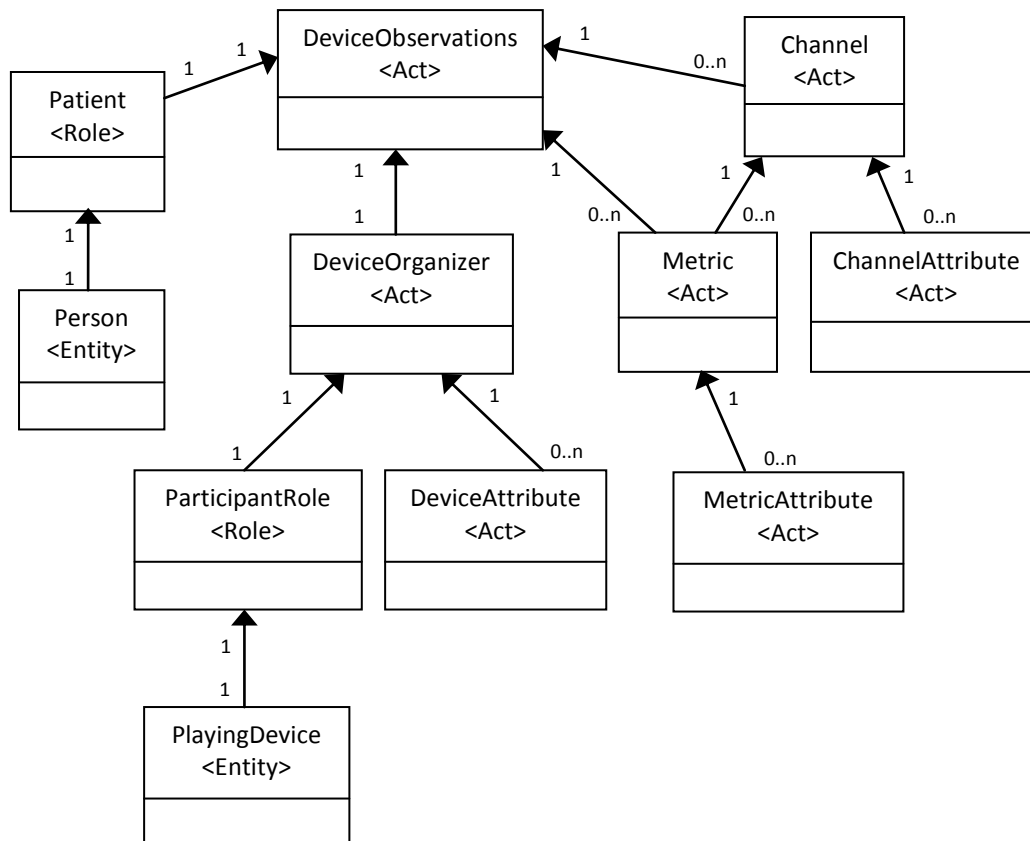
	Bluetooth	ZigBee	USB
tyyppi	Langaton, 2.4 GHz	Langaton 2.4 GHz ja 868/915 MHz	Kaapeli
tiedonsiirron nopeus	Keskitasosta nopeaan	Hidas	Nopeasta erittäin nopeaan
tiedonsiirtolinkin kestävyys	Hyvä	Keskitasoa	Erittäin hyvä
signaalin taso	Aina 3 Mbps asti (BT-radiota käyttäen)	Aina 0.25 Mbps asti	Aina 4800 Mbps asti
verkon tyyppi	master-slave tähtiverkko	Tukee isompien verkkojen muodostamista ja erilaisia topologioita	Porrastettu tähtiverkko
virran kulutus	Keskitasosta matalaan	Matalasta erittäin matalaan	Virranjakelu USB-väylän kautta.

Taulukko 9: Tiedonsiirtoteknologioiden vertailu [JuS09].

5.3 Hyvinvointitietojen esittäminen RIM-mallin avulla

RIM-malli on abstrakti malli, joka ei suoraan sellaisenaan sovellu käytettäväksi. RIM-mallin pohjalta muodostetaan sovellusalueeseen ja käyttötarkoitukseen sopiva lokaali malli. RIM-mallista johdettuja malleja ovat DMIM (Domain Message Information Model), RMIM (Refined Message Information Model), HDM (Hierarchical Message Description) ja MT (Message Type). Nämä muodostavat puurakenteen, jonka huipulla on RIM ja alimmalla tasolla MT. DMIM- ja RMIM-mallit ovat siis RIM-mallin alijoukkoja. DMIM-malleja on kuvattu monille eri sovellusalueelle esimerkiksi laboratorioille ja niiden tarkoituksena on luoda yhteinen pohja tietyn sovellusalueen RMIM-malleille. RMIM-malli johdetaan DMIM-mallista ja se kuvaa sovellusalueen yksittäisen viestin rakenteen [BeT10]. RIM-, DMIM- ja RMIM-mallien esitysmuotona on UML-luokkakaavio. Varsinaiset HL7 sanomat ovat XML-muotoisia ja kaikki XML-dokumentin elementit ja attribuutit ovat peräisin RIM-mallista sekä HL7 V3 tietotyypeistä (Data Types) [SaR12].

Dogac ja Yuksel [DoY11] esittelevät HL7 RIM-malliin pohjautuvan DIM-mallin (Domain Information Model), joka mallintaa ISO/IEEE 11073 standardin mukaisten henkilökohtaisten hyvinvointilaitteiden tietoja. Osa mallista on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. RIM-mallin pohjalta luotu ISO/IEEE 11073 DIM [DoY11].

ISO/IEEE DIM rakentuu mittaushavainnon (DeviceObservation) ympärille. Mittaushavainto edustaa yksittäistä mittaustulosta, joka voi olla peräisin esimerkiksi verenpainemittarista. Luokka on kopio RIM-mallin tapahtuma-luokasta. Mittaustulokseen liittyy yksi potilas (Patient), yksi laitetieto (DeviceOrganizer). Kanava (Channel) ja mitta (Metric) ovat vapaaehtoisia. Henkilön tiedot mallinnetaan kahden eri luokan avulla (Patient, Person). Mittalaite (PlayingDevice) edustaa mittalaitetta, jolla mittaushavainto on suoritettu. Se on kopio RIM-mallin laite-luokasta (Device). Mittalaitetieto- (DeviceAttribute) ja mitta-luokkien (Metric) avulla esitetään RIM-mallista poikkeavat attribuuttiarvot. Mittaushavaintoon liittyy mittaushavainnon aikaleiman lisäksi havaintojen intervalli eli kahden eri mittaushavainnon aikaväli. Tälle arvolle ei löydy suoraa vastinparia RIM-mallin Observation-luokasta, josta luokat kopioituvat. Kanava-luokkaa (Channel) käytetään ryhmittelemään mittayksiköitä [DoY11].

Yllä esitetystä DIM-mallista voidaan edelleen spesifioida yksittäisen viestin kuvaava ISO/IEEE 11073 RMIM-malli. PHMR-raportti on HL7:n määrittelemä standardi mittalaitteista peräisin olevan tiedon siirtoon. Standardi perustuu CDA-arkkitehtuuriin ja se käyttää CCD-dokumentin rakenteita [MMS13]. Koska CDA-arkkitehtuuri ja ISO/IEEE 11073 RMIM pohjautuvat molemmat RIM-malliin on ISO/IEEE 11073 RMIM yhteensopiva PHMR-raportin kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että mittalaitteista peräisin oleva tieto voitaisiin siirtää suoraan PHMR-raporttiin [DoY11]. Esimerkiksi Continuan viitearkkitehtuurissa mittalaitteista peräisin oleva tieto kulkee ensin HL7 V2.6 havaintotulos-viestin mukaisessa muodossa hallintalaitteen ja WAN-laitteen välillä ja sitten PHMR-muodossa WAN-laitteesta HRM-laitteeseen. Taulukossa 10 on esitetty ISO/IEEE 11073 RMIM-mallin ja PHMR-raportin eri osioiden välisiä vastaavuuksia.

ISO/IEEE 11073 RMIM	CDA XPath
Potilas	/ClinicalDocument/recordTarget/patientRole
Henkilö	/ClinicalDocument/recordTarget/patientRole/patient
Kanava	//section[templateId/@root="2.16.840.1.113883.10.20.1.16"] /entry/organizer TAI //section[templateId/@root="2.16.840.1.113883.10.20.1.14"] /entry/organizer
Kanavatieto	//organizer/component/observation
Mitta	//organizer/component/observation
Laitetieto	//section[templateId/@root="2.16.840.1.113883.10.20.1.7"]/entry/organizer
Mittalaitetieto	//organizer/component/observation
OsallistujaRooli	//organizer/participant/participantRole
Mittalaite	//organizer/participant/participantRole/playingDevice

Taulukko 10. ISO/IEEE RMIM-mallin ja PHMR-raportin yhteensopivuus [DoY11].

