

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

2023

Jaakko Huuskonen

**HL7 FHIR -standardin
käyttöönotto
terveysteknologiaympäristössä**

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tieto- ja viestintäteknikka

2023 | 41 sivua

Jaakko Huuskonen

HL7 FHIR -standardin käyttöönotto terveysteknologiaympäristössä

Health Level 7 on yhteensopivuusstandardeja kehittävä organisaatio, joka on ollut toiminnassa vuodesta 1987 asti. Vuosien saatossa on ehtinyt kehittyä useampia maailmanlaajuisesti käytettyjä standardeja, kuten HL7 v2, v3, CDA ja FHIR, joilla on kaikilla omat hyödyt ja haitat.

Yhteentoimivuus on termi, jota käytetään tässä opinnäytetyössä kuvaamaan tietojärjestelmien välistä tiedonkulun toimivuutta. Tietojärjestelmällä tarkoitetaan tietoa ja sitä käsittelevien ihmisten, koneiden ja ohjelmistojen kokonaisuutta. Näin ollen järjestelmien välinen yhteentoimivuutta tarkastellessa tulee ottaa huomioon laitteiston lisäksi niiden käyttäjät ja käyttöympäristö.

Käyttöönotto on monivaiheinen prosessi, jonka jokaisessa vaiheessa voi tapahtua virheitä. Tämän vuoksi perusteellinen riskienhallinta on välttämätöntä onnistuneen käyttöönoton varmistamiseksi.

Tämä opinnäytetyö käsittelee HL7 FHIR -standardin käyttöönottoa ja sen merkitystä tietojärjestelmien välisessä yhteentoimivuudessa. Tavoitteena oli tarkastella käyttöönoton riskejä ja mahdollisuuksia sekä FHIR:n merkitystä organisaation toiminnassa.

ASIASANAT:

tietokannat, API, HL7, FHIR, tietojenkäsittely, riskienhallinta, tietojohdaminen

Bachelor's thesis | Abstract

Turku university of applied sciences

Information and communications technology

2023 | 41 pages

Jaakko Huuskonen

Implementation of HL7 FHIR standard in a health technology environment

Health Level 7 is an organization that has been developing interoperability standards since 1987. Over the years they have developed several globally used standards such as HL7 v2, v3, CDA and FHIR, each with their benefits and drawbacks.

Interoperability is a term used to describe the functionality of exchanging information between information systems. An information system is a collection of data and the people, hardware and software that use the data. Therefore, when we're examining interoperability between systems, we must consider the users and operating environment as well as the hardware.

The implementation is a multi-stage process in which errors can occur at each stage. For this reason, thorough risk management is essential to ensure success.

This thesis discusses the implementation of the HL7 FHIR standard and its significance in interoperability between information systems. The goal is to examine risks and opportunities and the importance of FHIR in an organization.

KEYWORDS:

databases, API, HL7, FHIR, data processing, risk management, information and knowledge management

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	8
2 Datan käsittely ja standardit	9
2.1 Tietojärjestelmät	9
2.1.1 Tietokannat	9
2.1.2 Rajapinnat	11
2.2 Yhteentoimivuus	13
2.3 HL7-organisaatio	15
2.4 CDA	16
2.5 FHIR	17
3 Riskienhallinta ja tietojohdamisen arviointimalli	18
3.1 Riskienhallinta	18
3.2 Tietojohdamisen arviointimalli	22
3.2.1 Visio ja strategia	23
3.2.2 Hallintorakenne ja organisointi	24
3.2.3 Tietotarpeet	24
3.2.4 Tiedon hankinta	25
3.2.5 Tiedon organisointi ja varastointi	26
3.2.6 Tietotuotteet ja palvelut	27
3.2.7 Tiedon jakaminen	28
3.2.8 Tiedon käyttö	28
3.2.9 Mittarit	29
4 HL7 FHIR -standardin käyttöönotto	31
4.1 Esitoteutus	31
4.2 Kartoitus	33
4.3 Rajapinnat	33
4.4 Testaus	34

4.5 Koulutus ja ylläpito	35
5 Yhteenveto	37
LÄHTEET	38

Kuvat

Kuva 1: Relaatiotietokannat (Zakrivashevich 2021).	10
Kuva 2: REST protokolla (Benharosh 2018).	12
Kuva 3: Esimerkki resurssin rakenteesta (McKenzie 2013).	32
Kuva 4: Esimerkki validointityökalusta (Health Level Seven International n.d.).	35

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

API	Application Programming Interface, ohjelmistojen välinen rajapinta
BPMN	Business Process Model and Notation, liiketoimintaprosessien mallinnusstandardi
CDA	Clinical Document Architecture, lääketieteellisten asiakirjojen standardi
DBMS	Database Management System, ohjelmisto tietokantojen hallintaan
ETL	Extract Transform Load, prosessi datan analysointia varten
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources, standardi terveydenhuollon tiedon jakamiseen
HL7	Health Level Seven, terveydenhuollon tiedonvaihdon standardi
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, protokolla tietojen siirtämiseen
JDBC	Java Database Connectivity, rajapinta Java-ohjelmien ja tietokantojen kommunikointiin
ODBC	Open Database Connectivity, standardi tietokantojen välisen yhteyden ylläpitämiseen
REST	Representational State Transfer, ohjelmistoarkkitehtuurimalli
RPC	Remote Procedure Call, etäproseduurikutsu
SOAP	Simple Object Access Protocol, tiedonvaihtoprotokolla
SQL	Structured Query Language, kyselykieli tietokantojen hallintaan

SNOMED CT	Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms, lääketieteellisten termien luokitusjärjestelmä
URL	Uniform Resource Locator, osoite resurssien sijainnille

1 Johdanto

Tiedon tallentaminen ja tallennetun tiedon helppokäyttöisyys on yksi tärkeimmistä huomioonotettavista asioista terveysteknologian alalla. Suuri osa jokapäiväisestä toiminnasta perustuu jonkinlaiseen jo olemassa olevaan tietoon, jonka vuoksi sujuva ja luotettava tiedonkäsittely säästää pitkällä aikavälillä huomattavan määrän aikaa ja resursseja. Tietojärjestelmien yhteentoimivuus on ominaisuus, joka mahdollistaa eri järjestelmien kommunikoinnin ja käytettävän datan liikkumisen paikasta toiseen silloin kun sitä tarvitaan.

Tietojärjestelmien välistä yhteentoimivuutta voi terveysteknologian alalla vaikeuttaa esimerkiksi sähköisen datan puute huolimattoman dokumentoinnin vuoksi, datan huono laatu ja puutteellisuus, epäsäännöllinen standardointi tai vanhentuneet teknologiat. Etenkin monissa sairaalaympäristöissä tietojärjestelmien ja laitteiden päivitys on ollut pysyvä ongelma. Päivittämisessä tulee nopeasti vastaan projektin laajuus, budjetti ja tietoturvan ylläpitäminen. Terveystieteiden huollon kaupallisuuden vuoksi monissa tilanteissa ei haluta ajatella tietojärjestelmien yhteentoimivuutta organisaation ulkopuolella taloudellisista syistä.

Voittoa tavoittelemattoman HL7-organisaation kehittämä FHIR -datankäsittelystandardi pyrkii vaikuttamaan tähän ongelmaan olemalla helposti integroitava työkalu, joka tekee tietokantojen välisestä kommunikaatiosta saumatonta. Fast Healthcare Interoperability Resources on tuorein versio organisaation kehittämistä yhteensopivuusstandardeista, joita on kehitetty jo vuodesta 1987 asti. (Health Level Seven International n.d.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia standardien vaikutusta organisaation toimintaan ja FHIR -standardin käyttöönottoa erilaisissa toimintaympäristöissä. Opinnäytetyön tavoite oli ottaa huomioon tietojohdantamisen ja riskienhallinnan näkökulmia. Miten FHIR:n käyttöönotto voi tukea terveydenhuollon digitalisaatiota ja mahdollistaa paremman potilastiedon hallinnan? Mitä ongelmakohtia standardin käyttöönotossa voi ilmetä ja minkälainen prosessi standardin implementointi on?

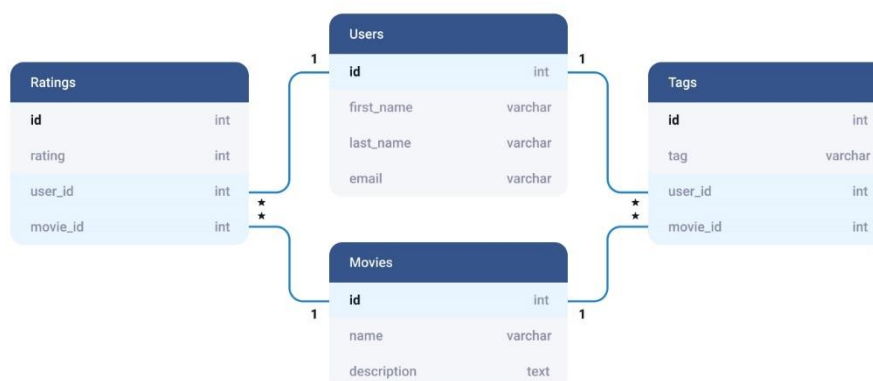
2 Datan käsittely ja standardit

2.1 Tietojärjestelmät

Tietotekniikassa tietojärjestelmällä tarkoitetaan tietoa ja sitä käsittelevien ihmisten, koneiden ja ohjelmistojen muodostamaa kokonaisuutta. Tietojärjestelmät voivat sisältää monia erilaisia komponentteja kuten tietokantoja, ohjelmistoja, verkkolaitteita ja käyttöliittymiä. Organisaation toiminnan sujuvuuden varmistamiseksi on tärkeää, että organisaation tietojenkäsittelyprosessi on suunniteltu huolellisesti. Etenkin sosiaali- ja terveysalalla tämä on otettava tarkasti huomioon, koska kyseessä on ala, jonka jokapäiväisessä toiminnassa käsitellään eri lähteistä kerättyä arkaluontoista tietoa. On tärkeää, että käsiteltävä data on tallennettu turvallisesti paikkaan, josta sen voi saada nopeasti luettavaksi. (Paré ym. 2008.)

2.1.1 Tietokannat

Tietokannat ovat keskeinen osa tietojärjestelmiä tiedon tallennuksessa ja hallinnassa. Tietokantojen avulla organisaatiot voivat tallentaa, hakea ja käsitellä suuria määriä dataa tehokkaasti. Tietokantoja on useita eri tyyppisiä, mutta yleisimpiä ovat relaatiotietokannat (Kuva 1), jotka käyttävät taulukoita tietojen tallentamiseen ja käsittelyyn. SQL (Structured Query Language) on yleisimmin käytetty kieli relaatiotietokantojenrelaatiotietokantojen kyselyihin ja hallitsemiseen.



Kuva 1: Relaatiotietokannat (Zakrivashevich 2021).

Tietokantojen hallintajärjestelmät (DBMS eli database Management System) ovat ohjelmistoja, jotka tarjoavat työkaluja tietokantojen luomiseen, hallintaan ja ylläpitämiseen. Suosittuja relaatiotietokantojen hallintajärjestelmiä ovat mm. MySQL ja Oracle. Näiden keskeisiä toimintoja ovat tiedon tallentaminen, haku, päivitys, suojaaminen ja varmuuskopiointi. Hallintajärjestelmät voivat olla keskitettyjä, jolloin tietokanta sijaitsee yhdellä palvelimella, tai hajautettuja, jolloin tietokanta on jaettu useiden palvelimien välille. (Bigelow 2023.)

Suorituskyky on sovelluksen ja sen tietokannan yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Tämä riippuu monista tekijöistä, kuten tietokannan rakenteesta, indeksoinnista, kyselyjen optimoinnista ja laitteiston resursseista. Indeksi on tietorakenne, joka parantaa tietojen haun nopeutta tietokannasta. Se toimii samalla tavalla kuin kirjan sisällysluettelo, osoittaen mistä käyttäjän hakema tieto löytyy. Ilman indeksejä tietokannan järjestelmän olisi käytävä läpi jokainen rivi taulukosta halutun tiedon löytämiseksi, joka kuluttaisi valtavan määrän aikaa suurissa tietokannoissa.

Kyselyiden optimointi on toinen keskeinen osa tietokantojen suorituskyvyn parantamisessa. Optimointi liittyy tehokaimman tavan valintaan tietojen hakuun ja päivitykseen tietokannasta. Tietokantojen hallintajärjestelmät sisältävät yleensä kyselyitä optimoivan ohjelmiston, joka yrittää minimoida kyselyn suorittamiseen kuluvan ajan ja resurssien käytön.

Laitteiston resurssit, kuten prosessorin nopeus ja muistin määrä vaikuttavat tietokantojen suorituskykyyn. Laitteiston laatu voi parantaa tietokantojen suorituskykyä merkittävästi, varsinkin kun käsitellään suuria tietomääriä. (Panetto & Cecil 2012.)

2.1.2 Rajapinnat

API (Application Programming Interface) eli sovellusohjelmointirajapinta on joukko sääntöjä, ohjeita ja protokollia, jotka määrittävät miten eri ohjelmistot voivat kommunikoida keskenään. Rajapinnat mahdollistavat eri ohjelmistojen välisten yhteyksien luomisen, mikä tekee ohjelmistojen kehittämisestä ja integroinnista helpompaa ja tehokkaampaa. Niiden avulla ohjelmistojen kehittäjät voivat hyödyntää olemassa olevia palveluja ja toiminnallisuuksia, mikä vähentää koodin uudelleenkirjoittamisen tarvetta ja nopeuttaa ohjelmistojen kehittämistä. Rajapinnat ovat tärkeitä monissa eri ohjelmointiympäristöissä, kuten verkko-sovelluksissa, käyttöjärjestelmissä, tietokantojen hallintajärjestelmissä ja pilvipalveluissa.

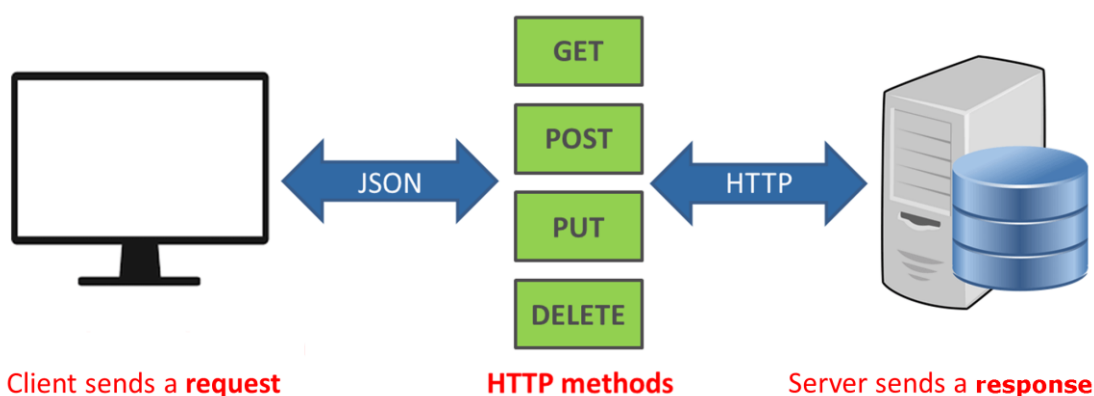
Rajapinnat voivat olla erityyppisiä riippuen niiden käyttötarkoituksista. Ne toimivat erilaisten protokollien ja arkkitehtuurien avulla, ja nykyisin on olemassa kolme pääasiallista API-protokollaa:

- REST (Representational State Transfer)
- RPC (Remote Procedure Call)
- SOAP (Simple Object Access Protocol).

Tietokantatyypin valinta vaikuttaa merkittävästi projektin menestykseen ja käyttöönottoon. Organisaatioiden tulee valita sopivin tyyppi tietojen monimutkaisuuden, tarvittavan tietoturvan tason ja vaaditun suorituskyvyn perusteella. (Bigelow 2023.)

REST API on protokolla, joka mahdollistaa tietojärjestelmien välisen kommunikation internetissä (Kuva 2). REST perustuu HTTP-protokollaan ja sen periaatteisiin, jonka vuoksi se on tilaton (stateless) ja yhteydetön. REST rajapinnoissa

resurssit tunnustetaan URL linkkien avulla ja niitä voidaan käsitellä eri HTTP-metodeilla, kuten GET, POST, PUT ja DELETE. GET-metodilla voidaan pyytää tietoa resursseista, POST-metodilla voidaan luoda uusi resurssi, PUT-metodilla voidaan päivittää olemassa olevaa resurssia ja DELETE-metodilla voidaan poistaa olemassa oleva resurssi. Koska REST API on tilaton, jokaisen pyynnön tulee sisältää kaikki tarvittava tieto pyynnön käsittelyyn, Tämä tekee järjestelmästä skaalautuvan, koska palvelimen ei tarvitse säilyttää asiakkaan tietoja. Lisäksi rajapinnan yhteyttämyys mahdollistaa sen, että pyynnot voidaan reitittää useiden palvelimien kautta. Tämän vuoksi REST on tehokas ja joustava protokolla web-sovellusten kehittämiseen. (Fielding 2000.)



Kuva 2: REST protokolla (Benharosh 2018).

RPC API on protokolla, joka mahdollistaa ohjelmakoodin suorittamisen etäisesti toisella tietokoneella tai palvelimella. RPC -rajapinnassa kutsutaan etäpalvelimen toimintoja lähettämällä pyyntö, joka sisältää kutsuttavan menetelmän nimen sekä mahdolliset argumentit. Palvelin vastaanottaa pyynnön, suorittaa pyydetyn menetelmän ja palauttaa tuloksen. Kommunikointi voi olla synkronista tai asynkronista. Synkronisessa kommunikaatiossa pyynnön lähettäjä odottaa vastausta, kun taas asynkronisessa kommunikaatiossa vastaus palautetaan myöhemmin. RPC:n etuja ovat sen tehokkuus ja suorituskyky, mutta sen haasteita ovat sen virheenkäsittelyn monimutkaisuus ja latenssi.

SOAP API on standardi, joka mahdollistaa verkkopalveluiden välisen viestinnän. Se on joustava ja itsenäinen protokolla, joka toimii monen eri järjestelmän ja ohjelmointikielen kanssa. SOAP -rajapinnan yksi merkittävä piirre on sen kyky tukea luotettavaa viestintävälitystä ja liiketoimintatransaktioita. Tämä tekee siitä sopivan ratkaisun monimutkaisiin sovelluksiin, joissa on erityisen tärkeää varmistaa tietojen eheys ja transaktioiden luotettavuus. SOAP rajapinnan käyttö vaatii kuitenkin enemmän resursseja suunnittelua kuin monet muut protokollat, kuten REST. (W3C 2007.)