PHMR-raportissa mittalaitteista peräisin olevat tiedot voidaan esittää joko elintoiminnot- tai tulos-osioissa. Elintoimintoja ovat esimerkiksi verenpaine, lämpötila ja syke. Muut tiedot esitetään tulos-osiossa. ISO/IEEE 11073 RMIM-mallin potilas- ja henkilö vastaavat PHMR-raportin otsikkotiedoissa kuvattuja henkilötieto-osioita (patientRole ja patient). ISO/IEEE 11073 RMIM-mallin laitetieto-luokka ja kanavatieto

periytyvät RIM-mallin Act-luokasta ja niiden luokkakoodina on ”CLUSTER”. Tätä luokkakoodia käytetään kuvaamaan erilaisia tietoryhmiä. PHRM-raportin elintoiminnot ja tulos-osioissa on molemmissa organisoija-osio, jota käytetään esittämään joukko mittaustuloksia [DoY11].

Lokaalien mallien kehittäminen ei ole aivan yksinkertaista. Ensinnäkin on mietittävä kaikki sovellusalueen toimijat, käyttötapaukset, siirrettävät tiedot ja sovellusten toiminnallisuus. Käyttötapauksien perusteella voidaan suunnitella yksityiskohtaisemmat tietomallit sekä sovellusten väliset integraatiot. Tietomallit ja integraatiokuvaukset luovat pohjan yksittäisten viestien suunnitteluun [SaR12]. Tietomallin täytyy olla niin laaja, että se kattaa eri lähteistä peräisin olevat tietosisällöt. Terveystalion tiedoista osa voi olla käyttäjän itsensä syöttämiä, osa peräisin muista järjestelmistä ja osa erilaisista mittalaitteista kuten yllä esitettyssä ISO/IEEE11073 esimerkissä.

On myös huomioitava, etteivät pienet mittalaitteet välttämättä sisällä sellaista kapasiteettia, jota terveystekniikan standardit vaativat. Laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteetin minimoinnilla tähdätään pienempään virrankulutukseen, mikä puolestaan mahdollistaa pitkän toiminta-ajan ja pienen laitekoon.

5.4 Kehityskohteita ja tulevaisuuden näkymiä

Tanskassa hiljattain laaditussa viitearkkitehtuurissa [REF13] otettiin kantaa henkilökohtaisen terveydenseurannan teknologiatrendeihin mittalaitteiden osalta. Taulukkoon 11 on koottu teknologiatrendejä.

trendi	kuvaus
Hyvinvointilaitteiden teknologinen kehitys	Seuraa Mooren lakia, jonka mukaan sekä laitteen koko ja hinta pienenevät puolella 18 kuukauden välein.
Mobiiliteknologia	Sekä mittalaitteiden että hallintalaitteiden tulee tukea mobiililaitteita.
Käytettävyys	Sekä mittalaitteiden että hallintalaitteiden tulee olla helppokäyttöisiä ja käyttäjän itsensä konfiguroitavissa.
Käyttäjän tunnistaminen	Mittalaitteiden ja hallintalaitteiden tulee hallita käyttäjän tunnistaminen esimerkiksi biometristä tunnistusta käyttäen.
Yhteentoimivuus	Mittalaitteiden ja hallintalaitteiden välinen yhteentoimivuus on varmistettava avointen rajapintojen ja viitearkkitehtuurin avulla.

Taulukko 11: Henkilökohtaisen terveydenseurannan teknologiatrendit [REF13].

Tanskalaisten näkemyksen mukaan henkilökohtaisten hyvinvointilaitteiden teknologinen kehitys seuraa käänteisesti Mooren lakia, jonka mukaan sekä laitteen koko ja hinta pienenevät puolella 18 kuukauden välein. Tämä tuo hyvinvointilaitteet entistä useamman kuluttajan saataville, jolloin myös käytettävyys ja käyttäjän luotettava tunnistaminen nousevat keskeiseen asemaan. Mobiliteetin nähdään olevan kasvava trendi, jolloin mittalaitteiden tulee pystyä siirtämään tietoa mobiililaitteisiin. Continua onkin jo vastannut tähän haasteeseen ja heillä on parhaillaan kehitteillä mobiililaitteisiin keskittyvä viitearkkitehtuurin laajennos. Älypuhelin nähtiin todennäköisenä hallintalaitteena, jolloin mittaustiedot siirretään ensin älypuhelimien ja sitten lopulliseen säilytyspaikkaan. Tällä hetkellä mittalaitteet ja hallintalaitteet eivät hyödynnä biometrinen tunnistusta [REF13].

Yhteentoimivuus nähtiin haasteena ja kehityskohtena. Henkilökohtaisten hyvinvointilaitteiden ja hallintalaitteiden markkinoiden katsotaan jakautuvan kolmen eri tekijän kesken. Kaksi suurinta toimijaa ovat Continua ja Microsoft HealthVault. Kolmannen sektorin muodostavat pienet yksittäiset tahot, jotka kehittävät mitta- ja hallintalaitteita. Continualla on oma viitearkkitehtuurinsa ja suosituksensa, jotka perustuvat jo olemassa oleviin standardeihin. Microsoft puolestaan määrittää HealthVault-tuotteensa rajapinnat itse. Molemmat suuret toimijat sertifioivat mittalaitteita omien kriteeriensä mukaisesti [REF13].

6 XML-pohjaiset ratkaisut

XML-pohjaisista terveystaltiosovelluksista esitetään kaksi erilaista toteutusta. Indivo on avoimen lähdekoodin terveystaltioalusta ja Taltioni suomalainen terveystaltiosovellus. XML-pohjaisten terveystaltioiden tietomalli perustuu XML-skeemaan.

6.1 Indivo

Indivo on vapaasti saatavilla oleva avoimen lähdekoodin alustapalvelu terveystaltiosovelluksille. Sen tavoitteena on tarjota yleiskäyttöinen alusta, jonka päälle voidaan rakentaa erilaisia terveystaltiopalveluita. Palvelut kommunikoivat alustan kanssa Indivo X API –rajapinnan kautta [AKM10].

Indivo jakautuu kolmeen eri komponenttiin; asiakas (client), palvelin (server) ja tietovarasto. Komponentit voivat sijaita fyysisesti täysin erillään. Tiedonkäsittely

tapahtuu palvelimella ja tiedonsiirto asiakkaan ja palvelimen välillä tapahtuu XML-pohjaista IndivoTalk protokollaa käyttäen. Viestit salataan HTTPS-protokollan avulla [JKL06].

Asiakas-komponentti (client) hoitaa kommunikoinnin Indivo-palvelimen kanssa. Tiedonsiirto tapahtuu XML-pohjaisen IndivoTalk-protokollan avulla. Tämä mahdollistaa sen, että asiakas voidaan toteuttaa millä tahansa teknologialla. Indivoon rekisteröitynyttä käyttäjää kutsutaan Indivo-aktoriksi (actor). Aktorille voidaan määritellä erilaisia rooleja.

Server-komponentti (server) on Java 2 Enterprise Edition (J2EE) servletti. Servletti jakautuu kolmeen eri kerrokseen: tiedonsiirtokerros, toimintokerros (action response) ja authorisointimoduuli. Tiedonsiirtokerros ottaa vastaan XML-muotoisia IndivoTalk-viestejä, muuntaa ne objektimuotoon ja lähettää toimintokerrokselle. Vastaavasti toimintokerroksen lähettämät vastaukset, muunnetaan takaisin XML-formaattiin ja lähetetään asiakas-komponentille. Toimintokerros prosessoi kommunikaatokerrokselta saapuvat pyynnöt ja ylläpitää sessiotietoja. Käyttäjän autorisoinnin hoitaa autorisointikerros, joka varmistaa että käyttäjä on oikeutettu suorittamaan pyydetyn toiminnon.

Terveystaltion tiedot tallennetaan Indivon tietovarastoon (store). [JKL06]. Valmiita tietomalleja on toteutettu usealle eri osa-alueelle, kuten allergia, rokotukset, laboratoriotestit, lääkitys ja ongelmat. Tämän lisäksi on mahdollista määritellä omia tietomalleja. Tietomallit hyödyntävät valmiita standardeja ja koodistoja, kuten CCR, CCD ja SNOMED CT [Ind13]. Kuvassa 13 on esitetty yksi Indivo X:n valmiista tietomalleista, jota käytetään terveysongelmien kuvaamiseen. Tässä esimerkissä vaivana on selkäsärky, jonka SNOMED CT koodiston mukainen yksilöintitunnus on 161891005.

```
<Models>
  <Model name="Problem">
    <Field name="startDate">2009-05-16T12:00:00Z</Field>
    <Field name="endDate">2009-05-16T16:00:00Z</Field>
    <Field name="name_title">Backache (Finding)</Field>
    <Field name="name_system">http://purl.bioontology.org/ontology/SNOMEDCT/</Field>
    <Field name="name_identifier">161891005</Field>
  </Model>
</Models>
```

Kuva 13: Indivo X tietomalli [Ind13].

Omia tietomalleja voidaan kuvata joko Django-mallinnuskielellä tai Indivon omalla SMDL-kielellä (Simple Data Modeling Language). Tietomallit tallennetaan tietokantaan python-objektina ja kukin malli vastaa yhtä tietokannan taulua. Djangon avulla voidaan kuvata tietomallin sisältämät tietokentät ja niihin liittyviä käsittelysääntöjä ja rajoituksia, kuten maksimipituus tai valmiit vaihtoehdot kentän sisällölle. Django mahdollistaa myös monimutkaisten tietosisältöjen kuvauksen. Esimerkiksi verenpainemittauksen tuloksen sisältävä tietokenttä sisältää systolisen paineen, diastolisen paineen, mittausasennon, mittausmetodin ja tiedon kummalta puolelta kehoa mittaus on suoritettu. SMDL-kieli ei ole niin joustava ja kuvausvoimainen kuin Django, mutta sen avulla yksinkertaisten mallien kuvaaminen on nopeaa [Ind13].

Jotta tietomalli voidaan ottaa käyttöön, täytyy siihen liittää XML-skeema. Indivo käyttää XML-skeemoja tietokantaan tallennettavien tietojen validointiin. Skeemat kuvataan XSD muodossa, liitetään tietomalliin ja tallennetaan tiedostojärjestelmään [Ind13].

Indivo X tarjoaa joustavan ja helposti laajennettavan lähestymistavan hyvinvointitietojen hallintaan terveystaltiosovelluksissa. Indivo on laajasti käytössä maailmalla. Se toimii muun muassa Walmartin terveystaltioratkaisun alustana [Alb09]. Omien tietomallien avulla voidaan luoda tietorakenteita omille hyvinvointi- ja terveystietojen merkinnöille. Tietomallit ovat yksinkertaisia, kevyitä ja helposti omaksuttavissa verrattuna esimerkiksi HL7:n standardeihin. Tämän tyyppisellä ratkaisulla voidaan kuitenkin saavuttaa ainoastaan tekninen yhteentoimivuus.

6.2 Taltioni

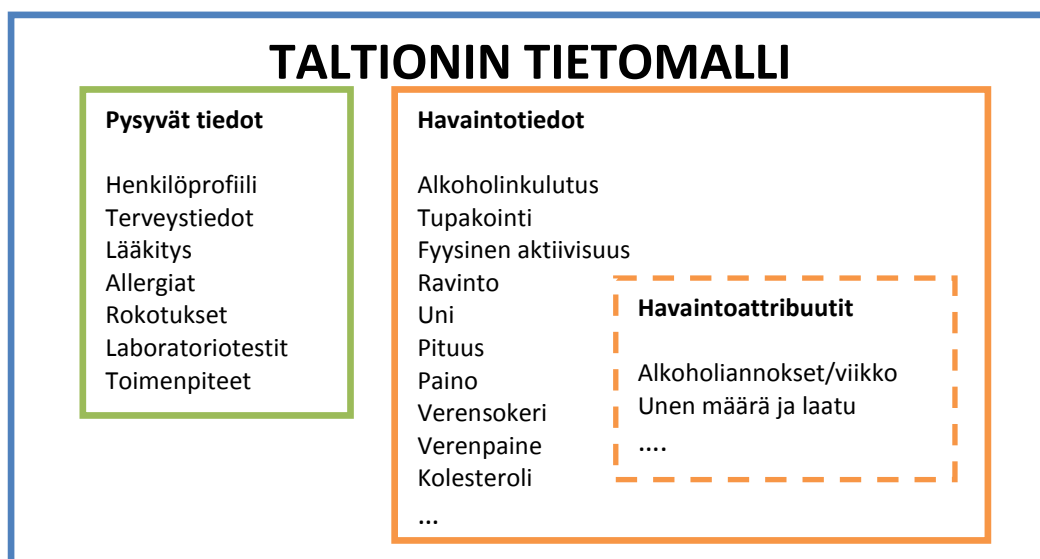
Suomalainen terveystaltio Taltioni mahdollistaa hyvinvointitietojen integroinnin osaksi terveystaltiota tarjoamalla tietomallin sekä Web Services -ohjelmointirajapinnan, jonka operaatioiden avulla voidaan lukea ja muokata käyttäjän tietoja.

Taltionin tietomalliin ja toimintaan liittyy paljon terminologiaa ja käsitteitä. Terveyskortti (Health Record) sisältää yksittäisen kansalaisen henkilökohtaiset tiedot sekä terveyteen liittyviä tietoja, kuten lääkitys ja allergiat. Taltionin tietomalli on jaettu kahteen eri luokkaan: pysyvä tietomalli (Core Health Record Type) ja havaintotietomalli (Observation Type). Pysyvän mallin tietosisältö on luonteeltaan pysyvä ja muutokset harvinaisia. Havaintotietomalli on luonteeltaan dynaaminen. Uusia

tietotyyppiä lisätään tarpeen mukaan [Tat13]. Taltioni-käyttäjä on rekisteröitynyt käyttäjä, joka voi omistaa yhden tai useamman terveystietokortin. Taltioni-käyttäjällä voi myös olla pääsy muiden käyttäjien terveystietoihin. Sovellusrekisteri (Taltioni Application Registry) sisältää tiedot kaikista Taltioni-sovelluksista, jotka ovat läpäisseet auditointiprosessin. Taltioni yhteensopiva sovellus (Taltioni-compliant Application) on Taltioni-alustalle palveluita tarjoava sovellus, joka on rekisteröity sovellusrekisteriin [Tak13].

Taltionin tietomalli on esitetty kuvassa 14. Pysyviä malleja on seitsemän. Henkilöprofiili sisältää henkilön perustiedot sekä pysyvät terveystiedot, kuten verityyppi. Henkilöprofiilin lisäksi pysyvien tietomallien avulla voidaan kuvata terveystietoja, lääkityksiä, allergioita, rokotuksia, laboratoriotestien tuloksia sekä henkilölle suoritettuja kliinisiä toimenpiteitä, kuten leikkauksia [Tat13]. Taltionin pysyvät tietomallit ovat hyvin samantyyppisiä kuin Indivo X:n valmiiksi määritetyt mallit. Tietomalleja vastaava tietorakenne on myös löydettävissä CCR- ja CCD-standardeista. Pysyvien mallien avulla on tarkoitus varmistaa yhteensopivuus terveydenhuollon tietojärjestelmien kanssa.

Havaintotietomalli edustaa yksittäiseen havaintoon liittyvää tietoa. Havaintotietoja ovat esimerkiksi paino, alkoholinkulutus, tupakointi, uni, verenpaine ja verensokeri. Havaintotietoihin liittyy havaintoattribuutteja, joiden avulla esitetään havaintoon liittyviä tarkentavia tietoja [Tat13]. Esimerkiksi alkoholinkulutukseen liittyvä havaintoattribuutti kertoo kuinka monta alkoholiannosta käyttäjä nauttii viikossa.



Kuva 14. Taltionin tietomalli [Tat13].

Oman sovelluksen liittäminen Taltioniin tapahtuu usean eri vaiheen kautta. Ensin sovellus rekisteröidään ja autorisoidaan. Tämän jälkeen sovellus voi hyödyntää Taltionin Web Services –ohjelmointirajapinnan tarjoamia palveluita. Sovelluksen rekisteröintiä varten tarvitaan seuraavat tiedot: sovelluksen toimittaja, sovelluksen nimi, kuvaus sovelluksesta, sovelluksen URL-osoite, sovelluksen logo, autorisoinnin URL-osoite, sovelluksen tarvitsemat ohjelmointirajapinnan operaatiot ja tietotyypit. Rekisteröinnin yhteydessä Taltioni osuuskunta auditoi sovelluksen, jonka jälkeen sovellus saa oman yksilöintitunnuksen (ApplicationId) ja turvakoodin (SharedSecret). Näitä sovelluskohtaisia tunnistetietoja tarvitaan Web Services –ohjelmointirajapinnan hyödyntämiseen [Tak13].

Ennen kuin sovellus pääsee käsiksi Taltionin terveystietoihin, täytyy käyttäjä autorisoida. Autorisoinnin tarkoituksena on varmistaa, että käyttäjällä on oikeus katsella terveystietoja. Autorisointiprosessin päätteeksi sovellus saa tunnistemerkkijonon (AuthCode), jota tarvitaan Web Services –rajapinnan kutsuissa [Tak13].

Web Services -ohjelmointirajapinta tarjoaa kahdenlaisia palveluita: yleisiä ja terveystietoihin liittyviä. Ohjelmointirajapinnan tarjoamat palvelut on kuvattu taulukossa 12.

palvelu	kuvaus
About	Palauttaa palvelun tiedot. Operaatiota voidaan käyttää yhteyden testaamiseen.
CheckPersonalIdentifier	Tarkistaa, että henkilön yksilöivä tunnus vastaa Taltionin profiiliin tallennettua tunnusta. Operaatiota käytetään varmistamaan, että sovelluksen tunnistemerkki viittaa oikeaan henkilöön.
CreateHealthRecordProfile	Luo uuden terveystietoprofiilin Taltioniin.
DeleteHealthRecordItems	Poistaa käyttäjän terveystiedot parametrina saatujen tietojen (ID ja tyyppi) perusteella.
GetApplicationInfo	Palauttaa sovelluksen tiedot.
GetAuthorizationInfo	Palauttaa autorisointitiedot sovelluksen ja käyttäjän väliltä.
GetCodes	Palauttaa koodit, joiden avulla tietotyyppiä kuvataan.
GetHealthRecordItem	Palauttaa käyttäjän terveystiedot parametrina

	annetun tyyppin ja ID:n perusteella.
GetHealthRecordItems	Palauttaa joukon terveystietoja parametrina annettujen hakehtojen perusteella.
GetHealthRecordItemsPaged	Palauttaa tietyn lukumäärän terveystietoja parametrina saatujen hakehtojen perusteella.
GetHealthRecordItemTypes	Palauttaa terveystietojen metatiedot.
GetHealthRecordProfile	Palauttaa käyttäjän profiilitiedot.
GetLatestHealthRecordItem	Palauttaa uusimmat terveystiedot parametrina annetun tyyppin perusteella.
GetUserProfile	Palauttaa käyttäjäprofiilin tiedot.
RemoveApplicationAuthorization	Peruuttaa autorisoinnin poistamalla linkin sovelluksen ja käyttäjän väliltä.
StoreHealthRecordItems	Päivittää käyttäjän terveystiedot, jos parametrina annettu ID löytyy. Muussa tapauksessa luo uuden terveystietokortin.
UpdateHealthRecordProfile	Päivittää käyttäjäprofiilin tiedot.