2.2 Yhteentoimivuus

Yhteentoimivuudella tarkoitetaan yleensä kahden tai useamman tietojärjestelmän kykyä kommunikoida keskenään, jakaa toistensa kanssa tietoa ja käyttää jaettua tietoa halutun toiminnan edistämiseksi riippumatta niiden taustalla olevista rakenteista, tietomalleista tai tallennusmekanismeista. Tietokantojen välinen yhteentoimivuus edellyttää usein standardoitujen protokollien, tiedostomuotojen ja väliohjelmistojen käyttöä, mikä mahdollistaa tietojen ja toimintojen saumattoman integroinnin. Tietokantojen yhteydessä yhteentoimivuutta voidaan helpottaa erilaisten tekniikoiden ja teknologioiden avulla. Esimerkiksi tietojen integrointitekniikat kuten Extract-Transform-Load (ETL) -prosessit auttavat yhdistämään tietoa eri tietokannoista ja tuomaan sen saataville yhtenäisen rajapinnan kautta. Toinen lähestymistapa koskee tietokannan väliohjelmistojen käyttöä, kuten Open Database Connectivity (ODBC) tai Java Database Connectivity (JDBC), joka tarjoaa standardoidun API:n tietojen käyttämiseen ja manipulointiin eri tietokantojen välillä. (Ayaz ym. 2021.)

Organisatorinen yhteentoimivuus (organizational interoperability) tarkoittaa eri organisaatioiden työntekijöiden, menettelyjen ja hallintorakenteiden sovittamista yhteen, jotta ne toimisivat paremmin yhteistyössä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Yhteentoimivuus vaatii tehokasta viestintää, koordinointia sekä selvää käsitystä kunkin osallistujan rooleista ja vastuista työympäristössä. Yhteentoimivuus edellyttää yhteisiä toimintamalleja ja tavoitteita. Toimintamallit viittaavat standardoituihin tapoihin, joilla organisaatiot voivat tehdä yhteistyötä ja ja-

kaa tietoa tehokkaasti. Yhteiset tavoitteet määrittelevät organisaatioiden yhteisen vision ja päämäärät, jotka ohjaavat yhteistyötä. Yhteentoimivuuden kehittämiseksi organisaatioiden on luotava yhteisiä sääntöjä, sopimuksia ja toimintatapoja, mukaan lukien yhteiset tietoturvakäytännöt, toiminnallisten prosessien määrittely ja laadunvarmistuksen yhtenäistäminen (Chen ym. 2008.). Tämä vaikuttaa myös organisaatioiden sisäiseen toimintaan, sillä se edellyttää muutoksia organisaation rakenteissa, toimintatavoissa ja kulttuurissa BPMN (Business Process Model and Notation) on hyvä esimerkki menetelmästä, joka edistää yhteentoimivuutta tarjoamalla yleisen kehityksen liiketoimintaprosessien mallintamiseen ja ymmärtämiseen. BPMN:n avulla organisaatiot voivat hahmottaa ja yhdenmukaistaa prosessejaan, mikä edistää yhteistyötä ja yhteentoimivuutta.

Semanttinen yhteentoimivuus (semantic interoperability) tarkoittaa tietojärjestelmien kykyä ymmärtää ja tulkita vaihdettavan tiedon merkitystä, ottaen huomioon erilaisten terminologioiden, tietomallien ja tiedon esitystapojen erot (Heath & Bizer 2011). Semanttisen yhteentoimivuuden saavuttaminen edellyttää standardoitujen sanastojen ja ontologioiden käyttöä, jotka tarjoavat yhteisen ymmärryksen käsitteistä ja niiden välisistä suhteista. Yksi esimerkki semanttisen yhteentoimivuuden merkityksestä on terveydenhuolto, jossa eri tietojärjestelmien on kyettävä tulkitsemaan ja käsittelemään potilastietoja yhdenmukaisesti ja luotettavasti (Benson & Grieve 2010). Yhtenä esimerkkinä SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms) tarjoaa kattavan ja yleisesti hyväksytyyn ontologian, joka auttaa yhdenmukaistamaan terveydenhuollon ammattilaisten käyttämää terminologiaa ja parantaa tietojen vaihtoa eri järjestelmien välillä. Semanttisen yhteentoimivuuden saavuttaminen on haastavaa, koska eri organisaatiot ja järjestelmät saattavat käyttää erilaisia terminologioita, tietomalleja ja tiedon esitystapoja. Tämän vuoksi on tärkeää, että kehitetään yleisiä standardeja, ontologioita ja tietosanakirjoja, jotka auttavat rakentamaan jaettavaa ymmärrystä ja parantavat tietojärjestelmien välistä yhteentoimivuutta.

Tekninen yhteentoimivuus (technical interoperability) viittaa tietojärjestelmien välisen viestinnän ja tiedonvaihdon mahdollistavaan infrastruktuuriin ja teknologiaan (Daconta ym. 2003.). Tekninen yhteentoimivuus kattaa standardoitujen

viestintäprotokollien, tietomuotojen ja rajapintojen käytön, jotka helpottavat saumatonta vuorovaikutusta eri järjestelmien välillä. Esimerkkejä teknisestä yhteentoimivuudesta ovat REST rajapinnat verkkopalveluissa ja viestinvälitysohjelmistot asynkronisessa viestinnässä. Tekninen yhteentoimivuus kattaa myös kysymykset, jotka liittyvät tietoturvaan, yksityisyyteen ja luotettavuuteen. Tietojärjestelmien teknisen yhteentoimivuuden saavuttaminen on välttämätöntä, jotta eri organisaatiot ja järjestelmät voivat toimia yhdessä tehokkaasti ja turvallisesti. Teknisten standardien, protokollien ja käytäntöjen noudattaminen mahdollistaa eri järjestelmien ja sovellusten yhteensopivuuden. Yksi esimerkki teknisen yhteentoimivuuden saavuttamisesta on HL7 FHIR -standardi, joka tarjoaa yhdenmukaisen ja modulaarisen kehyksen terveydenhuollon tietojen vaihtoon. (Bender & Sartipi 2013.)

2.3 HL7-organisaatio

HL7 eli Health Level 7 on vuonna 1987 perustettu voittoa tavoittelematon organisaatio, jonka tavoitteena on edesauttaa datan käsittelyä kehittämällä siihen tarkoitettuja yhteensopivuuksstandardeja, jotka ovat käytössä niin sairaaloissa, kuin pienemmissä yksityisorganisaatioissa.

HL7 v2 -standardi luotiin vuonna 1989 ja on ollut jatkuvassa kehityksessä aina tähän päivään asti. Standardi kehitettiin auttamaan sairaaloiden erilaisten tietojärjestelmien keskeistä kommunikointia. HL7 v2 -standardiin perustuvat järjestelmät ovat sen pitkän iän ja helpon käyttöönoton ansoista maailman käytetyimpiä standardeja terveydenhuollossa. Yksi valtava etu HL7 v2 -standardeissa on sen yhteensopivuus vanhempien versioiden kanssa, joka mahdollistaa tuoreiden tietojärjestelmien kommunikoinnin vanhempien versioiden kanssa. Viimeisin versio tästä standardista on 2.9, joka julkaistiin vuonna 2019. Kääntöpuolella standardin helppokäyttöisyydelle, se ei kuitenkaan ollut monien mielestä tarpeeksi kattava tukemaan monimutkaisia kliinistä tietoa käsitteleviä järjestelmiä, jonka vuoksi HL7 näki parhaaksi lähteä kehittämään uutta standardia tämän rinnalle. (Health Level Seven International n.d.)

HL7 v3 -standardin kehitys alkoi vuonna 1995. Sen lähtökohtaisena tarkoituksena ei ollut jatkaa siitä mihin v2 oli tässä vaiheessa jäänyt, vaan lähteä rakentamaan kokonaan eri periaatteella uutta standardia huomioiden samalla edellisen standardin ongelmakohdat. Tätä lähdettiin tavoittelemaan uudella RIM (reference information model) -tietomallilla, joka toimisi eräänlaisena viitekehysenä järjestelmien välillä kulkevalle datalle. RIM-mallin tehtävänä oli jäsentää datan sisältävät viestit, joita tietojärjestelmän eri laitteet lähettävät toisilleen, tuoden semanttisen ja teknisen yhteentoimivuuden laitteiden välille. Koska tavoitteena oli korjata HL7 v2 -standardin puutteita, mallin kehityksessä laitettiin kulkevan tiedon kattavuus kaiken muun edelle. Tämän vuoksi lopputulos oli erittäin tiukasti määritelty standardi, jonka käyttöönotto vaati käyttäjältä yksityiskohtaista ymmärrystä RIM-tietomallista. (Bender 2013.)

2.4 CDA

HL7 CDA (Clinical Document Architecture) on kansainvälinen standardi, joka määrittelee terveydenhuollon kliinisten tietojen standardoidun tallennus- ja jakamistavan. CDA on tärkeä osa terveydenhuollon tietojärjestelmiä, koska se mahdollistaa tietojen yhtenäisen esittämisen eri terveydenhuollon ympäristöissä, mikä parantaa tietojen johdonmukaisuutta, saatavuutta ja luotettavuutta.

CDA-standardi perustuu XML (Extensible Markup Language) -merkintäkielen käyttöön, eli se käyttää standardoituja merkintöjä ja rakenteita tietojen esittämiseen ja jakamiseen. XML:n ansiosta tiedot voidaan esittää tavalla, joka on ihmiselle luettavissa ja koneelle ymmärrettävissä. Tämä tekee CDA-standardista erittäin joustavan, koska se voi mukautua helposti erilaisiin tietotarpeisiin ja järjestelmiin.

CDA:n käyttöönotto on osa laajempaa pyrkimystä parantaa terveydenhuollon tietojärjestelmien yhteentoimivuutta. Se mahdollistaa tietojen jakamisen eri järjestelmien ja sovellusten välillä, mikä parantaa tiedon saatavuutta ja tehostaa potilaan hoitoa. Lisäksi CDA:n avulla voidaan varmistaa, että tietoja käsitellään

tietosuojalakien ja -standardien mukaisesti. (Health Level Seven International n.d.)