Taulukko 12: Taltionin ohjelmointirajapinnan tarjoamat palvelut [Taw13].

Seuraavissa esimerkeissä on kuvattu yksityiskohtaisesti henkilön terveystietoihin tallennettujen vaa'alla suoritettujen mittaustulosten kysely sekä uuden mittaustuloksen tallentaminen Taltioniin.

Kuvassa 15 on esitetty mittaustulosten kysely Java-ohjelmointikielellä.

```

Step 1: Generate AuthCode:
formatUTC = new SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd'T'HH:mm:ss'Z'");
formatUTC.setTimeZone(TimeZone.getTimeZone("UTC"));
authCode = (AuthCode) getTestObject(AuthCode.class);
originalText = UUID.randomUUID() + ";" + formatUTC.format(new Date()) + ";" +
ApplicationId + ";" + AccessToken + ";" + SharedSecret;
md = MessageDigest.getInstance("SHA-256");
md.update(originalText.getBytes("UTF-8"));
dataHandler = new DataHandler(new ByteArrayDataSource(md.digest(), "application/octet-
stream"));
authCode.setAuthCode(dataHandler);

Step 2: Call GetHealthRecordItems:
arrayOfString.addString("Weight ");
request.setItemTypes(arrayOfString);
response = client.GetHealthRecordItems(request, AccessToken, ApplicationId, authCode,
RequestId, Timestamp);
observations[] = response.getHealthRecordData().getObservations().getObservation();

```

Kuva 15: Mittaustulosten kysely [Tak13].

Aluksi muodostetaan Web Services –rajapinnan kutsuissa tarvittava tunnistemerkkijono (AuthCode). Tunnistemerkkijonon generointia varten tarvitaan aikaleima, sovelluksen yksilöivä tunnus (ApplicationId), varmistemerkki (AccessToken) sekä turvakoodi (SharedSecret). Varmistemerkki identifioi sekä käyttäjän että terveystietojen. Tämän jälkeen voidaan kutsua ohjelmointirajapinnan palvelua ”GetHealthRecordItems”, jolle annetaan parametrina ”Weight”. Operaatio palauttaa joukon painoon liittyviä mittaushavaintoja.

Uuden mittaustuloksen lisääminen henkilön terveystietojen tietoihin on esitetty kuvassa 16. Havainnolle (observation) pakollisia parametreja ovat tyyppi (TypeId) sekä aikaleima (EffectiveDateTime). Lisäksi uudelle havaintotulokselle (observation item) pakollisia parametreja ovat tyyppi (TypeId), arvo (Value), yksikkö (Unit). Esimerkissä havainnon tyyppinä on paino, arvona 80.5 ja yksikkönä kg.

```

observation.setApplicationId(ApplicationId);
observation.setEffectiveDateTime(Calendar.getInstance());
observationItem.setTypeId("Weight");
observationItem.setNumberValue(80.5);
observationItem.setUnit("kg");
arrayOfObservationItem.addObservationItem(observationItem);
observation.setObservationItems(arrayOfObservationItem);
arrayOfObservation.addObservation(observation);
healthRecordData.setObservations(arrayOfObservation);
request.setHealthRecordData(healthRecordData);
response = client.StoreHealthRecordItems(request, AccessToken, ApplicationId, authCode,
RequestId, Timestamp);
result = response.getStoreItemsResult();

if (result.getIsErrors()) {
    storeItemResults[] = result.getDetailedResults().getStoreItemResult();

    for (StoreItemResult item : storeItemResults) {
        if (!item.getSuccess) {
            // handle error
        }
    }
}

```

Kuva 16: Uuden mittaustuloksen tallentaminen [Tak13].

6.3 Haasteita ja kehityskohteita

XML-pohjaisten terveystietojen ongelmaksi muodostuu tietosisällön dokumenttikeskeisyys. XML-pohjaisen terveystietojen tietosisältö muodostuu joukosta erilaisia XML-dokumentteja, joiden avulla esitetään esimerkiksi laboratoriotestien

tuloksia, lääkitykseen liittyviä tietoja ja reseptejä. Terveystalion tietoja puolestaan käsitellään usein tietokeskeisesti eli tarvittava tieto koostuu useasta eri dokumentista. Esimerkiksi yksittäinen verenpaine- tai verensokerimittaus ei vielä kerro paljoakaan henkilö terveydestä. Yksittäisiä mittaustuloksia järkevämpää on tarkastella mittaustulosten keskiarvoja tietyllä aikavälillä. Tällaiset kyselyt vaativat laskentaa, jota ei ole mahdollisia toteuttaa XML-kyselykielten, kuten XPath ja XQuery, avulla [PuP10].

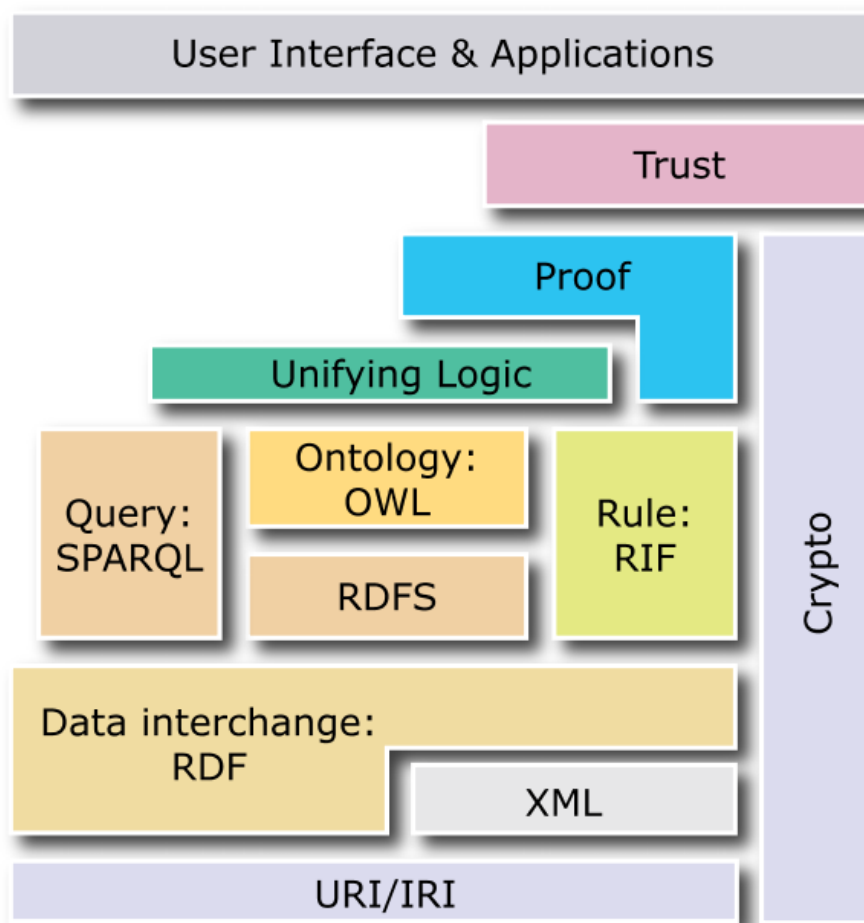
7 Ontologiapohjainen lähestymistapa

Ontologia kuvaa tietyn toimialan tai aihealueen termit ja niiden väliset suhteet. Tarkoituksena on muodostaa yhteinen, kaikkien ymmärtämä käsitte pohja tiedon esittämistä ja jakamista varten. Ontologiapohjaisen lähestymistavan pohjan muodostavat semanttisen webin teknologiat.

7.1 Semanttisen webin teknologiat

Semanttinen web on W3C:n (World Wide Web Consortium) visio seuraavan sukupolven internetistä. Sen tavoitteena on luoda internetistä tiedonhallintajärjestelmä, joka mahdollistaa tiedon organisoinnin sen merkityksen mukaisesti ja koosteisen tiedon esittämisen [GrV04]. Semanttisen webin teknologiat voivat parantaa yhteentoimivuutta terveydehuolto- ja hyvinvointitoimialalla tarjoamalla edistyneitä tekniikoita tiedon prosessointiin ja erilaisiin kyselyihin [SaR13].

Semanttisen webin pino on esitetty kuvassa 17. Se koostuu monesta eri kerroksesta ja teknologiasta. Jokainen pinon kerros hyödyntää alemman tason teknologioita.



Kuva 17. Semanttisen webin teknologiat [W3C07].