2.5 FHIR

FHIR -standardin kehitys aloitettiin vuonna 2011 ja sen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 2014. FHIR perustuu REST arkkitehtuuriin, jonka tarkoituksena on tehdä teknologian kehittämisestä ja käytöstä helpompaa. Se käyttää myös standardoituja terminologioita ja koodistoja varmistaakseen, että liikkuva data on yhdenmukaista ja helposti ymmärrettävää. Yksi FHIR:n keskeisistä eduista on sen modulaarisuus, sillä sitä voi käyttää joko pieninä osina tai isona kokonaisuutena. Tämä antaa terveydenhuollon organisaatioille mahdollisuuden käyttää FHIR:ää heidän omilla tavoillaan, jotka parhaiten vastaavat heidän tarpeitaan.

FHIR sisältää myös sarjan rajapintoja, joita voidaan käyttää tiedon käsittelemiseen ja muokkaamiseen sekä työkaluja tunnistautumiseen, valtuutukseen ja tietoturvaan. Nämä rajapinnat ovat suunniteltu yksinkertaisiksi ja intuitiivisiksi, joka helpottaa kehittäjien työtä sovellusten rakentamisessa. Verrattuna aiempiin HL7-standardiversioihin FHIR on joustavampi, skaalautuvampi ja helpompi toteuttaa. Se on myös enemmän keskittynyt kliiniseen tietoon ja työnkulkuun, mikä auttaa varmistamaan, että FHIR:n avulla vaihdettu data on käyttäjälleen oleellista ja hyödyllistä potilaiden hoidossa. (Health Level Seven International n.d.)

3 Riskienhallinta ja tietojohdamisen arviointimalli

3.1 Riskienhallinta

Riskienhallinta on olennainen osa jokaisen yrityksen toimintaa, olipa kyseessä pieni startup tai monikansallinen korporatio. Riskienhallinnan tavoitteena on tunnistaa, arvioida ja hallita erilaisia riskejä, jotka voivat uhata yrityksen toimintaa, tavoitteita ja tuloksia. Riskienhallinta ei ole pelkästään negatiivisten seurausten välttämistä, vaan sen avulla voidaan myös tunnistaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Yrityksen kyky hallita riskejä voi vaikuttaa sen kykyyn kasvaa ja innovoida. Riskienhallintastrategiaan kuuluu usein erilaisten riskien arviointi ja luokittelu, riskien minimointi ja hallinta, sekä riskitietoisuuden edistäminen organisaatiossa. Riskienhallinnan tulisi olla integroitu osa päätöksentekoa ja strategista suunnittelua. On tärkeää ymmärtää, että riskienhallinta ei tarkoita riskien täydellistä poistamista. Sen sijaan se keskittyy riskien tunnistamiseen ja niihin varautumiseen, jotta niiden vaikutuksia voidaan minimoida. Riskienhallinta on jatkuva prosessi, joka vaatii säännöllistä seuranta ja päivitystä. (Mohammad & Hussaini 2020.)

Teknologiset riskit (engl. technological risks) ovat merkittävä tekijä teknologiayrityksissä ja ne voivat vaikuttaa yrityksen toimintaan monin tavoin. Ne voivat olla seurausta esimerkiksi tietoturvahkista, ohjelmistovirheistä tai vanhentuneesta teknologiasta. Tietoturvariskit ovat erityisen merkittäviä, sillä tietovuodot ja hakkerointi voivat aiheuttaa suurta vahinkoa yrityksen maineelle, liiketoiminnalle ja asiakassuhteille. Teknologisen riskit voivat myös liittyä teknologian nopeaan kehitykseen. Yrityksen on pystyttävä pysymään mukana kehityksessä ja sopeutumaan uusiin teknologioihin, jotta se ei jäisi kilpailijoistaan jälkeen. Teknologisten riskien minimoiminen voi näkyä esimerkiksi teknologian säännöllistä päivittämistä, tietoturvakäytäntöjen noudattamista ja henkilöstön kouluttamista. (Kappelman ym. 2006.)

Ihmisriskit (engl. human risks) ovat riskejä, jotka johtuvan ihmisen toiminnasta. Vahingossa tehdyt virheet, jotka voivat johtua inhimillisistä erehdyksistä, tiedon

puutteesta tai huolimattomuudesta ovat yksi esimerkki ihmisriskeistä. Yrityksen on tärkeää panostaa henkilöstön koulutukseen ja kehittämiseen, jotta se voi toimia tehokkaasti ja turvallisesti. Järjestelmien muuttuessa voi esiintyä työntekijöiden haluttomuutta sopeutua muutoksiin ja minkä tahansa uuden järjestelmän käyttöönotto voi vaatia perusteellista henkilöstön uudelleen kouluttamista, jonka vuoksi projekti voi kohdata vastustusta. Huono johtaminen voi aiheuttaa projektiryhmän tehottomuutta ja johtaa huonoon työilmapiiriin tai työntekijöiden vaihtuvuuteen. Ihmisriskien hallinta voi olla esimerkiksi koulutuksen ja tukipalveluiden tarjoamista, tehokasta johtamista ja työympäristön parantamista.

Käytettävyyseriskit (engl. usability risks) ovat työntekijöiden käyttämiin työkaluihin, ohjelmistoihin ja järjestelmiin liittyviä riskejä. Näitä voi olla esimerkiksi ohjelmiston epäintuitiivinen ja hankala suunnittelu, joka voi johtaa työntekijöiden turhautumiseen, vähentyneeseen tuottavuuteen ja mahdollisesti suurempaan virheiden ja vahinkojen todennäköisyyteen. Puutteellinen tai epäselvä dokumentointi voi vaikeuttaa järjestelmän käyttöönottoa, käyttöä ja ylläpitoa sekä lisätä koulutus- ja tukikustannuksia. Tekniset ongelmat, kuten ohjelmistovirheet ja katkokset voivat heikentää työkalujen ja järjestelmien toimintaa aiheuttaen häiriöitä ja turhautumista. Käytettävyyseriskejä voi välttää huolellisella ennakkosuunnittelulla ennen uuden työkalun käyttöönottoa. Toimivuuden lisäksi suunnittelussa tulisi ottaa selvää työkalun helppokäyttöisyydestä, sillä toimivakin laite voi olla puutteellinen, jos sitä on vaikea käyttää. (Henschel 2008.)

Projektiriskit (engl. project risks) ovat projektin suunnittelussa, toteutuksessa ja päättämisessä ilmeneviä ongelmakohtia. Projektiriskit voivat johtua monista tekijöistä, kuten epärealistisista aikatauluista, budjetin ylittymisestä, resurssien puutteesta tai teknisistä ongelmista. Projekteissa tulee usein esiin muuttuvia vaatimuksia kesken toteutuksen, jotka johtavat projektin laajuuden muutoksiin, lisätyöhön ja viivästyksiin. Projektiriskien vaikutusta voi yrittää minimoida realististen ja joustavien aikataulujen määrittämisellä ja resurssien sijoittamisella. (Kerzner 2009.)

Organisaatoriskit (engl. organizational risks) voivat liittyä esimerkiksi johtajuuden siirtymiseen, työvoiman vaihtuvuuteen tai rakenteellisiin uudelleenjärjest-

lyihin. Riskejä voi syntyä, kun organisaatio yrittää mukautua uusiin markkinoihin tai teknologioihin. Jos muutosta ei johdeta tehokkaasti, se voi johtaa työntekijöiden vastustukseen, tuottavuuden laskuun ja lopulta heikentyneeseen kilpailu-asemaan. Johtajuuden ja työvoiman vaihtumisella on mahdollisuus vaikuttaa johtoryhmän dynamiikan muutoksiin ja pätevien työntekijöiden rekrytointiin ja sitoutumiseen. Muita ongelmia voi olla esimerkiksi puutteellinen johtaminen ja päätöksenteko, organisaation työkuultuuri ja -ympäristö ja tiedonkulun puutteet. Nämä voivat aiheuttaa epäselviä tavoitteita, huonoa resurssienhallintaa ja epäselvää työnjakoa. Organisaatoriskien hallintaa voidaan edistää selkeillä tavoitteilla, perusteellisella dokumentoinnilla ja työympäristön parantamisella. (Kerzner 2009.)

FHIR on terveydenhuollon tietojärjestelmien välisen tiedonvaihdon standardi, jonka tarkoituksena on helpottaa tietojen jakamista ja yhteensopivuutta eri järjestelmien välillä. Se voi olla merkittävä edistysaskel kohti tehokkaampaa ja joustavampaa tiedonvaihtoa, mutta sen käyttöönottoon liittyy useita haasteita ja riskejä, jotka organisaation on tunnistettava ja hallittava.

FHIR -standardin käyttöönotto organisaatiossa vaatii huolellista suunnittelua ja resurssien kohdentamista. Kuten minkä tahansa IT-projektin yhteydessä, myös FHIR:n käyttöönotossa on tärkeää määrittää tarkat tavoitteet, aikataulu ja budjetti sekä nimetä vastuuhenkilöt. Organisaation on myös varmistettava, että sen IT-infrastruktuuri ja henkilöstö ovat valmiita tukemaan uutta standardia. Tämä saattaa edellyttää IT-järjestelmien päivittämistä tai uusien työkalujen hankkimista, sekä henkilöstön kouluttamista uuden standardin käyttöön. On tärkeää huomioida, että FHIR -standardin käyttöönotto voi olla aikaa vievä ja kallis prosessi, joten sen hyötyjen ja kustannusten arviointi on välttämätöntä.

Käyttöönotto voi olla haastavaa, koska FHIR on monimutkainen standardi, joka vaatii syvällistä ymmärrystä terveydenhuollon tiedonhallinnasta ja tietojärjestelmistä. FHIR käyttää resurssipohjaista rakennetta, joka tarjoaa suuremman joustavuuden ja hienojakoisen tiedonhallinnan, mutta se myös lisää standardin monimutkaisuutta.

On tärkeää ymmärtää, että vaikka FHIR tarjoaa monia etuja, se ei välttämättä korvaa kokonaan aiempia HL7-standardeja (kuten v2 tai CDA) lähitulevaisuudessa. Monet terveydenhuollon organisaatiot ympäri maailmaa käyttävät edelleen näitä vanhempia standardeja, ja FHIR -standardin laaja adoptio saattaa kestää vielä useita vuosia tai jopa vuosikymmeniä. Tämä tarkoittaa, että yrityksen on todennäköisesti tuettava useita erilaisia standardeja samanaikaisesti, mikä voi lisätä IT-järjestelmien monimutkaisuutta ja ylläpitokustannuksia. (Ayaz ym. 2021.)

FHIR -standardin käyttöönotto tuo mukanaan tietosuojan ja tietoturvaan liittyviä haasteita. Terveydenhuollon tiedot ovat erittäin arkaluonteisia ja niiden suojaaminen on erittäin tärkeää. FHIR sisältää useita ominaisuuksia, jotka auttavat turvaamaan tiedon, kuten SSL/TLS-tietoliikenteen salauksen ja OAuth 2.0 -autentikoinnin, mutta nämä toimenpiteet eivät aina yksinään riitä. Yrityksen on myös otettava huomioon erilaiset paikalliset ja kansainväliset tietosuojalait ja -standardit, kuten GDPR Euroopassa, ja varmistettava, että sen FHIR-implementaatio noudattaa näitä sääntöjä. (Grieve 2019.)

Standardin käyttöönotto voi vaatia yhteistyötä muiden terveydenhuollon organisaatioiden ja IT-palveluntarjoajien kanssa. Tiedonvaihto FHIR -standardin avulla perustuu yhteisiin sopimuksiin tietojen rakenteesta ja merkityksestä. Tämä tarkoittaa, että yrityksen on aktiivisesti osallistuttava FHIR-yhteisöön ja työskenneltävä muiden organisaatioiden kanssa yhteisten tietomallien ja käytäntöjen kehittämiseksi. (Ayaz ym. 2021.)

HL7 FHIR voi tuoda mukanaan merkittäviä hyötyjä, kuten parannetun tiedonvaihdon tehokkuuden ja joustavuuden, mutta se vaatii myös huomattavia ponnisteluja ja investointeja. On tärkeää lähestyä tätä prosessia strategisesti ja pitkäjänteisesti, ottaen huomioon sekä tekniset että organisatoriset haasteet ja riskit.

3.2 Tietojohdamisen arviointimalli

Tietojohdaminen on tieteenala, joka tutkii tiedon keräämiseen, jalostamiseen ja hyödyntämiseen liittyviä käytäntöjä. Tietojohdamisen tavoitteena on edistää halutun organisaation toimintaa analysoimalla sen olemassa olevia toimintaperiaatteita, niiden toimivuutta ja tapoja, joilla niitä voidaan parantaa. Tietojohdaminen on jatkuva prosessi, joka varsinkin nykyajan jatkuvasti kehittyvässä teknisessä maailmassa on oleellinen osa tehokasta organisaatiotoimintaa. Tietojohdamisen avuksi ja sen toimivuuden mittaamiseksi on luotu erilaisia työkaluja, joita käyttämällä voidaan saada numeerista dataa toiminnan tasosta. Muutosten tapahtuessa tätä dataa voidaan käyttää vertailukohteena ja näin tulkita, mitkä elementit ovat edesauttaneet toimintaa ja mitkä eivät. (Yazdani ym. 2020.)

Tutkimustyössä hyödynnetään mittaamisen työkaluna valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisemaa tietojohdamisen arviointimallia, joka on kehitetty tukemaan tietojohdamisen jatkuvaa kehittämistä ja parantamaan organisaation ymmärrystä tietojohdamisesta. Tavoitteena on kehittää organisaation tietojohdamisen käytäntöjä sen omien tarpeiden ja tavoitteiden mukaisesti. Arviointimalli pohjautuu kymmeneen tietojohdamisen päänäkökulmaan: visio ja strategia, hallintorakenne ja organisaatio, tietotarpeet, tiedon hankinta, tiedon organisointi ja varastointi, tietotuotteet ja palvelut, tiedon jakaminen, tiedon käyttö sekä mittarit ja hyödyt. (Klemola ym. 2014.)

Näitä näkökulmia arvioidaan erilaisten väittämien avulla asteikolla 1–5 (1 = täysin eri mieltä, 5 = täysin samaa mieltä) tai EOS (en osaa sanoa), jos ei osaa arvioida kyseistä asiaa. Tätä arviointityökalua voidaan käyttää organisaation itsearvioinnissa, tietojohdamisen tilan säännöllisessä tarkastelussa, tavoitteiden ja kehitystoimenpiteiden määrittelyn tukena sekä vertaisarvioinnissa. (Jääskeläinen ym. 2019.)

Kukin tietojohdamisen päänäkökulma sisältää useita arvioitavia tekijöitä, jotka on määritelty väittämien avulla. Esimerkiksi ”Visio ja strategia” -näkökulma sisältää seuraavat arvioitavat tekijät: tietojohdamisen strategia ja tavoitteet, tietojohdamisen yhteys koko organisaation strategiaan, tietojohdamisen laajuus ja merkitys,

systemaattinen lähestymistapa tietojohdamisen kehittämiseen sekä tyytyväisyys tietojohdamisen visioon ja strategiaan. (Klemola ym. 2014.)

Jokaisen päänäkökulman lopussa on myös tyytyväisyysväittäjä, jossa arvioidaan, kuinka tyytyväinen vastaaja on kyseiseen näkökulmaan organisaatiossaan. Näin saadaan kokonaiskuva organisaation tietojohdamisen tilasta ja mahdollisista kehitystarpeista.

Tietojohdamisen arviointimalli on monipuolinen ja tehokas työkalu, joka auttaa organisaatioita tunnistamaan vahvuutensa ja heikkoutensa tietojohdamisessa. Sen avulla voidaan kehittää tietojohdamisen strategiaa ja toimintatapoja, jotka vastaavat paremmin organisaation tarpeita ja tavoitteita.

3.2.1 Visio ja strategia

Visio tarkoittaa organisaation tulevaisuudenkuvaa tietojohdamisen näkökulmasta. Se kuvaa, mihin suuntaan ja millaisen askelin organisaation tietojohdamista halutaan kehittää. Tämä visio pitäisi olla arvopohjaisesti linjassa organisaation yleisten arvojen kanssa, jotta se voi motivoida ja inspiroida organisaation jäseniä kohti tiettyjä tavoitteita. Tietojohdamisen vision tulisi heijastaa tiedon haluttua roolia organisaation päätöksenteossa ja toiminnassa.

Strategia puolestaan kuvaa, kuinka visio siirretään käytäntöön. Se määrittelee tietojohdamisen tavoitteet, resurssit ja keinot, joilla visio saavutetaan. Strategia linkittää tietojohdamisen organisaation yleiseen toimintasuunnitelmaan ja varmistaa, että tietojohdamisen toimenpiteet ja päämäärät tukevat organisaation muita tavoitteita. (Klemola ym. 2014.)

Visio ja strategia -näkökulman arviointiin liittyy useita tekijöitä. Tärkeää on esimerkiksi tarkastella, onko organisaatiossa selkeästi määritelty tietojohdamisen strategia ja tavoitteet, ja ovatko ne yhdenmukaisia organisaation yleisen strategian kanssa. Arvioinnissa tulee myös ottaa huomioon, miten hyvin visio on viestitty organisaatiossa ja miten sitä toteutetaan päivittäisessä toiminnassa. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.2 Hallintorakenne ja organisointi

Hallintorakenne ja organisointi tarkoittaa organisaation sisäistä rakennetta ja järjestelyä, joka on suunniteltu tietojohdamisen toteuttamiseen ja ylläpitämiseen. Tämä elementti on välttämätön, jotta voidaan taata tietojohdamisen tehokas soveltaminen kaikilla organisaation tasolla.

Hallintorakenne viittaa organisaation tietojohdamisen toimintojen johtamiseen ja koordinointiin. Se sisältää roolit, vastuut ja valtuudet, jotka liittyvät tietojohdamiseen. Tämä saattaa tarkoittaa tietojohdajan tai tietojohdustiimin olemassaoloa, joka ohjaa ja valvoo tietojohdamisen toimintoja.

Organisointi puolestaan viittaa siihen, miten tietojohdamisen toiminnot ovat järjestetty ja integroitu organisaation muihin toimintoihin. Se kattaa tietojen käsittelyn, säilyttämisen, analysoinnin ja jakamisen prosessit. Organisoinnin pitäisi olla sellainen, että se tukee organisaation tietojohdamisen tavoitteita ja strategioita.

Arvioinnissa tarkastellaan, onko organisaation hallintorakenne ja organisointi suunniteltu tukemaan tietojohdamisen tavoitteita ja strategioita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että on selvää, kenellä on vastuu tietojohdamisesta, ja että tietojohdamisen prosessit ja rakenteet ovat selkeät ja ymmärrettävät. Lisäksi tarkastellaan, onko organisaatiossa tehokkaat järjestelmät ja menettelyt tiedon hallintaan, säilyttämiseen, analysointiin ja jakamiseen. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.3 Tietotarpeet

Tietotarpeet tarkoittavat sitä tietoa, jota organisaation tarvitsee toimiakseen tehokkaasti ja saavuttaakseen tavoitteensa. Tietotarpeiden ymmärtäminen ja määrittely on keskeinen osa tietojohdamisen arviointia.