Semanttisen webin pinon kahdessa alimmassa kerroksessa sijaitsee URI (Uniform Resource Identifier), joka yksilöi semanttisen webin sisältämät objektit. Seuraavana pinossa on XML, joka on yleisesti rakenteisen tiedon esittämiseen käytetty standardi [GrV04]. XML toimii myös tiedon esitysmuotona monissa terveydenhuollon standardeissa. Esimerkiksi HL7:n PHRM-raportin sisältö on XML-muotoinen.

Seuraavana pinossa näkyy resurssien kuvaamiseen käytetty kieli RDF (Resource Description Framework). Resurssi esitetään RDF-kolmikkona, jonka osat ovat subjekti, predikaatti ja objekti. Subjekti on kuvattava asia, predikaatti ominaisuus ja objekti ominaisuuden arvo. RDF Schema on RDF-kielen laajennus, jonka avulla voidaan määrittää resurssien joukkoja. Näitä joukkoja kutsutaan luokiksi (class) ja luokkien jäseniä ilmentymiksi (instance). Ilmentymien välisiä suhteita kutsutaan ominaisuuksiksi (property). Lisäksi luokalla voi olla yksi tai useampi aliluokka (subclass) ja ominaisuuksilla aliominaisuuksia (subproperty). SPARQL on kyselykieli, joka

mahdollistaa kyselyiden suorittamisen RDF-muotoista tietolähdettä vasten [DOS03]. Kuvassa 18 on esitetty HL7 V3 verensokerimittauksen havaintotulos RDF-muodossa [SaR13]

```
@prex LN: <http://www.loinc.org/lab/codes#>.
@prex v3: <http://www.hl7.org/v3/ontology#>.
@prex owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
@prex rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
<&hospitalA;lab1#observationEvent>v3:assigningAuthorityName "GUH-L";
  v3:classCode "OBS";
  v3:code "LN:1554";
  v3:codeSystem "2.16.840.1.113883.6.1";
  v3:codeSystemName "LN";
  v3:displayName "GLUCOSE^POST 12H CFST:MCNC:PT:SER/PLAS:QN";
  v3:effectiveTime "20080215T0730";
  v3:extension "1045813";
  v3:measurement "182";
  v3:moodCode "EVN";
  v3:referenceRange:bnode1486314560,:bnode733772480;
  v3:root "2.16.840.1.113883.19.1122.4";
  v3:statusCode "completed";
  a <http://hl7.org/v3/ontology/ActLabObservation>.
:bnode1486314560 v3:unit "mg/dL";
  v3:value "105";
  a v3:high.
:bnode733772480 v3:unit "mg/dL";
  v3:value "70";
  a v3:low
```

Kuva 18: HL7 V3 havaintotulos tulos RDF-muodossa [SaR12].

Esimerkki kuvaa luokan havaintotapahtuma (observationEvent) ja sen suhteen luokkaan laboratoriohavainto (ActLabObservation). Havaintotapahtumalla on lukuisia ominaisuuksia, kuten luokkakoodi (classCode), koodi (code) ja juuritunnus (root). Koodi (LN:1554) on verensokerimittauksen LOINC-koodiston mukaisen tunnus. Juuritunnus (2.16.840.1.113883.19.1122.4) on mittaustuloksen yksilöivä OID-tunnus [SaR12].

OWL tarjoaa ontologioiden määrittelyyn kieliopin, jonka ansiosta ontologia voidaan esittää tietokoneiden ymmärtämässä muodossa. Sen avulla käsitteet voidaan ilmaista semanttisesti, jolloin niiden tarkka merkitys säilyy. OWL ontologiat ovat RDF-dokumentteja ja niiden yleisin esitystapa on XML. OWL tarjoaa välineet esimerkiksi luokkien välisten suhteiden kuvaamiseen ja sen avulla voidaan kuvata monimutkaisempia rakenteita kuin RDF Schema -kielellä [DOS03].

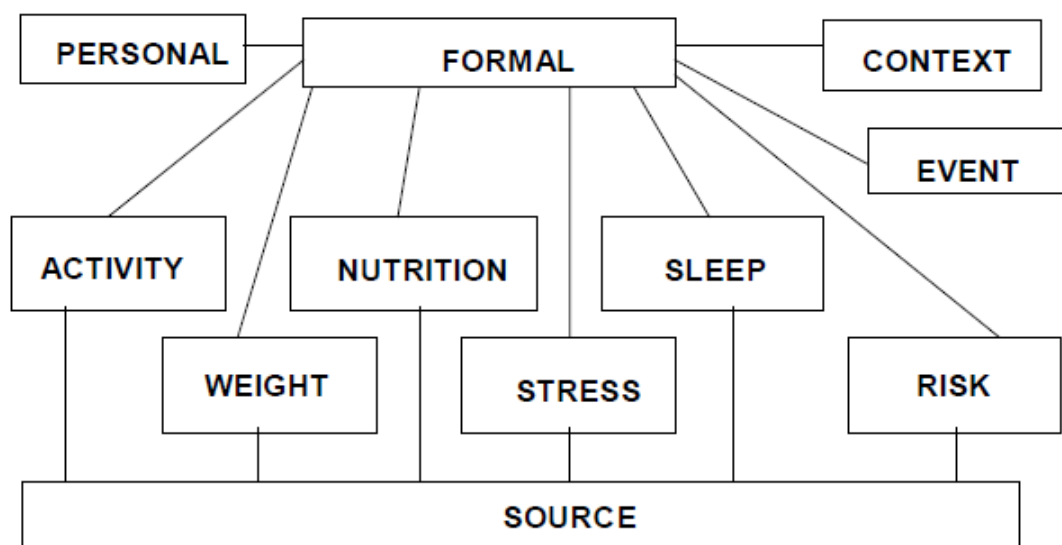
Ontologiakerroksen päällä sijaitsevat logiikka-, todistus- ja luottamuskerrokset. Logiikkaa voidaan kuvata esimerkiksi erilaisten sääntöjen avulla. RIF (Rules Interchange Format) mahdollistaa erilaisten loogisten sääntöjen esittämisen.

7.2 Nuadu ontologiakokoelma

Terveyden- ja hyvinvoinnin käsitteiden esittämiseen löytyy useita valmiita sanastoja ja käsitteistöjä. Terveyden edistämisen ontologia (TERO) laajentaa yleistä suomalaista ontologiaa (YSO) terveyden ja hyvinvoinnin käsitteillä. Se kokoaa yhteen eurooppalaisen terveyden edistämisen asiasanaston (The European Multilingual Thesaurus on Health Promotion), Stakesin asiasanaston (STAMETA) ja MeSH-sanaston (Medical Subject Headings) osajoukon. TERO-ontologiasta löytyy työkaluja myös hyvinvointitietojen esittämiseen. Esimerkiksi fyysisten aktiviteettien kuvaamiseen on oma sanasto. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, ettei ontologia määrittele fyysisen aktiviteetin luonteeseen ja laatuun liittyviä tietoja. Esimerkiksi käsite ”juokseminen” on kyllä esitetty, mutta juoksulenkin pituuteen ja keston liittyviä havaintoja ei ole mahdollista linkittää käsitteeseen. Hyvinvointitiedoille tarvittaisiinkin oma ontologia, joka täydentäisi TERO-ontologiaa [HIK09].

Tähän ongelmaan haettiin ratkaisua eurooppalainen NUADU-hankkeen (Networked Healthcare and Wellbeing) tiimoilta. Hankkeen tavoitteena oli selvittää, miten nykyaikaista tietotekniikkaa ja mobiiliteknologiaa voidaan hyödyntää yksilön terveystietojen vahvistamiseksi [HIK09].

Hankkeen aikana tutkittiin ontologiapohjaista lähestymistapaa terveys- ja hyvinvointitietojen hallintaan. Testikäyttäjiltä kerättiin tietoja hyvinvoinnin eri osa-alueilta: unesta, ravinnosta, fyysisestä aktiviteetista, stressitasosta sekä terveyteen vaikuttavista riskitekijöistä. Hyvinvointitietojen hallintaa varten kehitettiin ontologiakokoelma [KLL07]. Kuvassa 19 on esitetty Nuadu-ontologiakokoelma.



Kuva 19: Nuadu-ontologiakokoelma [KLL07].

Ylätason formaaliontologia (formal) kuvaa terveystaltion tietomallin ja yhdistää yksittäiset ontologiat toisiinsa. Jokaiselle eri osa-alueelle kehitettiin oma ontologia. Henkilökohtainen ontologia (personal) kuvaa henkilökohtaista tietoa. Se pitää sisällään henkilön perustiedot, kuten paino, pituus ja sukupuoli. Henkilökohtaisen ontologia avulla voidaan myös asettaa yksilölliset terveyden edistämiseen liittyvät tavoitteet. Aktiviteettiontologia (activity) sisältää tietoa fyysisistä harjoitteista. Se kuvaa harjoituksen tyyppin, keston ja tason. Tietoa harjoituksesta voidaan kerätä esimerkiksi mittalaitteen avulla. Ravinto-ontologia (nutrition) kuvaa ruokien ravintoarvoa ja ruokailuaikataulua. Paino-ontologian (weight) avulla esitetään painonhallintaan liittyvää sisältöä ja tavoitteita. Riskiontologia (risk) sisältää tietoa terveyden kannalta huonoista tavoista kuten tupakoinnista ja alkoholinkulutuksesta. Uni- ja stressiontologioiden avulla kerätään tietoa unesta ja stressitasosta [KLL07].