Tietotarpeet voivat olla hyvin erilaisia riippuen organisaation koosta, toimialasta, tavoitteista ja strategiasta. Ne voivat sisältää esimerkiksi tietoa markkinoista, kilpailijoista, asiakkaiden tarpeista, teknologisista trendeistä tai lainsäädännön

muutoksista. Tietotarpeet voivat myös liittyä organisaation sisäisiin toimintoihin, kuten tuotantoprosesseihin, henkilöstöhallintoon tai taloushallintoon.

Arvioinnissa tarkastellaan, miten hyvin organisaatio ymmärtää ja määrittelee tietotarpeensa. Tämä tarkoittaa, että organisaation on tunnistettava, mitä tietoa se tarvitsee, ja miten se voi hyödyntää tätä tietoa tehokkaasti. On myös tärkeää, että organisaatio on määrittänyt, mistä lähteistä se saa tarvitsemansa tiedon ja miten se varmistaa tiedon laadun ja ajantasaisuuden. (Klemola ym. 2014.)

Lisäksi tarkastellaan, miten hyvin organisaatio kykenee vastaamaan tietotarpeisiinsa. Tämä tarkoittaa, että organisaation on oltava kykenevä keräämään, käsittelemään, analysoimaan ja jakamaan tietoa tavalla, joka tukee sen tavoitteita ja strategioita. Tämä edellyttää tehokkaita tietojärjestelmiä, prosesseja ja rakenteita, mutta myös kulttuuria, jossa tietoa arvostetaan ja sen jakamista kannustetaan. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.4 Tiedon hankinta

Tiedon hankinta viittaa prosesseihin ja menetelmiin, joita organisaatio käyttää tarvitsemansa tiedon keräämiseen ja hankkimiseen. Tämä on keskeinen osa tietojohdamista, sillä ilman relevanttia ja ajantasaista tietoa organisaatio ei voi tehdä informoituja päätöksiä tai johtaa toimintaansa tehokkaasti.

Tiedon hankinta voi tapahtua monella eri tavalla ja eri lähteistä. Organisaation voi kerätä tietoa itse esimerkiksi tutkimuksen, havainnoinnin tai kyselyjen avulla. Se voi myös hyödyntää ulkopuolisia lähteitä, kuten tieteellisiä tutkimuksia, viranomaistietoja tai kaupallisia tietopalveluita. Lisäksi organisaation sisällä oleva tieto, kuten työntekijöiden asiantuntemus tai toiminnan aikana syntyvä data on tärkeä tiedon lähde. (Klemola ym. 2014.)

Tiedon hankinnassa on otettava huomioon tiedon laatu ja luotettavuus. On varmistettava, että kerätty tieto on tarkkaa, ajantasaista ja relevanttia organisaation tietotarpeisiin nähden. Tiedon hankinnan menetelmät ja prosessit on suunniteltava niin, että ne tuottavat laadukasta tietoa tehokkaasti ja joustavasti.

Tiedon hankinnassa on myös tärkeää huomioida tiedon eettiset ja oikeudelliset näkökulmat. On noudatettava tietosuojalainsäädäntöä ja muita relevantteja säännöksiä, ja kunnioitettava yksityisyyttä ja tietojen omistusoikeuksia. Eettisesti kestävä tiedon hankinta edellyttää avoimuutta, vastuullisuutta ja oikeudenmukaisuutta. Tiedon hankinnan on oltava linjassa organisaation vision ja strategian kanssa. Se on suunnattava niin, että se tukee organisaation tavoitteita ja auttaa sen toimintaa kohti haluttua suuntaa. Tiedon hankinnan tehokkuus ja vaikuttavuus on yksi tietojohdamisen arvioinnin keskeisiä kohteita. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.5 Tiedon organisointi ja varastointi

Tiedon organisointi ja varastointi ovat keskeisiä osia tietojohdamisessa, koska ne mahdollistavat tiedon tehokkaan hyödyntämisen organisaation toiminnassa. Näiden osa-alueiden tavoitteena on luoda rakenteita ja järjestelmiä, joiden avulla tietoa voidaan kerätä, säilyttää, käsitellä ja jakaa järjestelmällisesti ja tehokkaasti.

Tiedon organisointi sisältää tiedon luokittelun, kategorisoinnin ja hierarkioiden luomisen. Tämä mahdollistaa tiedon hahmottamisen ja käsittelemisen loogisella ja ymmärrettävällä tavalla. Tiedon organisoinnissa otetaan huomioon myös metatiedon merkitys, joka auttaa tiedon löytämisessä ja käytössä.

Tiedon varastointi puolestaan kattaa tiedon säilyttämisen ja arkistoinnin erilaisissa järjestelmissä ja tietokannoissa. Tiedon varastointiratkaisuja valittaessa on otettava huomioon niiden käytettävyys, suorituskyky, tietoturva ja kustannustehokkuus. Lisäksi on varmistettava, että tiedon varastointijärjestelmät ovat yhteensopivia muiden organisaation käyttämien järjestelmien kanssa.

Tiedon organisoinnilla ja varastoinnilla on merkittävä rooli tiedon saatavuudessa ja löydettävyydessä. Hyvin järjestetty ja säilytetty tieto on helppo löytää ja käyttää, mikä tehostaa organisaation päätöksentekoa ja toimintaa. Huonosti järjestetty tai hankalasti saatavilla oleva tieto voi johtaa tiedon pirstaleisuuteen ja tehottomuuteen.

Organisaation on myös huomioitava tiedon elinkaari ja -hallinta. Tiedon poistaminen ja arkistointi tulee suorittaa järjestelmällisesti, jotta vanhentunutta tai tarpeetonta tietoa ei säilytetä turhaan. Tämä vähentää tietoturvariskejä ja säästää resursseja. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.6 Tietotuotteet ja palvelut

Tietotuotteet ja -palvelut ovat organisaation tietojohdamisen toiminnallinen ulostulo, jotka vastaavat organisaation sisäisiin ja ulkoisiin tietotarpeisiin. Nämä voivat käsittää monenlaisia tuotteita ja palveluita, kuten raportteja, tietokantoja, analytiikkaa, neuvontaa ja koulutusta.

Tietotuotteet ovat yleensä konkreettisia tuotoksia, kuten raportteja, artikkeleita, tietokantoja tai ohjelmistoja, jotka sisältävät, käsittelevät tai tuottavat tietoa. Ne voivat olla laadittu erityisiin tarkoituksiin, kuten päätöksentekoa varten, tai ne voivat olla yleisemmin käytettävissä olevia resursseja, kuten tietokantoja tai tietovarastoja.

Tietopalvelut taas ovat toimintoja tai prosesseja, joissa tietoa tuotetaan, analysoidaan, jaetaan tai käytetään. Ne voivat olla esimerkiksi neuvontaa, koulutusta, tutkimusta, tiedonhallintaa tai tiedon analysointia. Tietopalvelut voivat olla suunnattu organisaation sisäisille käyttäjille tai ne voivat olla osa organisaation ulkoista palvelutarjontaa.

Tietotuotteiden ja -palveluiden kehittämisessä on tärkeää ymmärtää käyttäjien tarpeet ja odotukset. Tämä edellyttää aktiivista vuorovaikutusta käyttäjien kanssa ja heidän palautteensa huomioimista. Tietotuotteiden ja -palveluiden on oltava relevantteja, ajantasaisia ja helposti käytettävissä. Lisäksi niiden on tuettava organisaation strategisia tavoitteita ja arvoja. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.7 Tiedon jakaminen

Tiedon jakaminen on keskeinen osa tietojohdamista, joka tarkoittaa tiedon siirtämistä ja levittämistä organisaation sisällä ja sen ulkopuolelle. Tiedon jakamisen tavoitteena on tukea organisaation toimintaa, päätöksentekoa ja innovointia sekä parantaa yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa.

Tiedon jakaminen voi tapahtua monilla eri tavoilla, kuten keskustelujen, kokouksien, työpajojen, koulutusten, raporttien sähköpostien, sisäisten ja ulkoisten verkkosivujen tai sosiaalisen median kautta. Tärkeää on valita sopivat kanavat ja menetelmät kohderyhmän ja tiedon luonteen mukaan. Haasteet liittyvät usein tiedon löydettävyyteen, saatavuuteen ja käytettävyyteen. Organisaatiossa on tärkeää varmistaa, että tieto on järjestetty ja tallennettu tavalla, joka helpottaa sen löytämistä ja jakamista. Tämä voi vaatia esimerkiksi tiedonhallintajärjestelmien ja -prosessien kehittämistä. Tiedon jakamisen kulttuuri on toinen keskeinen tekijä. Organisaation tulisi kannustaa avoimuuteen, luottamukseen ja yhteistyöhön sekä rohkaista työntekijöitä jakamaan tietoa ja kokemuksiaan. Tämä voi edellyttää muun muassa työntekijöiden osaamisen ja asenteiden kehittämistä sekä tiedon jakamisen arvostuksen lisäämistä organisaatiossa. (Muhammad & Sadia 2015.)