Kontekstiontologian (context) avulla kuvataan tietoa ympäristöstä. Ympäristö voi olla esimerkiksi koti, työ tai matka. Konteksti on tärkeä tietojen analysointivaiheessa, sillä esimerkiksi lomamatka voi aiheuttaa uneen ja ravintoon liittyviä muutoksia. Tapahtumaontologia (event) sisältää tietoa tapahtumista, kuten lääkärikäynneistä tai henkilökohtaisen kuntovalmentajan tapaamisesta. Lähdeontologia (source) kuvaa hyvinvointitietojen keräämiseen käytetyt mittalaitteet. Lähdeontologiaan viitataan muista ontologioista silloin kun terveystaltioon talletettava tieto on peräisin mittalaitteesta [KLL07].

Terveystalioon talletettavat tiedot yksilöitiin ISO/IEC 8824-1:2002 -standardin mukaisen OID-tunnuksen avulla. Hierarkkinen yksilöintitunnus mahdollistaa puurakenteen, jonka avulla tunnukseen voidaan semanttisia sääntöjä, jotka helpottavat tiedon automaattista prosessointia. Esimerkiksi OID-tunnuksen 1.2.246.10.2446794.10.1.10.6773.6.2007.2.4.1 juurielementti (1.2.246) ilmaisee maan. Seuraava osio (10.2446794) on organisaatiotunnus, jota seuraa NUADU-projektin sisäinen tunnus (10.1.10.6773.6) ja vuosi (2007). Viimeinen osio on aktiviteettiontologian tunnus (2) ja tarkemmalla tasolla hölkkä (4.1) [KLL07].

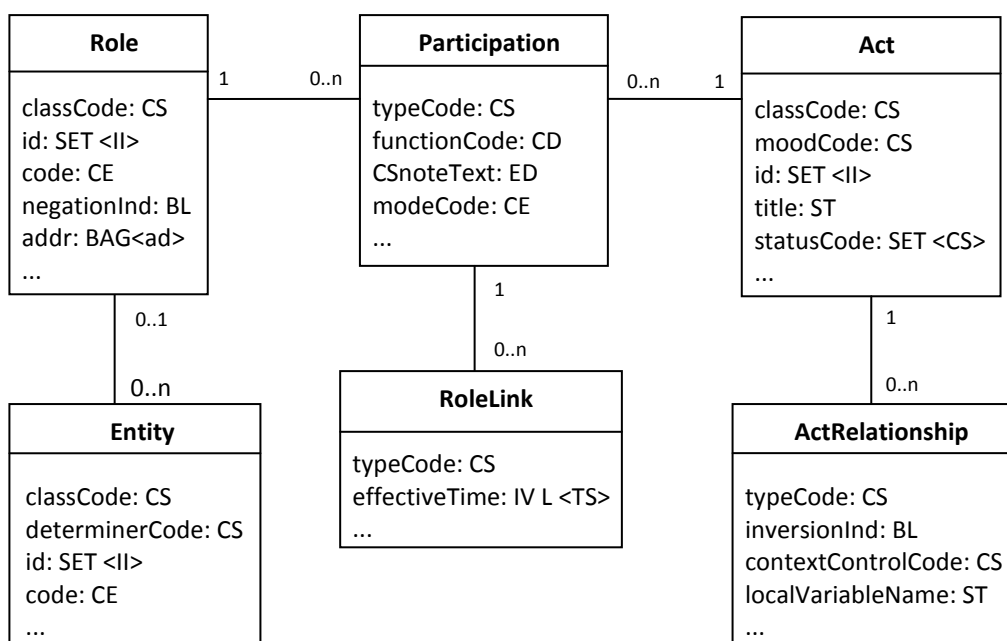
Nuadu-projektin ydin on terveystaltiopalvelin, joka koostaa yhteen sekä kliinisen että ei-kliinisen informaation. Ontologiapohjaisella lähestymistavalla voidaan saavuttaa järjestelmien välinen semanttinen yhteentoimivuus. Nuadu-projektissa päädyttiin siihen, etteivät HL7 standardit sovellu sellaisenaan käytettäväksi [KLL07].

7.3 HL7 ontologiat

Ensimmäinen versio HL7 V3 RIM-mallista julkaistiin vuonna 2003. Siitä lähtien useat eri tahot ovat kehittäneet sen pohjalta erilaisia ontologioita. Tutkimuksen kohteena on ollut myös HL7 V2- ja HL V3- toteutusten välinen yhteensopivuus [SaR12]. HL7 V2- ja V3-toteutukset eivät ole suoraan keskenään yhteentoimivia, vaan tiedon välittäminen näiden toteutusten välillä vaatii muunnoksia [BeS13].

Orgun kehitti RIM-mallin pohjalta RDFS-ontologian, joka mallintaa osan RIM-mallin konseptuaalisista käsitteistä. Ontologian kehittäminen perustui manuaaliseen käännökseen, jossa UML-rakenteet muunnettiin RDFS-ontologiaksi. Työn suurimpia puutteita on systemaattisen ontologiakehitysmallin puuttuminen. Chan puolestaan jatkoi Orgunin työtä ja muodosti RIM-malliin pohjautuvan OWL-ontologian, joka mallintaa RIM-mallin konseptuaaliset käsitteet laajemmin huomioiden tietotyypit, konseptit ja suhteet. EU-rahoitteen Artemis-projektin tavoitteena oli varmistaa yhteensopivuus kahden eri HL7 V2:n ja V3:n välillä. Projektissa ontologia kehitettiin lokaalien XML-skeemojen pohjalta. Sahay esittelee tutkimuksessaan PPEPR-menetelmän, jolla sekä HL7 V2 että HL7 V3 voidaan ontologisoida automaattisesti [SaR12].

HL7 V3 RIM-mallin esitysmuotona on UML-kaavio. Kuvassa 20 on esitetty RIM-mallin pääluokat UML-luokkakaaviona. Jokaisella luokalla on joukko struktuurisia attribuutteja, joka kuvaavat kunkin luokan käyttötarkoituksen.



Kuva 20: RIM-mallin UML-kaavio [BeT10].

Sahay esittelee tutkimuksessaan joukon sääntöjä, joiden avulla UML-mallin pohjalta voidaan muodostaa OWL-ontologia. Taulukko 13 kuvaa UML:n ja OWL:n käsitteiden väliset vastaavuudet.

UML	OWL
Class	Class
Attribute	ObjectProperty DataProperty
Association	ObjectProperty
Class specification	SubClassOf
Note	Annotations@label comment
Association source class	Domain
Association target class	Range
Import	Import
multiplicity range X..Y	X = min, Y = max

Taulukko 13. UML:n ja OWL:n käsitteiden vastaavuus [SaR12].

Ensimmäisen säännön mukaan UML-mallin elementeistä voidaan muodostaa OWL-luokka, jos elementti on luokka (class), komponentti (component) tai osa (part). Tätä sääntöä soveltaen esimerkiksi kuvassa 20 esitetyn UML-mallin luokista Act, Role, Entity ja Participation voidaan muodostaa OWL-luokat. Ominaisuudet jakaantuvat

OWL-kielessä luokkaominaisuuksiksi (class property) ja tietotyyppiominaisuuksiksi (data type property) sen mukaan kuvaavatko ne tietotyyppiä vai liittävätkö yhteen luokan ilmentymiä. Toisen säännön mukaan UML-mallin elementistä voidaan muodostaa luokkaominaisuus, jos elementti luokka-attribuutti (class attribute) ja sen tyyppinä on luokka. RIM-mallin luokat tapahtuman suhde (ActRelationship) ja roolin linkki (RoleLink) on esitetty UML-kaaviossa luokkina. Semanttiselta merkitykseltään nämä luokat ovat kuitenkin lähempänä ominaisuuksia, sillä ne kuvaavat rooli- ja tapahtuma-luokkien suhteita. Sääntöä soveltaen näistä luokista voidaan muodostaa ominaisuuksia [SaR12].

Kolmas sääntö kuvaa, että UML-mallin elementistä voidaan muodostaa tietotyyppiominaisuus (data type property), jos elementti on luokka-attribuutti ja sen avulla esitetään primitiivi tietotyyppien tietoa (esim. kokonaisluku). Esimerkiksi RIM-mallin rooli-luokalla on attribuutti osoite (addr), jonka tyyppinä on AD-luokka (AD class). AD-luokalla puolestaan on attribuutteja, kuten kaupunki (city). Kolmatta sääntöä soveltaen kaupunki voitaisiin muuntaa tietotyyppiominaisuudeksi. Neljäs sääntö määrittää, että UML-mallin elementti voidaan muuntaa luokkaominaisuudeksi, jos elementti on suhde (association). Esimerkiksi roolin ja osallistumisen välinen suhde kertoo, missä roolissa entiteetti osallistuu tapahtumaan. Henkilö voi osallistua tapahtumaan potilaana, lääkärinä tai vaikkapa potilaan omaisena. Neljännen säännön mukaan nämä suhteet voidaan muuntaa OWL-kielen luokkaominaisuuksiksi [SaR13].