Tiedon jakamista voi helpottaa teknologian hyödyntäminen, kuten sähköisten työkalujen ja alustojen käyttö. Nämä voivat parantaa tiedon löydettävyyttä, saatavuutta ja jakamisen helppoutta sekä mahdollistaa reaaliaikaisen ja monisuuntaisen vuorovaikutuksen eri osapuolten välillä. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.8 Tiedon käyttö

Tiedon käyttö on tietojohdamisen loppupään prosessi, jossa kaikki aikaisemmat vaiheet, tiedon hankinta, organisointi, varastointi ja jakaminen saavat merkityksensä. Tässä vaiheessa tieto muuttuu toiminnaksi ja päätöksenteoksi organisaatiossa. Tiedon käyttö tarkoittaa konkreettisesti sitä, että henkilöstö, johto ja muut sidosryhmäthyödyntävät saatavilla olevaa tietoa päivittäisessä toiminnas-

saan, päätöksenteossaan, ongelmanratkaisussaan ja innovoinnissaan. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi asiakaspalautteen analysointia tuotekehityksen tukena, kilpailijatietojen seuraamista strategiaprosessissa tai projektikokemusten hyödyntämistä uusissa projekteissa.

Tiedon käytön edellytyksenä on, että tieto on saatavilla aikaisessa vaiheessa, oikeassa muodossa ja oikeassa paikassa. Tämä edellyttää toimivia tiedonhallintaprosesseja ja -järjestelmiä sekä organisaation kykyä tunnistaa, arvioida ja soveltaa tietoa. Tärkeää on myös ymmärtää, että tiedon käyttö vaatii osaamista ja kriittistä ajattelua. Kaikkea tietoa ei tulisi hyväksyä sellaisenaan, vaan sen relevanssi, laatu ja luotettavuus tulee arvioida.

Lisäksi tiedon käytön haasteet voivat liittyä muun muassa tiedon ylikuormitukseen, tiedon käytön esteisiin ja tiedon hyödyntämisen kulttuuriin. Organisaation tulisi siksi tukea henkilöstöä tiedon käytössä tarjoamalla tarvittavaa koulutusta, ohjeistusta ja tukea sekä kehittämällä toimintatapoja, jotka kannustavat tiedon hyödyntämiseen ja jakamiseen. (Jääskeläinen ym. 2019.)

3.2.9 Mittarit

Mittarit ovat tärkeä osa tietojohdamista, koska ne mahdollistavat tietojohdamisen prosessien ja tulosten seurannan, arvioinnin ja kehittämisen. Mittareiden avulla voidaan tunnistaa vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia tietojohdamisessa, ja niiden avulla voidaan myös osoittaa tietojohdamisen merkitys ja vaikutukset organisaation toiminnassa ja tuloksissa. Mittareiden valinta ja käyttö tietojohdamisessa vaatii huolellista suunnittelua ja arviointia. Tietojohdamisen mittarit tulisi valita siten, että ne vastaavat organisaation tietojohdamisen tavoitteita, strategiaa ja tarpeita. Mittarit voivat kohdistua esimerkiksi tiedon hankintaan, organisointiin, varastointiin, jakamiseen ja käyttöön sekä tietojohdamisen hallintoon ja organisaatioon.

Käytännössä tietojohdamisen mittarit voivat olla kvantitatiivisia tai kvalitatiivisia, taloudellisia tai ei-taloudellisia, sisäisiä tai ulkoisia, prosessi- tai tulospohjaisia. Kvantitatiiviset mittarit voivat esimerkiksi mitata tiedon määrää, laatua, saata-

vuutta tai käyttöä, kun taas kvalitatiiviset mittarit voivat arvioida esimerkiksi tiedon relevanssia, luotettavuutta tai vaikutuksia. Taloudelliset mittarit voivat puolestaan liittyä esimerkiksi tiedonhallinnan kustannuksiin, säästöihin tai tuottoihin, kun taas ei-taloudelliset mittarit voivat kohdistua esimerkiksi tietotaitoon innovointiin tai oppimiseen. (Jääskeläinen ym. 2019.)

4 HL7 FHIR -standardin käyttöönotto

4.1 Esitoteutus

Käyttöönoton suunnitteluprosessin ensimmäisiin vaiheisiin kuuluu nykyisen järjestelmän kartoitus, jos sitä ei olla entuudestaan jo tehty. Organisaation tulisi tunnistaa ja kartoittaa kaikki käyttämänsä työkalut, jotka käsittelevät tietojärjestelmän sisällä kulkevaa tietoa. Näin saadaan parempi ymmärrys siitä, miten FHIR integroituu päivitettävään järjestelmään ja miksi sitä tarvitaan.

FHIR-määrittelyt tarjoavat kattavan oppaan standardin ymmärtämiseen ja toteuttamiseen. Ne sisältävät tarpeellisen tiedon erilaisista datamalleista, joita kutsutaan ”resursseiksi”, jotka muodostavat FHIR -standardin (Kuva 3). Nämä resurssit voivat kuvata esimerkiksi potilaita, lääkkeitä, toimenpiteitä tai muita terveydenhuollossa tarvittavia tietoja. Jokainen FHIR-resurssi on yksittäinen yhteensopivuuden tietojoukko, jolla on tunnettu ennalta määritelty rakenne ja jonka avulla se voidaan erottaa muista resursseista. Resursseilla on omat ainutlaatuiset tunnistenumerot (engl. identification number tai ID) ja ne saattavat sisältää muita sisäkkäitä resursseja. Resurssit esitetään XML- tai JSON-objekteina. (Health Level Seven International n.d.)



Kuva 3: Esimerkki resurssin rakenteesta (McKenzie 2013).

FHIR sisältää useita avainresursseja, jotka ovat keskeisiä useimmissa terveydenhuollon vuorovaikutuksissa. "Potilas" -resurssi sisältää esimerkiksi tiedot yksilön tunnistenumeroista, nimestä, osoitteesta ja syntymäajasta. Muita resursseja ovat mm. hoitohenkilöt, mittaukset ja havainnot. Valmiita resursseja on paljon, ja FHIR:n joustavan rakenteen ansiosta niitä on mahdollista laajentaa tai rajoittaa tiettyihin käyttötarkoituksiin sopiviksi. Tätä kutsutaan profiloinniksi, joka mahdollistaa terveydenhuollon järjestelmien paremman yhteentoimivuus niiden eroista huolimatta. (Health Level Seven International n.d.)

Standardin ymmärtäminen muodostaa perustan sen onnistuneelle käyttöönotolle. FHIR:n resursseihin perustuva rakenne mahdollistaa erittäin joustavan, mutta silti standardoidun menetelmän terveydenhuollon tiedon vaihtoon.

4.2 Kartoitus

Datan kartoitus on prosessi, jossa tunnistetaan datan elementit tietojärjestelmistä ja niitä vastaavat resurssit FHIR -standardissa. Tämä menettely turvaa datan eheyden varmistamalla, että tiedot esitetään tarkasti, kun ne muunnetaan olemassa olevan järjestelmän muodosta FHIR:n tukemaan muotoon. Ilman huolellista kartoitusprosessia tärkeää kliinistä tietoa saatetaan tulkita väärin tai se voi kadota huonon indeksoinnin vuoksi. Datan kartoitus on yhteentoimivuuden ydin. Luomalla yhteisen viitekehyksen tietoa käyttävät tahot voivat käsitellä sitä tehokkaasti ja tarkasti.

Tiedon kartoitus voi olla monimutkainen prosessi riippuen alkuperäisen järjestelmän laajuudesta ja monimutkaisuudesta. Kartoitusprosessi voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

- 1) Tunnista datan elementit olemassa olevassa järjestelmässä
- 2) Tunnista dataa vastaavat FHIR-resurssit
- 3) Luo kartoitusdokumentti, jossa kerrotaan yksityiskohtaisesti, mitkä resurssit vastaavat kutakin elementtiä
- 4) Toteuta datan muuntaminen kartoitusdokumentin mukaisesti.

Kartoitusprosessiin liittyy haasteita, joista yksi keskeisimmistä on datan vaihtelevuus tietojärjestelmien välillä. Eri järjestelmät saattavat käyttää eri terminologioita ja formaatteja saman datan esittämiseen, joka voi tehdä kartoituksesta haastavaa. Huolellinen kartoitus helpottaa tätä ongelmaa jatkossa, mikäli tietojärjestelmää tullaan päivittämään. (Health Level Seven International n.d.)

4.3 Rajapinnat

Seuraava askel on luoda kanavat tiedonvaihtoa varten rajapintojen avulla. API:t toimivat välittäjinä, jotka mahdollistavat järjestelmien kommunikoinnin keskenään. Ne määrittelevät säännöt, joita ohjelmien tulee noudattaa kommunikoidessaan mahdollistaen niiden tiedonvaihdon tietämättä, miten toinen järjestelmä toimii sisäisesti. FHIR API:t tarjoavat keinon luoda, lukea, päivittää ja

poistaa resursseja. Näistä neljästä perustoiminnosta käytetään yleistermiä CRUD (create, read, update, delete). (Helm ym. 2020.)

Rajapintojen kehittäminen alkaa standardin resursseja ja toimintoja noudattavien päätepisteiden suunnittelulla.

- 1) Kehittäjän on määriteltävä mitä FHIR -resursseja API:n tulisi tukea tietojärjestelmän datan ja tarpeiden mukaisesti. Tätä ohjaa edellisessä vaiheessa kuvailtu tiedon kartoitus.
- 2) Jokaiselle resurssille tulee luoda API -päätepiste.
- 3) Kullekin päätepisteelle on toteutettava CRUD -toiminnot, jotka mahdollistavat muiden järjestelmien vuorovaikutuksen FHIR -resurssien kanssa
- 4) FHIR -toimintojen toteuttaminen, joita voidaan käyttää resurssien käsittelyyn monimutkaisemmilla tavoilla.
- 5) Järjestelmän tulee pystyä käsittelemään sujuvasti ongelmat, jotka ilmenevät rajapintaa käytettäessä, ja tarjota hyödyllistä palautetta käyttäjälle. (Health Level Seven International n.d.)