Viimeisen säännön mukaan UML-mallin elementti voidaan muuntaa perintäsuhteeksi, jos elementti on luokka tai suhde. UML-kaavion perintä voidaan esittää OWL-kielessä aliluokkien (subclass) avulla. Suhteiden perintä puolestaan voidaan esittää OWL-kielen aliominaisuuksien (subproperty) kautta [SaR13].

Myös XML skeemoja voidaan muuntaa OWL-muotoon. Taulukossa 14 on esitetty XML skeeman ja OWL:n väliset vastaavuudet.

XML Schema	OWL
element attribute	ObjectProperty DataProperty
element@substitutionGroup	SubPropertyOf
element@type	Range
complexType group	Class

attributeGroup	
extension@base restriction@base union@memberTypes attribute@classCode	SubClassOf
@minOccurs @maxOccurs	max min
Annotation@appinfo	Annotations@label comment

Taulukko 14: XML skeeman muuntaminen OWL-muotoon [SaR12].

8 Yhteenveto

Terveystaltio kokoaa yhteen kansalaisen terveyteen liittyvän tiedon ja työkalut, jotka tukevat potilaan aktiivisuutta oman terveytensä hoitajana. Yksinkertaisimmillaan se on potilaan itsensä ylläpitämä paperiversio ja edistyneimmissä malleissa terveystaltio integroituu osaksi terveydenhuollon tietojärjestelmiä tarjoten potilaalle lisäarvopalveluita, kuten henkilökohtaista terveysneuvontaa ja erilaisia itsehoitotyökaluja.

Tietojärjestelmien yhteentoimivuutta voidaan arvioida eri tasoilla. Tekninen yhteentoimivuus tarkoittaa tietojärjestelmien ja palveluiden yhdistämiseen liittyvien teknisten kysymysten sekä tietojen esitys- ja siirtomuotojen suunnittelua. Semanttisella yhteensopivuuden tasolla keskitytään tietojen ymmärrettävyyteen. Vaihdeettavien tietojen merkitys tulisi olla selvä kaikille järjestelmille ja palveluille. Tietoja voidaan myös koostaa useista eri lähteistä ja ymmärrettävyyden pitäisi tällaisessakin tapauksessa säilyä. Täydellisen semanttisesti yhteentoimivat tietojärjestelmät pystyvät automaattisesti tulkitsemaan ja esittämään tarvitsemansa informaation. Teknologiaan tai kieleen liittyvien erojen ei tulisi vaikuttaa yhteentoimivuuteen.

Hyvinvointiin liittyvä tieto on luonteeltaan monimuotoista. Fyysisen hyvinvoinnin keskiössä ovat terveelliset elämäntavat, ravinto ja liikunta. Osa tiedoista voidaan kerätä erilaisten mittalaitteiden avulla. Continuan standardit ja suositukset ovat laajasti käytössä ja niiden on todettu tarjoavan hyvät tekniset välineet mittalaitetiedon siirtämiseen terveystaltioon. Kuitenkin esimerkiksi uneen, ravintoon ja stressiin liittyvät tiedot pohjautuvat suurelta osin henkilön omaan havainnointiin ja tuntemuksiin.

Vaikka terveydenhuoltoalalle on toteutettu monia standardeja, suosituksia ja määräyksiä, ne eivät kuitenkaan ole sellaisenaan sovellettavissa terveystaltion tarpeisiin ja hyvinvointitietojen esittämiseen. Standardit ja suositukset ovat pääosin kansainvälisiä, mutta niiden soveltaminen käytännössä edellyttää paikallistamista kohdemaan lainsäädännön ja tarpeiden mukaiseksi.

Terveydenhuollon standardeja ei ole suunniteltu hyvinvointitietojen mallintamiseen. Terveystaltion liittyvä kliininen informaatio on luonteeltaan pysyvää, joten siihen liittyvä tietosisältö voidaan määrittellä standardimuotoiseksi. Esimerkiksi henkilön allergiaan tai lääkitykseen liittyvät tiedot ovat aina samanlaisia Yleisesti käytetyt CCR- ja CCD-standardit eivät tarjoa rakenteita, joiden avulla hyvinvointitietoja voitaisiin kuvata. Esimerkiksi CCR määrittelee yhteenvedon henkilön terveystiedoista. Lisäksi CDA-standardi kuvaa dokumenttien rakenteen yleisellä tasolla, jota tarkennetaan eri käyttötarkoituksiin sopivaksi soveltamisoppaiden avulla.

Hyvinvointitietojen integrointiin osaksi terveystaltiota on esitetty kaksi erilaista lähestymistapaa. XML-pohjaiset ratkaisut, kuten avoimen lähdekoodin alustapalvelu Indivo ja suomalainen Taltioni, ovat helposti muunneltavissa ja joustavia. Niiden tietomalli perustuu XML skeemaan, jota voidaan muuttaa helposti ja omien tietomallien lisääminen onnistuu vaivatta. XML-pohjaisten terveystaltioiden ongelmana on niiden dokumenttikeskainen tietosisältö. Terveystaltion tietosisältö muodostuu joukosta erilaisia XML-dokumentteja. Kuitenkin terveystaltion tietoja on usein tarpeen tarkastella tietokeskeisesti. Yksittäinen verensokerimittaus ei kerro riittävästi henkilön terveydestä, vaan tarvitaan pitkän aikavälin seuranta. Usein on myös tarpeen tarkastella mittaustulosten keskiarvoja tietyn aikavälin sisällä tai koostaa yhteenvedoja useasta eri lähteestä. Terveystaltion ammattilaisen kannalta voi olla mielekästä tarkastella esimerkiksi tietyn lääkkeen vaikutusta verensokeriarvoihin. XML-kyselykielten, kuten XPath ja XQuery, avulla ei ole mahdollista toteuttaa tällaisia kyselyitä.

Ontologiapohjaisen lähestymistavan perustan muodostavat semanttisen webin teknologiat. Ontologioiden avulla voidaan saavuttaa tietojärjestelmien välinen semanttinen yhteensopivuus, jolloin järjestelmät ymmärtävät välittämänsä ja vastaanottamansa tiedon merkityksen. Ontologiapohjaisen lähestymistavalle aiheuttaa haasteita se, että kaikkien hyvinvointitietoja tuottavien tahojen tulisi sitoutua käyttämään ja kehittämään samaa ontologiaa. Muuten semanttisen yhteentoimivuuden

edut jäävät saavuttamatta.

Henkilökohtainen terveyden seuranta on nopeasti kasvava ja muuttuva sovellusalue. Uuden sukupolven standardit sekä nopeasti kehittyvä mittalaiteteknologia tuovat uusia mahdollisuuksia hyvinvointitietojen integroimiseksi osaksi terveystaltiota. Uusien standardien lähtökohtana on helppo laajennettavuus, ymmärrettävyys ja matala toteutuskyky. Mittalaiteteknologian kehittyminen tuo kansalaisten saataville sellaista teknologiaa, joka on aikaisemmin ollut käytettävissä ainoastaan tutkimus- ja ammattikäytössä. Jatkossa esimerkiksi unenlaatua ja stressitasoa pystytään mittaamaan myös kotioloissa.

Lähteet

- ABO06 Ash J., Bates, D., Overhage, M., Sands, D. ja Tang, P., Personal health records: definitions, benefits, and strategies for overcoming barriers to adoption. *Journal of the American Medical Informatics Association*. Maaliskuu/Huhtikuu, 2006, sivut 121-125.
- ABK08 Adams J., Bakalar, J., Kaufman, J. ja Mounib E. Healthcare 2015 and Personal Health Records: A Standards Framework. *9th International HL7 Interoperability Conference (IHIC)*, Kreikka, Lokakuu 2008.
- AFL11 Archer N., Fevrier-Thomas U., Lokker C., McKibbin K. ja Straus S., Personal health records: a scoping review. *Journal of the American Medical Informatics Association*. Huhtikuu, 2011, sivut 515-522.
- AKM10 Adida B., Kohane I., Mandl K., Sanyal A. ja Zabak S., Indivo x: developing a fully substitutable personally controlled health record platform. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2010.
- Alb09 Engaging the patient in healthcare: An overview of Personal Health Record systems and implications for Alberta, Alberta Health Services, White Paper, 2009. <http://www.albertahealthservices.ca/org/ahs-org-ehr.pdf>. [18.4.2014]
- BeS13 Bender D. ja Sartipi K., HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. *Proceedings of IEEE 26th International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, Porto, Portugali, kesäkuu 2013, sivut 326-331.
- BeT10 Benson T., Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED. Springer, 2010.
- BFF05 Burrington-Brown J., Fishel J., Fox L., Friedman B., Giannangelo K., Jacobs E., et al. (2005). Defining the personal health record. AHIMA releases definition, attributes of consumer health record. *Journal of AHIMA / American Health Information Management Association*, 76. 2005, sivut 24-25.