4.4 Testaus

Testaus on ratkaiseva askel missä tahansa ohjelmistokehitysprosessissa. Sillä varmistetaan, että tietojärjestelmä ja sitä varten kehitetyt rajapinnat noudattavat standardia ja niillä voidaan käsitellä dataa halutulla tavalla. Testauksessa varmistetaan, että käytetyt FHIR -resurssit, niiden rakenne ja tuetut operaatiot ovat kaikki standardin mukaisia. Tähän prosessiin on luotu työkaluksi useita HL7 FHIR -validaattoreita, kuten Forge, SUSHI, IG Publisher ja Hammer. Resurssin koodi syötetään työkalulle, joka käy sen läpi ja tarkistaa, että se on standardin mukainen (Kuva 4). (Grieve 2014.)

Onnistuneen käyttöönoton jälkeen jäljelle jää uudistuneen tietojärjestelmän ylläpito. Teknologioiden kehittyessä järjestelmiin ja laitteistoihin tulee jatkuvasti uusia päivityksiä, ja tietojärjestelmien eri osien tulee kehittyä niiden mukana. Näin varmistetaan, että järjestelmän suorituskyky pysyy optimaalisena. Säännöllinen valvonta auttaa tunnistamaan ja ratkaisemaan mahdolliset ongelmat ennen kuin ne ehtivät vaikuttaa järjestelmän toimintaan merkittäväällä tavalla. Henkilökunnan on hyvä seurata HL7 -standardien kehitystä tulevien päivitysten varalta. (Jääskeläinen ym. 2019.)

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tietojärjestelmiä, niiden yhteensopivuutta ja niihin liittyvää riskienhallintaa sekä kaikkien näiden vaikutusta HL7 FHIR -standardin käyttöönottoon. Työ toteutettiin tutustumalla aiheisiin liittyviin artikkeleihin, tutkimuksiin ja käyttöohjeisiin, joiden avulla saatiin kattava kuva tutkimusalueesta.

FHIR on yleisesti ottaen saanut positiivisen vastaanoton sen käyttäjiltä. Standardi on tunnustettu merkittäväksi edistysaskeleeksi terveydenhuollon järjestelmien yhteentoimivuudessa ja on suurena apuna tietojärjestelmien saumattomassa kommunikoinnissa.

Tästä huolimatta kaiken teknologian ja uusien työkalujen käyttöönotossa on aina omat riskinsä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia perusteellisesti mahdollisia ongelmakohtia kaikista eri näkökulmista, joita uuden yhteensopivuusstandardin käyttöönotto voisi mukanaan tuoda. Tehokkaalla riskienhallinnalla kaikille riskeille on mahdollista kehittää suunnitelmia, joilla niiden vaikutusta voidaan minimoida tai jopa kokonaan välttää.

Työn aihe oli ennen opinnäytetyön aloittamista hyvin tuntematon. HL7 ja FHIR olivat termeinä täysin uusia. Suurimpana haasteena oli löytää aiheesta helposti ymmärrettävää tietoa sellaiselle, joka ei tunne kaikkia kehittyneitä lyhenteitä ja termejä. Luotettavan tiedon hakemiseen ja aiempien tutkimusten opiskeluun kului merkittävästi aikaa.

Vaikeuksista huolimatta opinnäytetyö onnistui vastaamaan tärkeimpiin tutkimuskysymyksiin ja luomaan hyvän aloituspisteen kelle tahansa HL7 FHIR -standardiin tutustuvalla henkilöllä. Selvitystyö tuo esille yhteensopivuusstandardin hyvät ja huonot puolet sekä sen riskit ja mahdollisuudet.

LÄHTEET

Ayaz, M.; Pasha, M.; Alzahrani, M.; Budiarto, R. & Stiawan, D. 2021. The Fast Health Interoperability Resources (FHIR) Standard: Systematic Literature Review of Implementations, Applications, Challenges and Opportunities. Viitattu 25.4.2023. <https://medinform.jmir.org/2021/7/e21929>

Benharosh, J. 2018. What is REST API? Viitattu 18.4.2023. <https://phpenthusiast.com/blog/what-is-rest-api>

Bender, D. & Sartipi, K. 2013. HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems. Viitattu 26.4.2023. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6627810>

Benson, T. & Grieve, G. 2010. Principles of Health Interoperability. Viitattu 26.4.2023. https://www.academia.edu/41995033/Principles_of_Health_Interoperability

Bigelow, S. J. 2023. What are the types of APIs and their differences? Viitattu 18.4.2023. <https://www.techtarget.com/searcharchitecture/tip/What-are-the-types-of-APIs-and-their-differences>

Chen, D.; Doumeingts, G. & Vernadat, F. 2008. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. Viitattu 26.4.2023. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361508000365>

Daconta, M.; Obrst, L. & Smith, K. 2003. The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management. Viitattu 26.4.2023. https://www.researchgate.net/publication/220691059_The_Semantic_Web_A_Guide_to_the_Future_of_XML_Web_Services_and_Knowledge_Management

Fielding, R. T. 2000. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Viitattu 19.4.2023. <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>

Grieve, G. 2019. FHIR Tutorial. Viitattu 25.4.2023. <http://www.hl7.fi/wp-content/uploads/2019-11-Helsinki-Tutorial.pdf>

- Grieve, G. 2014. Profiles and Validation. Viitattu 10.5.2023.
<https://www.slideshare.net/DevDays2014/profile-and-validation-grahame-grieve>
- Health Level Seven International. n.d. Introduction to HL7 Standards. Viitattu 26.4.2023. <https://www.hl7.org/implement/standards/>
- Health Level Seven International. n.d. FHIR Overview. Viitattu 26.4.2023.
<https://www.hl7.org/fhir/STU3/overview.html>
- Heath, T. & Bizer, C. 2011. Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. Viitattu 26.4.2023. <http://linkeddatabook.com/editions/1.0/>
- Helm, E.; Krauss, O.; Lin, A.; Pointner, A.; Schuler, A.; Küng, J. 2020. Process Mining on FHIR - An Open Standards-Based Process Analytics Approach for Healthcare. Viitattu 12.5.2023. https://pods4h.com/wp-content/uploads/2020/10/PODS4H_2020_paper_3.pdf
- Henschel, T. 2008. Risk management practices of SMEs: Evaluating and implementing effective risk management systems. Viitattu 25.4.2023.
https://www.researchgate.net/publication/259812085_Risk_Management_Practices_of_SMEs_Evaluating_and_Implementing_Effective_Risk_Management_Systems
- Jääskeläinen, A.; Helander, N.; Sillanpää, V.; Leskelä, R.; Haavisto, I.; Laasonen, V.; Ranta, T. & Torkki, P. 2019. Tietojohdamisen arviointimalli. Viitattu 30.4.2023.
https://stm.fi/documents/1271139/13927945/Tietojohdamisen_arviointimalli.pdf/44b98be5-6363-3863-662a-86506a276dc0/Tietojohdamisen_arviointimalli.pdf.pdf
- Kappelman, L. A.; McKeeman, R. & Zhang, L. 2006. Early warning signs of IT project failure: The dominant dozen. Information Systems Management. Viitattu 23.4.2023.
https://www.researchgate.net/publication/220630325_Early_Warning_Signs_of_it_Project_Failure_The_Dominant_Dozen
- Kerzner, H. 2009. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. Viitattu 25.4.2023.
<http://www.mim.ac.mw/books/Kerzner%27s%20Project%20Management%20A%20Systems%20Approach...10thed.pdf>

Klemola, K.; Uusi-Ilkainen, J.; Askola, T. 2014. Sosiaali- ja terveystietojen tietojohdantamisen käsikirja. Viitattu 5.5.2023.

https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Sosiaali_ja_terveyspalveluiden_tietojohdantamisen_kasikirja-2.pdf

Mohammad, S. & Hussaini, H. S. 2020. Risk Management in Information Technology. Viitattu 26.4.2023.

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3625242

Muhammad, A.; Sadia, A. 2015. A systematic review of knowledge management and knowledge sharing: Trends, issues, and challenges. Viitattu 5.5.2023.

<https://doi.org/10.1080/23311975.2015.1127744>

Pagano, P.; Candela, L. & Castelli, D. 2013. Data Science Journal, Volume 12, 23 July. Viitattu 15.4.2023.

https://www.researchgate.net/publication/251237439_Data_Interoperability

Panetto, H. & Cecil, J. 2012. Information systems for enterprise integration, interoperability and networking: theory and applications. Viitattu 23.4.2023.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17517575.2012.684802>

Paré, G.; Sicotte, C.; Jaana, M. & Girouard, D. 2008. Prioritizing the risk factors influencing the success of clinical information system projects. A Delphi study in Canada. Methods of information in medicine. Viitattu 15.4.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18473092/>

Rogers, Y.; Sharp, H. & Preece, J. 2015. Interaction design: beyond human-computer interaction. Viitattu 25.4.2023.

<https://arl.human.cornell.edu/879Readings/Interaction%20Design%20-%20Beyond%20Human-Computer%20Interaction.pdf>

Sligo, J.; Gauld, R.; Roberts, V. & Villa, L. 2016. A literature review for large-scale health information system project planning, implementation and evaluation. International Journal of Medical Informatics. Viitattu 15.4.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27919399/>

W3C. 2007. SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework (Second Edition). Viitattu 19.4.2023. <https://www.w3.org/TR/soap12/>.

Zakrivashevich, A. 2021. Figuring Out What's Under the Hood. Main Types of Database Management Systems. Viitattu 1.5.2023

[.https://xbsoftware.com/blog/main-types-of-database-management-systems/](https://xbsoftware.com/blog/main-types-of-database-management-systems/)