- BHJ08 Bates D., Hook J., Johnston D., Kaelber D., Middleton B., Pan E., Shah S. ja Vincent A., The Value of Personal Health Records, Center for Information Technology Leadership, report, 2008.
- BJK11 Bates D., Jung H. ja Kim J., History and trends of "personal health record" research in PubMed. *Healthc Inform Res*, No. 17, Maaliskuu, 2011.
- CPP12 Cruickshank J., Packman C. ja Paxman J., Personal Health Records: Putting patients in Control, 2020 Health, report, 2012.
- Con13 Continua Design Guidelines Version 2013, Continua Health Alliance, 2013. [Myös: [ftp://ftp.onem2m.org/Pool/Continua/Endorphin_DG2013-Final-Clean-NLN-112312%20\(1\).pdf](ftp://ftp.onem2m.org/Pool/Continua/Endorphin_DG2013-Final-Clean-NLN-112312%20(1).pdf)]
- DBS09 Dawson J., Bengisu T. ja Schooley B., A Real World Perspective: Employee Perspectives of Employer Sponsored Personal Health Record (PHR) Systems. *Proc. 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, tammikuu 2009.
- DOS03 Daconta M., Obrst L. ja Smith K., *The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services and Knowledge Management*. Wiley Publishing Inc, Indianapolis, 2003.
- DoY11 Dogac A. ja Yuksel M., "Interoperability of medical device information and the clinical applications: An HL7 RMIM based on the ISO/IEEE 11073 DIM. *IEEE Transactions On Information Technology In Biomedicine*, Vol. 15, No. 4, Heinäkuu, 2011, sivut 557-566.
- EHE12 Task Force on eHealth, Redesigning health in Europe for 2020. Euroopan komissio, 2012.
- EKM05 Ensio, A., Korhonen, M., Mykkänen, J., Porrasmaa, J. ja Tuomainen T., Tietojärjestelmien standardointityön organisointi ja kehittäminen terveydenhuollossa: Nykytila ja toimenpide-ehdotukset: Standardointiselvitystyön loppuraportti, Stakes, Helsinki, 2005.
- FFM13 Forjan M., Frohner M., Mense A., Pohn B. ja Sauermann S., Applicability of IHE/Continua components for PHR systems: Learning

- from experiences. *Computers in Biology and Medicine*, Joulukuu, 2013.
- GoT12 Gonzales P. ja Tran B., Standards and Guidelines for Personal Health Records in the United States: Finding Consensus in a Rapidly Evolving and Divided Environment. *Journal of the Health and Medical Informatics*, 2012.
- GrV04 Grigoris A. ja Van Harmelen F., *A Semantic Web Primer*. MIT Press, Cambridge, 2004.
- HeB13 Hettler B., The Six Dimensions of Wellness, Kansallisen hyvinvointi-instituutin web-sivusto,
http://www.nationalwellness.org/?page=Six_Dimensions&hhSearchTerms=wellness [21.8.2013].
- HeH10 Hernesniemi H., Digitaalinen Suomi 2020 – Älykäs tie menestykseen. Teknologiateollisuus, Helsinki, 2010.
- HHI12 Han Y., Hiekkänen K., Itälä T., Luukkonen I., Melleri I., Mykkänen J., Sammelvuori I., Tiihonen T. ja Virkanen H., Kokonaisarkkitehtuurin ja palveluarkkitehtuurin menetelmät ja välineet, SOLEA-julkaisu, Itä-Suomen yliopisto ja Aalto yliopisto, Kuopio, 2012.
- HIK09 Hietala H., Ikonen V., Korhonen I., Lähteenmäki J., Maksimainen A., Pakarinen V., Pärkkä J. ja Saranummi N., FeelGood - Ecosystem of PHR based products and services, VTT, Tampere, 2009.
 [Myös: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/VTT-R-07000-09.pdf>]
- IMT12 Itälä T., Mykkänen J., Savolainen S. ja Virkanen H., Yhteentoimivuus, standardit ja palveluarkkitehtuuri. SOLEA-hankejulkaisu, Itä-Suomen yliopisto ja Aalto-yliopisto, Kuopio, 2012.
- Ind13 Indivo X, Indivo X tekninen dokumentaatio,
<http://docs.indivohealth.org/en/2.0/data-models/index.html#core-data-models> [1.3.2014].
- JKL06 Jensen T, Kofod-Petersen A. ja Larsen K., Towards a norwegian implementation of electronic personal health records. *Proceedings of the International Symposium on Electronic Personal Health Records*,

- Trondheim, Norja, Syyskuu 2006.
- JKP13 Jaring P., Koivumäki T. ja Pikkarainen M., Business challenges of SMEs providing ICT-solutions for wellness and healthcare domain. *Journal of Business Market Management*, Maaliskuu, 2013, sivut 38 – 55.
- JuS09 Junnila S., Modern Digital Interfaces for Personal Health Monitoring Devices, Tampereen teknillinen yliopisto, julkaisu 858, Tampere, 2009.
- KLL07 Kaijanranta H., Leppänen J., Lähteenmäki J. ja Sachinopoulou A., Ontology-Based Approach for Managing Personal Health and Wellness Information. *International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Lyon, Ranska, Elokuu, 2007, sivut 1802-1805.
- KLS09 Kalra,D., Lewalle,P., Stroetman,V., Rector,A., Rodrigues,J., Stroetman,K., Surjan,G., Ustun,B., Virtanen,M., Zanstra,P., Semantic Interoperability for Better health and Safer Healthcare. Euroopan komissio,2009.
[Myös:http://ec.europa.eu/information_society/activities/health/docs/publications/2009/2009semantichealthreport.pdf]
- KLv14 Kariniemi J., Lähteenmäki J. ja Vainio K, Kuntien sähköisten omahoito- ja asiointipalveluiden arkkitehtuuri, VAKAVA-projekti, 2014. <https://www.innokyla.fi/documents/712964/a651c1ff-69c8-44e0-83a2-63ee1e891b00> [29.5.2014].
- KrW11 Krist, A. ja Woolf, S., A vision for patient-centered health information systems. *Journal of the American Medical Association*, Tammikuu, 2011.
- LoK07 Lopez K., *Global Perspective on PHRs: Consumer Engagement in Health Information Exchange in Europe & the U.S.* ICW America, 2007.
- LPP10 Lim J-H., Park C. ja Park S-J., Home Healthcare Settop-box for Senior Chronic Care using ISO/IEEE 11073 PHD Standard. *Proceedings of the 32nd Annual International Conference on Engineering and Biology Society*, Buenos Aires, Argentiina, Elokuu, 2010, sivut 216 - 219.

- MMS13 Miettinen A., Mykkänen J., ja Suhonen M., HL7 Finland – Personal health –standarditarpeiden ja määritysten kartoitus 2013, HL7 Finland ry, 2013. [Myös <http://www.hl7.fi/wp-content/uploads/HL7Fi-PersonalHealth-kartoitus-2013.pdf>]
- Phm10 Implementation Guide for CDA Release 2.0 Personal Healthcare Monitoring Report (PHMR), Health Level Seven International (HL7), 2010.
- PuP10 Puustjarvi J. ja Puustjarvi L., Providing relevant health information to patient-centered healthcare. *Proceedings of IEEE International Conference on e-Health Applications and Services (HealthCom)*, Helsinki, Suomi, 2010, sivut 215-220.
- REF13 Reference Architecture for Collecting Health Data From Citizens, National Sundheds IT, 2013, Tanska.
[Myös:<http://www.ssi.dk/Sundhedsdataogit/National%20Sundheds-it/~media/Indhold/DK%20%20dansk/Sundhedsdata%20og%20it/NationalSundhedsIt/Standardisering/Referencearchitecture%20for%20collecting%20health%20data%20from%20citizens%20v%201%200.ashx>]
- SAI07 *Kansalliset ja kansainväliset käytännöt - yhteenveto*. Saini-hanke, Sitra, 2007.
- SaR12 Sahay R., An Ontological Framework for Interoperability of Health Level Seven (HL7) Applications: The PPEPR Methodology and System, National University of Ireland (NUI), Irlanti, 2012.
- ScW12 Scott P. ja Worden R., Semantic mapping to simplify deployment of HL7 v3 Clinical Document Architecture. *Journal of Biomedical Informatics*, Elokuu 2012.
- Tak13 Taltioni kehittäjäopas, Taltioni, 2013.
http://www.taltioni.fi/fi/Dokumenttikirjasto/Taltioni%20Application%20Developer%27s%20Guide%20-%20201_06.pdf [30.12.2013].
- Tal12 Taltioni osuuskunnan liiketoimintasuunnitelma, Taltioni osuuskunta, 2012. [Myös: <http://www.taltioni.fi/fi/Dokumenttikirjasto/2012-03-15%20Taltioni%20osuuskunnan%20liiketoimintasuunnitelma.pdf>].

- Tat13 Taltionin tietomallikuvaus, Taltioni, 2013.
<http://www.taltioni.fi/fi/Dokumenttikirjasto/Taltioni%20Data%20Model%20document.pdf> [30.12.2013].
- Taw13 Taltionin Web Services –ohjelmointirajapinnan kuvaus, Taltioni, 2013.
[http://www.taltioni.fi/fi/Dokumenttikirjasto/Taltioni%20Web%20Service%20API%20Reference%201.01.pdf](http://www.taltioni.fi/fi/Dokumenttikirjasto/Taltioni%20Web%20Services%20API%20Reference%201.01.pdf) [30.12.2013].
- WHO09 Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks, World Health Organization (WHO), World Health Organization Press, 2009.
- W3C07 Semantic Web layer cake, World Wide Web Consortium (W3C),
<http://www.w3.org/2007/03/layerCake.png> [1.6.2014].